

Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase

Grundlagen und Grenzwerte

DIN
4030
Teil 1

Evaluation of liquids, soils and gases aggressive to concrete;
basic requirements and ultimate limits

Evaluation des liquides, sols et gaz nocifs pour le béton;
exigences fondamentales et valeurs limites

Mit
DIN 4030 T2/06.91
Ersatz für
DIN 4030/11.69

Diese Norm wurde vom Fachbereich VII Beton- und Stahlbetonbau/Deutscher Ausschuß für Stahlbeton des NABau ausgearbeitet.

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich und Zweck	1	3.2 Böden	4
1.1 Allgemeines	1	3.3 Gase	4
1.2 Junger Beton	1		
1.3 Stahlbeton	1	4 Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase	4
2 Betonangreifende Stoffe und ihre Wirkung	2	4.1 Allgemeines	4
2.1 Allgemeines	2	4.2 Wässer	4
2.2 Saure Wässer	2	4.3 Böden	5
2.3 Sulfate	2	4.4 Gase	6
2.4 Magnesiumsalze	2		
2.5 Ammoniumsalze	2	Zitierte Normen und andere Unterlagen	7
2.6 Weiche Wässer	2	Frühere Ausgaben	7
2.7 Fette und Öle	3	Änderungen	7
3 Vorkommen betonangreifender Stoffe	3	Erläuterungen	7
3.1 Wässer	3		

1 Anwendungsbereich und Zweck

1.1 Allgemeines

(1) Diese Norm ist für die Beurteilung des Angriffsvermögens von Wässern vorwiegend natürlicher Zusammensetzung, von Böden und von Gasen anzuwenden, die betonangreifende Stoffe enthalten können und von außen chemisch auf erhärteten Beton nach DIN 1045 einwirken. Sie gilt nicht für konzentrierte Lösungen wie z.B. einige Industrieabwässer. Deshalb ist bei der Bauplanung — spätestens jedoch vor Baubeginn — zu klären, ob eine Beurteilung nach dieser Norm notwendig oder gerechtfertigt ist.

(2) Anforderungen an die Ausführung von Bauten aus Beton und Stahlbeton, die betonangreifenden Wässern, Böden und Gasen ausgesetzt werden, sind in DIN 1045 enthalten.

1.2 Junger Beton [1]

Junger Beton sollte mit betonangreifendem Wasser im allgemeinen nicht in Berührung kommen. Bei einigen Bauteilen, wie z.B. Ort betonpfählen in betonangreifendem Grundwasser, läßt sich ein Kontakt des jungen Betons mit betonangreifenden Stoffen nicht vermeiden. In diesem Fall kann bei der Beurteilung des Angriffsgrades beton-

angreifender Stoffe auf jungen Beton [2] von den allgemeinen Beurteilungsgrundlagen dieser Norm ausgegangen werden.

1.3 Stahlbeton

(1) Regeln zur Sicherstellung des Korrosionsschutzes der Bewehrung enthalten die maßgebenden Normen für Stahlbeton und Spannbeton.

(2) Betonangreifende Bestandteile von Wässern und Böden können die Wirksamkeit der Betondeckung zwar vermindern, eine Gefährdung für die Bewehrung stellen sie bei ausreichend dicker Betondeckung und sachgerechtem Beton aber nicht dar. Dagegen können Carbonatisierung des Betons oder eingedrungene Chloride den Korrosionsschutz beeinträchtigen; dies ist durch beton-technische und konstruktive Maßnahmen zu verhindern.

(3) Eine Korrosion der Bewehrung ist nur möglich, wenn gleichzeitig eine genügend große Menge Sauerstoff und Feuchte vorhanden ist. In trockenen Räumen (relative Feuchte $\leq 70\%$, für chloridhaltige Betone gelten kleinere Grenzwerte) ist deshalb keine Korrosionsgefahr gegeben, auch wenn die Carbonatisierung die Bewehrung erreicht hat oder wenn die kritischen Chloridgehalte überschritten werden. Wegen des Mangels an Sauerstoff gilt dies auch bei Bauteilen, die dauernd vollständig unter Wasser sind.

Fortsetzung Seite 2 bis 8

Normenausschuß Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
Deutscher Ausschuß für Stahlbeton

Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, gestattet.

(4) Die Eindringgeschwindigkeit von Chloriden in den erhärteten Beton hängt neben dem Chloridgehalt des anstehenden Mediums wesentlich von Wassertransportvorgängen ab (Dichtigkeit des Betons). Der kritische Chloridgehalt im Beton, ab dem eine Korrosion der Bewehrung möglich ist, kann in Abhängigkeit von den Umgebungsbedingungen, der Betonzusammensetzung und der Dichtigkeit des Betons in weiten Grenzen schwanken.

(5) Im Bereich von Rissen kann der Korrosionsschutz schneller aufgehoben werden. Der unter den in Absatz (3) genannten Bedingungen entstehende Korrosionsabtrag ist in der Regel jedoch gering, wenn Qualität und Dicke der Betondeckung sowie die Rißbreitenbeschränkung eingehalten worden sind.

(6) Besondere Korrosionsgefahr ist gegeben, wenn durch Risse im Bereich der Bewehrung chloridhaltiges Wasser fließt (z. B. Spaltfuge in Parkdecks).

2 Betonangreifende Stoffe und ihre Wirkung

2.1 Allgemeines

- (1) Wasser und Böden können Beton angreifen, wenn sie
 - freie Säuren (siehe Abschnitt 2.2),
 - Sulfide (siehe Abschnitt 2.2.3),
 - Sulfate (siehe Abschnitt 2.3),
 - Magnesiumsalze (siehe Abschnitt 2.4),
 - Ammoniumsalze (siehe Abschnitt 2.5) oder
 - bestimmte organische Verbindungen (siehe Abschnitt 2.7)

enthalten.

(2) Darüber hinaus können Wasser betonangreifend wirken, wenn sie besonders weich sind (siehe Abschnitt 2.6).

(3) Gase können in Verbindung mit Feuchte Beton angreifen, wenn sie beispielsweise

- Dihydrogensulfid (Schwefelwasserstoff) (siehe Abschnitt 2.2.3),
- Schwefeldioxid (siehe Abschnitt 2.2.4) oder
- Hydrogenchlorid (Chlorwasserstoff) (siehe Abschnitt 2.2.5)

enthalten.

2.2 Saure Wasser

2.2.1 Allgemeines

Wasser, die freie Säuren enthalten, wirken lösend auf den Zementstein und auf carbonathaltige Zuschläge. Wasser mit freien Säuren sind an einem pH-Wert kleiner als 7 erkennbar. Als betonangreifend gelten sie bei pH-Werten kleiner als 6,5. Die am häufigsten vorkommenden Säuren und Säurebildner sind in den Abschnitten 2.2.2 bis 2.2.8 aufgeführt.

2.2.2 Mineralsäuren

Mineralsäuren sind im allgemeinen starke Säuren, wie z.B. Schwefel-, Salz- und Salpetersäure. Sie wirken lösend auf den Zementstein und auf carbonathaltige Zuschläge.

2.2.3 Dihydrogensulfid (Schwefelwasserstoff)

Dihydrogensulfid wirkt als schwache Säure und als solche weniger auf den Beton ein. Er kann jedoch gasförmig in trockenen Beton eindringen oder sich im Wasserfilm auf feuchtem Beton lösen und bei Luftzutritt Schwefelsäure (siehe Abschnitt 2.2.2) und Sulfate (siehe Abschnitt 2.3) bilden. Auch wasserunlösliche Sulfide (z.B. Pyrit, Markasit) können bei Zutritt von Luftsauerstoff und Feuchte allmählich zu Sulfaten und Schwefelsäure oxidiert werden.

2.2.4 Schwefeldioxid

Schwefeldioxid kann gasförmig in trockenen Beton eindringen oder sich in feuchtem Beton lösen und schweflige Säure und Sulfite und — in Gegenwart von Sauerstoff — Schwefelsäure (siehe Abschnitt 2.2.2) und Sulfate (siehe Abschnitt 2.3) bilden.

2.2.5 Hydrogenchlorid (Chlorwasserstoff)

Hydrogenchlorid kann gasförmig in trockenen Beton eindringen oder sich in feuchtem Beton lösen und Salzsäure (siehe Abschnitt 2.2.2) bilden.

2.2.6 Kalklösekapazität (Kalklösende Kohlensäure)

Die kalklösende Kohlensäure (siehe Abschnitte 3.1.3 bis 3.1.5) greift Beton vornehmlich durch Lösen des Calciumhydroxids in ähnlicher Weise an wie andere schwache Säuren. Da von der anwesenden Kohlensäure nur ein Teil betonangreifend wirkt, muß dieser Gehalt als Kalklösekapazität gesondert ermittelt werden (siehe DIN 4030 Teil 2/06.91, Abschnitte 4.9 und 5.2.9).

2.2.7 Organische Säuren

Organische Säuren, wie z.B. Essig-, Milch- und Buttersäure (siehe Abschnitt 3.1.7), lösen Calcium aus den Bestandteilen des Zementsteins unter Bildung des entsprechenden Salzes heraus. Der Angriff organischer Säuren ist im allgemeinen weniger stark als der von Mineralsäuren. Organische Säuren, die praktisch unlösliche Kalksalze bilden (z.B. Oxalsäure, Weinsäure), wirken nicht betonangreifend, da Schutzschichten entstehen.

2.2.8 Huminsäuren

Huminsäuren sind für erhärteten Beton im allgemeinen wenig gefährlich; sie können jedoch den Erstarrungsvorgang des Frischbetons beeinträchtigen. Die Huminsäuren tauschen in besonderen Fällen ihre Wasserstoffionen gegen die Kationen neutraler Salze aus und bilden dann Säuren (siehe Abschnitte 3.1.4 und 3.2.3).

2.3 Sulfate

Sulfate setzen sich mit einigen Calcium- und Aluminiumverbindungen des Zementsteins zu Calciumaluminatsulfhydraten oder Gips um, was zu einem Treiben führen kann (siehe Abschnitte 3.1 und 3.2).

2.4 Magnesiumsalze

Magnesiumsalze, z.B. Magnesiumsulfat und -chlorid, lösen Calciumhydroxid aus dem Zementstein, wobei sich unter anderem Magnesiumhydroxid als weiche, gallertartige Masse bildet (siehe Abschnitt 3.1).

2.5 Ammoniumsalze

Ammoniumsalze (ausgenommen Ammoniumcarbonat, -oxalat und -fluorid) lösen vorwiegend Calciumhydroxid aus dem Zementstein, wobei Ammoniak frei wird und sich in Wasser löst. Ammoniak greift den Beton nicht an (siehe Abschnitt 3.1.5).

2.6 Weiche Wasser

(1) Weiche Wasser mit einer Härte unter 30 mg CaO je l, d.h. Wasser, die gar keine oder nur sehr wenig gelöste Calcium- und/oder Magnesiumsalze enthalten, können Calciumhydroxid des Zementsteins lösen. Sie greifen jedoch wasserundurchlässigen Beton mit einem Wasserzementwert von höchstens 0,60 (siehe DIN 1045) praktisch nicht an, falls sie nicht kalklösende Kohlensäure (siehe Abschnitt 2.2.6) oder andere betonangreifende Stoffe in schädlicher Menge enthalten.

(2) Niederschlagswasser kann einen niedrigen pH-Wert aufweisen, greift aber wegen seines geringen Lösungsvermögens Beton für Außenbauteile nach DIN 1045 in der Regel nicht an.

2.7 Fette und Öle

2.7.1 Allgemeines

Fette und Öle wirken je nach ihrer Herkunft, chemischen Zusammensetzung und physikalischen Beschaffenheit verschieden auf den Beton ein.

2.7.2 Pflanzliche und tierische Fette und Öle

Pflanzliche und tierische Fette und Öle können den Beton angreifen, weil sie als Ester der Fettsäuren mit dem Calciumhydroxid des Zementsteins fettsaure Calciumsalze (Kalkseifen) bilden. Ihr Angriffsvermögen auf wasserundurchlässigen Beton mit einem Wasserzementwert von höchstens 0,60 (siehe DIN 1045) ist jedoch zu vernachlässigen.

2.7.3 Mineralöle und -fette

Mineralöle und -fette greifen den Beton nicht an, wenn sie frei von Säuren sind¹⁾.

2.7.4 Steinkohlenteeröle

Von den Steinkohlenteerölen enthalten im allgemeinen die Mittel- und Schweröle Phenol und dessen Homologe (Phenolabkömmlinge), die den Beton unter Bildung von Phenolaten angreifen können. Ihr Angriffsvermögen auf wasserundurchlässigen Beton mit einem Wasserzementwert von höchstens 0,60 (siehe DIN 1045) ist jedoch zu vernachlässigen.

3 Vorkommen betonangreifender Stoffe

3.1 Wasser

3.1.1 Meerwasser

(1) Meerwasser enthält als betonangreifende Bestandteile vorwiegend Magnesiumverbindungen und Sulfate. Ostsee und Nordsee haben annähernd die in Tabelle 1 angegebene Zusammensetzung.

Tabelle 1. **Zusammensetzung von Meerwasser (Richtwerte)**

1	2	3
Bestandteile	Nordsee (Helgoland) mg/l	Ostsee (Kieler Bucht) mg/l
Na ⁺	11 000	5000
K ⁺	400	200
Ca ²⁺	400	200
Mg ²⁺	1300	600
Cl ⁻	19 900	9000
SO ₄ ²⁺	2800	1300
pH-Wert	> 8	> 7
Der Gesamtsalzgehalt beträgt in der Nordsee, ähnlich wie im Atlantischen Ozean, etwa 36 000 mg/l, in der Ostsee (Kieler Bucht) im Jahresmittel etwa 16 000 mg/l.		

(2) Die Tabellenwerte wurden aus mehreren Untersuchungsreihen gewonnen. Die Zusammensetzung des Meerwassers kann von den Richtwerten nach Tabelle 1 stark abweichen (siehe auch Abschnitt 3.1.2).

3.1.2 Meerwasser in Mündungsbereichen und Brackwasser

Meerwasser im Bereich von Fluß- und Kanalmündungen und Brackwasser können Zusammensetzungen aufweisen, die von den Werten nach Tabelle 1 erheblich abweichen. Liegen für derartige Gebiete keine mehrjährigen Analysen vor, aus denen auch mögliche Schwankungen des Salzgehalts abgeschätzt werden können, so sind die Wässer in der Regel als stark angreifend nach Tabelle 4 einzustufen; es ist ein HS-Zement (siehe DIN 1164 Teil 1) zu verwenden. Liegen jedoch entsprechende Analysenwerte vor, kann die Wirkung der Wässer auf der Grundlage der Grenzwerte nach Tabelle 4 erfolgen. Entsprechen die Analysenergebnisse den Richtwerten nach Tabelle 1, und dies gilt vor allem auch für den Gesamtsalzgehalt, so kann auf die Verwendung eines HS-Zements verzichtet werden. Das Wasser ist dann als stark angreifend einzustufen.

3.1.3 Gebirgs- und Quellwässer

Gebirgs- und Quellwässer enthalten meist keine betonangreifenden Stoffe (siehe Abschnitt 2.6), gelegentlich jedoch kalklösende Kohlensäure (siehe Abschnitt 2.2.6) und Sulfate (siehe Abschnitt 2.3).

3.1.4 Moorwässer

Moorwässer enthalten als betonangreifende Bestandteile oft kalklösende Kohlensäure (siehe Abschnitt 2.2.6), Sulfate (siehe Abschnitt 2.3) sowie Huminsäuren (siehe Abschnitt 2.2.8).

3.1.5 Grundwasser und andere Bodenwässer

Grundwasser und andere Bodenwässer — im folgenden als Grundwasser bezeichnet — enthalten oft kalklösende Kohlensäure, Sulfate und Magnesiumverbindungen. Dihydrogensulfid (Schwefelwasserstoff), Ammonium und betonangreifende organische Verbindungen kommen in höherer Konzentration nur in solchen Wässern vor, die durch Abwässer oder entsprechende Ablagerungen verunreinigt sind (siehe Abschnitte 3.1.7 und 3.2.4).

3.1.6 Flußwasser

Flußwasser kann sehr rein sein; es kann aber auch die im Abschnitt 2 aufgeführten Stoffe enthalten. Die Konzentrationen liegen jedoch im allgemeinen im nicht betonangreifenden Bereich.

3.1.7 Abwässer

(1) Abwässer können anorganische und organische betonangreifende Bestandteile enthalten, und zwar Mineralsäuren und organische Säuren sowie deren Salze.

(2) Bei häuslichen Abwässern können Ammoniumverbindungen und Dihydrogensulfid (Schwefelwasserstoff) als betonangreifende Stoffe auftreten. Diese Abwässer sind nicht betonangreifend, können aber auch im schwach angreifenden Bereich liegen. Dies ist der Fall, wenn die erforderlichen Betriebsbedingungen (unter anderem genügendes Gefälle der Rohre, ausreichender Füllungsgrad und Belüftung der Abwasserleitung) eingehalten werden (siehe auch DIN 1986 Teil 3). Bei Anlagen mit länger stehenden häuslichen Abwässern ist eine gesonderte Untersuchung des Abwassers und der im Luft Raum enthaltenen Gase erforderlich.

¹⁾ Siehe „Vorläufiges Merkblatt über das Verhalten von Beton gegenüber Mineral- und Teerölen“