

**1.11112.0001 Aquamerck® Kompaktlabor
für die Bauindustrie**

zur Untersuchung von betonangreifendem Wasser

Reagenziensatz mit wasserfesten Farbkarten, Reagenzien, Teststäbchen sowie vollständigem Zubehör zur Bestimmung von:

- Geruch H₂S: 100 Tests
- Kalklösende Kohlensäure (Kalklösekapazität): 50 Tests
- pH-Wert: 200 Tests
- Gesamthärte: 50 Tests bei 10 °d
- Carbonathärte: 50 Tests bei 10 °d
- Chlorid: 70 Tests bei 200 mg/l Cl⁻
- Magnesium: 50 Tests
- Ammonium: 100 Tests
- Sulfat: 100 Tests

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Allgemeines	3
2. Geruch	4
3. Kalklösende Kohlensäure (Kalklösekapazität)	4
4. pH-Wert	6
5. Gesamthärte (Summe Erdalkaliionen)	7
6. Carbonathärte	7
7. Chlorid	8
8. Magnesium	8
9. Ammonium	9
10. Sulfat	9
11. Sicherheitsratschläge	10
12. Nachfüllpackungen	11
13. Bezugsquellen	22

1. Allgemeines

Beton ist ein bewährter und in der Regel dauerhafter Baustoff. Bestimmte Wässer greifen jedoch Beton an und mindern seine guten Eigenschaften.

Betonangreifende Wässer können z.B. Grund-, Moor-, Quell-, Fluß- und Abwässer sein. Diese Wässer sind zuweilen an dunkler Färbung, fauligem Geruch, ausgeschiedenen Salzen oder aufsteigenden Gasblasen zu erkennen. Häufig sind aber auch völlig „rein“ aussehende Wässer betonangreifend.

Die DIN 4030 „Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase“ nennt als wesentliche Einflußfaktoren: Kalklösekapazität (kalklösende Kohlensäure), pH-Wert, Chlorid, Magnesium, Ammonium und Sulfat. Sie sind alle mit diesem Kompaktlabor für die Bauindustrie zu bestimmen.

Die Grenzkonzentrationen, die den Angriffsgrad nach DIN 4030 ergeben, sind in der nachstehenden Tabelle angegeben.

Angreifende Bestandteile	Angriffsgrad		
	schwach	stark	sehr stark
Kalklösende Kohlensäure (CO ₂) in mg/l (Marmorversuch nach Heyer)	15 – 40	40 – 100	über 100
Säuren pH-Wert	6,5 – 5,5	5,5 – 4,5	unter 4,5
Magnesium (Mg ²⁺) in mg/l	300 – 1000	1000 – 3000	über 3000
Ammonium (NH ₄ ⁺) in mg/l	15 – 30	30 – 60	über 60
Sulfat (SO ₄ ²⁻) in mg/l	200 – 600	600 – 3000	über 3000

Chlorid (Cl⁻): Wässer mit Chloridgehalten unter 500 mg/l greifen Beton nicht an.

Zur Beurteilung dient das jeweils größte Angriffsvermögen, auch wenn es nur von einem Wert erreicht wird. Liegen zwei oder mehr Werte im jeweils oberen Bereich (beim pH-Wert im jeweils unteren Bereich), so ist der Angriffsgrad um eine Stufe zu erhöhen. Die Werte der Tafel gelten für „Normalbedingungen“. Das Angriffsvermögen kann aber auch höher (z.B. bei erhöhter Wassertemperatur) oder niedriger (z.B. bei geringer Stoffzufuhr) sein.

Auch können schon natürliche Wässer mit sehr niedriger Gesamthärte (unter 3 °d bzw. 0,5 mmol/l) und Wässer mit Schwefelwasserstoff, Sulfit sowie Gehalten an organischen Bestandteilen in geringem Umfang korrodierend wirken.

Bei Sulfatgehalten über 400 mg/l ist die Verwendung eines Zementes mit hohem Sulfatwiderstand (HS-Zement nach DIN 1164) erforderlich. Weitere Maßnahmen zur Herstellung von Beton mit hohem Widerstand gegen chemische Angriffe sind in DIN 1045 genannt.

Das Aquamerck® Kompaktlabor für die Bauindustrie zur Untersuchung von betonangreifendem Wasser ermöglicht auf der Baustelle eine schnelle, halbquantitative

tative Wasseruntersuchung in Anlehnung an DIN 4030. Liegen alle ermittelten Werte eindeutig unter den Grenzwerten für schwachen Angriff (bei pH-Wert und Gesamthärte darüber), so kann das Wasser als unbedenklich angesehen werden. Besteht jedoch nach den Untersuchungsergebnissen der Verdacht auf Korrosionsgefahr, so sollte eine quantitative Wasseranalyse, ausgeführt in einem chemischen Laboratorium, Grundlage der endgültigen Beurteilung werden. Auch sollte ein Fachmann zur Beurteilung herangezogen werden, wenn Geruch nach Schwefelwasserstoff (Geruch nach faulen Eiern, ggf. erst nach Ansäuern mit Phosphorsäure) vorliegt, oder der Verdacht auf Vorhandensein von wesentlichen Mengen organischer Bestandteile besteht.

Das Kompaktlabor enthält alle erforderlichen Reagenzien, das Zubehör und die Gebrauchsanweisung in einem stabilen Kunststoffkoffer. Die Durchführung der Tests ist einfach.

2. Geruch

Bestimmungsmethode:

Durch Ansäuern der Wasserprobe mit Phosphorsäure kann z. B. Schwefelwasserstoff aus seinen Salzen in Freiheit gesetzt und am Geruch nach faulen Eiern erkannt werden.

Gebrauchsanleitung:

Bitte für diesen Test das folgende Reagenz verwenden:

„1.1112., Phosphorsäure“

1. Testglas mit dem zu prüfenden Wasser spülen und bis zur 5-ml-Markierung füllen.
2. 5 Tropfen Phosphorsäure zugeben und vorsichtig umschwenken.
3. Geruch der Probe vor und nach der Säurezugabe prüfen.

Anmerkung:

Eine qualitative Prüfung kann mit dem Blei(II)-acetatpapier, Art. 1.09511.0001, eine halbquantitative Bestimmung mit dem Microquant® Sulfid-Test (frühere Bezeichnung: Microquant® Hydrogensulfid-Test), Art. 1.14777.0001, durchgeführt werden.

3. Kalklösende Kohlensäure (Kalklösekapazität)

Bestimmungsmethode:

Dem Wasser wird Calciumcarbonat zugesetzt, das sich entsprechend der im Wasser vorhandenen Menge an kalklösender Kohlensäure unter Bildung von Hydrogencarbonat auflöst. Hierdurch nimmt die Carbonathärte zu. Nach der Abtrennung des ungelösten Calciumcarbonats kann aus der Zunahme der Carbonathärte die Kalklösekapazität bzw. der Gehalt an kalklösender Kohlensäure berechnet werden.

Gebrauchsanleitung:

Bitte für diesen Test die folgenden Reagenzien verwenden:

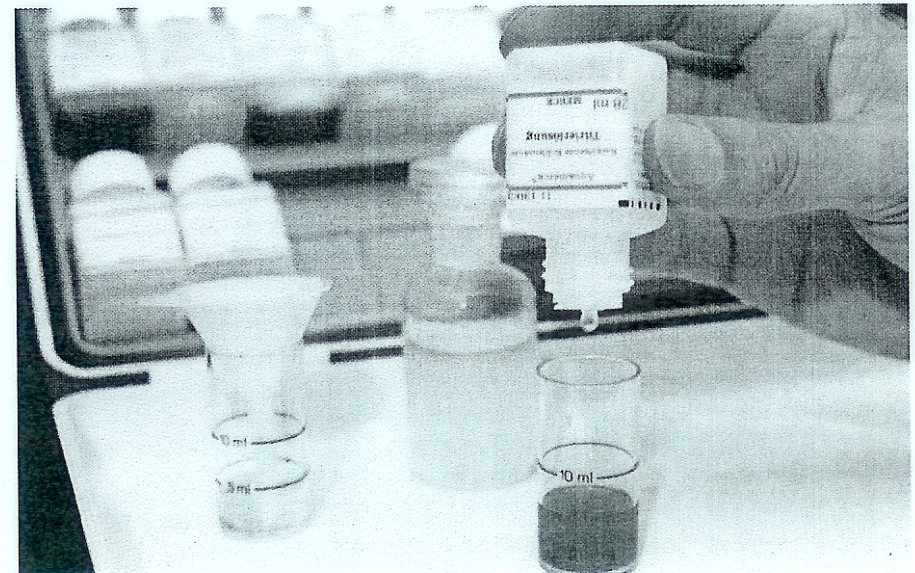
„1.11130., Kohlensäure (kalklösend)-Test“:

„Reagenz 1, Calciumcarbonat“ CO_2-1

„Reagenz 2, Indikatorlösung“ CO_2-2

„Reagenz 3, Titrierlösung“ CO_2-3

1. Die Glasflasche mit dem zu untersuchenden Wasser spülen und bis zum Überlaufen füllen. Das zu prüfende Wasser soll langsam, ohne große Turbulenzen die Flasche blasenfrei ausfüllen.
2. 1 gestrichenen Löffel Calciumcarbonat zugeben und die Flasche mit dem abgeschrägten Glasstopfen luftblasenfrei verschließen.
3. Glasflasche umschütteln, bis sich das Calciumcarbonat gleichmäßig verteilt hat, und 5 min stehenlassen. (Hierbei die Glasflasche zwecks Konstanthaltung der Temperatur in das zu untersuchende Wasser hängen oder stellen und ab und zu umschütteln.)
4. Das nicht gelöste Calciumcarbonat abfiltrieren. Die ersten Milliliter des Filtrats werden verworfen.
5. Das Testglas mit einigen Millilitern Filtrat ausspülen und dann bis zur 5-ml-Markierung füllen.
6. 3 Tropfen Indikatorlösung zugeben und gut umschütteln.
7. Unter Umschütteln Titrierlösung tropfenweise zufügen (Tropfflasche senkrecht halten). Dabei die Anzahl der Tropfen (A) zählen, bis die Farbe der Wasserprobe von blau nach rot umschlägt.



8. Von dieser Anzahl (A) wird die ursprüngliche Carbonathärte (B), multipliziert mit 1,8, abgezogen. Diese Differenz, multipliziert mit 5,6, ergibt die Kalklösekapazität (C) in mg/l CaO:

$$C = 5,6 (A - 1,8 B)$$

Wird ein negativer Wert erhalten, ist er gleich Null zu setzen.

Für die Beschreibung des Langzeitverhaltens von Beton in angreifenden Wässern wird anstelle der Kalklösekapazität (C) in mg/l CaO häufig die Konzentration kalklösender Kohlensäure in mg/l CO₂ angegeben. Hierzu muß der für C erhaltene Wert mit dem Faktor 1,5696 multipliziert werden:

$$\text{Konzentration kalklösender Kohlensäure in mg/l CO}_2 = C \times 1,5696$$

Anmerkungen:

Sollte die Probe schon mit Calciumcarbonat stabilisiert sein, so ist die Bestimmung erst ab Punkt 4 durchzuführen.

Bestimmung der Carbonathärte (B) s. Kapitel 6.

4. pH-Wert

Bestimmungsmethode:

Dem zu untersuchenden Wasser wird eine Indikatorlösung zugesetzt. Es nimmt dabei eine für seinen jeweiligen pH-Wert charakteristische Färbung an. Durch Vergleich mit den Farbwerten der Farbkarte ist der pH-Wert schnell und genau zu ermitteln.

Gebrauchsanleitung:

Bitte für den pH-Test das folgende Reagenz verwenden:

„1.08038. · 1.08043. · 1.11137.“, Reagenz, Indikatorlösung“

1. Testglas mit dem zu prüfenden Wasser spülen und bis zur 5-ml-Markierung füllen.
2. 3 Tropfen Indikatorlösung hinzufügen und gut umschütteln.
3. Testglas auf die weiße Fläche der pH-Farbkarte aufsetzen und die Reaktionsfärbung einem Farbvergleichswert zuordnen oder zwischen zwei Farbwerten einordnen.
(Hierbei von oben durch die Lösung schauen.)
4. pH-Wert ablesen.

5. Gesamthärte (Summe Erdalkalitionen)

Bestimmungsmethode:

Eine Probe des zu untersuchenden Wassers wird tropfenweise mit einer Titriplex® III (EDTA)-Lösung versetzt, bis der zugesetzte Indikator umschlägt. Die Titriplex® III-Lösung ist so eingestellt, daß 1 Tropfen dieser Lösung genau 1 °d entspricht, d.h., die Anzahl der verbrauchten Tropfen entspricht der Gesamthärte in deutschen Härtegraden.

Gebrauchsanleitung:

Bitte für den Gesamthärte-Test die folgenden Reagenzien verwenden:

„1.11104.“, Reagenz 1, Indikatorlösung“ **H 1**

„1.11104.“, Reagenz 2, Titrierlösung“ **H 2**

1. Testglas mit dem zu prüfenden Wasser spülen und bis zur 5-ml-Markierung füllen.
2. 3 Tropfen Indikatorlösung hinzugeben und vorsichtig umschwenken. Bei Anwesenheit von Härtebildnern färbt sich die Probe rot.
3. Unter Umschwenken alle 5 Sekunden 1 Tropfen Titrierlösung hinzufügen (Tropfflasche senkrecht halten) bis zum Farbumschlag nach grün. Tropfen zählen.

$$1 \text{ Tropfen} \hat{=} 1 \text{ }^\circ\text{d} = 10 \text{ mg/l CaO} = 17,8 \text{ mg/l CaCO}_3 \\ = 0,18 \text{ mmol/l Erdalkalitionen}$$

$$1 \text{ }^\circ\text{d} = 1,25 \text{ }^\circ\text{e (engl. Grad)} = 1,78 \text{ }^\circ\text{f (französ. Grad)}$$

6. Carbonathärte

Bestimmungsmethode:

Eine Probe des zu untersuchenden Wassers wird tropfenweise mit einer Salzsäurelösung versetzt, bis der zugegebene Indikator umschlägt. Die Salzsäurelösung ist so eingestellt, daß 1 Tropfen dieser Lösung genau 1 °d entspricht, d.h. die Anzahl der verbrauchten Tropfen entspricht der Carbonathärte in deutschen Härtegraden.

Gebrauchsanleitung:

Bitte für den Carbonathärte-Test die folgenden Reagenzien verwenden:

„1.11103.“, Reagenz 1, Indikatorlösung“ **CH 1**

„1.11103.“, Reagenz 2, Titrierlösung“ **CH 2**

1. Testglas mit dem zu prüfenden Wasser spülen und bis zur 5-ml-Markierung füllen.
2. 3 Tropfen Indikatorlösung hinzugeben und vorsichtig umschwenken. Bei Anwesenheit von Härtebildnern färbt sich die Probe blau.

3. Titrierlösung aus der Tropfflasche tropfenweise hinzufügen, bis die blaue Farbe der Wasserprobe nach rot umschlägt. Hierbei die Tropfflasche senkrecht halten und das Testglas nach jedem Tropfen vorsichtig umschwenken. **Tropfen zählen.**

1 Tropfen $\hat{=}$ 1 °d

7. Chlorid

Bestimmungsmethode:

Der Bestimmung des Chloridionengehaltes liegt eine mercurimetrische Titration mit Quecksilber(II)-nitrat zugrunde.

Quecksilber(II)-ionen reagieren mit Chloridionen zu praktisch undissoziiertem Quecksilber(II)-chlorid. Überschüssige Quecksilber(II)-ionen bilden mit Diphenylcarbazon als Indikator in salpetersaurer Lösung eine blauviolette Komplexverbindung.

Gebrauchsanleitung:

Bitte für den Chlorid-Test die folgenden Reagenzien verwenden:

- „1.11132., Reagenz 1, Indikatorlösung“ **Q-1**
„~~1.11106.~~ 1.11132., Reagenz 2“ **Q-2**
„~~1.11132.~~, Reagenz 3, Titrierlösung“ **Q-3**

1. Testglas mit dem zu prüfenden Wasser spülen und bis zur 5-ml-Markierung füllen.
2. **2 Tropfen Indikatorlösung** hinzufügen und umschütteln. Im allgemeinen färbt sich die Lösung hierbei **blau**.
3. Unter weiterem Umschütteln tropfenweise **Reagenz 2** bis zum Farbumschlag nach **gelb** zugeben.
4. **Titrierlösung** aus der Tropfflasche tropfenweise hinzufügen, bis die gelbe Farbe der Wasserprobe nach **violett** umschlägt. Hierbei die Tropfflasche **senkrecht** halten und das Testglas nach jedem Tropfen vorsichtig umschwenken. **Tropfen zählen.**

1 Tropfen $\hat{=}$ 25 mg/l Cl⁻

8. Magnesium

Bestimmungsmethode:

Magnesiumionen bilden mit dem Reagenz nach Mann und Yoe einen roten Farbstoff. Da das Reagenz sehr empfindlich ist, muß die zu untersuchende Probe zweimal mit Pufferlösung verdünnt werden.

Gebrauchsanleitung:

Bitte für den Magnesium-Test die folgenden Reagenzien verwenden:

- „1.11131., Mg-1, Pufferlösung“
„1.11131., Mg-2, Reagenzlösung“

1. **1 Tropfen des zu prüfenden Wassers** mit der Tropfpipette in das Testglas geben.
2. **9 Tropfen Pufferlösung** hinzugeben und gut mischen.
3. Von dieser Lösung mit der zweiten Tropfpipette **2 Tropfen** in ein anderes Testglas geben.
4. Dann mit **Pufferlösung** bis zur 5-ml-Markierung auffüllen.
5. **10 Tropfen Reagenzlösung** hinzugeben und umschütteln.
6. Testglas auf die weiße Fläche der Magnesium-Farbkarte aufsetzen und die Farbe der Meßlösung einem Farbvergleichswert zuordnen oder zwischen zwei Farbwerten einordnen.
(Hierbei von oben durch die Lösung schauen.)
7. Magnesiumgehalt in mg/l ablesen.

9. Ammonium

Bestimmungsmethode:

Das auf der Reagenzzone des Nachweistabchens enthaltene Neßler-Reagenz verfärbt sich beim Eintauchen in eine alkalische ammoniak- oder ammoniumhaltige Lösung gelb bis braun.

Gebrauchsanleitung:

Bitte für den Ammonium-Test zusätzlich zu den Teststäbchen das folgende Reagenz verwenden:

- „1.10024., Reagenz“

1. Testglas mit dem zu prüfenden Wasser spülen und bis zur 5-ml-Markierung füllen.
2. **10 Tropfen Reagenz** zutropfen und gut umschütteln.
3. Teststäbchen mit der Reaktionszone 1 Sekunde in die Lösung tauchen.
4. Teststäbchen herausnehmen und überschüssige Flüssigkeit abschütteln.
5. Reaktionszone nach 10 Sekunden mit der Farbskala vergleichen.

10. Sulfat

Bestimmungsmethode:

Die vier Reaktionszonen enthalten unterschiedliche Mengen des roten Thorin-Barium-Komplexes. Bei Anwesenheit der entsprechenden Menge Sulfationen erfolgt ein Umschlag in das gelbe Thorin.

Gebrauchsanleitung:

1. Teststäbchen 1 Sekunde in die zu prüfende Lösung (nicht in fließendes Wasser) so eintauchen, daß alle Reaktionszonen voll benetzt werden.
2. Teststäbchen herausnehmen, überschüssige Flüssigkeit abschütteln und nach 2 min die Reaktionszonen mit der Farbskala vergleichen.

Anmerkungen:

Der pH-Wert der zu prüfenden Lösung sollte bei 4–8 liegen. Saure Lösungen, pH unter 4, sind mit Natriumacetat (Art. 1.06268.) und alkalische Lösungen, pH über 8, mit Ascorbinsäure (Art. 1.00127.) abzupuffern.

Hat die zu prüfende Lösung einen Sulfatgehalt, der gerade an der oberen Grenze eines Umschlagbereiches liegt, so zeigt die jeweilige Reaktionszone an beiden Seiten noch leicht rote Ränder. Bei höheren Konzentrationen ändern dann auch die Ränder ihre Farbe nach gelb.

11. Sicherheitsratschläge

Packung unter Verschuß aufbewahren und nicht in die Hände von Kindern gelangen lassen. Packung von Nahrungsmitteln fernhalten. Bei der Durchführung der Bestimmungen nicht essen oder rauchen. Berührung mit der Haut und den Augen vermeiden.

12. Nachfüllpackungen

- 1.11130.0001 Aquamerck® **Kohlensäure (kalklösend)-Test**
Reagenziensatz mit Tropfflaschen und vollständigem Zubehör für 50 Tests
- 1.11137.0001 Aquamerck® **pH-Test**
Reagenziensatz mit Farbkarte für 200 Tests
- 1.11104.0001 Aquamerck® **Gesamthärte-Test (Summe Erdalkalitionen)**
Reagenziensatz mit Tropfflasche für 50 Tests bei 10 °d
- 1.11103.0001 Aquamerck® **Carbonathärte-Test**
Reagenziensatz mit Tropfflasche für 50 Tests bei 10 °d
- 1.11132.0001 Aquamerck® **Chlorid-Test**
Reagenziensatz mit Tropfflasche für 70 Tests bei 200 mg/l Cl⁻
- 1.11131.0001 Aquamerck® **Magnesium-Test**
Reagenziensatz mit Farbkarte für 50 Tests
- 1.10024.0001 Merckoquant® **Ammonium-Test**
für 100 Tests
- 1.10019.0001 Merckoquant® **Sulfat-Test**
Packung mit 100 Stäbchen

Anlage für das Praktikum nach DIN 4030

Quelle: Dyckerhoff-Beton nach Maß

auch im Internet in der aktuellsten Version verfügbar

<http://www.dyckerhoff.de/online/download.jsp?idDocument=2360&instance=2>

6.1.1.1 Expositionsklassen

Neben der statisch erforderlichen Festigkeit werden die Anforderungen an das Bauwerk maßgeblich von den Umwelt- und Nutzungsbedingungen bestimmt und entsprechend DIN 1045-1 definiert und geplant (s. Tab. 6.1). Für die Oberflächen der Bauteile sind daher die Expositionsklassen zuzuordnen und jeder verwendete Beton muss die sich daraus ergebenden Anforderungen erfüllen. Meistens sind mindestens zwei Expositionsklassen, getrennt nach Einwirkung auf Beton und Bewehrung, zusätzlich auch überlagernde Einwirkungen, z.B. aus Frost/Tausalz und Verschleiß, zu berücksichtigen. Für ein bestimmtes Bauelement können unterschiedliche Betonoberflächen unterschiedlichen Umgebungsbedingungen ausgesetzt sein.

Zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit von Betonbauteilen sind in DIN EN 206-1/DIN 1045-2 die Einwirkungen der Umgebungsbedingungen in Expositionsklassen für Bewehrungs- und Betonkorrosion sowie Feuchtigkeitsklassen für Betonkorrosion eingeteilt:

- kein Korrosions- oder Angriffsrisiko: X0,
- Bewehrungskorrosion: XC, XD, XS,
- Betonkorrosion: XF, XA, XM, W.



Tabelle 6.1: Expositionsklassen (Fortsetzung)

Klasse	Beschreibung der Umgebung	Beispiele für die Zuordnung von Expositionsklassen
6 Betonkorrosion durch chemischen Angriff (siehe auch Tabelle 6.2) Wenn Beton chemischem Angriff durch natürliche Böden, Grundwasser, Meerwasser nach DIN EN 206-1:2001-07, Tabelle 2, und Abwasser ausgesetzt ist, muss die Expositionsklasse wie folgt zugeordnet werden: ANMERKUNG 2: Bei XA3 und unter Umgebungsbedingungen außerhalb der Grenzen von DIN EN 206-1:2001-07, Tabelle 2, bei Anwesenheit anderer angreifender Chemikalien, chemisch verunreinigtem Boden oder Wasser, bei hoher Fließgeschwindigkeit von Wasser und Einwirkung von Chemikalien nach DIN EN 206-1:2001-07, Tabelle 2, sind Anforderungen an den Beton oder Schutzmaßnahmen in diesen Anwendungsregeln nach 5.3.2 vorgegeben. ANMERKUNG 3: Grenzwerte für die Expositionsklasse XA bei chemischem Angriff durch natürliche Böden und Grundwasser siehe Tabelle 6.2.		
XA1	chemisch schwach angreifende Umgebung nach DIN EN 206-1:2001-07, Tabelle 2	Behälter von Kläranlagen; Güllebehälter
XA2	chemisch mäßig angreifende Umgebung nach DIN EN 206-1:2001-07, Tabelle 2, und Meeresbauwerke	Betonbauteile, die mit Meerwasser in Berührung kommen; Bauteile in betonangreifenden Böden
XA3	chemisch stark angreifende Umgebung nach DIN EN 206-1:2001-07, Tabelle 2	Industrieabwasseranlagen mit chemisch angreifenden Abwässern; Gärfuttersilos und Futtertische der Landwirtschaft; Kühltürme mit Rauchgasableitung
7 Betonkorrosion durch Verschleißbeanspruchung Wenn Beton einer erheblichen mechanischen Beanspruchung ausgesetzt ist, muss die Expositionsklasse wie folgt zugeordnet werden:		
XM1	mäßige Verschleißbeanspruchung	Tragende oder aussteifende Industrieböden mit Beanspruchung durch luftbefeite Fahrzeuge
XM2	starke Verschleißbeanspruchung	Tragende oder aussteifende Industrieböden mit Beanspruchung durch luft- oder vollgummibereifte Gabelstapler
XM3	sehr starke Verschleißbeanspruchung	Tragende oder aussteifende Industrieböden mit Beanspruchung durch elastomer- oder stahlrollenbereifte Gabelstapler; Oberflächen, die häufig mit Kettenfahrzeugen befahren werden; Wasserbauwerke in geschiebelasteten Gewässern, z.B. Tosbecken



Tabelle 6.2: Grenzwerte für die Expositionsclassen XA bei chemischem Angriff durch natürliche Böden und Grundwasser

Die folgende Klasseneinteilung chemisch angreifender Umgebungen gilt für natürliche Böden und Grundwasser mit einer Wasser-/Boden-Temperatur zwischen 5 °C und 25 °C und einer Fließgeschwindigkeit des Wassers, die klein genug ist, um näherungsweise hydrostatische Bedingungen anzunehmen.
Anmerkung: Hinsichtlich Vorkommen und Wirkungsweise von chemisch angreifenden Böden und Grundwasser siehe DIN 4030-1.
Der schärfste Wert für jedes einzelne chemische Merkmal bestimmt die Klasse.
Wenn zwei oder mehrere angreifende Merkmale zu derselben Klasse führen, muss die Umgebung der nächsthöheren Klasse zugeordnet werden, sofern nicht in einer speziellen Studie für diesen Fall nachgewiesen wird, dass dies nicht erforderlich ist. Auf eine spezielle Studie kann verzichtet werden, wenn keiner der Werte im oberen Viertel (bei pH im unteren Viertel) liegt.

Chemisches Merkmal	Referenzprüfverfahren	XA1	XA2	XA3
Grundwasser				
SO ₄ ²⁻ mg/l	DIN EN 196-2	≥ 200 und ≤ 600	> 600 und ≤ 3 000	> 3 000 und ≤ 6 000
pH-Wert	ISO 4316	≤ 6,5 und ≥ 5,5	< 5,5 und ≥ 4,5	< 4,5 und ≥ 4,0
CO ₂ mg/l angreifend	DIN 4030-2	≥ 15 und ≤ 40	> 40 und ≤ 100	> 100 bis zur Sättigung
NH ₄ ⁺ mg/l ⁴⁾	ISO 7150-1 od. ISO 7150-2	≥ 15 und ≤ 30	> 30 und ≤ 60	> 60 und ≤ 100
Mg ²⁺ mg/l	ISO 7980	≥ 300 und ≤ 1 000	> 1 000 und ≤ 3 000	> 3 000 bis zur Sättigung
Boden				
SO ₄ ²⁻ mg/kg ¹⁾ insgesamt	DIN EN 196-2 ²⁾	≥ 2 000 und ≤ 3 000 ³⁾	> 3 000 ³⁾ und ≤ 12 000	> 12 000 und ≤ 24 000
Säuregrad	DIN 4030-2	> 200 Baumann-Gully	in der Praxis nicht anzutreffen	

¹⁾ Tonböden mit einer Durchlässigkeit von weniger als 10⁻⁵ m/s dürfen in eine niedrigere Klasse eingestuft werden.



- 2) Das Prüfverfahren beschreibt die Auslaugung von SO₄²⁻ durch Salzsäure; Wasser- auslaugung darf stattdessen angewandt werden, wenn am Ort der Verwendung des Betons Erfahrung hierfür vorhanden ist.
- 3) Falls die Gefahr der Anhäufung von Sulfationen im Beton – zurückzuführen auf wechselndes Trocknen und Durchfeuchten oder kapillares Saugen – besteht, ist der Grenzwert von 3 000 mg/kg auf 2 000 mg/kg zu vermindern.
- 4) Gülle kann, unabhängig vom NH₄⁺-Gehalt, in die Expositionsklasse XA1 eingeordnet werden.

Tabelle 6.3: Betonkorrosion infolge Alkali-Kieselsäurereaktion

Klasse	Beschreibung der Umgebung	Beispiele für die Zuordnung von Expositionsclassen
8 Betonkorrosion infolge Alkali-Kieselsäurereaktion Anhand der zu erwartenden Umgebungsbedingungen ist der Beton einer der vier nachfolgenden Feuchtigkeitsclassen zuzuordnen:		
WO	Beton, der nach normaler Nachbehandlung nicht längere Zeit feucht und nach dem Austrocknen während der Nutzung weitgehend trocken bleibt	Innenbauteile des Hochbaus; Bauteile, auf die Außenluft, nicht jedoch z.B. Niederschläge, Oberflächenwasser, Bodenfeuchte einwirken können und/oder die nicht ständig einer relativen Luftfeuchte von mehr als 80 % ausgesetzt werden
WF	Beton, der während der Nutzung häufig oder längere Zeit feucht ist	Ungeschützte Außenbauteile, die z.B. Niederschlägen, Oberflächenwasser oder Bodenfeuchte ausgesetzt sind; Innenbauteile des Hochbaus für Feuchträume, wie z.B. Hallenbäder, Wäschereien und andere gewerbliche Feuchträume, in denen die relative Luftfeuchte überwiegend höher als 80 % ist; Bauteile mit häufiger Taupunktunterschreitung, wie z.B. Schornsteine, Wärmeübertragerstationen, Filterkammern und Viehställe; Massige Bauteile gemäß DAfStb-Richtlinie „Massige Bauteile aus Beton“, deren kleinste Abmessung 0,80 m überschreitet (unabhängig vom Feuchtezutritt)
WA	Beton, der zusätzlich zu der Beanspruchung nach Klasse WF häufiger oder langzeitiger Alkalizufuhr von außen ausgesetzt ist	Bauteile mit Meerwassereinwirkung; Bauteile unter Tausalzeinwirkung ohne zusätzliche hohe dynamische Beanspruchung (z.B. Spritzwasserbereiche, Fahr- und Stellplätze in Parkhäusern); Bauteile von Industriebauten und landwirtschaftlichen Bauwerken (z.B. Güllebehälter) mit Alkalisalzeinwirkung
WS	Beton, der hoher dynamischer Beanspruchung und direktem Alkali-eintrag ausgesetzt ist	Bauteile unter Tausalzeinwirkung mit zusätzlicher hoher dynamischer Beanspruchung (z.B. Betonfahrbahnen)

Aquamerck Kompaktlabor für die Bauindustrie

zur Untersuchung von betonangreifendem Wasser

1.

Angreifende Bestandteile		nicht angreifend	Angriffsgrad		
			XA1 Chemisch schwach angreifend	XA2 Chemisch mäßig angreifend	XA3 Chemisch stark angreifend
Kalklösende Kohlensäure	in mg/l	< 15	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Säuren	pH-Wert	> 6,5	6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - ≥ 4,0
Magnesium (Mg^{2+})	in mg/l	< 300	300 - 1000	> 1000 - 3000	> 3000
Ammonium (NH_4^+)	in mg/l	< 15	15 - 30	> 30 - 60	> 60 - 100
Sulfat (SO_4^{2+})	in mg/l	< 200	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000

Angriffsgrad:

2. Geruch

nicht relevant

3. Kalklösende Kohlensäure (Kalklösekapazität)

4. pH-Wert

5. Gesamthärte (Summe Erdalkaliionen)

nicht relevant

6. Carbonathärte

nicht relevant

7. Chlorid

nicht relevant

8. Magnesium

9. Ammonium

10. Sulfat

Gesamtergebnis: (*Beurteilung erfolgt nach Pkt.1 Allgemeines Absatz 6*)

Das zu untersuchende Wasser hat den folgenden Angriffsgrad: