

Stoffplan für die erweiterte betontechnologische Ausbildung

1 Einführung (4 UE)		
1.1 Begrüßung, Programmbesprechung		
1.2 Der Baustoff Beton	3.1.2 <i>Zementchemie</i>	natürlich, industriell hergestellt, normal, schwer, leicht, rezykliert, natürlich gekörnt, mechanisch zerkleinert
1.3 Zweck einer ständigen Betonprüfstelle	- Die Hydratation und ihre Abhängigkeiten - Neue Minerale und deren Eigenschaften	3.3.2 <i>Begriffe</i>
1.4 Aufgabe und Stellung des leitenden Betontechnologen im Betrieb	3.1.3. <i>Genormte und bauaufsichtlich zugelassene Zemente</i>	- Korngemisch, Gesteinsmehl, Feinanteile, Kategorie, Kornzusammensetzung, Korngruppe
1.5 Bauaufsichtliche Bestimmungen	- Bestandteile - Arten, Zusammensetzung und Bezeichnungen - Anforderungen	3.3.3 <i>Anforderungen, Kategorien, Prüfungen</i>
1.5.1 <i>Institutionen der Bauaufsicht und Rechtsbereiche beim Bauen</i>	Festigkeit, Anfangsfestigkeit Erstarren Raumbeständigkeit Chemische Anforderungen Hydratationswärme Sulfatwiderstand wirksamer Alkaligehalt Chromatgehalt Farbwirkung	- Allgemeine Anforderungen - Absolut-Grenzwerte und Toleranzen - geometrische Anforderungen Korngruppen, Kornzusammensetzung Kornform, Feinanteile
1.5.2 <i>Allgem. anerk. Regeln der Technik, Muster-Listen der Technischen Baubestimmungen, Bauregellisten</i>	- Lieferung	- physikalische Anforderungen Frost- und Frosttaumittelwiderstand Polier- und Verschleißwiderstand Widerstand gegen Zertrümmerung AKR, Alkaliempfindlichkeitsklasse
1.5.3 <i>Bauproduktengesetz, EU-Bauproduktenverordnung</i>	- Kennfarben - Dichte, Schüttdichte	- chemische Anforderungen Chlorid Sulfat
1.5.4 <i>Übereinstimmungszeichen und CE-Kennzeichnung</i>	- Konformitätsnachweis Rückstellproben Häufigkeit der Prüfungen	- Konformitätsnachweis Kennzeichnung, Lieferschein Werkeigene Produktionskontrolle Fremdüberwachung
1.5.5 <i>Landesbauordnungen</i>	- Anwendungsgebiete	
1.6 Normen- und Vorschriftenkonzept	3.1.4. <i>Zemente mit zusätzlichen Anforderungen</i>	3.3.4 <i>Übungen</i>
1.6.1 <i>Normensystematik</i>	- Arten	- Probenahme - Petrographie - Eigen-, Oberflächen- und Kernfeuchte - Kornzusammensetzung - Kornform - Schüttdichte, Kornrohdichte - Auswaschversuch - Sandäquivalentverfahren - Methylenblau-Verfahren - Prüfung mit Natronlauge - Leichtgewichtige (organische) Verunreinigungen
1.6.2 <i>Umsetzung</i>	Weißzement Fahrbahndeckenzement Hydrophober Zement Injektionszement Tiefbohrzement Quellzement Feinstzement Tonerdeschmelzzement	
1.6.3 <i>Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen</i>	- Zusammensetzung - Eigenschaften - Anwendungsgebiete	
1.6.4 <i>VOB</i>		
2 Anforderungen an Betonbauteile (5 UE)		3.4 Betonzusätze (5 UE)
2.1 Grundlagen der Bemessung, Sicherheitskonzept	3.1.5 <i>Sonderbindemittel</i>	3.4.1 <i>Betonzusatzmittel</i>
2.2 Bewehrung	- Arten Schnellzement Dämmer	- Arten, Wirkungsgruppen - Eigenschaften - Anforderungen - Nebenwirkungen - Zulassungen - Prüfungen - Anwendungsgebiete
2.3 Dauerhaftigkeit	3.1.6 <i>Übungen</i>	3.4.2 <i>Betonzusatzstoffe</i>
2.3.1 <i>Expositionsklassen</i>	- Wasseranspruch, Normsteife - Erstarren mit dem Nadelgerät - Raumbeständigkeit (Le Chatelier) - Herstellen von Prismen - Druckfestigkeitsprüfung - Rückstellprobe	- Arten und Ausgangsstoffe: Typ I, Typ II Organische Zusatzstoffe Pigmente
2.3.2 <i>Betondeckung</i>		- Eigenschaften, Anrechenbarkeit - Anforderungen - Zulassung - Prüfung - Anwendungsgebiete
2.4 Beschränkung der Rissbreite		
2.5 Konstruktions- und Bewehrungsregeln	3.2 Zugabewasser (1 UE)	
2.6 Brandschutz / Feuerwiderstandsfähigkeit	3.2.1 <i>Anforderungen</i>	
	3.2.2 <i>Prüfungen</i>	
3 Ausgangsstoffe des Betons (20 UE)	3.3 Gesteinskörnungen für Beton und Mörtel (9 UE)	
3.1 Zement (5 UE)	3.3.1 <i>Unterscheidung</i>	3.4.3 <i>Fasern</i>
3.1.1 <i>Zementherstellung</i>	- Gesteinskörnungen:	

Hinweis: UE = Unterrichtseinheit

Stoffplan für die erweiterte betontechnologische Ausbildung

4 Beton (43 UE)

4.1 Begriffsbestimmungen (3 UE)

Klasseneinteilung

- Frischbeton
- Festbeton
- Rohdichte
- Expositionsclassen
- Feuchtigkeitsklasse
- Beton nach Eigenschaften
- Beton nach Zusammensetzung
- Standardbeton

4.2 Beton nach Expositionsclassen (4 UE)

4.2.1 Beton der Expositionsclassen

- X0 – ohne Bewehrung,*
- XC – Karbonatisierung (1 UE)*

- Anforderungen an den Beton
- Prüfungen
- Anwendungsbeispiele

4.2.2 Beton der Expositionsclassen

- XF – Frost/Taumittel, XD – Chloride,*
- XS – Meerwasser (1 UE)*

- Anforderungen an den Beton
- Prüfungen
- Anwendungsbeispiele

4.2.3 Beton der Expositionsklasse

- XA – chem. Angriff (1 UE)*

- Angreifende Stoffe
- Grenzwerte
- Beurteilung
- Anforderungen an den Beton
- Schutzmaßnahmen
- Prüfungen
- Anwendungsbeispiele

4.2.4 Beton der Expositionsklasse

- XM – Verschleiß (1 UE)*

- Anforderungen an den Beton
- Prüfungen
- Anwendungsbeispiele

4.3 Frischbeton (14 UE)

4.3.1 Eigenschaften, Anforderungen und Prüfungen

- Konsistenz, Konsistenzclassen, Fließfähigkeit
- Ansteifen
- Ursache
- Geschwindigkeit
- Rohdichte
- Zusammensetzung
- Normanforderungen
- Selbstverdichtender Beton
- Temperatur, Temperaturberechnung
- Zusammenhaltevermögen
- Entmischungsneigung
- Pumpwilligkeit
- Sedimentation
- Verdichtungswilligkeit

- Volumenverminderung
- Grünstandfestigkeit
- Häufigkeit der Prüfungen
- Prüfgenauigkeit

4.3.2 Einflüsse auf die Eigenschaften von Frischbeton

- Zement (Art, Menge)
- Festigkeiten
- Temperatur
- Gesteinskörnungen
- Leimanspruch
- Hohlraum
- Spezifische Oberfläche
- Kornform, Größtkorn
- Kornzusammensetzung

- Rohdichte
- Frischbetongewicht

- Mehlkorngelalt
- Verarbeitbarkeit
- Entmischungsneigung, Bluten
- Wechselwirkungen

4.3.3 Übungen

- Probenahme
- Konsistenz
- Ausbreitmaß
- Verdichtungsmaß
- Rohdichte
- Wassergehalt
- Mischungsanteile (Auswaschversuch)
- Luftgehalt
- Probekörper herstellen
- Würfel,
- Zylinder,
- Balken

4.4 Festbeton (10 UE)

4.4.1 Eigenschaften, Anforderungen und Prüfungen

- Druckfestigkeit / zerstörende Prüfung
- Probekörper in Formen hergestellt
- Gestalt und Abmessungen
- Gestaltabhängigkeit
- Herstellung und Lagerung
- Prüfungsdurchführung und Auswertung
- Prüfgenauigkeit
- Bohrkerne
- Entnahme
- Lagerung
- Abmessungen
- Gestaltabhängigkeit
- Alterseinfluss
- Prüfungsdurchführung und Auswertung
- Prüfgenauigkeit

- Betonwaren
- Druckfestigkeit / zerstörungsfreie Prüfung
- Rückprallhammer
- Prüfungsdurchführung und Auswertung
- Prüfgenauigkeit
- Zugfestigkeit
- Biegezugfestigkeit

- Probekörper in Formen hergestellt
- Abmessungen
- Herstellung und Lagerung
- Prüfungsdurchführung und Auswertung
- Prüfgenauigkeit
- Spaltzugfestigkeit

- Betonwaren
- Probekörper in Formen hergestellt und Bohrkerne

- Abmessungen
- Herstellung und Lagerung
- Prüfungsdurchführung und Auswertung
- Prüfgenauigkeit

- Beziehungen zwischen Druck-, Biegezug- und Spaltzugfestigkeit
- Oberflächenzugfestigkeit
- Anforderungen an die Prüffläche
- Prüfgerät
- Prüfungsdurchführung und Auswertung
- Prüfgenauigkeit

- Schlagfestigkeit

- Rohdichte

- Porenraum

- Porenarten

- Feuchtegehalt

- Schwinden und Quellen

- Kriechen

- Elastizitätsmodul

- Herstellung der Probekörper
- Prüfungsdurchführung und Auswertung
- Prüfgenauigkeit

- Wärmedehnung

- Reifegradverfahren

- Frost- und Frosttaumittelwiderstand

- CIF-Verfahren

- CDF-Verfahren

- Würfelverfahren

- Slab-Test

- Chloridmigration

- Karbonatisierungswiderstand

- Häufigkeit der Prüfungen

4.4.2 Einflüsse auf die Eigenschaften von Festbeton

- Wasserzementwert
- Dauerhaftigkeit
- Festigkeiten
- Schwinden und Kriechen
- Nachbehandlung
- Umweltbedingungen (Feuchtigkeit, Temperatur, Luftbewegung, Erschütterungen während des Erhärtens)

- Festigkeitsentwicklung

- Gefüge

- Volumenveränderungen

- Karbonatisierung

- Alter

- Festigkeitsentwicklung

- Volumenveränderungen

- Karbonatisierung

4.4.3 Übungen an Probekörpern

- Druckfestigkeit
- Biegezugfestigkeit
- Spaltzugfestigkeit
- Rohdichte
- Karbonatisierung
- Wassereindringwiderstand

4.4.4 Übungen an fertigen Bauteilen

- Zerstörungsfreie Prüfung
- Bohrkerne
- Entnahme
- Prüfung
- Auswertung

Hinweis: UE = Unterrichtseinheit

Stoffplan für die erweiterte betontechnologische Ausbildung

- Oberflächenzugfestigkeit

4.5. Entwerfen von Betonmischungen (12 UE)

4.5.1 Ermittlung von Kornzusammensetzungen

- Verfahren
- Anwendung bei stetigem Kornaufbau und Ausfallkörnung
- Einrechnen des Mehlkorns

4.5.2 Entwerfen von Betonmischungen

- Stoffraumrechnung
- Einführung
- Rechenbeispiele
- Berechnen der Einflüsse aus Konsistenz, Kornaufbau und Zementfestigkeit
- Anrechnen von Betonzusätzen

5 Herstellung und Lieferung (5 UE)

5.1 Festlegungen und Bestellung

5.2 Herstellung

5.2.1 Anforderungen an das Werk

5.2.2 Maßnahmen bei kühler / warmer Witterung

5.2.3 Pumpfähiger Beton

5.2.4 Restbeton

5.2.5 Werkseigene Produktionskontrolle

5.3 Lieferung

5.3.1 Verantwortlichkeiten

5.3.2 Haftungsfragen (Gefahrübergang)

5.3.3 Konsistenz, Zeit bis zum Einbau, Frischbetontemperatur

6 Konformitätskriterien und Konformitätskontrolle (7 UE)

6.1 Einführung und Systematik

6.2 Grundlagen der statistischen Auswertung von Prüfergebnissen

6.3 Konformitätskriterien

6.4 Betonfamilien

6.5 Konformitätskontrolle

6.6 Maßnahmen bei Nichtkonformität

6.7 Beurteilung der Konformität

6.8 Übung

7 Bauausführung (8 UE)

7.1 Schalung

7.1.1 Schalsysteme und Trennmittel

7.1.2 Berechnung und Einfluss des Frischbetondrucks

7.1.3 Lesen von Schalungsunterlagen Einschalbeispiele

7.1.4 Ausschalvorgang

7.1.5 Ausschalfristen

7.1.6 Überwachung

7.2 Bewehrung

7.2.1 Betondeckung Korrosionsschutz der Bewehrung

7.2.2 Überwachung

7.3 Betonieren

7.3.1 Betonannahme und Förderarten

- Annahme
- Behälter/Fahrzeuge
- Betonpumpen und Rohrleitungen
- Förderbänder

7.3.2 Einbringen

- Freier Fall
- Rohre
- Rutschen
- Fallpolster

7.4 Verdichten

Verdichtungsprozess

- Rütteln
 - Innenrüttler
 - Oberflächenrüttler
 - Schalungsrüttler
 - Rütteltische
 - Rütteln mit Auflast
- Entlüften
- Stochern und Klopfen
- Schocken
- Schleudern
- Walzen
- Pressen

7.5 Nachbehandeln

Anforderungen, Arten

- Schutz gegen Feuchtigkeitsentzug
- Schutz gegen Abkühlung
- Nachbehandlungsverfahren
- Dauer der Nachbehandlung
- Reife
- Maßnahmen bei kühler / warmer Witterung
- Gefrierbeständigkeit
- Beschleunigung der Erhärtung

8 Fugen (2 UE)

8.1 Bedeutung, Anordnung, Behandlung, Ausbildung

8.2 Erfordernisse aus Konstruktion und Bauablauf

8.3 Fugenarten

9 Beton für bestimmte Anwendungsgebiete (20 UE)

9.1 Herstellung wasserundurchlässiger Baukörper (3 UE)

9.1.1 Anforderungen an den Beton

9.1.2 Prüfung des Wassereindringwiderstands

9.1.3 Konstruktive Anforderungen und Anwendungsbeispiele, dichte Fugen und Rissbreitensteuerung

9.1.4 Anforderungen an die Bauausführung

9.2 Beton für Verkehrsflächen (3 UE)

9.2.1 Anforderungen an den Beton

9.2.2 Prüfungen

9.2.3 Konstruktive Anforderungen und Anwendungsbeispiele

9.2.4 Anforderungen an die Bauausführung

9.3 Beton für massige Bauteile (3 UE)

9.3.1 Erwärmung, Schwinden

- Eigenspannungen und Schalenrisse
- Zwangsspannungen und Spaltrisse

9.3.2 Maßnahmen zur Verminderung der Eigen- und Zwangsspannungen

- Anforderungen an den Beton
- Senken der Frischbetontemperatur
- Anforderungen an die Bauausführung
- Betonierabschnitte
- Fugenanordnung
- Nachbehandlung

9.4 Beton für den Umweltschutz (3 UE)

9.4.1 Beton beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen

- Auffangwannen
- Tankstellenbefestigungen

9.4.2 Schadstoffbindung mit Zement

9.4.3 Prüfungen

Hinweis: UE = Unterrichtseinheit

Stoffplan für die erweiterte betontechnologische Ausbildung

9.5 Hochfester Beton (2 UE)

9.5.1 Anforderungen

9.5.2 Eigenschaften

9.5.3 Anwendungsgebiete

9.6 Faserbeton (3 UE)

9.6.1 Arten

9.6.2 Anforderungen

9.6.3 Eigenschaften

9.6.4 Anwendungsgebiete

9.7 Selbstverdichtender Beton (2 UE)

9.7.1 Arten

9.7.2 Anforderungen

9.7.3 Eigenschaften

9.7.4 Anwendungsgebiete

9.7.5 Frischbetonprüfungen (Übung)

9.8 Beton für hohe Gebrauchstemperaturen (1 UE)

9.8.1 Anforderungen an den Beton

9.8.2 Prüfungen

9.8.3 Anwendungsbeispiele

10 Leichtbeton (4 UE)

10.1 Grundlagen

10.1.1 Gesteinskörnungen

- Natürliche Vorkommen
- Industriell hergestellte Gesteinskörnungen
- Korngruppen
- Schüttdichten, Rohdichten, Wasseraufnahme

10.1.2 Herstellung und Verarbeitung

10.1.3 Nachbehandlung

10.2 Zusammensetzung und Eigenschaften

10.2.1 Zusammensetzung

10.2.2 Druckfestigkeit und Rohdichte

10.2.3 Druckfestigkeit und Zementmenge

10.2.4 E-Modul, Schwinden und Kriechen

10.2.5 Wärmedehnung, Wärmeleitfähigkeit

10.2.6 Wasserundurchlässigkeit

10.2.7 Frost- und Frosttaumittelwiderstand

10.2.8 Feuerwiderstand

10.2.9 Korrosionsschutz der Bewehrung

10.3 Entwurf und Herstellung einer Mischung

10.4 Anwendungsgebiete

11 Schwerbeton (2 UE)

11.1 Ausgangsstoffe

11.2 Anforderungen

11.3 Entwurf und Herstellung einer Mischung

11.4 Anwendungsgebiete

12 Einpressmörtel (1 UE)

12.1 Anforderungen

12.1.1 Zusammensetzung

12.1.2 Abmessen, Mischen, Einpressen

12.1.3 Schutzmaßnahmen und Einpressen bei tiefer Temperatur

12.2 Eignungsprüfungen

12.3 Überwachung und Qualität

12.4 Übungen

12.4.1 Eintauchversuch

12.4.2 Absetzversuch

12.5 Überwachung des Einpressens

13 Sonstige Verfahren (6 UE)

13.1 Unterwasserbeton (1 UE)

13.1.1 Verfahrensbeschreibung

13.1.2 Anforderungen

13.1.3 Anwendungsgebiete

13.2 Bohrpahlbeton (1 UE)

13.2.1 Verfahrensbeschreibung

13.2.2 Anforderungen

13.2.3 Prüfung

13.2.4 Anwendungsgebiete

13.3 Vergussmörtel und -beton (1 UE)

13.3.1 Verfahrensbeschreibung

13.3.2 Geräteeinsatz

13.3.3 Zusammensetzung Mörtel, Gesteinskörnung

13.3.4 Prüfungen

13.3.5 Anwendungsgebiete

13.4 Vakuumbeton (1 UE)

13.4.1 Verfahrensbeschreibung

13.4.2 Einflüsse auf die Vakuumbehandlung

13.4.3 Behandlungsdauer und Tiefenwirkung

13.4.4 Vakuumbeton bei verschiedener Konsistenz

13.4.5 Eigenschaften des Vakuumbetons

13.4.6 Anwendungsgebiete

13.5 Spritzbeton (2 UE)

13.5.1 Verfahrensbeschreibung

13.5.2 Anforderungen

13.5.3 Prüfung

13.5.4 Anwendungsgebiete

14 Sichtbeton (3 UE)

14.1 Begriffsbestimmung

14.2 Sichtbetonklassen

14.3 Schalungsarten

14.4 Trennmittel

14.5 Betonzusammensetzung

14.6 Verarbeitung

14.7 Nachbehandlung

14.8 Oberflächengestaltung

14.9 Oberflächenbearbeitung

14.9.1 Waschen

14.9.2 Strahlen

14.9.3 Steinmetzmäßige Bearbeitung

14.9.4 Schleifen und Polieren

14.10 Beurteilung

15 Vorfertigung von Bauteilen (4 UE)

15.1. Betonfertigteile

15.1.1 Betonzusammensetzung

Hinweis: UE = Unterrichtseinheit

Stoffplan für die erweiterte betontechnologische Ausbildung

15.1.2 Aufbau der Elemente	18 Qualitätssicherung (4 UE)	19.1 Fehler in der Konstruktion			
15.1.3 Herstellungsverfahren, Wärmebehandlung, Steuerung der Betonreife			18.1 Zertifizierung von Produkten durch anerkannte Zertifizierungsstellen	19.2 Mängel bei Ausgangsstoffen, Zusammensetzung, Verarbeitung, Nachbehandlung	
15.1.4 Nachbehandlung			18.2 Produktionskontrolle		19.3 Korrosion der Bewehrung
15.1.5 Fugenmörtel			- Umfang - Kriterien - Bewertung	19.3.1 Korrosionsmechanismen	
15.1.6 Überwachung			18.3 Fremdüberwachung der Produktionskontrolle	19.3.2 Einwirkung von Schadstoffen	
15.2 Betonwaren und Betonwerkstein			- Umfang - Kriterien - Zertifizierung	- Karbonatisierung - Chloride	
16 Zementestrich (2 UE)	18.4 Überwachung auf der Baustelle	19.3.3 Mangelhafte Betondeckung			
16.1 Arten	- Überwachung des Betonierens - Identitätskontrolle	19.4 Risse im Beton			
16.2 Anforderungen	- Prüfungen		19.5 Betonkorrosion		
16.2.1 Zusammensetzung	- Anforderungen an das Bauunternehmen	19.6 Instandhaltung (Inspektion, Wartung, Instandsetzung)			
16.2.2 Einbau und Nachbehandlung	- Überwachung durch eine Überwachungsstelle		20 Schnittstellen und Verantwortlichkeiten (2 UE)		
16.2.3 Fugen	- Überwachungsklassen				
16.3 Konformität	18.5 Einrichtung und Besetzung der Betonprüfstelle				
17 Technische Mörtel (3 UE)	- Größe des Labors - Ausstattung - Personal				
17.1 Trockenmörtel (und -beton)	18.6 Übung				
17.2 Putz- und Mauermörtel	19 Zusammenfassende Betrachtungen zur Dauerhaftigkeit (4 UE)				
17.3 Leichtmörtel					

Summe: 149 UE

Empfohlene Literatur

- Bethge, W.; Richter, T.: Beton - Prüfung nach Norm. Verlag Bau+Technik GmbH, Düsseldorf
- Bundesverband der deutschen Transportbetonindustrie e.V.: Transportbeton nach DIN EN 206-1/DIN 1045-2
- Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e.V.: Merkblatt-Sammlung
- Erläuterungen zu den Normen DIN EN 206-1, DIN 1045-2, DIN 1045-3, DIN 1045-4 und DIN EN 12620. Heft 526, Schriftenreihe des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (2011)
- Grübl, P.; Weigler, H.; Karl, S.: Beton – Arten, Herstellung und Eigenschaften. Verlag Ernst & Sohn (2001)
- Kampen, R. et al.: Bauteilkatalog – Planungshilfe für dauerhafte Betonbauteile. Verlag Bau+Technik GmbH, Düsseldorf (2011)
- Pickhardt, R.; Bose, T., Schäfer, W.: Beton - Herstellung nach Norm. Verlag Bau+Technik GmbH, Düsseldorf
- Verein Deutscher Zementwerke e.V.: Zement-Taschenbuch. Verlag Bau+Technik, Düsseldorf^{*)}
- Verein Deutscher Zementwerke e.V.: Zementmerkbücher^{*)}
- Weber, R.; Tegelaar, R.: Guter Beton, Ratschläge für die richtige Betonherstellung. Verlag Bau+Technik, Düsseldorf (2010)

^{*)} im Internet erhältlich