5. DAfStb-Jahrestagung 20./21.09.2017 TU Kaiserslautern

Zur Neufassung der WU-Richtlinie

Prof. Claus Flohrer

Ingenieurbüro Flohrer, öbuv SV für Betontechnologie, Instandsetzung, ZfP

Inhalt

Einleitung

Anlass für Überarbeitung

Wesentliche Neuerungen

Anwendungsbeispiele

Zusammenfassung

Überarbeitung WU-Richtlinie

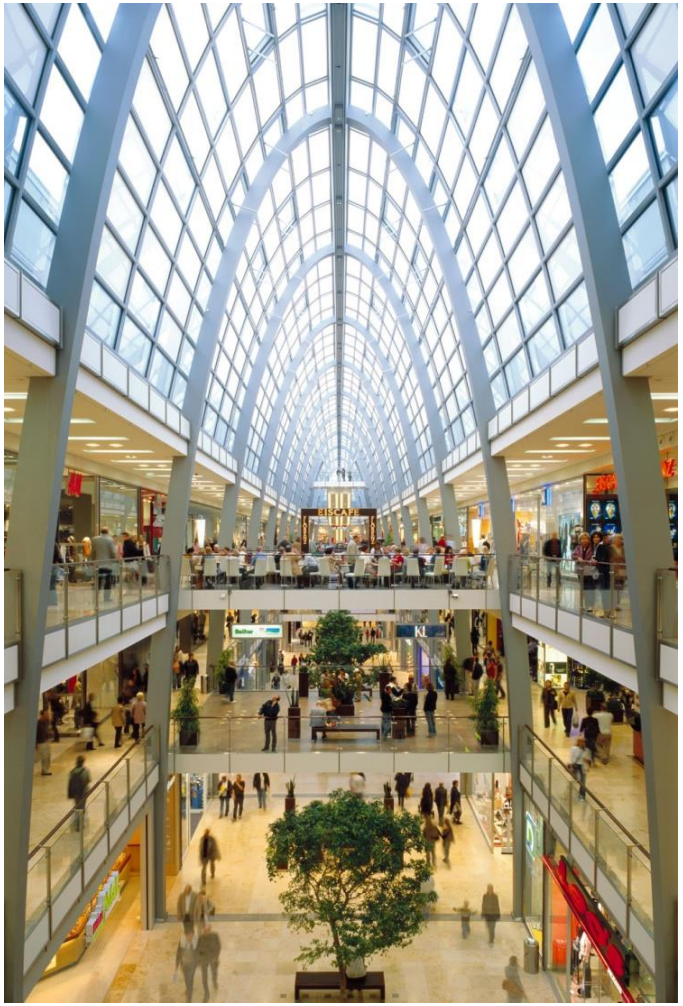
- Erste WU-Richtlinie von 11/2003 und DAfStb-Heft 555 von 2006
- März. 2013 Beschluss des DAfStb-Vorstands, WU-Richtlinie redaktionell zu überarbeiten (ohne UA)
- Nov. 2014 Beschluss des DAfStb-Vorstands, WU-Richtlinie redaktionell und inhaltlich zu überarbeiten
- Reaktivierung des Unterausschusses „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“
- 1.Sitzung des UA am 18.5.2015
- Insgesamt 4 Sitzungen + Einspruchsitzung
- Gelbdruckentwurf Okt. 2016
- Einspruchssitzung Febr. 2017
- Weißdruckentwurf 22.06.2017
- Notifizierung Ende November 2017

Wesentliche Änderungen

- Verbesserung der Lesbarkeit und Verständlichkeit,
- Aufgaben der Planung als Leitfaden für erforderliche Planungsschritte
- Verdeutlichung und Präzisierung der Entwurfsgrundsätze
- Präzisierung von Kommunikations-/Dokumentations- und Prüfpflichten
- Aufnahme von Regelungen für WU-Dächer
- Verschärfung der Anforderungen bei Entwurfsgrundsatz b) mit Selbstheilung
- Erhöhung der Anforderungen bei WU-Elementwänden
- Aufnahme eines informativen Anhangs mit einer Orientierungshilfe zur Abstimmung der Zuständigkeit bei der Planung und der Ausführung von WU-Betonbauwerken (Checkliste)

Weiße Wanne - Kläranlage

Hochwertige Nutzung von WU-Konstruktionen



Inhalt

Einleitung

Anlass für Überarbeitung

Wesentliche Neuerungen

Anwendungsbeispiele

Zusammenfassung

Negativbeispiel Entwurfsgrundsatz b

Schadensfall Weiße Wanne mit hochwertiger Nutzung

Negativbeispiel Entwurfsgrundsatz b

Schadensfall Weiße Wanne mit hochwertiger Nutzung

Aufgabe für den Planer:

Konstruktion Weiße Wanne für hochwertige Nutzung (Nutzungsklasse A) – **A****

- Bemessungswasserstand 1,5 m unter GOK
- Wasserhaltung während Roh- und Ausbauphase
- Abschalten der Wasserhaltung nach Einbau des schwimmenden Bodenaufbaus im Untergeschoss

A entspr. DBV-Merkblatt ‚Hochwertige Nutzung von Untergeschossen‘**

Weiße Wanne mit hochwertiger Nutzung

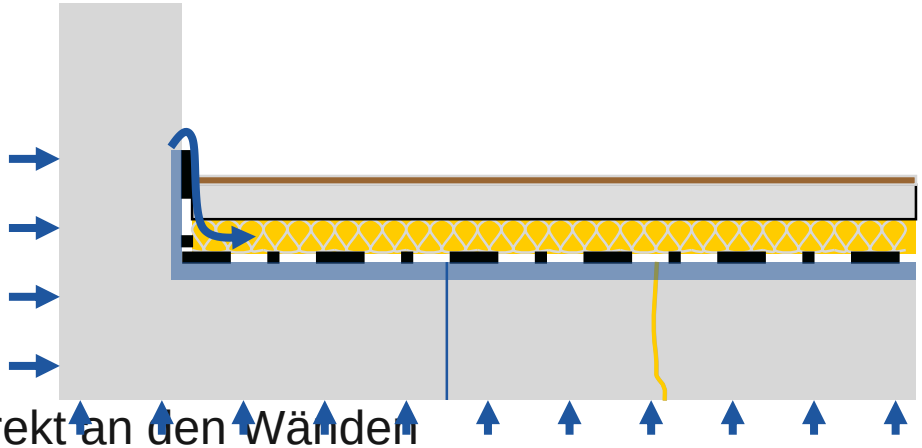
Lösung der Planer

TWP

- Wände und Bodenplatte mit Rissbreitenbegrenzung w_{cal} = 0,15 (Entwurfsgrundsatz b nach WU-Richtlinie)

Ausbauplanung

- Bodenaufbau wie bei Bodenplatte
  - 1,5 cm Belag
  - 5,5 cm Estrich
  - 2,5 cm Dämmung
  - 0,5 cm Schweißbahn
- Gipsputz an den Wänden

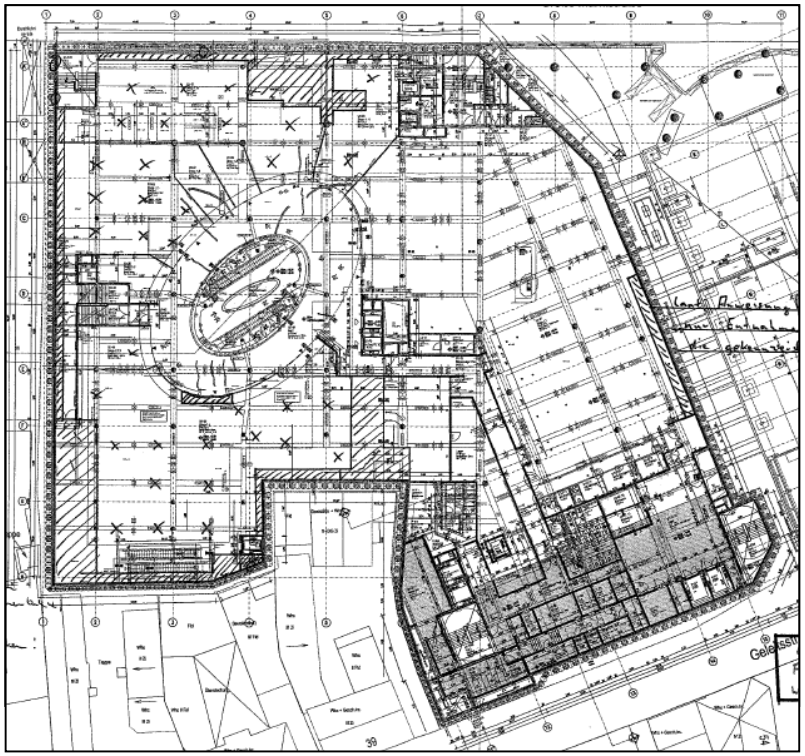


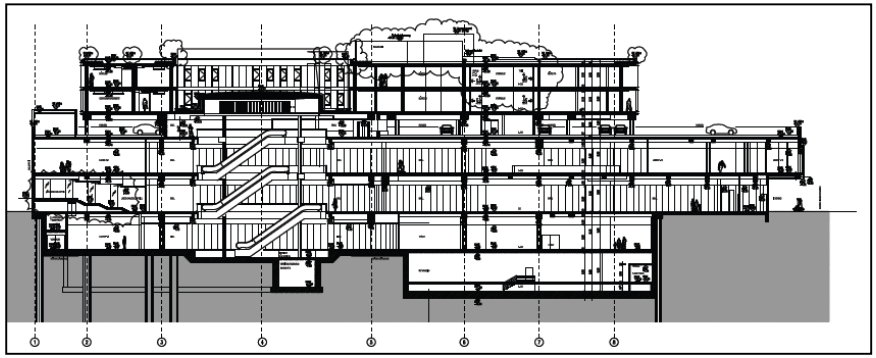
TGA

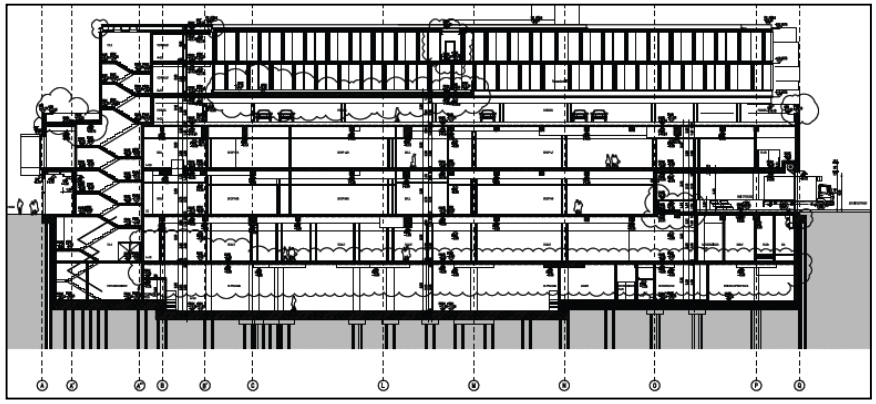
Komponenten auf Bodenplatte und direkt an den Wänden

Negativbeispiel Entwurfsgrundsatz b

Schadensfall Weiße Wanne mit hochwertiger Nutzung







Negativbeispiel Entwurfsgrundsatz b

Schadensfall Weiße Wanne mit hochwertiger Nutzung

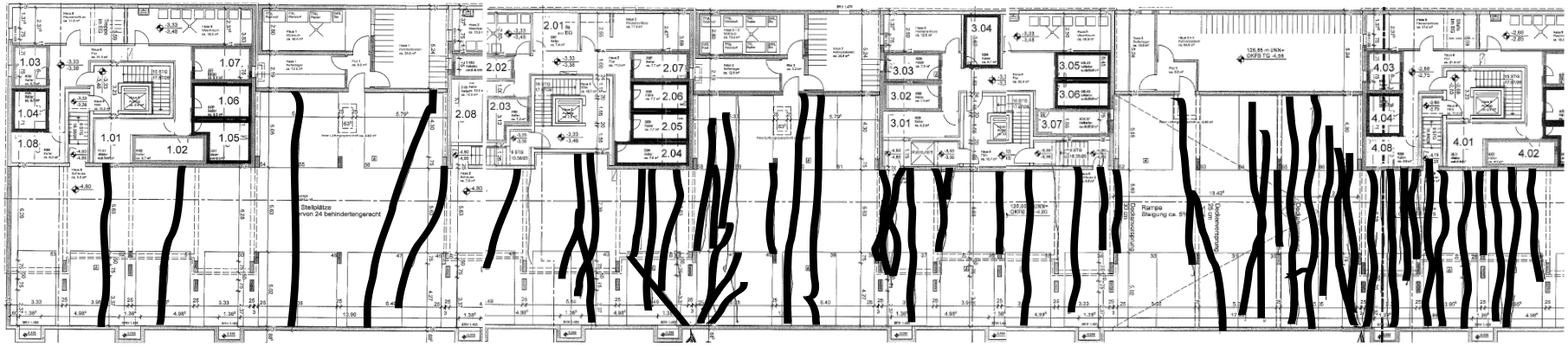
Negativbeispiel Entwurfsgrundsatz b

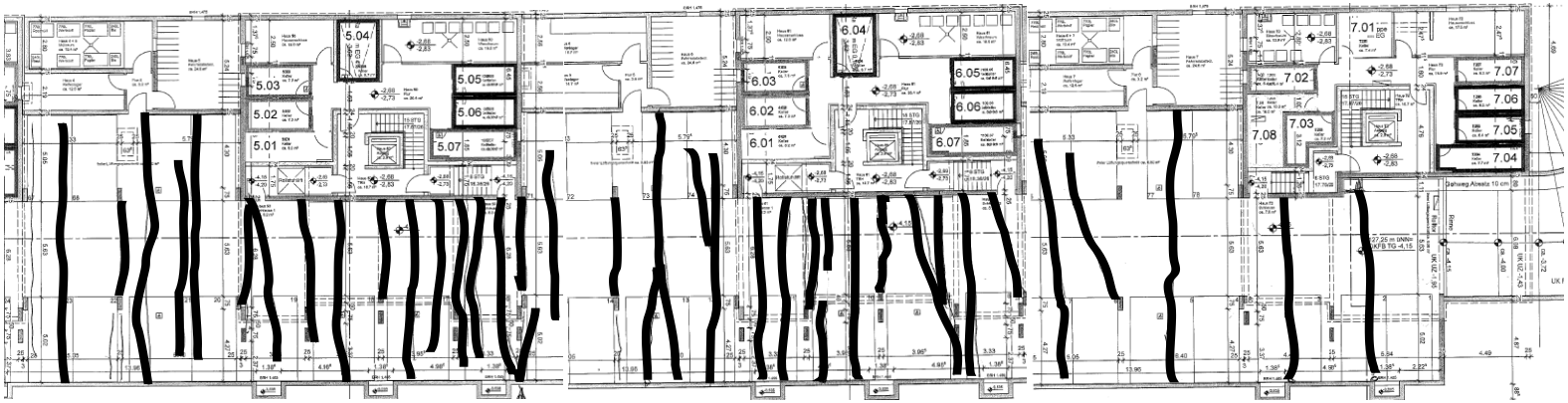
Schadensfall Weiße Wanne mit hochwertiger Nutzung

Beispiel für übliche Konstruktion: Tiefgarage Wohnbebauung

- WU-Konstruktion f. temporäre Wasserbeanspruchung)
- Entwurfsgrundsatz b „Rissbreitenbegrenzung“, w_{cal} = 0,20 mm
- Ausführungsvariante 2a
  - Expositionsklasse XD1, c_{min} = 30 mm, Oberflächenschutz OS8
- Betonage im Sommer

Beispiel für übliche Konstruktion: Tiefgarage Wohnbebauung





Ergebnis: **ca. 800 m Risse, keine Wartung**
Chloridgehalt in Rissen nach 4 Jahren > 2 M-%/Z

Inhalt

Einleitung

Anlass für Überarbeitung

Wesentliche Neuerungen

Anwendungsbeispiele

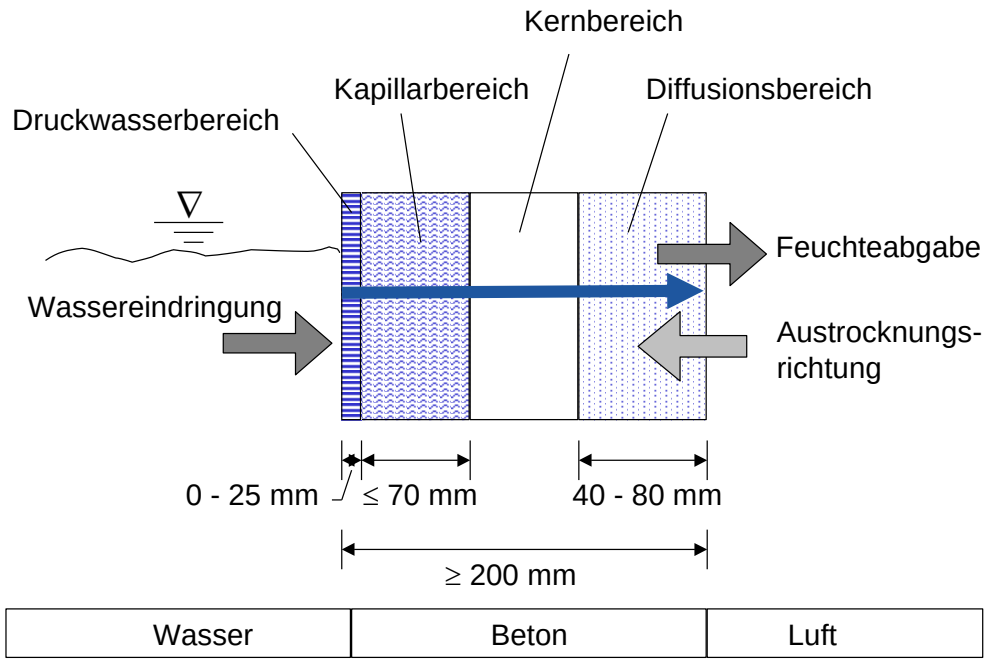
Zusammenfassung

Anwendungsbereich

- Allgemeiner Hoch- und Wirtschaftsbau
- Vollständig oder teilweise ins Erdreich eingebettete Untergeschosse
- Dächer aus Beton

- i.A. nicht für Silos und Behälterbauwerke (EC2, Teil 3)
- nicht für Tunnel- und Ingenieurbauwerke nach ZTV-ING oder ZTV W

Wassertransportmodell

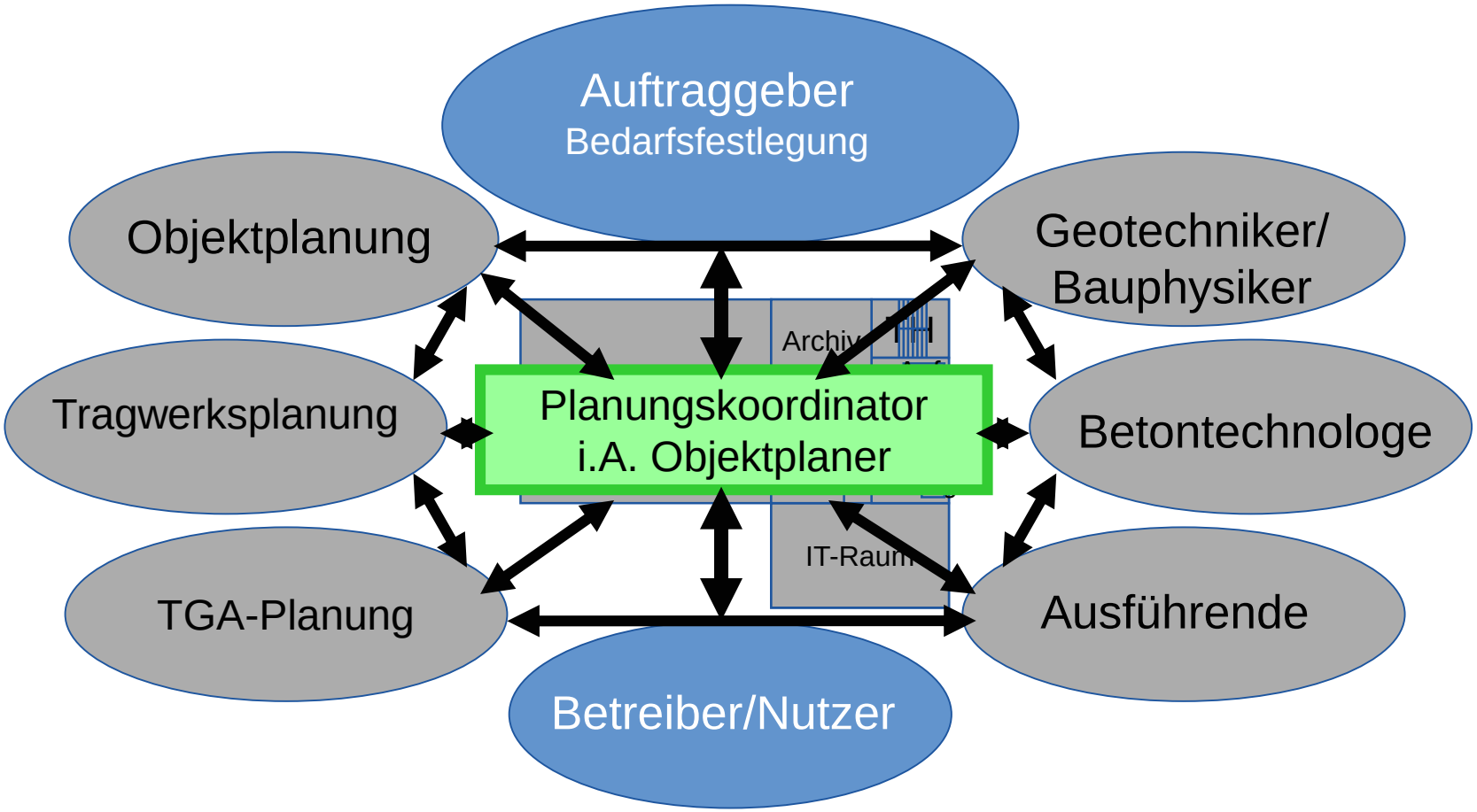


Direkter Wasserzutritt durch planmäßige oder unplanmäßige Trennrisse

Arbeitsmodell für Feuchtebedingungen in einem ungerissenen WU-Betonquerschnitt (C30/37 WU, $w/z_{eq} \leq 0{,}55$)

Aufgaben der Planung

Planungsbeteiligte Festlegung der Verantwortlichkeiten



Die technischen Verantwortlichkeiten der Baubeteiligten für die einzelnen Teilbereiche der Planung, der Koordinierungsbedarf bzw. Informationsaustausch sind festzulegen!

Aufgaben der Planung

Festlegung der Verantwortlichkeiten

Tabelle A.1 Checkliste – Orientierungshilfe für Zuständigkeiten

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Aufgabe	Baugrundgutachter	Bauphysiker	Bauherr	Objektplaner	Tragwerksplaner	TA-Planer	Sachkundiger Planer [1)]	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 gem. WU-Richtlinie (evtl. differenziert nach Bauteilen) und alle erforderlichen Maßnahmen zur Umsetzung				M	V			
12	Aufklärung des Bauherrn über Konsequenzen aus Entwurfsgrundsatz				V	M			

Aufgaben der Planung

- Bedarfsplanung (dokumentierte Nutzungsanforderungen)
- Festlegung der Beanspruchungsklasse und erforderlichenfalls Berücksichtigung angreifender Wässer und Böden
- Festlegung einer oder mehrerer Nutzungsklassen und des Nutzungsbeginns
- Bauteilbezogene Wahl eines Entwurfsgrundsatzes: „Risse vermeiden“, „Rissbreiten für Selbstheilung begrenzen“, „Einzelrisse zulassen und planmäßig abdichten“
- Festlegung der aus den Entwurfsgrundsätzen folgenden konstruktiven, betontechnischen und ausführungstechnischen Maßnahmen
- Wahl von Bauteilabmessungen, Fugen
- Bemessung und Bewehrungskonstruktion

Aufgaben der Planung

- Planung von Einbauteilen und Durchdringungen
- Planung von Bauablauf, Betonierabschnitten, Arbeitsfugen, einschließlich der erforderlichen Qualitätssicherungsmaßnahmen
- Planung des geschlossenen Fugenabdichtungssystems
- Planung und Ausschreibung der Abdichtung für alle planmäßigen und unplanmäßigen Trennrisse
- Dokumentation aller relevanten Festlegungen und Entscheidungen in der Planung und Weitergabe an alle Beteiligten (WU-Konzept)
- Beschreibung der für die Nutzung möglicherweise folgenden Einschränkungen (beispielsweise wasserführende Risse, Annahmen für den Zeitraum und die Bedingungen für die Selbstheilung)

Aufgaben der Planung

Geplante Nutzung (Bedarfsermittlung)

Einwirkungen

Das Bauwerks so konstruieren und bemessen, dass die geplante Nutzung sicher erreicht wird (Festlegen des Widerstands)

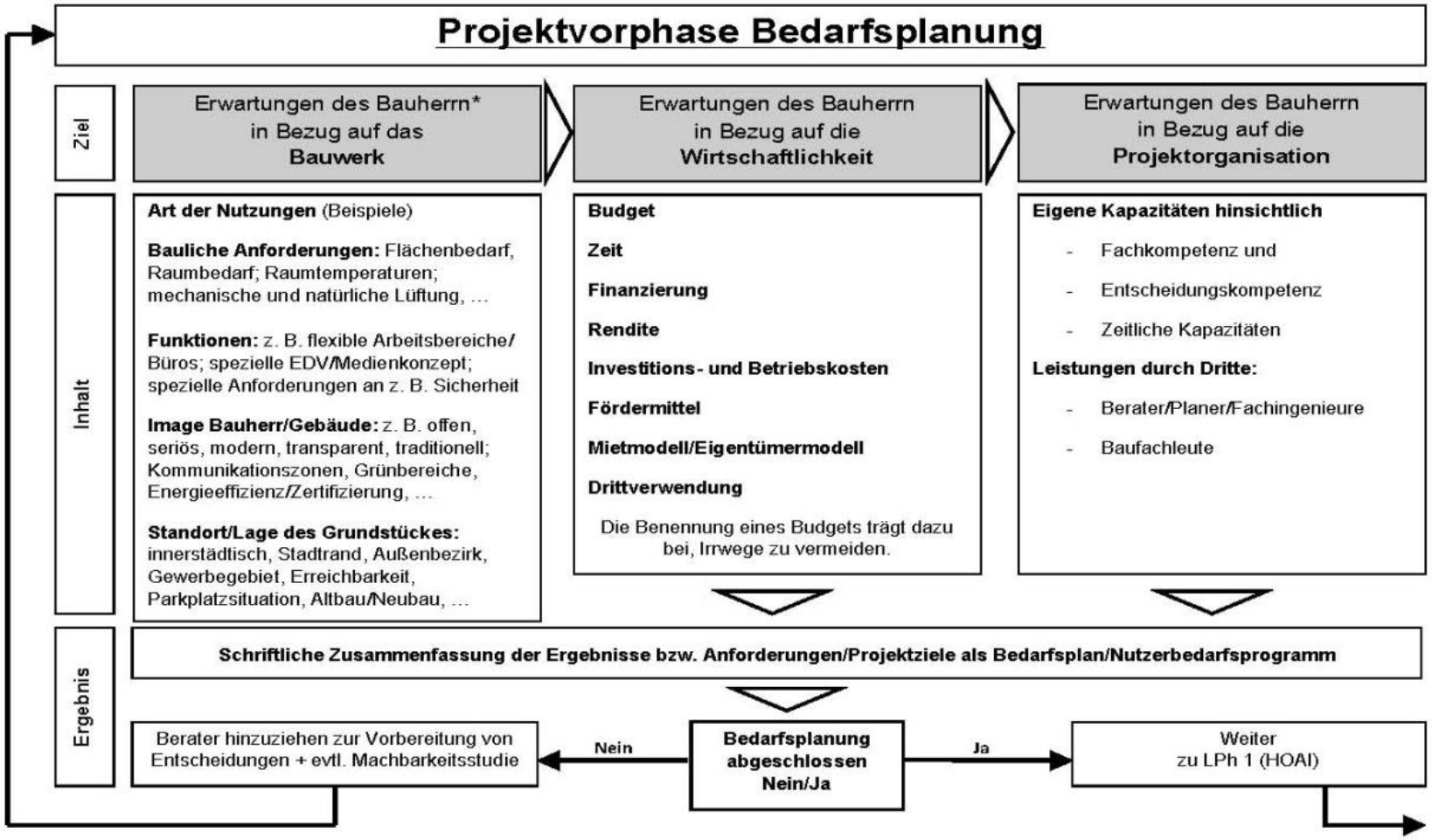
Bedarfsermittlung

- Art der Nutzung (z.B. hochwertige Nutzung nach DBV-Merkblatt)
- Beginn der Nutzung
- Zulässige Feuchtigkeit
- Termine, Beginn der Feuchteeinwirkung

Zusätzlich bei Tiefgaragen

- Gebrauchstauglichkeit
- Dauerhaftigkeitsanforderungen
- Ausführungsvariante
- Nutzungsfreundlichkeit

Bedarfsermittlung
DBV-Merkblatt „Qualität der Planung“ 2015



*Nutzer/(Anker-) Mieter/beteiligte Dritte/…

Detaillierte Checklisten und Vorgehensweisen sind z. B. in der DIN 18205 aufgeführt.

Art der Nutzung
Festlegung der Nutzungsklasse nach DAfStb - WU-Richtlinie

2 Nutzungsklassen

Nutzungsklassen A: Feuchtetransport in flüssiger Form nicht zulässig - durch Planungsmaßnahmen auszuschließen

Nutzungsklasse B: begrenzter Wasserdurchtritt zulässig (Feuchtigkeit, tropfenweises Wasser)

- bei abweichenden Forderungen: im Bauvertrag festlegen
- Falls trockene Bauteiloberflächen erforderlich, zusätzliche bauphysikalische u. raumklimatische Maßnahmen erforderlich

Nutzungsklasse für hochwertige Nutzung

- DBV Merkblatt „Hochwertige Nutzung von Untergeschossen“
- Festlegung weiterer Nutzungsklassen

DBV-Merkblatt "Hochwertige Nutzung"

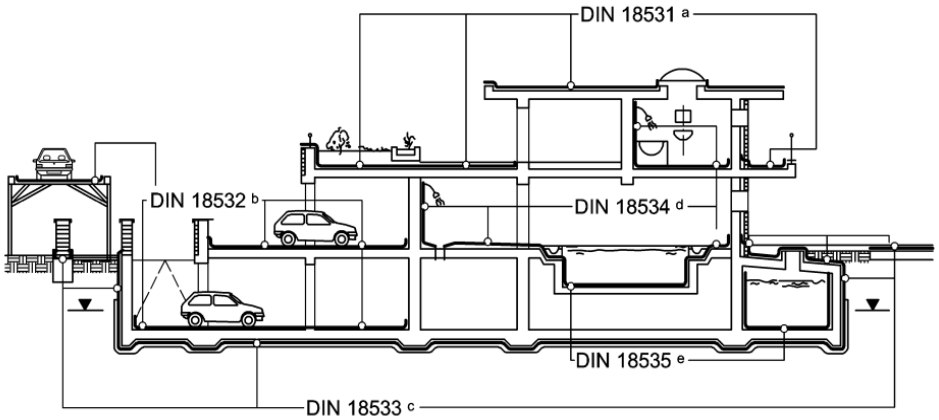
Nutzungsklasse A

Unter-klasse	Raum-nutzung	Raumklima	Beispiele (informativ)	Maßnahmen
A* **	an-spruchs-voll	warm, sehr geringe Luft-feuchte, geringe Toleranz der Klimadaten	Archive, Bibliotheken, Technikräume mit feuchteempfindlichen Geräten (Labor, Server usw.), Lager für stark Feuchte- oder temperaturempfindliche Güter	Wärmedämmung (EnEV), Heizung, Zwangslüftung, Klimaanlage (Luftentfeuchtung)
A **	normal	Warm, geringe Luftfeuchte, mäßige Toleranz der Klimadaten	Räume für dauerhaften Aufenthalt von Menschen, wie Versammlungs-, Büro-, Wohn-, Aufenthalts- oder Umkleide-räume, Verkaufsstätten, Lager für feuchte-empfindliche Güter, Technikzentralen	Wärmedämmung (EnEV), Heizung, Zwangslüftung, ggf. Klimaanlage
A*	einfach	Warm bis kühl, normale Luftfeuchte, große Toleranz der Klimadaten	Räume für zeitweiligen Aufenthalt von wenige Menschen, ausgebaute Kellerräume, wie Hobbyräume, Werkstätten, Waschküche im Einfamilienhaus, Wäschetrockenraum Abstellräume	Wärmedämmung (EnEV), ggf. ohne Heizung, natürliche Lüftung (Fenster, Lufttschächte, ggf. nutzerunabhängig
A^0	unterge-ordnet	Keine Anforderungen	Einfache Technikräume, z.B. Hausanschlussraum	-

Aufgaben der Planung – Festlegung der Wasserbeanspruchung

Abgrenzung Abdichtungsnormen – WU-Richtlinie

Abdichtungsnormung 18195/18533



z.B. Differenzierung der Feuchtebeanspruchung und Eintauchtiefen bei drückendem Wasser

WU-Richtlinie

Beanspruchungsklasse 1

- ständig und zeitweise drückendes Wasser
- Druckhöhe nur bei EGS b maßgebend

Beanspruchungsklasse 2:

- Bodenfeuchte und an der Wand ablaufendes Wasser

Aufgaben der Planung
Ermittlung der Einwirkungen

Direkte Einwirkungen	Indirekte Einwirkungen	Chemische Einwirkungen
Lasteinwirkungen Lastannahmen DIN EN 1991	Dehnungen und daraus folgende Verformungen oder Bewegungen. • Temperatureinwirkungen, bedingt durch – Hydratationswärmeentwicklung des erhärtenden Betons – Witterungseinflüsse im Bauzustand und während der Nutzung – Betonkernaktivierung • Schwinden oder Quellen des Betons* • ungleichen Setzungen oder Hebungen des Baugrundes. • Die Beanspruchung aus Schwinden ist i. d. R. aufgrund der günstigen Feuchtebedingungen in WU-Bauteilen gegenüber den Temperatureinwirkungen und Setzungen nicht wesentlich.	Einwirkungen aus Umgebungsbe-dingungen Expositions- und Feuchtigkeits-klassen nach DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2

Aufgaben der Planung

Festlegung der Entwurfsgrundsätze

a **Vermeidung von Trennrissen** durch die Festlegung von konstruktiven, betontechnischen und ausführungstechnischen Maßnahmen (siehe Abschnitt 6.2);

b **Festlegung von Trennrissbreiten**, die so gewählt werden, dass bei Beanspruchungsklasse 1 der Wasserdurchtritt durch **Selbstheilung** begrenzt wird;

c **Festlegung von Trennrissbreiten, die in Kombination mit im Entwurf vorgesehenen <u>planmäßigen</u> Dichtmaßnahmen** gemäß Abschnitt 12 die Anforderungen erfüllen. Hierbei sind in der Regel die Mindestanforderungen an die rechnerischen Trennrissbreiten 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.

Aufgaben der Planung

Festlegung der Entwurfsgrundsätze

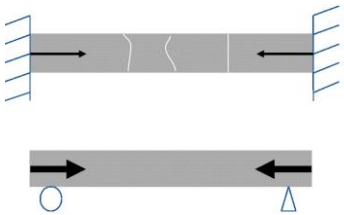
Entwurfsgrundsatz a) Trennisse vermeiden
durch konstruktive, betontechnische und ausführungstechnische Maßnahmen
rissauslösende Zwangspannungen vermeiden
→ **Konstruieren und planen statt nur bemessen!**

Entwurfsgrundsatz b) Begrenzung der Trennrissbreite
Ziel: viele kleine Risse mit Hoffnung auf Selbstheilung
→ **Reine Bemessungsaufgabe!**

Entwurfsgrundsatz c) Begrenzung der Trennrissbreite

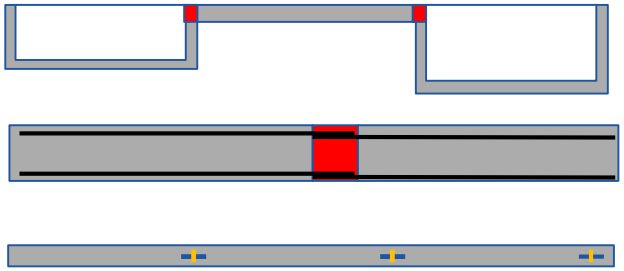
Ziel: Anzahl der Risse minimieren u. gezielt abdichten
durch konstruktive, betontechnische und ausführungstechnische Maßnahmen rissauslösende Zwangspannungen reduzieren
→ **Konstruieren und planen statt nur bemessen!**

Aufgaben der Planung konstruktive Maßnahmen



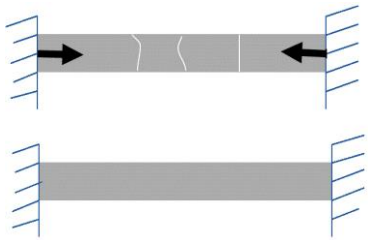
- Verminderung der Reibung durch geglättete Sauberkeitsschicht
- Anordnung von Trennlagen oder Gleitschichten

- Vermeidung von Festhaltepunkten durch ebene Unterseiten
- Anordnung von Hydratationsgassen
- Anordnung von Fugen und Sollrissfugen (ggf. in Wänden übernehmen)



- Vorspannung

Aufgaben der Planung
betontechnische und ausführungstechnische Maßnahmen



Betontechnische Maßnahmen

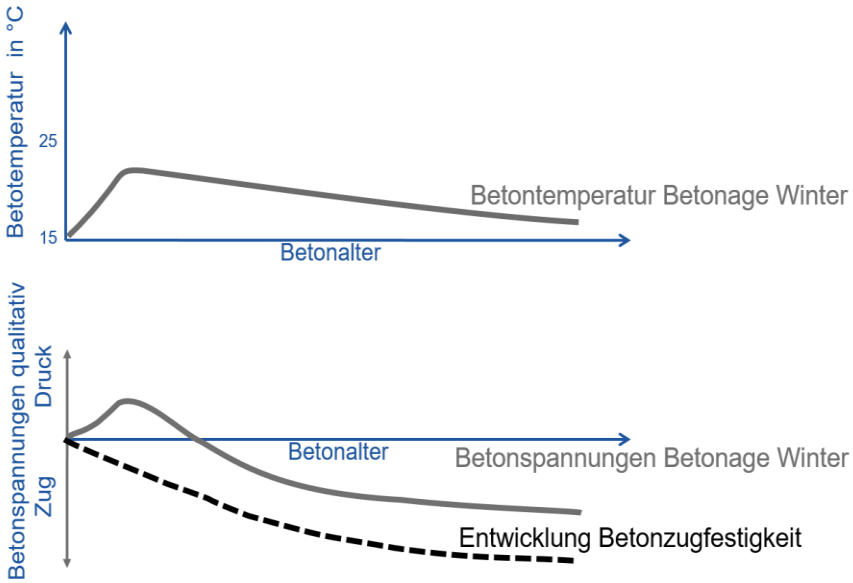
- Festlegung von Betonrezepturen mit niedriger Hydratationswärmeentwicklung
- Betonage mit möglichst niedrigen Frischbetontemperaturen
- Kühlung des Frischbetons

Ausführungstechnische Maßnahmen zur Reduzierung von Verformungen

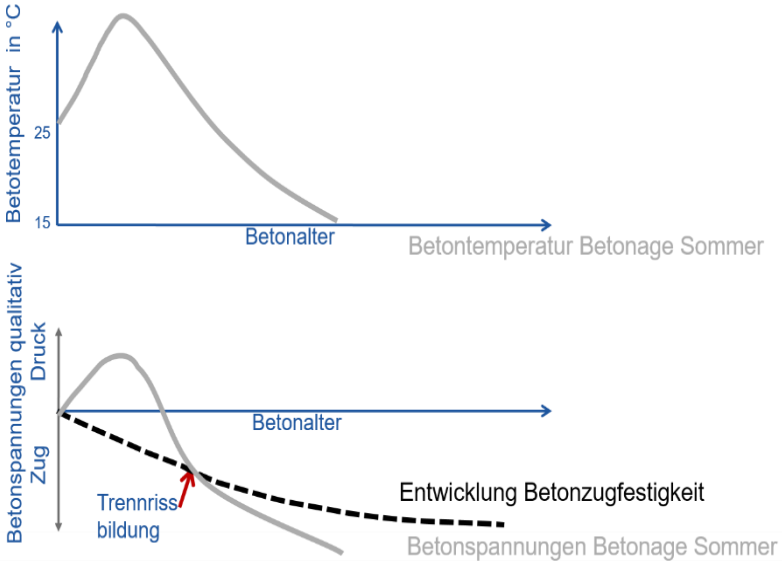
- Frühzeitig einsetzende Nachbehandlung
- Schutz vor direkter Sonneneinstrahlung
- Wahl des richtigen Betonierzeitpunktes
- Wärmehaltende Nachbehandlung nach Überschreiten des Temperaturmaximums

Betontechnologische/Ausführungstechnische Maßnahmen

Reduzierung von Verformungen



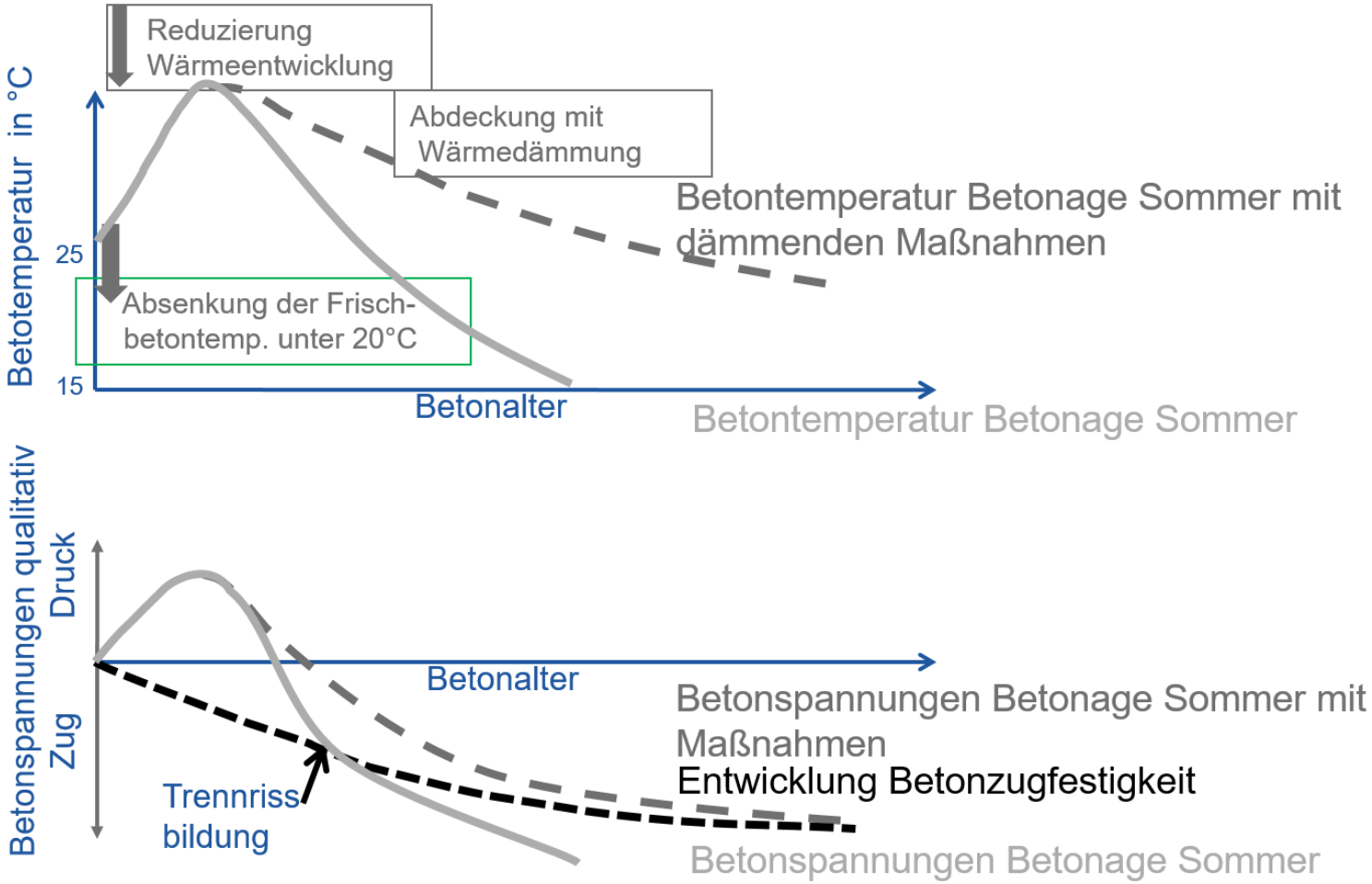
a) Situation im Winter



b) Situation im Sommer mit Trennrissbildung

Betontechnologische/Ausführungstechnische Maßnahmen

Reduzierung von Verformungen



c) Situation im Sommer mit abgesenkter Frischbetontemperatur und wärmehaltenden Maßnahmen und in Folge keine Trennrissbildung

Planung
Bauteildicke

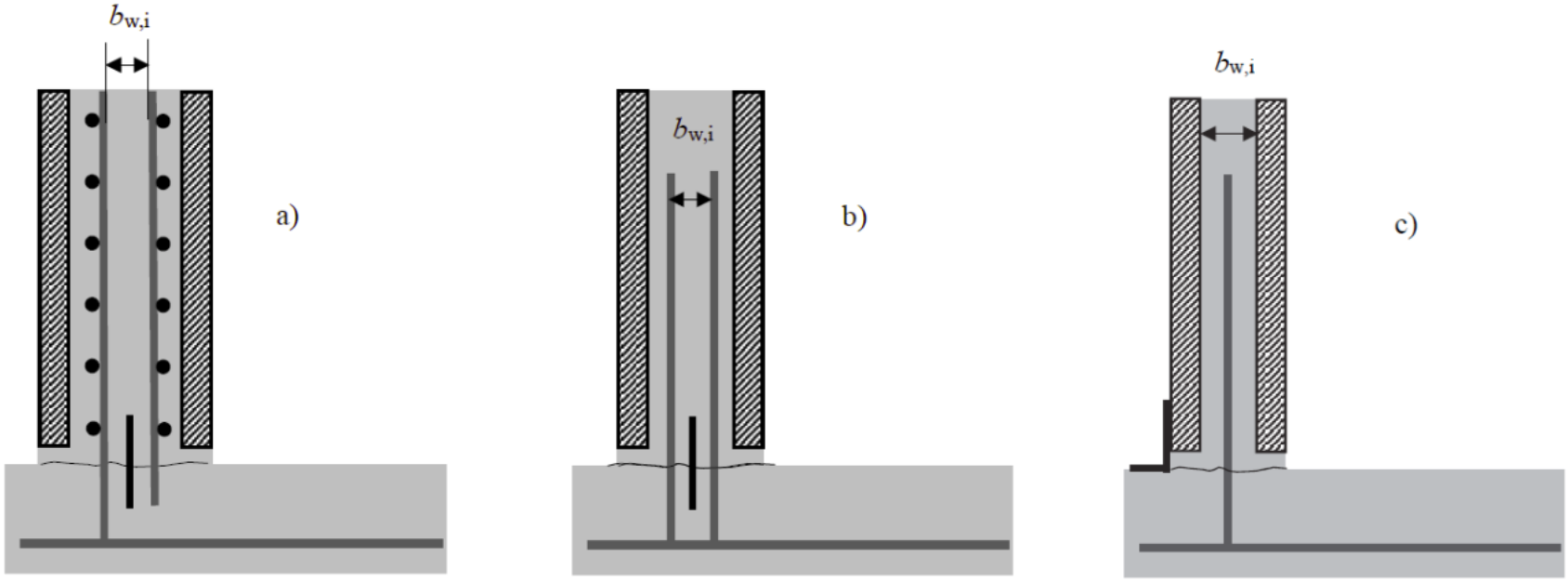
Tabelle 1 - Empfohlene Mindestgesamtdicken von WU-Betonbauteilen (Angaben in mm)

	1	2	3	4	5
	Bauteil	**Beanspruchungsklasse**	**Ausführungsart**		
			Ortbeton	**Elementwände oder Elementdecken mit Ortbetonergänzung**	**Fertigteile**
1	Wände	1	240	240 (120[b])	200
2		2	200	240[a] (120[b])	100
3	Bodenplatte	1	250		200
4		2	150		100
5	Dächer ohne Wärmedämmung	1	200	240 (180[b])	180
6	Dächer mit Wärmedämmung	1	180	220 (160[b])	160

[a] Unter Beachtung besonderer betontechnischer und ausführungstechnischer Maßnahmen ist eine Abminderung auf 200 mm möglich.

[b] Mindestwerte für die Ortbetonergänzung. Für den WU-Beton gilt Abschnitt 7.1 (2). Bei Zulagebewehrung und innenliegenden Fugenabdichtungen sind ggf. auch zusätzliche Anforderungen an die lichten Innenmaße gemäß Abschnitt 7.2 (3) zu beachten.

Planung
Elementwände



Zusätzliche Festlegung: Erhöhung der Rautiefe von 0,9 auf 1,5 mm

Bemessung und Konstruktion - Nachweise

Nachweise für Entwurfsgrundsatz b

Tabelle 2: Rechenwerte der Trennrissbreiten bei Nutzungsklasse B und Entwurfsgrundsatz b, wenn der Wasserdurchtritt durch Selbstheilung der Risse begrenzt werden soll

	1	2	3
	Druckgefälle h_w/h_b [a]	**Maximale Druckhöhe h_w [a]**	**Zulässige Rissbreite w_k [b]**
1	≤ 10	3,0 m	0,20 mm
2	> 10 bis ≤ 15	6,0 m	0,15 mm
3	> 15 bis ≤ 25	10,0 m	0,10 mm

[a] h_w = Druckhöhe des Wassers in m; h_b = Bauteildicke in m

[b] Für angreifende Wässer mit > 40 mg/l CO_2 (kalklösende Kohlensäure) oder mit pH-Wert < 5,5 darf die Selbstheilung der Risse nicht in Ansatz gebracht werden.

Inhalt

Einleitung

Anlass für Überarbeitung

Wesentliche Neuerungen

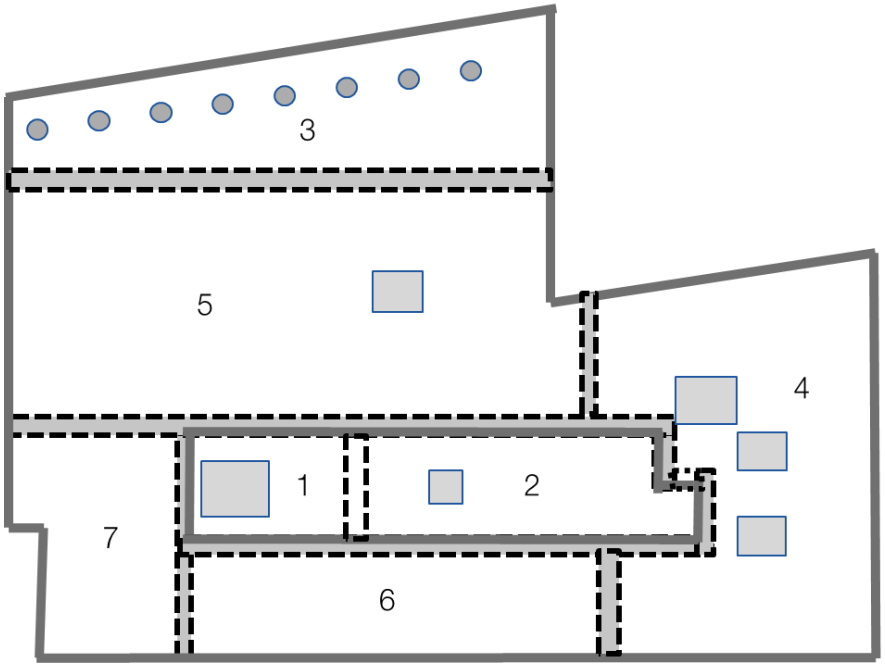
Anwendungsbeispiele

Zusammenfassung

Beispiel: Büro- und Geschäftshaus – EG c

Konzept Risse vermeiden

Nutzung: Technikräume, Lager, Tiefgarage



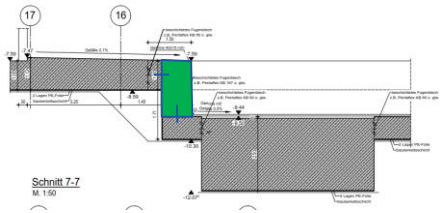
Festpunkt

Temperaturgasse

4 Betonierabschnitte

Konstruktive Maßnahmen:
- Anordnung von Temperaturgassen
- Entkopplung Doppelparkergrube
- Geglättete Sauberkeitsschicht

Konstruktive Maßnahmen: Anordnung von Temperaturgassen



Entwurfsgrundsatz c:

rechnerische Rissbreite 0,3 unten / 0,5 oben

Beispiel: Büro- und Geschäftshaus – EG c

Konzept Risse vermeiden

Konstruktive Maßnahmen:

- **Reibungsminderung durch maschinell geglättete Sauberkeitsschicht und PE-Folie**
- **Zwangspunkte und Betonierabschnitte entkoppeln durch Temperaturgassen**
- **Zwangspunkte minimiert und mittig in Betonierabschnitt**

Betontechnische und ausführungstechnische Maßnahmen

- **Beton mit niedriger Wärmeentwicklung und hoher Endzugfestigkeit**
- **Wärmehaltende Nachbehandlung**

Beispiel: Büro- und Geschäftshaus – EG c

Konzept Risse minimieren

Ergebnis:

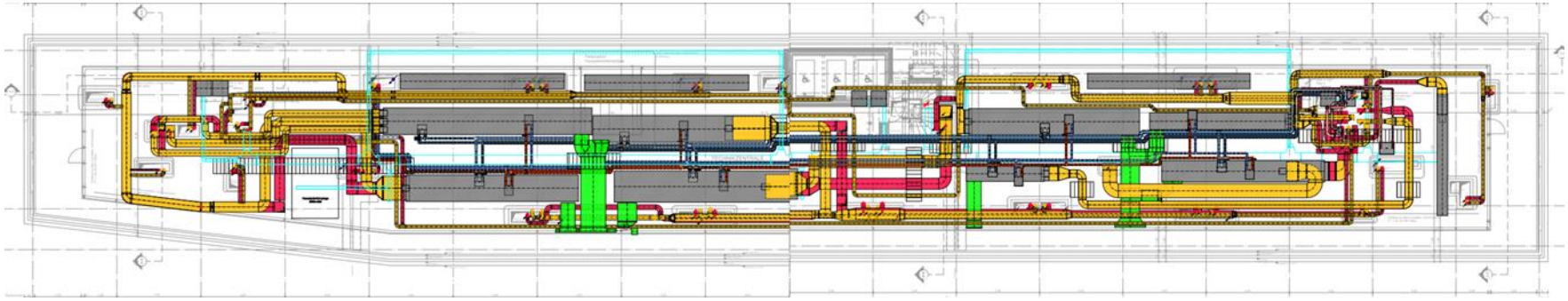
Rissefrei nach 1. Winter

Beispiel: WU-Dach – EG a

Konzept Risse vermeiden

Hotel-Immobilie (ca. 100 m * 15 m)

Gesamte Technik auf dem Dach (ringsum Sichtschutz)



Entscheidung für WU-Dach wegen Befestigung der Technik-Komponenten

Entwurfsgrundsatz a

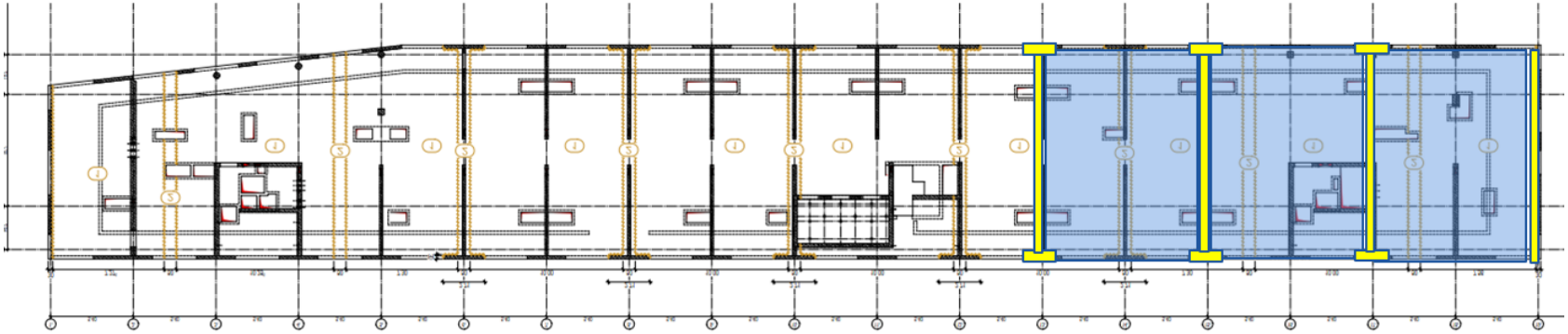
rechnerische Rissweite 0,4 mm mit $f_{ct\ eff} = 0{,}5\ f_{ctm}$

Beispiel: WU-Dach – EG a

Konzept Risse vermeiden

Zwang mindernde Maßnahmen:

- Entkopplung der Decke von den Außenwänden durch Temperaturgassen
- Temperaturgassen an jeder 2. Schottwand
- 3 Betonierabschnitte + Schließen der Temperaturgassen
- Wärmehaltende Nachbehandlung
- Fluten der fertigen Decke und Risskontrolle



Beispiel: WU-Dach – EG a

Konzept Risse vermeiden

Inhalt

Einleitung

Anlass für Überarbeitung

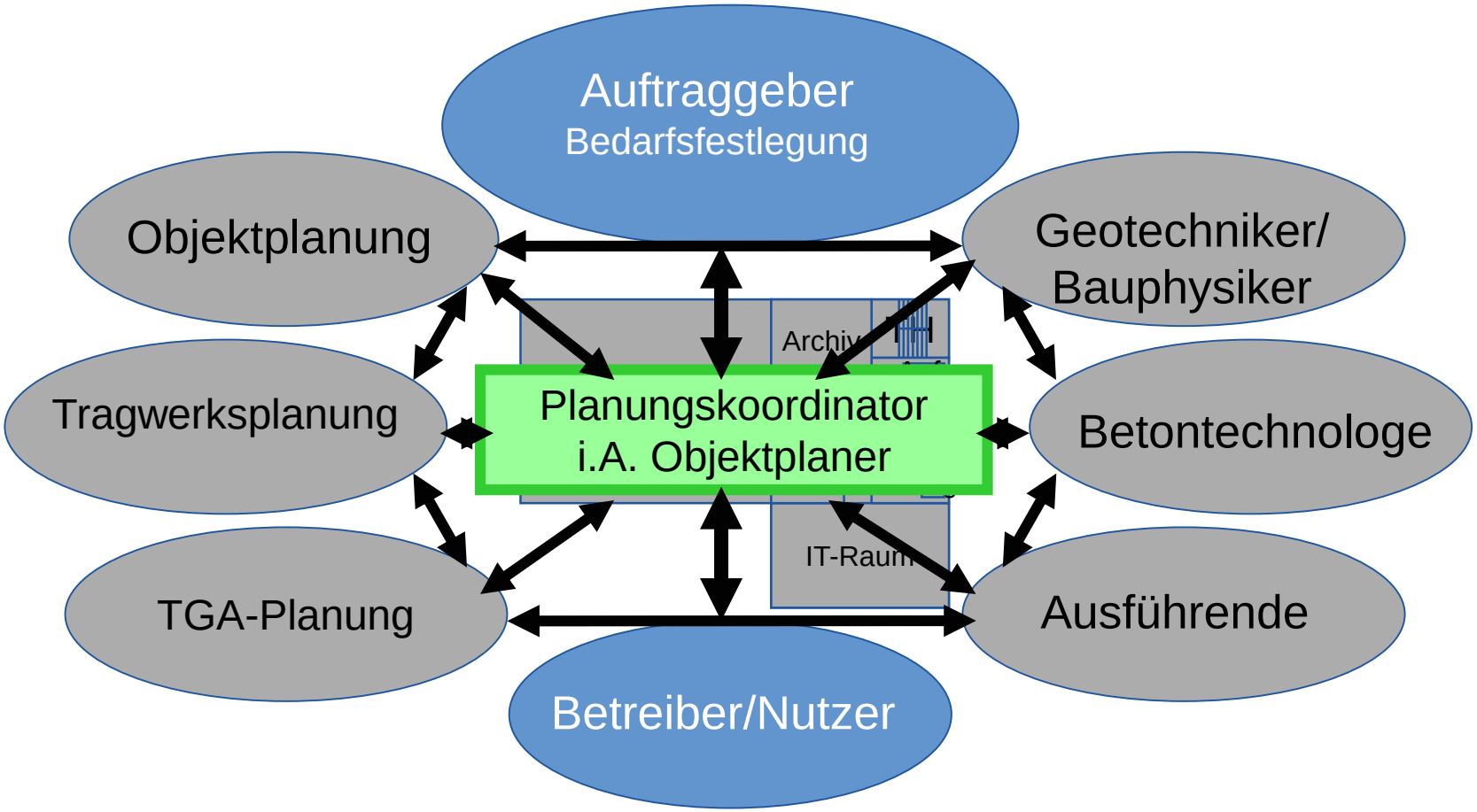
Wesentliche Neuerungen

Anwendungsbeispiele

Zusammenfassung

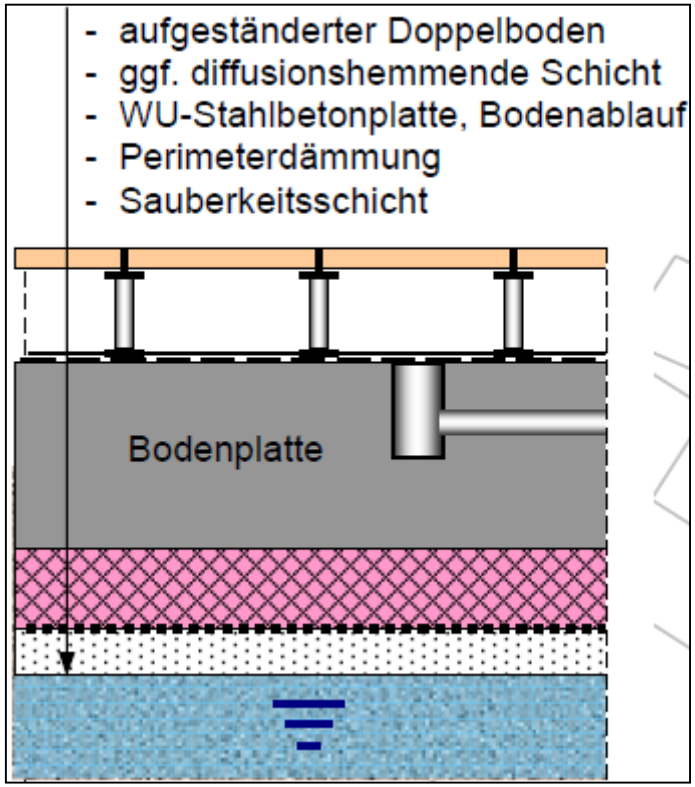
Aufgaben der Planung

Planungsbeteiligte Festlegung der Verantwortlichkeiten

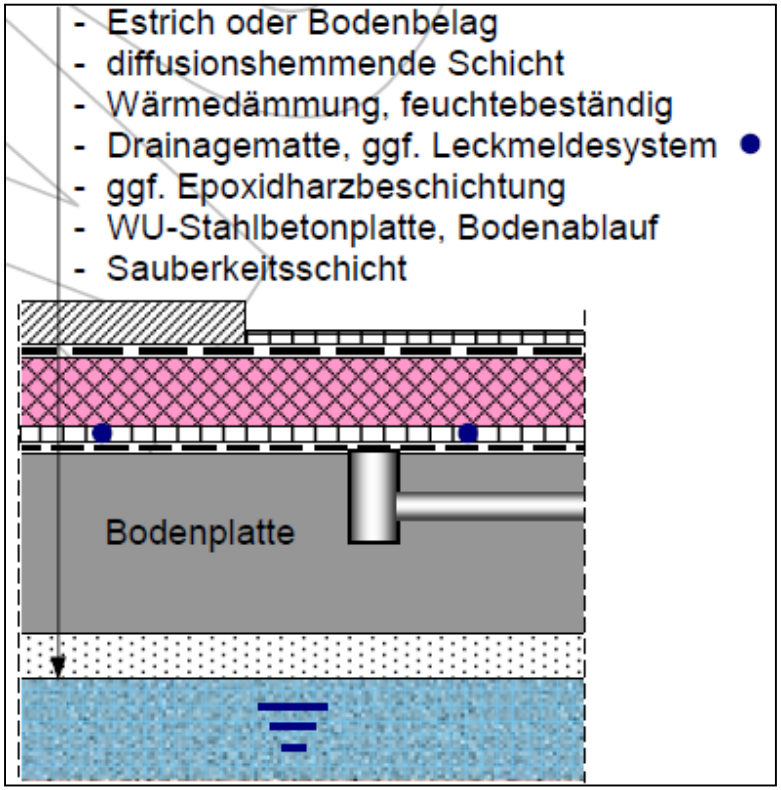


Baukonstruktive Maßnahmen

Bodenaufbauten Weiße Wanne



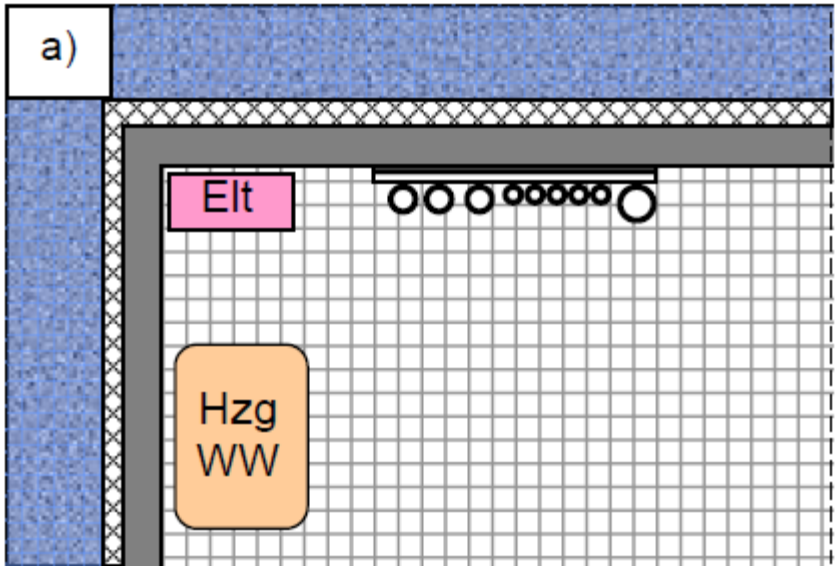
Alle WU-Bodenplatten, evtl. Risse unter Doppelboden sichtbar



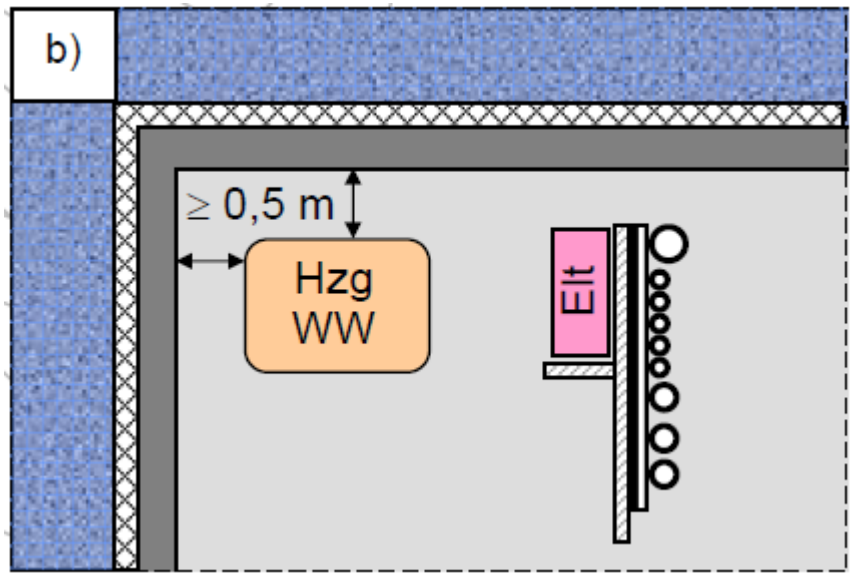
WU-Bodenplatten nach Entwurfsgrundsatz b

Baukonstruktive Maßnahmen

TGA-Anordnung Weiße Wanne



an Außenwänden direkt bei abgeschlossener oder auszuschließender Rissbildung



an Außenwänden mit Abstand bei nicht auszuschließender Rissbildung

Baukonstruktive Maßnahmen

TGA-Anordnung Weiße Wanne

an Innenwänden direkt

an Versprüngen der Bodenplatte mit Abstand

an Außenwänden mit Abstand

Zusammenfassung

- Die neue WU-Richtlinie wird in Kürze veröffentlicht
- Mit den vorgenommenen Änderungen und Ergänzungen sind die Grundlagen geschaffen, wasserundurchlässige Betonkonstruktionen zur sicheren Erreichung der Nutzungsziele zu planen und umzusetzen
- Weiße Wannen – mit systematischer Planung und Planungskoordination und qualitätsgesicherter Ausführung sind beherrschbar – auch bei hochwertiger Nutzung!
- Auch hochwertig genutzte WU-Konstruktionen erfordern bei sachgerechter Planung keine zusätzliche Schutzmaßnahmen

Vielen Dank für Ihr Interesse!