


**Bestimmung der Nicht-Karbonathärte NKH**

ein Nebenparameter, von Bedeutung für gewisse Bierstile



**BrauLabor 5**  
Physik/Chemie

**NichtKarbonat Härte NKH**  
selten wichtig

<b>Aufwand:</b> klein	<b>Material:</b> gering	<b>Zeit:</b> gering	<b>Experimenttyp:</b> Auswertung von Messungen	<b>Anspruch:</b> gering
--------------------------	----------------------------	------------------------	---	----------------------------

**Einführung**


**Was ist nun eigentlich die Nichtkarbonathärte?**

Die **Nichtkarbonathärte** besteht aus Calcium- und Magnesiumverbindungen mit anderen Anionen als den Hydrogenkarbonationen, primär mit **Chloriden Cl<sup>-</sup>** (z.B. CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub>) und **Sulfaten SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>** (z.B. CaSO<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub>), aber auch **Nitrat** **NO<sub>3</sub>** (z.B. Ca- und Mg-Nitrate, z.B. Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>), **Phosphaten PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>** (Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, Mg<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>) oder **Silicaten** (z.B. CaSiO<sub>3</sub>, MgOxSiO<sub>2</sub>).

Die Nichtkarbonathärte hat an der Gesamthärte GH meist den kleineren Anteil und ist auch für das Brauen von untergeordneter Bedeutung, da die mineralsauren Salze den Maischprozess kaum beeinträchtigen (vgl. Kasten "Kernwissen").

**Nachweisprinzip:**

Die Nichtkarbonathärte wird nicht direkt wasseranalytisch bestimmt, sondern indirekt aus den Daten der Gesamtwasserhärte GH und der Karbonathärte KH. So gesehen kann sie "rechnerisch" ermittelt werden:  $NKH [^\circ dH] = GH [^\circ dH] - KH [^\circ dH]$ .




**Grundwissen**

**Kernwissen für Braupraxis: NICHTKARBONATHÄRTE NKH**

Die NKH ist ein Wasserparameter, der beim Brauprozess kaum in Erscheinung tritt. Die NK-Härte spielt nur dann eine Rolle, wenn ein Wasser mit hoher Nichtkarbonathärte zum Brauen eines typisch weichen und sehr schlanken Bieres wie z.B. Pilsner verwendet wird und daher praktisch entmineralisiert werden muss.

Zusätzlich spielt die NKH bei der "Imitation" gewisser Biertypen wie Münchner (NKH = 14.2) oder Wiener (NKH = 38.6) eine Rolle.



**ziel**

Die Berechnung der Nichtkarbonathärte ist rein rechnerisch zu bewältigen. Ziel dieser Berechnung kann es sein, diesen Parameter beim Design gewisser Biertypen zu berücksichtigen und auch, falls verschiedene Masseneinheiten hinter den zur Berechnung notwendigen Daten der Gesamthärte und Karbonathärte wie °dH, °fH, ppm, mg/L oder gar mmol/L, diese sicher ineinander umwandeln zu können.

**Materialien**

Glaswaren/Geräte/andere Materialien	Material zur Bestimmung der Gesamthärte (cf. Braulabor 3 "Wasserhärte") Material zur Bestimmung der Karbonathärte (cf. Braulabor 4 "Karbonathärte")
Verbrauchsmaterial	siehe Testsets bzw. Anleitung Braulabor 3 und 4
Chemikalien	siehe Testsets bzw. Anleitung Braulabor 3 und 4
Untersuchungsobjekt	Brauwasser für NKH-hohe Biertypen, aufbereitetes Brauwasser

## I. Grundlage: Bestimmung der Wasserhärten GH und KH

### I.1. Bestimmung der Gesamthärte GH

Die Bestimmung der Gesamthärte (Theorie, Bestimmung, pdf-Anleitung) ist ausführlich beschrieben:

- Theorie: [hier](#) > 2.4. Kenngröße 3: Die Gesamtwasserhärte GH
- Praxisaspekte: [hier](#) > 3.3. Die Bestimmung der Wasserhärte GH (Gesamthärte)
- pdf-Anleitung: [hier](#)

### I.2. Bestimmung der Karbonathärte KH

Die Bestimmung der Karbonathärte (Theorie, Bestimmung, pdf-Anleitung) ist ausführlich beschrieben:

- Theorie: [hier](#) > 2.5. Kenngröße 4: Die Karbonathärte KH
- Praxisaspekte: [hier](#) > 3.4. Die Bestimmung der Karbonathärte KH
- pdf-Anleitung: [hier](#)

## 2. Berechnung der Nichtkarbonathärte NKH

### 2.1. Formeln und Berechnung

Die NKH wird rechnerisch erfasst aus den beiden kolorimetrischen Messungen der Gesamthärte GH und der Karbonathärte KH:

Formel: **Nichtkarbonathärte NKH [°dH] = Gesamthärte GH [°dH] - Karbonathärte KH [°dH]**,  
bzw.  
**NKH = GH - KH**

### Berechnungsbeispiele:

Wasserhärten:	Pilsen	München	Köln	Dortmund
Gesamthärte GH	2.3 °dH	15.6 °dH	18.8 °dH	41.3 °dH
Karbonathärte KH	1.4 °dH	14.3 °dH	12.5 °dH	16.8 °dH
<b>Nichtkarbonathärte NKH</b>	<b>2.3 - 1.4 = 0.9 °dH</b>	<b>15.6 - 14.3 = 1.3 °dH</b>	<b>18.8 - 12.5 = 6.3 °dH</b>	<b>41.3 - 16.8 = 24.5 °dH</b>

### 2.2. Interpretationsbeispiel:

- ▶ Will man mit dem sehr weichen "Pilsner-Wasser" ein Dortmunder Export brauen, so muss das Wasser aufbereitet werden: Aufsalzen: z.B. Zugabe von Calcium in Form von Braugips, Calciumsulfat oder Calciumchlorid und/oder Magnesium als Bittersalz (Magnesiumsulfat).
- ▶ Will man mit Dortmunder Wasser ein helles Münchner Bier brauen, kann man Dortmunder Wasser abkochen (→ Reduktion der Karbonathärte) und den immer noch hohen NKH-Gehalt mit gekauftem vollentsalztem Wasser auf den gewünschten NKH-Endwert verdünnen.

## 3. Umrechnungsfaktoren für Konzentrationsangaben

Wenn man die wasseranalytischen Daten von einem öffentlichen Wasserversorger beziehen kann, oder wenn man ein Bierrezept z.B. aus den USA "klonen" möchte, sind u.U. verschiedene Konzentrationsangaben umzurechnen, z.B. ppm in °dH. Die Tabelle in Abb. 1 gibt die notwendigen Umrechnungsfaktoren.

gesucht gegeben	$K_{s4,3}$ (SBV) mmol/l	mmol/l $\text{CaCO}_3$ (Ca)	mg/l $\text{CaCO}_3$	mg/l Ca	mg/l $\text{HCO}_3^-$	Dt. Grad °d	Engl. Grad °e	Franz. Grad °f
$K_{s4,3}$ (SBV) 1 mmol/l	1	0,5	50,04	20,04	61,02	2,80	3,51	5,00
1 mmol/l $\text{CaCO}_3$ (Ca)	2	1	100,1	40,08	122,0	5,61	7,02	10,01
1 mg/l $\text{CaCO}_3$	0,020	0,010	1	0,400	1,22	0,056	0,070	0,100
1 mg/l Ca	0,050	0,025	2,50	1	3,04	0,140	0,175	0,250
1 mg/l $\text{HCO}_3^-$	0,016	0,008	0,820	0,328	1	0,046	0,058	0,082
1 Dt. Grad °d	0,357	0,178	17,85	7,15	21,76	1	1,25	1,78
1 Engl. Grad °e	0,285	0,142	14,25	5,71	17,38	0,799	1	1,43
1 Franz. Grad °f	0,200	0,100	10,00	4,00	12,19	0,560	0,702	1

Abb. 1. Umrechnungsfaktoren zwischen verschiedenen Härteinformationen.

[Quelle: Merck Millipore, Anleitung Gesamthärte-Test, 2013]

#### 4. Internet-basierte “Wasserrechner”

Als Hilfsmittel zur Wasseraufbereitung stehen auf dem Internet zahlreiche “Wasserrechner” zur Verfügung. Als Beispiel sei der “maischemalzundmehr”-Rechner erwähnt (cf. Abb. 2 > auf Abb. klicken!).

WASSERAUFBEREITUNG

Vorbehandlung mit CaO (optional) >

Wassermenge

Gesamtvolumen:  L

Einmischwasser (Hauptguss):  L

Salze und Säuren (optional) >

Sauermais zur Mische (optional) >

Verschnitt mit Zweitwasser (optional) >

pH-Wert Vorhersage Mische (optional) >

Übersicht Brauwasser nach Aufbereitung

Restalkalität:

-

Ionenprofil

Kalzium: -

Magnesium: -

Sulfat: -

Chlorid: -

Natrium: -

Abb. 2. Die Internet-basierte Rechenhilfe zur Aufbereitung von Wasser.