



FACHGERECHTE BEMESSUNG VON WU-BETONKONSTRUKTIONEN NACH AKTUELL GELTENDEM REGELWERK

Dr.-Ing. Hans-Jürgen Krause

Prüfingenieur für Baustatik VPI

Beratender Ingenieur VBI

WU-Fachplaner

GLIEDERUNG

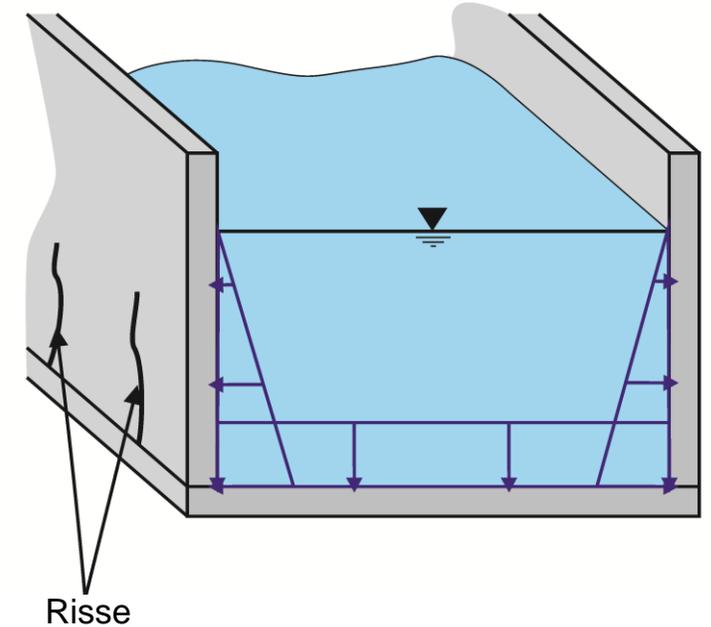
- Bemessung von WU-Betonkonstruktionen allgemein
- Konzeptioneller Teil der WU-Planung
- Bemessungstechnischer Teil der WU-Planung
- Konflikte bei WU-Betonkonstruktionen
- WU-Betonkonstruktionen mit FBVS

BEMESSUNG VON WU-BETONKONSTRUKTIONEN

Definition der „Weißen Wanne“ seinerzeit



Schrod, K.-H., Beton – und Stahlbetonbau Spezial 2014 – WU-Bauwerke aus Beton



Historisch:

- Behälter
- Rissbreitenbegrenzung (NKL-B)
- Dichtigkeitsprüfung
- Ggf. Verpressung von Rissen

Weißer Wanne nach Lohmeyer 1994

Rissbreitenbeschränkung

Tafel 10.1: Erfahrungswerte für rechnerische Rissbreiten für die „Selbstheilung“ von Rissen im Beton

Druckgefälle h_D/d_B in m/m	rechnerische Rissbreite w_{cal} in mm
$\leq 2,5$	$\leq 0,20$
≤ 5	$\leq 0,15$
> 5	$\leq 0,10$

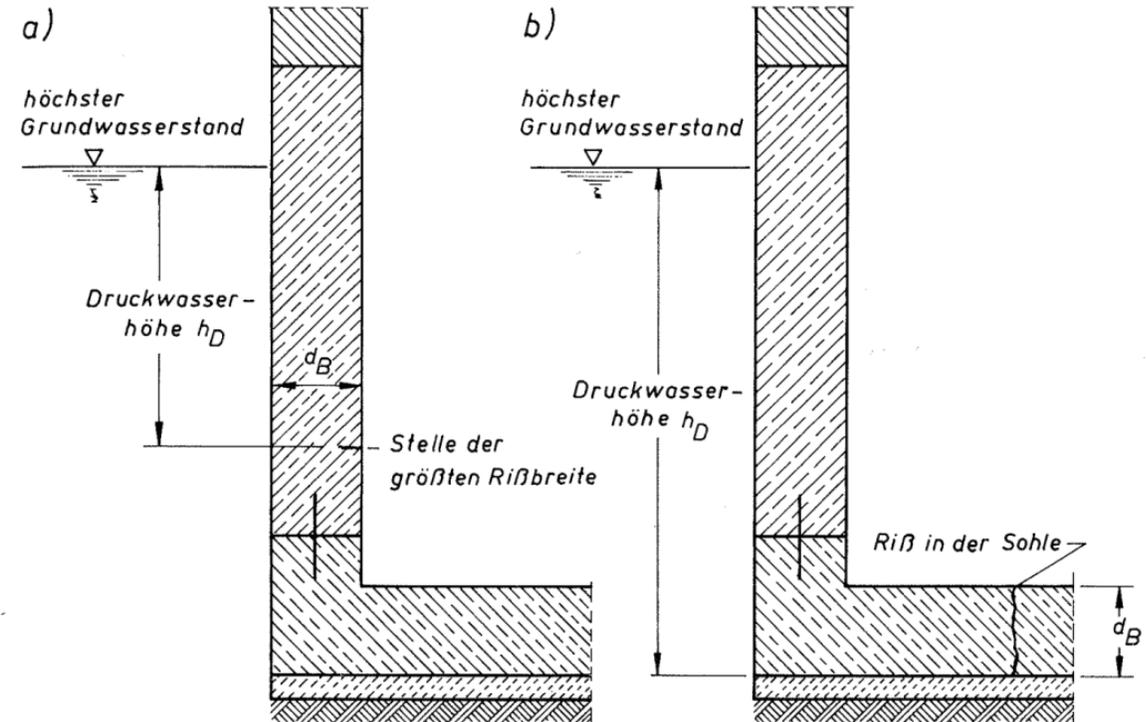


Bild 10.1: Bestimmung der Druckwasserhöhe h_D zur Festlegung der rechnerischen Rissbreite w_{cal}

a) Risse in Betonwänden

b) Risse in Betonsohlen

BEMESSUNG VON WU-BETONKONSTRUKTIONEN

Beispiel nach H400

Hydratationszwang

$h/d > 5$; $w_{cal} = 0,1 \text{ mm}$ $d = 30 \text{ cm}$

Ablesung

$$a_{s1} = a_{s2} = 13,6 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Abweichende Betonsorte B25

Faktor 0,9

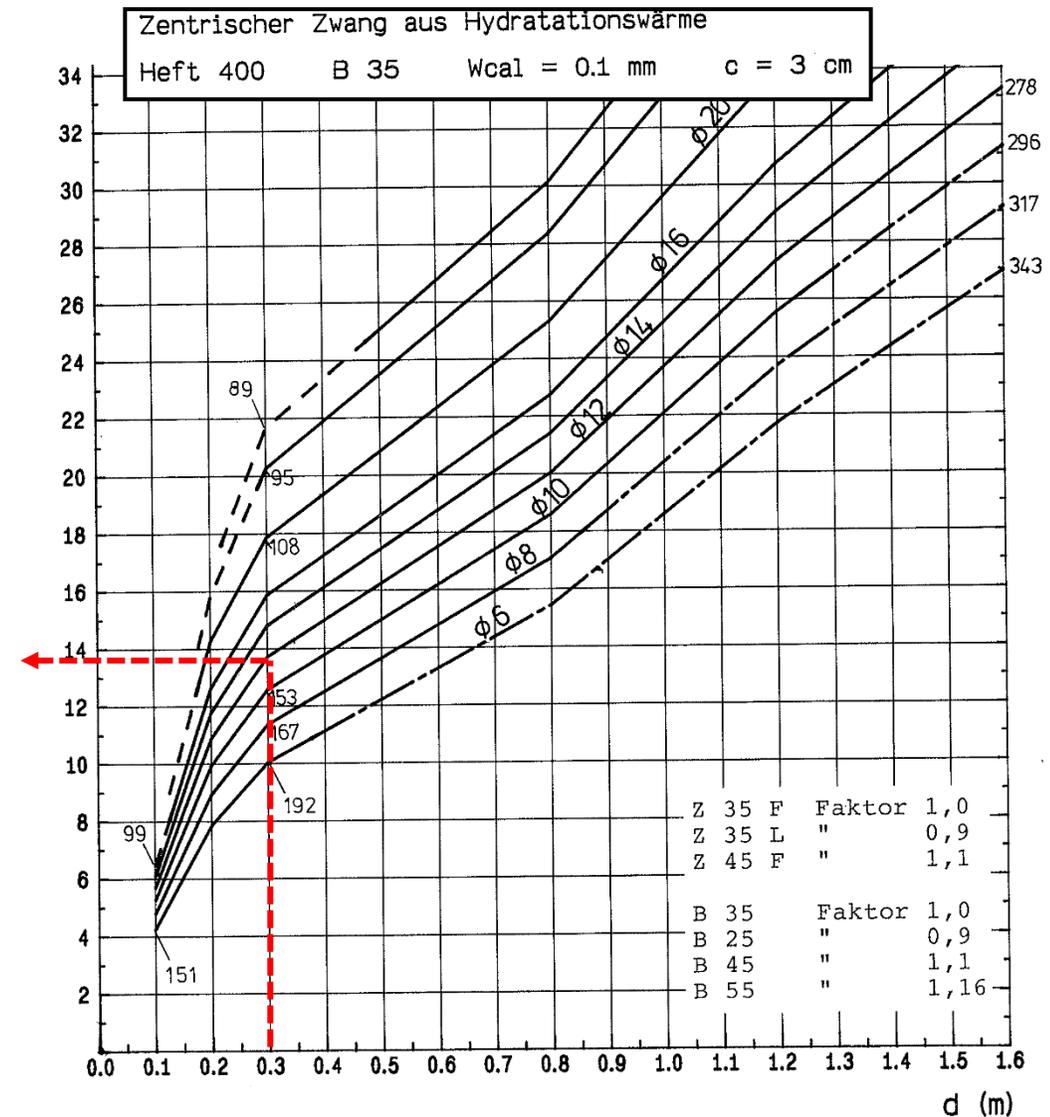
$$a_{s1} = a_{s2} = 12,3 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Abweichende Zementsorte Z35L

Faktor 0,9

$$a_{s1} = a_{s2} = 11,1 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Gewählt: $\text{Ø}12/10$



BEMESSUNG VON WU-BETONKONSTRUKTIONEN

Beispiel nach H400

Später Zwang

$h/d > 5$; $w_{cal} = 0,1 \text{ mm}$ $d = 30 \text{ cm}$

Ablesung

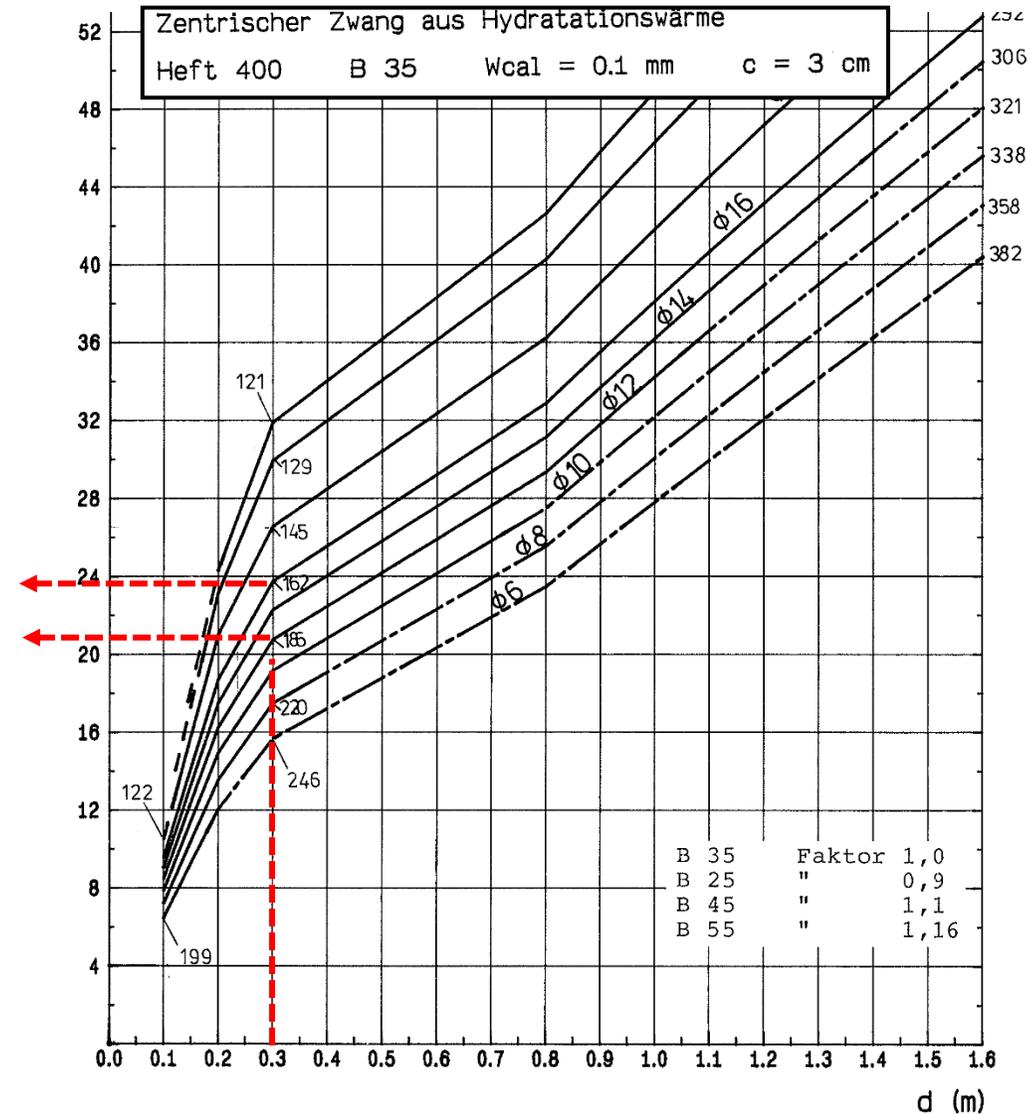
$$a_{s1} = a_{s2} = 20,4 \text{ cm}^2/\text{m} (\text{Ø}12) \\ = 23,8 \text{ cm}^2/\text{m} (\text{Ø}16)$$

Abweichende Betonsorte B25

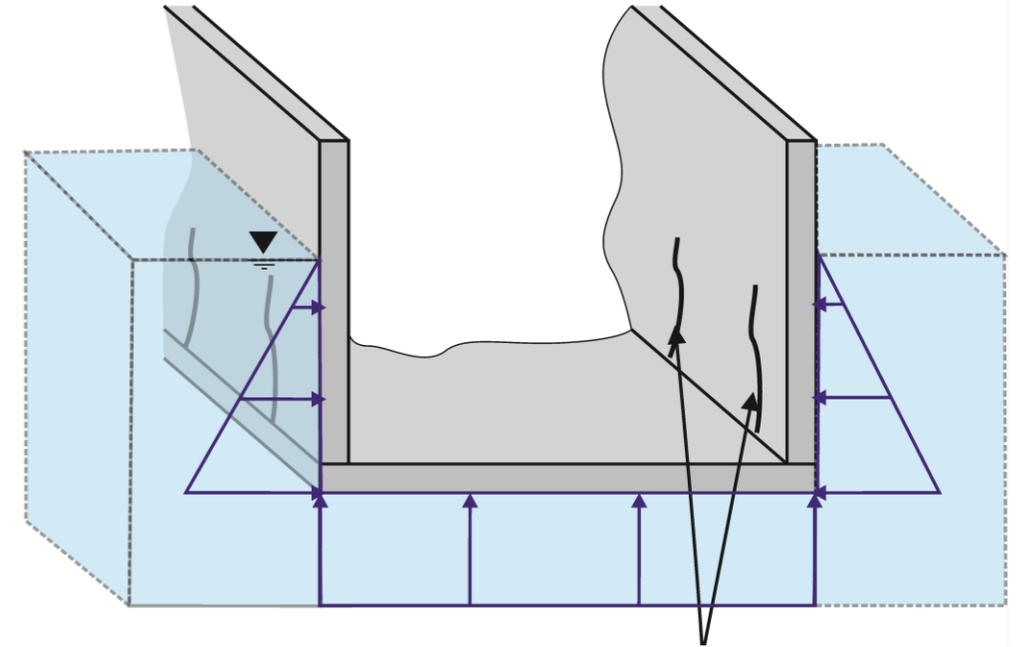
Faktor 0,9

$$a_{s1} = a_{s2} = 18,4 \text{ cm}^2/\text{m} (\text{Ø}12) \\ \rightarrow \text{Ø}12/6 (\text{Einbau!})$$

$$a_{s1} = a_{s2} = 21,4 \text{ cm}^2/\text{m} (\text{Ø}16) \\ \rightarrow \text{gewählt: } \text{Ø}16/9$$



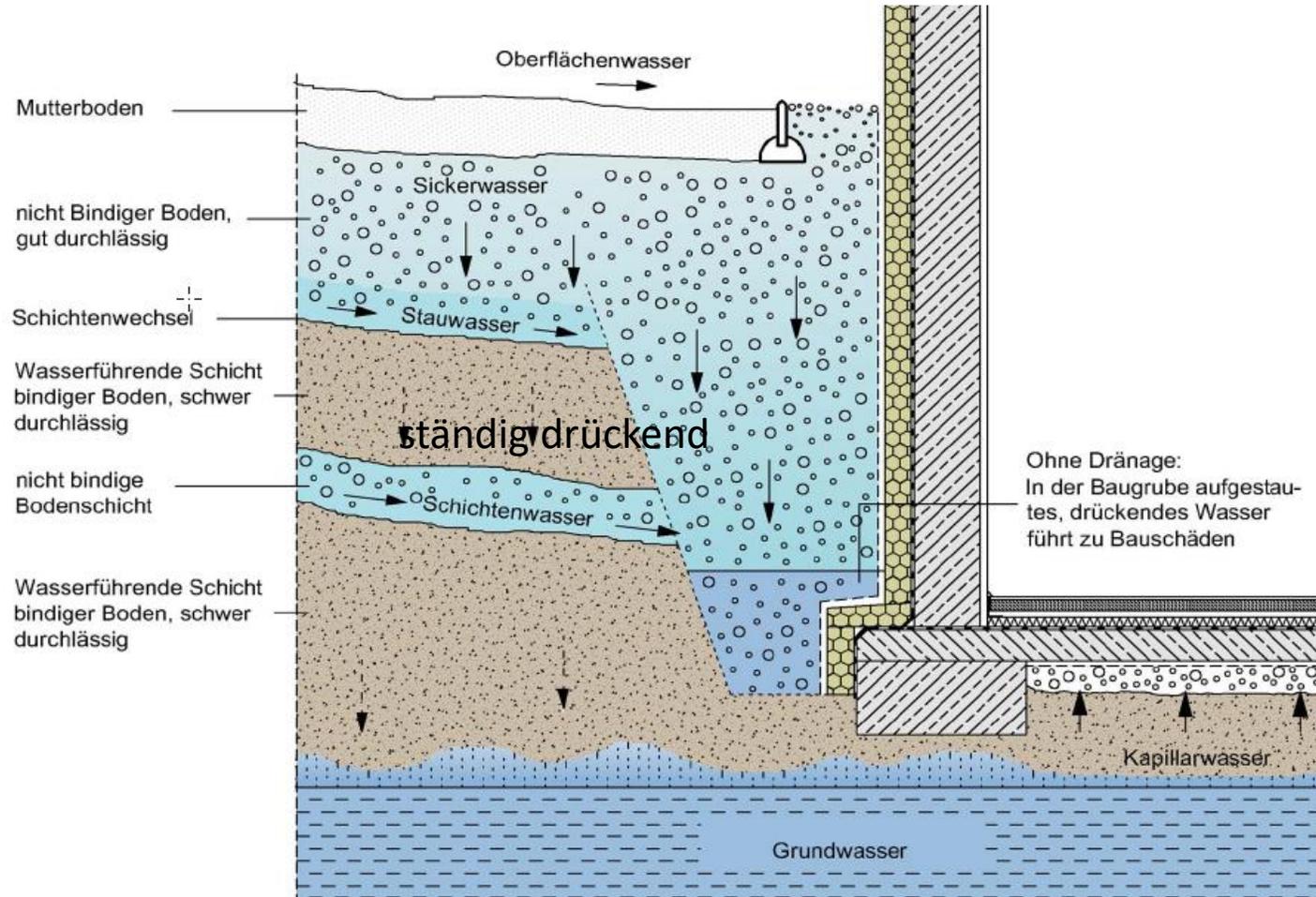
Definition der „Weißen Wanne“ heute



Aktuell:

- Dichtigkeitsanforderungen wie DIN 18533 (2017)
- Keine Feuchtstellen (NKL-A)
- Hochwertige Nutzung

BEMESSUNG VON WU-BETONKONSTRUKTIONEN



- Oberflächenwasser
- Sickerwasser

Zeitweise drückend

- **Stauwasser**
aufstauendes Sickerwasser
aufstauendes Schichtenwasser
- **Grundwasser**

Ständig drückend

Quelle: Sika

5.2 Beanspruchungsklassen

(1) Die Beanspruchungsklasse – die Art der Beaufschlagung des Bauwerks oder Bauteils mit Feuchte oder Wasser – ist unter Berücksichtigung der Baugrundeigenschaften und des Bemessungswasserstandes festzulegen.

(2) Die Beanspruchungsklasse 1 gilt für ständig und zeitweise drückendes Wasser. Bei WU-Dächern gilt stets die Beanspruchungsklasse 1.

ANMERKUNG 1: Beanspruchungsklasse 1 gilt demnach für alle Wasserbeanspruchungen außer Bodenfeuchte und an der Wand ablaufendem Wasser.

ANMERKUNG 2: Bei WU-Dächern ergeben sich die Wasserdruckhöhen entsprechend der Oberkanten bzw. Höhenlagen von Dachrändern, Aufkantungungen oder Notüberläufen.

(3) Die Beanspruchungsklasse 2 gilt für Bodenfeuchte und an der Wand ablaufendem Wasser.

Nahezu alle Baugrundgutachten weisen mittlerweile GOK als Bemessungswasserstand aus

entspricht **BKL-1**

BEMESSUNG VON WU-BETONKONSTRUKTIONEN

NUTZUNGSKLASSE B (NKL-B)



Schrod, K.-H., Beton – und Stahlbetonbau Spezial 2014 – WU-Bauwerke aus Beton

NUTZUNGSKLASSE A (NKL-A)

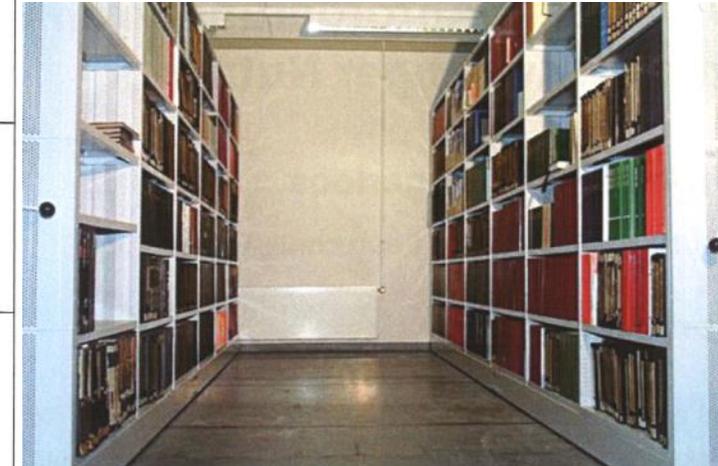


Quelle: Sika

BEMESSUNG VON WU-BETONKONSTRUKTIONEN

	1	2	3	4	5
	Unter- klasse	Raum- nutzung	Raumklima (i. d. R.)	Beispiele (informativ)	Maßnahmen ²⁾ (informativ)
1	A***	anspruchsvoll	warm, sehr geringe Luftfeuchte, geringe Schwankungsbreite der Klimawerte	Archive, Bibliotheken, Technikräume mit feuchteempfindlichen Geräten (Labor, EDV usw.), Lager für stark feuchte- oder temperaturempfindliche Güter	Wärmedämmung nach EnEV ³⁾ , Heizung, Zwangslüftung, Klimaanlage (Luftentfeuchtung)
2	A**	normal	warm, geringe Luftfeuchte, mäßige Schwankungsbreite der Klimawerte	Räume für dauerhaften Aufenthalt von Menschen, wie Versammlungs-, Büro-, Wohn-, Aufenthalts- oder Umkleieräume, Verkaufsstätten; Lager für feuchteempfindliche Güter; Technikzentralen	Wärmedämmung nach EnEV ³⁾ , Heizung, Zwangslüftung, ggf. Klimaanlage
3	A*	einfach	warm bis kühl, natürliche Luftfeuchte, große Schwankungsbreite der Klimawerte	Räume für zeitweiligen Aufenthalt von wenigen Menschen; ausgebaute Kellerräume, wie Hobbyräume, Werkstätten, Waschküche im Einfamilienhaus, Wäschetrockenraum; Abstellräume	Wärmedämmung nach EnEV ³⁾ ; ggf. ohne Heizung, natürliche Lüftung (Fenster, Lichtschächte, ggf. nutzerunabhängig)
4	A ⁰ ¹⁾	untergeordnet	keine Anforderungen	einfache Technikräume (z. B. Hausanschlussraum)	-

¹⁾ entspricht der WU-Richtlinie [R1], 5.3 (2), u. U. ist eine Einordnung in Nutzungsklasse B möglich
²⁾ Baukonstruktive Anforderungen an die Zugänglichkeit der umschließenden Bauteile sind immer zu beachten.
³⁾ EnEV: Energieeinsparverordnung [R37]



Quelle: Fingerloos, F.: Besondere Anforderungen an Weiße Wannen mit hochwertige Nutzung.

Hochwertige Nutzung:

- Nutzungsklasse A*** Archiv, Bibliothek, Technik
- Nutzungsklasse A** Büro, Wohnen, Verkauf
- Nutzungsklasse A* Werkstatt, Hobby, Abstellräume
- Nutzungsklasse A⁰ Einfache Technik
- Keine Angaben

Quelle: LV Tragwerk



BEMESSUNG VON WU-BETONKONSTRUKTIONEN

EGS b nicht bei NKL-A und BKL-1!

Entwurfsgrundsätze

- a) **Vermeidung von Trennrissen** durch die Festlegung von konstruktiven, betontechnischen und ausführungstechnischen Maßnahmen (siehe Abschnitt 6.2);
- b) **Festlegung von Trennrissebreiten**, die so gewählt werden, dass bei Beanspruchungsklasse 1 der Wasserdurchtritt durch Selbstheilung begrenzt wird;
- c) **Festlegung von Trennrissebreiten, die in Kombination mit im Entwurf vorgesehenen planmäßigen Dichtmaßnahmen** gemäß Abschnitt 12 die Anforderungen erfüllen. Hierbei sind in der Regel die Mindestanforderungen an die rechnerischen Trennrissebreiten nach DIN EN 1992-1-1, 7.3.1, auf der feuchtebeanspruchten Bauteilseite einzuhalten. Ziel dieses Entwurfsgrundsatzes ist es, die Anzahl der Risse zu minimieren und diese Risse bei Beanspruchungsklasse 1 zielsicher abzudichten.

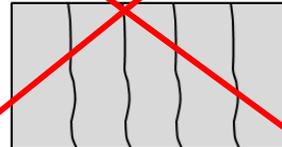
EGS a:

Risse vermeiden



EGS b:

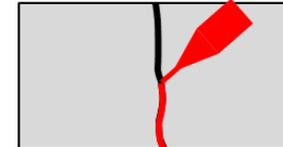
Kleine selbstheilende
Rissebreiten



$w = 0,1-0,2 \text{ mm}$

EGS c:

Große, wenige Risse
zulassen + abdichten



$w \leq 0,3 \text{ mm}$

BEMESSUNG VON WU-BETONKONSTRUKTIONEN

Definition der „Weißen Wanne“

Betonkonstruktion



Fugenkonstruktion



Rissverpressung



Voraussetzung: Zugänglichkeit!

BEMESSUNG VON WU-BETONKONSTRUKTIONEN



SIKA-FACHSEMINAR
ZERTIFIZIERTER
WU-FACHPLANER

DEUTSCHER AUSSCHUSS FÜR STAHLBETON

DAfStb-Richtlinie
Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton
(WU-Richtlinie)

Ausgabe Dezember 2017

Ersatz für Ausgabe November 2003; bisherige Vertriebs-Nr. 65035

Notifiziert gemäß der Richtlinie (EU) 2015/1535 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. September 2015 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. L 241 vom 17.9.2015, S. 1).

Bezüglich der in dieser Richtlinie genannten Normen, anderen Unterlagen und technischen Anforderungen, die sich auf Produkte oder Prüfverfahren beziehen, gilt, dass auch Produkte bzw. Prüfverfahren angewandt werden dürfen, die Normen oder sonstigen Bestimmungen und/oder technischen Vorschriften anderer Mitgliedstaaten der Europäischen Union oder der Türkei oder einem EFTA-Staat, der Vertragspartei des EWR-Abkommens ist, entsprechen, sofern das geforderte Schutzniveau in Bezug auf Sicherheit, Gesundheit und Gebrauchstauglichkeit gleichermaßen dauerhaft erreicht wird.

Herausgeber:
Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e. V. – DAfStb
Budapester Straße 31
D-10787 Berlin
Telefon: 030 2693-1320
info@dafstb.de

Der Deutsche Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb) beansprucht alle Rechte, auch das der Übersetzung in fremde Sprachen. Ohne ausdrückliche Genehmigung des DAfStb ist es nicht gestattet, diese Veröffentlichung oder Teile daraus auf fotomechanischem Wege oder auf andere Art zu vervielfältigen.

Verkauf durch den Beuth Verlag GmbH, Berlin, Vertriebs-Nummer 65784

Heft 555

DEUTSCHER AUSSCHUSS FÜR STAHLBETON

Erläuterungen zur DAfStb-Richtlinie
Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton

Berlin 2006

Beuth



BEMESSUNG VON WU-BETONKONSTRUKTIONEN

Auszug aus Kapitel 4 „Aufgaben der Planung“ der WU-Richtlinie (2017)

- a) Bedarfsplanung (dokumentierte Nutzungsanforderungen);
- b) Festlegung der Beanspruchungsklasse und erforderlichenfalls Berücksichtigung angreifender Wässer und Böden;
- c) Festlegung einer oder mehrerer Nutzungsklassen und des Nutzungsbeginns;
- d) bauteilbezogene Wahl eines Entwurfsgrundsatzes: „Risse vermeiden“, „Rissbreiten für Selbstheilung begrenzen“, „Einzelrisse zulassen und planmäßig abdichten“;
- e) Festlegen der aus den Entwurfsgrundsätzen folgenden konstruktiven, betontechnischen und ausführungstechnischen Maßnahmen (z. B. Festlegung von Betoneigenschaften, die der Bemessung zugrunde liegen);
- f) Wahl von Bauteilabmessungen, Bewegungsfugen, Sollrissfugen;
- g) Bemessung und Bewehrungskonstruktion;
- h) Planung von Einbauteilen und Durchdringungen;
- i) Planung von Bauablauf, Betonierabschnitten, Arbeitsfugen, einschließlich der erforderlichen Qualitätssicherungsmaßnahmen;
- j) Planung des geschlossenen Fugenabdichtungssystems;
- k) Planung und Ausschreibung der Abdichtung für alle planmäßigen und unplanmäßigen Trennrisse;
- l) Dokumentation aller relevanten Festlegungen und Entscheidungen in der Planung und Weitergabe an alle Beteiligten (WU-Konzept);
- m) Beschreibung der für die Nutzung möglicherweise folgenden Einschränkungen (z. B. wasserführende Risse, Annahmen für den Zeitraum und die Bedingungen für die Selbstheilung).

KONZEPTIONELLER TEIL DER WU-PLANUNG

WU-Richtlinie, „Vorwort“

Die in der Richtlinie gestellten Anforderungen können nur durch intensive Zusammenarbeit aller Baubeteiligten erfüllt werden. Es ist insbesondere erforderlich, dass die technischen Verantwortlichkeiten der Baubeteiligten und der Koordinierungsbedarf für ihre Tätigkeit vom Bauherrn oder Objektplaner festgelegt und dokumentiert werden.

WU-Richtlinie, Kapitel 4: „Planung“

(2) Die Koordination für ein WU-Bauwerk obliegt dem Objektplaner. Die Planung des WU-Bauwerks ist vom Objektplaner unter Beteiligung von Fachplanern durchzuführen. Die technischen Verantwortlichkeiten der Planungsbeteiligten sowie der Koordinierungsumfang und Informationsaustausch sind zu Projektbeginn für die einzelnen Teilbereiche der Planung (Entwurfs- und Ausführungsplanung) festzulegen.

KONZEPTIONELLER TEIL DER WU-PLANUNG

Tabelle A.1 – Orientierungshilfe für Zuständigkeiten (Checkliste)

S	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Z	Aufgabe	Baugrundgutachter	Bauphysiker	Bauherr	Objektplaner	Tragwerksplaner	TA-Planer	Sachkundiger Planer ^a	Bauausführender
1	Bedarfsplanung			V	M				
2	Koordinierung				V				
3	Festlegung der Nutzungsanforderungen, Definition Raumklima einschl. zulässiger Grenzwerte			V	M				
4	Festlegung der Nutzungsklasse			M	V				
5	Festlegung der Abdichtungsart (z. B. Entscheidung über weiße Wanne oder schwarze Wanne)			V	M	M			
6	Vorgaben zu flexibler Umnutzbarkeit			V	M				
7	EnEV-Nachweis, Bemessung Wärmedämmung, Nachweis Tauwasser und Wärmebrücken		V		M	M			
8	Angabe von Beanspruchungsklasse und Bemessungswasserstand	V							
9	Angabe chemische Zusammensetzung des anstehenden Wassers	V							
10	Festlegung Bauteilabmessungen und Lagerungsbedingungen				M	V			
11	Entwurfsgrundsatz gemäß WU-Richtlinie (evtl. differenziert nach Bauteilen) und alle erforderlichen Maßnahmen zur Umsetzung				M	V			
12	Aufklärung des Bauherrn über Konsequenzen aus Entwurfsgrundsatz				V	M			
13	Risikoverteilung hinsichtlich Entwurfsgrundsatz			V	M	M			M
14	Planung aus dem Entwurfsgrundsatz erforderlich werdender Rissverfüllarbeiten				M	V		M	M
15	Planung Zugänglichkeit für Abdichtungsarbeiten während der Nutzung				V		M		
16	Planung verträglicher Oberflächenbeläge/Beschichtungen		M	M	V				
17	Planung und Konstruktion von Dehn-/Arbeits-/Sollrissfugen				M	V			M ^b
18	Detailplanung von Dehn-/Arbeits-/Sollrissfugen				V	M			M
19	Planung Heizungs-, Klima-, Lüftungskonzept				M		V		
20	Festlegung Betondruckfestigkeitsklasse					V			M
21	Rechenwert Betonzugfestigkeit des jungen Betons					V			M
22	Betonzusammensetzung					M			V
23	Planung und Durchführung der Nachbehandlung								V
24	Festlegung von Füllgut und Verfahren zur Abdichtung wasserführender Risse oder Fehlstellen				M	M		V	
25	Planung Zeitpunkt Abstellen Wasserhaltung und Zeitpunkt der Dichtheitsprüfung (Auftriebssicherheit)	M			M	V			M

V: Verantwortung (beinhaltet Verpflichtung zur Einbindung der Mitwirkenden und Beschaffung der Informationen)

M: Mitwirkung

^a Sachkundiger Planer nach DAfStb-Richtlinie „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“.

^b Mitwirkung des Bauausführenden nur bei Festlegung der Arbeitsfugen.



SIKA-FACHSEMINAR
ZERTIFIZIERTER
WU-FACHPLANER



KONZEPTIONELLER TEIL DER WU-PLANUNG

Pos.	Leistung
1.	Erstellung WU-Konzept
	<p>Prüfen und entwickeln eines Abdichtungskonzeptes („WU-Konzept“) für erdberührte und durch Wasser beanspruchte Stahlbetonbauteile gemäß den Anforderungen der WU – Richtlinie des DAfStb sowie des DBV Merkblatt „Hochwertige Nutzung von Untergeschossen“.</p> <p>Durchführung einer Bedarfsanalyse mit dem Bauherrn, Architekt, TGA- und Laborplaner nach DIN 18205.</p> <p>Die Konzeption ist als Grundlage der Planung und Leistungsbeschreibung im Vorfeld zu erstellen.</p> <p>Inklusive Teilnahme an bis zu 3 Vor-Ort Terminen in Dortmund/ Bochum zur Abstimmung der Planung.</p>

Pos.	Leistung
2.	Entwurfsplanung und Leistungsbeschreibung „Weiße Wanne“
	<p>Erstellen einer Entwurfsplanung und Koordination weiterer Planungsbeteiligter für den Entwurf von Maßnahmen der Erstellung der wasserundurchlässigen Bauteile aus Stahlbeton gemäß der WU-Richtlinie des DAfStb, erstellen der erforderlichen Leitdetails und Mitwirkung bei der Erstellung der Leistungstextpositionen (Zuarbeit für die funktionale Ausschreibung an einen GU) „Abdichtung-Weiße Wanne“ mit Kostenberechnung.</p> <p>Übergabe als .pdf und im gaeb-Datenformat.</p> <p>Bauteile: Gründungsplatten und erdberührte Wände</p> <p>Inklusive Teilnahme an bis zu 3 Vor-Ort Terminen in Dortmund/ Bochum zur Abstimmung der Planung.</p> <p>Voraussichtlich wird die Abdichtung nicht überall bis 30cm über Gelände geführt werden können, d.h. dort muss dann eine ergänzende Abdichtung für diese Übergangsbereiche vorgesehen werden. Für die planerische Lösung der Schnittstelle ist die Beratung des WU-Planers erforderlich.</p>

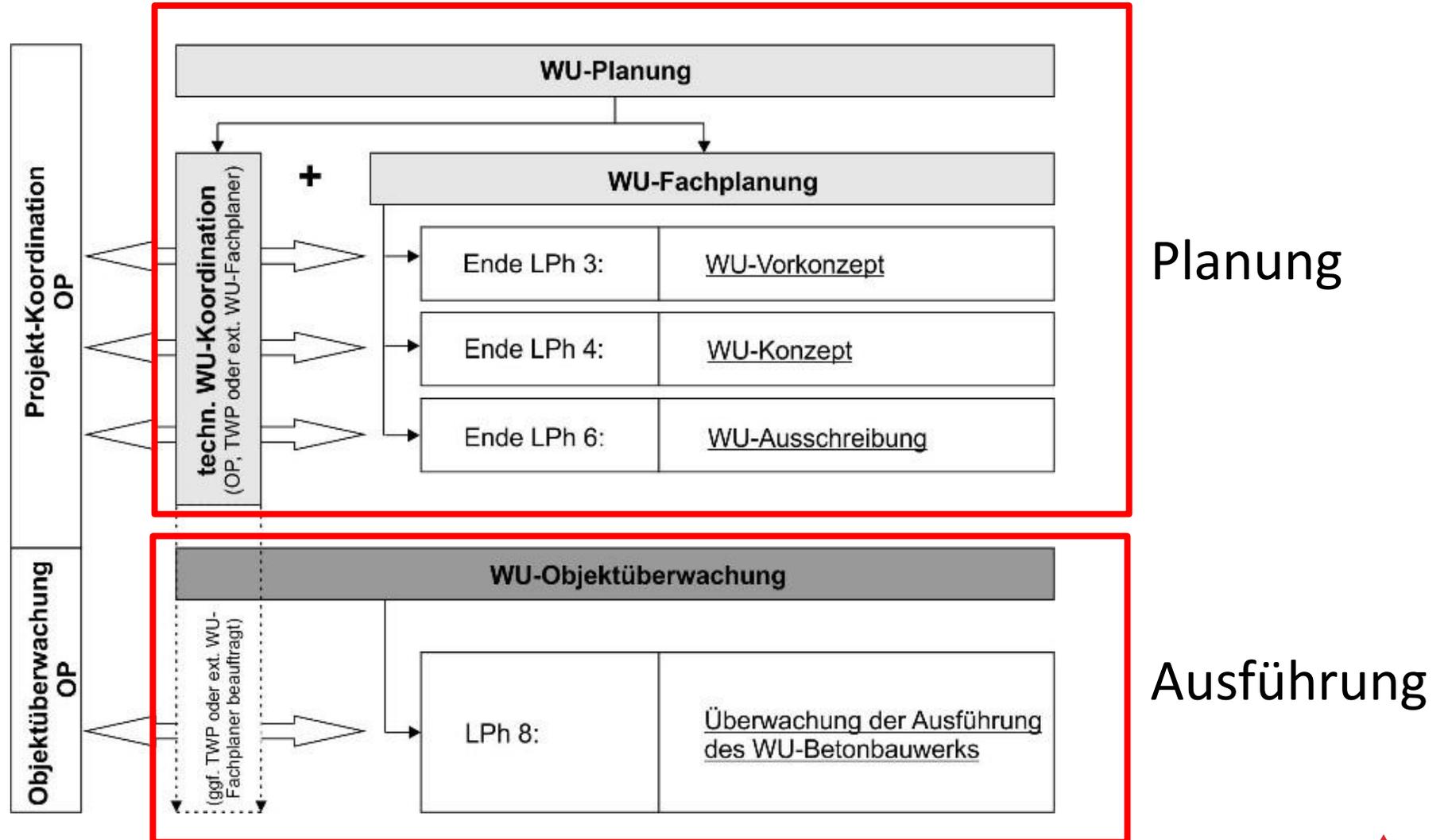
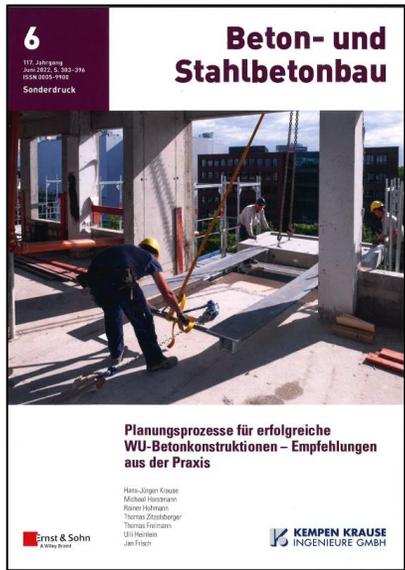
Leistungsbild WU-Planung

Pos.	Leistung
3.	Qualitätssicherung Planung GU/ Ausführung
	<p>Auf Basis der o.g. Planungsergebnisse wird die ausführungsorientierte Planung sowie die Ausführung an einen GU vergeben. In dieser Position wird die qualitätssichernde Begleitung der weiteren Planung und Ausführung ausgeschrieben. Kalkulationsansatz für diese Leistungen ist ein zu erwartender Aufwand von 160h.</p>

4.	Leistungen auf besondere Anweisung
4.1	Arbeitsstunde eines Ingenieurs zur Teilnahme an besonderen Ortsterminen, Besprechungen, mit Bauherrn, Nutzer, Fachplaner, Architekten und mit den ausführenden Unternehmen etc., auf besondere Anweisung
4.2	Arbeitsstunde eines Technischen Mitarbeiters, Technikers, Zeichner, auf besondere Anweisung
4.3	Zusätzliche An- und Rückfahrt nach Bochum/Dortmund, auf besondere Anweisung

KONZEPTIONELLER TEIL DER WU-PLANUNG

LÖSUNGSANSATZ:
Separaten WU-Planer einschalten



Quelle: Krause, Hans-Jürgen; Horstmann, Michael; Hohmann, Rainer; Zitzelsberger, Thomas; Freimann, Thomas; Heinlein, Ulli; Frisch, Jan
Planungsprozesse für erfolgreiche WU-Betonkonstruktionen - Empfehlungen aus der Praxis
Beton- und Stahlbetonbau 117 (2022), Heft 6

- a) Bedarfsplanung (dokumentierte Nutzungsanforderungen);
- b) Festlegung der Beanspruchungsklasse und erforderlichenfalls Berücksichtigung angreifender Wässer und Böden;
- c) Festlegung einer oder mehrerer Nutzungsklassen und des Nutzungsbeginns;
- d) bauteilbezogene Wahl eines Entwurfsgrundsatzes: „Risse vermeiden“, „Rissbreiten für Selbstheilung begrenzen“, „Einzelrisse zulassen und planmäßig abdichten“;
- e) Festlegen der aus den Entwurfsgrundsätzen folgenden konstruktiven, betontechnischen und ausführungstechnischen Maßnahmen (z. B. Festlegung von Betoneigenschaften, die der Bemessung zugrunde liegen);

Festlegung von:

- Nutzungsanforderungen (Bedarfsplanung)
- Beanspruchungsklasse
- Weitere bauphysikalischen Anforderungen
- Nutzungsklasse und Nutzungsbeginn
- Entwurfsgrundsätze EGS
- Betoneigenschaften (auch chemische Anforderungen)
- Zugänglichkeit!
- Zuständigkeit
- Konstruktive und ausführungstechnische Maßnahmen

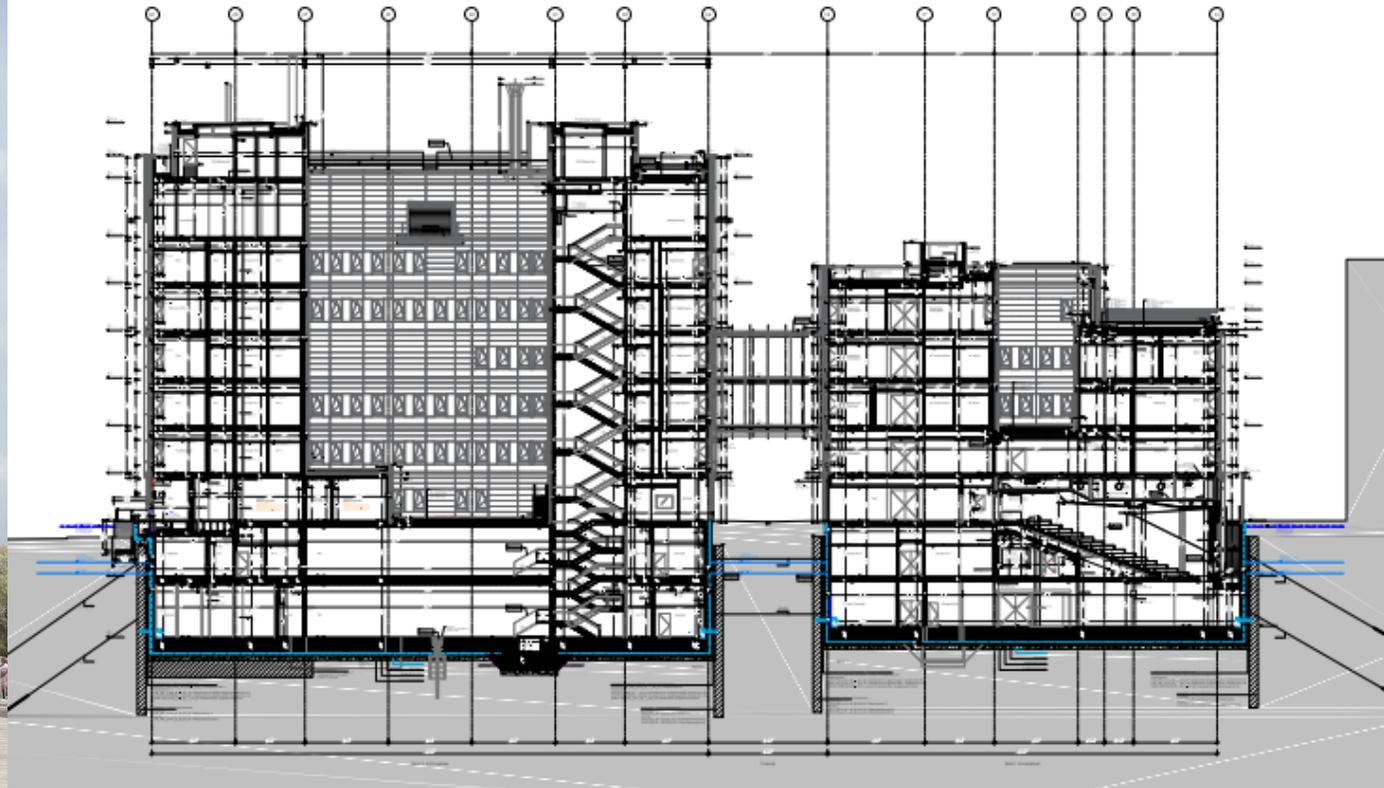
KONZEPTIONELLER TEIL DER WU-PLANUNG

WU-BEDARFSPLANUNG

- Art der Feuchtigkeitseinwirkung (Baugrundgutachten)
- Festlegung Bemessungswasserstände (Baugrundgutachten)
- Exposition, chemischer Angriff aus Wasser und Böden (Baugrundgutachten)
- Art der Nutzung erdberührter Bauteile
- Zugänglichkeit von Boden / Wänden (Ausbauqualität)
- Massige Bauteile
- Perimeterdämmung
- Beginn des Ausbaus

Dokumentierte Beratungsvorstufe / Vorstufe
zum WU-Konzept

KONZEPTIONELLER TEIL DER WU-PLANUNG



6 Sicherung des Bauwerks gegen Grundwasser

Die bei den Untersuchungen im August / Oktober 2019 festgestellten Wasserstände wurden über der geplanten Bauwerkssohle gemessen; sie kennzeichnen die Situation zum Zeitpunkt der Untersuchungen.

Aus den bisher vorliegenden Erkenntnissen wurde in Abschn. 3.2 ein Bemessungswasserstand von **58,50 m NHN** prognostiziert.

Demnach muss mit **drückendem Wasser auf das Untergeschoss** gerechnet werden. Zum Schutz des Gebäudes vor dem Eindringen von Wasser sollte das Untergeschoss durch eine wasserdichte Wannenkonstruktion (Wassereinwirkungsklasse W 2.1-E) abgedichtet werden. Es wird empfohlen, die Konstruktion des Untergeschosses für die Expositionsklasse XA 1 auszulegen.

WU-Betonkonstruktion
Expositionsklasse XA 1

Bauwerks Null-Null = 62,5 m ü. NHN

Bemessungswasserstand = - 4,00 m
unter Bauwerks-Null-Null

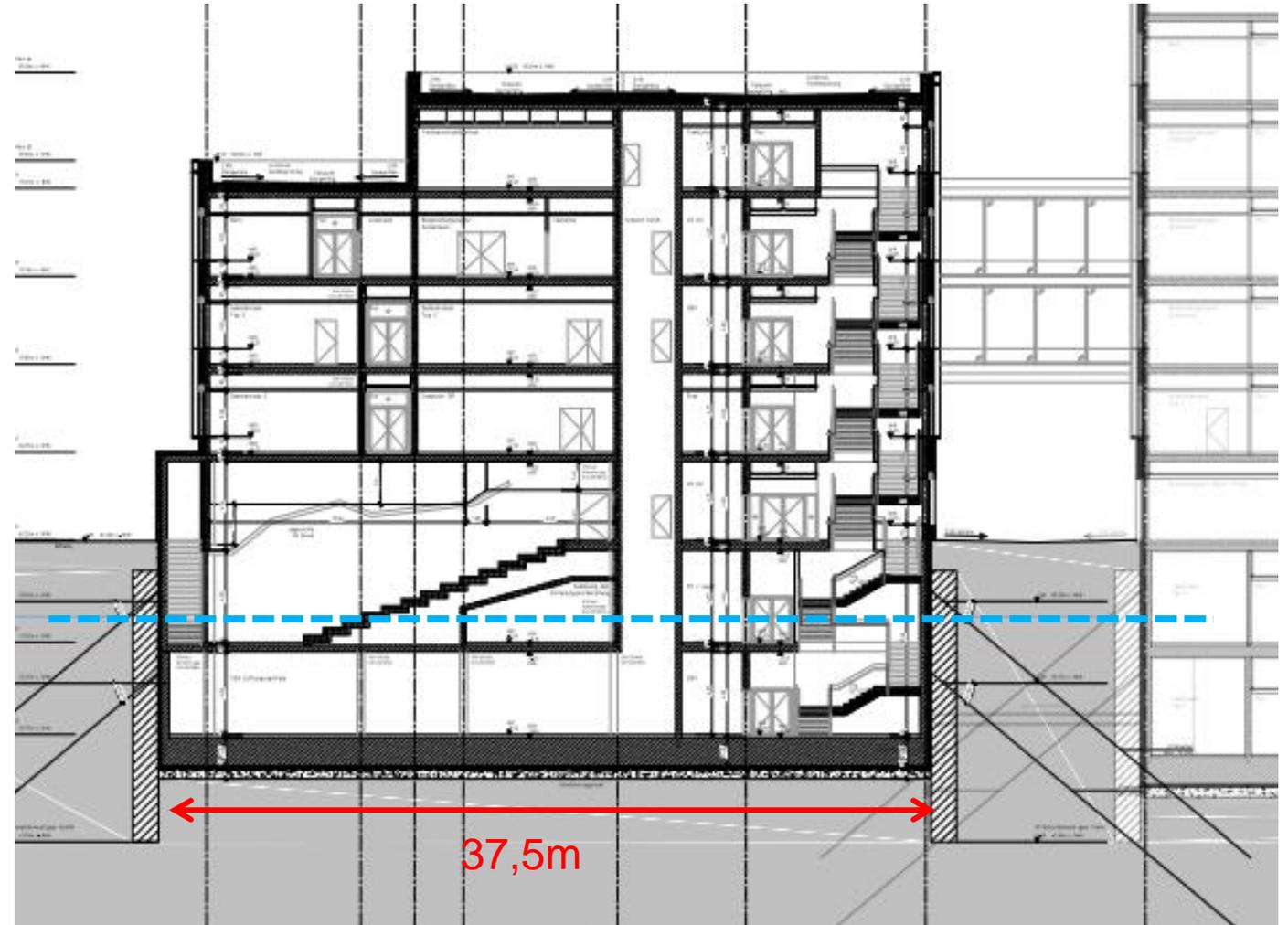
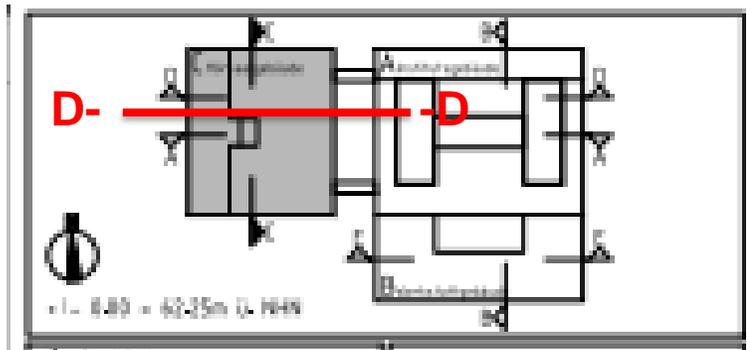
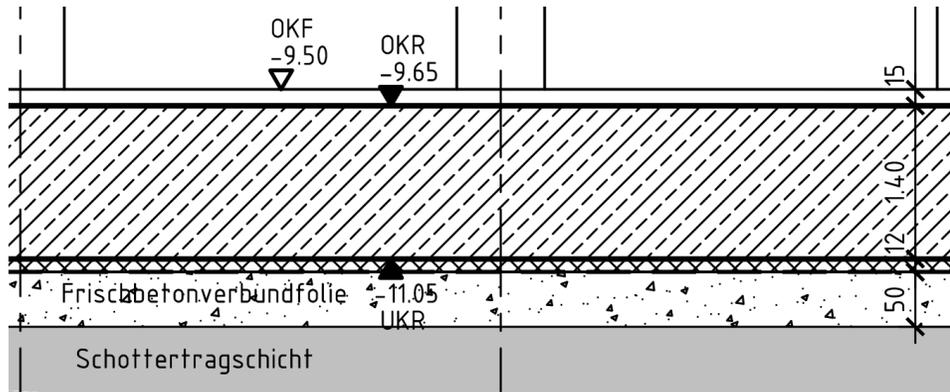
UK Bodenplatte = 51,45m

Wassersäule = 7,05m

 **BKL-1**

KONZEPTIONELLER TEIL DER WU-PLANUNG

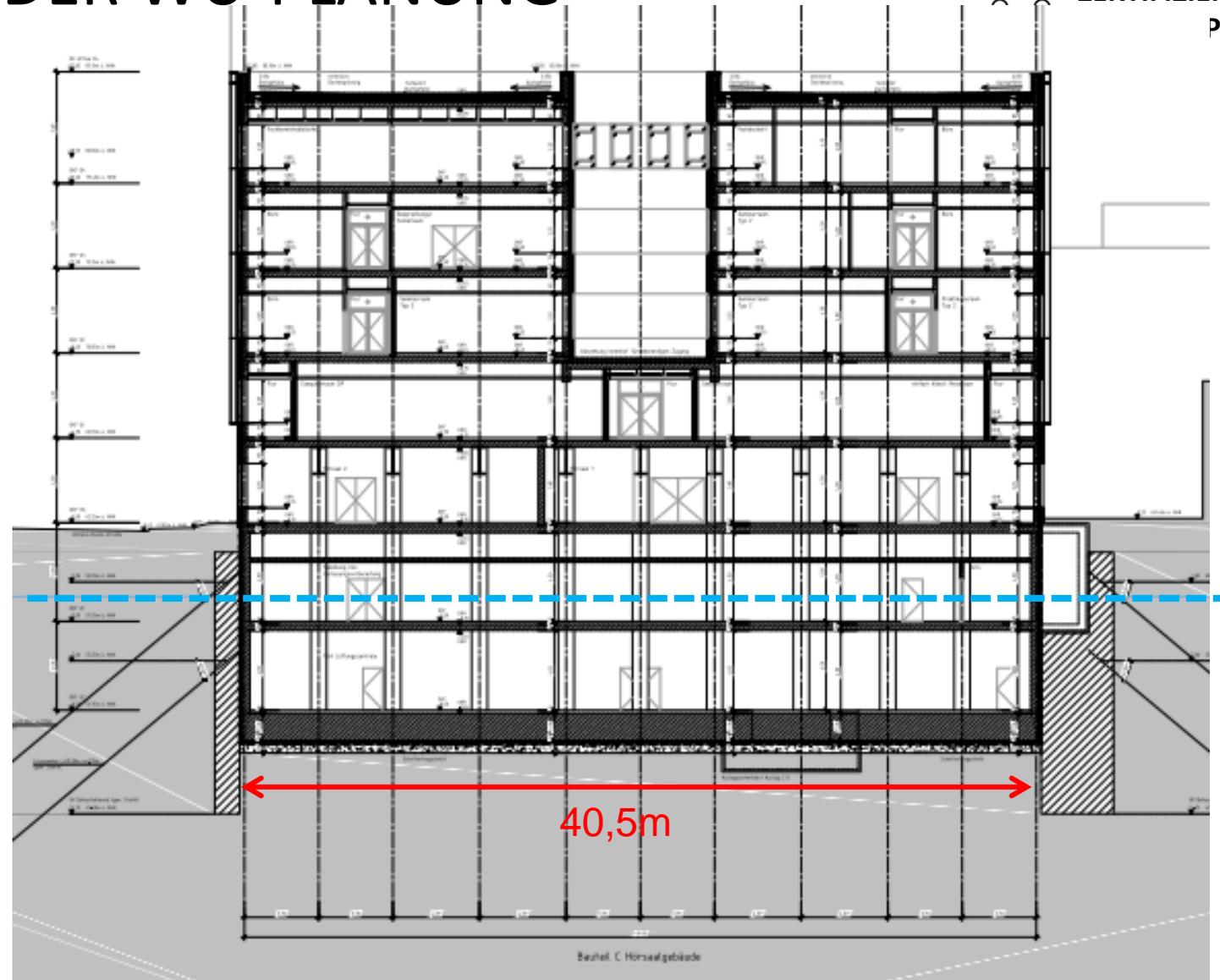
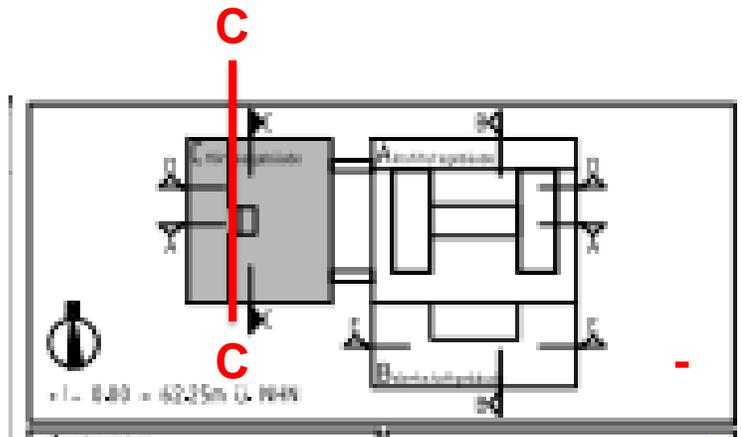
Schnitt D-D



KONZEPTIONELLER TEIL DER WU-PLANUNG



Schnitt C-C:



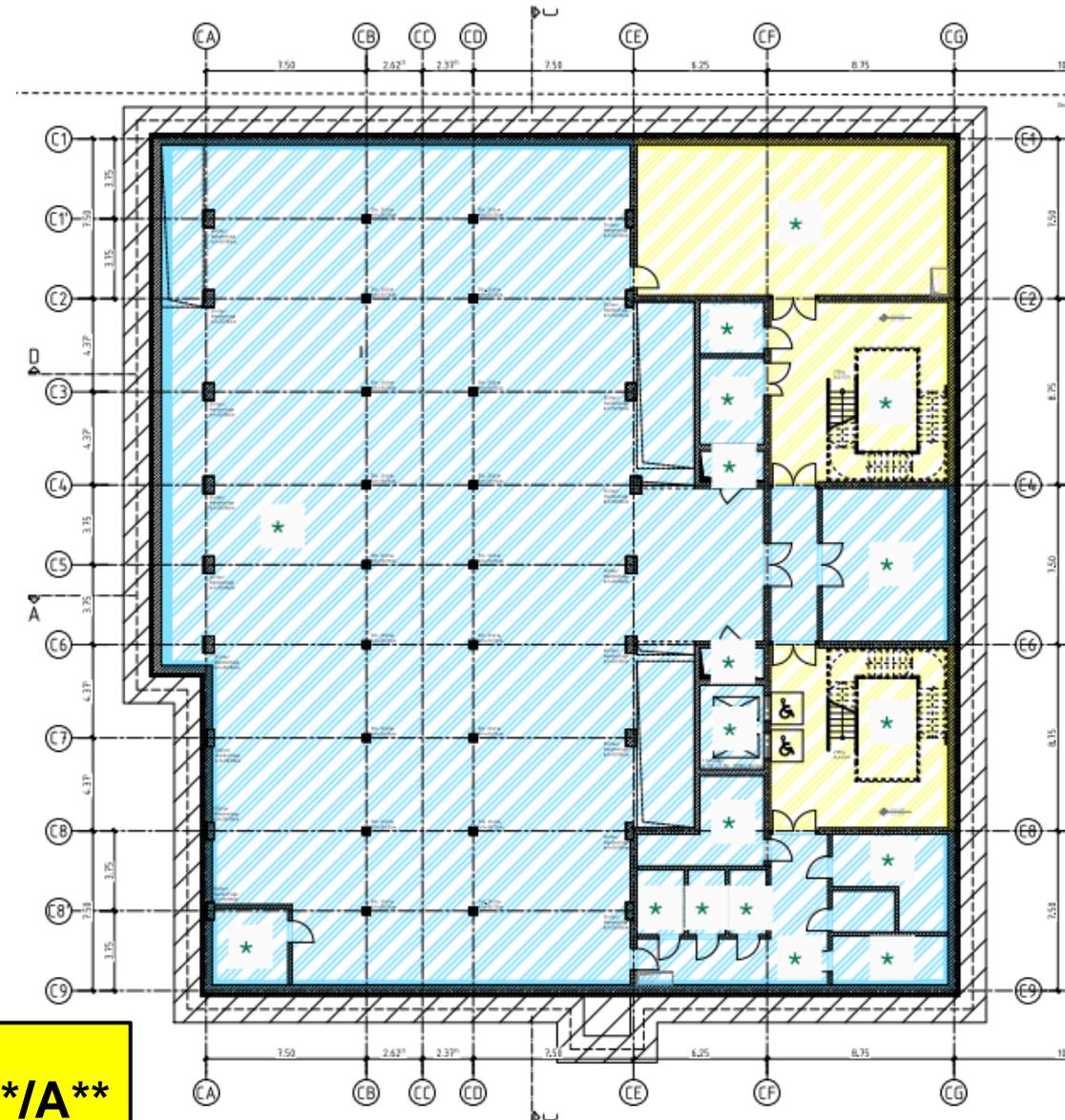
KONZEPTIONELLER TEIL DER WU-PLANUNG



Tabella 1. Differenzierung der Nutzungsklasse A in Abhängigkeit von raumklimatischen Anforderungen
Table 1. Differentiation of using class A dependent on room climatic requirements

1	2	3	4	5
Unterklasse	Raumnutzung	Raumklima (i. d. R.)	Beispiele (informativ)	Maßnahmen ²⁾ (informativ)
1	A*** anspruchsvoll	warm, sehr geringe Luftfeuchte, geringe Schwankungsbreite der Klimawerte	Archive, Bibliotheken, Technikräume mit feuchteempfindlichen Geräten (Labor, EDV usw.), Lager für stark feuchte- oder temperaturempfindliche Güter	Wärmedämmung nach EnEV ³⁾ , Heizung, Zwangslüftung, Klimaanlage (Luftentfeuchtung)
2	A** normal	warm, geringe Luftfeuchte, mäßige Schwankungsbreite der Klimawerte	Räume für dauerhaften Aufenthalt von Menschen, wie Versammlungs-, Büro-, Wohn-, Aufenthalts- oder Umkleide-räume, Verkaufsstätten; Lager für feuchteempfindliche Güter; Technikzentralen	Wärmedämmung nach EnEV ³⁾ , Heizung, Zwangslüftung, ggf. Klimaanlage
3	A* einfach	warm bis kühl, natürliche Luftfeuchte, große Schwankungsbreite der Klimawerte	Räume für zeitweiligen Aufenthalt von wenigen Menschen; ausgebaute Kellerräume, wie Hobbyräume, Werkstätten, Waschküche im Einfamilienhaus, Wäschetrocknenraum; Abstellräume	Wärmedämmung nach EnEV ³⁾ ; ggf. ohne Heizung, natürliche Lüftung (Fenster, Lichtschächle, ggf. nutzerunabhängig)
4	A⁰⁾ untergeordnet	keine Anforderungen	einfache Technikräume (z. B. Hausanschlussraum)	-

¹⁾ entspricht der WU-Richtlinie [R1], 5.3 (2), u. U. ist eine Einordnung in Nutzungsklasse B möglich
²⁾ Baukonstruktive Anforderungen an die Zugänglichkeit der umschließenden Bauteile sind immer zu beachten.
³⁾ EnEV: Energieeinsparverordnung [R37]



LEGENDE ZUM WU-KONZEPT

Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e.V.

Differenzierung der Nutzungsklasse A in Abhängigkeit von raumklimatischen Anforderungen

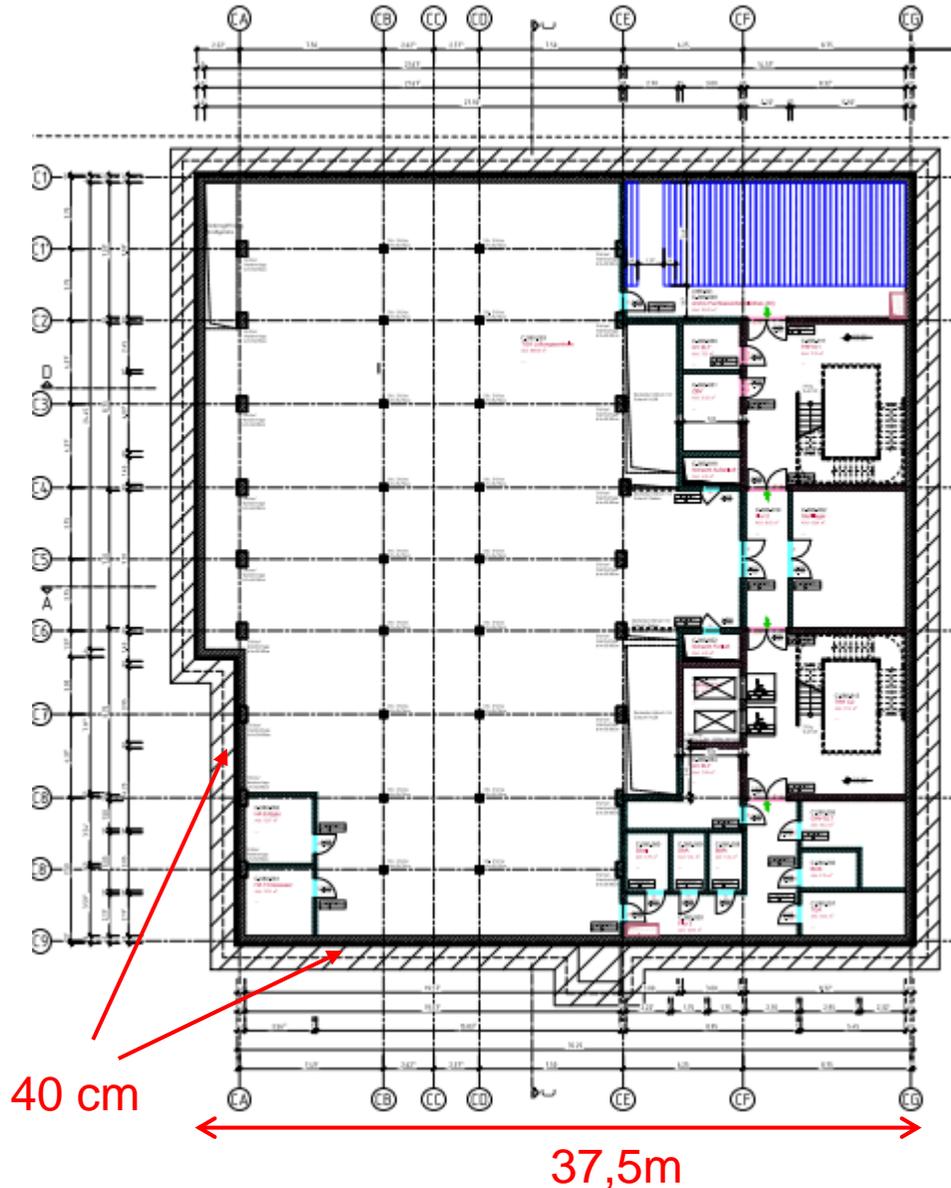
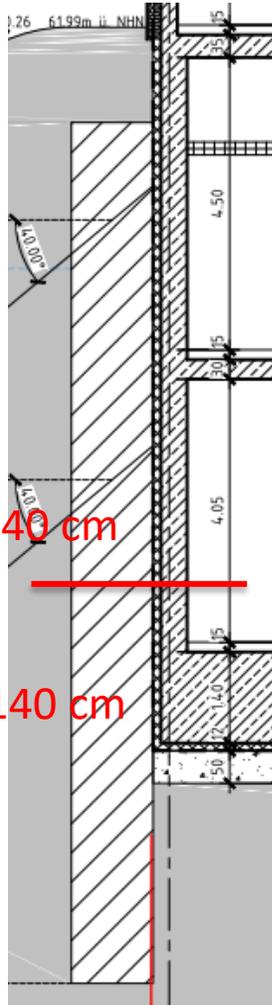
- A*** Raumnutzung anspruchsvoll
- A** Raumnutzung normal
- A* Raumnutzung einfach
- * Abweichende techn. Ausstattung vorgesehen (Anhaltswertabweichung zu Tab.16 DBV-Merkbl)



KONZEPTIONELLER TEIL DER WU-PLANUNG

Außenwände d=40 cm

Bodenplatte d=140 cm



40,5m

Zugänglichkeit
nicht mit
vertretbarem
Aufwand
herstellbar

➔ FBVS-2

KONZEPTIONELLER TEIL DER WU-PLANUNG

Vorgaben für die Wahl des Entwurfsgrundsatz:

- **BKL-1 und NKL-A**
- **Tragende Bodenplatte $d=140$ cm, C35/45; Aussenwände $d=40$ cm, C30/37**
- **Grundfläche rund 1600 m²**
- **Exposition XA1 (min. C25/30)**
- **Zugänglichkeit nicht gegeben, Zusatzmaßnahmen nach FBVS-Merkblatt (FBVS-2)**

Welche EGS möglich?

- **EGS a oder EGS c**

Diskussion EGS a (Bodenplatte):

- **Herstellung in 4 Abschnitten von je rund 400 m², Betonvolumen $V=560$ m³**
- **Dehnfugen statisch nicht möglich, Arbeitsfugen vorsehen**
- **Bemessen für die tatsächliche Zwangsschnittkraft (infolge Reibung)**
- **Bemessung für die Zwangsschnittgröße infolge Reibung: erf $a_s= 15,3$ cm²/m**
- **Zusätzlich Bemessung für Wasserdruck und Bodenpressung**

KONZEPTIONELLER TEIL DER WU-PLANUNG

Vorgaben für die Wahl des Entwurfsgrundsatz:

- **BKL-1 und NKL-A**
- **Tragende Bodenplatte $d=140$ cm, C35/45; Aussenwände $d=40$ cm, C30/37**
- **Grundfläche rund 1600 m²**
- **Exposition XA1 (min. C25/30)**
- **Zugänglichkeit nicht gegeben, Zusatzmaßnahmen nach FBVS-Merkblatt (FBVS-2)**

Welche EGS möglich?

- **EGS a oder EGS c**

Diskussion EGS c (Bodenplatte):

- **Herstellung in 4 Abschnitten von je rund 400 m², Betonvolumen $V=560$ m³**
- **Arbeitsfugen vorsehen**
- **Bemessen für die Zwangsschnittkraft infolge Abfließen der Hydratationswärme**
- **Bemessung für die Zwangsschnittgröße: erf $a_s=36,2$ cm²/m**
- **Zusätzlich Bemessung für Wasserdruck und Bodenpressung**

KONZEPTIONELLER TEIL DER WU-PLANUNG

Tabelle 1. Übersicht zu WU-Bauweisen und FBVS-Ausführungsvarianten
Table 1. Overview of construction methods for water impermeable concrete structures and execution variants of pre-applied fully bonded membrane systems

5	1	2	3
Z	WU-Bauweise FBVS-Ausführungsvariante	Beschreibung der Entwurfsgrundsätze EGS	Mögliche Einordnung von FBVS
1	Regelbauweise EGS-a	Vermeidung von Trennrissen durch die Festlegung von konstruktiven, betontechnischen und ausführungstechnischen Maßnahmen	kein FBVS – entspricht WU-Betonkonstruktion nach WU-Richtlinie [R1] (aRdT)
2	additive WU-Bauweise EGS-a + FBVS Ausführungsvariante FBVS-1		FBVS als Zusatzmaßnahme zur Risikominimierung – entspricht WU-Betonkonstruktion nach WU-Richtlinie [R1] (aRdT)
3	Regelbauweise EGS-b	Festlegung von Trennrissbreiten , die so gewählt werden, dass bei Beanspruchungsklasse 1 der Wasserdurchtritt durch Selbstheilung begrenzt wird	kein FBVS – entspricht WU-Betonkonstruktion nach WU-Richtlinie [R1] (aRdT), jedoch bei Nutzungs-kategorie A nicht zulässig
4	Regelbauweise EGS-c	Festlegung von Trennrissbreiten in Kombination mit im Entwurf vorgesehenen planmäßigen Dichtmaßnahmen	kein FBVS – entspricht WU-Betonkonstruktion nach WU-Richtlinie [R1] (aRdT)
5	additive WU-Bauweise EGS-c + FBVS Ausführungsvariante FBVS-1		FBVS als Zusatzmaßnahme zur Risikominimierung bei nicht erkannten Rissen – entspricht WU-Betonkonstruktion nach WU-Richtlinie [R1] (aRdT), d. h. alle erkennbaren (Trenn-) Risse werden vor Nutzungsbeginn planmäßig abgedichtet, z. B. durch Injektion
6	kompensierende WU-Bauweise Ausführungsvariante FBVS-2	Vermeidung von Trennrissen mit EGS-a mit FBVS als Zusatzschutz bei unplanmäßigen Trennrissen oder Festlegung von Trennrissbreiten mit EGS-c mit FBVS als planmäßiger Dichtmaßnahme	FBVS zur Abdichtung mit Abweichungen von den Vorgaben der WU-Richtlinie [R1], hinsichtlich <ul style="list-style-type: none"> • der geforderten Zugänglichkeit oder • der planmäßigen Rissabdichtung mit dem Entfall der Injektion nicht wasserführender (Trenn-) Risse. Die kompensierende WU-Bauweise FBVS-2 ist bisher noch keine aRdT.

**FESTLEGUNG FBVS-1 (additiv)/
FBVS-2 (kompensierend),
z.B. bei fehlender Zugänglichkeit**

Kompensierend: EGS a + FBVS
als Zusatzschutz bei unplanmäßigen Trennrissen

Kompensierend: EGS c + FBVS
als planmäßige Dichtmaßnahme

KONZEPTIONELLER TEIL DER WU-PLANUNG

Maßnahmen zur Umsetzung der Entwurfsgrundsätze WU-Rili 2017, 6.2:

Konstruktive Maßnahmen bei Bodenplatten und WU-Dächer

- Reibungsverminderung durch **geglättete Sauberkeitsschicht**
- Anordnung von Trennlagen oder Gleitschichten **FBVS**
- Vermeidung von Festhaltepunkten durch ebene Unterseiten **durchgehend dicke Bodenplatte**
- Anordnung von Hydratationsgassen **keine**
- Vorspannung **keine**
- Vermeidung von einspringenden Ecken
- Anordnung von Fugen und Sollrissfugen **Arbeitsfugen**

Konstruktive Maßnahmen bei Wänden

- Anordnung von **Sollrissfugen**
- Entkopplung der Wand vom Baugrubenverbau **Ausgleichsbetonage und FBVS**
- Anordnung von Hydratationsgassen **keine**



Zwangreduzierung durch Reduzierung der Verformungseinwirkungen

KONZEPTIONELLER TEIL DER WU-PLANUNG

Maßnahmen zur Umsetzung der Entwurfsgrundsätze WU-Rili 2017, 6.2:

Betontechnische Maßnahmen

- Festlegung von Betonrezepturen mit niedriger Hydratationswärmeentwicklung (ggf. ergänzt durch wärmehaltende Nachbehandlung)
- Kühlung des Frischbetons
- Betonage mit möglichst niedrigen Frischbetontemperaturen

Ausführungstechnische Maßnahmen zur Reduzierung von Verformungen

- Frühzeitig einsetzende Nachbehandlung
- Schutz vor direkter Sonneneinstrahlung
- Wahl des richtigen Betonierzeitpunktes
- Wärmehaltende Nachbehandlung nach Überschreitung des Temperaturmaximums



Zwangreduzierung durch Reduzierung der Verformungseinwirkungen

BEMESSUNGSTECHNISCHER TEIL DER WU-PLANUNG

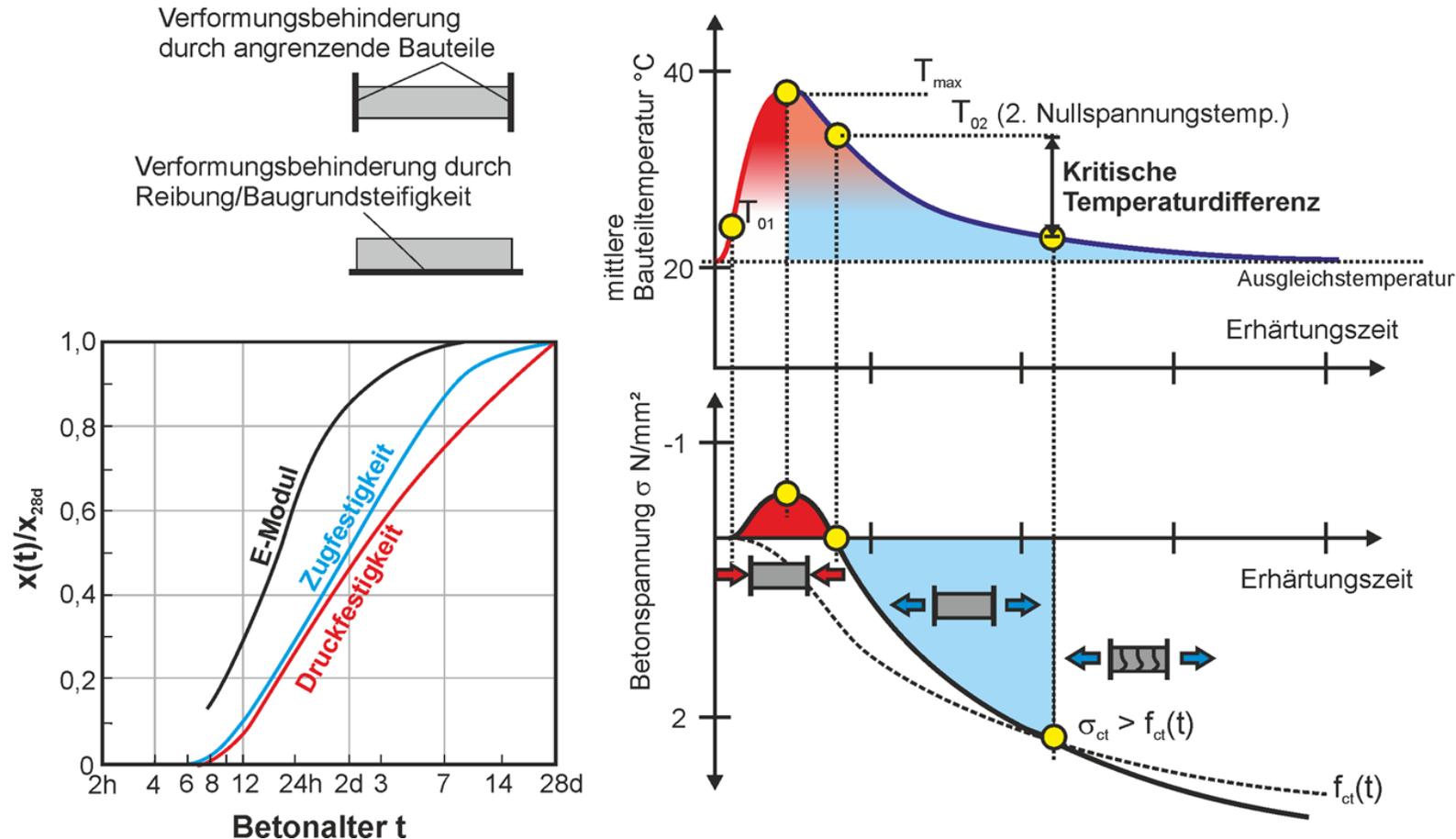
Bemessung für Last und Zwang

- f) Wahl von Bauteilabmessungen, Bewegungsfugen, Sollrissfugen;
- g) Bemessung und Bewehrungskonstruktion;
- h) Planung von Einbauteilen und Durchdringungen;
- i) Planung von Bauablauf, Betonierabschnitten, Arbeitsfugen, einschließlich der erforderlichen Qualitätssicherungsmaßnahmen;
- j) Planung des geschlossenen Fugenabdichtungssystems;
- k) Planung und Ausschreibung der Abdichtung für alle planmäßigen und unplanmäßigen Trennrisse;
- l) Dokumentation aller relevanten Festlegungen und Entscheidungen in der Planung und Weitergabe an alle Beteiligten (WU-Konzept);
- m) Beschreibung der für die Nutzung möglicherweise folgenden Einschränkungen (z. B. wasserführende Risse, Annahmen für den Zeitraum und die Bedingungen für die Selbstheilung).

BEMESSUNGSTECHNISCHER TEIL DER WU-PLANUNG

Zwangbeanspruchungen nach Zeitpunkt

- Früher Zwang beim Abfließen Hydratationswärme (5-10 Tage bei dicken Bodenplatten)



Nach: Verband Deutscher Betoningenieure „Maßnahmen zur Verminderung der Zwangsbeanspruchungen infolge Hydratationswärme“

BEMESSUNGSTECHNISCHER TEIL DER WU-PLANUNG

Zwangbeanspruchungen nach Zeitpunkt: Später Zwang

- alle Zwangbeanspruchungen nach Abfließen der Hydratationswärme
- Bauzeitlich vom Endzustand abweichende Temperatureinwirkungen (WU-Tiefgaragendach)
- starken tages-/jahreszeitl. Temperaturschwankungen (WU-Dächer, im Sommer betonierte Bauteile, natürlich belüftete Tiefgaragen)
- Schwinden bei normalen Bedingungen mit geringem Einfluss
- ungleichmäßigen Setzungen
- teilweise Abbau durch Kriechen / Relaxation

Problem bei Bewehrung für frühen Zwang:

Risse aus Hydratationszwang vergrößern sich auf unzulässig große Werte bevor neue Risse entstehen



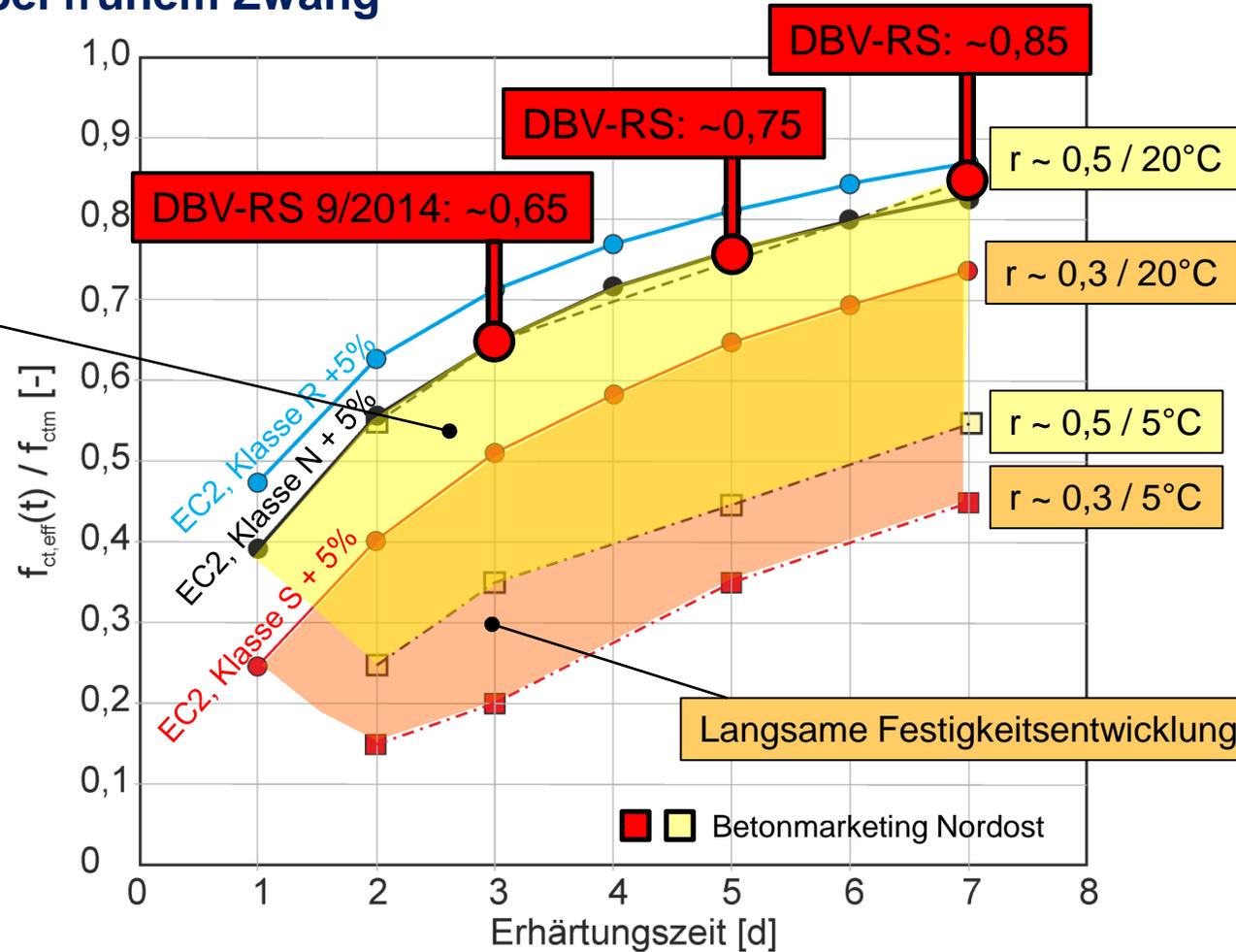
Quelle: Stefan Müller-Naumann,
Forth Grünig Architekten, www.fgar.de

BEMESSUNGSTECHNISCHER TEIL DER WU-PLANUNG

Zeitabhängige Betonzugfestigkeit bei frühem Zwang

a) Nach Erhärtungszeit

Mittlere Festigkeitsentwicklung $r < 0,5$



$$r = f_{cm}(2d) / f_{cm}(28d)$$

BEMESSUNGSTECHNISCHER TEIL DER WU-PLANUNG

Zeitabhängige Betonzugfestigkeit bei frühem Zwang

b) Nach Bauteildicke (Quelle: DBV-MB „Begrenzung der Rissbildung...“, 2016)

S	1	2	3	4	5
Z	Bauteildicke h				
		$\leq 0,30$ m	$\leq 0,80$ m	$\leq 2,0$ m	$> 2,0$ m
1	langsam ($r < 0,30$) ^{1) 2)}	– ³⁾	$0,60f_{ctm}$	$0,70f_{ctm}$ ⁴⁾	$0,80f_{ctm}$ ⁴⁾
2	mittel ($r < 0,50$) ¹⁾	$0,65f_{ctm}$	$0,75f_{ctm}$	$0,85f_{ctm}$	$0,95f_{ctm}$
3	schnell ($r \geq 0,50$) ¹⁾	$0,80f_{ctm}$	$0,90f_{ctm}$	$1,0f_{ctm}$	$1,00f_{ctm}$

¹⁾ Die Festigkeitsentwicklung des Betons wird durch das Verhältnis $r = f_{cm}(2\text{ d}) / f_{cm}(28\text{ d})$ beschrieben, das bei der Eignungsprüfung oder auf der Grundlage eines bekannten Verhältnisses von Beton vergleichbarer Zusammensetzung (d. h. gleicher Zement, gleicher w/z-Wert) ermittelt wurde.
Wird bei besonderen Anwendungen die Druckfestigkeit zu einem späteren Zeitpunkt $t > 28$ Tage bestimmt, ist das Verhältnis der mittleren Druckfestigkeit nach 2 Tagen $f_{cm}(2\text{ d})$ zur mittleren Druckfestigkeit zum Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit $f_{cm}(t)$ zu ermitteln oder es ist vom Betonhersteller eine Festigkeitsentwicklungskurve bei 20 °C zwischen 2 Tagen und dem Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit anzugeben.

²⁾ Bei Festigkeitsklassen \geq C30/37 ist es i. d. R. nicht möglich, das Festigkeitsverhältnis $r < 0,30$ bezogen auf 28 Tage zu begrenzen. In diesen Fällen ist es erforderlich, den Zeitpunkt des Nachweises der Festigkeitsklasse auf einen späteren Zeitpunkt (z. B. 56 Tage) zu vereinbaren.

³⁾ Die Auslegung der Bewehrung bei dünnen Bauteilen auf eine langsame Festigkeitsentwicklung ist nicht sinnvoll. Es sollte grundsätzlich mindestens eine mittlere Festigkeitsentwicklung angenommen werden.

⁴⁾ Der empfohlene Anhaltswert für massive Bauteile ist erst bei der Verwendung von langsam erhärtenden Betonen mit einem Prüfaller von 91 Tagen zu erwarten.

Empfehlung:

- Beton mit langsamer oder mittlerer Festigkeitsentwicklung vorgeben
- aus Festigkeitsentwicklung r und Bauteildicke auf $f_{ct,eff}$ schließen!

BEMESSUNGSTECHNISCHER TEIL DER WU-PLANUNG

Nachweis der rechnerischen Rissfreiheit der Bodenplatte bei Abfließen der Hydratationswärme (nach Lohmeyer)

Rechnerisch auftretende Zugkraft in der Bodenplatte:

$$n_{ct,d} = \gamma_{ct} \cdot \sigma_0 \cdot \mu \cdot B \cdot L/2 \quad [\text{MN/m}]$$

mit $\gamma_{ct} = 1,0$ GdG, Abfließen Hydratationswärme

$$L/2 = 40,5/2 = 20,25 \text{ m}$$

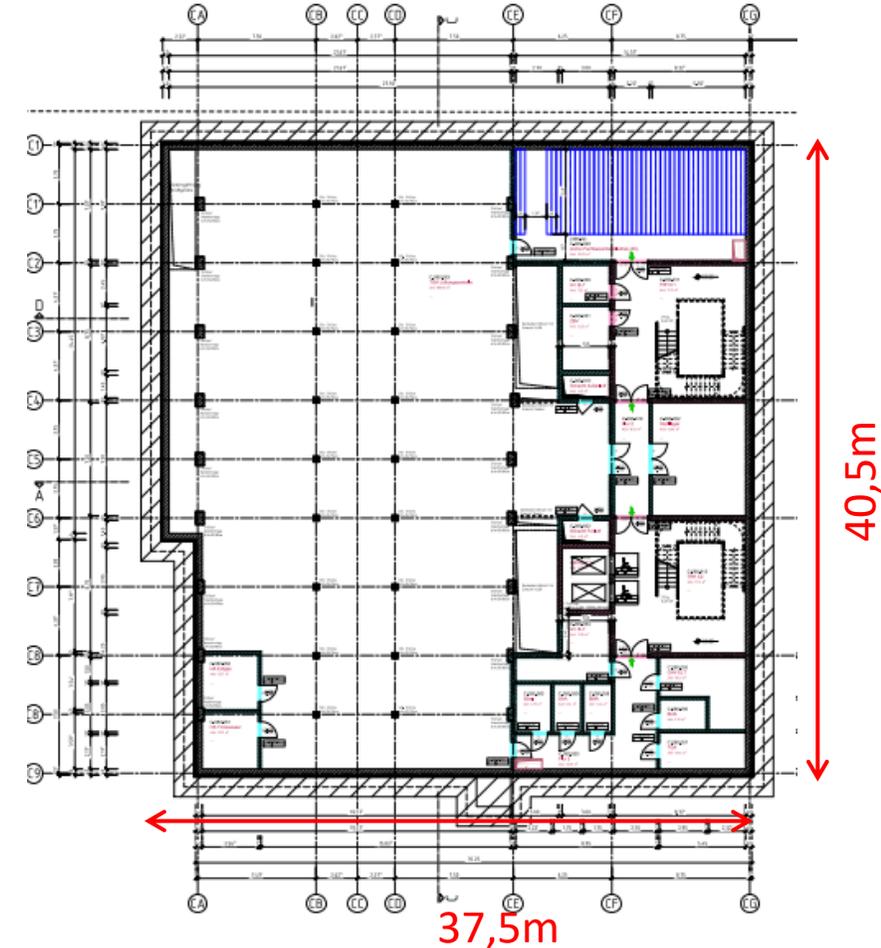
$$B = \text{Plattenbreite} = 1 \text{ [m/m]}$$

$$\sigma_0 = \text{Pressung unter der Platte [MN/m}^2]$$

$$= (1,40 \cdot 25) + 2 = 37,0 \text{ kN/m}^2$$

$$\mu_d = \mu \cdot \gamma_R = 0,8 \cdot 1,35 = 1,08$$

$$n_{ct,d} = 1,0 \cdot 37,0 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,08 \cdot 1 \text{ m/m} \cdot 20,25 \text{ m} = 809,2 \text{ kN/m}$$



BEMESSUNGSTECHNISCHER TEIL DER WU-PLANUNG

Nachweis der rechnerischen Rissfreiheit der Bodenplatte bei Abfließen der Hydratationswärme (nach Lohmeyer)

Rechnerisch vom jungen Beton aufnehmbare Zugkraft nach EC2

$$n_{ct,eff} = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot a_{ct} \quad [\text{MN/m}]$$

mit $k_c = 1$ (Zugbeanspruchung gesamter Querschnitt; EC 2, 7.3.2)

k Beiwert für nicht-linear verteilte Zugspannungen

= 0,8 für $h \leq 300$ mm (bzw. 1,0, s. u.)

= 0,5 für $h \geq 800$ mm (Zwischenwerte linear interpolieren!)

= 1,0 für äußeren Zwang und bei WU-Bauteilen mit

- Bodenplatten ≤ 300 mm
- mittelsteifer bis steifer Lagerung ($E_s > 20 \text{ MN/m}^2$)
- bei großen Plattenlängen > 20 m ohne reibungsmindernde Maßnahmen

$$f_{ct,eff} = \beta_{ct(t)} \cdot f_{ctm} \text{ wirksame Zugfestigkeit } [\text{MN/m}^2]$$

Nachweis der rechnerischen Rissfreiheit der Bodenplatte bei Abfließen der Hydratationswärme (nach Lohmeyer)

Rechnerisch vom jungen Beton aufnehmbare Zugkraft

$$\beta_{ct(t)} = 0,80$$

$$f_{ct,eff} = 0,80 \cdot f_{ct,k} = 0,80 \cdot 2,24 = 1,79 \text{ N/mm}^2, f_{ct,k} = 0,7 \cdot f_{ct,m} = 0,7 \cdot 3,2 = 2,24 \text{ N/mm}^2$$

$$n_{ct,eff} = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot a_{ct} \quad [\text{MN/m}]$$

$$= 1 \cdot 0,5 \cdot 1,79 \cdot (1,40 \cdot 1,0 \text{ m}^2/\text{m}) = 1254 \text{ kN/m} > n_{ct,d} = 809,2 \text{ kN/m}$$

$$\text{Ausnutzung: } \eta = n_{ct,d} / n_{ct,eff} = 809,2 / 1254 = 0,64$$

Ergebnisse:

- Der Querschnitt bleibt beim Abfließen der Hydratationswärme rechnerisch ungerissen!
Die Mindestbewehrung darf für verminderten Zwang (Zwangsschnittgröße deutlich geringer als Risschnittgröße) ermittelt werden bei einer Rissbreite $w_k = 0,3 \text{ mm}$ (XC2)

Mindestbewehrung der Bodenplatte für reduzierten zentrischen Zwang aus Hydratationswärme

Hier: Zwangsschnittgröße \ll Risschnittgröße
-> Ermittlung der Bewehrung für Risschnittgröße ist nicht wirtschaftlich

Vorgehen nach Lohmeyer:

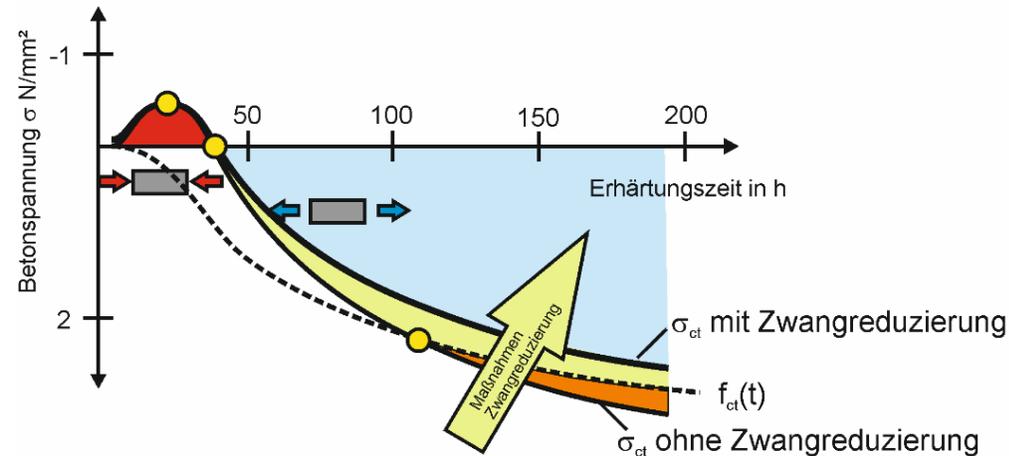
1) Mindestbewehrung a_{s1} für vollen Zwang mit
 $f_{ct,eff} = 1,0 \cdot f_{ctm}$ bestimmen

2) reduzierte Mindestbewehrung ermitteln mit Faktor
aus Ausnutzung

$$a_{s,red} = a_{s1} \cdot (\sigma_{Zwang} / (1,0 \cdot f_{ctm}))^{0,5}$$

Reduzierung von Zwangbeanspruchungen

Verformungserzeugende Einflüsse	Verformungsbehindernde und spannungserzeugende Einflüsse	Spannungsvermindernde Wirkungen
Temperaturänderungen/-differenzen - Hydratationswärme - Meteorologische Temp.	Steifigkeit angrenzender Bauteile / Einspannungen	Konstruktive Gestaltung (Fugen, Querschnitt)
Schwinden	Baugrundinteraktion / Reibung	Betonierabschnitte
Wärmedehnzahl Beton	E-Modul Beton	Relaxation Beton



Steuerung Temperaturverhältnisse

Betontechnologie:

- geringe Frischbetontemperatur
- Zementgehalt
- geringe Hydratationswärme
- langsame Wärmeentwicklung

Betonierzeitpunkt

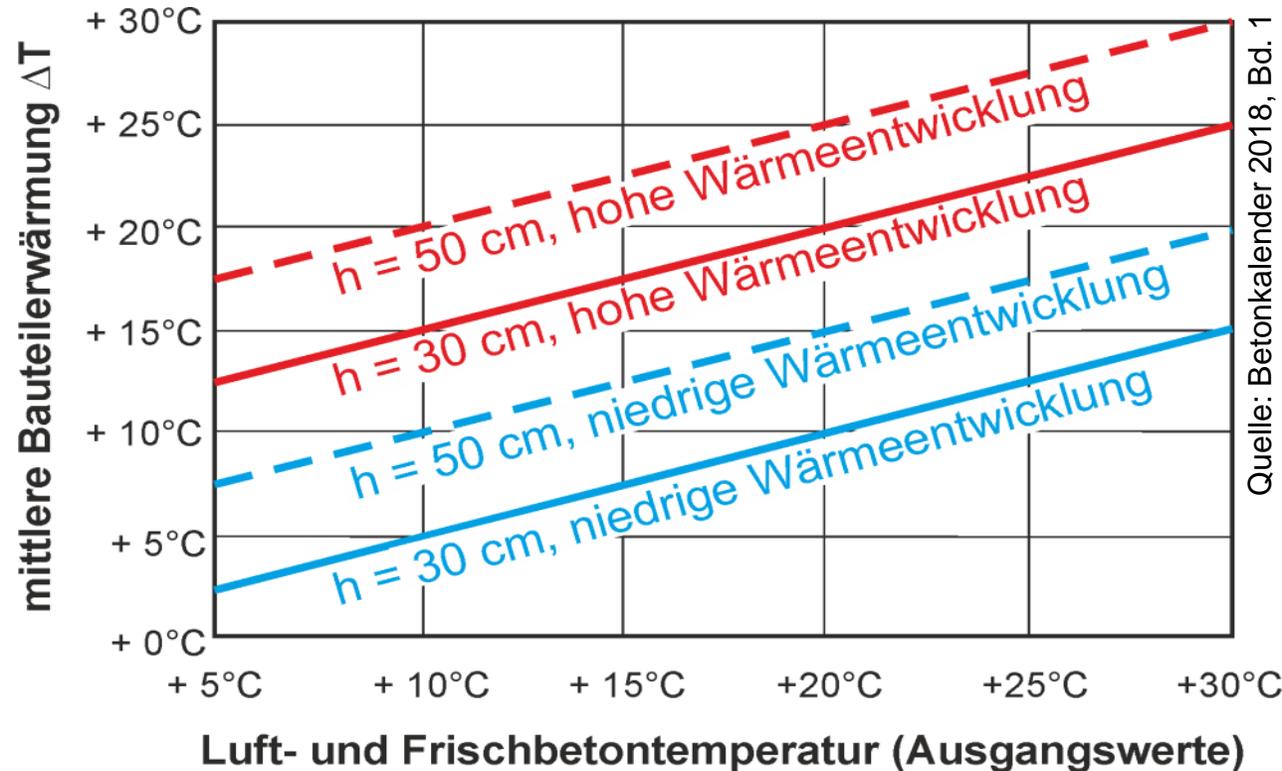
- Betonieren am Nachmittag bis vor Sonnenuntergang
- Winter/Sommerbetonage

Nachbehandlung

- Schutz vor Sonneneinstrahlung (Folien, Besprühen)
- gezielte Beschleunigung Abkühlung (Stahlschalung, Berieseln)
- gezielte Verlangsamung Abkühlung (Holzschalung, Dämmung etc.)

BEMESSUNGSTECHNISCHER TEIL DER WU-PLANUNG

Wirkung Betontechnologie / Ausführungsmaßnahmen
Geringe Hydratationswärmeentwicklung: **durch Zementwahl**

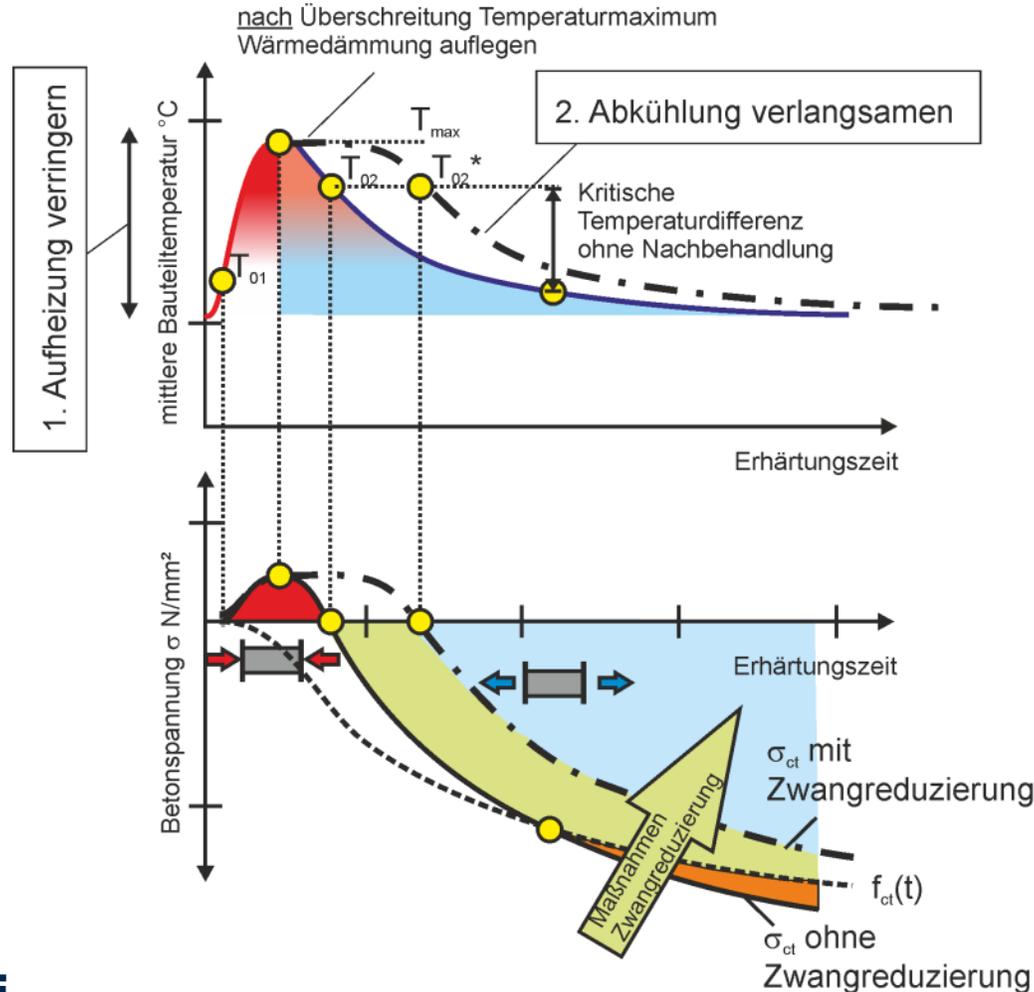


CEM III/A mit Flugasche, Nachweis nach 56 bzw. 91d



In ländlichen Regionen tw. nicht flächendeckend verfügbar

Wirkung Betontechnologie / Ausführungsmaßnahmen



Steuerung Temperaturverhältnisse

Betontechnologie:

- geringe Frischbetontemperatur
- Zementgehalt
- geringe Hydratationswärme
- langsame Wärmeentwicklung

Betonierzeitpunkt

- Betonieren am Nachmittag bis vor Sonnenuntergang
- Winter/Sommerbetonage

Nachbehandlung

- Schutz vor Sonneneinstrahlung (Folien, Besprühen)
- gezielte Beschleunigung Abkühlung (Stahlschalung, Berieseln)
- gezielte Verlangsamung Abkühlung (Holzschalung, Dämmung etc.)

BEMESSUNGSTECHNISCHER TEIL DER WU-PLANUNG

Fazit: betontechnologische / ausführungstechnische Maßnahmen

Einschätzung der Maßnahmen aus Sicht der TWP:

Geringe Wärmeentwicklung: **durch Zementwahl**

Geringe Frischbetontemperatur: **durch Kühlung Ausgangsstoffe**

Geringe Frischbetontemperatur: **durch Scherbeneis/Stickstoff**

Geringe Wärmeentwicklung: **durch günstige Jahreszeit**

Steuerung Temperaturabfall: **durch aufgelegte Dämmmaßnahmen**

Geringer Schwindwert

Geringer Verformungsbehinderung: **durch E-Modul**

Umsetzung machbar/zielführend?

+ Wenn lokal verfügbar

Verfügbarkeit?

Verfügbarkeit?

Nicht auf kalte Jahreszeiten festlegbar

fraglich

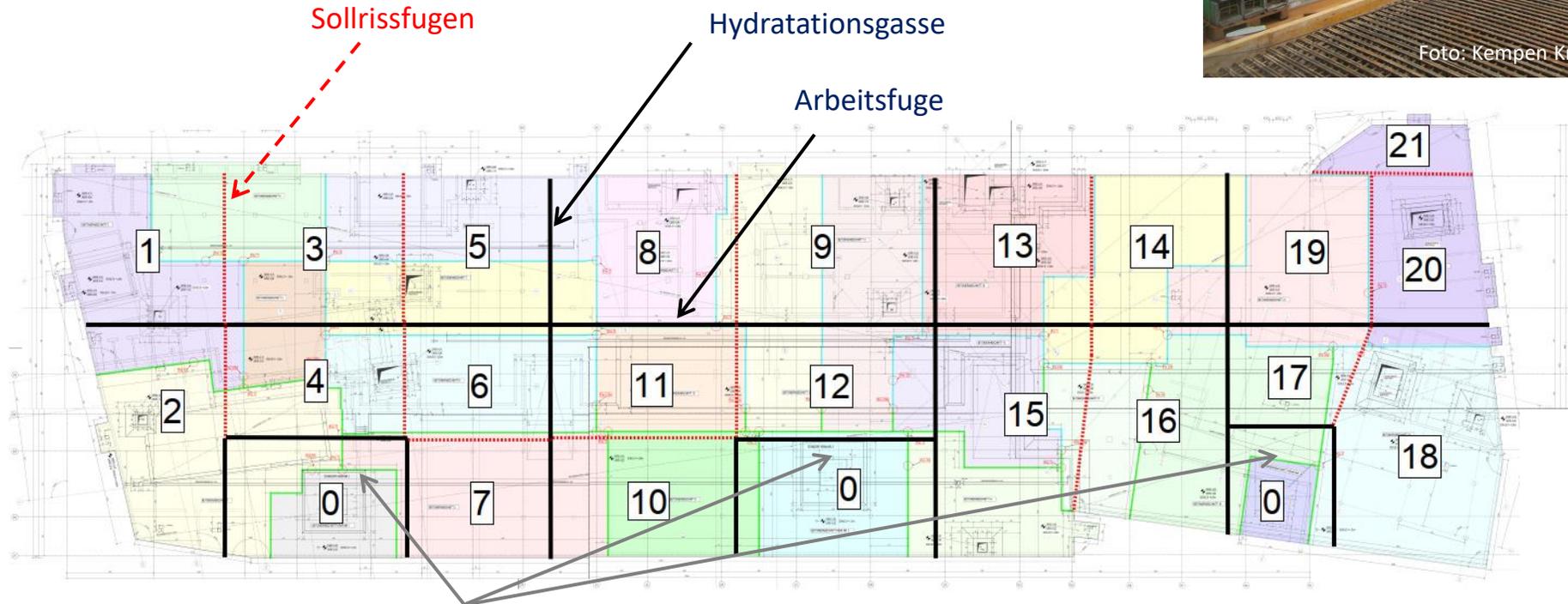
Nur in Grenzen

Nicht zielsicher bestellbar

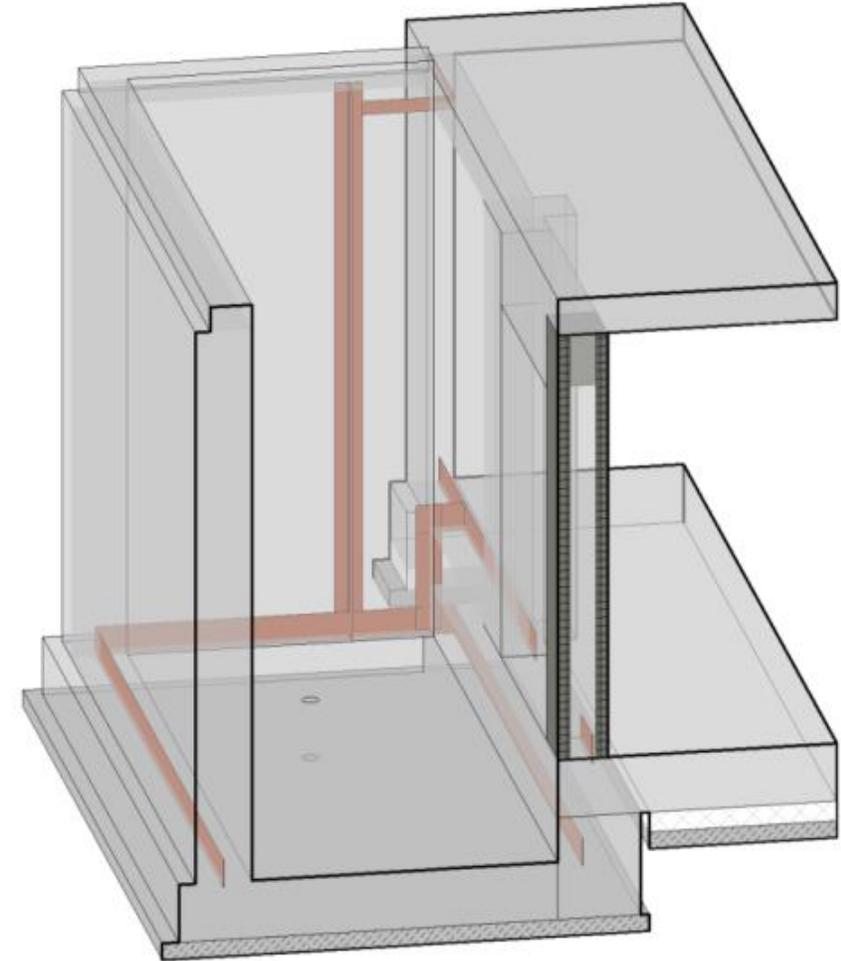
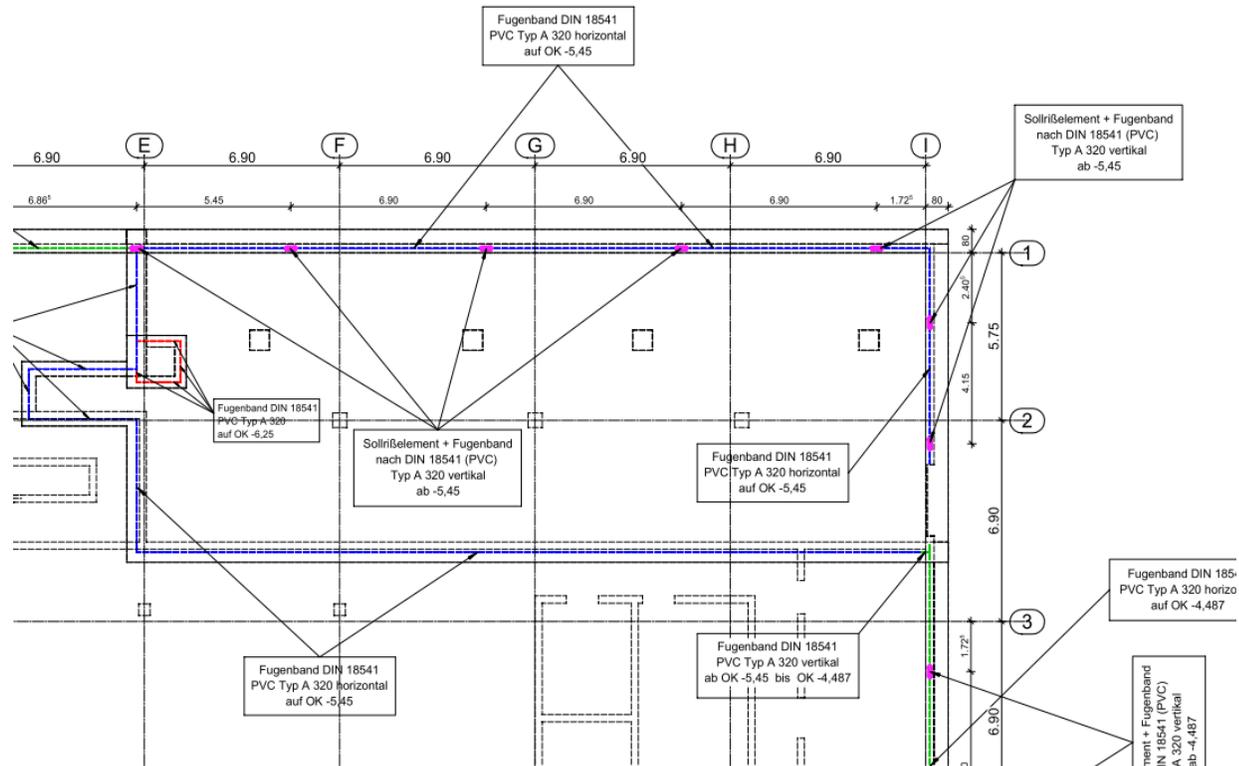
BEMESSUNGSTECHNISCHER TEIL DER WU-PLANUNG

Fugeneinteilung
Betonierfelder festlegen
Betonierreihenfolge festlegen (Vorgabe Bewehrungsführung)
Daraus ergibt sich Verlegungsreihenfolge FBVS

Betonierabschnitte mit Arbeitsfugen, Sollrissfugen und Hydratationsgassen



BEMESSUNGSTECHNISCHER TEIL DER WU-PLANUNG



WU-DOKUMENTATION

Dokumentation der WU-Planung

gemäß WU-Richtlinie 12/2017, Heft 555 des DAFStb und BK 2018 unter Berücksichtigung des DBV-Merkblatts „Hochwertige Nutzung von Untergeschossen“ (2009)

Bauvorhaben:

Bauherr (BH):
Objektplanung (OP):
Tragwerksplanung (TWP):
Technik (TA):
Bauphysik (BP):
Baugrundgutachter (BG):
Ausführende Firma (AN):

Zuständigkeiten in der WU-Planung nach WU-Richtlinie 12/2017, Anhang A

Tabelle A.1 – Orientierungshilfe für Zuständigkeiten (Checkliste)

S	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aufgabe	Baugrundgutachter	Bauphysiker	Bauherr	Objektplaner	Tragwerksplaner	TA-Planer	Sachkundiger Planer*	Bauausführender	
1				V	M				
2				V					
3				V	M				
4				M	V				
5				V	M	M			
6				V	M				
7			V		M	M			
8		V							
9		V							
10					M	V			
11					M	V			
12					V	M			
13				V	M	M			M
14					M	V			M
15					V		M		
16				M	M	V			
17					M	V			M ^b
18					V	M			M
19					M		V		
20						V			M
21						V			M
22						M			V
23									V
24					M	M		V	
25		M			M	V			M

V: Verantwortung (beinhaltet Verpflichtung zur Einbindung der Mitwirkenden und Beschaffung der Informationen)
M: Mitwirkung
* Sachkundiger Planer nach DAFStb-Richtlinie „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“.
^b Mitwirkung des Bauausführenden nur bei Festlegung der Arbeitsfugen.

Beanspruchungsklasse (BKL)

- BKL-1 (nichtdrückendes Wasser, drückendes Wasser, zeitweise aufstauendes Sickerwasser)
 für Wände für Bodenplatte
 für folgende Bauteile:

- BKL-2 (Bodenfeuchte, nichtstauendes Sickerwasser)
 für Wände für Bodenplatte
 für folgende Bauteile:

Bemessungswasserstand BWS:

Gründungshorizont des Gebäudes
 Unterkannte Bodenplatte
 Höchster planmäßig zu erwartender Wasserstand:
 Sicherheitszuschlag:
 (Alle Angaben in m ü. NN / m NHN, nicht zutreffendes System streichen!)

Chemischer Angriff (aus Boden- und Wasseranalyse des Baugrundgutachtens):

Art des Angriffs:
 Empfehlung für Expositionsklasse:
 Selbstheilung der Risse (EGS ^b) möglich? ja / nein

Verantwortlich für die Festlegung des Bemessungswasserstandes, der Beanspruchungsklasse sowie der Expositionsklasse:

- Baugrundgutachter

Nutzungs-kategorie (NKL)

- NKL-A (Feuchte-transport in flüssiger Form durch Beton, Fugen, Arbeitsfugen, Sollrissverschnitte, Einbaueile und Risse nicht zulässig)
 NKL-B (begrenzte Wasserdurchlässigkeit, Feuchtestellen (feuchtbedingte Dunkelfärbungen) sind auf der Bauteiloberfläche zulässig)

Erfordernis raumklimatischer und bauphysikalischer Maßnahmen nach WU-Richtlinie und DBV-Merkblatt:

Wenn in Nutzungs-kategorie A Bauteiloberflächen ohne Tauwasserbildung, trockenes Raumklima oder beides zu fordern ist, müssen in der Planung entsprechende raumklimatische (z.B. Heizung, Lüftung zur Abführung der Baufeuchte) und bauphysikalische Maßnahmen (z.B. Wärmeschutz zur Vermeidung von Oberflächentauwasser) vorgesehen werden. Bzgl. dieser hochwertigen Nutzungen wird in der WU-Richtlinie 12/2017 auf das DBV-Merkblatt „Hochwertige Nutzung von Untergeschossen“ verwiesen, welche für Nutzungs-kategorie A differenzierte Anforderungen an Wärmedämmung und Klimatisierung stellt. Das Merkblatt gibt insbesondere Hinweise zur Planung von für WU-Bauteile verträglichen Wand- und Bodenaufbauten.

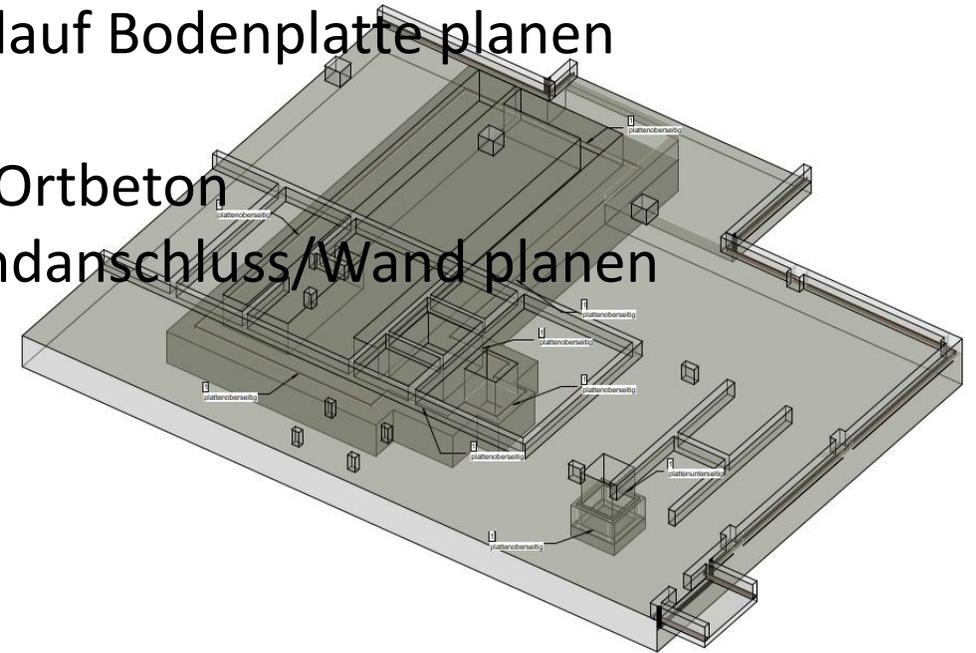
Verantwortlich für die Definition der Nutzungsanforderungen sowie Festlegung der Nutzungs-kategorie und –anforderungen:

- Bauherr / Objektplaner

BEMESSUNGSTECHNISCHER TEIL DER WU-PLANUNG

Notwendige Schritte: (BKL-1/NKL-A)

- Statisches Entwurfskonzept für Gründung und Aussenwände
- Zwangarme Gründungskonstruktion wählen
- EGS wählen, statische Verträglichkeit prüfen
- Ggf. Dehnungsfugen festlegen, Dehnfugenbandverlauf planen
- Betonierabschnitte festlegen, Arbeitsfugenbandverlauf Bodenplatte planen (Betonierfeldgröße)
- Elementierung der WU-Wände prüfen, ggf. Teile in Ortbeton
- Geschlossenes Fugenbandsystem Bodenplatte/Wandanschluss/Wand planen und 3D darstellen
- TGA-Durchdringungen durch WU-Bauteile prüfen
- Bemessung der WU-Bauteile für Last und Zwang
- WU-Konzept erstellen
- Objektüberwachung durchführen



KONFLIKTE BEI WU-BETONKONSTRUKTIONEN

Planungsverständnis:

- Objektplaner fühlt sich höchstens für die Festlegung von NKL und BKL zuständig, delegiert Planung an den Tragwerksplaner
- Tragwerksplaner empfindet WU-Planung als „Besondere Leistung“, bekommt i.d.R. aber keine Vergütung
- Tragwerksplaner interpretiert WU-Richtlinie (a.a.R.d.T) dahingehend, dass er gewisse Planungsleistungen erbringen muss (Rissbreitenbeschränkungsnachweis)
- Tragwerksplaner ist nicht notwendigerweise Planungsexperte von WU-Betonkonstruktionen
- Tragwerksplaner will den Bearbeitungsaufwand gering halten
- Tragwerksplaner hat die Objektüberwachung nicht im Auftrag (wohl aber der Objektplaner)
- Tragwerksplaner sieht sich nicht mit in der Haftungsverantwortung, die wird dem ausführenden Bauunternehmen zugedeutet
- Planungsrisiko senken durch Anordnung FBVS

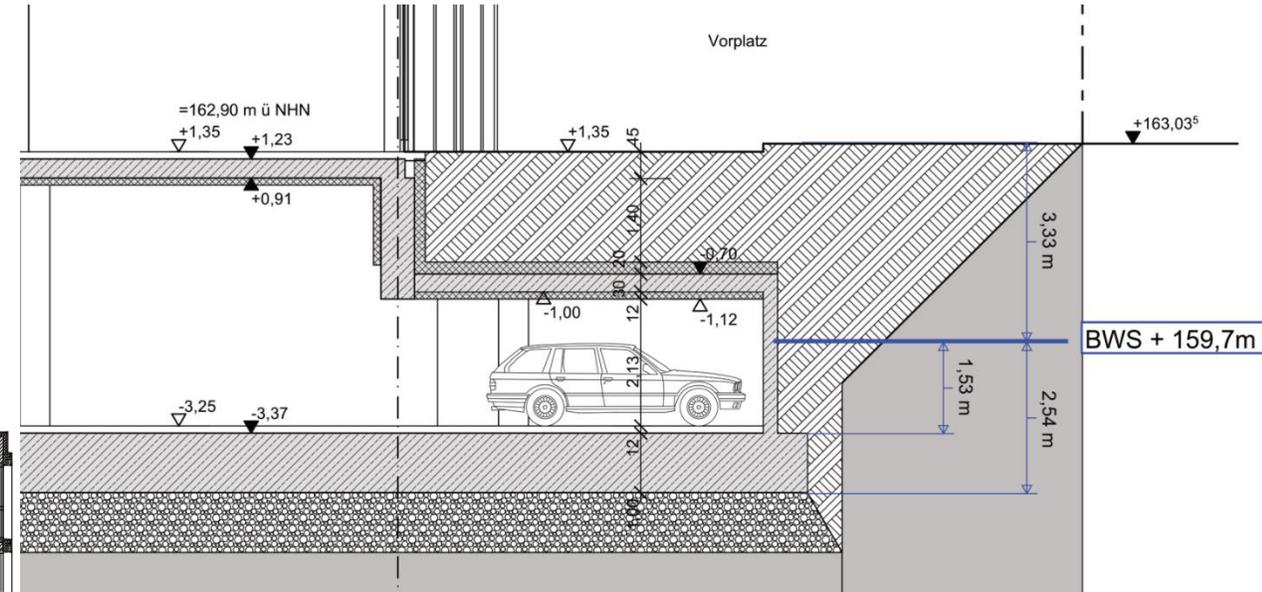
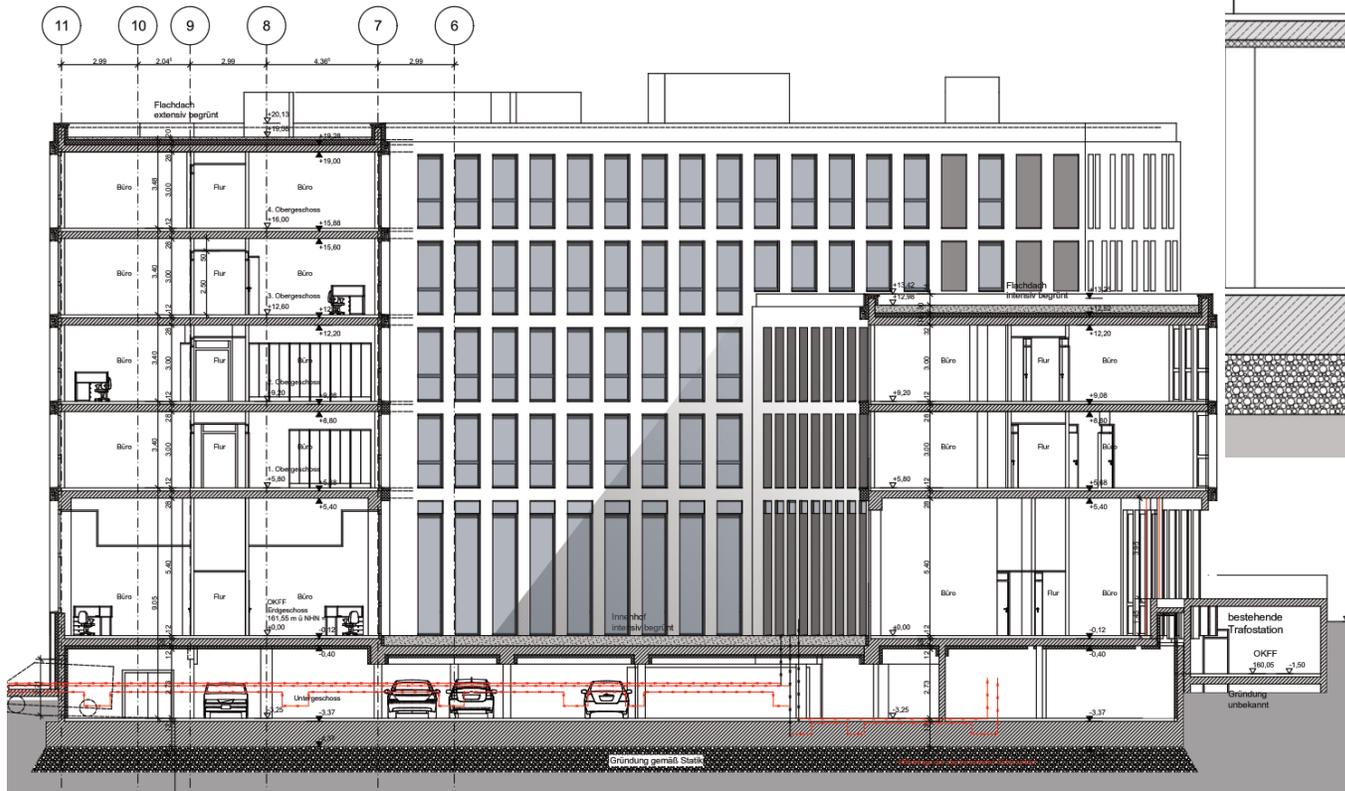
KONFLIKTE BEI WU-BETONKONSTRUKTIONEN

Planungsqualität:

- Die Bauherreninformation und -aufklärung erfolgt üblicherweise nicht
- Die Abstimmung mit dem Baugrundgutachter ermöglicht vielfach keine realistische Auslegung der WU-Betonkonstruktion
- Die notwendige Planungstiefe wird im Regelfall nicht erzielt, es verbleiben Defizite
- Die Abstimmung mit der TGA und den Durchdringungen findet inhaltlich nicht statt
- Es werden „pauschale“ WU-Konzepte (i.d.R. EGS c) ausgearbeitet, ohne die Projektspezifika zu berücksichtigen
- Der Planungsschwerpunkt liegt auf der Herstellung zwangarmer Gründungskonstruktionen
- Es fehlt die Konstruktion und Darstellung des geschlossenen Fugenbandsystems
- Es werden keine Vorgaben zur Bauausführung gemacht (Betonierfelder, Betonierreihenfolge, Betonwahl etc.)
- Es entsteht kein WU-Konzept im Sinne der WU-Richtlinie des DAfStb
- Die Bauausführung bleibt ohne fachliche Überwachung
- Die Bauausführung weicht von etwaigen Vorgaben ab
- Das Restrisiko (unerwartete Rissbildung) führt bei nachträglich, nur mit hohem Aufwand herstellbarer Zugänglichkeit, zur Anordnung von Frischbetonverbundsystemen

KONFLIKTE BEI WU-BETONKONSTRUKTIONEN

Baugrundgutachten:



Beanspruchungsklasse BKL-1

zeitweise aufstauendes Sickerwasser/Schichtenwasser
auf Wände und Bodenplatte (?)
(nach Angabe Baugrundgutachten)

KONFLIKTE BEI WU-BETONKONSTRUKTIONEN

Wechsel von Ortbetonwänden auf Elementwände im KG:



Quelle: kadawittfeld



Quelle: Westfälische Nachrichten

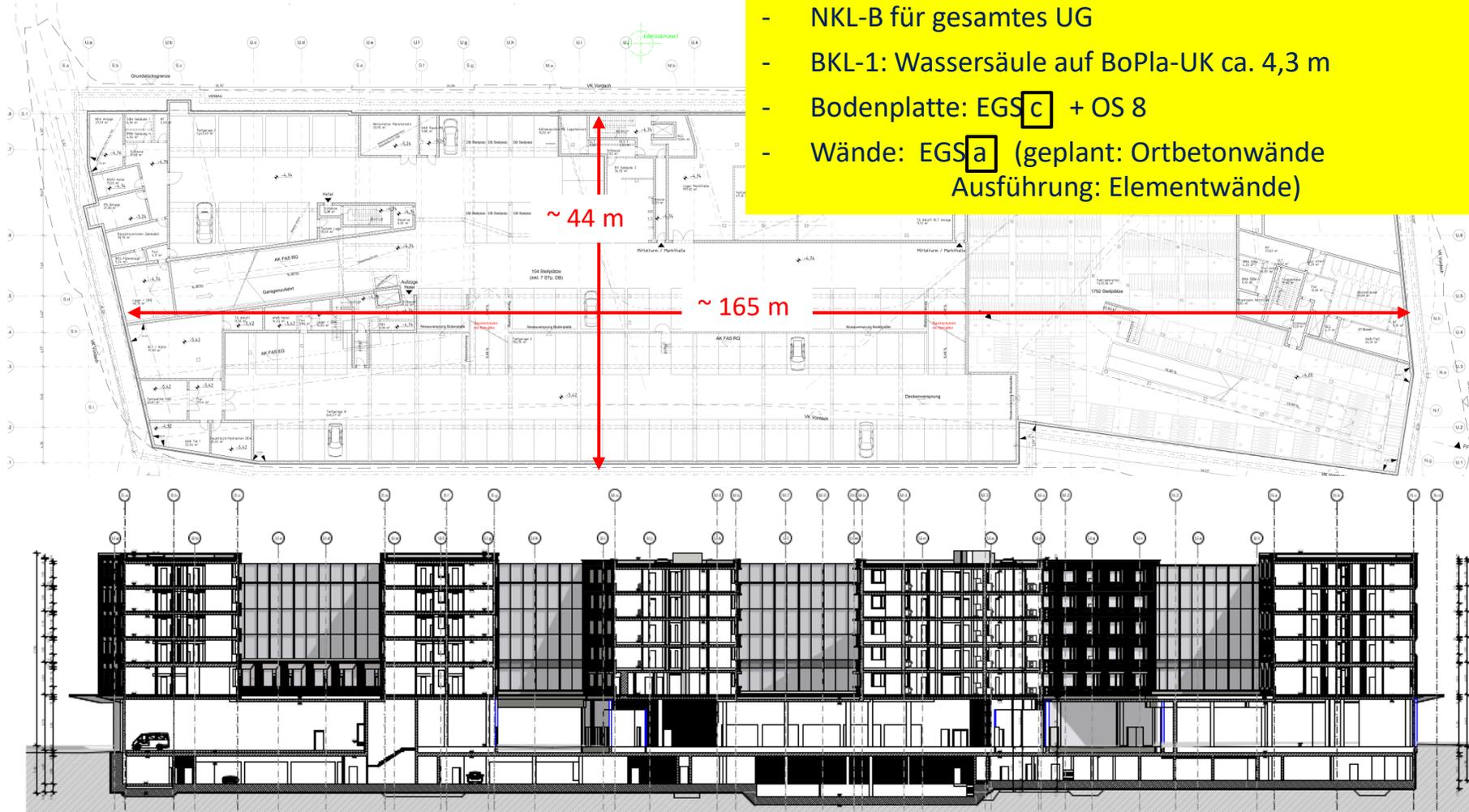
KONFLIKTE BEI WU-BETONKONSTRUKTIONEN

Wechsel von Ortbetonwänden auf Elementwände im KG:



Randbedingungen:

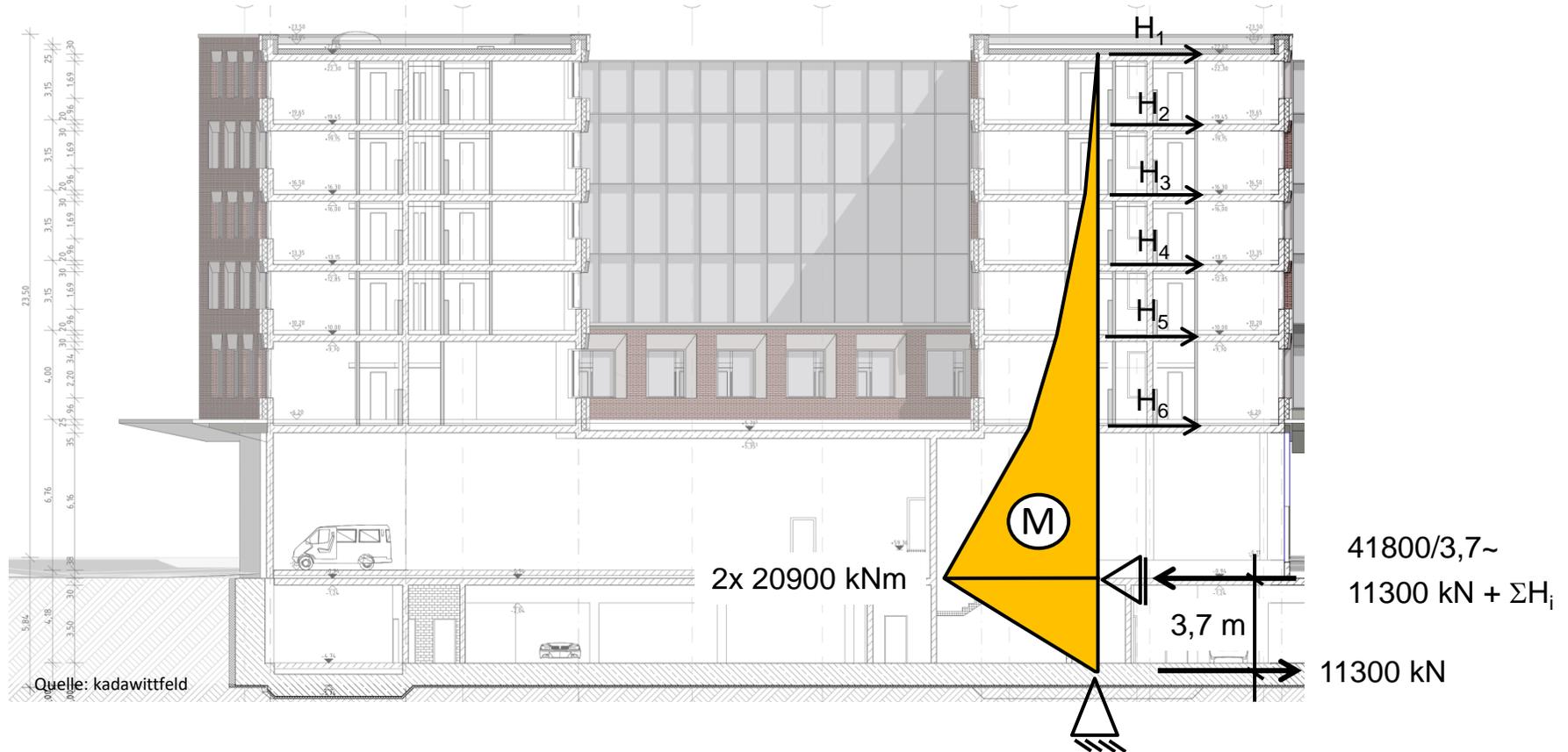
- NKL-B für gesamtes UG
- BKL-1: Wassersäule auf BoPla-UK ca. 4,3 m
- Bodenplatte: EGS^c + OS 8
- Wände: EGS^a (geplant: Ortbetonwände
Ausführung: Elementwände)



KONFLIKTE BEI WU-BETONKONSTRUKTIONEN

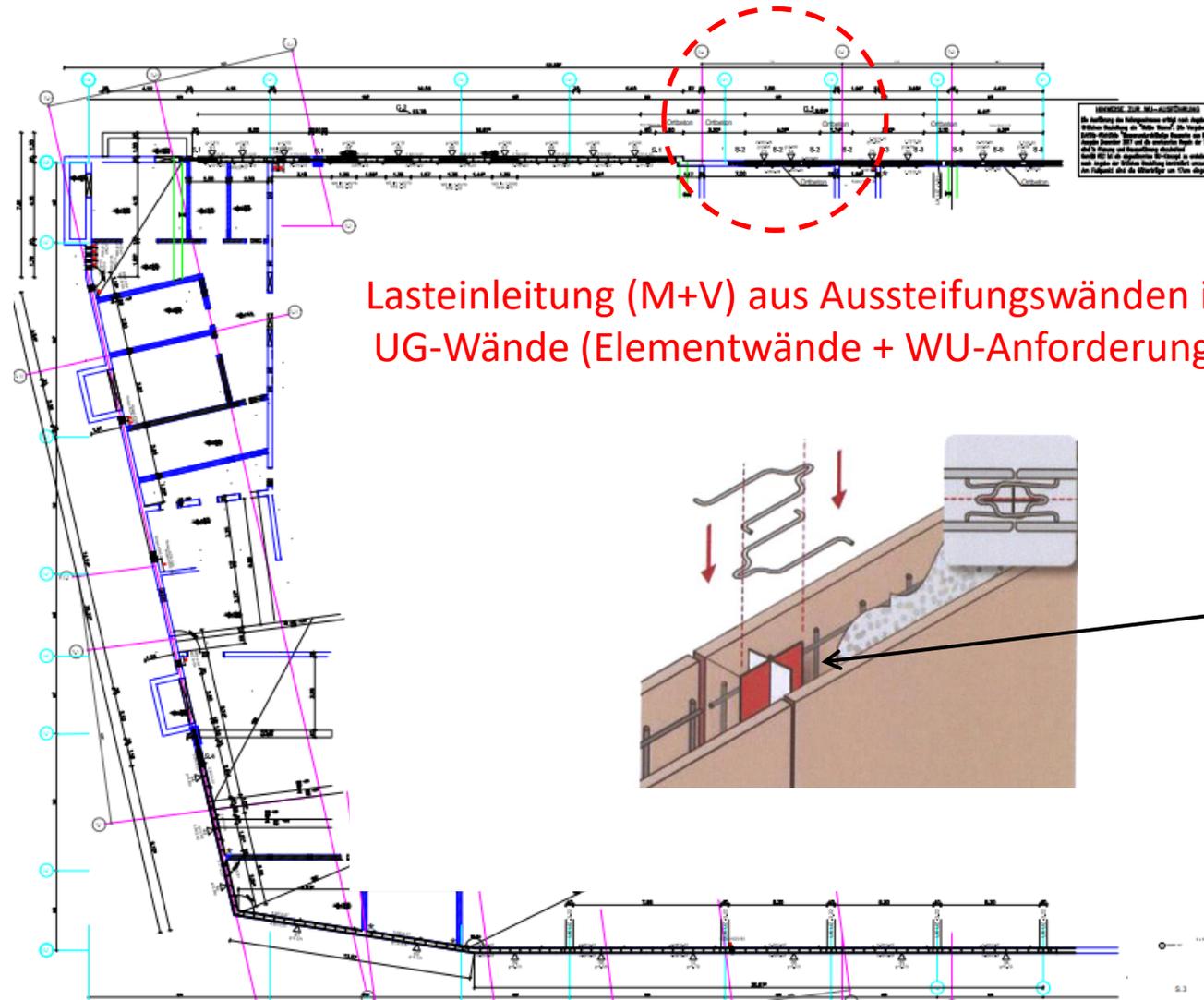
Wechsel von Ortbetonwänden auf Elementwände im KG:

Lasteinleitung in steifen Kellerkasten

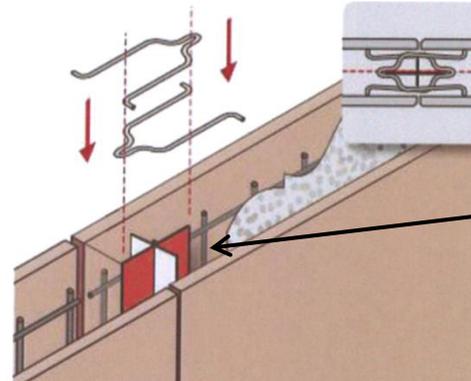


KONFLIKTE BEI WU-BETONKONSTRUKTIONEN

Wechsel von Ortbetonwänden auf Elementwände im KG:



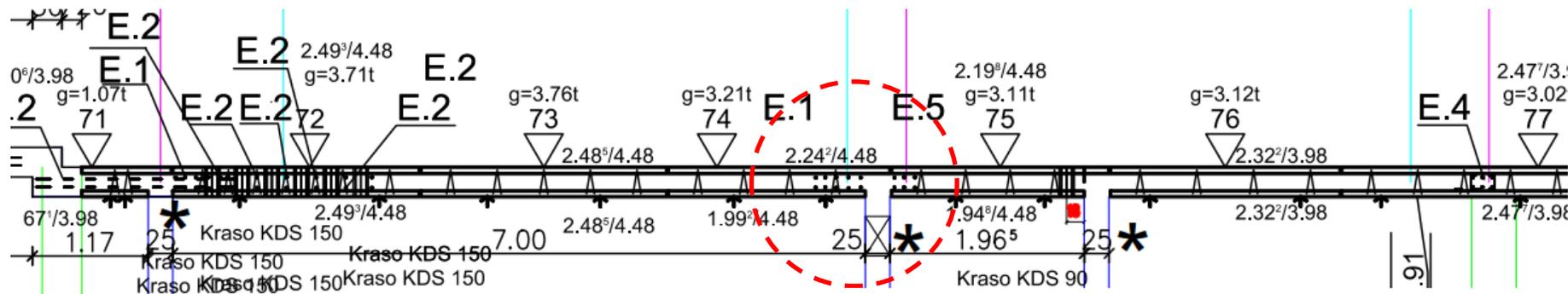
Lasteinleitung (M+V) aus Aussteifungswänden in
UG-Wände (Elementwände + WU-Anforderung)



Für EGS a mit unbewehrter Sollrissfuge

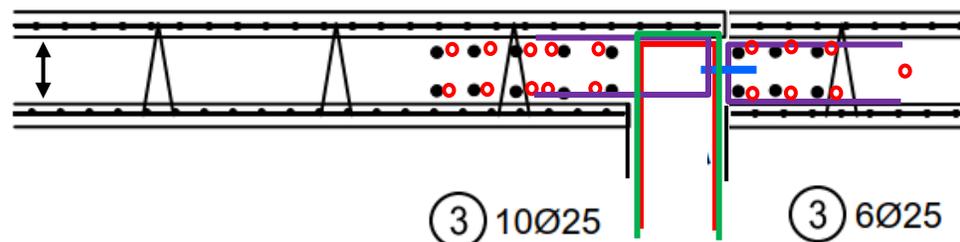
KONFLIKTE BEI WU-BETONKONSTRUKTIONEN

Wechsel von Ortbetonwänden auf Elementwände im KG:



- Kollision von**
- Zug-/Anschlussbewehrungen
 - Umsteckerungen
 - Anschlussbewehrung Innenwand
 - Fugenblech

$H_{\text{Elementwand}} = 30 \text{ cm,}$
Zwischenraum ca. 17 cm



Baupraktisch nicht als Elementwand mit WU-Anforderung umsetzbar -> Ortbetonplanung beibehalten

KONFLIKTE BEI WU-BETONKONSTRUKTIONEN

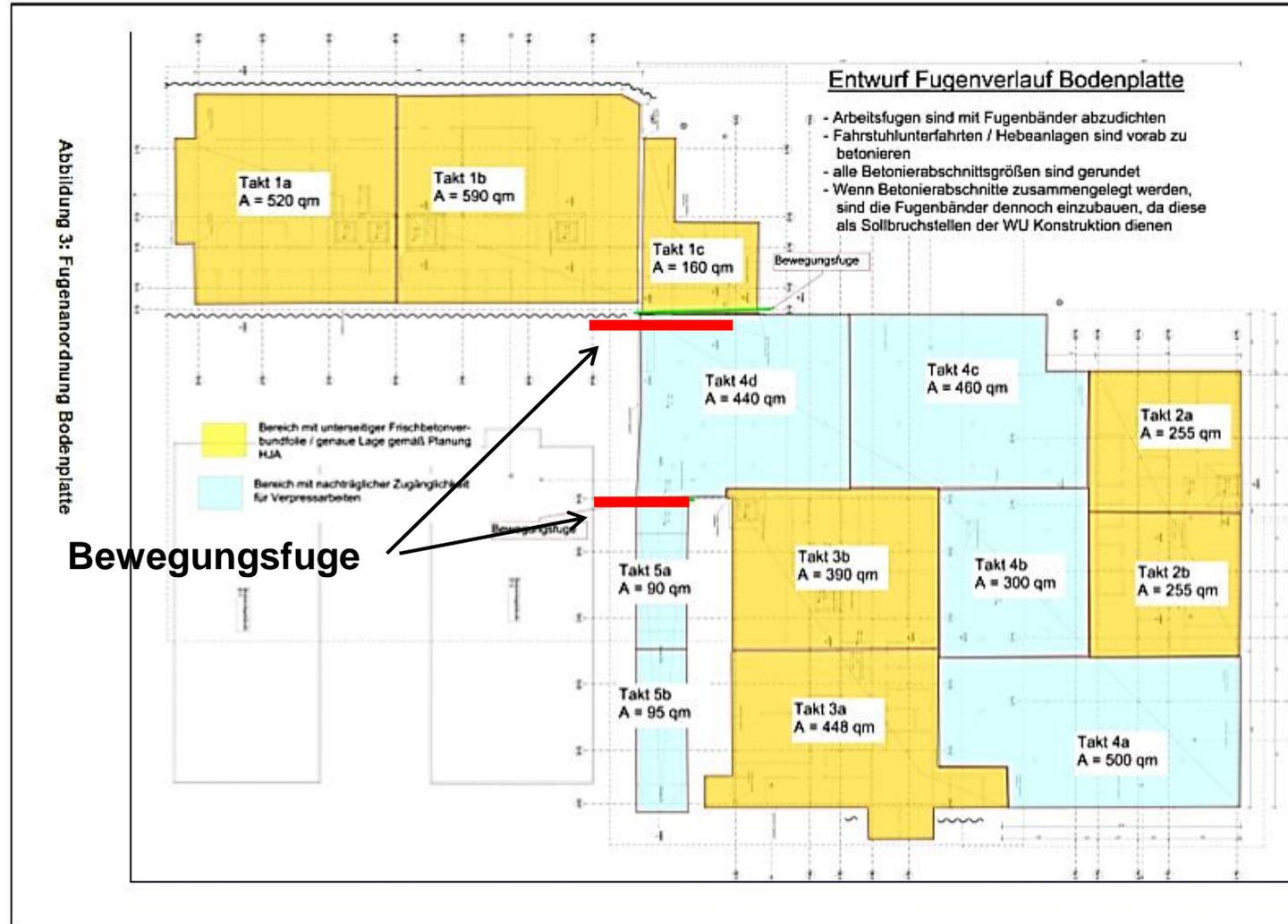
Sehr unterschiedliches Betonalter:



KONFLIKTE BEI WU-BETONKONSTRUKTIONEN

Sehr unterschiedliches Betonalter:

WU-Konstruktion: Laborgebäude mit Tiefgarage

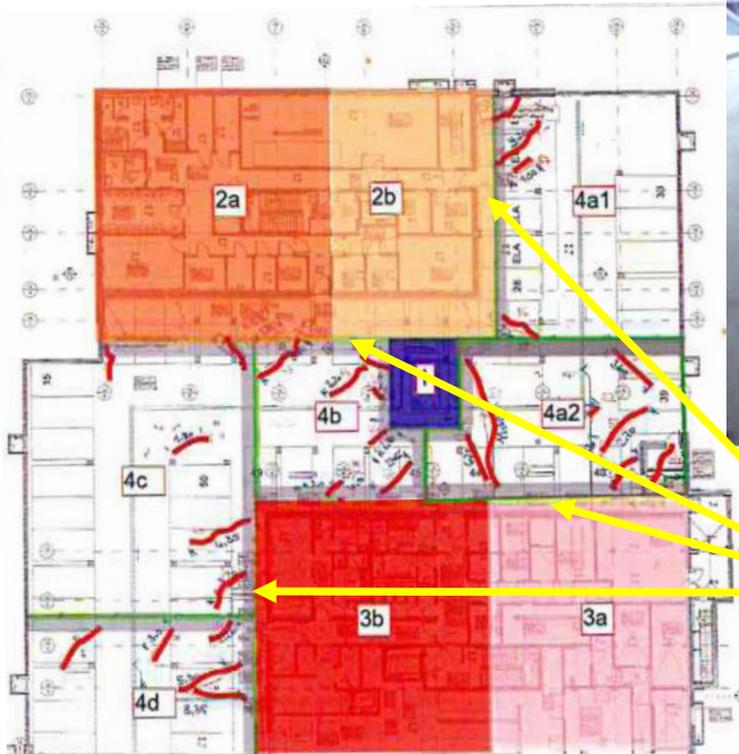


KONFLIKTE BEI WU-BETONKONSTRUKTIONEN

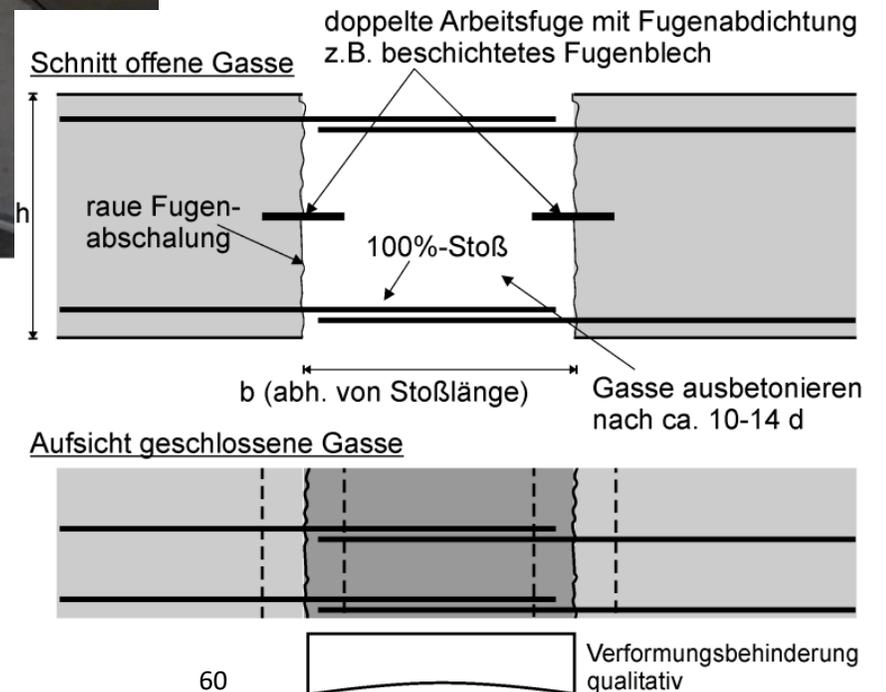
Sehr unterschiedliches Betonalter:



Hydratationsgasse
anordnen

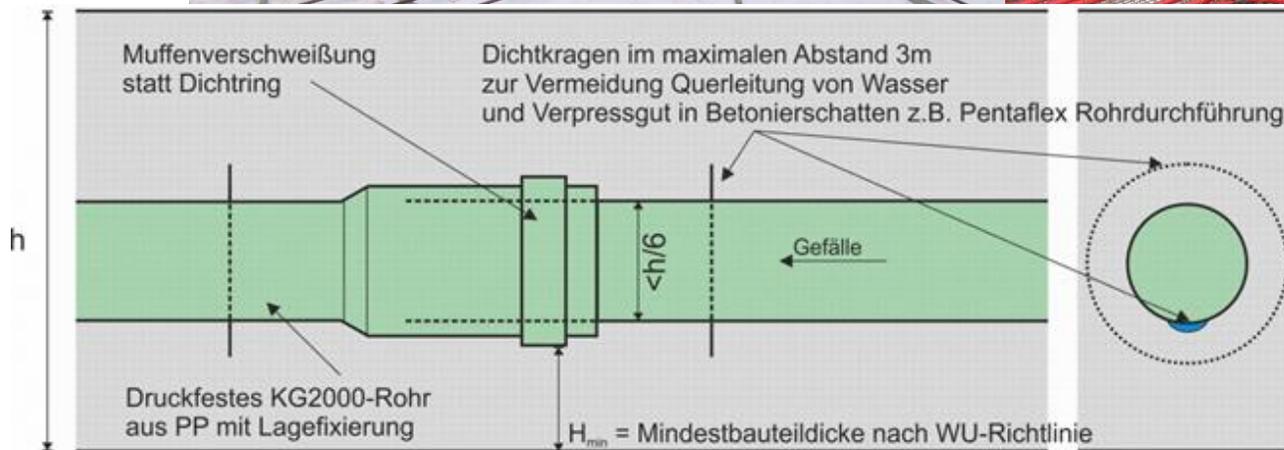
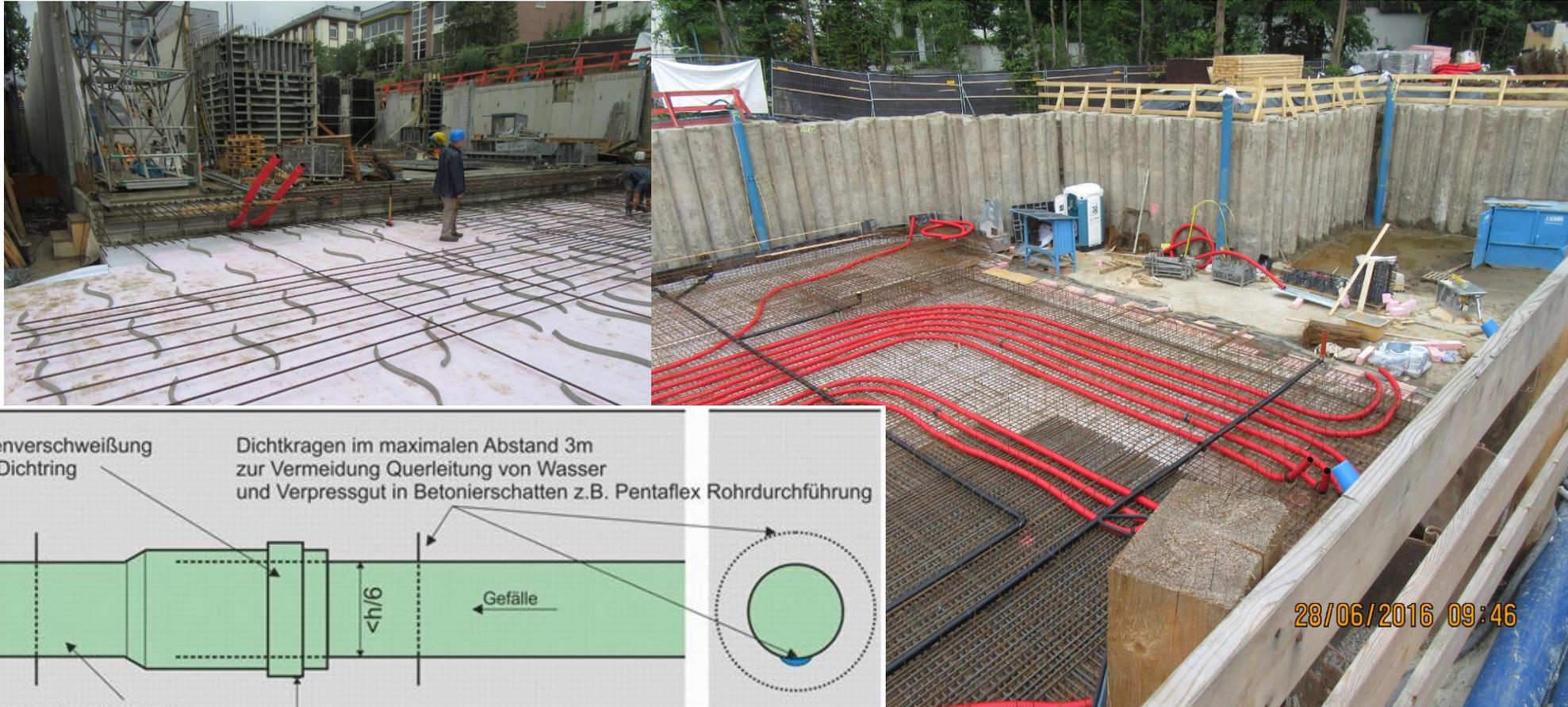


Alternativ:
Dehnungsfugen vorsehen



KONFLIKTE BEI WU-BETONKONSTRUKTIONEN

TGA-Leitungen in der Bodenplatte:



KONFLIKTE BEI WU-BETONKONSTRUKTIONEN

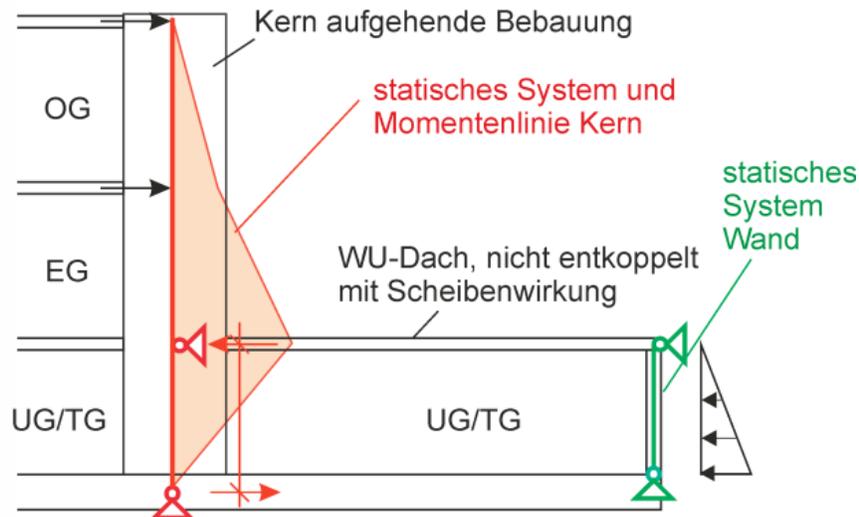
Änderung des Aussteifungssystems:



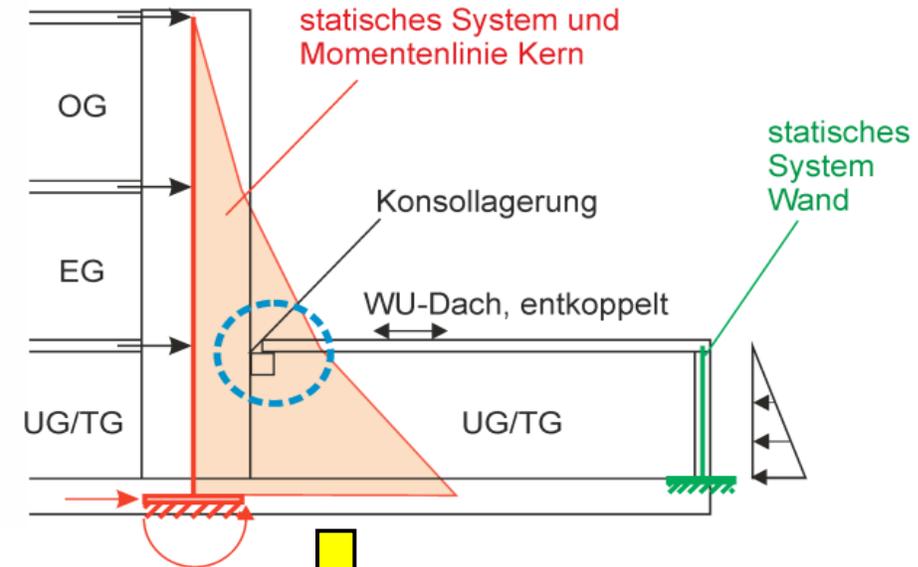
KONFLIKTE BEI WU-BETONKONSTRUKTIONEN

Änderung des Aussteifungssystems:

A) TG-Decke monolithisch angeschlossen



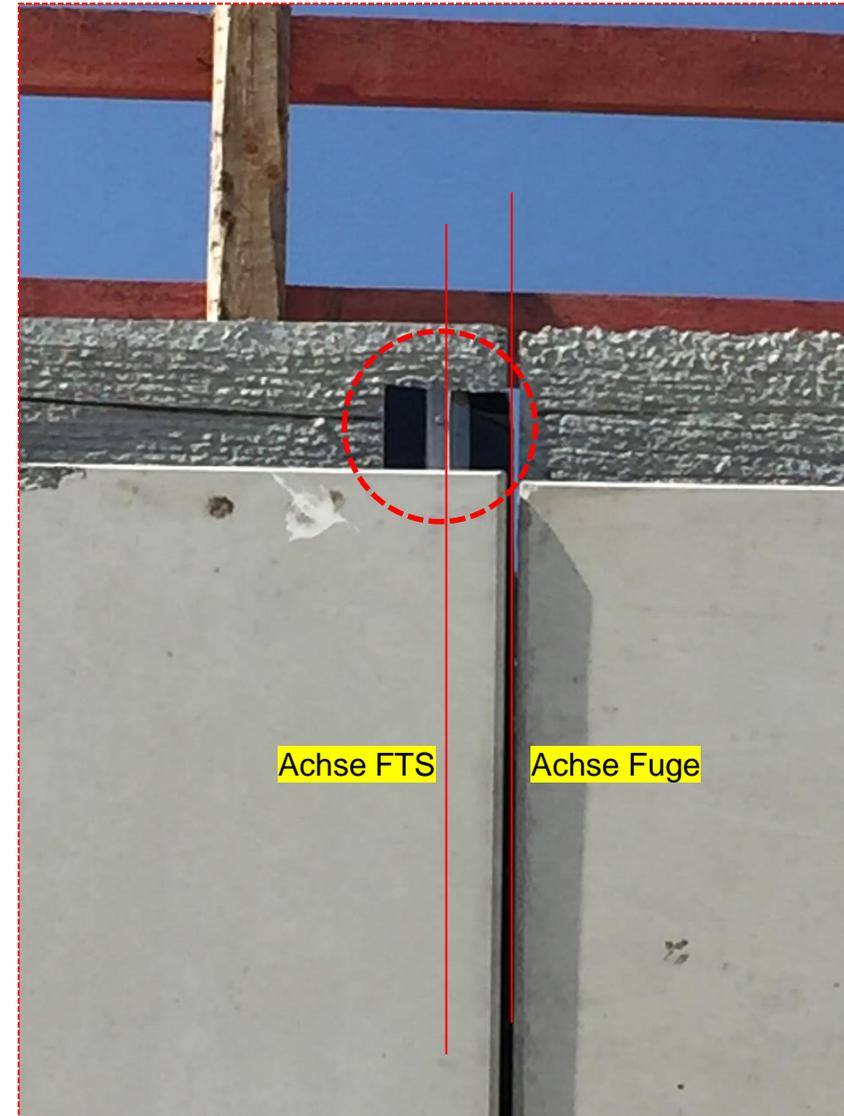
B) TG-Decke als WU-Dach nach EGS [a]



- Großer Einfluss auf das statische Gesamtmodell
- Achtung bei Elementwänden:
 - Fugenbewehrung erforderlich
 - Einspannung unten mit geringen statischen Nutzhöhen

KONFLIKTE BEI WU-BETONKONSTRUKTIONEN

Ausführungsqualität:



KONFLIKTE BEI WU-BETONKONSTRUKTIONEN

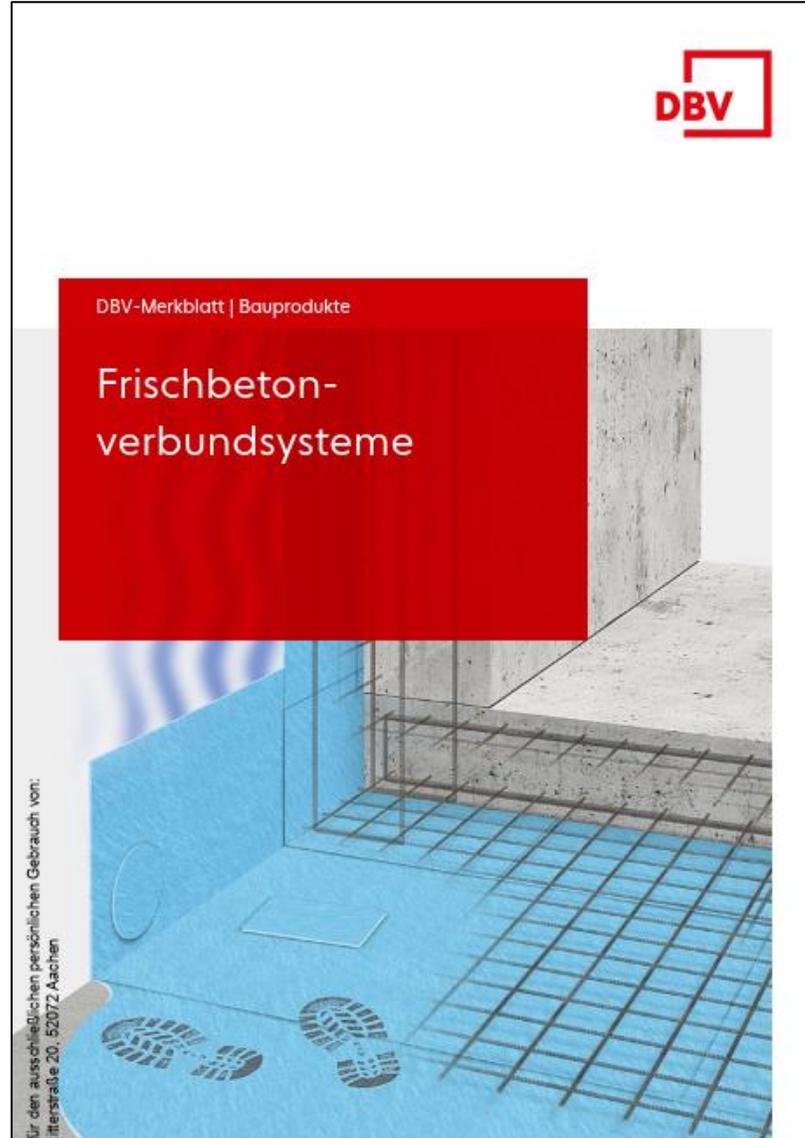
Ausführungsqualität:



WU-BETONKONSTRUKTIONEN MIT FBVS



SIKA-FACHSEMINAR
ZERTIFIZIERTER
WU-FACHPLANNER

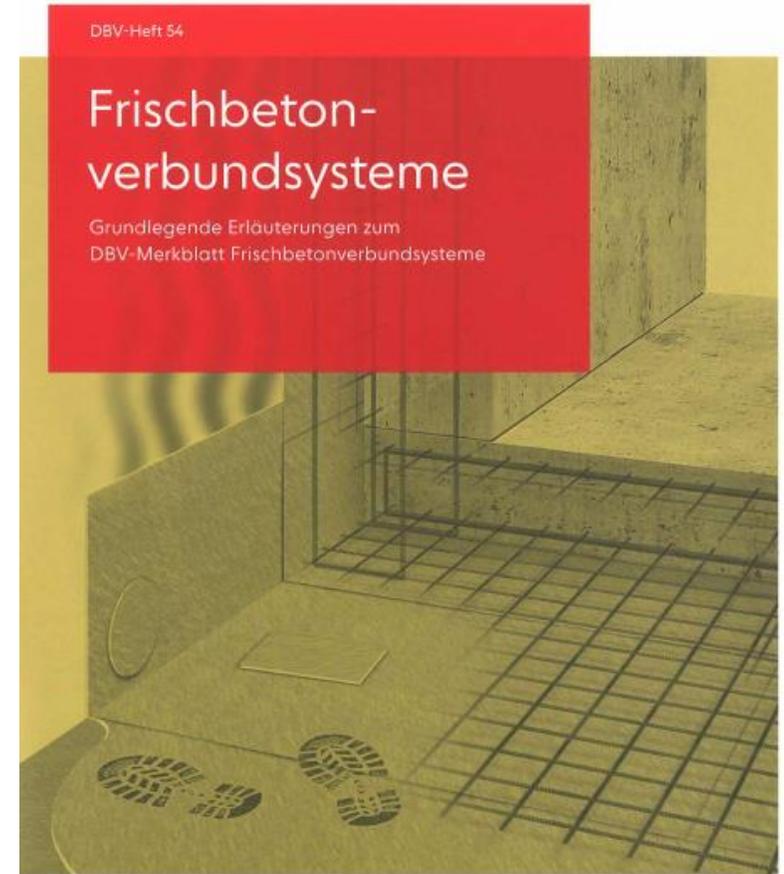


DBV-Merkblatt | Bauprodukte

Frischbeton- verbundsysteme

Für den ausschließlichen persönlichen Gebrauch von:
Litterstraße 20, 52072 Aachen

Quelle: DBV



DBV-Heft 54

Frischbeton- verbundsysteme

Grundlegende Erläuterungen zum
DBV-Merkblatt Frischbetonverbundsysteme

Quelle: DBV

Wesentliche Entscheidungskriterien:

- Sind für das FBVS alle Systemkomponenten vorhanden (Pfahlabdichtung, Reparatursets, Tapes etc.)?
- Welcher Verbundmechanismus ist in Bezug auf die Hinterlaufsicherheit vorteilhaft?
- Sind die Fügenähte (Längsstoß, T-Stoß) wasserdicht?
- Sind die Fügenähte feuchtigkeitsunempfindlich?
- Wirken sich Verschmutzungen auf den Verbund aus?
- Wirken sich Betonkonsistenz, Verdichtungsenergie auf die Hinterlaufsicherheit aus?
- Offene Liegezeit?
- Temperaturen bei der Verlegung?
- Verlegeaufwand?
- Erfahrung mit Systemen?

- **aA-FBVS für Leistungsklasse vorhanden und erfüllt?**
- **Ergebnisse der optionale Prüfungen nach Tabelle A4 bewerten**

FAZIT DER VERSUCHSERGEBNISSE BZW. DES VERGLEICHS DER ERGEBNISSE DER aA-FBVS:

- Es gibt besser geeignete und schlechter geeignete FBV-Systeme
- Mechanisch-adhäsive Systeme mit Vlies sind hinsichtlich Beton-Konsistenz und Verdichtungsart empfindlicher
- Mechanisch-adhäsive Systeme sind bei Anbringung an Ortbetonwänden empfindlicher
- Kein Haftverbundmechanismus ist prinzipiell ungeeignet
- Problempunkt ist die Nahtdichtigkeit (Längsnaht, T-Stoss)
- abP oder CE-Deklaration oder ETA sind zur Auswahl des FBVS nicht geeignet
- aA-FBVS vorlegen lassen (Grundprüfung), Ergebnisse der optionalen Prüfungen nach DBV-Merkblatt, Anhang A2, Tab A4 vorlegen lassen. Alternativ Untersuchungsbericht zur Nahtdichtigkeit vorlegen lassen (DIN EN 1928, Verfahren A)
- Nahtausführung vertraglich festlegen (ggf. thermisch fügen)
- Schutzmassnahmen separat ausschreiben
- Bauüberwachung durchführen



FACHGERECHTE BEMESSUNG VON WU-BETONKONSTRUKTIONEN
NACH AKTUELL GELTENDEM REGELWERK

Danke für Ihre
Aufmerksamkeit