

## **Berechnungen zur Calcitsättigung nach DIN 38 404-10:2012-12 mit dem Programm WinWASI 5.0 der Firma BIESER UND PARTNER, Geschäftsführer: Dipl.-Ing. Rüdiger Böckle**

Das Programm wird auf einem USB-Stick ausgeliefert, der eine Doppelfunktion besitzt: Er dient als Speicher-Stick und wird außerdem von der Lieferfirma als Dongle (Kopierschutzstecker) eingerichtet. Das Programm basiert auf Microsoft Excel und arbeitet mit Makros.

In diesem Ordner wird das Programm mit zwei Dateien vorgestellt:

- 2012\_WinWASI.pdf und
- 2012\_WinWASI, Arbeitsblaetter.pdf.

Die erstgenannte Datei enthält die Rechenergebnisse für die Analysenbeispiele aus dem Analysenanhang des Buches "Wasseranalysen – richtig beurteilt", WILEY-VCH, jeweils als "Einzelwasser".

Die Vollversion stellt über die Berechnung von "Einzelwässern" hinaus noch 20 Arbeitsblätter für die rechnerische Bearbeitung aller gängigen Fragestellungen (z. B. zur Korrosivität des Wassers) und Wasseraufbereitungsverfahren zur Verfügung. Mit der zweiten der oben genannten Dateien werden sechs Beispiele vorgestellt.

Eine Besonderheit des Rechenprogramms besteht darin, dass in einer gesonderten Untereinheit "WinWASI-Einstellungen" die Einstellungen für die Dateneingabe, die Datenausgabe und die Art der Berechnung eingegeben werden können. Bei der Dateneingabe können zusätzlich zu den nach DIN obligatorischen Parametern noch zusätzliche Parameter eingegeben werden. Diese Parameter werden dann rechnerisch berücksichtigt, wenn man in den Einstellungen den entsprechenden Befehl gegeben hat oder wenn sie in den jeweiligen Arbeitsblättern benötigt werden.

Die nach DIN obligatorischen Parameter sind für Trinkwässer festgelegt worden. Im vorliegenden Fall wurden auch Wässer mit hohen Konzentrationen an Eisen(II), Mangan(II) und Ammonium in die Rechnungen einbezogen. Um zu erreichen, dass auch diese Parameter angemessen berücksichtigt werden, wurde bei den Ein- und Ausgabeeinstellungen sowie bei den Berechnungseinstellungen die Option "zusätzliche Parameter" gewählt. Bei der Ausgabe der Rechenergebnisse erscheint dann (in roter Schrift) der Hinweis, dass die Rechnung abweichend von der DIN durchgeführt wurde.

Die für die Berechnung der Einzelwässer verwendeten Einstellungen werden auf der nächsten Seite als Screenshot wiedergegeben. Für Analysenbeispiel 12 ist außerdem die Eingabemöglichkeit für die Strontiumkonzentration aktiviert worden.

**WinWASI-Einstellungen**

**Eingabeeinstellungen**

Parametereingabe

nach DIN 38404

zusätzliche Parameter

Zusätzliche Eingabeparameter

Leitfähigkeit

Ammonium

Eisen-II

Mangan-II

Kieselsäure (SiO<sub>2</sub>)

Barium

Strontium

Phosphat gesamt

Nitrit

Fluorid

DOC

m- und p-Wert

Anorganischer Kohlenstoff (DIC)

Eingabe der Analysedaten

direkt in das Formular

mittels Dialog

Protected Mode!

**Ausgabeeinstellungen**

Parameterausgabe

nach DIN 38404

nach DIN 38404 mit Species

zusätzliche Parameter

individuelle Konfiguration

Optionale Ausgabedaten

Anlagendaten

Weitere Calcitsättigungsdaten

pH (Calcitsättigung 5mg/l)

pH<sub>A</sub> (Calcitsättigung durch CO<sub>2</sub>-Austausch)

Delta-pH

Kohlensäureanteile

Überschüssige Kohlensäure < 0 bei SI > 0

Korrosionsquotienten

Sättigungsindices

Weitere Daten

Ionenstärke aus Leitfähigkeit

Ionenstärke aus Specieskonzentration

Leitfähigkeit aus Ionenstärke

Calcitabscheidungsvermögen bei 60°C

Berechnete Titrationskapazität pH 4,3

Kationenquotient

Datum automatisch eintragen

Uhrzeit automatisch eintragen

DIN 50930 Teil 6

Gültigkeitsgrenzen

**Berechnungseinstellungen**

Parameter für Berechnung

nach DIN 38404

zusätzliche Parameter

Berechnung der Ladungsbilanz

nach DIN 38404

vollständig

Berechnung der Ionenstärke

nach DIN 38404

mit Ladungsbilanzausgleich

mit Korrektur aus Leitfähigkeit

Härte-Einheit

Härte in mmol/l

°dH (Deutsche Härte)

°fH (Französische Härte)

°eH (Englische Härte)

ppm CaCO<sub>3</sub> (Amerikanische Härte)

Dimensionierung von Marmorfiltern

nach Baldauf

nach Spindler

Laufzeitbegrenzung

Timer  Sekunden

*Walter Kötter*

|   |          |   |                                  |                  |  |  |
|---|----------|---|----------------------------------|------------------|--|--|
| <b>Wasserchemische Berechnung zur Calciumcarbonatsättigung nach DIN 38404 -10 (2012) für Einzelwässer</b><br>WinWASI 5.0  |          | <b>Dr. Walter Kölle</b><br>Heesternwinkel 7<br>30657 Hannover<br>Telefon<br>Fax |                                  |                  |  |  |
| <b>Bezeichnungen</b><br>Auftraggeber<br>Analyselabor<br>Probenahmeort/Probenahmedatum<br>Probenahmestelle/Probenbezeichnung<br>Bezeichnung Ergebnisse<br>Datum<br>Dateiname |          | Kölle<br>Buch, Analysenbeispiel 01<br>08.08.13                                  |                                  |                  |  |  |
| <b>Eingabedaten</b>   |          |   |                                  |                  |  |  |
| Bewertungstemperatur $t_b$  | [°C]     | 10,000  |                                  |                  |  |  |
| Messtemperatur des Wassers $t$  | [°C]     | 10,000  |                                  |                  |  |  |
| Titrationstemperatur t4,3   | [°C]     | 20,000  |                                  |                  |  |  |
| Titrationstemperatur t8,2   | [°C]     | 20,000  |                                  |                  |  |  |
| Leitfähigkeit bei 25°C  | [mS/m]   | 53,700  |                                  |                  |  |  |
| Sauerstoff [O <sub>2</sub> ]  | [mg/l]   | 9,200   |                                  |                  |  |  |
| pH-Wert   |          | 7,620   |                                  |                  |  |  |
| K <sub>S4,3</sub> (Säurekapazität pH4,3)  | [mmol/l] | 5,070   | ohne CO <sub>2</sub> -Ausblasung |                  |  |  |
| K <sub>B8,2</sub> (Basenkapazität pH8,2)  | [mmol/l] | 0,310   |                                  |                  |  |  |
| K <sub>S8,2</sub> (Säurekapazität pH8,2)  | [mmol/l] |   |                                  |                  |  |  |
| K <sub>B4,3</sub> (Basenkapazität pH4,3)  | [mmol/l] |   |                                  |                  |  |  |
| Calcium [Ca <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 82,400  |                                  |                  |  |  |
| Magnesium [Mg <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 19,600  |                                  |                  |  |  |
| Natrium [Na <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 3,400   |                                  |                  |  |  |
| Kalium [K <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 1,000   |                                  |                  |  |  |
| Ammonium [NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 0,000   |                                  |                  |  |  |
| Eisen-II [Fe <sup>2+</sup> ]  | [mg/l]   | 0,000   |                                  |                  |  |  |
| Mangan-II [Mn <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 0,000   |                                  |                  |  |  |
| Chlorid [Cl]  | [mg/l]   | 5,500   |                                  |                  |  |  |
| Nitrat [NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ]  | [mg/l]   | 8,500   |                                  |                  |  |  |
| Sulfat [SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ]   | [mg/l]   | 25,000  |                                  |                  |  |  |
| Orthophosphat [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]  | [mg/l]   | 0,000   |                                  |                  |  |  |
| P, gesamt als [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]  | [mg/l]   | 0,000   |                                  |                  |  |  |
| Kieselsäure [SiO <sub>2</sub> ]   | [mg/l]   | 0,000   |                                  |                  |  |  |
| Gelöste org. Kohlenstoff [DOC]  | [mg/l]   | 0,000   |                                  |                  |  |  |
| <b>Berechnete Wasserdaten</b>   |          | <b>K4,3 / pH</b>  | <b>K4,3 / K8,2</b>               | <b>K8,2 / pH</b> |  |  |
| pH <sub>t<sub>b</sub></sub> (pH-Wert bei Bewertungstemperatur)  |          | 7,620   | 7,654                            | 7,620            |  |  |
| m-Wert  | [mmol/l] | 5,064   | 5,064                            | 4,673            |  |  |
| p-Wert  | [mmol/l] | -0,290  | -0,265                           | -0,268           |  |  |
| c(DIC)  | [mg/l]   | 64,308  | 64,000                           | 59,342           |  |  |
| Ionenstärke   | [mmol/l] | 8,606   | 8,604                            | 8,425            |  |  |
| Gesamthärte   | [°dH]    | 16,030  | 16,030                           | 16,030           |  |  |
| Karbonathärte   | [°dH]    | 14,178  | 14,178                           | 13,084           |  |  |
| Ladungsbilanz   | [mmol/l] | 0,022   | 0,022                            | 0,413            |  |  |
| Ladungsbilanz relativ   | [%]      | 0,369   | 0,373                            | 7,250            |  |  |
| Gelöste Feststoffe [TDS]  | [mg/l]   | 447,977   | 447,862                          | 424,613          |  |  |
| <b>Calcitsättigungsdaten bei Bewertungstemperatur</b>   |          |   |                                  |                  |  |  |
| pH <sub>Calc</sub> (Calcitsättigung durch Calcit)   |          | 7,378   | 7,384                            | 7,399            |  |  |
| pH <sub>A</sub> (Calcitsättigung durch CO <sub>2</sub> -Austausch)  |          | 7,306   | 7,306                            | 7,338            |  |  |
| pH <sub>5mg</sub> (pH-Wert bei Calcitlösevermögen 5 mg/l)   |          | 7,249   | 7,249                            | 7,275            |  |  |
| Delta-pH  |          | 0,242   | 0,270                            | 0,221            |  |  |
| S <sub>i</sub> (Sättigungsindex Calcit)   |          | 0,314   | 0,348                            | 0,283            |  |  |
| D <sub>C</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität)   | [mg/l]   | -20,323   | -21,857                          | -16,847          |  |  |
| zugehörige Kohlensäure  | [mg/l]   | 28,234  | 28,186                           | 24,235           |  |  |
| überschüssige Kohlensäure   | [mg/l]   | -14,536   | -15,530                          | -11,594          |  |  |
| freie Kohlensäure   | [mg/l]   | 13,698  | 12,656                           | 12,642           |  |  |
| <b>Weitere Daten</b>  |          |   |                                  |                  |  |  |
| D <sub>C60</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität bei 60°C)  | [mg/l]   | -56,885   | -57,953                          | -50,805          |  |  |
| <b>Beurteilung zur Calcitsättigung und Prüfung des Gültigkeitsbereiches</b>   |          |   |                                  |                  |  |  |
| Die Vorgaben der TVO hinsichtlich der Calcitlösekapazität sind  | erfüllt  | erfüllt   | erfüllt                          |                  |  |  |
| Die Ladungsbilanz ist ausgeglichen  | ja       | ja  | nein                             |                  |  |  |

Die Berechnung wurde abweichend von DIN 38404 mit zusätzlichen Analysenparametern durchgeführt.

|   |          |   |                    |                  |  |  |
|---|----------|---|--------------------|------------------|--|--|
| <b>Wasserchemische Berechnung zur Calciumcarbonatsättigung nach DIN 38404 -10 (2012) für Einzelwässer</b><br>WinWASI 5.0  |          | <b>Dr. Walter Kölle</b><br>Heesternwinkel 7<br>30657 Hannover<br>Telefon<br>Fax |                    |                  |  |  |
| <b>Bezeichnungen</b><br>Auftraggeber<br>Analyselabor<br>Probenahmeort/Probenahmedatum<br>Probenahmestelle/Probenbezeichnung<br>Bezeichnung Ergebnisse<br>Datum<br>Dateiname |          | Kölle<br><br>Buch, Analysenbeispiel 02<br><br>08.08.13                          |                    |                  |  |  |
| <b>Eingabedaten</b>   |          |   |                    |                  |  |  |
| Bewertungstemperatur $t_b$  | [°C]     | 8,500   |                    |                  |  |  |
| Messtemperatur des Wassers $t$  | [°C]     | 8,500   |                    |                  |  |  |
| Titrationstemperatur $t_{4,3}$  | [°C]     | 20,000  |                    |                  |  |  |
| Titrationstemperatur $t_{8,2}$  | [°C]     | 20,000  |                    |                  |  |  |
| Leitfähigkeit bei 25°C  | [mS/m]   | 91,500  |                    |                  |  |  |
| Sauerstoff [O <sub>2</sub> ]  | [mg/l]   | 5,800   |                    |                  |  |  |
| pH-Wert   |          | 7,090   |                    |                  |  |  |
| K <sub>S4,3</sub> (Säurekapazität pH4,3)  | [mmol/l] | 5,300 ohne CO <sub>2</sub> -Ausblasung  |                    |                  |  |  |
| K <sub>B8,2</sub> (Basenkapazität pH8,2)  | [mmol/l] | 1,130   |                    |                  |  |  |
| K <sub>S8,2</sub> (Säurekapazität pH8,2)  | [mmol/l] |   |                    |                  |  |  |
| K <sub>B4,3</sub> (Basenkapazität pH4,3)  | [mmol/l] |   |                    |                  |  |  |
| Calcium [Ca <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 140,000   |                    |                  |  |  |
| Magnesium [Mg <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 13,200  |                    |                  |  |  |
| Natrium [Na <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 12,600  |                    |                  |  |  |
| Kalium [K <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 1,600   |                    |                  |  |  |
| Ammonium [NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |  |
| Eisen-II [Fe <sup>2+</sup> ]  | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |  |
| Mangan-II [Mn <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |  |
| Chlorid [Cl]  | [mg/l]   | 41,000  |                    |                  |  |  |
| Nitrat [NO <sub>3</sub> ]   | [mg/l]   | 43,000  |                    |                  |  |  |
| Sulfat [SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ]   | [mg/l]   | 72,000  |                    |                  |  |  |
| Orthophosphat [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]  | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |  |
| P, gesamt als [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]  | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |  |
| Kieselsäure [SiO <sub>2</sub> ]   | [mg/l]   | 2,300   |                    |                  |  |  |
| Gelöster org. Kohlenstoff [DOC]   | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |  |
| <b>Berechnete Wasserdaten</b>   |          | <b>K4,3 / pH</b>  | <b>K4,3 / K8,2</b> | <b>K8,2 / pH</b> |  |  |
| pH <sub>b</sub> (pH-Wert bei Bewertungstemperatur)  |          | 7,094   | 7,116              | 7,094            |  |  |
| m-Wert  | [mmol/l] | 5,303   | 5,303              | 5,051            |  |  |
| p-Wert  | [mmol/l] | -1,102  | -1,046             | -1,049           |  |  |
| c(DIC)  | [mg/l]   | 76,928  | 76,256             | 73,266           |  |  |
| Ionenstärke   | [mmol/l] | 12,546  | 12,545             | 12,430           |  |  |
| Gesamthärte   | [°dH]    | 22,603  | 22,603             | 22,603           |  |  |
| Karbonathärte   | [°dH]    | 14,849  | 14,848             | 14,143           |  |  |
| Ladungsbilanz   | [mmol/l] | 0,009   | 0,010              | 0,262            |  |  |
| Ladungsbilanz relativ   | [%]      | 0,106   | 0,112              | 3,066            |  |  |
| Gelöste Feststoffe [TDS]  | [mg/l]   | 643,451   | 643,395            | 628,328          |  |  |
| <b>Calcitsättigungsdaten bei Bewertungstemperatur</b>   |          |   |                    |                  |  |  |
| pH <sub>ctb</sub> (Calcitsättigung durch Calcit)  |          | 7,115   | 7,122              | 7,128            |  |  |
| pH <sub>ca</sub> (Calcitsättigung durch CO <sub>2</sub> -Austausch)   |          | 7,125   | 7,125              | 7,144            |  |  |
| pH <sub>5mg</sub> (pH-Wert bei Calcitlösevermögen 5 mg/l)   |          | 7,085   | 7,085              | 7,102            |  |  |
| Delta-pH  |          | -0,021  | -0,006             | -0,034           |  |  |
| S <sub>i</sub> (Sättigungsindex Calcit)   |          | -0,031  | -0,009             | -0,050           |  |  |
| D <sub>c</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität)   | [mg/l]   | 3,817   | 1,070              | 5,955            |  |  |
| zugehörige Kohlensäure  | [mg/l]   | 45,452  | 45,422             | 41,396           |  |  |
| überschüssige Kohlensäure   | [mg/l]   | 3,359   | 0,967              | 5,091            |  |  |
| freie Kohlensäure   | [mg/l]   | 48,811  | 46,389             | 46,487           |  |  |
| <b>Weitere Daten</b>  |          |   |                    |                  |  |  |
| D <sub>C60</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität bei 60°C)  | [mg/l]   | -55,148   | -57,003            | -50,488          |  |  |
| <b>Beurteilung zur Calcitsättigung und Prüfung des Gültigkeitsbereiches</b>   |          |   |                    |                  |  |  |
| Die Vorgaben der TVO hinsichtlich der Calcitlösekapazität sind  | erfüllt  | erfüllt   | nicht erfüllt      |                  |  |  |
| Die Ladungsbilanz ist ausgeglichen  | ja       | ja  | ja                 |                  |  |  |

Die Berechnung wurde abweichend von DIN 38404 mit zusätzlichen Analysenparametern durchgeführt.

|  |               |   |                    |                  |  |
|--|---------------|---|--------------------|------------------|--|
| <b>Wasserchemische Berechnung zur Calciumcarbonatsättigung nach DIN 38404 -10 (2012) für Einzelwässer</b><br>WinWASI 5.0 <span style="float: right;">R5.0.1.3</span> |               | <b>Dr. Walter Kölle</b><br>Heesternwinkel 7<br>30657 Hannover<br>Telefon<br>Fax |                    |                  |  |
| <b>Bezeichnungen</b>   |               |   |                    |                  |  |
| Auftraggeber<br>Analyselabor<br>Probenahmeort/Probenahmedatum<br>Probenahmestelle/Probenbezeichnung<br>Bezeichnung Ergebnisse<br>Datum<br>Dateiname                  |               | Kölle<br><br>Buch, Analysenbeispiel 03<br><br>08.08.13                          |                    |                  |  |
| <b>Eingabedaten</b>  |               |   |                    |                  |  |
| Bewertungstemperatur $t_b$   | [°C]          | 8,900   |                    |                  |  |
| Messtemperatur des Wassers $t$   | [°C]          | 8,900   |                    |                  |  |
| Titrationstemperatur $t_{4,3}$   | [°C]          | 20,000  |                    |                  |  |
| Titrationstemperatur $t_{8,2}$   | [°C]          | 20,000  |                    |                  |  |
| Leitfähigkeit bei 25°C   | [mS/m]        | 92,100  |                    |                  |  |
| Sauerstoff [O <sub>2</sub> ]   | [mg/l]        | 4,800   |                    |                  |  |
| pH-Wert  |               | 7,040   |                    |                  |  |
| K <sub>S4,3</sub> (Säurekapazität pH4,3)   | [mmol/l]      | 5,500 ohne CO <sub>2</sub> -Ausblasung  |                    |                  |  |
| K <sub>B8,2</sub> (Basenkapazität pH8,2)   | [mmol/l]      | 1,300   |                    |                  |  |
| K <sub>S8,2</sub> (Säurekapazität pH8,2)   | [mmol/l]      |   |                    |                  |  |
| K <sub>B4,3</sub> (Basenkapazität pH4,3)   | [mmol/l]      |   |                    |                  |  |
| Calcium [Ca <sup>2+</sup> ]  | [mg/l]        | 144,000   |                    |                  |  |
| Magnesium [Mg <sup>2+</sup> ]  | [mg/l]        | 13,200  |                    |                  |  |
| Natrium [Na <sup>+</sup> ]   | [mg/l]        | 13,100  |                    |                  |  |
| Kalium [K <sup>+</sup> ]   | [mg/l]        | 0,900   |                    |                  |  |
| Ammonium [NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ]   | [mg/l]        | 0,000   |                    |                  |  |
| Eisen-II [Fe <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]        | 0,160   |                    |                  |  |
| Mangan-II [Mn <sup>2+</sup> ]  | [mg/l]        | 0,000   |                    |                  |  |
| Chlorid [Cl]   | [mg/l]        | 39,000  |                    |                  |  |
| Nitrat [NO <sub>3</sub> ]  | [mg/l]        | 33,000  |                    |                  |  |
| Sulfat [SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ]  | [mg/l]        | 83,000  |                    |                  |  |
| Orthophosphat [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]   | [mg/l]        | 0,080   |                    |                  |  |
| P, gesamt als [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]   | [mg/l]        | 0,080   |                    |                  |  |
| Kieselsäure [SiO <sub>2</sub> ]  | [mg/l]        | 3,500   |                    |                  |  |
| Gelöster org. Kohlenstoff [DOC]  | [mg/l]        | 0,000   |                    |                  |  |
| <b>Berechnete Wasserdaten</b>  |               | <b>K4,3 / pH</b>  | <b>K4,3 / K8,2</b> | <b>K8,2 / pH</b> |  |
| pH <sub>b</sub> (pH-Wert bei Bewertungstemperatur)   |               | 7,043   | 7,065              | 7,044            |  |
| m-Wert   | [mmol/l]      | 5,508   | 5,507              | 5,246            |  |
| p-Wert   | [mmol/l]      | -1,271  | -1,208             | -1,211           |  |
| c(DIC)   | [mg/l]        | 81,417  | 80,645             | 77,548           |  |
| Ionenstärke  | [mmol/l]      | 12,853  | 12,853             | 12,733           |  |
| Gesamthärte  | [°dH]         | 23,162  | 23,162             | 23,162           |  |
| Karbonathärte  | [°dH]         | 15,418  | 15,416             | 14,685           |  |
| Ladungsbilanz  | [mmol/l]      | 0,003   | 0,003              | 0,264            |  |
| Ladungsbilanz relativ  | [%]           | 0,031   | 0,039              | 3,026            |  |
| Gelöste Feststoffe [TDS]   | [mg/l]        | 659,887   | 659,826            | 644,209          |  |
| <b>Calcitsättigungsdaten bei Bewertungstemperatur</b>  |               |   |                    |                  |  |
| pH <sub>ctb</sub> (Calcitsättigung durch Calcit)   |               | 7,078   | 7,085              | 7,091            |  |
| pH <sub>ca</sub> (Calcitsättigung durch CO <sub>2</sub> -Austausch)  |               | 7,095   | 7,095              | 7,115            |  |
| pH <sub>5mg</sub> (pH-Wert bei Calcitlösevermögen 5 mg/l)  |               | 7,058   | 7,058              | 7,075            |  |
| Delta-pH   |               | -0,034  | -0,020             | -0,048           |  |
| S <sub>i</sub> (Sättigungsindex Calcit)  |               | -0,052  | -0,030             | -0,071           |  |
| D <sub>c</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität)  | [mg/l]        | 6,975   | 3,934              | 9,171            |  |
| zugehörige Kohlensäure   | [mg/l]        | 49,985  | 49,951             | 45,536           |  |
| überschüssige Kohlensäure  | [mg/l]        | 6,329   | 3,581              | 8,100            |  |
| freie Kohlensäure  | [mg/l]        | 56,314  | 53,532             | 53,636           |  |
| <b>Weitere Daten</b>   |               |   |                    |                  |  |
| D <sub>C60</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität bei 60°C)   | [mg/l]        | -55,853   | -57,886            | -51,040          |  |
| <b>Beurteilung zur Calcitsättigung und Prüfung des Gültigkeitsbereiches</b>  |               |   |                    |                  |  |
| Die Vorgaben der TVO hinsichtlich der Calcitlösekapazität sind   | nicht erfüllt | erfüllt   | nicht erfüllt      |                  |  |
| Die Ladungsbilanz ist ausgeglichen   | ja            | ja  | ja                 |                  |  |

Die Berechnung wurde abweichend von DIN 38404 mit zusätzlichen Analysenparametern durchgeführt.

|   |          |   |                    |                  |  |  |
|---|----------|---|--------------------|------------------|--|--|
| <b>Wasserchemische Berechnung zur Calciumcarbonatsättigung nach DIN 38404 -10 (2012) für Einzelwässer</b><br><b>WinWASI 5.0</b>   |          | <b>Dr. Walter Kölle</b><br><b>Heesternwinkel 7</b><br><b>30657 Hannover</b><br><b>Telefon</b><br><b>Fax</b> |                    |                  |  |  |
| <b>Bezeichnungen</b><br>Auftraggeber<br>Analyselabor<br>Probenahmeort/Probenahmedatum<br>Probenahmestelle/Probenbezeichnung<br>Bezeichnung Ergebnisse<br>Datum<br>Dateiname |          | Kölle<br>Buch, Analysenbeispiel 04<br>09.08.13  |                    |                  |  |  |
| <b>Eingabedaten</b>   |          |   |                    |                  |  |  |
| Bewertungstemperatur $t_b$  | [°C]     | 8,600   |                    |                  |  |  |
| Messtemperatur des Wassers $t$  | [°C]     | 8,600   |                    |                  |  |  |
| Titrationstemperatur $t_{4,3}$  | [°C]     | 20,000  |                    |                  |  |  |
| Titrationstemperatur $t_{8,2}$  | [°C]     | 20,000  |                    |                  |  |  |
| Leitfähigkeit bei 25°C  | [mS/m]   | 38,400  |                    |                  |  |  |
| Sauerstoff [O <sub>2</sub> ]  | [mg/l]   | 0,200   |                    |                  |  |  |
| pH-Wert   |          | 7,160   |                    |                  |  |  |
| K <sub>S4,3</sub> (Säurekapazität pH4,3)  | [mmol/l] | 1,670 ohne CO <sub>2</sub> -Ausblasung  |                    |                  |  |  |
| K <sub>B8,2</sub> (Basenkapazität pH8,2)  | [mmol/l] | 0,300   |                    |                  |  |  |
| K <sub>S8,2</sub> (Säurekapazität pH8,2)  | [mmol/l] |   |                    |                  |  |  |
| K <sub>B4,3</sub> (Basenkapazität pH4,3)  | [mmol/l] |   |                    |                  |  |  |
| Calcium [Ca <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 55,000  |                    |                  |  |  |
| Magnesium [Mg <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 5,500   |                    |                  |  |  |
| Natrium [Na <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 11,000  |                    |                  |  |  |
| Kalium [K <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 1,000   |                    |                  |  |  |
| Ammonium [NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 0,060   |                    |                  |  |  |
| Eisen-II [Fe <sup>2+</sup> ]  | [mg/l]   | 1,500   |                    |                  |  |  |
| Mangan-II [Mn <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 0,190   |                    |                  |  |  |
| Chlorid [Cl]  | [mg/l]   | 20,000  |                    |                  |  |  |
| Nitrat [NO <sub>3</sub> ]   | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |  |
| Sulfat [SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ]   | [mg/l]   | 67,000  |                    |                  |  |  |
| Orthophosphat [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]  | [mg/l]   | 0,060   |                    |                  |  |  |
| P, gesamt als [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]  | [mg/l]   | 0,060   |                    |                  |  |  |
| Kieselsäure [SiO <sub>2</sub> ]   | [mg/l]   | 8,800   |                    |                  |  |  |
| Gelöste org. Kohlenstoff [DOC]  | [mg/l]   | 2,700   |                    |                  |  |  |
| <b>Berechnete Wasserdaten</b>   |          | <b>K4,3 / pH</b>  | <b>K4,3 / K8,2</b> | <b>K8,2 / pH</b> |  |  |
| pH <sub>t<sub>b</sub></sub> (pH-Wert bei Bewertungstemperatur)  |          | 7,162   | 7,184              | 7,162            |  |  |
| m-Wert  | [mmol/l] | 1,628   | 1,628              | 1,546            |  |  |
| p-Wert  | [mmol/l] | -0,307  | -0,292             | -0,292           |  |  |
| c(DIC)  | [mg/l]   | 23,251  | 23,060             | 22,072           |  |  |
| Ionenstärke   | [mmol/l] | 5,571   | 5,571              | 5,531            |  |  |
| Gesamthärte   | [°dH]    | 8,952   | 8,952              | 8,952            |  |  |
| Karbonathärte   | [°dH]    | 4,566   | 4,565              | 4,334            |  |  |
| Ladungsbilanz   | [mmol/l] | 0,174   | 0,175              | 0,257            |  |  |
| Ladungsbilanz relativ   | [%]      | 4,742   | 4,746              | 7,068            |  |  |
| Gelöste Feststoffe [TDS]  | [mg/l]   | 267,839   | 267,824            | 262,886          |  |  |
| <b>Calcitsättigungsdaten bei Bewertungstemperatur</b>   |          |   |                    |                  |  |  |
| pH <sub>ctb</sub> (Calcitsättigung durch Calcit)  |          | 7,799   | 7,808              | 7,821            |  |  |
| pH <sub>ca</sub> (Calcitsättigung durch CO <sub>2</sub> -Austausch)   |          | 7,959   | 7,959              | 7,981            |  |  |
| pH <sub>5mg</sub> (pH-Wert bei Calcitlösevermögen 5 mg/l)   |          | 7,650   | 7,650              | 7,652            |  |  |
| Delta-pH  |          | -0,638  | -0,623             | -0,659           |  |  |
| S <sub>i</sub> (Sättigungsindex Calcit)   |          | -0,798  | -0,775             | -0,819           |  |  |
| D <sub>c</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität)   | [mg/l]   | 22,753  | 21,467             | 22,044           |  |  |
| zugehörige Kohlensäure  | [mg/l]   | 2,153   | 2,152              | 1,945            |  |  |
| überschüssige Kohlensäure   | [mg/l]   | 11,358  | 10,673             | 10,882           |  |  |
| freie Kohlensäure   | [mg/l]   | 13,511  | 12,825             | 12,826           |  |  |
| <b>Weitere Daten</b>  |          |   |                    |                  |  |  |
| D <sub>C60</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität bei 60°C)  | [mg/l]   | 11,860  | 10,845             | 11,978           |  |  |
| <b>Beurteilung zur Calcitsättigung und Prüfung des Gültigkeitsbereiches</b>   |          |   |                    |                  |  |  |
| Die Vorgaben der TVO hinsichtlich der Calcitlösekapazität sind  |          | nicht erfüllt   | nicht erfüllt      | nicht erfüllt    |  |  |
| Die Ladungsbilanz ist ausgeglichen  |          | ja  | ja                 | nein             |  |  |

Die Berechnung wurde abweichend von DIN 38404 mit zusätzlichen Analysenparametern durchgeführt.

|   |          |   |                    |                  |  |  |
|---|----------|---|--------------------|------------------|--|--|
| <b>Wasserchemische Berechnung zur Calciumcarbonatsättigung nach DIN 38404 -10 (2012) für Einzelwässer</b><br><b>WinWASI 5.0</b>   |          | <b>Dr. Walter Kölle</b><br><b>Heesternwinkel 7</b><br><b>30657 Hannover</b><br><b>Telefon</b><br><b>Fax</b> |                    |                  |  |  |
| <b>Bezeichnungen</b><br>Auftraggeber<br>Analyselabor<br>Probenahmeort/Probenahmedatum<br>Probenahmestelle/Probenbezeichnung<br>Bezeichnung Ergebnisse<br>Datum<br>Dateiname |          | Kölle<br>Buch, Analysenbeispiel 05<br>08.08.13  |                    |                  |  |  |
| <b>Eingabedaten</b>   |          |   |                    |                  |  |  |
| Bewertungstemperatur $t_b$  | [°C]     | 9,000   |                    |                  |  |  |
| Messtemperatur des Wassers $t$  | [°C]     | 9,000   |                    |                  |  |  |
| Titrationstemperatur $t_{4,3}$  | [°C]     | 20,000  |                    |                  |  |  |
| Titrationstemperatur $t_{8,2}$  | [°C]     | 20,000  |                    |                  |  |  |
| Leitfähigkeit bei 25°C  | [mS/m]   | 124,500   |                    |                  |  |  |
| Sauerstoff [O <sub>2</sub> ]  | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |  |
| pH-Wert   |          | 6,730   |                    |                  |  |  |
| K <sub>S4,3</sub> (Säurekapazität pH4,3)  | [mmol/l] | 2,950 ohne CO <sub>2</sub> -Ausblasung  |                    |                  |  |  |
| K <sub>B8,2</sub> (Basenkapazität pH8,2)  | [mmol/l] | 1,380   |                    |                  |  |  |
| K <sub>S8,2</sub> (Säurekapazität pH8,2)  | [mmol/l] |   |                    |                  |  |  |
| K <sub>B4,3</sub> (Basenkapazität pH4,3)  | [mmol/l] |   |                    |                  |  |  |
| Calcium [Ca <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 204,000   |                    |                  |  |  |
| Magnesium [Mg <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 8,200   |                    |                  |  |  |
| Natrium [Na <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 40,000  |                    |                  |  |  |
| Kalium [K <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 4,600   |                    |                  |  |  |
| Ammonium [NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 0,980   |                    |                  |  |  |
| Eisen-II [Fe <sup>2+</sup> ]  | [mg/l]   | 29,300  |                    |                  |  |  |
| Mangan-II [Mn <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 2,110   |                    |                  |  |  |
| Chlorid [Cl <sup>-</sup> ]  | [mg/l]   | 62,000  |                    |                  |  |  |
| Nitrat [NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ]  | [mg/l]   | 0,300   |                    |                  |  |  |
| Sulfat [SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ]   | [mg/l]   | 480,000   |                    |                  |  |  |
| Orthophosphat [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]  | [mg/l]   | 0,480   |                    |                  |  |  |
| P, gesamt als [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]  | [mg/l]   | 0,480   |                    |                  |  |  |
| Kieselsäure [SiO <sub>2</sub> ]   | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |  |
| Gelöster org. Kohlenstoff [DOC]   | [mg/l]   | 8,800   |                    |                  |  |  |
| <b>Berechnete Wasserdaten</b>   |          | <b>K4,3 / pH</b>  | <b>K4,3 / K8,2</b> | <b>K8,2 / pH</b> |  |  |
| pH <sub>t<sub>b</sub></sub> (pH-Wert bei Bewertungstemperatur)  |          | 6,730   | 6,745              | 6,730            |  |  |
| m-Wert  | [mmol/l] | 2,874   | 2,874              | 2,778            |  |  |
| p-Wert  | [mmol/l] | -1,400  | -1,354             | -1,356           |  |  |
| c(DIC)  | [mg/l]   | 51,339  | 50,782             | 49,647           |  |  |
| Ionenstärke   | [mmol/l] | 19,940  | 19,940             | 19,893           |  |  |
| Gesamthärte   | [°dH]    | 30,394  | 30,394             | 30,394           |  |  |
| Karbonathärte   | [°dH]    | 8,181   | 8,179              | 7,911            |  |  |
| Ladungsbilanz   | [mmol/l] | -0,783  | -0,783             | -0,687           |  |  |
| Ladungsbilanz relativ   | [%]      | -5,483  | -5,480             | -4,827           |  |  |
| Gelöste Feststoffe [TDS]  | [mg/l]   | 1007,154  | 1007,119           | 1001,380         |  |  |
| <b>Calcitsättigungsdaten bei Bewertungstemperatur</b>   |          |   |                    |                  |  |  |
| pH <sub>ctb</sub> (Calcitsättigung durch Calcit)  |          | 7,137   | 7,144              | 7,148            |  |  |
| pH <sub>A</sub> (Calcitsättigung durch CO <sub>2</sub> -Austausch)  |          | 7,329   | 7,329              | 7,343            |  |  |
| pH <sub>5mg</sub> (pH-Wert bei Calcitlösevermögen 5 mg/l)   |          | 7,245   | 7,245              | 7,255            |  |  |
| Delta-pH  |          | -0,407  | -0,399             | -0,418           |  |  |
| S <sub>i</sub> (Sättigungsindex Calcit)   |          | -0,599  | -0,584             | -0,613           |  |  |
| D <sub>C</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität)   | [mg/l]   | 61,537  | 59,011             | 60,926           |  |  |
| zugehörige Kohlensäure  | [mg/l]   | 15,008  | 15,001             | 14,050           |  |  |
| überschüssige Kohlensäure   | [mg/l]   | 44,615  | 42,604             | 43,607           |  |  |
| freie Kohlensäure   | [mg/l]   | 59,623  | 57,604             | 57,657           |  |  |
| <b>Weitere Daten</b>  |          |   |                    |                  |  |  |
| D <sub>C60</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität bei 60°C)  | [mg/l]   | 17,552  | 15,812             | 18,456           |  |  |
| <b>Beurteilung zur Calcitsättigung und Prüfung des Gültigkeitsbereiches</b>   |          |   |                    |                  |  |  |
| Die Vorgaben der TVO hinsichtlich der Calcitlösekapazität sind  |          | nicht erfüllt   | nicht erfüllt      | nicht erfüllt    |  |  |
| Die Ladungsbilanz ist ausgeglichen  |          | nein  | nein               | ja               |  |  |

Die Berechnung wurde abweichend von DIN 38404 mit zusätzlichen Analysenparametern durchgeführt.

|  |          |   |  |                  |  |  |
|--|----------|---|--|------------------|--|--|
| <b>Wasserchemische Berechnung zur Calciumcarbonatsättigung nach DIN 38404 -10 (2012) für Einzelwässer</b><br>WinWASI 5.0 <span style="float: right;">R5.0.1.3</span> |          | <b>Dr. Walter Kölle</b><br>Heesternwinkel 7<br>30657 Hannover<br>Telefon<br>Fax |  |                  |  |  |
| <b>Bezeichnungen</b>   |          |   |  |                  |  |  |
| Auftraggeber<br>Analyselabor<br>Probenahmeort/Probenahmedatum<br>Probenahmestelle/Probenbezeichnung<br>Bezeichnung Ergebnisse<br>Datum<br>Dateiname                  |          | Kölle<br><br>Buch, Analysenbeispiel 06<br><br>09.08.13                          |  |                  |  |  |
| <b>Eingabedaten</b>  |          |   |  |                  |  |  |
| Bewertungstemperatur $t_b$   | [°C]     | 10,000  |  |                  |  |  |
| Messtemperatur des Wassers $t$   | [°C]     | 10,000  |  |                  |  |  |
| Titrationstemperatur $t_{4,3}$   | [°C]     | 20,000  |  |                  |  |  |
| Titrationstemperatur $t_{8,2}$   | [°C]     | 20,000  |  |                  |  |  |
| Leitfähigkeit bei 25°C   | [mS/m]   | 32,500  |  |                  |  |  |
| Sauerstoff [O <sub>2</sub> ]   | [mg/l]   | 0,000   |  |                  |  |  |
| pH-Wert  |          | 6,530   |  |                  |  |  |
| K <sub>S4,3</sub> (Säurekapazität pH4,3)   | [mmol/l] | 2,450   | ohne CO <sub>2</sub> -Ausblasung         |                  |  |  |
| K <sub>B8,2</sub> (Basenkapazität pH8,2)   | [mmol/l] | 1,920   |  |                  |  |  |
| K <sub>S8,2</sub> (Säurekapazität pH8,2)   | [mmol/l] |   |  |                  |  |  |
| K <sub>B4,3</sub> (Basenkapazität pH4,3)   | [mmol/l] |   |  |                  |  |  |
| Calcium [Ca <sup>2+</sup> ]  | [mg/l]   | 42,000  |  |                  |  |  |
| Magnesium [Mg <sup>2+</sup> ]  | [mg/l]   | 10,200  |  |                  |  |  |
| Natrium [Na <sup>+</sup> ]   | [mg/l]   | 16,200  | abgeschätzt aus der Chloridkonzentration |                  |  |  |
| Kalium [K <sup>+</sup> ]   | [mg/l]   | 0,000   |  |                  |  |  |
| Ammonium [NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ]   | [mg/l]   | 1,100   |  |                  |  |  |
| Eisen-II [Fe <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 9,200   |  |                  |  |  |
| Mangan-II [Mn <sup>2+</sup> ]  | [mg/l]   | 0,630   |  |                  |  |  |
| Chlorid [Cl]   | [mg/l]   | 25,000  |  |                  |  |  |
| Nitrat [NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ]   | [mg/l]   | 0,000   |  |                  |  |  |
| Sulfat [SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ]  | [mg/l]   | 37,000  |  |                  |  |  |
| Orthophosphat [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]   | [mg/l]   | 0,670   |  |                  |  |  |
| P, gesamt als [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]   | [mg/l]   | 0,670   |  |                  |  |  |
| Kieselsäure [SiO <sub>2</sub> ]  | [mg/l]   | 14,000  |  |                  |  |  |
| Gelöster org. Kohlenstoff [DOC]  | [mg/l]   |   |  |                  |  |  |
| <b>Berechnete Wasserdaten</b>  |          | <b>K4,3 / pH</b>  | <b>K4,3 / K8,2</b>                       | <b>K8,2 / pH</b> |  |  |
| pH <sub>b</sub> (pH-Wert bei Bewertungstemperatur)   |          | 6,529   | 6,533                                    | 6,529            |  |  |
| m-Wert   | [mmol/l] | 2,380   | 2,380                                    | 2,361            |  |  |
| p-Wert   | [mmol/l] | -1,963  | -1,948                                   | -1,948           |  |  |
| c(DIC)   | [mg/l]   | 52,161  | 51,982                                   | 51,759           |  |  |
| Ionenstärke  | [mmol/l] | 5,439   | 5,439                                    | 5,430            |  |  |
| Gesamthärte  | [°dH]    | 8,219   | 8,219                                    | 8,219            |  |  |
| Karbonathärte  | [°dH]    | 6,810   | 6,810                                    | 6,758            |  |  |
| Ladungsbilanz  | [mmol/l] | 0,137   | 0,137                                    | 0,156            |  |  |
| Ladungsbilanz relativ  | [%]      | 3,439   | 3,442                                    | 3,918            |  |  |
| Gelöste Feststoffe [TDS]   | [mg/l]   | 301,899   | 301,890                                  | 300,776          |  |  |
| <b>Calcitsättigungsdaten bei Bewertungstemperatur</b>  |          |   |  |                  |  |  |
| pH <sub>ctb</sub> (Calcitsättigung durch Calcit)   |          | 7,273   | 7,276                                    | 7,276            |  |  |
| pH <sub>ca</sub> (Calcitsättigung durch CO <sub>2</sub> -Austausch)  |          | 7,869   | 7,869                                    | 7,872            |  |  |
| pH <sub>5mg</sub> (pH-Wert bei Calcitlösevermögen 5 mg/l)  |          | 7,663   | 7,663                                    | 7,664            |  |  |
| Delta-pH   |          | -0,744  | -0,743                                   | -0,747           |  |  |
| S <sub>i</sub> (Sättigungsindex Calcit)  |          | -1,340  | -1,337                                   | -1,343           |  |  |
| D <sub>c</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität)  | [mg/l]   | 124,924   | 124,097                                  | 124,372          |  |  |
| zugehörige Kohlensäure   | [mg/l]   | 3,846   | 3,846                                    | 3,789            |  |  |
| überschüssige Kohlensäure  | [mg/l]   | 80,266  | 79,619                                   | 79,676           |  |  |
| freie Kohlensäure  | [mg/l]   | 84,113  | 83,465                                   | 83,465           |  |  |
| <b>Weitere Daten</b>   |          |   |  |                  |  |  |
| D <sub>C60</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität bei 60°C)   | [mg/l]   | 80,943  | 80,373                                   | 80,754           |  |  |
| <b>Beurteilung zur Calcitsättigung und Prüfung des Gültigkeitsbereiches</b>  |          |   |  |                  |  |  |
| Die Vorgaben der TVO hinsichtlich der Calcitlösekapazität sind   |          | nicht erfüllt   | nicht erfüllt                            | nicht erfüllt    |  |  |
| Die Ladungsbilanz ist ausgeglichen   |          | ja  | ja                                       | ja               |  |  |

Die Berechnung wurde abweichend von DIN 38404 mit zusätzlichen Analysenparametern durchgeführt.



|  |          |   |                                  |                  |  |
|--|----------|---|----------------------------------|------------------|--|
| <b>Wasserchemische Berechnung zur Calciumcarbonatsättigung nach DIN 38404 -10 (2012) für Einzelwässer</b><br>WinWASI 5.0 <span style="float: right;">R5.0.1.3</span> |          | <b>Dr. Walter Kölle</b><br>Heesternwinkel 7<br>30657 Hannover<br>Telefon<br>Fax |                                  |                  |  |
| <b>Bezeichnungen</b>   |          |   |                                  |                  |  |
| Auftraggeber<br>Analyselabor<br>Probenahmeort/Probenahmedatum<br>Probenahmestelle/Probenbezeichnung<br>Bezeichnung Ergebnisse<br>Datum<br>Dateiname                  |          | Kölle<br><br>Buch, Analysenbeispiel 07<br><br>09.08.13                          |                                  |                  |  |
| <b>Eingabedaten</b>  |          |   |                                  |                  |  |
| Bewertungstemperatur $t_b$   | [°C]     | 9,600   |                                  |                  |  |
| Messtemperatur des Wassers $t$   | [°C]     | 9,600   |                                  |                  |  |
| Titrationstemperatur $t_{4,3}$   | [°C]     | 20,000  |                                  |                  |  |
| Titrationstemperatur $t_{8,2}$   | [°C]     | 20,000  |                                  |                  |  |
| Leitfähigkeit bei 25°C   | [mS/m]   | 118,600   |                                  |                  |  |
| Sauerstoff [O <sub>2</sub> ]   | [mg/l]   | 0,000   |                                  |                  |  |
| pH-Wert  |          | 7,040   |                                  |                  |  |
| K <sub>S4,3</sub> (Säurekapazität pH4,3)   | [mmol/l] | 5,600   | ohne CO <sub>2</sub> -Ausblasung |                  |  |
| K <sub>B8,2</sub> (Basenkapazität pH8,2)   | [mmol/l] | 1,270   |                                  |                  |  |
| K <sub>S8,2</sub> (Säurekapazität pH8,2)   | [mmol/l] |   |                                  |                  |  |
| K <sub>B4,3</sub> (Basenkapazität pH4,3)   | [mmol/l] |   |                                  |                  |  |
| Calcium [Ca <sup>2+</sup> ]  | [mg/l]   | 226,000   |                                  |                  |  |
| Magnesium [Mg <sup>2+</sup> ]  | [mg/l]   | 3,600   |                                  |                  |  |
| Natrium [Na <sup>+</sup> ]   | [mg/l]   | 26,100  |                                  |                  |  |
| Kalium [K <sup>+</sup> ]   | [mg/l]   | 1,900   |                                  |                  |  |
| Ammonium [NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ]   | [mg/l]   | 0,060   |                                  |                  |  |
| Eisen-II [Fe <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 3,640   |                                  |                  |  |
| Mangan-II [Mn <sup>2+</sup> ]  | [mg/l]   | 0,470   |                                  |                  |  |
| Chlorid [Cl]   | [mg/l]   | 79,000  |                                  |                  |  |
| Nitrat [NO <sub>3</sub> ]  | [mg/l]   | 0,000   |                                  |                  |  |
| Sulfat [SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ]  | [mg/l]   | 248,000   |                                  |                  |  |
| Orthophosphat [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]   | [mg/l]   | 0,180   |                                  |                  |  |
| P, gesamt als [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]   | [mg/l]   | 0,180   |                                  |                  |  |
| Kieselsäure [SiO <sub>2</sub> ]  | [mg/l]   | 15,300  |                                  |                  |  |
| Gelöster org. Kohlenstoff [DOC]  | [mg/l]   | 1,600   |                                  |                  |  |
| <b>Berechnete Wasserdaten</b>  |          | <b>K4,3 / pH</b>  | <b>K4,3 / K8,2</b>               | <b>K8,2 / pH</b> |  |
| pH <sub>t<sub>b</sub></sub> (pH-Wert bei Bewertungstemperatur)   |          | 7,041   | 7,078                            | 7,041            |  |
| m-Wert   | [mmol/l] | 5,603   | 5,602                            | 5,166            |  |
| p-Wert   | [mmol/l] | -1,243  | -1,139                           | -1,146           |  |
| c(DIC)   | [mg/l]   | 82,233  | 80,966                           | 75,814           |  |
| Ionenstärke  | [mmol/l] | 18,449  | 18,448                           | 18,245           |  |
| Gesamthärte  | [°dH]    | 32,408  | 32,408                           | 32,408           |  |
| Karbonathärte  | [°dH]    | 15,689  | 15,686                           | 14,465           |  |
| Ladungsbilanz  | [mmol/l] | -0,090  | -0,088                           | 0,348            |  |
| Ladungsbilanz relativ  | [%]      | -0,691  | -0,683                           | 2,731            |  |
| Gelöste Feststoffe [TDS]   | [mg/l]   | 939,928   | 939,813                          | 913,730          |  |
| <b>Calcitsättigungsdaten bei Bewertungstemperatur</b>  |          |   |                                  |                  |  |
| pH <sub>ctb</sub> (Calcitsättigung durch Calcit)   |          | 6,979   | 6,990                            | 7,002            |  |
| pH <sub>ca</sub> (Calcitsättigung durch CO <sub>2</sub> -Austausch)  |          | 6,951   | 6,951                            | 6,984            |  |
| pH <sub>5mg</sub> (pH-Wert bei Calcitlösevermögen 5 mg/l)  |          | 6,920   | 6,920                            | 6,950            |  |
| Delta-pH   |          | 0,062   | 0,088                            | 0,040            |  |
| S <sub>i</sub> (Sättigungsindex Calcit)  |          | 0,090   | 0,127                            | 0,057            |  |
| D <sub>c</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität)  | [mg/l]   | -12,969   | -17,712                          | -7,598           |  |
| zugehörige Kohlensäure   | [mg/l]   | 67,805  | 67,727                           | 57,955           |  |
| überschüssige Kohlensäure  | [mg/l]   | -12,705   | -17,184                          | -7,158           |  |
| freie Kohlensäure  | [mg/l]   | 55,100  | 50,542                           | 50,797           |  |
| <b>Weitere Daten</b>   |          |   |                                  |                  |  |
| D <sub>C60</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität bei 60°C)   | [mg/l]   | -77,242   | -80,422                          | -67,367          |  |
| <b>Beurteilung zur Calcitsättigung und Prüfung des Gültigkeitsbereiches</b>  |          |   |                                  |                  |  |
| Die Vorgaben der TVO hinsichtlich der Calcitlösekapazität sind   |          | erfüllt   | erfüllt                          | erfüllt          |  |
| Die Ladungsbilanz ist ausgeglichen   |          | ja  | ja                               | ja               |  |

Die Berechnung wurde abweichend von DIN 38404 mit zusätzlichen Analysenparametern durchgeführt.

|   |          |   |                    |                  |  |
|---|----------|---|--------------------|------------------|--|
| <b>Wasserchemische Berechnung zur Calciumcarbonatsättigung nach DIN 38404 -10 (2012) für Einzelwässer WinWASI 5.0</b><br><b>R5.0.1.3</b>            |          | <b>Dr. Walter Kölle</b><br><b>Heesternwinkel 7</b><br><b>30657 Hannover</b><br><b>Telefon</b><br><b>Fax</b> |                    |                  |  |
| <b>Bezeichnungen</b>  |          |   |                    |                  |  |
| Auftraggeber<br>Analyselabor<br>Probenahmeort/Probenahmedatum<br>Probenahmestelle/Probenbezeichnung<br>Bezeichnung Ergebnisse<br>Datum<br>Dateiname |          | Kölle<br><br>Buch, Analysenbeispiel 08<br><br>09.08.13  |                    |                  |  |
| <b>Eingabedaten</b>   |          |   |                    |                  |  |
| Bewertungstemperatur $t_b$  | [°C]     | 8,200   |                    |                  |  |
| Messtemperatur des Wassers $t$  | [°C]     | 8,200   |                    |                  |  |
| Titrationstemperatur $t_{4,3}$  | [°C]     | 20,000  |                    |                  |  |
| Titrationstemperatur $t_{8,2}$  | [°C]     | 20,000  |                    |                  |  |
| Leitfähigkeit bei 25°C  | [mS/m]   | 149,500   |                    |                  |  |
| Sauerstoff [O <sub>2</sub> ]  | [mg/l]   | 0,900   |                    |                  |  |
| pH-Wert   |          | 6,890   |                    |                  |  |
| K <sub>S4,3</sub> (Säurekapazität pH4,3)  | [mmol/l] | 6,650 ohne CO <sub>2</sub> -Ausblasung  |                    |                  |  |
| K <sub>B8,2</sub> (Basenkapazität pH8,2)  | [mmol/l] | 2,160   |                    |                  |  |
| K <sub>S8,2</sub> (Säurekapazität pH8,2)  | [mmol/l] |   |                    |                  |  |
| K <sub>B4,3</sub> (Basenkapazität pH4,3)  | [mmol/l] |   |                    |                  |  |
| Calcium [Ca <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 284,000   |                    |                  |  |
| Magnesium [Mg <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 8,800   |                    |                  |  |
| Natrium [Na <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 28,900  |                    |                  |  |
| Kalium [K <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 2,200   |                    |                  |  |
| Ammonium [NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 0,200   |                    |                  |  |
| Eisen-II [Fe <sup>2+</sup> ]  | [mg/l]   | 1,990   |                    |                  |  |
| Mangan-II [Mn <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 0,680   |                    |                  |  |
| Chlorid [Cl]  | [mg/l]   | 83,400  |                    |                  |  |
| Nitrat [NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ]  | [mg/l]   | 0,280   |                    |                  |  |
| Sulfat [SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ]   | [mg/l]   | 369,000   |                    |                  |  |
| Orthophosphat [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]  | [mg/l]   | 0,060   |                    |                  |  |
| P, gesamt als [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]  | [mg/l]   | 0,060   |                    |                  |  |
| Kieselsäure [SiO <sub>2</sub> ]   | [mg/l]   | 5,100   |                    |                  |  |
| Gelöste org. Kohlenstoff [DOC]  | [mg/l]   | 0,900   |                    |                  |  |
| <b>Berechnete Wasserdaten</b>   |          | <b>K4,3 / pH</b>  | <b>K4,3 / K8,2</b> | <b>K8,2 / pH</b> |  |
| pH <sub>t<sub>b</sub></sub> (pH-Wert bei Bewertungstemperatur)  |          | 6,891   | 6,922              | 6,891            |  |
| m-Wert  | [mmol/l] | 6,662   | 6,661              | 6,218            |  |
| p-Wert  | [mmol/l] | -2,129  | -1,979             | -1,988           |  |
| c(DIC)  | [mg/l]   | 105,597   | 103,777            | 98,559           |  |
| Ionenstärke   | [mmol/l] | 23,373  | 23,371             | 23,164           |  |
| Gesamthärte   | [°dH]    | 41,710  | 41,710             | 41,710           |  |
| Karbonathärte   | [°dH]    | 18,684  | 18,679             | 17,439           |  |
| Ladungsbilanz   | [mmol/l] | -0,396  | -0,395             | 0,048            |  |
| Ladungsbilanz relativ   | [%]      | -2,400  | -2,391             | 0,296            |  |
| Gelöste Feststoffe [TDS]  | [mg/l]   | 1184,506  | 1184,379           | 1157,859         |  |
| <b>Calcitsättigungsdaten bei Bewertungstemperatur</b>   |          |   |                    |                  |  |
| pH <sub>Calcit</sub> (Calcitsättigung durch Calcit)   |          | 6,861   | 6,872              | 6,879            |  |
| pH <sub>CO<sub>2</sub></sub> (Calcitsättigung durch CO <sub>2</sub> -Austausch)   |          | 6,844   | 6,844              | 6,872            |  |
| pH <sub>5mg</sub> (pH-Wert bei Calcitlösevermögen 5 mg/l)   |          | 6,821   | 6,821              | 6,847            |  |
| Delta-pH  |          | 0,030   | 0,051              | 0,012            |  |
| S <sub>i</sub> (Sättigungsindex Calcit)   |          | 0,047   | 0,078              | 0,019            |  |
| D <sub>C</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität)   | [mg/l]   | -9,290  | -15,112            | -3,506           |  |
| zugehörige Kohlensäure  | [mg/l]   | 104,285   | 104,196            | 91,288           |  |
| überschüssige Kohlensäure   | [mg/l]   | -10,675   | -17,165            | -3,922           |  |
| freie Kohlensäure   | [mg/l]   | 93,610  | 87,031             | 87,365           |  |
| <b>Weitere Daten</b>  |          |   |                    |                  |  |
| D <sub>C60</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität bei 60°C)  | [mg/l]   | -94,529   | -98,358            | -84,019          |  |
| <b>Beurteilung zur Calcitsättigung und Prüfung des Gültigkeitsbereiches</b>   |          |   |                    |                  |  |
| Die Vorgaben der TVO hinsichtlich der Calcitlösekapazität sind  |          | erfüllt   | erfüllt            | erfüllt          |  |
| Die Ladungsbilanz ist ausgeglichen  |          | ja  | ja                 | ja               |  |

Die Berechnung wurde abweichend von DIN 38404 mit zusätzlichen Analysenparametern durchgeführt.

|   |          |   |  |                  |  |  |
|---|----------|---|--|------------------|--|--|
| <b>Wasserchemische Berechnung zur Calciumcarbonatsättigung nach DIN 38404 -10 (2012) für Einzelwässer WinWASI 5.0</b><br><b>R5.0.1.3</b>            |          | <b>Dr. Walter Kölle</b><br><b>Heesternwinkel 7</b><br><b>30657 Hannover</b><br><b>Telefon</b><br><b>Fax</b> |  |                  |  |  |
| <b>Bezeichnungen</b>  |          |   |  |                  |  |  |
| Auftraggeber<br>Analyselabor<br>Probenahmeort/Probenahmedatum<br>Probenahmestelle/Probenbezeichnung<br>Bezeichnung Ergebnisse<br>Datum<br>Dateiname |          | Kölle<br><br>Buch, Analysenbeispiel 09<br><br>09.08.13  |  |                  |  |  |
| <b>Eingabedaten</b>   |          |   |  |                  |  |  |
| Bewertungstemperatur $t_b$  | [°C]     | 10,500  |  |                  |  |  |
| Messtemperatur des Wassers $t$  | [°C]     | 10,500  |  |                  |  |  |
| Titrationstemperatur $t_{4,3}$  | [°C]     | 20,000  |  |                  |  |  |
| Titrationstemperatur $t_{8,2}$  | [°C]     | 20,000  |  |                  |  |  |
| Leitfähigkeit bei 25°C  | [mS/m]   | 44,000  |  |                  |  |  |
| Sauerstoff [O <sub>2</sub> ]  | [mg/l]   | 0,000   |  |                  |  |  |
| pH-Wert   |          | 7,000   |  |                  |  |  |
| K <sub>S4,3</sub> (Säurekapazität pH4,3)  | [mmol/l] | 5,600   | ohne CO <sub>2</sub> -Ausblasung         |                  |  |  |
| K <sub>B8,2</sub> (Basenkapazität pH8,2)  | [mmol/l] | 1,450   |  |                  |  |  |
| K <sub>S8,2</sub> (Säurekapazität pH8,2)  | [mmol/l] |   |  |                  |  |  |
| K <sub>B4,3</sub> (Basenkapazität pH4,3)  | [mmol/l] |   |  |                  |  |  |
| Calcium [Ca <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 71,000  |  |                  |  |  |
| Magnesium [Mg <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 15,800  |  |                  |  |  |
| Natrium [Na <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 9,000   | abgeschätzt aus der Chloridkonzentration |                  |  |  |
| Kalium [K <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 0,000   |  |                  |  |  |
| Ammonium [NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 0,190   |  |                  |  |  |
| Eisen-II [Fe <sup>2+</sup> ]  | [mg/l]   | 18,400  |  |                  |  |  |
| Mangan-II [Mn <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 0,430   |  |                  |  |  |
| Chlorid [Cl]  | [mg/l]   | 13,800  |  |                  |  |  |
| Nitrat [NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ]  | [mg/l]   | 0,360   |  |                  |  |  |
| Sulfat [SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ]   | [mg/l]   | 0,000   |  |                  |  |  |
| Orthophosphat [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]  | [mg/l]   | 0,000   |  |                  |  |  |
| P, gesamt als [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]  | [mg/l]   | 0,000   |  |                  |  |  |
| Kieselsäure [SiO <sub>2</sub> ]   | [mg/l]   | 0,000   |  |                  |  |  |
| Gelöster org. Kohlenstoff [DOC]   | [mg/l]   |   |  |                  |  |  |
| <b>Berechnete Wasserdaten</b>   |          | <b>K4,3 / pH</b>  | <b>K4,3 / K8,2</b>                       | <b>K8,2 / pH</b> |  |  |
| pH <sub>t<sub>b</sub></sub> (pH-Wert bei Bewertungstemperatur)  |          | 6,998   | 7,010                                    | 6,998            |  |  |
| m-Wert  | [mmol/l] | 5,599   | 5,599                                    | 5,453            |  |  |
| p-Wert  | [mmol/l] | -1,453  | -1,414                                   | -1,415           |  |  |
| c(DIC)  | [mg/l]   | 84,703  | 84,236                                   | 82,488           |  |  |
| Ionenstärke   | [mmol/l] | 7,846   | 7,846                                    | 7,778            |  |  |
| Gesamthärte   | [°dH]    | 13,561  | 13,561                                   | 13,561           |  |  |
| Karbonathärte   | [°dH]    | 13,561  | 13,561                                   | 13,561           |  |  |
| Ladungsbilanz   | [mmol/l] | -0,085  | -0,085                                   | 0,062            |  |  |
| Ladungsbilanz relativ   | [%]      | -1,427  | -1,421                                   | 1,047            |  |  |
| Gelöste Feststoffe [TDS]  | [mg/l]   | 465,261   | 465,231                                  | 456,466          |  |  |
| <b>Calcitsättigungsdaten bei Bewertungstemperatur</b>   |          |   |  |                  |  |  |
| pH <sub>Calc</sub> (Calcitsättigung durch Calcit)   |          | 7,176   | 7,182                                    | 7,184            |  |  |
| pH <sub>A</sub> (Calcitsättigung durch CO <sub>2</sub> -Austausch)  |          | 7,299   | 7,299                                    | 7,310            |  |  |
| pH <sub>5mg</sub> (pH-Wert bei Calcitlösevermögen 5 mg/l)   |          | 7,248   | 7,249                                    | 7,257            |  |  |
| Delta-pH  |          | -0,178  | -0,172                                   | -0,186           |  |  |
| S <sub>i</sub> (Sättigungsindex Calcit)   |          | -0,301  | -0,290                                   | -0,311           |  |  |
| D <sub>C</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität)   | [mg/l]   | 37,438  | 35,577                                   | 37,861           |  |  |
| zugehörige Kohlensäure  | [mg/l]   | 31,846  | 31,837                                   | 30,297           |  |  |
| überschüssige Kohlensäure   | [mg/l]   | 31,865  | 30,185                                   | 31,747           |  |  |
| freie Kohlensäure   | [mg/l]   | 63,711  | 62,021                                   | 62,044           |  |  |
| <b>Weitere Daten</b>  |          |   |  |                  |  |  |
| D <sub>C60</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität bei 60°C)  | [mg/l]   | -19,139   | -20,392                                  | -17,560          |  |  |
| <b>Beurteilung zur Calcitsättigung und Prüfung des Gültigkeitsbereiches</b>   |          |   |  |                  |  |  |
| Die Vorgaben der TVO hinsichtlich der Calcitlösekapazität sind  |          | nicht erfüllt   | nicht erfüllt                            | nicht erfüllt    |  |  |
| Die Ladungsbilanz ist ausgeglichen  |          | ja  | ja                                       | ja               |  |  |

Die Berechnung wurde abweichend von DIN 38404 mit zusätzlichen Analysenparametern durchgeführt.

|  |          |   |  |                  |  |
|--|----------|---|--|------------------|--|
| <b>Wasserchemische Berechnung zur Calciumcarbonatsättigung nach DIN 38404 -10 (2012) für Einzelwässer</b><br>WinWASI 5.0 <span style="float: right;">R5.0.1.3</span> |          | <b>Dr. Walter Kölle</b><br>Heesternwinkel 7<br>30657 Hannover<br>Telefon<br>Fax |  |                  |  |
| <b>Bezeichnungen</b>   |          |   |  |                  |  |
| Auftraggeber<br>Analyselabor<br>Probenahmeort/Probenahmedatum<br>Probenahmestelle/Probenbezeichnung<br>Bezeichnung Ergebnisse<br>Datum<br>Dateiname                  |          | Kölle<br><br>Buch, Analysenbeispiel 10<br><br>09.08.13                          |  |                  |  |
| <b>Eingabedaten</b>  |          |   |  |                  |  |
| Bewertungstemperatur $t_b$   | [°C]     | 10,400  |  |                  |  |
| Messtemperatur des Wassers $t$   | [°C]     | 10,400  |  |                  |  |
| Titrationstemperatur $t_{4,3}$   | [°C]     | 20,000  |  |                  |  |
| Titrationstemperatur $t_{8,2}$   | [°C]     | 20,000  |  |                  |  |
| Leitfähigkeit bei 25°C   | [mS/m]   | 54,000  |  |                  |  |
| Sauerstoff [O <sub>2</sub> ]   | [mg/l]   | 0,000   |  |                  |  |
| pH-Wert  |          | 7,290   |  |                  |  |
| K <sub>S4,3</sub> (Säurekapazität pH4,3)   | [mmol/l] | 6,110   | ohne CO <sub>2</sub> -Ausblasung         |                  |  |
| K <sub>B8,2</sub> (Basenkapazität pH8,2)   | [mmol/l] | 0,800   |  |                  |  |
| K <sub>S8,2</sub> (Säurekapazität pH8,2)   | [mmol/l] |   |  |                  |  |
| K <sub>B4,3</sub> (Basenkapazität pH4,3)   | [mmol/l] |   |  |                  |  |
| Calcium [Ca <sup>2+</sup> ]  | [mg/l]   | 89,000  |  |                  |  |
| Magnesium [Mg <sup>2+</sup> ]  | [mg/l]   | 15,000  |  |                  |  |
| Natrium [Na <sup>+</sup> ]   | [mg/l]   | 20,100  | abgeschätzt aus der Chloridkonzentration |                  |  |
| Kalium [K <sup>+</sup> ]   | [mg/l]   | 0,000   |  |                  |  |
| Ammonium [NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ]   | [mg/l]   | 1,190   |  |                  |  |
| Eisen-II [Fe <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 2,170   |  |                  |  |
| Mangan-II [Mn <sup>2+</sup> ]  | [mg/l]   | 0,150   |  |                  |  |
| Chlorid [Cl]   | [mg/l]   | 31,000  |  |                  |  |
| Nitrat [NO <sub>3</sub> ]  | [mg/l]   | 0,040   |  |                  |  |
| Sulfat [SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ]  | [mg/l]   | 0,000   |  |                  |  |
| Orthophosphat [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]   | [mg/l]   | 0,770   |  |                  |  |
| P, gesamt als [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]   | [mg/l]   | 0,770   |  |                  |  |
| Kieselsäure [SiO <sub>2</sub> ]  | [mg/l]   | 29,200  |  |                  |  |
| Gelöster org. Kohlenstoff [DOC]  | [mg/l]   |   |  |                  |  |
| <b>Berechnete Wasserdaten</b>  |          | <b>K4,3 / pH</b>  | <b>K4,3 / K8,2</b>                       | <b>K8,2 / pH</b> |  |
| pH <sub>t<sub>b</sub></sub> (pH-Wert bei Bewertungstemperatur)   |          | 7,289   | 7,323                                    | 7,289            |  |
| m-Wert   | [mmol/l] | 6,061   | 6,060                                    | 5,601            |  |
| p-Wert   | [mmol/l] | -0,838  | -0,776                                   | -0,779           |  |
| c(DIC)   | [mg/l]   | 82,863  | 82,103                                   | 76,632           |  |
| Ionenstärke  | [mmol/l] | 9,389   | 9,387                                    | 9,177            |  |
| Gesamthärte  | [°dH]    | 15,892  | 15,892                                   | 15,892           |  |
| Karbonathärte  | [°dH]    | 15,892  | 15,892                                   | 15,827           |  |
| Ladungsbilanz  | [mmol/l] | -0,303  | -0,302                                   | 0,157            |  |
| Ladungsbilanz relativ  | [%]      | -4,421  | -4,413                                   | 2,366            |  |
| Gelöste Feststoffe [TDS]   | [mg/l]   | 554,611   | 554,500                                  | 527,093          |  |
| <b>Calcitsättigungsdaten bei Bewertungstemperatur</b>  |          |   |  |                  |  |
| pH <sub>ctb</sub> (Calcitsättigung durch Calcit)   |          | 7,219   | 7,230                                    | 7,239            |  |
| pH <sub>ca</sub> (Calcitsättigung durch CO <sub>2</sub> -Austausch)  |          | 7,185   | 7,186                                    | 7,216            |  |
| pH <sub>5mg</sub> (pH-Wert bei Calcitlösevermögen 5 mg/l)  |          | 7,144   | 7,144                                    | 7,171            |  |
| Delta-pH   |          | 0,069   | 0,093                                    | 0,050            |  |
| S <sub>i</sub> (Sättigungsindex Calcit)  |          | 0,103   | 0,137                                    | 0,073            |  |
| D <sub>c</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität)  | [mg/l]   | -11,023   | -14,232                                  | -7,274           |  |
| zugehörige Kohlensäure   | [mg/l]   | 44,611  | 44,561                                   | 38,499           |  |
| überschüssige Kohlensäure  | [mg/l]   | -9,437  | -12,088                                  | -5,971           |  |
| freie Kohlensäure  | [mg/l]   | 35,174  | 32,473                                   | 32,529           |  |
| <b>Weitere Daten</b>   |          |   |  |                  |  |
| D <sub>C60</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität bei 60°C)   | [mg/l]   | -62,708   | -64,868                                  | -55,880          |  |
| <b>Beurteilung zur Calcitsättigung und Prüfung des Gültigkeitsbereiches</b>  |          |   |  |                  |  |
| Die Vorgaben der TVO hinsichtlich der Calcitlösekapazität sind   |          | erfüllt   | erfüllt                                  | erfüllt          |  |
| Die Ladungsbilanz ist ausgeglichen   |          | ja  | ja                                       | ja               |  |

Die Berechnung wurde abweichend von DIN 38404 mit zusätzlichen Analysenparametern durchgeführt.

|   |          |   |                    |                  |  |  |
|---|----------|---|--------------------|------------------|--|--|
| <b>Wasserchemische Berechnung zur Calciumcarbonatsättigung nach DIN 38404 -10 (2012) für Einzelwässer</b><br>WinWASI 5.0  |          | <b>Dr. Walter Kölle</b><br>Heesternwinkel 7<br>30657 Hannover<br>Telefon<br>Fax |                    |                  |  |  |
| <b>Bezeichnungen</b><br>Auftraggeber<br>Analyselabor<br>Probenahmeort/Probenahmedatum<br>Probenahmestelle/Probenbezeichnung<br>Bezeichnung Ergebnisse<br>Datum<br>Dateiname |          | Kölle<br>Buch, Analysenbeispiel 11<br>09.08.13                                  |                    |                  |  |  |
| <b>Eingabedaten</b>   |          |   |                    |                  |  |  |
| Bewertungstemperatur $t_b$  | [°C]     | 12,600  |                    |                  |  |  |
| Messtemperatur des Wassers $t$  | [°C]     | 12,600  |                    |                  |  |  |
| Titrationstemperatur $t_{4,3}$  | [°C]     | 20,000  |                    |                  |  |  |
| Titrationstemperatur $t_{8,2}$  | [°C]     | 20,000  |                    |                  |  |  |
| Leitfähigkeit bei 25°C  | [mS/m]   | 52,000  |                    |                  |  |  |
| Sauerstoff [O <sub>2</sub> ]  | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |  |
| pH-Wert   |          | 7,320   |                    |                  |  |  |
| K <sub>S4,3</sub> (Säurekapazität pH4,3)  | [mmol/l] | 6,100 ohne CO <sub>2</sub> -Ausblasung  |                    |                  |  |  |
| K <sub>B8,2</sub> (Basenkapazität pH8,2)  | [mmol/l] | 0,710   |                    |                  |  |  |
| K <sub>S8,2</sub> (Säurekapazität pH8,2)  | [mmol/l] |   |                    |                  |  |  |
| K <sub>B4,3</sub> (Basenkapazität pH4,3)  | [mmol/l] |   |                    |                  |  |  |
| Calcium [Ca <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 102,000   |                    |                  |  |  |
| Magnesium [Mg <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 10,300  |                    |                  |  |  |
| Natrium [Na <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 8,100   |                    |                  |  |  |
| Kalium [K <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 2,000   |                    |                  |  |  |
| Ammonium [NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 0,810   |                    |                  |  |  |
| Eisen-II [Fe <sup>2+</sup> ]  | [mg/l]   | 2,210   |                    |                  |  |  |
| Mangan-II [Mn <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 0,160   |                    |                  |  |  |
| Chlorid [Cl]  | [mg/l]   | 9,900   |                    |                  |  |  |
| Nitrat [NO <sub>3</sub> ]   | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |  |
| Sulfat [SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ]   | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |  |
| Orthophosphat [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]  | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |  |
| P, gesamt als [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]  | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |  |
| Kieselsäure [SiO <sub>2</sub> ]   | [mg/l]   | 21,600  |                    |                  |  |  |
| Gelöste org. Kohlenstoff [DOC]  | [mg/l]   |   |                    |                  |  |  |
| <b>Berechnete Wasserdaten</b>   |          | <b>K4,3 / pH</b>  | <b>K4,3 / K8,2</b> | <b>K8,2 / pH</b> |  |  |
| pH <sub>t<sub>b</sub></sub> (pH-Wert bei Bewertungstemperatur)  |          | 7,319   | 7,357              | 7,319            |  |  |
| m-Wert  | [mmol/l] | 6,063   | 6,063              | 5,563            |  |  |
| p-Wert  | [mmol/l] | -0,741  | -0,680             | -0,684           |  |  |
| c(DIC)  | [mg/l]   | 81,723  | 80,978             | 75,026           |  |  |
| Ionenstärke   | [mmol/l] | 9,075   | 9,073              | 8,845            |  |  |
| Gesamthärte   | [°dH]    | 16,625  | 16,625             | 16,625           |  |  |
| Karbonathärte   | [°dH]    | 16,625  | 16,625             | 15,699           |  |  |
| Ladungsbilanz   | [mmol/l] | 0,084   | 0,084              | 0,584            |  |  |
| Ladungsbilanz relativ   | [%]      | 1,303   | 1,312              | 9,454            |  |  |
| Gelöste Feststoffe [TDS]  | [mg/l]   | 522,618   | 522,498            | 492,663          |  |  |
| <b>Calcitsättigungsdaten bei Bewertungstemperatur</b>   |          |   |                    |                  |  |  |
| pH <sub>ctb</sub> (Calcitsättigung durch Calcit)  |          | 7,160   | 7,169              | 7,180            |  |  |
| pH <sub>A</sub> (Calcitsättigung durch CO <sub>2</sub> -Austausch)  |          | 7,089   | 7,090              | 7,123            |  |  |
| pH <sub>5mg</sub> (pH-Wert bei Calcitlösevermögen 5 mg/l)   |          | 7,052   | 7,052              | 7,081            |  |  |
| Delta-pH  |          | 0,159   | 0,187              | 0,139            |  |  |
| S <sub>i</sub> (Sättigungsindex Calcit)   |          | 0,229   | 0,267              | 0,196            |  |  |
| D <sub>C</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität)   | [mg/l]   | -24,486   | -27,578            | -19,381          |  |  |
| zugehörige Kohlensäure  | [mg/l]   | 53,088  | 53,019             | 45,193           |  |  |
| überschüssige Kohlensäure   | [mg/l]   | -21,760   | -24,330            | -16,433          |  |  |
| freie Kohlensäure   | [mg/l]   | 31,329  | 28,689             | 28,761           |  |  |
| <b>Weitere Daten</b>  |          |   |                    |                  |  |  |
| D <sub>C60</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität bei 60°C)  | [mg/l]   | -75,741   | -77,862            | -67,239          |  |  |
| <b>Beurteilung zur Calcitsättigung und Prüfung des Gültigkeitsbereiches</b>   |          |   |                    |                  |  |  |
| Die Vorgaben der TVO hinsichtlich der Calcitlösekapazität sind  | erfüllt  | erfüllt   | erfüllt            |                  |  |  |
| Die Ladungsbilanz ist ausgeglichen  | ja       | ja  | nein               |                  |  |  |

Die Berechnung wurde abweichend von DIN 38404 mit zusätzlichen Analysenparametern durchgeführt.

|   |          |   |                                  |                  |  |
|---|----------|---|----------------------------------|------------------|--|
| <b>Wasserchemische Berechnung zur Calciumcarbonatsättigung nach DIN 38404 -10 (2012) für Einzelwässer WinWASI 5.0</b><br><b>R5.0.1.3</b>            |          | <b>Dr. Walter Kölle</b><br><b>Heesternwinkel 7</b><br><b>30657 Hannover</b><br><b>Telefon</b><br><b>Fax</b> |                                  |                  |  |
| <b>Bezeichnungen</b>  |          |   |                                  |                  |  |
| Auftraggeber<br>Analyselabor<br>Probenahmeort/Probenahmedatum<br>Probenahmestelle/Probenbezeichnung<br>Bezeichnung Ergebnisse<br>Datum<br>Dateiname |          | Kölle<br>Buch, Analysenbeispiel 12<br>09.08.13  |                                  |                  |  |
| <b>Eingabedaten</b>   |          |   |                                  |                  |  |
| Bewertungstemperatur $t_b$  | [°C]     | 12,300  |                                  |                  |  |
| Messtemperatur des Wassers $t$  | [°C]     | 12,300  |                                  |                  |  |
| Titrationstemperatur $t_{4,3}$  | [°C]     | 20,000  |                                  |                  |  |
| Titrationstemperatur $t_{8,2}$  | [°C]     | 20,000  |                                  |                  |  |
| Leitfähigkeit bei 25°C  | [mS/m]   | 95,600  |                                  |                  |  |
| Sauerstoff [O <sub>2</sub> ]  | [mg/l]   | 0,300   |                                  |                  |  |
| pH-Wert   |          | 7,310   |                                  |                  |  |
| K <sub>S4,3</sub> (Säurekapazität pH4,3)  | [mmol/l] | 5,060   | ohne CO <sub>2</sub> -Ausblasung |                  |  |
| K <sub>B8,2</sub> (Basenkapazität pH8,2)  | [mmol/l] | 0,640   |                                  |                  |  |
| K <sub>S8,2</sub> (Säurekapazität pH8,2)  | [mmol/l] |   |                                  |                  |  |
| K <sub>B4,3</sub> (Basenkapazität pH4,3)  | [mmol/l] |   |                                  |                  |  |
| Calcium [Ca <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 98,000  |                                  |                  |  |
| Magnesium [Mg <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 62,000  |                                  |                  |  |
| Natrium [Na <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 18,300  |                                  |                  |  |
| Kalium [K <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 2,300   |                                  |                  |  |
| Ammonium [NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 0,000   |                                  |                  |  |
| Eisen-II [Fe <sup>2+</sup> ]  | [mg/l]   | 0,020   |                                  |                  |  |
| Mangan-II [Mn <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 0,000   |                                  |                  |  |
| Strontium [Sr <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 40,000  |                                  |                  |  |
| Chlorid [Cl <sup>-</sup> ]  | [mg/l]   | 21,000  |                                  |                  |  |
| Nitrat [NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ]  | [mg/l]   | 0,000   |                                  |                  |  |
| Sulfat [SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ]   | [mg/l]   | 247,000   |                                  |                  |  |
| Orthophosphat [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]  | [mg/l]   | 0,000   |                                  |                  |  |
| P, gesamt als [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]  | [mg/l]   | 0,000   |                                  |                  |  |
| Kieselsäure [SiO <sub>2</sub> ]   | [mg/l]   | 15,900  |                                  |                  |  |
| Gelöster org. Kohlenstoff [DOC]   | [mg/l]   | 1,600   |                                  |                  |  |
| <b>Berechnete Wasserdaten</b>   |          | <b>K4,3 / pH</b>  | <b>K4,3 / K8,2</b>               | <b>K8,2 / pH</b> |  |
| pH <sub>tb</sub> (pH-Wert bei Bewertungstemperatur)   |          | 7,309   | 7,312                            | 7,309            |  |
| m-Wert  | [mmol/l] | 5,052   | 5,052                            | 5,021            |  |
| p-Wert  | [mmol/l] | -0,568  | -0,565                           | -0,565           |  |
| c(DIC)  | [mg/l]   | 67,503  | 67,456                           | 67,086           |  |
| Ionenstärke   | [mmol/l] | 16,018  | 16,017                           | 16,003           |  |
| Gesamthärte   | [°dH]    | 27,978  | 27,978                           | 27,978           |  |
| Karbonathärte   | [°dH]    | 14,143  | 14,143                           | 14,056           |  |
| Ladungsbilanz   | [mmol/l] | 0,974   | 0,974                            | 1,005            |  |
| Ladungsbilanz relativ   | [%]      | 8,640   | 8,640                            | 8,929            |  |
| Gelöste Feststoffe [TDS]  | [mg/l]   | 806,817   | 806,810                          | 804,952          |  |
| <b>Calcitsättigungsdaten bei Bewertungstemperatur</b>   |          |   |                                  |                  |  |
| pH <sub>Calc</sub> (Calcitsättigung durch Calcit)   |          | 7,305   | 7,306                            | 7,307            |  |
| pH <sub>A</sub> (Calcitsättigung durch CO <sub>2</sub> -Austausch)  |          | 7,304   | 7,304                            | 7,306            |  |
| pH <sub>5mg</sub> (pH-Wert bei Calcitlösevermögen 5 mg/l)   |          | 7,247   | 7,247                            | 7,249            |  |
| Delta-pH  |          | 0,004   | 0,006                            | 0,002            |  |
| S <sub>i</sub> (Sättigungsindex Calcit)   |          | 0,005   | 0,008                            | 0,003            |  |
| D <sub>C</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität)   | [mg/l]   | -0,412  | -0,639                           | -0,202           |  |
| zugehörige Kohlensäure  | [mg/l]   | 25,924  | 25,922                           | 25,616           |  |
| überschüssige Kohlensäure   | [mg/l]   | -0,314  | -0,479                           | -0,164           |  |
| freie Kohlensäure   | [mg/l]   | 25,610  | 25,443                           | 25,452           |  |
| <b>Weitere Daten</b>  |          |   |                                  |                  |  |
| D <sub>C60</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität bei 60°C)  | [mg/l]   | -39,489   | -39,653                          | -39,045          |  |
| <b>Beurteilung zur Calcitsättigung und Prüfung des Gültigkeitsbereiches</b>   |          |   |                                  |                  |  |
| Die Vorgaben der TVO hinsichtlich der Calcitlösekapazität sind  |          | erfüllt   | erfüllt                          | erfüllt          |  |
| Die Ladungsbilanz ist ausgeglichen  |          | nein  | nein                             | nein             |  |

Die Berechnung wurde abweichend von DIN 38404 mit zusätzlichen Analysenparametern durchgeführt.

|   |          |   |                    |                  |  |  |
|---|----------|---|--------------------|------------------|--|--|
| <b>Wasserchemische Berechnung zur Calciumcarbonatsättigung nach DIN 38404 -10 (2012) für Einzelwässer</b><br>WinWASI 5.0  |          | <b>Dr. Walter Kölle</b><br>Heesternwinkel 7<br>30657 Hannover<br>Telefon<br>Fax |                    |                  |  |  |
| <b>Bezeichnungen</b><br>Auftraggeber<br>Analyselabor<br>Probenahmeort/Probenahmedatum<br>Probenahmestelle/Probenbezeichnung<br>Bezeichnung Ergebnisse<br>Datum<br>Dateiname |          | Kölle<br><br>Buch, Analysenbeispiel 13<br><br>10.08.13                          |                    |                  |  |  |
| <b>Eingabedaten</b>   |          |   |                    |                  |  |  |
| Bewertungstemperatur $t_b$  | [°C]     | 9,300   |                    |                  |  |  |
| Messtemperatur des Wassers $t$  | [°C]     | 9,300   |                    |                  |  |  |
| Titrationstemperatur t4,3   | [°C]     | 20,000  |                    |                  |  |  |
| Titrationstemperatur t8,2   | [°C]     | 20,000  |                    |                  |  |  |
| Leitfähigkeit bei 25°C  | [mS/m]   | 100,400   |                    |                  |  |  |
| Sauerstoff [O <sub>2</sub> ]  | [mg/l]   | 9,500   |                    |                  |  |  |
| pH-Wert   |          | 4,800   |                    |                  |  |  |
| K <sub>S4,3</sub> (Säurekapazität pH4,3)  | [mmol/l] | 0,120 ohne CO <sub>2</sub> -Ausblasung  |                    |                  |  |  |
| K <sub>B8,2</sub> (Basenkapazität pH8,2)  | [mmol/l] | 5,740   |                    |                  |  |  |
| K <sub>S8,2</sub> (Säurekapazität pH8,2)  | [mmol/l] |   |                    |                  |  |  |
| K <sub>B4,3</sub> (Basenkapazität pH4,3)  | [mmol/l] |   |                    |                  |  |  |
| Calcium [Ca <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 82,100  |                    |                  |  |  |
| Magnesium [Mg <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 49,100  |                    |                  |  |  |
| Natrium [Na <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 7,500   |                    |                  |  |  |
| Kalium [K <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 8,700   |                    |                  |  |  |
| Ammonium [NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |  |
| Eisen-II [Fe <sup>2+</sup> ]  | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |  |
| Mangan-II [Mn <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 0,520   |                    |                  |  |  |
| Chlorid [Cl]  | [mg/l]   | 31,000  |                    |                  |  |  |
| Nitrat [NO <sub>3</sub> ]   | [mg/l]   | 435,000   |                    |                  |  |  |
| Sulfat [SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ]   | [mg/l]   | 44,000  |                    |                  |  |  |
| Orthophosphat [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]  | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |  |
| P, gesamt als [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]  | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |  |
| Kieselsäure [SiO <sub>2</sub> ]   | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |  |
| Gelöster org. Kohlenstoff [DOC]   | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |  |
| <b>Berechnete Wasserdaten</b>   |          | <b>K4,3 / pH</b>  | <b>K4,3 / K8,2</b> | <b>K8,2 / pH</b> |  |  |
| pH <sub>t<sub>b</sub></sub> (pH-Wert bei Bewertungstemperatur)  |          | 4,804   | 4,789              | 4,804            |  |  |
| m-Wert  | [mmol/l] | 0,115   | 0,118              | 0,124            |  |  |
| p-Wert  | [mmol/l] | -5,321  | -5,679             | -5,678           |  |  |
| c(DIC)  | [mg/l]   | 65,289  | 69,624             | 69,689           |  |  |
| Ionenstärke   | [mmol/l] | 12,983  | 12,985             | 12,987           |  |  |
| Gesamthärte   | [°dH]    | 22,785  | 22,785             | 22,785           |  |  |
| Karbonathärte   | [°dH]    | 0,371   | 0,383              | 0,396            |  |  |
| Ladungsbilanz   | [mmol/l] | -0,216  | -0,219             | -0,225           |  |  |
| Ladungsbilanz relativ   | [%]      | -2,445  | -2,484             | -2,546           |  |  |
| Gelöste Feststoffe [TDS]  | [mg/l]   | 665,872   | 666,117            | 666,409          |  |  |
| <b>Calcitsättigungsdaten bei Bewertungstemperatur</b>   |          |   |                    |                  |  |  |
| pH <sub>ctb</sub> (Calcitsättigung durch Calcit)  |          | 6,893   | 6,867              | 6,867            |  |  |
| pH <sub>ca</sub> (Calcitsättigung durch CO <sub>2</sub> -Austausch)   |          | 8,926   | 8,913              | 8,898            |  |  |
| pH <sub>5mg</sub> (pH-Wert bei Calcitlösevermögen 5 mg/l)   |          | 6,903   | 6,916              | 6,934            |  |  |
| Delta-pH  |          | -2,089  | -2,077             | -2,062           |  |  |
| S <sub>i</sub> (Sättigungsindex Calcit)   |          | -4,122  | -4,124             | -4,094           |  |  |
| D <sub>c</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität)   | [mg/l]   | 327,272   | 341,229            | 341,093          |  |  |
| zugehörige Kohlensäure  | [mg/l]   | 0,018   | 0,019              | 0,020            |  |  |
| überschüssige Kohlensäure   | [mg/l]   | 233,382   | 249,087            | 249,111          |  |  |
| freie Kohlensäure   | [mg/l]   | 233,400   | 249,106            | 249,131          |  |  |
| <b>Weitere Daten</b>  |          |   |                    |                  |  |  |
| D <sub>C60</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität bei 60°C)  | [mg/l]   | 243,786   | 253,026            | 252,860          |  |  |
| <b>Beurteilung zur Calcitsättigung und Prüfung des Gültigkeitsbereiches</b>   |          |   |                    |                  |  |  |
| Die Vorgaben der TVO hinsichtlich der Calcitlösekapazität sind  |          | nicht erfüllt   | nicht erfüllt      | nicht erfüllt    |  |  |
| Die Ladungsbilanz ist ausgeglichen  |          | ja  | ja                 | ja               |  |  |

Die Berechnung wurde abweichend von DIN 38404 mit zusätzlichen Analysenparametern durchgeführt.

|   |          |   |                    |                  |  |  |
|---|----------|---|--------------------|------------------|--|--|
| <b>Wasserchemische Berechnung zur Calciumcarbonatsättigung nach DIN 38404 -10 (2012) für Einzelwässer</b><br><b>WinWASI 5.0</b>   |          | <b>Dr. Walter Kölle</b><br><b>Heesternwinkel 7</b><br><b>30657 Hannover</b><br><b>Telefon</b><br><b>Fax</b> |                    |                  |  |  |
| <b>Bezeichnungen</b><br>Auftraggeber<br>Analyselabor<br>Probenahmeort/Probenahmedatum<br>Probenahmestelle/Probenbezeichnung<br>Bezeichnung Ergebnisse<br>Datum<br>Dateiname |          | Kölle<br>Buch, Analysenbeispiel 14<br>10.08.13  |                    |                  |  |  |
| <b>Eingabedaten</b>   |          |   |                    |                  |  |  |
| Bewertungstemperatur $t_b$  | [°C]     | 9,600   |                    |                  |  |  |
| Messtemperatur des Wassers $t$  | [°C]     | 9,600   |                    |                  |  |  |
| Titrationstemperatur $t_{4,3}$  | [°C]     | 20,000  |                    |                  |  |  |
| Titrationstemperatur $t_{8,2}$  | [°C]     | 20,000  |                    |                  |  |  |
| Leitfähigkeit bei 25°C  | [mS/m]   | 11,800  |                    |                  |  |  |
| Sauerstoff [O <sub>2</sub> ]  | [mg/l]   | 0,100   |                    |                  |  |  |
| pH-Wert   |          | 6,800   |                    |                  |  |  |
| K <sub>S4,3</sub> (Säurekapazität pH4,3)  | [mmol/l] | 0,650 ohne CO <sub>2</sub> -Ausblasung  |                    |                  |  |  |
| K <sub>B8,2</sub> (Basenkapazität pH8,2)  | [mmol/l] | 0,270   |                    |                  |  |  |
| K <sub>S8,2</sub> (Säurekapazität pH8,2)  | [mmol/l] |   |                    |                  |  |  |
| K <sub>B4,3</sub> (Basenkapazität pH4,3)  | [mmol/l] |   |                    |                  |  |  |
| Calcium [Ca <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 11,000  |                    |                  |  |  |
| Magnesium [Mg <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 1,700   |                    |                  |  |  |
| Natrium [Na <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 6,700   |                    |                  |  |  |
| Kalium [K <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 1,300   |                    |                  |  |  |
| Ammonium [NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |  |
| Eisen-II [Fe <sup>2+</sup> ]  | [mg/l]   | 3,600   |                    |                  |  |  |
| Mangan-II [Mn <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 0,090   |                    |                  |  |  |
| Chlorid [Cl]  | [mg/l]   | 6,500   |                    |                  |  |  |
| Nitrat [NO <sub>3</sub> ]   | [mg/l]   | 0,200   |                    |                  |  |  |
| Sulfat [SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ]   | [mg/l]   | 11,000  |                    |                  |  |  |
| Orthophosphat [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]  | [mg/l]   | 1,300   |                    |                  |  |  |
| P, gesamt als [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]  | [mg/l]   | 1,300   |                    |                  |  |  |
| Kieselsäure [SiO <sub>2</sub> ]   | [mg/l]   | 24,500  |                    |                  |  |  |
| Gelöste org. Kohlenstoff [DOC]  | [mg/l]   | 0,900   |                    |                  |  |  |
| <b>Berechnete Wasserdaten</b>   |          | <b>K4,3 / pH</b>  | <b>K4,3 / K8,2</b> | <b>K8,2 / pH</b> |  |  |
| pH <sub>t<sub>b</sub></sub> (pH-Wert bei Bewertungstemperatur)  |          | 6,803   | 6,820              | 6,803            |  |  |
| m-Wert  | [mmol/l] | 0,618   | 0,618              | 0,594            |  |  |
| p-Wert  | [mmol/l] | -0,248  | -0,237             | -0,237           |  |  |
| c(DIC)  | [mg/l]   | 10,398  | 10,270             | 9,980            |  |  |
| Ionenstärke   | [mmol/l] | 1,464   | 1,464              | 1,452            |  |  |
| Gesamthärte   | [°dH]    | 1,929   | 1,929              | 1,929            |  |  |
| Karbonathärte   | [°dH]    | 1,681   | 1,680              | 1,613            |  |  |
| Ladungsbilanz   | [mmol/l] | 0,112   | 0,112              | 0,136            |  |  |
| Ladungsbilanz relativ   | [%]      | 10,274  | 10,283             | 12,626           |  |  |
| Gelöste Feststoffe [TDS]  | [mg/l]   | 103,893   | 103,879            | 102,447          |  |  |
| <b>Calcitsättigungsdaten bei Bewertungstemperatur</b>   |          |   |                    |                  |  |  |
| pH <sub>ctb</sub> (Calcitsättigung durch Calcit)  |          | 8,414   | 8,428              | 8,436            |  |  |
| pH <sub>ca</sub> (Calcitsättigung durch CO <sub>2</sub> -Austausch)   |          | 8,973   | 8,973              | 8,990            |  |  |
| pH <sub>5mg</sub> (pH-Wert bei Calcitlösevermögen 5 mg/l)   |          | 8,306   | 8,306              | 8,332            |  |  |
| Delta-pH  |          | -1,611  | -1,608             | -1,634           |  |  |
| S <sub>i</sub> (Sättigungsindex Calcit)   |          | -2,170  | -2,153             | -2,188           |  |  |
| D <sub>c</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität)   | [mg/l]   | 29,105  | 28,164             | 28,221           |  |  |
| zugehörige Kohlensäure  | [mg/l]   | 0,079   | 0,079              | 0,073            |  |  |
| überschüssige Kohlensäure   | [mg/l]   | 11,613  | 11,155             | 11,149           |  |  |
| freie Kohlensäure   | [mg/l]   | 11,692  | 11,234             | 11,222           |  |  |
| <b>Weitere Daten</b>  |          |   |                    |                  |  |  |
| D <sub>C60</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität bei 60°C)  | [mg/l]   | 26,930  | 26,085             | 26,219           |  |  |
| <b>Beurteilung zur Calcitsättigung und Prüfung des Gültigkeitsbereiches</b>   |          |   |                    |                  |  |  |
| Die Vorgaben der TVO hinsichtlich der Calcitlösekapazität sind  |          | nicht erfüllt   | nicht erfüllt      | nicht erfüllt    |  |  |
| Die Ladungsbilanz ist ausgeglichen  |          | nein  | nein               | nein             |  |  |

Die Berechnung wurde abweichend von DIN 38404 mit zusätzlichen Analysenparametern durchgeführt.



|   |          |   |                    |                  |  |  |
|---|----------|---|--------------------|------------------|--|--|
| <b>Wasserchemische Berechnung zur Calciumcarbonatsättigung nach DIN 38404 -10 (2012) für Einzelwässer</b><br><b>WinWASI 5.0</b>   |          | <b>Dr. Walter Kölle</b><br><b>Heesternwinkel 7</b><br><b>30657 Hannover</b><br><b>Telefon</b><br><b>Fax</b> |                    |                  |  |  |
| <b>Bezeichnungen</b><br>Auftraggeber<br>Analyselabor<br>Probenahmeort/Probenahmedatum<br>Probenahmestelle/Probenbezeichnung<br>Bezeichnung Ergebnisse<br>Datum<br>Dateiname |          | Kölle<br><br>Buch, Analysenbeispiel 15<br><br>10.08.13  |                    |                  |  |  |
| <b>Eingabedaten</b>   |          |   |                    |                  |  |  |
| Bewertungstemperatur $t_b$  | [°C]     | 8,700   |                    |                  |  |  |
| Messtemperatur des Wassers $t$  | [°C]     | 8,700   |                    |                  |  |  |
| Titrationstemperatur t4,3   | [°C]     | 20,000  |                    |                  |  |  |
| Titrationstemperatur t8,2   | [°C]     | 20,000  |                    |                  |  |  |
| Leitfähigkeit bei 25°C  | [mS/m]   | 13,700  |                    |                  |  |  |
| Sauerstoff [O <sub>2</sub> ]  | [mg/l]   | 2,700   |                    |                  |  |  |
| pH-Wert   |          | 5,760   |                    |                  |  |  |
| K <sub>S4,3</sub> (Säurekapazität pH4,3)  | [mmol/l] | 0,240 ohne CO <sub>2</sub> -Ausblasung  |                    |                  |  |  |
| K <sub>B8,2</sub> (Basenkapazität pH8,2)  | [mmol/l] | 1,010   |                    |                  |  |  |
| K <sub>S8,2</sub> (Säurekapazität pH8,2)  | [mmol/l] |   |                    |                  |  |  |
| K <sub>B4,3</sub> (Basenkapazität pH4,3)  | [mmol/l] |   |                    |                  |  |  |
| Calcium [Ca <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 7,100   |                    |                  |  |  |
| Magnesium [Mg <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 1,800   |                    |                  |  |  |
| Natrium [Na <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 11,600  |                    |                  |  |  |
| Kalium [K <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 1,500   |                    |                  |  |  |
| Ammonium [NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 0,100   |                    |                  |  |  |
| Eisen-II [Fe <sup>2+</sup> ]  | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |  |
| Mangan-II [Mn <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |  |
| Chlorid [Cl]  | [mg/l]   | 23,000  |                    |                  |  |  |
| Nitrat [NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ]  | [mg/l]   | 2,300   |                    |                  |  |  |
| Sulfat [SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ]   | [mg/l]   | 8,000   |                    |                  |  |  |
| Orthophosphat [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]  | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |  |
| P, gesamt als [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]  | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |  |
| Kieselsäure [SiO <sub>2</sub> ]   | [mg/l]   | 19,600  |                    |                  |  |  |
| Gelöster org. Kohlenstoff [DOC]   | [mg/l]   | 0,400   |                    |                  |  |  |
| <b>Berechnete Wasserdaten</b>   |          | <b>K4,3 / pH</b>  | <b>K4,3 / K8,2</b> | <b>K8,2 / pH</b> |  |  |
| pH <sub>t<sub>b</sub></sub> (pH-Wert bei Bewertungstemperatur)  |          | 5,765   | 5,755              | 5,765            |  |  |
| m-Wert  | [mmol/l] | 0,192   | 0,192              | 0,196            |  |  |
| p-Wert  | [mmol/l] | -0,990  | -1,013             | -1,013           |  |  |
| c(DIC)  | [mg/l]   | 14,195  | 14,476             | 14,530           |  |  |
| Ionenstärke   | [mmol/l] | 1,376   | 1,376              | 1,379            |  |  |
| Gesamthärte   | [°dH]    | 1,407   | 1,407              | 1,407            |  |  |
| Karbonathärte   | [°dH]    | 0,557   | 0,558              | 0,570            |  |  |
| Ladungsbilanz   | [mmol/l] | 0,001   | 0,001              | -0,003           |  |  |
| Ladungsbilanz relativ   | [%]      | 0,124   | 0,105              | -0,321           |  |  |
| Gelöste Feststoffe [TDS]  | [mg/l]   | 86,938  | 86,952             | 87,219           |  |  |
| <b>Calcitsättigungsdaten bei Bewertungstemperatur</b>   |          |   |                    |                  |  |  |
| pH <sub>ctb</sub> (Calcitsättigung durch Calcit)  |          | 7,914   | 7,899              | 7,898            |  |  |
| pH <sub>ca</sub> (Calcitsättigung durch CO <sub>2</sub> -Austausch)   |          | 9,651   | 9,650              | 9,641            |  |  |
| pH <sub>5mg</sub> (pH-Wert bei Calcitlösevermögen 5 mg/l)   |          |   |                    |                  |  |  |
| Delta-pH  |          | -2,149  | -2,144             | -2,133           |  |  |
| S <sub>i</sub> (Sättigungsindex Calcit)   |          | -3,886  | -3,895             | -3,876           |  |  |
| D <sub>c</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität)   | [mg/l]   | 93,070  | 94,999             | 94,975           |  |  |
| zugehörige Kohlensäure  | [mg/l]   | 0,006   | 0,006              | 0,006            |  |  |
| überschüssige Kohlensäure   | [mg/l]   | 43,252  | 44,269             | 44,272           |  |  |
| freie Kohlensäure   | [mg/l]   | 43,258  | 44,275             | 44,277           |  |  |
| <b>Weitere Daten</b>  |          |   |                    |                  |  |  |
| D <sub>C60</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität bei 60°C)  | [mg/l]   | 83,978  | 85,518             | 85,467           |  |  |
| <b>Beurteilung zur Calcitsättigung und Prüfung des Gültigkeitsbereiches</b>   |          |   |                    |                  |  |  |
| Die Vorgaben der TVO hinsichtlich der Calcitlösekapazität sind  |          | nicht erfüllt   | nicht erfüllt      | nicht erfüllt    |  |  |
| Die Ladungsbilanz ist ausgeglichen  |          | ja  | ja                 | ja               |  |  |

Die Berechnung wurde abweichend von DIN 38404 mit zusätzlichen Analysenparametern durchgeführt.

|   |          |   |                    |                  |  |  |
|---|----------|---|--------------------|------------------|--|--|
| <b>Wasserchemische Berechnung zur Calciumcarbonatsättigung nach DIN 38404 -10 (2012) für Einzelwasser</b><br><b>WinWASI 5.0</b>   |          | <b>Dr. Walter Kölle</b><br><b>Heesternwinkel 7</b><br><b>30657 Hannover</b><br><b>Telefon</b><br><b>Fax</b> |                    |                  |  |  |
| <b>Bezeichnungen</b><br>Auftraggeber<br>Analyselabor<br>Probenahmeort/Probenahmedatum<br>Probenahmestelle/Probenbezeichnung<br>Bezeichnung Ergebnisse<br>Datum<br>Dateiname |          | Kölle<br>Buch, Analysenbeispiel 16<br>10.08.13  |                    |                  |  |  |
| <b>Eingabedaten</b>   |          |   |                    |                  |  |  |
| Bewertungstemperatur $t_b$  | [°C]     | 14,600  |                    |                  |  |  |
| Messtemperatur des Wassers $t$  | [°C]     | 14,600  |                    |                  |  |  |
| Titrationstemperatur $t_{4,3}$  | [°C]     | 20,000  |                    |                  |  |  |
| Titrationstemperatur $t_{8,2}$  | [°C]     | 20,000  |                    |                  |  |  |
| Leitfähigkeit bei 25°C  | [mS/m]   | 61,700  |                    |                  |  |  |
| Sauerstoff [O <sub>2</sub> ]  | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |  |
| pH-Wert   |          | 9,080   |                    |                  |  |  |
| K <sub>S4,3</sub> (Säurekapazität pH4,3)  | [mmol/l] | 6,020 ohne CO <sub>2</sub> -Ausblasung  |                    |                  |  |  |
| K <sub>B8,2</sub> (Basenkapazität pH8,2)  | [mmol/l] |   |                    |                  |  |  |
| K <sub>S8,2</sub> (Säurekapazität pH8,2)  | [mmol/l] | 0,440   |                    |                  |  |  |
| K <sub>B4,3</sub> (Basenkapazität pH4,3)  | [mmol/l] |   |                    |                  |  |  |
| Calcium [Ca <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 17,200  |                    |                  |  |  |
| Magnesium [Mg <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 9,700   |                    |                  |  |  |
| Natrium [Na <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 130,500   |                    |                  |  |  |
| Kalium [K <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 1,700   |                    |                  |  |  |
| Ammonium [NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |  |
| Eisen-II [Fe <sup>2+</sup> ]  | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |  |
| Mangan-II [Mn <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |  |
| Chlorid [Cl]  | [mg/l]   | 16,000  |                    |                  |  |  |
| Nitrat [NO <sub>3</sub> ]   | [mg/l]   | 0,100   |                    |                  |  |  |
| Sulfat [SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ]   | [mg/l]   | 27,000  |                    |                  |  |  |
| Orthophosphat [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]  | [mg/l]   | 0,090   |                    |                  |  |  |
| P, gesamt als [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]  | [mg/l]   | 0,090   |                    |                  |  |  |
| Kieselsäure [SiO <sub>2</sub> ]   | [mg/l]   | 15,300  |                    |                  |  |  |
| Gelöster org. Kohlenstoff [DOC]   | [mg/l]   | 0,700   |                    |                  |  |  |
| <b>Berechnete Wasserdaten</b>   |          | <b>K4,3 / pH</b>  | <b>K4,3 / K8,2</b> | <b>K8,2 / pH</b> |  |  |
| pH <sub>t<sub>b</sub></sub> (pH-Wert bei Bewertungstemperatur)  |          | 9,084   | 9,094              | 9,084            |  |  |
| m-Wert  | [mmol/l] | 6,016   | 6,016              | 6,147            |  |  |
| p-Wert  | [mmol/l] | 0,433   | 0,441              | 0,441            |  |  |
| c(DIC)  | [mg/l]   | 67,060  | 66,956             | 68,534           |  |  |
| Ionenstärke   | [mmol/l] | 8,183   | 8,184              | 8,250            |  |  |
| Gesamthärte   | [°dH]    | 4,638   | 4,638              | 4,638            |  |  |
| Karbonathärte   | [°dH]    | 4,638   | 4,638              | 4,638            |  |  |
| Ladungsbilanz   | [mmol/l] | 0,345   | 0,346              | 0,218            |  |  |
| Ladungsbilanz relativ   | [%]      | 4,795   | 4,796              | 3,006            |  |  |
| Gelöste Feststoffe [TDS]  | [mg/l]   | 551,979   | 551,477            | 559,326          |  |  |
| <b>Calcitsättigungsdaten bei Bewertungstemperatur</b>   |          |   |                    |                  |  |  |
| pH <sub>ctb</sub> (Calcitsättigung durch Calcit)  |          | 8,587   | 8,603              | 8,596            |  |  |
| pH <sub>A</sub> (Calcitsättigung durch CO <sub>2</sub> -Austausch)  |          | 7,962   | 7,965              | 7,955            |  |  |
| pH <sub>5mg</sub> (pH-Wert bei Calcitlösevermögen 5 mg/l)   |          | 7,703   | 7,703              | 7,698            |  |  |
| Delta-pH  |          | 0,498   | 0,491              | 0,488            |  |  |
| S <sub>i</sub> (Sättigungsindex Calcit)   |          | 1,122   | 1,129              | 1,129            |  |  |
| D <sub>C</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität)   | [mg/l]   | -33,894   | -34,194            | -34,235          |  |  |
| zugehörige Kohlensäure  | [mg/l]   | 5,952   | 5,899              | 6,182            |  |  |
| überschüssige Kohlensäure   | [mg/l]   | -5,502  | -5,461             | -5,723           |  |  |
| freie Kohlensäure   | [mg/l]   | 0,449   | 0,438              | 0,459            |  |  |
| <b>Weitere Daten</b>  |          |   |                    |                  |  |  |
| D <sub>C60</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität bei 60°C)  | [mg/l]   | -36,245   | -36,448            | -36,516          |  |  |
| <b>Beurteilung zur Calcitsättigung und Prüfung des Gültigkeitsbereiches</b>   |          |   |                    |                  |  |  |
| Die Vorgaben der TVO hinsichtlich der Calcitlösekapazität sind  |          | erfüllt   | erfüllt            | erfüllt          |  |  |
| Die Ladungsbilanz ist ausgeglichen  |          | ja  | ja                 | ja               |  |  |

Die Berechnung wurde abweichend von DIN 38404 mit zusätzlichen Analysenparametern durchgeführt.

|   |          |   |                    |                  |  |  |
|---|----------|---|--------------------|------------------|--|--|
| <b>Wasserchemische Berechnung zur Calciumcarbonatsättigung nach DIN 38404 -10 (2012) für Einzelwässer</b><br><b>WinWASI 5.0</b>                     |          | <b>Dr. Walter Kölle</b><br><b>Heesternwinkel 7</b><br><b>30657 Hannover</b><br><b>Telefon</b><br><b>Fax</b> |                    |                  |  |  |
| <b>Bezeichnungen</b>  |          |   |                    |                  |  |  |
| Auftraggeber<br>Analyselabor<br>Probenahmeort/Probenahmedatum<br>Probenahmestelle/Probenbezeichnung<br>Bezeichnung Ergebnisse<br>Datum<br>Dateiname |          | Kölle<br><br>Buch, Analysenbeispiel 17<br><br>10.08.13  |                    |                  |  |  |
| <b>Eingabedaten</b>   |          |   |                    |                  |  |  |
| Bewertungstemperatur $t_b$  | [°C]     | 13,500  |                    |                  |  |  |
| Messtemperatur des Wassers $t$  | [°C]     | 13,500  |                    |                  |  |  |
| Titrationstemperatur t4,3   | [°C]     | 20,000  |                    |                  |  |  |
| Titrationstemperatur t8,2   | [°C]     | 20,000  |                    |                  |  |  |
| Leitfähigkeit bei 25°C  | [mS/m]   | 126,900   |                    |                  |  |  |
| Sauerstoff [O <sub>2</sub> ]  | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |  |
| pH-Wert   |          | 9,070   |                    |                  |  |  |
| K <sub>S4,3</sub> (Säurekapazität pH4,3)  | [mmol/l] | 12,900 ohne CO <sub>2</sub> -Ausblasung   |                    |                  |  |  |
| K <sub>B8,2</sub> (Basenkapazität pH8,2)  | [mmol/l] |   |                    |                  |  |  |
| K <sub>S8,2</sub> (Säurekapazität pH8,2)  | [mmol/l] | 0,750   |                    |                  |  |  |
| K <sub>B4,3</sub> (Basenkapazität pH4,3)  | [mmol/l] |   |                    |                  |  |  |
| Calcium [Ca <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 2,000   |                    |                  |  |  |
| Magnesium [Mg <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 0,060   |                    |                  |  |  |
| Natrium [Na <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 306,000   |                    |                  |  |  |
| Kalium [K <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 1,800   |                    |                  |  |  |
| Ammonium [NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 0,450   |                    |                  |  |  |
| Eisen-II [Fe <sup>2+</sup> ]  | [mg/l]   | 0,080   |                    |                  |  |  |
| Mangan-II [Mn <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |  |
| Chlorid [Cl]  | [mg/l]   | 21,000  |                    |                  |  |  |
| Nitrat [NO <sub>3</sub> ]   | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |  |
| Sulfat [SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ]   | [mg/l]   | 13,000  |                    |                  |  |  |
| Orthophosphat [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]  | [mg/l]   | 0,420   |                    |                  |  |  |
| P, gesamt als [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]  | [mg/l]   | 0,420   |                    |                  |  |  |
| Kieselsäure [SiO <sub>2</sub> ]   | [mg/l]   | 8,600   |                    |                  |  |  |
| Gelöste org. Kohlenstoff [DOC]  | [mg/l]   | 0,600   |                    |                  |  |  |
| <b>Berechnete Wasserdaten</b>   |          | <b>K4,3 / pH</b>  | <b>K4,3 / K8,2</b> | <b>K8,2 / pH</b> |  |  |
| pH <sub>t<sub>b</sub></sub> (pH-Wert bei Bewertungstemperatur)  |          | 9,091   | 9,080              | 9,092            |  |  |
| m-Wert  | [mmol/l] | 12,938  | 12,938             | 12,646           |  |  |
| p-Wert  | [mmol/l] | 0,719   | 0,703              | 0,703            |  |  |
| c(DIC)  | [mg/l]   | 146,754   | 146,958            | 143,437          |  |  |
| Ionenstärke   | [mmol/l] | 14,505  | 14,490             | 14,343           |  |  |
| Gesamthärte   | [°dH]    | 0,293   | 0,293              | 0,293            |  |  |
| Karbonathärte   | [°dH]    | 0,293   | 0,293              | 0,293            |  |  |
| Ladungsbilanz   | [mmol/l] | -0,337  | -0,337             | -0,046           |  |  |
| Ladungsbilanz relativ   | [%]      | -2,469  | -2,470             | -0,338           |  |  |
| Gelöste Feststoffe [TDS]  | [mg/l]   | 1085,194  | 1086,176           | 1068,658         |  |  |
| <b>Calcitsättigungsdaten bei Bewertungstemperatur</b>   |          |   |                    |                  |  |  |
| pH <sub>ctb</sub> (Calcitsättigung durch Calcit)  |          | 9,079   | 9,068              | 9,079            |  |  |
| pH <sub>ca</sub> (Calcitsättigung durch CO <sub>2</sub> -Austausch)   |          | 8,687   | 8,683              | 8,693            |  |  |
| pH <sub>5mg</sub> (pH-Wert bei Calcitlösevermögen 5 mg/l)   |          | 8,167   | 8,167              | 8,173            |  |  |
| Delta-pH  |          | 0,012   | 0,013              | 0,013            |  |  |
| S <sub>i</sub> (Sättigungsindex Calcit)   |          | 0,404   | 0,397              | 0,399            |  |  |
| D <sub>c</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität)   | [mg/l]   | -2,977  | -2,958             | -2,965           |  |  |
| zugehörige Kohlensäure  | [mg/l]   | 2,475   | 2,503              | 2,387            |  |  |
| überschüssige Kohlensäure   | [mg/l]   | -1,500  | -1,500             | -1,434           |  |  |
| freie Kohlensäure   | [mg/l]   | 0,976   | 1,003              | 0,953            |  |  |
| <b>Weitere Daten</b>  |          |   |                    |                  |  |  |
| D <sub>C60</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität bei 60°C)  | [mg/l]   | -3,316  | -3,299             | -3,298           |  |  |
| <b>Beurteilung zur Calcitsättigung und Prüfung des Gültigkeitsbereiches</b>   |          |   |                    |                  |  |  |
| Die Vorgaben der TVO hinsichtlich der Calcitlösekapazität sind  | erfüllt  | erfüllt   | erfüllt            |                  |  |  |
| Die Ladungsbilanz ist ausgeglichen  | ja       | ja  | ja                 |                  |  |  |

Die Berechnung wurde abweichend von DIN 38404 mit zusätzlichen Analysenparametern durchgeführt.

|   |          |   |                                  |                  |  |  |
|---|----------|---|----------------------------------|------------------|--|--|
| <b>Wasserchemische Berechnung zur Calciumcarbonatsättigung nach DIN 38404 -10 (2012) für Einzelwässer</b><br><b>WinWASI 5.0</b>   |          | <b>Dr. Walter Kölle</b><br><b>Heesternwinkel 7</b><br><b>30657 Hannover</b><br><b>Telefon</b><br><b>Fax</b> |                                  |                  |  |  |
| <b>Bezeichnungen</b><br>Auftraggeber<br>Analyselabor<br>Probenahmeort/Probenahmedatum<br>Probenahmestelle/Probenbezeichnung<br>Bezeichnung Ergebnisse<br>Datum<br>Dateiname |          | Kölle<br>Buch, Analysenbeispiel 18<br>10.08.13  |                                  |                  |  |  |
| <b>Eingabedaten</b>   |          |   |                                  |                  |  |  |
| Bewertungstemperatur $t_b$  | [°C]     | 11,600  |                                  |                  |  |  |
| Messtemperatur des Wassers $t$  | [°C]     | 11,600  |                                  |                  |  |  |
| Titrationstemperatur $t_{4,3}$  | [°C]     | 20,000  |                                  |                  |  |  |
| Titrationstemperatur $t_{8,2}$  | [°C]     | 20,000  |                                  |                  |  |  |
| Leitfähigkeit bei 25°C  | [mS/m]   | 156,200   |                                  |                  |  |  |
| Sauerstoff [O <sub>2</sub> ]  | [mg/l]   | 1,600   |                                  |                  |  |  |
| pH-Wert   |          | 7,350   |                                  |                  |  |  |
| K <sub>S4,3</sub> (Säurekapazität pH4,3)  | [mmol/l] | 3,900   | ohne CO <sub>2</sub> -Ausblasung |                  |  |  |
| K <sub>B8,2</sub> (Basenkapazität pH8,2)  | [mmol/l] | 0,410   |                                  |                  |  |  |
| K <sub>S8,2</sub> (Säurekapazität pH8,2)  | [mmol/l] |   |                                  |                  |  |  |
| K <sub>B4,3</sub> (Basenkapazität pH4,3)  | [mmol/l] |   |                                  |                  |  |  |
| Calcium [Ca <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 106,000   |                                  |                  |  |  |
| Magnesium [Mg <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 89,000  |                                  |                  |  |  |
| Natrium [Na <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 137,000   | abgeschätzt aus der Ionenbilanz  |                  |  |  |
| Kalium [K <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 0,000   |                                  |                  |  |  |
| Ammonium [NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 1,400   |                                  |                  |  |  |
| Eisen-II [Fe <sup>2+</sup> ]  | [mg/l]   | 0,000   |                                  |                  |  |  |
| Mangan-II [Mn <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 0,200   |                                  |                  |  |  |
| Chlorid [Cl]  | [mg/l]   | 355,000   |                                  |                  |  |  |
| Nitrat [NO <sub>3</sub> ]   | [mg/l]   | 16,000  |                                  |                  |  |  |
| Sulfat [SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ]   | [mg/l]   | 216,000   |                                  |                  |  |  |
| Orthophosphat [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]  | [mg/l]   | 1,300   |                                  |                  |  |  |
| P, gesamt als [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]  | [mg/l]   | 1,300   |                                  |                  |  |  |
| Kieselsäure [SiO <sub>2</sub> ]   | [mg/l]   | 0,000   |                                  |                  |  |  |
| Gelöster org. Kohlenstoff [DOC]   | [mg/l]   | 0,000   |                                  |                  |  |  |
| <b>Berechnete Wasserdaten</b>   |          | <b>K4,3 / pH</b>  | <b>K4,3 / K8,2</b>               | <b>K8,2 / pH</b> |  |  |
| pH <sub>b</sub> (pH-Wert bei Bewertungstemperatur)  |          | 7,350   | 7,406                            | 7,350            |  |  |
| m-Wert  | [mmol/l] | 3,816   | 3,816                            | 3,377            |  |  |
| p-Wert  | [mmol/l] | -0,437  | -0,387                           | -0,393           |  |  |
| c(DIC)  | [mg/l]   | 51,081  | 50,475                           | 45,286           |  |  |
| Ionenstärke   | [mmol/l] | 25,067  | 25,064                           | 24,868           |  |  |
| Gesamthärte   | [°dH]    | 35,317  | 35,317                           | 35,317           |  |  |
| Karbonathärte   | [°dH]    | 10,832  | 10,829                           | 9,603            |  |  |
| Ladungsbilanz   | [mmol/l] | -0,005  | -0,005                           | 0,434            |  |  |
| Ladungsbilanz relativ   | [%]      | -0,028  | -0,025                           | 2,352            |  |  |
| Gelöste Feststoffe [TDS]  | [mg/l]   | 1153,317  | 1153,164                         | 1127,061         |  |  |
| <b>Calcitsättigungsdaten bei Bewertungstemperatur</b>   |          |   |                                  |                  |  |  |
| pH <sub>ctb</sub> (Calcitsättigung durch Calcit)  |          | 7,416   | 7,428                            | 7,457            |  |  |
| pH <sub>ca</sub> (Calcitsättigung durch CO <sub>2</sub> -Austausch)   |          | 7,434   | 7,435                            | 7,484            |  |  |
| pH <sub>5mg</sub> (pH-Wert bei Calcitlösevermögen 5 mg/l)   |          | 7,351   | 7,351                            | 7,386            |  |  |
| Delta-pH  |          | -0,066  | -0,023                           | -0,107           |  |  |
| S <sub>i</sub> (Sättigungsindex Calcit)   |          | -0,084  | -0,029                           | -0,134           |  |  |
| D <sub>c</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität)   | [mg/l]   | 5,027   | 1,623                            | 7,064            |  |  |
| zugehörige Kohlensäure  | [mg/l]   | 14,367  | 14,335                           | 11,348           |  |  |
| überschüssige Kohlensäure   | [mg/l]   | 3,062   | 0,985                            | 4,103            |  |  |
| freie Kohlensäure   | [mg/l]   | 17,429  | 15,320                           | 15,451           |  |  |
| <b>Weitere Daten</b>  |          |   |                                  |                  |  |  |
| D <sub>C60</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität bei 60°C)  | [mg/l]   | -23,298   | -25,814                          | -17,464          |  |  |
| <b>Beurteilung zur Calcitsättigung und Prüfung des Gültigkeitsbereiches</b>   |          |   |                                  |                  |  |  |
| Die Vorgaben der TVO hinsichtlich der Calcitlösekapazität sind  |          | nicht erfüllt   | erfüllt                          | nicht erfüllt    |  |  |
| Die Ladungsbilanz ist ausgeglichen  |          | ja  | ja                               | ja               |  |  |

Die Berechnung wurde abweichend von DIN 38404 mit zusätzlichen Analysenparametern durchgeführt.

|  |          |   |                                      |                  |  |  |
|--|----------|---|--------------------------------------|------------------|--|--|
| <b>Wasserchemische Berechnung zur Calciumcarbonatsättigung nach DIN 38404 -10 (2012) für Einzelwässer</b><br>WinWASI 5.0 <span style="float: right;">R5.0.1.3</span> |          | <b>Dr. Walter Kölle</b><br>Heesternwinkel 7<br>30657 Hannover<br>Telefon<br>Fax |                                      |                  |  |  |
| <b>Bezeichnungen</b>   |          |   |                                      |                  |  |  |
| Auftraggeber<br>Analyselabor<br>Probenahmeort/Probenahmedatum<br>Probenahmestelle/Probenbezeichnung<br>Bezeichnung Ergebnisse<br>Datum<br>Dateiname                  |          | Kölle<br><br>Buch, Analysenbeispiel 19<br><br>10.08.13                          |                                      |                  |  |  |
| <b>Eingabedaten</b>  |          |   |                                      |                  |  |  |
| Bewertungstemperatur $t_b$   | [°C]     | 6,800   |                                      |                  |  |  |
| Messtemperatur des Wassers $t$   | [°C]     | 6,800   |                                      |                  |  |  |
| Titrationstemperatur t4,3  | [°C]     | 20,000  |                                      |                  |  |  |
| Titrationstemperatur t8,2  | [°C]     | 20,000  |                                      |                  |  |  |
| Leitfähigkeit bei 25°C   | [mS/m]   | 91,400  |                                      |                  |  |  |
| Sauerstoff [O <sub>2</sub> ]   | [mg/l]   | 10,100  |                                      |                  |  |  |
| pH-Wert  |          | 7,950   |                                      |                  |  |  |
| K <sub>S4,3</sub> (Säurekapazität pH4,3)   | [mmol/l] | 3,370   | ohne CO <sub>2</sub> -Ausblasung     |                  |  |  |
| K <sub>B8,2</sub> (Basenkapazität pH8,2)   | [mmol/l] | 0,100   |                                      |                  |  |  |
| K <sub>S8,2</sub> (Säurekapazität pH8,2)   | [mmol/l] |   |                                      |                  |  |  |
| K <sub>B4,3</sub> (Basenkapazität pH4,3)   | [mmol/l] |   |                                      |                  |  |  |
| Calcium [Ca <sup>2+</sup> ]  | [mg/l]   | 101,000   |                                      |                  |  |  |
| Magnesium [Mg <sup>2+</sup> ]  | [mg/l]   | 19,000  |                                      |                  |  |  |
| Natrium [Na <sup>+</sup> ]   | [mg/l]   | 48,000  |                                      |                  |  |  |
| Kalium [K <sup>+</sup> ]   | [mg/l]   | 5,000   |                                      |                  |  |  |
| Ammonium [NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ]   | [mg/l]   | 0,280   |                                      |                  |  |  |
| Eisen-II [Fe <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 0,000   |                                      |                  |  |  |
| Mangan-II [Mn <sup>2+</sup> ]  | [mg/l]   | 0,170   |                                      |                  |  |  |
| Chlorid [Cl]   | [mg/l]   | 87,000  |                                      |                  |  |  |
| Nitrat [NO <sub>3</sub> ]  | [mg/l]   | 24,000  |                                      |                  |  |  |
| Sulfat [SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ]  | [mg/l]   | 136,000   |                                      |                  |  |  |
| Orthophosphat [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]   | [mg/l]   | 0,290   |                                      |                  |  |  |
| P, gesamt als [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]   | [mg/l]   | 0,290   |                                      |                  |  |  |
| Kieselsäure [SiO <sub>2</sub> ]  | [mg/l]   | 8,600   | Mittelwert aus mehreren Bestimmungen |                  |  |  |
| Gelöste org. Kohlenstoff [DOC]   | [mg/l]   | 2,600   |                                      |                  |  |  |
| <b>Berechnete Wasserdaten</b>  |          | <b>K4,3 / pH</b>  | <b>K4,3 / K8,2</b>                   | <b>K8,2 / pH</b> |  |  |
| pH <sub>t<sub>b</sub></sub> (pH-Wert bei Bewertungstemperatur)   |          | 7,952   | 7,982                                | 7,952            |  |  |
| m-Wert   | [mmol/l] | 3,330   | 3,330                                | 3,043            |  |  |
| p-Wert   | [mmol/l] | -0,081  | -0,072                               | -0,074           |  |  |
| c(DIC)   | [mg/l]   | 40,967  | 40,860                               | 37,446           |  |  |
| Ionenstärke  | [mmol/l] | 12,548  | 12,545                               | 12,413           |  |  |
| Gesamthärte  | [°dH]    | 18,490  | 18,490                               | 18,490           |  |  |
| Karbonathärte  | [°dH]    | 9,346   | 9,346                                | 8,543            |  |  |
| Ladungsbilanz  | [mmol/l] | -0,177  | -0,177                               | 0,110            |  |  |
| Ladungsbilanz relativ  | [%]      | -1,986  | -1,985                               | 1,246            |  |  |
| Gelöste Feststoffe [TDS]   | [mg/l]   | 628,002   | 627,875                              | 610,928          |  |  |
| <b>Calcitsättigungsdaten bei Bewertungstemperatur</b>  |          |   |                                      |                  |  |  |
| pH <sub>ctb</sub> (Calcitsättigung durch Calcit)   |          | 7,567   | 7,570                                | 7,597            |  |  |
| pH <sub>ca</sub> (Calcitsättigung durch CO <sub>2</sub> -Austausch)  |          | 7,512   | 7,513                                | 7,549            |  |  |
| pH <sub>5mg</sub> (pH-Wert bei Calcitlösevermögen 5 mg/l)  |          | 7,411   | 7,411                                | 7,435            |  |  |
| Delta-pH   |          | 0,385   | 0,412                                | 0,355            |  |  |
| S <sub>i</sub> (Sättigungsindex Calcit)  |          | 0,440   | 0,469                                | 0,403            |  |  |
| D <sub>c</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität)  | [mg/l]   | -14,290   | -14,932                              | -11,801          |  |  |
| zugehörige Kohlensäure   | [mg/l]   | 12,100  | 12,067                               | 10,158           |  |  |
| überschüssige Kohlensäure  | [mg/l]   | -7,707  | -7,973                               | -6,143           |  |  |
| freie Kohlensäure  | [mg/l]   | 4,392   | 4,094                                | 4,016            |  |  |
| <b>Weitere Daten</b>   |          |   |                                      |                  |  |  |
| D <sub>C60</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität bei 60°C)   | [mg/l]   | -36,542   | -37,012                              | -31,720          |  |  |
| <b>Beurteilung zur Calcitsättigung und Prüfung des Gültigkeitsbereiches</b>  |          |   |                                      |                  |  |  |
| Die Vorgaben der TVO hinsichtlich der Calcitlösekapazität sind   |          | erfüllt   | erfüllt                              | erfüllt          |  |  |
| Die Ladungsbilanz ist ausgeglichen   |          | ja  | ja                                   | ja               |  |  |

Die Berechnung wurde abweichend von DIN 38404 mit zusätzlichen Analysenparametern durchgeführt.

|  |          |   |                    |                  |  |
|--|----------|---|--------------------|------------------|--|
| <b>Wasserchemische Berechnung zur Calciumcarbonatsättigung nach DIN 38404 -10 (2012) für Einzelwässer</b><br>WinWASI 5.0 <span style="float: right;">R5.0.1.3</span> |          | <b>Dr. Walter Kölle</b><br>Heesternwinkel 7<br>30657 Hannover<br>Telefon<br>Fax |                    |                  |  |
| <b>Bezeichnungen</b>   |          |   |                    |                  |  |
| Auftraggeber<br>Analyselabor<br>Probenahmeort/Probenahmedatum<br>Probenahmestelle/Probenbezeichnung<br>Bezeichnung Ergebnisse<br>Datum<br>Dateiname                  |          | Kölle<br><br>Buch, Analysenbeispiel 20<br><br>10.08.13                          |                    |                  |  |
| <b>Eingabedaten</b>  |          |   |                    |                  |  |
| Bewertungstemperatur $t_b$   | [°C]     | 3,600   |                    |                  |  |
| Messtemperatur des Wassers $t$   | [°C]     | 3,600   |                    |                  |  |
| Titrationstemperatur $t_{4,3}$   | [°C]     | 20,000  |                    |                  |  |
| Titrationstemperatur $t_{8,2}$   | [°C]     | 20,000  |                    |                  |  |
| Leitfähigkeit bei 25°C   | [mS/m]   | 14,000  |                    |                  |  |
| Sauerstoff [O <sub>2</sub> ]   | [mg/l]   | 12,900  |                    |                  |  |
| pH-Wert  |          | 7,630   |                    |                  |  |
| K <sub>S4,3</sub> (Säurekapazität pH4,3)   | [mmol/l] | 0,520 ohne CO <sub>2</sub> -Ausblasung  |                    |                  |  |
| K <sub>B8,2</sub> (Basenkapazität pH8,2)   | [mmol/l] | 0,040   |                    |                  |  |
| K <sub>S8,2</sub> (Säurekapazität pH8,2)   | [mmol/l] |   |                    |                  |  |
| K <sub>B4,3</sub> (Basenkapazität pH4,3)   | [mmol/l] |   |                    |                  |  |
| Calcium [Ca <sup>2+</sup> ]  | [mg/l]   | 12,900  |                    |                  |  |
| Magnesium [Mg <sup>2+</sup> ]  | [mg/l]   | 3,500   |                    |                  |  |
| Natrium [Na <sup>+</sup> ]   | [mg/l]   | 5,200   |                    |                  |  |
| Kalium [K <sup>+</sup> ]   | [mg/l]   | 0,900   |                    |                  |  |
| Ammonium [NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ]   | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |
| Eisen-II [Fe <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |
| Mangan-II [Mn <sup>2+</sup> ]  | [mg/l]   | 0,011   |                    |                  |  |
| Chlorid [Cl]   | [mg/l]   | 7,500   |                    |                  |  |
| Nitrat [NO <sub>3</sub> ]  | [mg/l]   | 4,300   |                    |                  |  |
| Sulfat [SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ]  | [mg/l]   | 22,600  |                    |                  |  |
| Orthophosphat [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]   | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |
| P, gesamt als [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]   | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |
| Kieselsäure [SiO <sub>2</sub> ]  | [mg/l]   | 4,300   |                    |                  |  |
| Gelöster org. Kohlenstoff [DOC]  | [mg/l]   | 1,700   |                    |                  |  |
| <b>Berechnete Wasserdaten</b>  |          | <b>K4,3 / pH</b>  | <b>K4,3 / K8,2</b> | <b>K8,2 / pH</b> |  |
| pH <sub>t<sub>b</sub></sub> (pH-Wert bei Bewertungstemperatur)   |          | 7,632   | 7,574              | 7,632            |  |
| m-Wert   | [mmol/l] | 0,471   | 0,471              | 0,546            |  |
| p-Wert   | [mmol/l] | -0,034  | -0,039             | -0,040           |  |
| c(DIC)   | [mg/l]   | 6,065   | 6,128              | 7,032            |  |
| Ionenstärke  | [mmol/l] | 1,857   | 1,857              | 1,894            |  |
| Gesamthärte  | [°dH]    | 2,609   | 2,609              | 2,609            |  |
| Karbonathärte  | [°dH]    | 1,317   | 1,318              | 1,528            |  |
| Ladungsbilanz  | [mmol/l] | -0,041  | -0,041             | -0,116           |  |
| Ladungsbilanz relativ  | [%]      | -3,401  | -3,405             | -9,355           |  |
| Gelöste Feststoffe [TDS]   | [mg/l]   | 89,394  | 89,405             | 93,890           |  |
| <b>Calcitsättigungsdaten bei Bewertungstemperatur</b>  |          |   |                    |                  |  |
| pH <sub>Calcit</sub> (Calcitsättigung durch Calcit)  |          | 8,998   | 8,985              | 8,933            |  |
| pH <sub>CO<sub>2</sub></sub> (Calcitsättigung durch CO <sub>2</sub> -Austausch)  |          | 9,128   | 9,128              | 9,065            |  |
| pH <sub>5mg</sub> (pH-Wert bei Calcitlösevermögen 5 mg/l)  |          | 7,810   | 7,810              | 7,845            |  |
| Delta-pH   |          | -1,366  | -1,411             | -1,301           |  |
| S <sub>i</sub> (Sättigungsindex Calcit)  |          | -1,496  | -1,554             | -1,433           |  |
| D <sub>C</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität)  | [mg/l]   | 6,129   | 6,604              | 6,520            |  |
| zugehörige Kohlensäure   | [mg/l]   | 0,049   | 0,050              | 0,066            |  |
| überschüssige Kohlensäure  | [mg/l]   | 1,501   | 1,724              | 1,732            |  |
| freie Kohlensäure  | [mg/l]   | 1,551   | 1,774              | 1,798            |  |
| <b>Weitere Daten</b>   |          |   |                    |                  |  |
| D <sub>C60</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität bei 60°C)   | [mg/l]   | 6,608   | 7,037              | 6,705            |  |
| <b>Beurteilung zur Calcitsättigung und Prüfung des Gültigkeitsbereiches</b>  |          |   |                    |                  |  |
| Die Vorgaben der TVO hinsichtlich der Calcitlösekapazität sind   |          | nicht erfüllt   | nicht erfüllt      | nicht erfüllt    |  |
| Die Ladungsbilanz ist ausgeglichen   |          | ja  | ja                 | nein             |  |

Die Berechnung wurde abweichend von DIN 38404 mit zusätzlichen Analysenparametern durchgeführt.

|  |          |   |                    |                  |  |
|--|----------|---|--------------------|------------------|--|
| <b>Wasserchemische Berechnung zur Calciumcarbonatsättigung nach DIN 38404 -10 (2012) für Einzelwässer</b><br>WinWASI 5.0 <span style="float: right;">R5.0.1.3</span> |          | <b>Dr. Walter Kölle</b><br>Heesternwinkel 7<br>30657 Hannover<br>Telefon<br>Fax |                    |                  |  |
| <b>Bezeichnungen</b>   |          |   |                    |                  |  |
| Auftraggeber<br>Analyselabor<br>Probenahmeort/Probenahmedatum<br>Probenahmestelle/Probenbezeichnung<br>Bezeichnung Ergebnisse<br>Datum<br>Dateiname                  |          | Kölle<br><br>Buch, Analysenbeispiel 21<br><br>10.08.13                          |                    |                  |  |
| <b>Eingabedaten</b>  |          |   |                    |                  |  |
| Bewertungstemperatur $t_b$   | [°C]     | 3,600   |                    |                  |  |
| Messtemperatur des Wassers $t$   | [°C]     | 3,600   |                    |                  |  |
| Titrationstemperatur $t_{4,3}$   | [°C]     | 20,000  |                    |                  |  |
| Titrationstemperatur $t_{8,2}$   | [°C]     | 20,000  |                    |                  |  |
| Leitfähigkeit bei 25°C   | [mS/m]   | 16,500  |                    |                  |  |
| Sauerstoff [O <sub>2</sub> ]   | [mg/l]   | 13,200  |                    |                  |  |
| pH-Wert  |          | 8,950   |                    |                  |  |
| K <sub>S4,3</sub> (Säurekapazität pH4,3)   | [mmol/l] | 0,580 ohne CO <sub>2</sub> -Ausblasung  |                    |                  |  |
| K <sub>B8,2</sub> (Basenkapazität pH8,2)   | [mmol/l] |   |                    |                  |  |
| K <sub>S8,2</sub> (Säurekapazität pH8,2)   | [mmol/l] | 0,020   |                    |                  |  |
| K <sub>B4,3</sub> (Basenkapazität pH4,3)   | [mmol/l] |   |                    |                  |  |
| Calcium [Ca <sup>2+</sup> ]  | [mg/l]   | 16,900  |                    |                  |  |
| Magnesium [Mg <sup>2+</sup> ]  | [mg/l]   | 3,300   |                    |                  |  |
| Natrium [Na <sup>+</sup> ]   | [mg/l]   | 5,300   |                    |                  |  |
| Kalium [K <sup>+</sup> ]   | [mg/l]   | 0,800   |                    |                  |  |
| Ammonium [NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ]   | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |
| Eisen-II [Fe <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |
| Mangan-II [Mn <sup>2+</sup> ]  | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |
| Chlorid [Cl]   | [mg/l]   | 7,600   |                    |                  |  |
| Nitrat [NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ]   | [mg/l]   | 4,300   |                    |                  |  |
| Sulfat [SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ]  | [mg/l]   | 31,400  |                    |                  |  |
| Orthophosphat [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]   | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |
| P, gesamt als [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]   | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |
| Kieselsäure [SiO <sub>2</sub> ]  | [mg/l]   | 4,300   |                    |                  |  |
| Gelöster org. Kohlenstoff [DOC]  | [mg/l]   | 0,900   |                    |                  |  |
| <b>Berechnete Wasserdaten</b>  |          | <b>K4,3 / pH</b>  | <b>K4,3 / K8,2</b> | <b>K8,2 / pH</b> |  |
| pH <sub>t<sub>b</sub></sub> (pH-Wert bei Bewertungstemperatur)   |          | 8,952   | 8,924              | 8,952            |  |
| m-Wert   | [mmol/l] | 0,530   | 0,530              | 0,486            |  |
| p-Wert   | [mmol/l] | 0,023   | 0,021              | 0,021            |  |
| c(DIC)   | [mg/l]   | 6,099   | 6,118              | 5,582            |  |
| Ionenstärke  | [mmol/l] | 2,226   | 2,226              | 2,203            |  |
| Gesamthärte  | [°dH]    | 3,122   | 3,122              | 3,122            |  |
| Karbonathärte  | [°dH]    | 1,468   | 1,469              | 1,343            |  |
| Ladungsbilanz  | [mmol/l] | -0,102  | -0,102             | -0,058           |  |
| Ladungsbilanz relativ  | [%]      | -7,194  | -7,195             | -4,133           |  |
| Gelöste Feststoffe [TDS]   | [mg/l]   | 104,264   | 104,349            | 101,687          |  |
| <b>Calcitsättigungsdaten bei Bewertungstemperatur</b>  |          |   |                    |                  |  |
| pH <sub>calc</sub> (Calcitsättigung durch Calcit)  |          | 9,006   | 9,002              | 9,041            |  |
| pH <sub>ca</sub> (Calcitsättigung durch CO <sub>2</sub> -Austausch)  |          | 9,010   | 9,008              | 9,048            |  |
| pH <sub>5mg</sub> (pH-Wert bei Calcitlösevermögen 5 mg/l)  |          | 7,758   | 7,758              | 7,734            |  |
| Delta-pH   |          | -0,054  | -0,078             | -0,089           |  |
| S <sub>i</sub> (Sättigungsindex Calcit)  |          | -0,059  | -0,084             | -0,096           |  |
| D <sub>c</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität)  | [mg/l]   | 0,348   | 0,489              | 0,555            |  |
| zugehörige Kohlensäure   | [mg/l]   | 0,067   | 0,068              | 0,056            |  |
| überschüssige Kohlensäure  | [mg/l]   | 0,010   | 0,015              | 0,014            |  |
| freie Kohlensäure  | [mg/l]   | 0,077   | 0,082              | 0,070            |  |
| <b>Weitere Daten</b>   |          |   |                    |                  |  |
| D <sub>C60</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität bei 60°C)   | [mg/l]   | 0,971   | 1,097              | 1,338            |  |
| <b>Beurteilung zur Calcitsättigung und Prüfung des Gültigkeitsbereiches</b>  |          |   |                    |                  |  |
| Die Vorgaben der TVO hinsichtlich der Calcitlösekapazität sind   |          | erfüllt   | erfüllt            | erfüllt          |  |
| Die Ladungsbilanz ist ausgeglichen   |          | nein  | nein               | ja               |  |

Die Berechnung wurde abweichend von DIN 38404 mit zusätzlichen Analysenparametern durchgeführt.

|   |          |   |   |                  |  |
|---|----------|---|---|------------------|--|
| <b>Wasserchemische Berechnung zur Calciumcarbonatsättigung nach DIN 38404 -10 (2012) für Einzelwässer WinWASI 5.0</b><br><b>R5.0.1.3</b>            |          | <b>Dr. Walter Kölle</b><br><b>Heesternwinkel 7</b><br><b>30657 Hannover</b><br><b>Telefon</b><br><b>Fax</b> |   |                  |  |
| <b>Bezeichnungen</b>  |          |   |   |                  |  |
| Auftraggeber<br>Analyselabor<br>Probenahmeort/Probenahmedatum<br>Probenahmestelle/Probenbezeichnung<br>Bezeichnung Ergebnisse<br>Datum<br>Dateiname |          | Kölle<br>Analysenbeispiel 22 enthält zu wenig Parameter<br>Buch, Analysenbeispiel 23<br><br>10.08.13        |   |                  |  |
| <b>Eingabedaten</b>   |          |   |   |                  |  |
| Bewertungstemperatur $t_b$  | [°C]     | 10,000  | Im Original keine Temperaturangabe, 10 Grad willkürlich gewählt |                  |  |
| Messtemperatur des Wassers $t$  | [°C]     | 10,000  |   |                  |  |
| Titrationstemperatur $t_{4,3}$  | [°C]     | 20,000  |   |                  |  |
| Titrationstemperatur $t_{8,2}$  | [°C]     | 20,000  |   |                  |  |
| Leitfähigkeit bei 25°C  | [mS/m]   |   |   |                  |  |
| Sauerstoff [O <sub>2</sub> ]  | [mg/l]   | 7,200   |   |                  |  |
| pH-Wert   |          | 7,300   |   |                  |  |
| K <sub>S4,3</sub> (Säurekapazität pH4,3)  | [mmol/l] | 3,360   | ohne CO <sub>2</sub> -Ausblasung                                |                  |  |
| K <sub>B8,2</sub> (Basenkapazität pH8,2)  | [mmol/l] | 0,430   |   |                  |  |
| K <sub>S8,2</sub> (Säurekapazität pH8,2)  | [mmol/l] |   |   |                  |  |
| K <sub>B4,3</sub> (Basenkapazität pH4,3)  | [mmol/l] |   |   |                  |  |
| Calcium [Ca <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 91,400  |   |                  |  |
| Magnesium [Mg <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 12,900  |   |                  |  |
| Natrium [Na <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 46,700  | abgeschätzt aus der Chloridkonzentration                        |                  |  |
| Kalium [K <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 0,000   |   |                  |  |
| Ammonium [NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 0,050   |   |                  |  |
| Eisen-II [Fe <sup>2+</sup> ]  | [mg/l]   | 0,000   |   |                  |  |
| Mangan-II [Mn <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 0,000   |   |                  |  |
| Chlorid [Cl]  | [mg/l]   | 72,000  |   |                  |  |
| Nitrat [NO <sub>3</sub> ]   | [mg/l]   | 32,000  |   |                  |  |
| Sulfat [SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ]   | [mg/l]   | 84,000  |   |                  |  |
| Orthophosphat [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]  | [mg/l]   | 0,000   |   |                  |  |
| P, gesamt als [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]  | [mg/l]   | 0,000   |   |                  |  |
| Kieselsäure [SiO <sub>2</sub> ]   | [mg/l]   | 5,000   |   |                  |  |
| Gelöster org. Kohlenstoff [DOC]   | [mg/l]   |   |   |                  |  |
| <b>Berechnete Wasserdaten</b>   |          | <b>K4,3 / pH</b>  | <b>K4,3 / K8,2</b>  | <b>K8,2 / pH</b> |  |
| pH <sub>t<sub>b</sub></sub> (pH-Wert bei Bewertungstemperatur)  |          | 7,300   | 7,324   | 7,300            |  |
| m-Wert  | [mmol/l] | 3,335   | 3,334   | 3,159            |  |
| p-Wert  | [mmol/l] | -0,422  | -0,399  | -0,401           |  |
| c(DIC)  | [mg/l]   | 45,125  | 44,843  | 42,756           |  |
| Ionenstärke   | [mmol/l] | 10,638  | 10,638  | 10,555           |  |
| Gesamthärte   | [°dH]    | 15,743  | 15,743  | 15,743           |  |
| Karbonathärte   | [°dH]    | 9,344   | 9,343   | 8,853            |  |
| Ladungsbilanz   | [mmol/l] | 0,023   | 0,024   | 0,199            |  |
| Ladungsbilanz relativ   | [%]      | 0,307   | 0,310   | 2,631            |  |
| Gelöste Feststoffe [TDS]  | [mg/l]   | 543,888   | 543,852   | 533,387          |  |
| <b>Calcitsättigungsdaten bei Bewertungstemperatur</b>   |          |   |   |                  |  |
| pH <sub>ctb</sub> (Calcitsättigung durch Calcit)  |          | 7,429   | 7,436   | 7,448            |  |
| pH <sub>ca</sub> (Calcitsättigung durch CO <sub>2</sub> -Austausch)   |          | 7,468   | 7,468   | 7,491            |  |
| pH <sub>5mg</sub> (pH-Wert bei Calcitlösevermögen 5 mg/l)   |          | 7,374   | 7,374   | 7,389            |  |
| Delta-pH  |          | -0,129  | -0,112  | -0,148           |  |
| S <sub>i</sub> (Sättigungsindex Calcit)   |          | -0,168  | -0,145  | -0,191           |  |
| D <sub>c</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität)   | [mg/l]   | 9,594   | 8,036   | 10,251           |  |
| zugehörige Kohlensäure  | [mg/l]   | 12,738  | 12,730  | 11,471           |  |
| überschüssige Kohlensäure   | [mg/l]   | 6,029   | 5,031   | 6,316            |  |
| freie Kohlensäure   | [mg/l]   | 18,767  | 17,761  | 17,787           |  |
| <b>Weitere Daten</b>  |          |   |   |                  |  |
| D <sub>C60</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität bei 60°C)  | [mg/l]   | -18,124   | -19,246   | -15,793          |  |
| <b>Beurteilung zur Calcitsättigung und Prüfung des Gültigkeitsbereiches</b>   |          |   |   |                  |  |
| Die Vorgaben der TVO hinsichtlich der Calcitlösekapazität sind  |          | nicht erfüllt   | nicht erfüllt   | nicht erfüllt    |  |
| Die Ladungsbilanz ist ausgeglichen  |          | ja  | ja  | ja               |  |

Die Berechnung wurde abweichend von DIN 38404 mit zusätzlichen Analysenparametern durchgeführt.



|   |          |   |                    |                  |  |  |
|---|----------|---|--------------------|------------------|--|--|
| <b>Wasserchemische Berechnung zur Calciumcarbonatsättigung nach DIN 38404 -10 (2012) für Einzelwässer</b><br><b>WinWASI 5.0</b>   |          | <b>Dr. Walter Kölle</b><br><b>Heesternwinkel 7</b><br><b>30657 Hannover</b><br><b>Telefon</b><br><b>Fax</b> |                    |                  |  |  |
| <b>Bezeichnungen</b><br>Auftraggeber<br>Analyselabor<br>Probenahmeort/Probenahmedatum<br>Probenahmestelle/Probenbezeichnung<br>Bezeichnung Ergebnisse<br>Datum<br>Dateiname |          | Kölle<br>Buch, Analysenbeispiel 24<br>10.08.13  |                    |                  |  |  |
| <b>Eingabedaten</b>   |          |   |                    |                  |  |  |
| Bewertungstemperatur $t_b$  | [°C]     | 9,500   |                    |                  |  |  |
| Messtemperatur des Wassers $t$  | [°C]     | 9,500   |                    |                  |  |  |
| Titrationstemperatur $t_{4,3}$  | [°C]     | 20,000  |                    |                  |  |  |
| Titrationstemperatur $t_{8,2}$  | [°C]     | 20,000  |                    |                  |  |  |
| Leitfähigkeit bei 25°C  | [mS/m]   | 141,000   |                    |                  |  |  |
| Sauerstoff [O <sub>2</sub> ]  | [mg/l]   | 0,100   |                    |                  |  |  |
| pH-Wert   |          | 7,080   |                    |                  |  |  |
| K <sub>S4,3</sub> (Säurekapazität pH4,3)  | [mmol/l] | 7,280 ohne CO <sub>2</sub> -Ausblasung  |                    |                  |  |  |
| K <sub>B8,2</sub> (Basenkapazität pH8,2)  | [mmol/l] | 1,490   |                    |                  |  |  |
| K <sub>S8,2</sub> (Säurekapazität pH8,2)  | [mmol/l] |   |                    |                  |  |  |
| K <sub>B4,3</sub> (Basenkapazität pH4,3)  | [mmol/l] |   |                    |                  |  |  |
| Calcium [Ca <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 238,000   |                    |                  |  |  |
| Magnesium [Mg <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 21,000  |                    |                  |  |  |
| Natrium [Na <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 34,000  |                    |                  |  |  |
| Kalium [K <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 2,200   |                    |                  |  |  |
| Ammonium [NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |  |
| Eisen-II [Fe <sup>2+</sup> ]  | [mg/l]   | 0,970   |                    |                  |  |  |
| Mangan-II [Mn <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 0,660   |                    |                  |  |  |
| Chlorid [Cl]  | [mg/l]   | 92,000  |                    |                  |  |  |
| Nitrat [NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ]  | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |  |
| Sulfat [SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ]   | [mg/l]   | 254,000   |                    |                  |  |  |
| Orthophosphat [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]  | [mg/l]   | 0,070   |                    |                  |  |  |
| P, gesamt als [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]  | [mg/l]   | 0,070   |                    |                  |  |  |
| Kieselsäure [SiO <sub>2</sub> ]   | [mg/l]   | 13,500  |                    |                  |  |  |
| Gelöste org. Kohlenstoff [DOC]  | [mg/l]   | 1,600   |                    |                  |  |  |
| <b>Berechnete Wasserdaten</b>   |          | <b>K4,3 / pH</b>  | <b>K4,3 / K8,2</b> | <b>K8,2 / pH</b> |  |  |
| pH <sub>t<sub>b</sub></sub> (pH-Wert bei Bewertungstemperatur)  |          | 7,082   | 7,125              | 7,082            |  |  |
| m-Wert  | [mmol/l] | 7,305   | 7,304              | 6,651            |  |  |
| p-Wert  | [mmol/l] | -1,452  | -1,310             | -1,322           |  |  |
| c(DIC)  | [mg/l]   | 105,186   | 103,460            | 95,763           |  |  |
| Ionenstärke   | [mmol/l] | 21,462  | 21,459             | 21,161           |  |  |
| Gesamthärte   | [°dH]    | 38,094  | 38,094             | 38,094           |  |  |
| Karbonathärte   | [°dH]    | 20,451  | 20,447             | 18,619           |  |  |
| Ladungsbilanz   | [mmol/l] | 0,010   | 0,011              | 0,664            |  |  |
| Ladungsbilanz relativ   | [%]      | 0,066   | 0,076              | 4,468            |  |  |
| Gelöste Feststoffe [TDS]  | [mg/l]   | 1093,845  | 1093,673           | 1054,663         |  |  |
| <b>Calcitsättigungsdaten bei Bewertungstemperatur</b>   |          |   |                    |                  |  |  |
| pH <sub>ctb</sub> (Calcitsättigung durch Calcit)  |          | 6,917   | 6,928              | 6,940            |  |  |
| pH <sub>ca</sub> (Calcitsättigung durch CO <sub>2</sub> -Austausch)   |          | 6,836   | 6,836              | 6,874            |  |  |
| pH <sub>5mg</sub> (pH-Wert bei Calcitlösevermögen 5 mg/l)   |          | 6,813   | 6,813              | 6,848            |  |  |
| Delta-pH  |          | 0,165   | 0,197              | 0,142            |  |  |
| S <sub>i</sub> (Sättigungsindex Calcit)   |          | 0,246   | 0,289              | 0,208            |  |  |
| D <sub>c</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität)   | [mg/l]   | -43,927   | -49,798            | -34,110          |  |  |
| zugehörige Kohlensäure  | [mg/l]   | 113,669   | 113,514            | 94,938           |  |  |
| überschüssige Kohlensäure   | [mg/l]   | -49,110   | -55,152            | -36,168          |  |  |
| freie Kohlensäure   | [mg/l]   | 64,559  | 58,362             | 58,770           |  |  |
| <b>Weitere Daten</b>  |          |   |                    |                  |  |  |
| D <sub>C60</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität bei 60°C)  | [mg/l]   | -122,854  | -126,775           | -107,106         |  |  |
| <b>Beurteilung zur Calcitsättigung und Prüfung des Gültigkeitsbereiches</b>   |          |   |                    |                  |  |  |
| Die Vorgaben der TVO hinsichtlich der Calcitlösekapazität sind  | erfüllt  | erfüllt   | erfüllt            |                  |  |  |
| Die Ladungsbilanz ist ausgeglichen  | ja       | ja  | ja                 |                  |  |  |

Die Berechnung wurde abweichend von DIN 38404 mit zusätzlichen Analysenparametern durchgeführt.

|   |          |   |                    |                  |  |  |
|---|----------|---|--------------------|------------------|--|--|
| <b>Wasserchemische Berechnung zur Calciumcarbonatsättigung nach DIN 38404 -10 (2012) für Einzelwässer</b><br>WinWASI 5.0  |          | <b>Dr. Walter Kölle</b><br>Heesternwinkel 7<br>30657 Hannover<br>Telefon<br>Fax |                    |                  |  |  |
| <b>Bezeichnungen</b><br>Auftraggeber<br>Analyselabor<br>Probenahmeort/Probenahmedatum<br>Probenahmestelle/Probenbezeichnung<br>Bezeichnung Ergebnisse<br>Datum<br>Dateiname |          | Kölle<br><br>Buch, Analysenbeispiel 25<br><br>10.08.13                          |                    |                  |  |  |
| <b>Eingabedaten</b>   |          |   |                    |                  |  |  |
| Bewertungstemperatur $t_b$  | [°C]     | 10,100  |                    |                  |  |  |
| Messtemperatur des Wassers $t$  | [°C]     | 10,100  |                    |                  |  |  |
| Titrationstemperatur t4,3   | [°C]     | 20,000  |                    |                  |  |  |
| Titrationstemperatur t8,2   | [°C]     | 20,000  |                    |                  |  |  |
| Leitfähigkeit bei 25°C  | [mS/m]   | 89,500  |                    |                  |  |  |
| Sauerstoff [O <sub>2</sub> ]  | [mg/l]   | 6,800   |                    |                  |  |  |
| pH-Wert   |          | 8,570   |                    |                  |  |  |
| K <sub>S4,3</sub> (Säurekapazität pH4,3)  | [mmol/l] | 0,890 ohne CO <sub>2</sub> -Ausblasung  |                    |                  |  |  |
| K <sub>B8,2</sub> (Basenkapazität pH8,2)  | [mmol/l] |   |                    |                  |  |  |
| K <sub>S8,2</sub> (Säurekapazität pH8,2)  | [mmol/l] | 0,020   |                    |                  |  |  |
| K <sub>B4,3</sub> (Basenkapazität pH4,3)  | [mmol/l] |   |                    |                  |  |  |
| Calcium [Ca <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 104,000   |                    |                  |  |  |
| Magnesium [Mg <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 20,000  |                    |                  |  |  |
| Natrium [Na <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 34,000  |                    |                  |  |  |
| Kalium [K <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 2,600   |                    |                  |  |  |
| Ammonium [NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |  |
| Eisen-II [Fe <sup>2+</sup> ]  | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |  |
| Mangan-II [Mn <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |  |
| Chlorid [Cl]  | [mg/l]   | 92,000  |                    |                  |  |  |
| Nitrat [NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ]  | [mg/l]   | 1,500   |                    |                  |  |  |
| Sulfat [SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ]   | [mg/l]   | 239,000   |                    |                  |  |  |
| Orthophosphat [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]  | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |  |
| P, gesamt als [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]  | [mg/l]   | 0,000   |                    |                  |  |  |
| Kieselsäure [SiO <sub>2</sub> ]   | [mg/l]   | 13,700  |                    |                  |  |  |
| Gelöste org. Kohlenstoff [DOC]  | [mg/l]   | 1,600   |                    |                  |  |  |
| <b>Berechnete Wasserdaten</b>   |          | <b>K4,3 / pH</b>  | <b>K4,3 / K8,2</b> | <b>K8,2 / pH</b> |  |  |
| pH <sub>t<sub>b</sub></sub> (pH-Wert bei Bewertungstemperatur)  |          | 8,569   | 8,570              | 8,569            |  |  |
| m-Wert  | [mmol/l] | 0,835   | 0,835              | 0,842            |  |  |
| p-Wert  | [mmol/l] | 0,034   | 0,034              | 0,034            |  |  |
| c(DIC)  | [mg/l]   | 9,629   | 9,628              | 9,704            |  |  |
| Ionenstärke   | [mmol/l] | 12,572  | 12,572             | 12,575           |  |  |
| Gesamthärte   | [°dH]    | 19,140  | 19,140             | 19,140           |  |  |
| Karbonathärte   | [°dH]    | 2,312   | 2,312              | 2,330            |  |  |
| Ladungsbilanz   | [mmol/l] | -0,050  | -0,050             | -0,056           |  |  |
| Ladungsbilanz relativ   | [%]      | -0,589  | -0,589             | -0,668           |  |  |
| Gelöste Feststoffe [TDS]  | [mg/l]   | 554,589   | 554,582            | 554,960          |  |  |
| <b>Calcitsättigungsdaten bei Bewertungstemperatur</b>   |          |   |                    |                  |  |  |
| pH <sub>ctb</sub> (Calcitsättigung durch Calcit)  |          | 8,114   | 8,114              | 8,111            |  |  |
| pH <sub>ca</sub> (Calcitsättigung durch CO <sub>2</sub> -Austausch)   |          | 8,096   | 8,096              | 8,093            |  |  |
| pH <sub>5mg</sub> (pH-Wert bei Calcitlösevermögen 5 mg/l)   |          | 7,518   | 7,518              | 7,518            |  |  |
| Delta-pH  |          | 0,455   | 0,456              | 0,458            |  |  |
| S <sub>i</sub> (Sättigungsindex Calcit)   |          | 0,473   | 0,474              | 0,476            |  |  |
| D <sub>c</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität)   | [mg/l]   | -3,470  | -3,482             | -3,513           |  |  |
| zugehörige Kohlensäure  | [mg/l]   | 0,684   | 0,683              | 0,694            |  |  |
| überschüssige Kohlensäure   | [mg/l]   | -0,454  | -0,454             | -0,462           |  |  |
| freie Kohlensäure   | [mg/l]   | 0,230   | 0,229              | 0,232            |  |  |
| <b>Weitere Daten</b>  |          |   |                    |                  |  |  |
| D <sub>C60</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität bei 60°C)  | [mg/l]   | -5,214  | -5,224             | -5,287           |  |  |
| <b>Beurteilung zur Calcitsättigung und Prüfung des Gültigkeitsbereiches</b>   |          |   |                    |                  |  |  |
| Die Vorgaben der TVO hinsichtlich der Calcitlösekapazität sind  | erfüllt  | erfüllt   | erfüllt            |                  |  |  |
| Die Ladungsbilanz ist ausgeglichen  | ja       | ja  | ja                 |                  |  |  |

Die Berechnung wurde abweichend von DIN 38404 mit zusätzlichen Analysenparametern durchgeführt.

|   |          |   |  |                  |  |  |
|---|----------|---|--|------------------|--|--|
| <b>Wasserchemische Berechnung zur Calciumcarbonatsättigung nach DIN 38404 -10 (2012) für Einzelwässer</b><br><b>WinWASI 5.0</b>   |          | <b>Dr. Walter Kölle</b><br><b>Heesternwinkel 7</b><br><b>30657 Hannover</b><br><b>Telefon</b><br><b>Fax</b> |  |                  |  |  |
| <b>Bezeichnungen</b><br>Auftraggeber<br>Analyselabor<br>Probenahmeort/Probenahmedatum<br>Probenahmestelle/Probenbezeichnung<br>Bezeichnung Ergebnisse<br>Datum<br>Dateiname |          | Kölle<br>Buch, Analysenbeispiel 26<br>27.08.13  |  |                  |  |  |
| <b>Eingabedaten</b>   |          |   |  |                  |  |  |
| Bewertungstemperatur $t_b$  | [°C]     | 10,000  |  |                  |  |  |
| Messtemperatur des Wassers $t$  | [°C]     | 10,000  |  |                  |  |  |
| Titrationstemperatur t4,3   | [°C]     | 20,000  |  |                  |  |  |
| Titrationstemperatur t8,2   | [°C]     | 20,000  |  |                  |  |  |
| Leitfähigkeit bei 25°C  | [mS/m]   | 53,600  |  |                  |  |  |
| Sauerstoff [O <sub>2</sub> ]  | [mg/l]   | 0,000   |  |                  |  |  |
| pH-Wert   |          | 6,570   |  |                  |  |  |
| K <sub>S4,3</sub> (Säurekapazität pH4,3)  | [mmol/l] | 1,750   | ohne CO <sub>2</sub> -Ausblasung         |                  |  |  |
| K <sub>B8,2</sub> (Basenkapazität pH8,2)  | [mmol/l] | 1,220   |  |                  |  |  |
| K <sub>S8,2</sub> (Säurekapazität pH8,2)  | [mmol/l] |   |  |                  |  |  |
| K <sub>B4,3</sub> (Basenkapazität pH4,3)  | [mmol/l] |   |  |                  |  |  |
| Calcium [Ca <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 68,000  |  |                  |  |  |
| Magnesium [Mg <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 6,500   |  |                  |  |  |
| Natrium [Na <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 18,000  | abgeschätzt aus der Chloridkonzentration |                  |  |  |
| Kalium [K <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 0,000   |  |                  |  |  |
| Ammonium [NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ]  | [mg/l]   | 0,600   |  |                  |  |  |
| Eisen-II [Fe <sup>2+</sup> ]  | [mg/l]   | 14,500  |  |                  |  |  |
| Mangan-II [Mn <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]   | 0,900   |  |                  |  |  |
| Chlorid [Cl]  | [mg/l]   | 28,000  |  |                  |  |  |
| Nitrat [NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ]  | [mg/l]   | 0,000   |  |                  |  |  |
| Sulfat [SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ]   | [mg/l]   | 101,000   |  |                  |  |  |
| Orthophosphat [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]  | [mg/l]   | 0,800   |  |                  |  |  |
| P, gesamt als [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]  | [mg/l]   | 0,800   |  |                  |  |  |
| Kieselsäure [SiO <sub>2</sub> ]   | [mg/l]   | 11,500  |  |                  |  |  |
| Gelöster org. Kohlenstoff [DOC]   | [mg/l]   |   |  |                  |  |  |
| <b>Berechnete Wasserdaten</b>   |          | <b>K4,3 / pH</b>  | <b>K4,3 / K8,2</b>                       | <b>K8,2 / pH</b> |  |  |
| pH <sub>t<sub>b</sub></sub> (pH-Wert bei Bewertungstemperatur)  |          | 6,574   | 6,577                                    | 6,574            |  |  |
| m-Wert  | [mmol/l] | 1,694   | 1,694                                    | 1,682            |  |  |
| p-Wert  | [mmol/l] | -1,223  | -1,215                                   | -1,215           |  |  |
| c(DIC)  | [mg/l]   | 35,036  | 34,933                                   | 34,790           |  |  |
| Ionenstärke   | [mmol/l] | 7,089   | 7,089                                    | 7,083            |  |  |
| Gesamthärte   | [°dH]    | 10,999  | 10,999                                   | 10,999           |  |  |
| Karbonathärte   | [°dH]    | 4,807   | 4,807                                    | 4,773            |  |  |
| Ladungsbilanz   | [mmol/l] | 0,677   | 0,677                                    | 0,689            |  |  |
| Ladungsbilanz relativ   | [%]      | 13,645  | 13,647                                   | 13,906           |  |  |
| Gelöste Feststoffe [TDS]  | [mg/l]   | 352,778   | 352,772                                  | 352,054          |  |  |
| <b>Calcitsättigungsdaten bei Bewertungstemperatur</b>   |          |   |  |                  |  |  |
| pH <sub>ctb</sub> (Calcitsättigung durch Calcit)  |          | 7,400   | 7,403                                    | 7,403            |  |  |
| pH <sub>ca</sub> (Calcitsättigung durch CO <sub>2</sub> -Austausch)   |          | 7,850   | 7,850                                    | 7,853            |  |  |
| pH <sub>5mg</sub> (pH-Wert bei Calcitlösevermögen 5 mg/l)   |          | 7,591   | 7,591                                    | 7,592            |  |  |
| Delta-pH  |          | -0,827  | -0,826                                   | -0,830           |  |  |
| S <sub>i</sub> (Sättigungsindex Calcit)   |          | -1,276  | -1,273                                   | -1,279           |  |  |
| D <sub>c</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität)   | [mg/l]   | 86,435  | 85,876                                   | 86,036           |  |  |
| zugehörige Kohlensäure  | [mg/l]   | 2,796   | 2,796                                    | 2,758            |  |  |
| überschüssige Kohlensäure   | [mg/l]   | 50,050  | 49,677                                   | 49,717           |  |  |
| freie Kohlensäure   | [mg/l]   | 52,846  | 52,473                                   | 52,474           |  |  |
| <b>Weitere Daten</b>  |          |   |  |                  |  |  |
| D <sub>C60</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität bei 60°C)  | [mg/l]   | 57,942  | 57,541                                   | 57,788           |  |  |
| <b>Beurteilung zur Calcitsättigung und Prüfung des Gültigkeitsbereiches</b>   |          |   |  |                  |  |  |
| Die Vorgaben der TVO hinsichtlich der Calcitlösekapazität sind  |          | nicht erfüllt   | nicht erfüllt                            | nicht erfüllt    |  |  |
| Die Ladungsbilanz ist ausgeglichen  |          | nein  | nein                                     | nein             |  |  |

Die Berechnung wurde abweichend von DIN 38404 mit zusätzlichen Analysenparametern durchgeführt.

|   |                       |   |  |                  |  |  |
|---|-----------------------|---|--|------------------|--|--|
| <b>Wasserchemische Berechnung zur Calciumcarbonatsättigung nach DIN 38404 -10 (2012) für Einzelwässer</b><br><b>WinWASI 5.0</b>   |                       | <b>Dr. Walter Kölle</b><br><b>Heesternwinkel 7</b><br><b>30657 Hannover</b><br><b>Telefon</b><br><b>Fax</b> |  |                  |  |  |
| <b>Bezeichnungen</b><br>Auftraggeber<br>Analyselabor<br>Probenahmeort/Probenahmedatum<br>Probenahmestelle/Probenbezeichnung<br>Bezeichnung Ergebnisse<br>Datum<br>Dateiname |                       | Kölle<br><br>Buch, Analysenbeispiel 27<br><br>10.08.13  |  |                  |  |  |
| <b>Eingabedaten</b>   |                       |   |  |                  |  |  |
| Bewertungstemperatur $t_b$  | [°C]                  | 10,000  |  |                  |  |  |
| Messtemperatur des Wassers $t$  | [°C]                  | 10,000  |  |                  |  |  |
| Titrationstemperatur $t_{4,3}$  | [°C]                  | 20,000  |  |                  |  |  |
| Titrationstemperatur $t_{8,2}$  | [°C]                  | 20,000  |  |                  |  |  |
| Leitfähigkeit bei 25°C  | [mS/m]                | 57,500  |  |                  |  |  |
| Sauerstoff [O <sub>2</sub> ]  | [mg/l]                | 10,900  |  |                  |  |  |
| pH-Wert   |                       | 7,640   |  |                  |  |  |
| K <sub>S4,3</sub> (Säurekapazität pH4,3)  | [mmol/l]              | 1,600   | ohne CO <sub>2</sub> -Ausblasung         |                  |  |  |
| K <sub>B8,2</sub> (Basenkapazität pH8,2)  | [mmol/l]              | 0,090   |  |                  |  |  |
| K <sub>S8,2</sub> (Säurekapazität pH8,2)  | [mmol/l]              |   |  |                  |  |  |
| K <sub>B4,3</sub> (Basenkapazität pH4,3)  | [mmol/l]              |   |  |                  |  |  |
| Calcium [Ca <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]                | 85,600  |  |                  |  |  |
| Magnesium [Mg <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]                | 6,500   |  |                  |  |  |
| Natrium [Na <sup>+</sup> ]  | [mg/l]                | 18,000  | abgeschätzt aus der Chloridkonzentration |                  |  |  |
| Kalium [K <sup>+</sup> ]  | [mg/l]                | 0,000   |  |                  |  |  |
| Ammonium [NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ]  | [mg/l]                | 0,000   |  |                  |  |  |
| Eisen-II [Fe <sup>2+</sup> ]  | [mg/l]                | 0,000   |  |                  |  |  |
| Mangan-II [Mn <sup>2+</sup> ]   | [mg/l]                | 0,000   |  |                  |  |  |
| Chlorid [Cl]  | [mg/l]                | 46,000  |  |                  |  |  |
| Nitrat [NO <sub>3</sub> ]   | [mg/l]                | 0,000   |  |                  |  |  |
| Sulfat [SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ]   | [mg/l]                | 102,000   |  |                  |  |  |
| Orthophosphat [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]  | [mg/l]                | 3,000   |  |                  |  |  |
| P, gesamt als [PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ]  | [mg/l]                | 5,900   |  |                  |  |  |
| Kieselsäure [SiO <sub>2</sub> ]   | [mg/l]                | 13,300  |  |                  |  |  |
| Gelöster org. Kohlenstoff [DOC]   | [mg/l]                |   |  |                  |  |  |
| <b>Berechnete Wasserdaten</b>   |                       | <b>K4,3 / pH</b>  | <b>K4,3 / K8,2</b>                       | <b>K8,2 / pH</b> |  |  |
| pH <sub>t<sub>b</sub></sub> (pH-Wert bei Bewertungstemperatur)  |                       | 7,522   | 7,593                                    | 7,496            |  |  |
| m-Wert  | [mmol/l]              | 1,588   | 1,588                                    | 1,263            |  |  |
| p-Wert  | [mmol/l]              | -0,023  | -0,003                                   | -0,005           |  |  |
| c(DIC)  | [mg/l]                | 19,356  | 19,114                                   | 15,239           |  |  |
| Ionenstärke   | [mmol/l]              | 8,035   | 8,033                                    | 7,880            |  |  |
| Gesamthärte   | [°dH]                 | 13,458  | 13,458                                   | 13,458           |  |  |
| Karbonathärte   | [°dH]                 | 4,199   | 4,195                                    | 3,291            |  |  |
| Ladungsbilanz   | [mmol/l]              | 0,580   | 0,580                                    | 0,905            |  |  |
| Ladungsbilanz relativ   | [%]                   | 10,942  | 10,946                                   | 17,614           |  |  |
| Gelöste Feststoffe [TDS]  | [mg/l]                | 367,002   | 366,860                                  | 347,607          |  |  |
| <b>Calcitsättigungsdaten bei Bewertungstemperatur</b>   |                       |   |  |                  |  |  |
| pH <sub>ctb</sub> (Calcitsättigung durch Calcit)  |                       | 7,784   | 7,796                                    | 7,875            |  |  |
| pH <sub>ca</sub> (Calcitsättigung durch CO <sub>2</sub> -Austausch)   |                       | 7,822   | 7,823                                    | 7,925            |  |  |
| pH <sub>5mg</sub> (pH-Wert bei Calcitlösevermögen 5 mg/l)   |                       | 7,556   | 7,557                                    | 7,575            |  |  |
| Delta-pH  |                       | -0,262  | -0,203                                   | -0,379           |  |  |
| S <sub>i</sub> (Sättigungsindex Calcit)   |                       | -0,300  | -0,230                                   | -0,429           |  |  |
| D <sub>C</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität)   | [mg/l]                | 5,817   | 4,168                                    | 6,579            |  |  |
| zugehörige Kohlensäure  | [mg/l]                | 2,568   | 2,557                                    | 1,589            |  |  |
| überschüssige Kohlensäure   | [mg/l]                | 2,558   | 1,789                                    | 2,679            |  |  |
| freie Kohlensäure   | [mg/l]                | 5,126   | 4,346                                    | 4,268            |  |  |
| <b>Weitere Daten</b>  |                       |   |  |                  |  |  |
| D <sub>C60</sub> (Calcitlöse-/Abscheidekapazität bei 60°C)  | [mg/l]                | -3,004  | -4,331                                   | 0,269            |  |  |
| <b>Beurteilung zur Calcitsättigung und Prüfung des Gültigkeitsbereiches</b>   |                       |   |  |                  |  |  |
| Die Vorgaben der TVO hinsichtlich der Calcitlösekapazität sind  | nicht erfüllt<br>nein | erfüllt<br>nein   | nicht erfüllt<br>nein                    |                  |  |  |
| Die Ladungsbilanz ist ausgeglichen  |                       |   |  |                  |  |  |

Die Berechnung wurde abweichend von DIN 38404 mit zusätzlichen Analysenparametern durchgeführt.