



Dipl.-Ing. Wolfgang Rösener,  
öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger,  
Augsburg

## Bemessung und Herstellung von wasserundurchlässigen Betonkellern (Weiße Wannen)

Die DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauteile aus Beton“, Ausgabe November 2003, wurde im Jahr 2004 veröffentlicht. Da sie baurechtlich gesehen zu den sogenannten allgemein anerkannten Regeln der Technik zu zählen ist, muss sie bei der Bemessung von „wasserundurchlässigen“ Bauteilen, insbesondere bei Weißen Wannen, berücksichtigt werden.



IMMOBILIEN TAGE

17. - 19. Febr.

Messe  
Augsburg



# ***Begriffe***

## **Auflistung gängiger Fachbegriffe incl. technischer Erläuterungen**

Im Folgenden werden in alphabetischer Reihenfolge die Definitionen einiger Fachbegriffe aufgelistet, denen bei der Planung bzw. Erstellung von WU-Bauteilen wesentliche Bedeutung zukommt.

### ***Bewehrung***

In Stahlbeton einzulegende, gitter- oder stabförmige Eisen zur Aufnahme von Zug- und Biegezugspannungen (statisch erforderliche Bewehrung) bzw. zur Begrenzung der Rissweite aus Zwangsspannungen (Rissverteilende Bewehrung). Im Normalfall braucht nur die jeweils rechnerisch größere Bewehrung eingelegt zu werden.

### ***Braune Wanne***

Tiefbauteil mit außen liegender Abdichtung aus Bentonit (quellfähiger Spezialton). Diese Art der Ausführung kommt relativ selten vor und wird z. B. bei Deponien eingesetzt.

### ***Dichtflansch***

Siehe Rohrmanschette.

### ***Dreifachwand***

Früher unter dem Begriff Hohlwand bekannt. Moderne Bauweise für Kelleraußenwände aus zwei, durch Gitterträger miteinander verbundenen, ca. 5 bis 6 cm starken, im Werk vorgefertigten Fertigteileplatten, die auf der Baustelle mit Ortbeton verfüllt werden. Die Vorteile liegen in einem wesentlich verkürzten Bauablauf und glatten, streich- oder tapezierfähigen Wandoberflächen. Die wasserdichte Ausführung der Fugen zwischen den einzelnen Elementen bzw. zwischen den Wänden und der Bodenplatte bedarf allerdings besonderer Fachkenntnisse und Sorgfalt.

### ***Fugenbänder***

In den Beton in der Regel vor dem Betonieren einzulegende Bänder aus Neopren, Kunststoff etc. zur Abdichtung von Arbeitsfugen (z. B. zwischen Bodenplatte und Umfassungswänden) oder Dehnfugen. Die je auf den Bedarfsfall zugeschnittenen Fugenbänder sind an Stossstellen zu verschweißen, zu verkleben oder zu überlappen. Für gängige Fugenbänder sind Eck-, T-, Kreuzungsstücke etc. lieferbar. Neben den innen liegenden sind auch außen liegende Fugenbänder (z. B. für Betonierfugen in Bodenplatten) und Klemmfugenbänder (z. B. zum Abdichten der Fuge zwischen einem Ortbeton- und einem Fertigbauteil) erhältlich.



# Begriffe

## **Fugenblech**

Wie Fugenband, jedoch aus beschichteten oder nicht beschichteten Blechen. An den Stosstellen werden die Bleche entweder verklebt oder miteinander verklemmt.

## **Futterrohr**

siehe Rohrmanschette

## **Hohlkehle**

Dreiecksförmiger Mörtel- oder Styroporkeil bei außenseitiger Abdichtung der Fuge zwischen Wand- und Bodenplatte mit Dichtungsbahnen o. ä. Der Keil soll ein rechtwinkliges Abknicken der Abdichtungsbahnen mit einhergehender Rissgefahr verhindern. Hohlkehlen werden bei ordnungsgemäßer Ausführung von Weißen Wannen allenfalls zur Verhinderung des Ausblutens an Wandfüßen beim Betonieren von Dreifachwänden benötigt.

## **Hydratration**

Unter Hydratration versteht man den Abbindevorgang = Früherhärtung des Betons. Beim chemischen Ablauf der Hydratration erwärmt sich der Beton.

## **Hydratationswärme**

Die bei der Hydratration des Betons entstehende Temperaturzunahme bezeichnet man als Hydratationswärme. Sie nimmt mit der Dicke von Betonbauteilen und dem Zementgehalt zu. Weitere Einflussgrößen sind Witterungsbedingungen, Zementart und Lage des Bauteiles. Besonders negativ auf Beton-Bauteile wirkt sich die so genannte **abfließende Hydratationswärme** in der auf den Hydratationsvorgang folgenden Abkühlungsphase aus, da sich der zu diesem Zeitpunkt erst gering erhärtete Beton in Folge der Abkühlung verkürzen möchte, was bei zwangsgelagerten Bauteilen (z. B. mit Bodenplatten verbundenen Wänden) nur unter Ausbildung so genannter Schwindrisse möglich ist.

## **Kriechen**

Unter Kriechen versteht man die zeitabhängige, irreversible Formänderung von Beton-Bauteilen unter Dauerlasten. Das Kriechen kann je nach geometrischen Verhältnissen vorhandene Biegespannungs- oder Schwindrisse günstig oder ungünstig beeinflussen.



## Begriffe

### ***Mauerstärke***

Auch Schalungs-Abstandhalter, Schalungs-Anker oder Schalungs-Bindungselement genannt. Die Mauerstärken werden benötigt, um beim Betonieren einen gleichmäßigen Abstand der Schalelemente von Wänden (und damit gleich bleibende Wanddicke) zu gewährleisten. Die in der betonierten Wand verbleibenden Abstandhalter aus Kunststoff, Metall oder Faserzement stellen abdichtungstechnische Schwachstellen dar, denen bei der Ausführung von Weißen Wannen besondere Aufmerksamkeit zu widmen ist.

### ***PE-Folie***

Unter Bodenplatten und Fundamenten einzubringende Folie aus Polyethylen, die ein Versickern feiner Betonbestandteile z. B. in groben Kiesuntergrund verhindert. 2-lagig verlegt verbessert die Folie in ausgezeichneter Weise die Gleitfähigkeit von Bodenplatten auf dem Untergrund, wodurch Zwangsspannungen aus Schwinden in Folge abfließender Hydratationswärme abgebaut werden, so dass die Rissneigung von Bodenplatten abnimmt.

### ***Quellfugenbänder***

Einfacher Ersatz für Fugenbänder. Hierbei werden vor dem Betonieren in Arbeitsfugen Bänder aus quellfähigem Material eingelegt, die bei späterer Wasserzufuhr durch ihre Volumensvergrößerung die Fugen abdichten. **Es wird allerdings eindringlich davor gewarnt**, derartige Bänder als **ausschließliche** Abdichtung gegen Druckwasser zu verwenden, da sie z. B. an größeren Kiesnestern nicht wirksam sind.

### ***Relaxation***

Unter Relaxation ist der zeitabhängige Spannungsabbau unter einer aufgezwungenen Verformung von gleich bleibender Größe zu verstehen. Durch Relaxation entzieht sich der Beton im Laufe der Zeit mehr oder weniger seiner Beanspruchung.

### ***Risse***

In Folge nicht zwängungsfreier Bauteil-Lagerung (in der Praxis meistens nicht anders möglich) oder zu geringer Bewehrungseinlage, schlechter Betonverdichtung und/oder –Nachbehandlung können wasserführende Risse in Außenbauteilen aus Beton entstehen, die dann zwangsläufig (in der Regel durch Verpressung) saniert werden müssen. Es wird allerdings ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht, **dass Risse in Beton-Bauteilen bis zu den in Tabelle 2 der WU-Richtlinie angegebenen Grenzweiten keinen Mangel darstellen**. So dürfen z. B. Außenbauteile eine Rissweite von bis zu **0,25 mm** und WU-Bauteile mit geringem Druckgefälle bis zu **0,20 mm** aufweisen.



# Begriffe

## **Rohrmanschette**

Auch Futterrohr genannt. In Wände, Decken- oder Bodenplatten in der Regel vor dem Betonieren einzulegende Dichtsysteme (in der Regel mit Dichtflansch), die ein Eindringen von Wasser entlang der Wandungen von Rohrdurchführungen verhindern sollen.

## **Sauberkeitsschicht**

Im Fall von bindigen, weichen Böden auf die Bauwerkssohle aufzubringende Schicht aus Magerbeton in einer Stärke von 5 – 10 cm. Die Sauberkeitsschicht ermöglicht ein einwandfreies Verlegen der Bewehrung in der Bodenplatte bzw. dem Fundament und den Einsatz von Abstandhaltern mit punktförmigen Füßen für die obere Bewehrungslage.

## **Schwarze Wanne**

Keller oder Tiefgaragen mit außenseitiger, bituminöser Abdichtung. Der Beton selbst übernimmt bei dieser Art von Wannen keine Dichtfunktion.

## **Schwinden**

Unter Schwinden versteht man die temperatur- und trocknungsbedingte Verkürzung von Betonbauteilen. Besonders gefährlich ist das so genannte Fröhschwinden aus **abfließender Hydratationswärme**, das bei üblichen Bauteildicken bereits ein bis zwei Tage nach dem Einbringen des Betons beginnt. Zu diesem Zeitpunkt weist der Beton erst geringe Zugfestigkeit auf.

## **Schwindverkürzung**

Verkürzung von Bauteilen in Folge Schwinden des Betons. Das Endschwindmaß beträgt **ca. 0,3 mm/m**.

## **Selbstheilung**

Dünnere Trennrisse (z. B. aus Schwinden des Betons) bis zu einer Weite von ca. 0,20 – 0,25 mm können anfangs zwar wasserführend sein, dichten sich jedoch im Laufe der Zeit selbst ab. Dieser Vorgang, auch Selbstheilung genannt, ist auf eine nachträgliche Hydratation und Karbonatisierung entlang der Rissufer und das Zusetzen der Risse mit Feinbestandteilen zurückzuführen.



## Begriffe

### **Sollrissfuge**

Arbeitsfuge, an der durch spezielle Behandlung (z. B. Vorkerbung) gezielt später ein Riss entstehen soll. Durch die Rissbildung werden Zwangsspannungen abgebaut, die ansonsten an anderen Stellen unkontrolliert zu Rissen führen können. In Weißen Wannen sind Sollrissfugen z. B. durch innen liegende Fugenbänder, Schwindrohre etc. abzudichten. Die Vertikalfugen zwischen einzelnen Elementen von Dreifachwänden stellen immer Sollrissfugen dar.

### **Sperrbeton**

Veralteter Begriff für WU-Beton, der heute nicht mehr verwendet werden sollte, da er den irreführenden Eindruck einer nicht nur wasserundurchlässigen, sondern auch dampfundurchlässigen Ausführung erwecken könnte.

### **Verpressschläuche (= Injektionsschläuche)**

Alternative zu Fugenbändern, die auch zur nachträglichen Abdichtung von Arbeitsfugen geeignet ist. Hierbei werden anstelle von Fugenbändern ein oder mehrere Stränge von Verpressschläuchen eingelegt, die nach Abschluss der Betonerhärtung (oftmals auch Jahre nach dem Betonieren) mit PUR (Polyurethanreaktionsharzmörtel) oder mehrkomponentigem Acrylatgel verpresst werden. Das aus den porösen Schläuchen austretende Verpressmaterial dichtet die Fugen ab. Je nach verwendetem Material können die Schläuche auch mehrfach verpresst werden.

### **w/z - Wert**

Wasserzementwert des Frischbetons. Hierunter ist das Verhältnis von Wasser zu Zement zu verstehen. Bei zu hohen w/z - Werten erzeugt das so genannte Überschusswasser (=Wasser, das vom Zement nicht gebunden werden kann) im Beton Poren, durch die die Wasserundurchlässigkeit herabgesetzt wird. Bei üblichen WU-Bauteilen darf der Wasserzementwert höchstens **0,6** betragen.

### **Wasserdichte Wanne**

Eine wasserdichte Wanne erhält zusätzlich zu den üblichen Systemkomponenten einer WU-Wanne, wie z. B. Fugenbändern eine Außenabdichtung, z. B. aus Bitumenschweißbahn. Es wird allerdings darauf aufmerksam gemacht, dass hierdurch die Dampfdiffusion stark behindert, wenn nicht unterbunden ist, so dass die Wände auch oberhalb des Grundwasserpegels oder während Trockenperioden nicht mehr „atmen“ können. Bei Nutzung eines Kellers zu Wohn- oder Büro Zwecken bzw. bei Einlagerung feuchtigkeitsempfindlicher Gegenstände **wird aus diesem Grund bei wasserdichten Wannen dringend zum Einbau einer mechanischen Be- und Entlüftungsanlage geraten**, da ansonsten Schäden in Folge sich an kalten Außenbauteilen niederschlagender Kondensationsfeuchte nicht ausgeschlossen werden können.



# Begriffe

## **Weiße Wanne**

Auch WU-Wanne genannt. Hierbei handelt es sich um einen wasserundurchlässigen Keller (oder Tiefgarage etc.), der zwingend folgende Systemkomponenten aufweisen muss:

- Umfassungsbauteile aus WU-Beton
- Einlage einer ausreichenden Bewehrung zur Begrenzung der Rissweite DIN 1045-1 zur Verhinderung wasserführender Risse
- Wasserdichte Schalungs-Abstandshalter
- Wasserdichte Rohrdurchführungen, Gullys etc.
- Einlage von Fugenbändern bzw. –blechen an sämtlichen Arbeits-, Betonier- und Dehnfugen
- Wasserdichte und wasserdicht angeschlossene Lichtschächte mit Entwässerungsmöglichkeit am Boden
- Wasserdichte und wasserdicht angeschlossene Keller-Außentreppen mit Gully im unteren Podest

**Es ist somit bei weitem nicht ausreichend, eine Weiße Wanne z. B. nur mit den Komponenten WU-Beton und Fugenbändern zu errichten.**

Gerade auf die in der Praxis leider nur zu oft „vergessenen“ Faktoren Rissessicherheit und wasserdichte Lichtschachtanschlüsse incl. deren Entwässerung ist besonderes Augenmerk zu legen.

Es wird eindringlich darauf hingewiesen, dass eine Weiße Wanne aus wasserundurchlässigem Beton **nicht wasserdicht ist**. Dies bedeutet, dass Wasser durch eine Weiße Wanne zwar nicht in flüssiger, jedoch dampfförmiger Form hindurch treten darf; und zwar gemäß G. Lohmeier bis zu  $5 \text{ g/m}^2 \cdot \text{d}$ .



# ***Begriffe***

## ***WU-Bauteile***

Bauteile aus WU-Beton in einer Mindeststärke von 10 cm (in der Regel sind jedoch wegen der einzulegenden Bewehrung und Fugenbändern sowie der einzuhaltenden Betonüberdeckungen **größere Dicken erforderlich**). WU-Bauteile müssen ein möglichst dichtes Betongefüge aufweisen und sind aus diesem Grund unter hoher Verdichtung des Betons und guter Nachbehandlung herzustellen; ebenso muss die Entstehung breiterer Schwindrisse verhindert werden, was im Regelfall nur durch die Einlage einer ausreichend dimensionierten Bewehrung zur Begrenzung der Rissweite gem. DIN 1045-1 möglich ist (siehe hierzu auch die Erläuterungen zum Begriff Bewehrung).

## ***WU-Beton***

Wasserundurchlässiger Beton im Sinn des Abschnitts 5.5.3 der DIN 1045-2. Der Wasserzementwert (w/z-Wert) darf bei Bauteilen mit einer Dicke von etwa 10 cm bis 40 cm **0,6** und bei dickeren Bauteilen **0,7** nicht überschreiten. WU-Beton geringerer Festigkeitsklasse als C30/37 darf auch unter den Bedingungen für Überwachungsklasse 1 hergestellt und verarbeitet werden, wenn der Baukörper nur zeitweilig aufstauendem Sickerwasser ausgesetzt ist und nichts anderes vereinbart wurde. Ansonsten sind die Bedingungen der Überwachungsklasse 2 einzuhalten. In der Praxis wird WU-Beton oftmals unter Verwendung von Zusatzmitteln (Dichtungsmitteln) hergestellt.





## Übersicht über die wesentlichen Anforderungen der WU-Richtlinie nach [12]

Weitergehende bzw. von DIN 1045 abweichende Anforderungen, die vom Planer festzulegen sind	Nutzungsclass A	Nutzungsclass B
	Feuchtetransport in flüssiger Form und Feuchtstellen auf der Bauteiloberfläche als Folge von <b>Wasserdurchtritt unzulässig</b>	Feuchtstellen auf der Bauteiloberfläche in begrenztem Maße <sup>1)</sup> als Folge von <b>Wasserdurchtritt zulässig</b>
Beanspruchungsklasse 1	Nachweis, dass keine Trennrisse zu erwarten sind	Nachweis für rechnerisch zulässige Trennrissbreiten <sup>3)</sup> Druckgefälle zul. $w_k$ [mm] $\leq 10$ 0,20 $> 10$ bis $\leq 15$ 0,15 $> 15$ bis $\leq 25$ 0,10
Druckwasser •drückendes Wasser •nicht drückendes Wasser	Nachweis der Mindestdruckzonenhöhe <sup>2)</sup> $x \geq 30$ mm und $x \geq 1,5 \times \varnothing_{\text{Größtkorn}}$	
•zeitweise aufstauendes Sickerwasser	Dicke 4) Ortbeton-/Dreifachwand $h \geq 24$ cm Dicke 4) Bodenplatte in Ortbeton $h \geq 25$ cm	
	Bei Ausnutzung der empfohlenen Mindestdicken nach WU-Rili: Beton mit $(w/z)_{\text{eq}} < 0,55$ ; für Wände $\varnothing_{\text{Größtkorn}} \leq 16$ mm	
Beanspruchungsklasse 2	Rissbreite Ortbeton-/Dreifachwand    zul. $w_k \leq 0,20$ mm Rissbreite Bodenplatte                    zul. $w_k \leq 0,30$ mm	
Feuchte •nicht stauendes Sickerwasser •Bodenfeuchte	Dicke <sup>4)</sup> Ortbeton-/Dreifachwand $h \geq 20 / 24$ cm <sup>5)</sup> Dicke <sup>4)</sup> Bodenplatte $h \geq 15$ cm Dicke Fertigteile $h \geq 10$ cm	
	Beton mit $(w/z)_{\text{eq}} \leq 0,60$	

<sup>1)</sup> Zulässig sind feuchtebedingte Dunkelfärbungen, ggf. auch die Bildung von Wasserperlen an diesen Stellen, nicht jedoch Wasserdurchtritte mit angesammelten Wassermengen auf der Bauteiloberfläche.

<sup>2)</sup> Alternativ zum Nachweis der Mindestdruckzonenhöhe  $x$  ist auch ein Nachweis über eine Begrenzung von Biegerissbreiten für rechnerische Trennrissbreiten  $w_k$  zulässig (wie für Nutzungsclass B in obiger Tafel angegeben). Voraussetzung dafür ist, dass ein temporärer Wasserdurchtritt durch Trennrisse vertretbar ist und planerisch zusätzlich raumklimatische und bauphysikalische Maßnahmen festgelegt werden.

<sup>3)</sup> Rechnerische Trennrissbreiten gelten für eine Begrenzung des anfänglichen Wasserdurchtritts durch Selbstheilung. In Tabelle 2 von [13] werden Trennrissbreiten abhängig vom Druckgefälle für eine Selbstheilung aus Beobachtungen aus der Baupraxis genannt.

<sup>4)</sup> Empfohlene Mindestbauteildicken nach der WU-Richtlinie [1].

<sup>5)</sup> Die empfohlene Mindestdicke für Dreifachwände von 24 cm darf bei besonderen Maßnahmen auf 20 cm verringert werden.



## Beanspruchungsklassen

### Beanspruchungsklassen bei wasserundurchlässigen Bauwerken nach [12]

Beanspruchungsklasse	Art der Beanspruchung
1  Druckwasser	drückendes Grundwasser (Wasser übt hydrostatischen Druck auf das Bauteil aus)
	nicht drückendes Wasser (Wasser horizontal anstehend mit $h \leq 10$ cm)
	zeitweise aufstauendes Sickerwasser (Voraussetzung: Einbindetiefe in wenig durchlässigem Boden $\leq 3$ m ohne Dränung und Sohlenunterkante $\geq 30$ cm über Bemessungswasserstand)
2  Feuchte	nicht stauendes Sickerwasser (Voraussetzung: Wassereinsickerung bei sehr stark durchlässigem Boden ( $k_f \geq 104$ m/s) ohne Aufstau oder Wasserabführung durch Dränung bei wenig durchlässigem Boden)
	Bodenfeuchte (kapillar im Boden gebundenes Wasser)



## Nutzungsklassen

Anforderungen an die Wasserundurchlässigkeit, die Bauteiloberfläche sowie ggf. zusätzliche Maßnahmen in Abhängigkeit der Nutzungsklasse nach [12]

Nutzungsklasse Art der Nutzung	Anforderung an die Wasserundurchlässigkeit und die Bauteiloberfläche	Ggf. zusätzliche Maßnahmen für trockenes Raumklima, keine Tauwasserbildung
<b>Nutzungsklasse A</b> (hohe Anforderungen, z. B. intensiv genutzter Wohnhauskeller)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Feuchtetransport in flüssiger Form unzulässig</li><li>• Feuchtstellen als Folge von Wasserdurchtritt auf der Bauteiloberfläche unzulässig</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• raumklimatische Maßnahmen (z. B. Heizung, Lüftung zur Abführung der Baufeuchte)</li></ul>
<b>Nutzungsklasse B</b> (geringe Anforderungen, z. B. Tiefgaragen)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Feuchtetransport in flüssiger Form im Bereich von Trennrissen, Sollrissquerschnitten, Fugen und Arbeitsfugen in begrenztem Maße zulässig</li><li>• Entstehende Feuchtstellen mit Dunkelverfärbungen, ggf. auch Wasserperlenbildung zulässig</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• bauphysikalische Maßnahmen (z. B. Wärmeschutz)</li></ul>



## Bauteilabmessungen

### Empfohlene Mindestdicken $h$ von Bauteilen <sup>1) 2)</sup> nach [12]

Bauteil	Wände		Bodenplatte	
	1 (Druckwasser)	2 (Feuchte)	1 (Druckwasser)	2 (Feuchte)
Beanspruchungsklasse				
Ausführungsart				
Ortbeton	24 cm	20 cm	25 cm	15 cm
Fertigteil	20 cm	10 cm	20 cm	10 cm
Dreifachwand (Elementwand)	24 cm	24 cm <sup>3)</sup>		

<sup>1)</sup> Bei Ausnutzung der Mindestdicken im drückendem Wasser:  $(w/z)_{eq} \leq 0,55$  (entspricht Beton C30/37)

<sup>2)</sup> Erforderlicher Einbauraum  $b_{wj}$ , bei Ausnutzung der Mindestdicken im drückendem Wasser und mittlerer Fugensicherung:  $b_{wj} \geq 12$  cm bei Größtkorn 8 mm:  $b_{wj} \geq 14$  cm bei Größtkorn 16 mm:  $b_{wj} \geq 18$  cm Größtkorn 32 mm ( $b_{wj}$  = Breite des Einbauraums zwischen den lotrechten Bewehrungsstäben bei Ortbeton bzw. zwischen den Fertigteilplatten von Dreifachwänden).

<sup>3)</sup> Unter Beachtung besonderer betontechnischer und ausführungstechnischer Maßnahmen ist eine Abminderung auf 20 cm möglich.



## ***Begrenzung der Rissbreite***

Nach Tabelle 2 (Ziffer 8.5) der WU-Richtlinie [1] sind die Trennrissbreiten folgendermaßen zu begrenzen:

**Rechenwerte der Trennrissbreiten gemäß DIN 1045-1 in Abhängigkeit vom Druckgefälle, wenn der Wasserdurchtritt durch Selbstheilung der Risse begrenzt werden soll:**

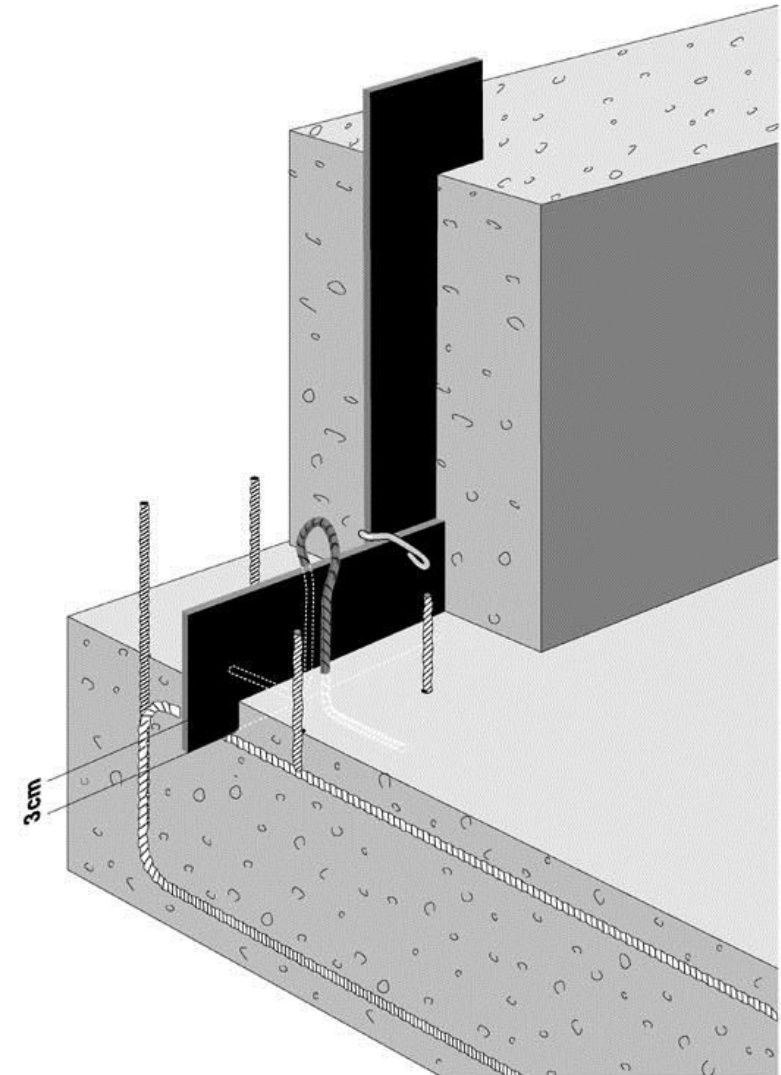
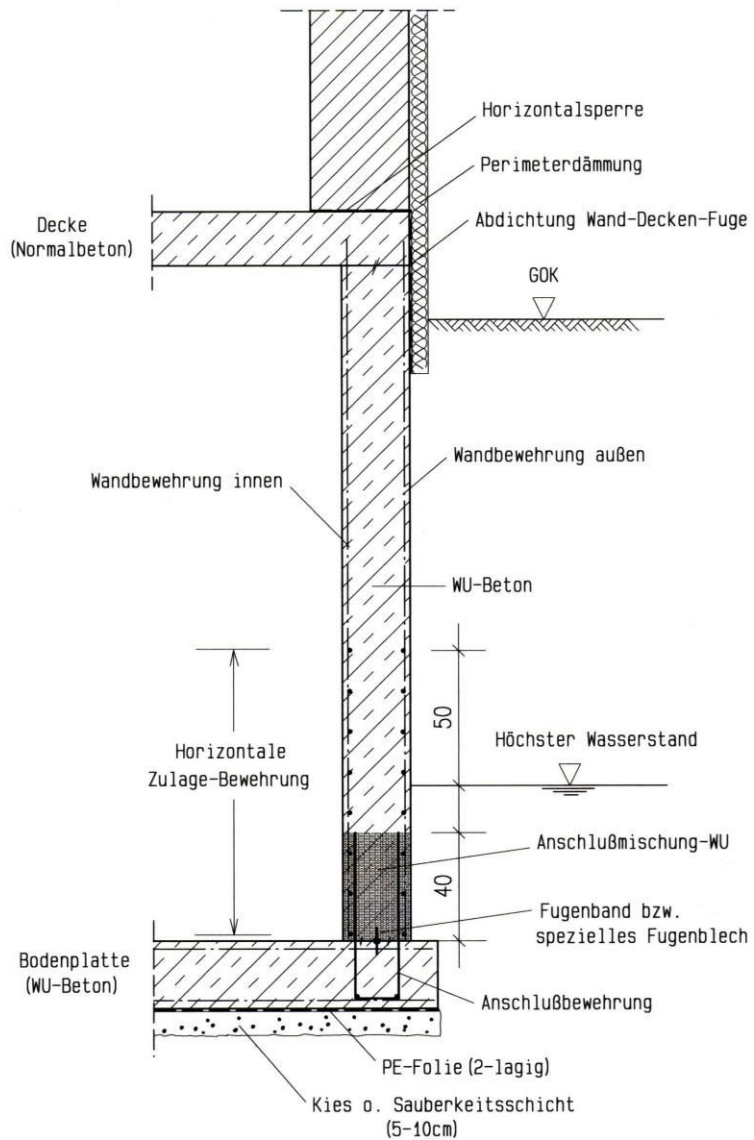
	1	2
	Druckgefälle $h_w/h_b$ <sup>1)</sup>	Zulässige Rissbreite $w$ in mm (Rechenwert) <sup>2)</sup>
1	$\leq 10$	0,20
2	$> 10$ bis $\leq 15$	0,15
3	$> 15$ bis $\leq 25$	0,10

<sup>1)</sup>  $h_w$  = Druckhöhe des Wassers in m;  $h_b$  = Bauteildicke in m  
<sup>2)</sup> Für angreifende Wässer mit  $> 40$  mg/l  $\text{CO}_2$  (kalklösende Kohlensäure) und  $\text{pH} < 5,5$  darf die Selbstheilung der Risse nicht in Ansatz gebracht werden.



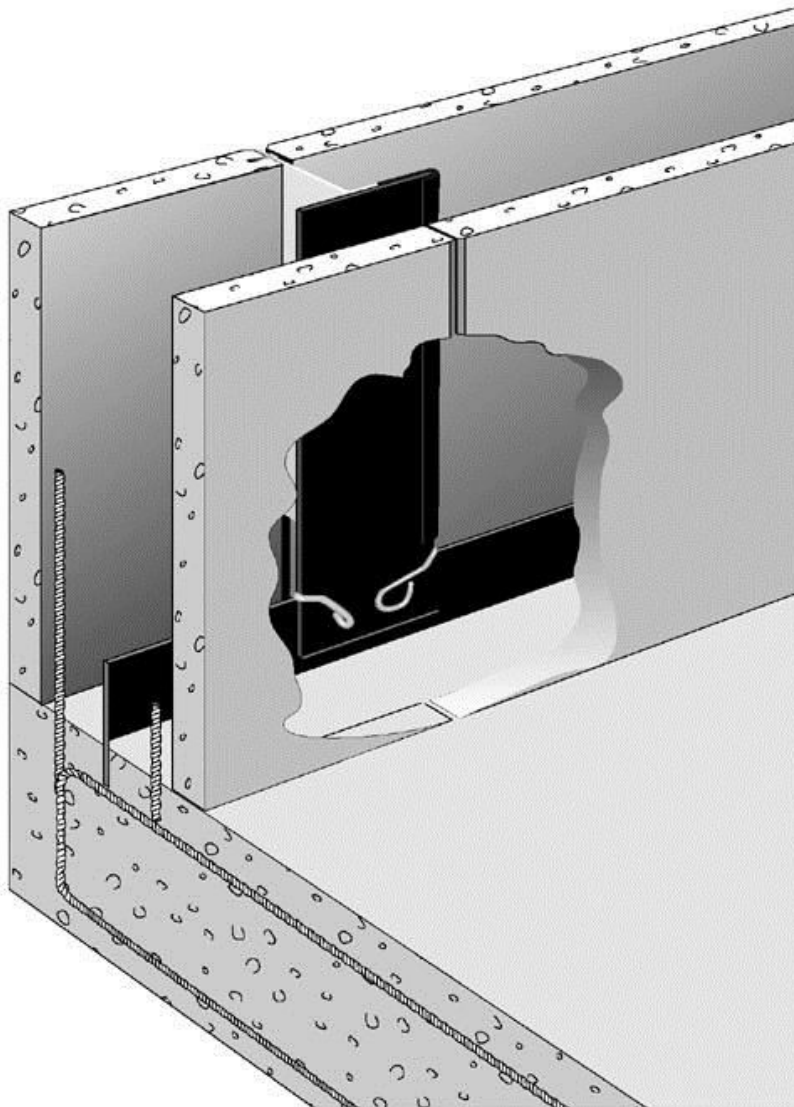
# Schemaschnitte

## Ortbeton

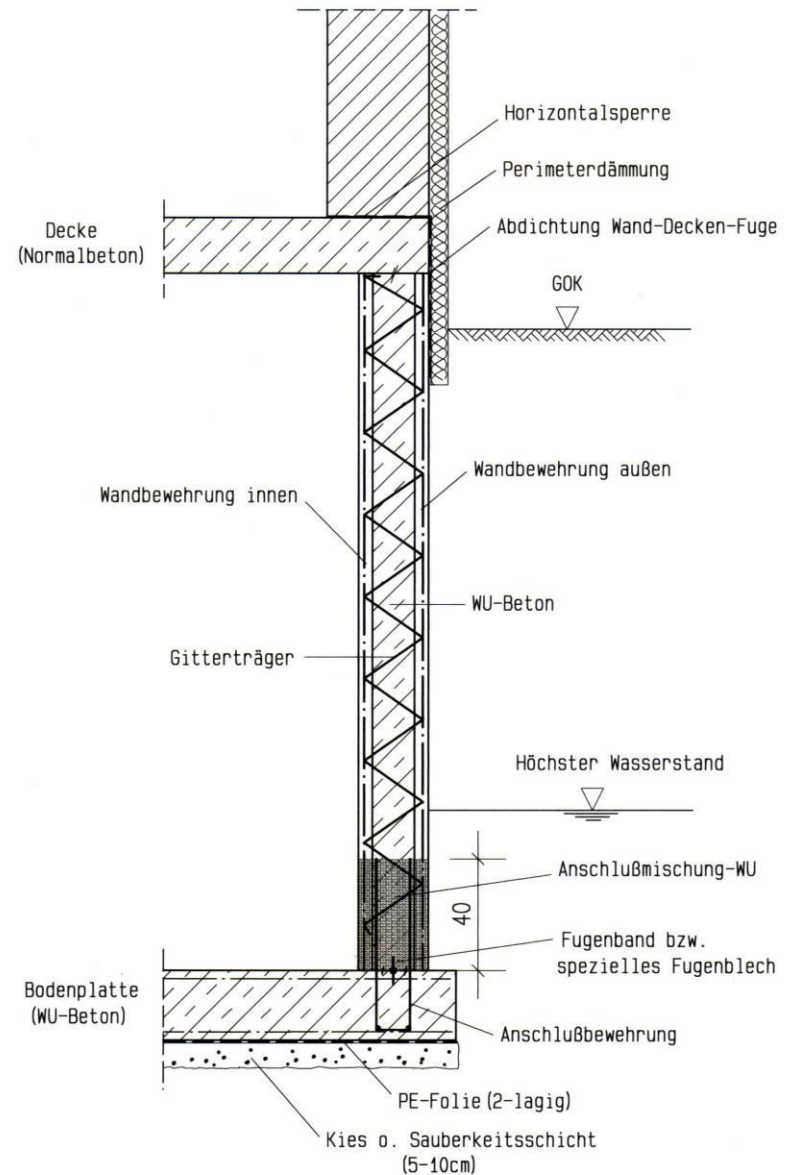




# Schemaschnitte



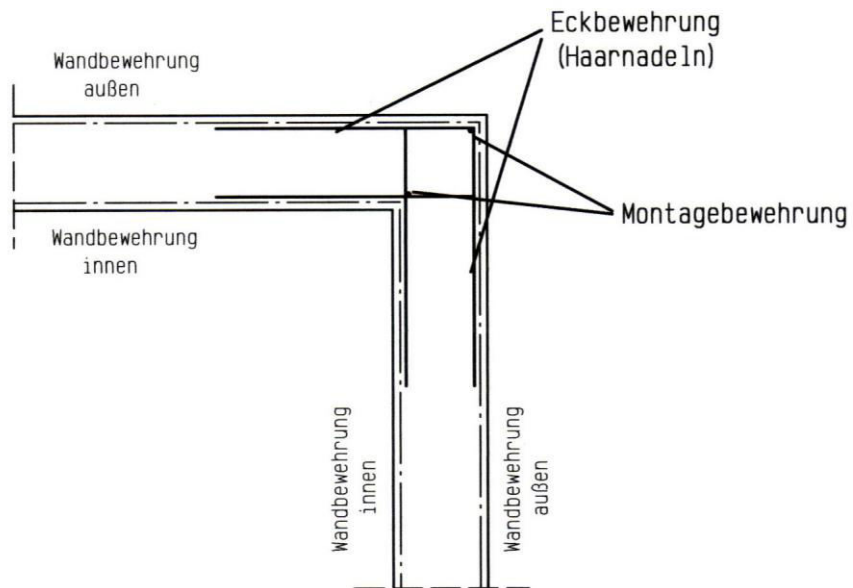
## 3-fach Wand



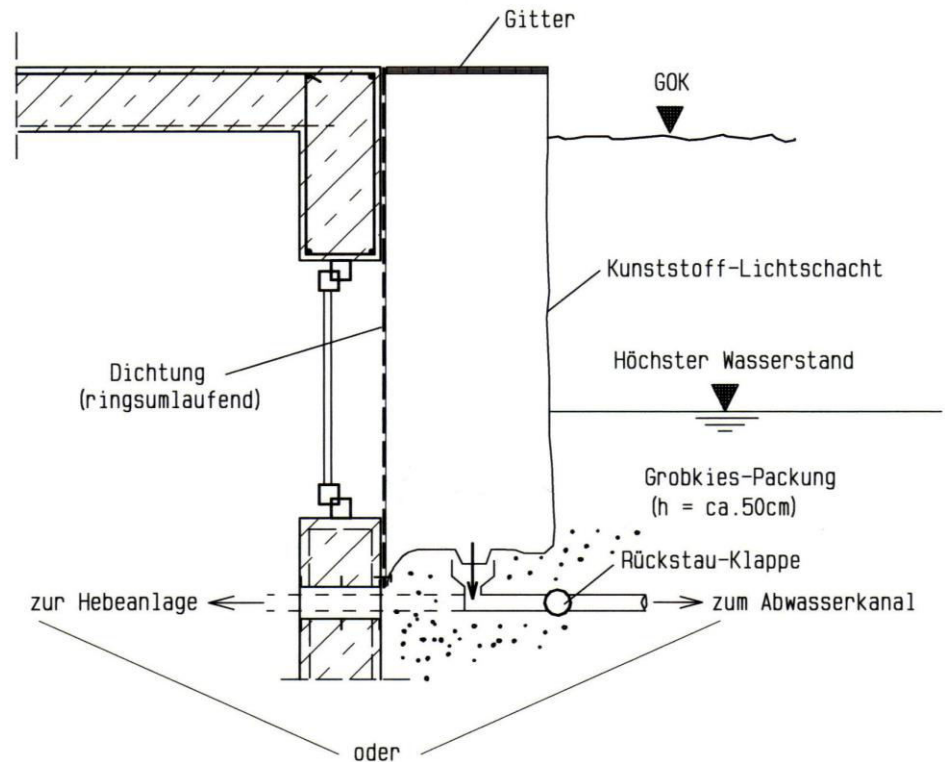


# Detailausbildungen

## Eckausbildung



## Lichtscht - Anschluss





## *Schwindrisse*







## *Kiesnester*



## *Undichte Wand-Bodenfugen*

