

Beton in der Landwirtschaft

F. HUBER

Einleitung

Die Anwendung des Baustoffes ist aus der Landwirtschaft nicht mehr wegzudenken. An dieser Stelle über all die Vorteile des Betoneinsatzes beim Bauen für die Landwirtschaft zu reden, hieße Eulen nach Athen tragen zu wollen.

Viel wichtiger ist, dass die als langfristige Wirtschaftsgut angelegten Bauten einen hohen Qualitätsstandard aufweisen, um über ihre gesamte Lebensdauer nach den Vorstellungen des Landwirtes ihren Zweck zu erfüllen. Was Betonbauteile betrifft, werden die dafür notwendigen Mindestanforderungen in der Betonnorm ÖNORM B 4710 -1 ausdrücklich beschrieben. Die Anforderungen werden durch die so genannten „Expositionsklassen“ definiert, die jene Umweltbedingungen beschreiben, denen die Bauteile ausgesetzt sind. Landwirtschaftliches Bauen schließt Lagerflächen, Verkehrsflächen (*Abbildung 1*), Behälterbau wie Gülleanlagen und Siloanlagen sowie den Stallbereich ein.

Im Zuge der Planung muss insbesondere auf die zukünftige Nutzung oder die Folgenutzung der Bauwerke Bedacht genommen werden. Damit können Folgeschäden aus höheren Angriffsgraden – beispielhaft ein Stall für Tierhaltung nach der Nutzung als Geräteschuppen – vermieden werden.

Normative Grundlagen

Die Betonnorm ÖNORM B 4710-1 definiert auch die Aufgaben des Ausschreibenden, Herstellers und Verwenders von Beton. Alle am Bauwerk Beteiligten haben bei der Anwendung und der Umsetzung dieser Norm ihren festen Platz und ihre Aufgaben zugewiesen bekommen. In der Praxis können verschiedene Beteiligte bei den unterschiedlichen Stufen des Entwurfs- und Herstellungsprozesses des Betonbauwerkes Anforderungen festlegen. Jeder ist dabei angehalten, alle erforderlichen Informationen weiterzugeben.



Abbildung 1: Betonspurweg, Graubünden, CH

Tabelle 1: Kurzbezeichnungen nach ÖNORM B 4710-1

Kurzbez.	abgedeckte Umweltklasse	W/B-Wert	Luftgehalt (Vol.-%)
B1	XC3(A)	0,60	
B2	XC3, XD2, XF1, XA1L, SB (A)	0,55	
B2/C ₃ A-frei	XC3; XD2, XF1, XA1L, SB, C ₃ A-frei	0,55	
B3	XC3, XD2, XF3, XA1L, SB (A)	0,55	2,5 bis 5,0
B3/C ₃ A-frei	XC3, XD2, XF ₃ , XA1L, SB, C ₃ A-frei (A)	0,55	2,5 bis 5,0
B4	XC4, XD2, XF1, XA1L, SB (A)	0,5	
B5	XC4, XD2, XF2, XA1L, SB (A)	0,5	
B6/C ₃ A-frei	XC4, XD2, XF3, XA2L, XA2T, SB, C ₃ A-frei	0,45	2,5 bis 5,0
B7	XXC4, XD3, XF4, XA1L, SB (A)	0,45	4,0 bis 8,0
B8	XC3, UB1 (A)	0,60	

Die Expositionsklassen decken die unterschiedlichsten „Umweltangriffe“ ab. Durch einen maximalen Wasser/Bindemittel-Wert (W/B-Wert), einen entsprechenden Luftgehalt, einen Mindestbindemittelgehalt und weitere Parameter wird die Expositionsklasse eingehalten. Der Beton wird bei richtiger Zusammensetzung und entsprechendem Einbau die gewählten Anforderungen abdecken.

Die ÖNORM B 4710-1 bringt als ganz wesentlichen Punkt die empfohlenen Betonsorten. Geringe Unterschiede in den einzelnen Betonsorten und den ent-

sprechenden Rezepturen haben dazu geführt, dass mehrere Betonsorten in Gruppen zusammengefasst wurden. Mit den so genannten empfohlenen Betonsorten und ihren Kurzbezeichnungen B1 bis B12 (*Tabelle 1*) wurden für die häufigsten Anwendungsfälle Betone festgelegt, die den vorherrschenden „Umweltbedingungen“ widerstehen. Die Kurzbezeichnungen - das sind zukünftig wesentliche Erleichterungen bei der Auswahl und der Bestellung der Betonsorten - liefern mit den angeführten Expositionsklassen die Betonzusammensetzung.

Autor: Dr. Frank HUBER, Vereinigung d. österreichischen Zementforschungsindustrie, Reisnerstraße 53, A-1030 WIEN

Durch die angegebenen Expositionsklassen werden der maximale Wasser/Bindemittelwert (W/B-Wert), eventuell der erforderliche Luftgehalt des Frischbetons und der Zementgehalt festgesetzt. Je nach Witterung und Jahreszeit und weiteren Anforderungen wird der Zement für die gewählte Betonsorte ausgewählt (Tabelle 2). Aus diesen Eckdaten wird die Betonsorte gebildet.

Zur Auswahl und zur Anzahl der Betonsorten je Bauwerk ist allgemein zu sagen, dass eine Reduktion auf möglichst wenige Betonsorten zu empfehlen ist, sie verringert die Gefahr von Verwechslungen optimiert die Kontrolle und erhöht die Wirtschaftlichkeit.

Das zulässige Größtkorn, der Nennwert des Größtkorns, die Gesteinskörnung (GK) ergibt sich aus der Überdeckung der Stahleinlagen, dem gegenseitigen Abstand der Stahleinlagen und der Bauteildicke bzw. Bauteilgeometrie (Tabelle 3). Die ÖNORM B 4710-1 sieht als Standardausführung ein Größtkorn von 22 mm vor. Wird kein Größtkorn ausgeschrieben, gilt gemäß ÖNORM Größtkorn 22. Für den Beton ist das größtmögliche Größtkorn zu wählen. In Österreich ist GK 32 für alle Anwendungen mit größeren Abmessungen baupraktisch bewährt. Ebenso ist bei massigen Bauteilen und entsprechendem gegenseitigen Abstand der Stahleinlagen und der Überdeckung der Stahleinlagen auch GK 32 einsetzbar. Bei eng liegender und mehrlagiger Bewehrung, ebenso bei dünnen Wänden und bei Füllbeton von Hohlwänden ist GK 16 vorzusehen.

Vereinfachte Betonsortenauswahl – www.betonfibel.at

Der Planer legt aufgrund der Anforderungen an einen Bauteil gemäß seiner Endnutzung, bezüglich seines Einbaues und eventuell des Transportes die Betonsorte fest. Die ausgewählte Betonsorte ist in den Plänen zu vermerken. Die gewählten Daten sollen für die planliche Darstellung und die Ausschreibung genutzt werden und an den Hersteller und Verwender des Betons weiter gegeben werden.

Genau darauf zielt die Internetplattform „Betonfibel“ ab (Abbildung 2: Screen-shot Betonfibel Übersicht): die Festle-

Tabelle 2: Auszug aus Tabelle NAD 10 der ÖNORM 4710 – 1 (Grenzwerte bei GK 22)

1) +20 kg/m ³ , Δ = +Nachweis	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4
max. W/B - Wert	0,55	0,55	0,45	0,55	0,50	0,55	0,45
min. Bindemittelgehalte	300	300	320	300	320	300	340
min. Luftgehalt	-	-	-	-	2,5	2,5	4,0
CEM I	+	+	+	+	+	+	+
CEM II/A-S, V, W, L, M / B-S	+	+	+	+	+	+	+
CEM II/B-V	+	+	+	+	Δ	+	Δ
CEM II/B-L	+1)	+1)	+1)	Δ	Δ	Δ	Δ
CEM III/A	+	+	+	+	-	+	-
CEM III/B	+1)	+1)	+1)	-	-	-	-

Tabelle 3: Auswahlkriterien für das Größtkorn:

GK 8	für dünnwandige Bauteile bis 8 cm
GK 16	für Bauteile von 8-12 cm Dicke; bei mehrlagiger Bewehrung; für Sichtbeton mit Überdeckung 2 cm
GK 22	für alle Standardausführungen; für Sichtbeton mit Überdeckung 3 cm; für Bauteile von 12-18 cm Dicke bei einlagiger Bewehrung
GK 32	baupraktisch bewährt für alle Anwendungen mit größeren Abmessungen

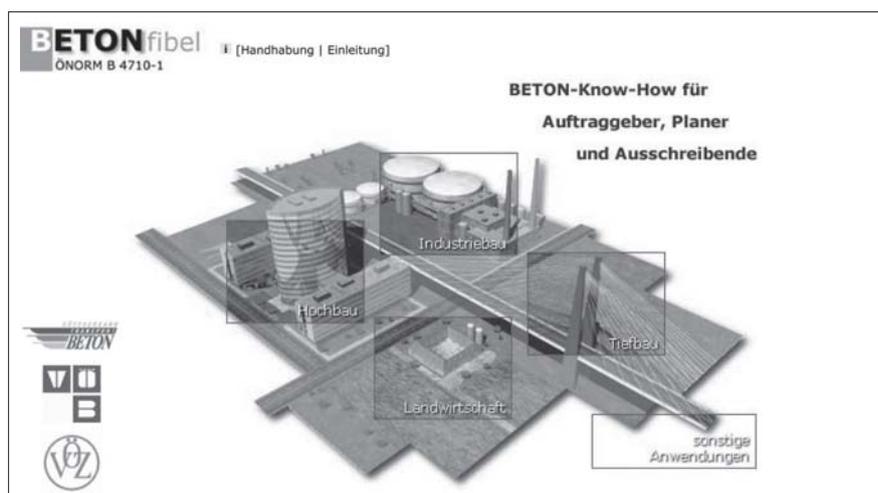


Abbildung 2: Betonfibel

gung der Anforderungen des Betons soll möglichst einfach in jene erforderlichen Normenbezeichnungen umgewandelt werden, die Bestandteil der Pläne sein müssen.

Die Kurzbezeichnungen, Abkürzungen, Expositionsklassen werden erklärt, um dem Planer ein grundlegendes Werkzeug in die Hand zu geben. Mittels eines graphischen Schemas gelangt der Anwender auf der Website www.betonfibel.at ausgehend von übergeordneten Begriffen über den auszuwählenden Bauteil und Anwendungskriterien zur Betonsor-

te. In der ersten Ebene sind Bereiche des Bauens in die Kategorien Hochbau, Industriebau, Tiefbau und Landwirtschaft eingeteilt.

In den darunter liegenden Ebenen wird der entsprechende Bauteil mit der gegebenen beziehungsweise zu erwartenden Anforderung gesucht (Abbildung 3: Screen-shot Betonfibel Unterseite: Gütleanlagen – Behälter im Freien). Der Bauteil mit einer gewählten Anforderung liefert als Ergebnis eine Betonsortenbezeichnung beziehungsweise eine Kurzbezeichnung (Tabelle 4).

Auf der einen Seite ist der Planer verpflichtet, eine Festigkeitsklasse (C8/10 bis C100/115 [N/mm²]) aufgrund der Statik für jeden Bauteil anzugeben. Auf der anderen Seite ergibt sich aus den Umweltbedingungen (Expositionsklassen) und damit aus der Betonsorte ein maximaler Wasser/Bindemittelwert (W/B-Wert). Dieser führt bei richtiger Verarbeitung und Nachbehandlung zu einer mindestens erzielbaren Druckfestigkeit, die mit der statisch erforderlichen jedoch absolut nichts zu tun hat. Im Falle dass die statisch erforderliche Druckfestigkeit geringer ausfällt als die betontechnologisch erzielbare, sind die Umweltbedingungen für die Festigkeit ausschlaggebend. In der Betonfibel ist die betontechnologisch erzielbare Festigkeitsklasse angegeben. Jedenfalls sind auf dem Plan immer die Festigkeitsklasse laut Statik und die erforderliche Kurzbezeichnung (beziehungsweise die erforderlichen Expositionsklassen) anzuführen.

Angriffsgrade verschiedener Substanzen

Der Landwirt hat natürlich mit anderen Angriffen zu rechnen, als die Betonnorm für den Hoch- und Tiefbau vorsieht. Hier kommt nicht so sehr das Tausalz zum Tragen, aber eine Vielzahl anderer Substanzen, die ähnliche Wirkung wie das Tausalz aufweisen und damit einen sehr dichten und undurchlässigen Beton fordern. Eine Einteilung der Angriffsstärken (Tabelle 5) verschiedener landwirtschaftlich relevanter Stoffe auf den Zementstein, auf die Gesteinskörnungen oder auch auf die Stahlbewehrung kann nur sehr grob angegeben werden.

Der W/B-Wert – ein Faktor hoher Aussagekraft

Der Wasser/Bindemittel-Wert ist der betonrelevante Wert. Gerade er bestimmt die Dauerhaftigkeit des Zementsteines. Je geringer der W/B-Wert ist, desto hochwertiger ist der Beton, wenn auch die Zusammensetzung des Frischbetons, der Transport, das Einbringen des Betons in die Schalung und die Nachbehandlung richtig durchgeführt wurden.

Um den Unterschied des W/B-Wertes zwischen 0,55 (z.B.: für B3) und 0,5 (z.B.: für B5) zu zeigen, ist die Berechnung an einem Beispiel mit zwei Ge-

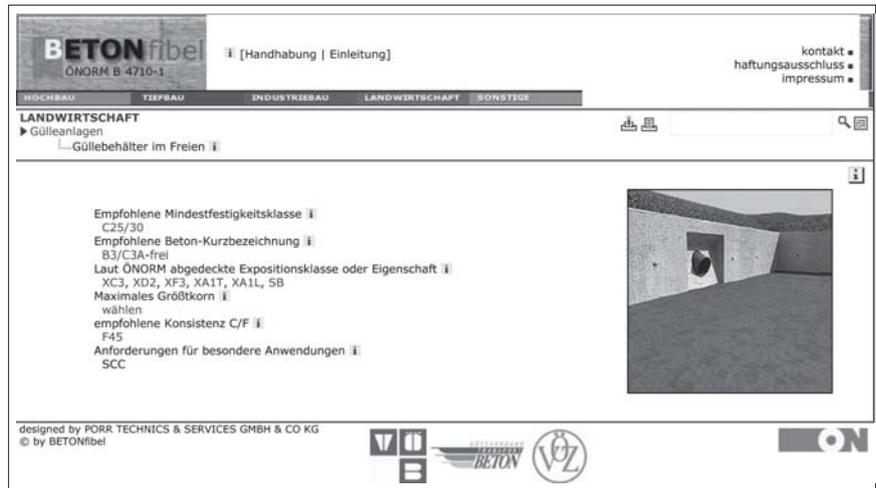


Abbildung 3: Betonfibel – Landwirtschaft Unterseite: Gülleanlagen – Behälter im Freien

Tabelle 4: Beispiel der Schreibweisen

	Festigkeitsklasse/Kurzbezeichnung/eventuell weitere Anforderungen
Kurz	C25/30/B3/C ₃ A-frei
	Festigkeitsklasse/Expositionsklassen/eventuell weitere Anforderungen
Lang	C25/30/XC3/XD2/XF3/XA1T/XA1L/SB

Tabelle 5: grobe Einteilung der Angriffsgrade

Salze (Viehsalz / Tausalz / Kalziumchlorid)	bis zu sehr stark
Pflanzenöle und -fette (niedrige Fettsäuren)	schwach bis stark
Gülle (aerobe Gärung à Schwefelsäure; anaerobe Gärung à Schwefelwasserstoff)	schwach bis stark
Kunstdünger (Ammonium à Ammoniumkarbonat)	sehr stark
Frucht- und Obstsaften	sehr stark
Milch und Molke	stark bis sehr stark
Heizöl und Dieselöl, fordert dichte Betonwanne	kein Angriff, das Erdreich kontaminierend
Gipshaltige Wässer	bis zu sehr stark
Moorwässer	bis zu sehr stark

steinskörnungen unterschiedlicher Feuchte aussagekräftig:

Ein Zwangsmischer mit 500 l Nenninhalt, der bequem an einen Traktor angehängt werden kann, liefert rund 330 l Frischbeton je Mische. Je Mische werden eingewogen:

Betonrezept 1:

(BR 1) 120 kg Zement (W/B_{ist} = 0,50),
620 kg Gesteinskörnungen mit Feuchtigkeitsgehalt von 2,3%

60 l Gesamtwasser, (46 l Zugabewasser, 14 l aus Zuschlag)

Betonrezept 2:

(BR 2) 120 kg Zement (W/B_{ist} = 0,50),
620 kg Gesteinskörnungen mit Feuchtigkeitsgehalt von 3,3%

60 l Gesamtwasser, (40 l Zugabewasser, 20 l aus Zuschlag)

Wird Betonrezeptur 1 verwendet und die Änderung der Zuschlagsfeuchte nicht bemerkt, so verwendet man ungewollt die folgende Betonrezeptur:

Betonrezept 3:

(BR 3) 120 kg Zement (W/B_{soll} = 0,50 und W/B_{ist} = 0,55),

620 kg Gesteinskörnungen mit Feuchtigkeitsgehalt von 3,3%

66 l Gesamtwasser, (46 l Zugabewasser, 20 l aus Zuschlag)

Die Eigenfeuchte der Gesteinskörnungen ist augenscheinlich nicht einmal von einem Fachmann zu beurteilen, geschweige denn der Unterschied der Ei-

genfeuchte von einem Prozent. Die ungewollte Verwendung eines feuchteren Zuschlages – zum Beispiel nach einem Regen – bedeutet immer eine extreme Verschlechterung der Betonqualität, in diesem Fall von B5 (BR 1) auf B3 (BR 3)! Der Unterschied sind lediglich die sechs Liter Wasser, die auf diesen Drittel Kubikmeter Frischbeton unbewusst zuviel zugegeben wurden. Auch aus diesem Grunde ist eine Herstellung hochwertiger Beton-sorten durch den Landwirt selbst nicht statthaft, höherwertige Betone sollten jedenfalls über Transportbeton bezogen werden, der nach Norm hergestellt wurde.

Die Einwirkungen auf den Beton im Detail

Mit den Expositionsklassen (Tabelle 6) werden jene chemischen und physikalischen Einwirkungen angegeben, denen der Beton ausgesetzt ist und die zu Einwirkungen auf den Beton oder die Bewehrung führen. Jede dieser Expositionsklassen ist in eine bis vier Angriffsstärken unterteilt, die die Betonzusammensetzung beeinflussen. Die detaillierten Angaben zu den einzelnen Expositionsklassen bietet die Website www.betonfibel.at über die Unterseiten mit den Betonsortenbezeichnungen.

Karbonatisierung XC

Für die Korrosion durch Karbonatisierung (XC, Angriff durch Kohlensäure) gilt das Kriterium der Dichte des Betongefüges. Ab einem W/B-Wert von 0,55 steigt die Durchlässigkeit stärker an, und ab einem W/B-Wert von 0,70 (höchstzulässiger Wert für Stahlbeton) wird sie sehr groß. Wasserundurchlässiger Beton ist stets dann erforderlich, wenn in das Betongefüge eines Bauteils Wasser nur geringfügig eindringen darf. Da die Wassereindringtiefe nur vom Wasserbindemittelwert abhängt, wird ein höchstzulässiger Wasserbindemittelwert vorgeschrieben.

Korrosion durch Chloride XD

Wenn Stahlbeton chloridhaltigem Wasser, zum Beispiel Viehsalz ausgesetzt ist, muss eine entsprechende Expositionsklasse XD zugeordnet werden. Ziel ist, wie bei der Karbonatisierung, die Sicherstellung eines dichten Betongefüges, so

Tabelle 6: **Grobgliederung der Expositionsklassen:**

Kein Korrosions- oder Angriffsrisiko	X0
Korrosion durch Karbonatisierung; Wasserundurchlässigkeitsklassen	XC
Korrosion, verursacht durch Chloride (z.B. Tausalz)	XD
Frostangriff mit und ohne Taumittel	XF
Chemischer Angriff	XA
Verschleißbeanspruchung	XM

dass Chloride nicht über eindringendes Wasser zum Metall vordringen können.

Frost XF

Durch die Wahl von $W/B \leq 0,55$ wird das Eindringen von Wasser verhindert. Der Beton wird frostbeständig. Beton mit $W/B = 0,55$ ist zwar frostbeständig, nicht aber beständig gegen die gemeinsame Einwirkung von Frost und Salzen, wie auch von anderen Produkten, die den Gefrierpunkt von Wasser herabsetzen können. Gegen Taumittel beständiger Beton (B7) ist auch bei Bauteilen im Freien erforderlich, die mit salzhaltigen Lösungen in Berührung kommen. Um eine derartig hochwertige Betongüte zu erreichen, muss auch ein Luftporenmittel zugegeben werden.

Chemischer Angriff XA

Es gibt keinen chemischen Angriff auf Beton ohne Feuchtigkeit – die Kondensfeuchtigkeit ist ausreichend. Die Stärke des Angriffes ist abhängig von Konzentration der angreifenden Flüssigkeit, der Einwirkungsdauer und der Betonqualität. Der chemische Angriff ist umso geringer, je dichter das Betongefüge ist, und somit je niedriger der W/B-Wert ist.

Höchste Qualität – Zufriedenheit auf Jahre

Werden die Expositionsklassen gemäß den Kurzbezeichnungen zusammengesetzt, kann man die strengste Anforderung an den W/B-Wert, den mindest erforderlichen Luftgehalt und den Mindestbindemittelgehalt herauslesen. Das sei an ein paar Beispielen praxisnahe erklärt:

Beispiel 1: Für Gülleanlagen (Güllekanäle und Güllekeller) soll laut Betonfibel C25/30 B3 C₃A-frei (Tabelle 7) bestellt werden. Gülleanlagen unter Warmställen sind frostfrei, kann eine Beton-sorte B2 dazu ausreichen?

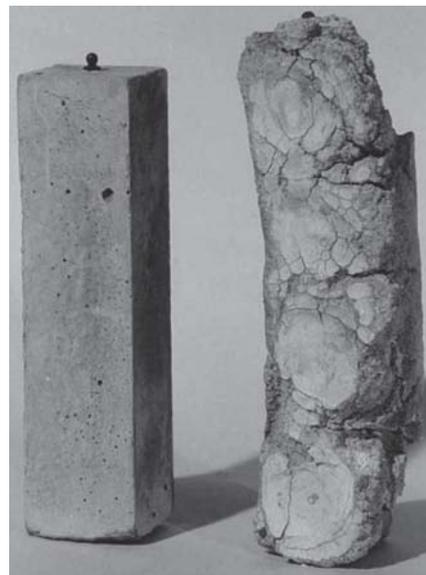


Abbildung 4: treibender Angriff



Abbildung 5: lösender Angriff

Sowohl die Chloride, als auch der Frost und der leicht treibende und lösende Angriff fordern einen W/B-Wert von 0,55. Liegt der Güllekeller unter einem Warmstall und ist damit die Frostgefahr nicht gegeben, so könnte theoretisch auf den Angriff Frost verzichtet werden. Bei der Bestellung im Transportbetonwerk ist davon auszugehen, dass eine Bestellung von C25/30 B3 C₃A-frei kostengünstiger oder gleichpreisig ausfallen wird als ein Beton nach einzelnen Expositionsklassen, bei dem das Kriterium Frost fehlt. Das wäre eine Sorte, die auf Wunsch hergestellt würde, die damit keine Erstprüfung hat und für die auch keine Haftung übernommen werden kann.

Generell ist von einer Verwendung C25/30 B2 C₃A-frei abzuraten, da die Frostfreiheit nicht garantiert werden kann.

Beispiel 2: Für Stallbereich, Stallböden, -decken, -stützen, -balken soll laut Betonfibel C25/30 B3 bestellt werden (*Tab*

belle 8). Wieso muss Frost bei Warmställen überhaupt oder aber die hohe Wassersättigung berücksichtigt werden?

Tabelle 7: C25/30 B3 C₃A-frei

B3 C ₃ A-frei	Kriterien für die Planung	Mindestanforderung
XC3	dichte Bauwerke; Wasserdruck 2-10 m	W/B ≤ 0,60; Bindemittel ≥ 280 kg/m ³
XD2	Nass, selten trocken	W/B ≤ 0,55; Bindemittel ≥ 300 kg/m ³
XF3	hohe Wassersättigung ohne Taumittel	W/B ≤ 0,55; Zement ≥ 300 kg/m ³ + 2,5 % LP
XA1	schwach XA1L und XA1T	W/B ≤ 0,55; Bindemittel ≥ 300 kg/m ³ ; treibend: CEM I HS (max. 3 % C ₃ A), CEM III/A, CEM III/B; Gesteinskörner F2

Tabelle 8: C25/30 B3

	Kriterien für die Planung	Mindestanforderung
XC3	dichte Bauwerke; Wasserdruck 2-10 m	W/B ≤ 0,60; Bindemittel ≥ 280 kg/m ³
XD2	Nass, selten trocken	W/B ≤ 0,55; Bindemittel ≥ 300 kg/m ³
XF3	hohe Wassersättigung ohne Taumittel	W/B ≤ 0,55; Zement ≥ 300 kg/m ³ + 2,5 % LP
XA1	schwach XA1L	W/B ≤ 0,55; Bindemittel ≥ 300 kg/m ³ ;

Tabelle 9: C25/30 B5

	Kriterien für die Planung	Mindestanforderung
XC4	dichte Bauwerke; Wasserdruck > 10 m	W/B ≤ 0,50; Bindemittel ≥ 300 kg/m ³
XD2	Nass, selten trocken	W/B ≤ 0,55; Bindemittel ≥ 300 kg/m ³
XF2	mäßige Wassersättigung mit Taumittel	W/B ≤ 0,50 + 2,5 % LP; Zement ≥ 320kg/m ³
XA1	schwach (XA1L, XA1T)	W/B ≤ 0,55; Bindemittel ≥ 300 kg/m ³ ; treibend: CEM I HS (max. 3 % C ₃ A), CEM III/A, CEM III/B; Gesteinskörner F2

Das Kriterium schwach lösender Angriff ergibt aber denselben W/B-Wert wie Frost und Angriff durch Chloride. Eine Verwendung der Expositionsklasse XF1 ändert am W/B-Wert nichts, der auch durch den chemischen Angriff gefordert wird. Absolute Frostfreiheit kann nicht immer garantiert werden, eine Reduktion auf wenige Betonsorten ist anzustreben.

Beispiel 3: Für die Siloanlagen, Fahrloanlagen ist laut Betonfibel C25/30 B5 als Betonsorte angegeben (*Tabelle 9*). Dabei ist der Angriff von Taumittel abgedeckt.

Bei Fahrtilos werden aber praktisch keine Taumittel oder Salze angewandt. Sehr wohl soll aber die Dichtheit der Bauwerke garantiert werden. Wenn garantiert wird, dass absolut kein Salz (Traktor von Straße in Gutshof), oder Produkte, die salzähnliche Wirkung zeigen (Dünger, Tiersalz etc. ...), zu den Betonbauteilen gelangen kann und wird, dann kann der Planer den Einsatz eines B3 überlegen. Jedenfalls handelt er in diesem Fall aber gegen die Norm.

Ganz im Sinne langlebiger Betonbauteile kann nur die Verwendung von hochwertigen aber wenigen Betonsorten empfohlen werden. Das verringert die Fehlerquoten.

Die Nutzung der Kurzbezeichnungen, die die häufigen Kombinationen von Einwirkungen beschreiben, führt zu kostengünstigeren Massenbetonen (B2, B3, B5). Gerade diese Kriterien bieten den Betonanwendern langfristig qualitätsvolle Betonprodukte, auf die sie sich dann auch der Landwirt verlassen kann.



Abbildung 6: Betonspurweg, Graubünden, CH

