

Prüfung betonangreifender Wässer mit Schnellverfahren

Using rapid methods to test waters which are corrosive to concrete

Contrôle d'eaux attaquant le béton par une méthode rapide

Dietbert Knöfel, Siegen, und Wolfram Rechenberg, Düsseldorf

Übersicht

Nach DIN 4030 sind Wasservorkommen, die auf Beton einwirken können, nach aufwendigen Referenzverfahren im chemischen Laboratorium oder mit einfachen Schnellverfahren auf der Baustelle zu analysieren. Die Schnellverfahren werden eingehend beschrieben.

Erfüllt das untersuchte Wasser folgende Kriterien: $Mg^{2+} < 300 \text{ mg/l}$, $NH_4^+ < 15 \text{ mg/l}$, $SO_4^{2-} < 200 \text{ mg/l}$, $Cl^- < 500 \text{ mg/l}$ und CO_2 , kalkangreifend $< 15 \text{ mg } CO_2/l$ und ist der pH-Wert außerdem größer als 6,5, so gilt das Wasser als nicht betonangreifend nach DIN 4030. Wird ein Kriterium überschritten oder ist der pH-Wert kleiner als 6,5, so muß eine erneut entnommene Wasserprobe nach dem Referenzverfahren analysiert werden.

Abstract

According to DIN 4030 bodies of water to which concrete may be exposed must be analyzed by elaborate reference methods in chemical laboratories or by simple rapid methods at the building site. The rapid methods are described in detail.

If the water under investigation fulfils the following criteria: $Mg^{2+} < 300 \text{ mg/l}$, $NH_4^+ < 15 \text{ mg/l}$, $SO_4^{2-} < 200 \text{ mg/l}$, $Cl^- < 500 \text{ mg/l}$, and aggressive carbonic acid $< 15 \text{ mg } CO_2/l$, and if the pH value is also greater than 6.5, then the water is rated by DIN 4030 as not corrosive to concrete. If one of the criteria is exceeded or the pH value is less than 6.5, then a new water sample must be taken and analyzed by the reference method.

Abrégé

Selon la norme DIN 4030, les eaux qui peuvent agir sur le béton doivent être analysées en laboratoire selon des procédures de référence sophistiquées, ou faire l'objet d'une analyse par une méthode

rapide simple sur le chantier concerné. Le présent exposé décrit en détail les méthodes rapides.

Si l'eau examinée répond aux critères suivants: $Mg^{2+} < 300$ mg/l, $NH_4^+ < 15$ mg/l, $SO_4^{2-} < 200$ mg/l, $Cl^- < 500$ mg/l et CO_2 , attaquant le calcaire < 15 mg CO_2 /l et si la valeur pH est en outre supérieure à 6,5, l'eau est considérée comme étant une eau n'agissant pas sur le béton selon la norme DIN 4030. Si l'un des critères est dépassé, ou si la valeur pH est inférieure à 6,5, un échantillon d'eau nouvellement prélevé doit être analysé selon la méthode de référence.

1 Einleitung

Die angreifende Wirkung von Wasser, Boden oder von Gasen auf Beton ist nach DIN 4030 [1] zu beurteilen. Die Wirkung eines angreifenden Stoffs hängt u. a. von seiner Konzentration ab. Daher wird im Teil 2 der Norm eine grundsätzliche Beschreibung der als Referenzverfahren gekennzeichneten Regeln für die Durchführung der Analysen gegeben. Auf eine ausführliche Darstellung wurde verzichtet. Sie findet sich in [2]. Bei der Neubearbeitung der Norm wurden neben den bisher üblichen Referenzverfahren auch Schnellverfahren für die Prüfung auf der Baustelle [3] aufgenommen. Auch bei den Schnellverfahren wurde in der Norm auf eine ausführliche Darstellung verzichtet. Diese ausführlichen Anleitungen sind nachstehend zusammengestellt.

Die Untersuchung von Wasser mit Schnellverfahren kann nur zu verlässlichen Ergebnissen und damit zu einer ordnungsgemäßen Beurteilung des anstehenden Wassers führen, wenn sie auf repräsentative Wasserproben angewendet werden. Aus diesem Grund schreibt die Norm eine Probenahme nach DIN 4021 [4] vor. Darin wird im wesentlichen festgelegt, wie ein Bohrloch zu erstellen und ggf. zu verrohren ist. Außerdem werden Anweisungen gegeben, damit das im Bohrloch befindliche Wasser nicht durch Oberflächenwasser oder Bohrflüssigkeit verunreinigt oder mit Wasser aus anderen Grundwasserstockwerken vermischt oder durch Luft in seiner Zusammensetzung verändert wird. Dazu ist ein Bohrloch niederzubringen, in das in der Regel ein Peilrohr mit einer lichten Weite von wenigstens 50 mm einzusetzen ist. Vor der Entnahme ist abgestandenes Wasser aus dem Peilrohr und den Ansaugleitungen zu entfernen. Aus dem Rohr wird das Wasser mit einer Tauchpumpe abgepumpt oder mit einem Schöpfergerät entnommen. Dabei darf das Wasser nicht mit Luft vermischt werden. Es sollte auch nur möglichst wenig mit Luft in Berührung kommen. Weitergehende Hinweise z. B. zum Probennehmer und zur Probenahme finden sich in [2].

Die Schnellprüfung sollte zweckmäßigerweise zusammen mit der Probenahme durchgeführt werden. Der Ablauf der Probenahme und der nachfolgenden Untersuchungen ist im Bild 1 schematisch wiedergegeben.

Die nach Bild 1 vorgesehene Prüfung auf der Baustelle wird in eine visuelle Prüfung und eine chemisch-analytische Prüfung mit einfachen Schnellverfahren unterteilt. Die visuelle Prüfung schließt eine Beurteilung des Standorts und der Probe ein. Als bedenklich gilt ein

Standort, wenn er in der Nähe einer Deponie oder einer industriellen Ansiedlung liegt. Eine Wasserprobe gilt als bedenklich, wenn sie nach dem Absetzen von Schwebstoffen eine dunkle Farbe oder einen fauligen Geruch aufweist oder wenn aus ihr Gasblasen aufsteigen. Ist ein Standort als bedenklich einzuordnen, so ist eine weitere Wasserprobe zu entnehmen und nach den Referenzverfahren [2] zu untersuchen. Gilt ein Standort als unbedenklich, so kann die Wasserprobe auf der Baustelle mit dem Schnellverfahren geprüft werden. Dabei ist der Gehalt an Magnesium (Mg^{2+}), Ammonium (NH_4^+), Sulfat (SO_4^{2-}), Chlorid (Cl^-) und kalklösender Kohlensäure so-

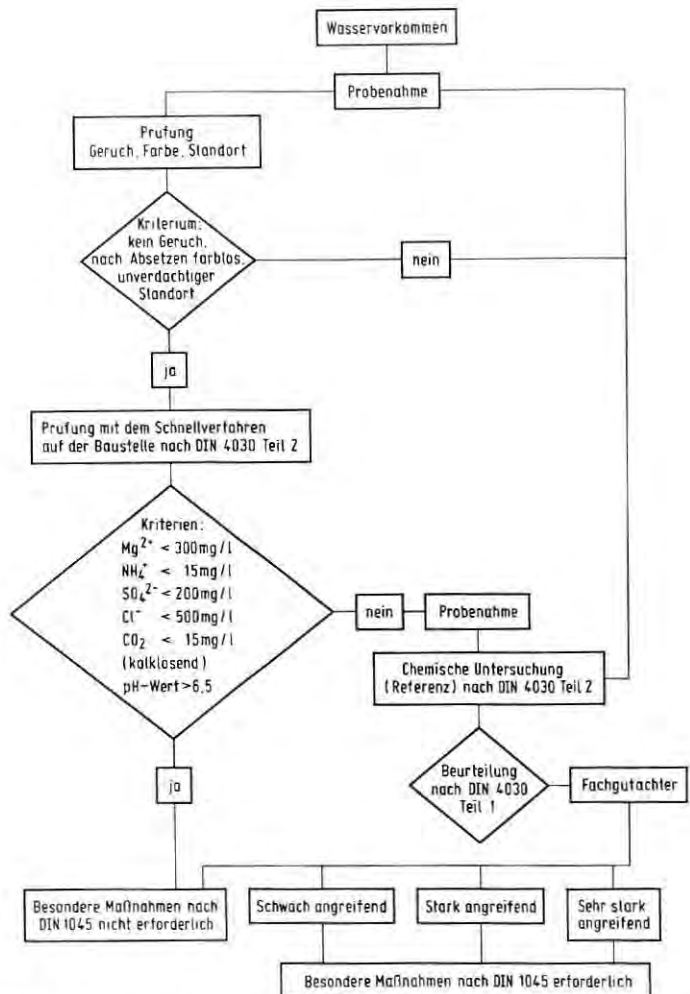


Bild 1 Vorgehen bei der Probenahme von Wasser und Kriterien für die Prüfung nach dem Schnellverfahren; aus DIN 4030 Teil 2

wie der pH-Wert zu bestimmen. Sind die dabei erhaltenen Gehalte niedriger als die Angaben im Bild 1 und ist der pH-Wert außerdem größer als 6,5, so wird ein Beton nach DIN 1045 [5] durch dieses Wasser nicht angegriffen. Übersteigt jedoch ein Gehalt die Angaben im Bild 1 oder ist der pH-Wert niedriger als 6,5, so ist eine erneute Entnahme und Analyse nach dem Referenzverfahren erforderlich.

2 Schnellverfahren

Für die Durchführung der Schnellverfahren ist im Fachhandel unter der Bezeichnung „Wasserlabor für die Bauindustrie“ ein Prüfkoffer mit den benötigten Geräten und Reagenzien erhältlich (Bild 2).

Bei einigen der nachfolgend beschriebenen Bestimmungen können Verfärbungen auftreten, die den beigefügten Farbskalen nicht zuzuordnen sind. In diesen Fällen müssen die Referenzverfahren nach DIN 4030 [1, 2] angewendet werden.

2.1 pH-Wert

Ein Wasser kann neutral ($\text{pH} = 7$), sauer (pH kleiner 7) oder alkalisch (pH größer 7) reagieren.

Der pH-Wert von klarem, ungefärbtem Wasser kann mit Indikatorstäbchen oder durch Zugabe einer Indikatorlösung bestimmt werden. Bei trübem oder gefärbtem Wasser sind Indikatorstäbchen zu verwenden.



Bild 2 Ansicht des im Fachhandel erhältlichen Prüfkoffers „Wasserlabor für die Bauindustrie“

Durchführung

A Klares, ungefärbtes Wasser

1. Meßgefäß mit dem zu prüfenden unveränderten Wasser spülen und bis zur 5 ml-Markierung füllen.
2. Drei Tropfen pH-Indikatorlösung hinzufügen und gut schütteln.
3. Meßgefäß auf die pH-Farbskala aufsetzen und so lange verschieben, bis die Farbe der Lösung und der Farbvergleichswert übereinstimmen oder eine Einordnung zwischen zwei Farbvergleichswerten möglich ist. Hierbei ist von oben durch die Lösung zu schauen.
4. pH-Wert auf 0,5 pH-Einheiten ablesen.

B Trübes oder gefärbtes Wasser

1. Meßgefäß mit dem zu prüfenden unveränderten Wasser spülen und bis zur Markierung füllen.
2. Indikatorstäbchen 1 bis 5 min in das Wasser eintauchen, Warten bis eine Farbkonstanz eingetreten ist.
3. Indikatorstäbchen mit der beigefügten Farbskala vergleichen.
4. pH-Wert auf 0,5 pH-Einheiten ablesen.

2.2 Geruch

Die Geruchsprüfung soll zeigen, ob eine Wasserprobe Schwefelwasserstoff, Sulfide oder organische Verbindungen enthält. Der Geruch ist an der ursprünglichen Probe und an einer mit verdünnter Phosphorsäure angesäuerten Probe zu prüfen. Die Zugabe der Phosphorsäure 1 + 9 (10 ml Phosphorsäure auf 100 ml verdünnt) ist erforderlich, da alkalische Wässer Sulfide enthalten können, die erst nach Ansäuern am Geruch erkannt werden.

Durchführung

1. Das Meßgefäß mit dem zu prüfenden unveränderten Wasser spülen und bis zur 5 ml-Markierung füllen.
2. Geruch der Probe prüfen.
3. Fünf Tropfen der Phosphorsäure zugeben und vorsichtig umschwenken.
4. Geruch der Probe prüfen.

2.3 Härte

2.3.1 Gesamthärte

Die Gesamthärte (GH) eines Wassers wird durch die Summe des Erdkalkigehalts bestimmt. Dabei sind die Gehalte an Calcium- und Magnesiumionen maßgebend.

Die Bezeichnung „Deutscher Härtegrad“ (°d) hat sich in der Praxis eingebürgert und bis heute erhalten. Die neue Bezeichnung der Gesamthärte ist „Härte“. Sie hat die gesetzliche Einheit mol/m³.

1 mmol/l entspricht 40,08 mg Ca^{2+} /l bzw. 24,31 mg Mg^{2+} /l

1 °d entspricht 10,00 mg CaO/l bzw. 7,19 mg MgO/l.

Die Wasserprobe wird mit einem „Gesamthärte-Indikator“ versetzt. Dadurch entsteht ein rot gefärbter Erdalkalikomplex. Gleichzeitig wird der pH-Wert des Wassers auf etwa 10 eingestellt. Diese Lösung wird mit einer Gesamthärte-Titrierlösung tropfenweise versetzt. Dadurch wird der Komplexbildner freigesetzt. Die Lösung ändert ihre Farbe von Rot über Graugrün nach Grün. Die Titrierlösung ist so eingestellt, daß ein Tropfen 1 °d entspricht.

Durchführung

1. Meßgefäß mit dem zu prüfenden unveränderten Wasser spülen und bis zur 5 ml-Markierung füllen.
2. Drei Tropfen Gesamthärte-Indikatorlösung zugeben und vorsichtig umschwenken. Bei Anwesenheit von Härtebildnern färbt sich die Probe rot.
3. Gesamthärte-Titrierlösung aus der Tropfflasche tropfenweise zufügen bis zum Farbumschlag nach Grün. Hierbei die Tropfflasche senkrecht halten und das Reaktionsgefäß nach jedem Tropfen umschwenken.

Die Tropfen sind zu zählen. Dabei entspricht 1 Tropfen = 1 °d.

2.3.2 Carbonathärte

Unter der Carbonathärte versteht man den Anteil der Erdalkalien, der an Carbonat, Hydrogencarbonat und Hydroxyl gebunden ist. Die Carbonathärte ist meist kleiner als die Gesamthärte. Übersteigt sie die Gesamthärte nach Abschnitt 2.3.1, so wird die Carbonathärte auch als Gesamthärte angegeben.

Die Carbonathärte wird in Gegenwart eines Säure-Basen-Mischindicators mit Salzsäure bestimmt. 1 Tropfen der Salzsäure entspricht 1 °d.

Durchführung

1. Meßgefäß mit dem zu prüfenden unveränderten Wasser spülen und bis zur 5 ml-Markierung auffüllen.
2. Drei Tropfen Carbonathärte-Indikatorlösung zugeben und vorsichtig umschwenken. Bei Anwesenheit von Härtebildnern färbt sich die Probe blau.
3. Carbonathärte-Titrierlösung aus der Tropfflasche tropfenweise zufügen, bis die blaue Farbe der Wasserprobe über Grau (kurz vor dem Umschlag) nach Rot umschlägt. Hierbei die Tropfflasche senkrecht halten und das Reaktionsgefäß nach jedem Tropfen vorsichtig umschwenken.

Die Tropfen sind zu zählen. Dabei entspricht 1 Tropfen = 1 °d.

Die Anzahl der verbrauchten Tropfen an Salzsäure wird für die Bestimmung der kalklösenden Kohlensäure nach Abschnitt 2.8 benötigt.

2.4 Magnesium

Magnesium bildet mit dem Reagenz nach Mann und Yoe einen roten Farbstoff, dessen Farbe von der Magnesiumkonzentration abhängt. Da das Reagenz sehr empfindlich ist, wird die Wasserprobe zweimal mit Pufferlösung verdünnt. Der Magnesiumgehalt ergibt sich aus einem Vergleich mit einer Farbskala, an der der Magnesiumgehalt in mg/l in 7 Stufen bis zu einem Gehalt von 1500 mg/l abgelesen werden kann.

Durchführung

1. Einen Tropfen des zu prüfenden unveränderten Wassers mit der Tropfpipette in das Meßgefäß geben.
2. Neun Tropfen Magnesium-Pufferlösung zugeben und gründlich schütteln.
3. Von dieser Lösung mit der Tropfpipette zwei Tropfen in ein anderes Meßgefäß geben.
4. Dieses mit Magnesium-Pufferlösung bis zur 5 ml-Markierung auffüllen.
5. Zehn Tropfen Magnesium-Reagenzlösung zugeben und gründlich schütteln.
6. Nach einer Minute das Meßgefäß auf den weißen Streifen der Farbskala stellen und so lange verschieben, bis die Farbe der Lösung mit einem der Magnesium-Vergleichswerte übereinstimmt oder eine Einordnung zwischen zwei Farbvergleichswerten möglich ist. Hierbei ist von oben durch die Lösung zu schauen.
7. Magnesiumgehalt in mg/l ablesen.

2.5 Ammonium (NH₄⁺) und Ammoniak (NH₃)

Ammonium und Ammoniak bilden in alkalischer Lösung mit Neßlers-Reagenz eine gelbe bis braune Farbe, bei höheren Konzentrationen auch einen braunen Niederschlag.

Ammonium wird mit einem Teststäbchen, das mit Neßlers-Reagenz getränkt ist, bestimmt. Das Teststäbchen verfärbt sich in Abhängigkeit von der Ammoniumkonzentration über Gelb nach Gelbbraun bis Braun. Der Ammoniumgehalt ergibt sich aus einem Vergleich mit einer Farbskala, an der der Ammoniumgehalt in mg/l in 7 Stufen bis zu einem Gehalt von 400 mg/l abgelesen werden kann.

Durchführung

1. Meßgefäß mit dem zu prüfenden unveränderten Wasser spülen und bis zur 5 ml-Markierung füllen.
2. Zehn Tropfen Natronlauge zutropfen und gut umschütteln.
3. Teststäbchen mit der Reaktionszone 1s in die Lösung tauchen, wieder herausnehmen.
4. Flüssigkeitsreste durch Abstreifen der seitlichen Kante des Teststäbchens am Rande des Gefäßes entfernen.
5. Reaktionszone nach 10 s an die Farbskala halten und vergleichen.
6. Ammoniumkonzentration in mg/l ablesen.

2.6 Sulfat

Die für die Sulfatbestimmung vorgesehenen Teststäbchen enthalten 4 Zonen mit unterschiedlichen Mengen eines roten Barium-Thorin-Komplexes. Wirkt Sulfat auf diese Verbindung ein, so wird Bariumsulfat gebildet und dadurch gelbes Thorin freigesetzt. Die 4 Zonen der Teststäbchen entsprechen bestimmten Sulfatkonzentrationsbereichen. Entspricht der Sulfatgehalt der oberen Grenze eines Konzentrationsbereiches, so wird dies durch einen etwa 4 mm breiten gelben Streifen mit roten Rändern angezeigt. Bei noch höherem Sulfatgehalt sind auch die Ränder gelb gefärbt.

Vor der Bestimmung ist der pH-Wert des Wassers auf 4 bis 8 einzustellen. Dazu werden Wasserproben mit einem pH-Wert von weniger als 4, bestimmt nach Abschnitt 2.1, mit Natriumacetat* und Wasserproben mit einem pH-Wert von mehr als 8 mit Ascorbinsäure* oder Weinsäure* versetzt, bis der pH-Wert im Bereich zwischen 4 und 8 liegt. Für die Einstellung sind Indikatorstäbchen nach Abschnitt 2.1 zu verwenden. Die mit dem Stern gekennzeichneten Stoffe sind nicht im „Wasserlabor für die Bauindustrie“ enthalten. Sie müssen zusätzlich beschafft werden.

Die Sulfatbestimmung kann durch verschiedene Bestandteile des Wassers gestört werden. Die Zonen verfärben sich dann z.B. nach Orange oder Braun. In diesen Fällen ist das Referenzverfahren nach DIN 4030 anzuwenden.

Durchführung

1. Meßgefäß mit dem zu prüfenden unveränderten Wasser spülen und füllen.
2. pH-Wert prüfen und ggf. auf 4 bis 8 einstellen.
3. Teststäbchen mit den Reaktionszonen in die Lösung tauchen und wieder herausnehmen.
4. Flüssigkeitsreste durch Abstreifen der seitlichen Kante des Teststäbchens am Rand des Gefäßes entfernen.
5. Nach 2 Minuten die Färbung beurteilen:

4 Zonen hellrot	unter	200 mg/l Sulfat
3 Zonen hellrot, 1 Zone gelb:	über	400 mg/l Sulfat
2 Zonen hellrot, 2 Zonen gelb:	über	800 mg/l Sulfat
1 Zone hellrot, 3 Zonen gelb:	über	1200 mg/l Sulfat
4 Zonen gelb:	über	1600 mg/l Sulfat

2.7 Chlorid

Chlorid bildet mit Quecksilber(II)-ionen praktisch undissoziiertes Quecksilber(II)-chlorid. Überschüssige Quecksilber(II)-ionen reagieren in salpetersaurer Lösung mit Diphenylcarbazon zu einer blau-violett gefärbten Komplexverbindung.

Durchführung

1. Meßgefäß mit dem zu prüfenden unveränderten Wasser spülen und bis zur 5 ml-Markierung auffüllen.

2. Zwei Tropfen Chlorid-Reagenz 1 zufügen und gut schütteln. Im allgemeinen färbt sich die Lösung hierbei blau.
3. Unter weiterem Umschütteln tropfenweise Chlorid-Reagenz 2 bis zum Farbumschlag nach Gelb zugeben.
4. Chlorid-Reagenz 3 aus der Tropfflasche tropfenweise hinzufügen, bis die gelbe Farbe der Wasserprobe nach Violett umschlägt. Hierbei die Tropfflasche senkrecht halten und das Reaktionsgefäß nach jedem Tropfen vorsichtig umschwenken. Tropfen zählen! 1 Tropfen entspricht 25 mg Cl^-/ℓ .

2.8 Kalklösende Kohlensäure

Die Carbonathärte bleibt nur dann in Lösung, wenn im Wasser eine bestimmte Menge an gelöster Kohlensäure, die „zugehörige Kohlensäure“, vorhanden ist. Enthält das Wasser darüber hinaus noch „überschüssige Kohlensäure“, so kann ein Teil davon, die „kalklösende Kohlensäure“, weiteres Calciumcarbonat als Calciumhydrogencarbonat lösen, während der Rest den Anteil an zugehöriger Kohlensäure erhöht. Infolgedessen erhöht sich die Carbonathärte des Wassers und dementsprechend auch der Säureverbrauch nach Abschnitt 2.3.2.

Die kalklösende Kohlensäure wird aus der Carbonathärte des unveränderten Wassers (Abschnitt 2.3.2) und nach Reaktion mit Calciumcarbonat berechnet. Dazu wird eine Teilprobe mit Calciumcarbonat versetzt, wenigstens 5 Minuten, höchstens jedoch 2 Stunden, unter gelegentlichem Umschütteln bei der Temperatur des Wasservorkommens gelagert. Danach wird das überschüssige Calciumcarbonat abfiltriert und im Filtrat die Carbonathärte bestimmt.

Durchführung

1. Die Glasflasche mit dem zu untersuchenden unveränderten Wasser spülen und bis zum Rand füllen.
2. Calciumcarbonat zugeben und die Flasche mit abgeschrägtem Glasstopfen luftblasenfrei verschließen.
3. Glasflasche umschütteln, bis sich das Calciumcarbonat gleichmäßig verteilt hat und mindestens 5 Minuten, besser 30 bis 60 Minuten, maximal 2 Stunden, stehenlassen. In dieser Zeit soll die Temperatur auf der des Wasservorkommens konstant gehalten und die Wasserprobe gelegentlich umgeschüttelt werden.
4. Das nicht gelöste Calciumcarbonat abfiltrieren. Die ersten Milliliter des Filtrats werden verworfen.
5. Das Meßgefäß wird mit einigen Millilitern (cm^3) des Filtrats ausgespült und dann bis zur 5ml-Markierung gefüllt.
6. Es werden 3 Tropfen Carbonathärte-Indikatorlösung zugegeben und unter Umschütteln Carbonathärte-Titrierlösung tropfenweise zugefügt, wobei die Anzahl der Tropfen (B) gezählt wird, bis die Farbe der Lösung von Blau über Grau nach Rot umschlägt.

7. Der Gehalt an kalklösender Kohlensäure wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$C = F_I [A - (B \cdot F_{II})]$$

C: kalklösende Kohlensäure in mg CO₂/ℓ

A: Tropfenzahl bei der Bestimmung der Carbonathärte (Abschnitt 2.3.2)

B: Tropfenzahl bei der Bestimmung der kalklösenden Kohlensäure

F_I, F_{II}: Faktoren, die vom Hersteller des „Wasserlabors für die Bauindustrie“ angegeben werden.

3 Anwendung der Schnellverfahren

Die Referenzverfahren nach DIN 4030 [1, 2] müssen mit einem entsprechenden Aufwand in einem chemischen Laboratorium durchgeführt werden, der in vielen Fällen unangemessen hoch ist. Darum läßt die Norm einfache Schnellverfahren als Vorprüfung zu, die mit geringem Aufwand auf der Baustelle durchgeführt werden können. Mit den Ergebnissen kann entschieden werden, ob das Wasser nach den Referenzverfahren untersucht werden muß oder ein Beton ohne besondere Maßnahmen nach DIN 1045 [5] hergestellt werden kann.

Übersteigt ein Gehalt die Kriterien nach Bild 1 oder ist der pH-Wert niedriger als 6,5, so ist eine erneute Probenahme und Analyse nach den Referenzverfahren erforderlich. Dabei genügt es, eine Probe zu entnehmen und zu analysieren, sofern mit dem Formblatt nach der Tafel die Ergebnisse nach den Schnellverfahren nachgewiesen werden. Anderenfalls sind zwei Proben zu entnehmen, nach den Referenzverfahren [1, 2] zu analysieren und durch einen Fachgutachter nach DIN 4030 zu beurteilen. Werden alle Kriterien nach Bild 1 von den Werten der Schnellprüfung eingehalten, so gilt das Wasser als nicht betonangreifend. In diesem Fall sind besondere Maßnahmen nach DIN 1045 nicht erforderlich.

4 Zusammenfassung

Die DIN 4030 schreibt vor, daß Wasservorkommen, die auf Beton einwirken können, nach aufwendigen Referenzverfahren im chemischen Laboratorium oder mit einfachen Schnellverfahren auf der Baustelle zu analysieren sind. Die Norm gibt jedoch nur eine grundsätzliche Beschreibung der zu verwendenden Analysenverfahren. In dieser Mitteilung wird das Vorgehen bei dem von der Norm vorgesehenen Schnellverfahren eingehend beschrieben. Damit können in der Praxis unnötige Analysenkosten und Wartezeiten minimiert werden.

Das mit den Schnellverfahren untersuchte Wasser muß folgende Kriterien erfüllen: Mg²⁺ < 300 mg/ℓ, NH₄⁺ < 15 mg/ℓ, SO₄²⁻ < 200 mg/ℓ, Cl⁻ < 500 mg/ℓ und kalkangreifende Kohlensäure < 15 mg CO₂/ℓ. Außerdem muß der pH-Wert größer als 6,5 sein. Das Wasser darf keinen ungewöhnlichen Geruch oder eine Verfärbung aufweisen, und der Standort muß unverdächtig sein. Werden alle Kriterien

Tafel: Vordruck für Prüfungen und Beurteilung von Wasser nach dem Schnellverfahren; aus DIN 4030 Teil 2

Prüfbericht über die Schnellprüfung und Beurteilung von Wasser		Probenahme und Schnellprüfung nach DIN 4030 Teil 2	
1. Allgemeine Angaben			
Auftraggeber		Auftrags-Nr.	
Bauvorhaben		Probe-Nr.	
Art des Wassers (z. B. Grund-, Oberflächen-, Sickerwasser)		Bezeichnung des Wassers	
Entnahmestelle (z. B. Bohrloch, Schurfgrube, offenes Gewässer)		Entnahmetiefe m	
Temperatur des Wassers: °C	Entnahmezeit	Uhr	Entnahmedatum
2. Erweiterte Angaben			
Fließrichtung		Fließgeschwindigkeit	m/s
Hohe des Wasserspiegels m		Hydrostatischer Druck	m
Beschreibung der Geländeverhältnisse am Entnahmepunkt (z. B. Wohnhäuser, Industrie, Deponie, Halden, Ackerland, Wald)			
Ort, Datum		Probennehmer	
3. Schnellprüfung		4. Prüfergebnis	
5. Grenzwerte		Kriterium erfüllt ja / nein	
Aussehen	(z. B. farblos, schwach/stark gelblich, klar, trübe, dunkel)	nach Absetzen farblos	
Geruch (unveränderte Probe)	(z. B. ohne besonderen Geruch, faulig, H ₂ S)	kein Geruch	
Geruch (angesäuerte Probe)	(z. B. ohne besonderen Geruch, faulig, H ₂ S)	kein Geruch	
pH-Wert		> 6,5	
Härte	mg/l	—	—
Härtehydrogencarbonat	mg/l	—	—
Magnesium (Mg ²⁺)	mg/l	< 300 mg/l	
Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/l	< 15 mg/l	
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	mg/l	< 200 mg/l	
Chlorid (Cl ⁻)	mg/l	< 500 mg/l	
CO ₂ (kalkl.)	mg/l	< 15 mg/l	
*) Wird ein Kriterium nicht erfüllt, so ist eine erneute Probenahme und Wasseranalyse nach DIN 4030 Teil 2/06.91 Abschnitt 5.1 erforderlich			
6. Beurteilung			
Das _____ Wasser wird aufgrund der Schnellprüfung als — nicht — betonangreifend eingestuft. Eine erneute Probenahme und Wasseranalyse nach DIN 4030 Teil 2/06.91, Abschnitt 5.1, ist — nicht — erforderlich			
Ort, Datum		Prüfer	

erfüllt, so gilt das Wasser als nicht betonangreifend. Das heißt, daß weitergehende Maßnahmen bei der Betonherstellung nach DIN 1045 nicht erforderlich sind. In diesem Fall braucht das Wasser auch nicht nach den Referenzverfahren analysiert zu werden. Schon wenn ein Kriterium nicht erfüllt wird, ist eine weitere Wasserprobe zu entnehmen, in einem chemischen Laboratorium nach den Referenzverfahren vollständig zu analysieren und von einem Fachgutachter nach DIN 4030 zu beurteilen. Wird das Wasser nicht mit den Schnellverfahren untersucht, so sind zwei Proben zu entnehmen und nach den Referenzverfahren zu untersuchen. Auch in diesem Fall ist ein Fachgutachter nach DIN 4030 einzuschalten.

4 Summary

DIN 4030 stipulates that bodies of water to which concrete may be exposed must be analyzed by elaborate reference methods in chemical laboratories or by simple rapid methods at the building site. However, the standard only gives a basic description of the methods of analysis to be used. This report gives a detailed description of the procedure for the rapid test provided for in the standard. In practice this can minimize unnecessary analysis costs and delays.

The water investigated by the rapid method must fulfil the following criteria: $Mg^{2+} < 300 \text{ mg/l}$, $NH_4^+ < 15 \text{ mg/l}$, $SO_4^{2-} < 200 \text{ mg/l}$, $Cl^- < 500 \text{ mg/l}$, and aggressive carbonic acid $< 15 \text{ mg CO}_2/\text{l}$. The pH value must also be greater than 6.5. The water must not have an unusual odour or any discolouration, and the location must not be under suspicion. If all the criteria are fulfilled then the water rates as not corrosive to concrete. This means that it is not necessary to take the far-reaching measures specified in DIN 1045 during the concrete production. In this case it is also unnecessary to analyze the water by the reference methods. If just one of the criteria is not fulfilled another water sample must be taken, analyzed fully in a chemical laboratory by the reference methods, and assessed by a specialist consultant as specified in DIN 4030. If the water is not investigated by the rapid method then two samples must be taken and investigated by the reference methods. Here again a specialist consultant as specified in DIN 4030 must be brought in.

SCHRIFTTUM

- [1] DIN 4030: Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase. 06.91, Teil 1: Grundlagen und Grenzwerte. Teil 2: Entnahme und Analyse von Wasser- und Bodenproben. Beuth Verlag, Berlin und Köln.
- [2] Rechenberg, W., und E. Siebel: Chemischer Angriff auf Beton. Hinweise zur Anwendung der DIN 4030. Schriftenreihe der Zementindustrie, Heft 53, Beton-Verlag, Düsseldorf 1992.
- [3] Knöfel, D.: Schnellanalyse betonangreifender Wässer. beton 26 (1976) H. 1, S. 19/21.
- [4] DIN 4021: Baugrund; Aufschluß durch Schürfen und Bohrungen sowie Entnahme von Proben. 10.90, Beuth Verlag, Berlin und Köln.
- [5] DIN 1045: Beton und Stahlbeton; Bemessung und Ausführung. 07.88, Beuth Verlag, Berlin und Köln.