

Handbuch der Betonprüfung

Prüfanleitungen und Beispiele

7. Auflage

Dipl.-Ing. Uwe P. Zimmer

Dr.-Ing. Ulrich Wöhnl

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Breit

Dr.-Ing. Patrick Schäffel

6. Auflage

Dipl.-Ing. Uwe P. Zimmer

Dr.-Ing. Ulrich Wöhnl

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Breit

5. Auflage

Ing. Hans-Wilhelm Iken

Dipl.-Ing. Roman Lackner

Dipl.-Ing. Uwe P. Zimmer

Dr.-Ing. Ulrich Wöhnl

1. - 4. Auflage

Ing. Hans-Wilhelm Iken

Dipl.-Ing. Roman R. Lackner

Dipl.-Ing. Uwe P. Zimmer

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	9
---------------	---

Zementprüfung

1	Probenahme von Zement.....	19
2	Mahlfeinheit von Zement – Siebverfahren – Siebrückstand.....	25
3	Mahlfeinheit von Zement – Spezifische Oberfläche nach Blaine – Luftdurchlässigkeitsverfahren	29
4	Mahlfeinheit von Zement – Spezifische Oberfläche nach Blaine-Dyckerhoff	37
5	Mahlfeinheit von Zement – Luftstrahl-Siebverfahren	43
6	Erstarrungszeiten von Zement – Bestimmung der Abbindezeiten – Vicat-Prüfung (Referenzverfahren)	47
7	Raumbeständigkeit von Zement – Kochversuch nach Le Chatelier	55
8	Schüttdichte von Zement.....	59
9	Reindichte von Zement – Pyknometerverfahren.....	61
10	Herstellen und Lagern von Zementmörtelprismen – Verdichtungsverfahren Vibriertisch oder Schocktisch	65
11	Druckfestigkeit von Zementmörtelprismen	73
12	Biegezugfestigkeit von Zementmörtelprismen.....	79
13	Hydratationswärme von Zement – Verfahren nach Langavant	83
14	Raumbeständigkeit von Mörtelprismen – Hochdruck-Autoklav-Methode.....	87
15	Konsistenz von Frischmörtel – Ausbreitmaß nach Haegermann	91
16	Längenänderung von Zementmörtelprismen – Bestimmung des Quellens und Schwindens	95
17	Konsistenz von Frischmörtel – Fließmaß	99

Gesteinskörnungsprüfung

18	Probenahmeverfahren von Gesteinskörnungen – Sammelp Proben mit Einengung auf Laboratoriumsproben	101
19	Einengen von Laboratoriumsproben – Drehteiler.....	107
20	Einengen von Laboratoriumsproben – Riffelteiler	111
21	Einengen von Laboratoriumsproben – Fraktionales Schaufeln.....	115
22	Einengen von Laboratoriumsproben – Vierteln	119
23	Korngrößenverteilung von Gesteinskörnung mit dichtem Gefüge – Siebverfahren.....	123
24	Korngrößenverteilung von Gesteinskörnung mit porigem Gefüge – Siebverfahren.....	129
25	Wassergehalt von Gesteinskörnungen (Oberflächen- und Kernfeuchte) – Ofentrocknung (Referenzverfahren)	133
26	Wassergehalt von Gesteinskörnungen mit dichtem Gefüge – Kalziumkarbid-Methode (CM).....	137
27	Oberflächen- und Gesamtfeuchte von Gesteinskörnungen – Schnellverfahren.....	141
28	Kornrohddichte von Gesteinskörnungen mit dichtem Gefüge – Thaulow-Verfahren.....	147
29	Kornrohddichte von Gesteinskörnungen mit dichtem Gefüge – Drahtkorbverfahren.....	151
30	Kornrohddichte und Wasseraufnahme – Gesteinskörnungen 0,063 mm bis 4 mm – Pyknometerverfahren	155
31	Kornrohddichte und Wasseraufnahme – Gesteinskörnungen 4 mm bis 31,5 mm mit dichtem Gefüge – Pyknometerverfahren	159

32	Kornrohdichte und zeitabhängige Wasseraufnahme leichter Gesteinskörnungen 4 mm bis 31,5 mm – Pyknometerverfahren	163
33	Trockenrohdichte von Gesteinskörnungen mit dichtem Gefüge – Messzylinderverfahren.....	167
34	Scheinbare Kornrohdichte leichter Gesteinskörnungen (Schnellverfahren) – Messzylinderverfahren und kurze Eintauchzeit.....	171
35	Rohdichte von Füllern – Referenzverfahren	173
36	Schüttdichte und Hohlraumgehalt von Gesteinskörnungen	175
37	Bestimmung der Kornform von Gesteinskörnungen – Kornformkennzahl SI von Gesteinskörnungen mit dichtem Gefüge.....	179
38	Bestimmung der Kornform von Gesteinskörnungen – Plattigkeitskennzahl FI (Referenzverfahren).....	187
39	Leichtgewichtige (organische) Verunreinigungen	193
40	Chloridgehalt.....	195
41	Dicalciumsilicatzерfall in Hochofenstückschlacke.....	199
42	Eisenerfall in Hochofenstückschlacke.....	201
43	Säurelöslicher Sulfatgehalt.....	203
44	Organische Bestandteile in Gesteinskörnungen – Erstarrungsverhalten – Bestimmung des Humusgehalts	207
45	Stoffe organischen Ursprungs in Gesteinskörnungen – Natronlauge-Verfahren (Humose Bestandteile).....	211
46	Stoffe organischen Ursprungs in Gesteinskörnung mit dichtem Gefüge – Quellfähige Bestandteile / Aufschwimmverfahren	215
47	Feinanteil (abschlämbare Bestandteile) von Gesteinskörnungen – Auswaschverfahren.....	217
48	Feinanteile (abschlämbare Bestandteile) in Gesteinskörnungen mit dichtem Gefüge – Absetzverfahren	221
49	Organische Bestandteile von Gesteinskörnungen – Bestimmung des Fulvosäuregehalts.....	225
50	Widerstand gegen Frost-Tau-Wechsel von Gesteinskörnungen – Dosen-Verfahren	227
51	Frost-Tausalz-Widerstand von Gesteinskörnungen – Magnesiumsulfatverfahren.....	231
52	Organische Bestandteile von Gesteinskörnungen – Erstarrungsverhalten – Mörtelverfahren.....	235
53	Raubeständigkeit leichter Gesteinskörnungen – Autoklav-Verfahren	239
54	Wasseraufnahme leichter Gesteinskörnungen (Leichtsand) – Filternutschen-Verfahren.....	243
55	Wasseranspruch feiner Gesteinskörnungen am Sättigungspunkt – Verfahren nach Puntke.....	245
56	Beurteilung von Feinanteilen von Gesteinskörnungen – Sandäquivalent-Verfahren	247
57	Beurteilung von Feinanteilen von Gesteinskörnungen – Methylenblau-Verfahren.....	251
58	Verfahren zur Bestimmung des Widerstands gegen Zertrümmerung von Gesteinskörnung – Los-Angeles-Prüfverfahren	253
59	Bestimmung des Widerstands gegen Verschleiß von Gesteinskörnung – Micro-Deval-Prüfverfahren.....	257
60	Bestimmung des Widerstands gegen Zertrümmerung von Gesteinskörnung – Schlagversuch.....	261

Frischbetonprüfung

61	Erstprüfung von Normalbeton – Herstellen einer Mischung	265
62	Erstprüfung von Leichtbeton – Herstellen einer Mischung	271
63	Probenahme von Frischbeton	277
64	Frischbetonrohddichte	279
65	Konsistenz von Frischbeton – Setzmaß	283
66	Konsistenz von Frischbeton – Vebe-Prüfung	287
67	Konsistenz von Frischbeton – Verdichtungsmaß (nach Walz)	291
68	Konsistenz von Frischbeton – Ausbreitmaß	295
69	Setzfließversuch von selbstverdichtendem Beton	301
70	Trichterauslaufversuch von selbstverdichtendem Beton	305
71	L-Kastenversuch an selbstverdichtendem Beton	307
72	Sedimentationsversuch an selbstverdichtendem Beton	311
73	Blockierringversuch an selbstverdichtendem Beton	315
74	Kegelsetzfließmaß und Kegelauslaufzeit mittels Auslaufkegel an selbstverdichtendem Beton	319
75	Herstellen und Lagern von Betonwürfeln und -zylindern – Verdichten durch Stampfen	321
76	Herstellen und Lagern von Betonwürfeln und -zylindern – Verdichten durch Stochern	325
77	Herstellen und Lagern von Betonwürfeln und -zylindern – Verdichten mit Innenrüttler	329
78	Herstellen und Lagern von Betonwürfeln und -zylindern – Verdichten mit Rütteltisch	333
79	Herstellen und Lagern von Leichtbetonwürfeln und -zylindern – Verdichten mit Rütteltisch	337
80	Herstellen und Lagern von Betonbalken – Verdichten durch Stampfen	341
81	Herstellen und Lagern von Betonbalken – Verdichten durch Stochern	345
82	Herstellen und Lagern von Betonbalken – Verdichten mit Innenrüttler	349
83	Herstellen und Lagern von Betonbalken – Verdichten mit Rütteltisch	353
84	Herstellen und Lagern von Probekörpern – Wassereindringtiefe	357
85	Herstellen und Lagern von Probekörpern aus selbstverdichtendem Beton (SVB)	359
86	Luftporengehalt von Frischbeton – Druckausgleichsverfahren	361
87	Luftporengehalt von Frischbeton – Volumetrisches Verdrängungsverfahren	369
88	Wassergehalt von Frischbeton – Darrverfahren	373
89	Wassergehalt von Frischbeton – Mikrowellenverfahren	379
90	Wassergehalt von Frischbeton – Radartechnologie	383
91	Blutneigung von Frischbeton – Eimerverfahren	387
92	Stahlfasergehalt in Frischbeton – Auswaschverfahren (Verfahren nach DAfStb-Richtlinie Stahlfaserbeton)	391
93	Stahlfasergehalt in Frischbeton – Induktives Verfahren	397
94	Stahlfasergehalt in Frischbeton – Auswaschverfahren (Verfahren nach DIN EN 14721)	399
95	Bestimmung des Erstarrungsendes von Frischbeton – Knetbeutelverfahren	403
	Festbetonprüfung	siehe Band 2
	Bauteil- oder Bestandprüfung	siehe Band 2
	Einpressmörtelprüfung	siehe Band 2
	Zugabewasser/betonangreifende Wässer/betonangreifende Böden	siehe Band 2
	Anzeigen	407

Inhaltsverzeichnis

Zementprüfung	siehe Band 1
Gesteinskörnungsprüfung	siehe Band 1
Frischbetonprüfung	siehe Band 1

Festbetonprüfung

96	Festbetonrohddichte im Anlieferungszustand.....	9
97	Festbetonrohddichte am wassergesättigten Probekörper	13
98	Festbetonrohddichte ofentrocken – Trockenrohddichte	17
99	Bestimmung des Stahlfasergehaltes im Festbeton.....	21
100	Festbeton – Wassereindringtiefe unter Druck	25
101	Druckfestigkeit von Betonwürfeln	29
102	Druckfestigkeit von Betonzylindern	35
103	Spaltzugfestigkeit von Betonzylindern.....	39
104	Spaltzugfestigkeit von kubischen und prismatischen Probekörpern.....	43
105	Biegezugfestigkeit von Betonbalken – Belastung durch zwei Einzellasten (Drittelpunktbelastung)	47
106	Biegezugfestigkeit von Betonbalken – Belastung durch eine Einzellast (Mittelpunktbelastung)	51
107	Herstellung, Lagerung, Prüfvorbereitung von Stahlfaserbetonbalken nach DAfStb-Richtlinie Stahlfaserbeton.....	55
108	Biegezugfestigkeit und Nachrissverhalten von Stahlfaserbetonbalken	59
109	Statischer Elastizitätsmodul – Bestimmung unter Druckbelastung (Sekantenmodul)	63
110	Abgleichen und Abschleifen von Probekörpern.....	71
111	Verschleißprüfung mit der Schleifscheibe nach Böhme – Trockenverschleiß von Beton	75
112	Frost- und Frost-Tausalz-Widerstand nach dem Plattenprüfverfahren – Referenzprüfverfahren	79
113	Frost- und Frost-Tausalz-Widerstand nach dem Würfelprüfverfahren – Alternativprüfverfahren	85
114	Frost- und Frost-Tausalz-Widerstand nach dem CF-/CDF-Prüfverfahren – Alternativprüfverfahren.....	89
115	Chloridwiderstand – Einseitig gerichtete Diffusion.....	95
116	Chloridwiderstand – Chloridmigration	101
117	Karbonatisierungswiderstand – Bestimmung bei atmosphärischer Konzentration von Kohlenstoffdioxid	107
118	Längenänderung von Beton zur Bestimmung des Schwindens	113

Bauteil- oder Bestandsprüfung

119	Entnahme und Druckfestigkeit von Betonbohrkernen	117
120	Festigkeitsprüfung (Rückprallweg) mit dem Rückprallhammer – Schmidhammer	123
121	Festigkeitsprüfung (Rückprallkoeffizient) mit dem Rückprallhammer – SilverSchmidt.....	129
122	Karbonatisierungstiefe von Beton.....	135
123	Bewehrungssuche in Betonbauteilen.....	139
124	Oberflächenzugfestigkeit von Beton im Abreißversuch	143
125	Abreißfestigkeit von Betonunterlagen und aufgetragenen Schichten.....	147
126	Prüfung des Porenanteils an Betonoberflächen	151
127	Bestimmung der Ausziehkraft	153
128	Bestimmung der Ausbreitgeschwindigkeit von Ultraschall im Beton – Ultraschallprüfung von Beton in Bauwerken.....	155
129	Potentialmessverfahren – Beurteilung des Korrosionszustands der Stahlbetonbewehrung	159
130	Ermittlung der Druckfestigkeit von jungem Beton – Methode „Gewichtete Reife“ mittels Reifecomputer	163
131	Eichgrafik eines Betons für das Reifegradverfahren – Methode „Gewichtete Reife“ mittels Reifecomputer	167

Einpressmörtelprüfung

132	Einpressmörtel – Eignungsprüfung – Herstellen einer Mischung.....	171
133	Fließvermögen von Einpressmörtel – Eintauchversuch – Kalibrierverfahren	175
134	Fließvermögen von Einpressmörtel – Eintauchversuch	177
135	Fließvermögen von Einpressmörtel – Trichterverfahren	179
138	Wasserabsonderung von Einpressmörtel – Messzylinderverfahren.....	181
137	Volumenänderung von Einpressmörtel – Zylinderverfahren.....	183
138	Volumenänderung von Einpressmörtel – Dosenverfahren	185
139	Druckfestigkeit von Einpressmörtel – Prüfung am Zylinder	187
140	Druckfestigkeit von Einpressmörtel – Prüfung am Prisma	189
141	Erstarrungszeit des Einpressmörtels.....	191
142	Siebprüfung von Einpressmörtel.....	195
143	Fließvermögen von Einpressmörtel – Trichterverfahren	197
144	Fließvermögen von Einpressmörtel – Bestimmung des Ausbreitmaßes.....	199
145	Bestimmung der Wasserabsonderung und der Volumenstabilität von Einpressmörtel – Absetztest mit Schrägrohr	201
146	Bestimmung der Wasserabsonderung und der Volumenstabilität von Einpressmörtel – Absetztest mit Vertikalrohr (Docht-Absetz-Test)	203
147	Bestimmung der Dichte von Einpressmörtel.....	205
148	Druckfestigkeit von Einpressmörtel – Prüfung am Prisma	207

Zugabewasser / betonangreifende Wässer / betonangreifende Böden

149	Probenahme und Prüfung von Zugabewasser.....	209
150	Zuckergehalt von Zugabewasser.....	213
151	Betontechnologische Vergleichsprüfung an Zugabewasser.....	215
152	Probenahme und Prüfung von Restwasser.....	217
153	Probenahme von betonangreifenden Wässern.....	219
154	Prüfung von betonangreifenden Wässern – Schnellverfahren.....	221
155	Vorbereitung und Prüfung von Bodenproben.....	225
156	Säuregrad von Böden nach Baumann-Gully.....	229
157	Sulfatgehalt von Böden.....	231
	Die Autoren.....	233
	Anzeigen.....	235

Inserentenverzeichnis

Schleibinger Geräte Teubert u. Greim GmbH, 84428 Buchbach, <http://www.schleibinger.com/>

FORM + TEST Seidner & Co. GmbH, 88499 Riedlingen, <https://www.formtest.de/>

Deutsche Doka Schalungstechnik GmbH, 82216 Maisach, <https://www.doka.com/>

FRANZ LUDWIG Gesellschaft für Mess- und Regeltechnik mbH, 55124 Mainz, <https://www.fludwig.com/>

Technischer Handel Beckel, 98590 Schwallungen, <https://www.thb-beckel.de>

Ingenieurbüro A. Schönborn, 50997 Köln, <https://www.finetteschoenborn.de/>

UltraTest GmbH Dr. Steinkamp & Büssenschütt, 28832 Achim, <https://www.ultratest.de/>

Eckardt & Sohn GmbH Labor Technik Full Service, 59269 Beckum, <https://www.labor-technik.de/>

ratio TEC Prüfsysteme GmbH, 88515 Langenenslingen, <https://www.ratiotec.com/>

TESTING Bluhm & Feuerherdt GmbH, 12277 Berlin, <https://www.testing.de>

Vorwort der Autoren

Dieses Buch ist nunmehr die 7. Auflage des „Handbuch der Betonprüfung“.

Die Herren Iken (†), Lackner (†) und Zimmer, alles ehemalige Mitarbeiter des „Staatlichen Materialprüfamt von NRW“ (Dortmund), waren die drei Autoren der ersten Auflage 1972.

Diese Lücke wurde erfolgreich durch die drei namhaften Kollegen Dr.-Ing. Ulrich Wöhnl, Professor Dr.-Ing. Wolfgang Breit und Dr.-Ing. Patrick Schäffel geschlossen. Zusammen mit Dipl.-Ing. Uwe P. Zimmer ist die stark erweiterte und optimierte 7. Auflage nun in zwei Bänden erhältlich.

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Breit (Obmann), Dr.-Ing. Patrick Schäffel und Dr. Ing. Ulrich Wöhnl arbeiten u. a. im DIN Normenausschuss „Prüfverfahren für Beton“ mit und vertreten Deutschland unter anderem im Europäischen Normenausschuss CEN/TC 104/SC1/TG 8 „Test methods for concrete“. Dipl.-Ing. Uwe P. Zimmer ist „International Member of ASTM“. Alle vier Autoren sind Mitglied im „Verband Deutscher Betoningenieure (VDB)“.

Arbeits- und Benutzungserklärung

Die vorliegende 7. Auflage wurde von 141 Kapiteln auf 157 Prüfkapitel erweitert und ist damit ein zweibändiges Standardwerk der Betonprüfung geworden.

Diese Auflage umfasst jetzt fast 650 Seiten in DIN A4 mit zahlreichen Fotos und Skizzen.

Der Aufbau des Buches wurde dahingehend erweitert, dass im Rahmen der Globalisierung die Kapitelüberschriften ins Englische übersetzt wurden und dass die Kapitel um weiterführende Normung, normative Vorschriften und um wichtige zugeordnete Medien ergänzt wurden.

Weiterhin wurde auf grundlegende Sicherheitsbestimmungen im Laborbereich der Baustoffprüfung verwiesen, die jedoch nur als Anhalt zur weiteren aktuellen Vertiefung dienen sollen.

Auch diesmal wurde die bewährte Checklistenform der Prüfkapitel beibehalten. Jedes Kapitel erhielt folgende Einteilung:

Benennung der Prüfung in Deutsch und Englisch

- A Wesen des Verfahrens und technologische Aussage
- B Prüfvorschrift
- C Geräte und Hilfsmittel
- D Durchführung
- E Beurteilung
- F Rechenbeispiel
- G Besondere Fehlermöglichkeiten/Hinweise
- H Mindestangaben im Prüfbericht
- I Unfallgefahren und Sicherheitshinweise
- J Weiterführende Informationen

Wie immer würden wir uns freuen, von den Fach-Kollegen Anregungen zu erhalten oder auf mögliche Fehler hingewiesen zu werden, die sich natürlich überall einschleichen können. Wir möchten nochmals darauf hinweisen, dass immer die aktuelle Norm, zu beziehen beim Beuth-Verlag, maßgebend für die Prüfung, Auswertung und Beurteilung ist.

Für das Autorenteam

Dipl.-Ing. Uwe P. Zimmer Welper, im Oktober 2021

Vorsichtsmaßnahmen und Sicherheitshinweise

- Arbeiten im Baustoff-Labor
- Probenahme im Außenbereich
- Prüfungen im Bestand

Ein Baustofflabor ist ein Arbeitsraum, in dem fachkundiges Personal meist zementgebundene Baustoffe, Bauzusatzmittel und Bauzusatzstoffe, auf spezifische Eigenschaften untersucht.

Dies erfolgt auf der Grundlage von werkseigener Produktionskontrolle (WPK), Produktzertifizierung, Baustellenüberwachung, Probenahme, Prüfen im Bestand, aber auch auf der Basis von Fremüberwachung und Auftragsprüfungen, Entwicklung von Baustoffen und Forschung.

Ein Großteil der Baustofflabors, geschätzt etwa 3500 in Deutschland, werden aber auch als Demonstrations- und Lehlabore für die berufliche Fort-/Weiter- und Ausbildung an Berufskollegs, Berufsschulen, Hochschulen, Universitäten und Ausbildungsstätten von Verbänden und Unternehmen genutzt.

Im Baubereich sind dies meist bauphysikalische und bauchemische Prüfungen, sowie Probenahmen von Zement, Gesteinskörnung, Frischbeton, Festbeton, Beton im Bestand, Mörtel, Zusatzstoffe, Zusatzmittel, Zugabewasser, Recyclingwasser, Recyclingbaustoffe sowie bautechnische Randbereiche.

Berücksichtigt werden daher hierbei Arbeitsschutzbestimmungen und Vorgaben, die Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) und das Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG).

„Laboratorien müssen nach den einschlägigen Vorschriften und im Übrigen auch nach dem Stand der Technik beschaffen sein und betrieben werden.“ [1]



BG RCI –
Berufsgenossenschaft
Rohstoffe und chemische
Industrie, Heidelberg
(Bild: Laborbuch „Sicheres
Arbeiten in Laboratorien“)

Gefährdungsbeurteilung

Bei Arbeiten im Labor, aber auch bei regelmäßigen Tätigkeiten außerhalb des Labors, z. B. Probenahmen auf der Baustelle oder im Werk, ist eine erweiterte Gefährdungsbeurteilung notwendig.

Eine der wichtigsten Aufgaben des Arbeitsschutzes ist daher zunächst die eingehende Beurteilung der Arbeitsbedingungen im Labor und auf der Baustelle als Gefährdungsbeurteilung am Arbeitsplatz. Zu ermitteln sind hierbei die chemischen, physikalischen und psychischen Belastungen von innen sowie die Einwirkungen von außen auf den Arbeitnehmer.

Um die Gesundheit der Labormitarbeiter zu erhalten und Dritte nicht zu gefährden, ist daher der Arbeitgeber verpflichtet, die zutreffende Arbeitsschutzgesetzgebung und die entsprechenden Vorschriften der Unfallversicherungsträger einzuhalten. Er ist verpflichtet, eine Gefährdungsbeurteilung für das Labor zu erstellen oder erstellen zu lassen. Es kann im Baustofflabor daher möglicherweise mit folgenden Gefährdungen und Gefahrstoffen zu rechnen sein:

1. Mangelhafte Beleuchtung
2. Ungünstige raumklimatische Bedingungen, z. B. Kälte, Hitze, Zugluft oder fehlender oder zu geringer Luftaustausch
3. Heiße Oberflächen von Geräten und Proben
4. Lärm von Geräten und Maschinen, z. B. Verdichtung von Betonproben
5. Mechanische Gefährdung beim Einsatz von Prüfmaschinen, z. B. Splintern von Proben bei Bruch
6. Hautgefährdung durch regelmäßiges langes Tragen von Handschuhen
7. Hautgefährdung und Augengefährdung durch ätzende und reizende Stoffe, z. B. Zement, Frischbeton
8. Rutschgefahr durch Nässe und Stolpergefahr
9. Belastung des Bewegungsapparates durch Zwangshaltungen, unnatürliche Arbeitshaltung oder falsche ergonomische Arbeitshöhen
10. Zu schweres Heben
11. Psychische Belastung durch Zeitdruck, Isolation, hoher Konzentrationsdruck, sachliche Überforderung
12. Einatmen von gesundheitsschädlichen Stäuben, z. B. Zement
13. Einatmen von gesundheitsschädlichen Dämpfen
14. Gesundheitsgefährdung durch Gefahrstoffe wie Säure, Laugen, explosive und brennbare Stoffe
15. Feuchtarbeit
16. Häufige und intensive Hautreinigung
17. UV-Strahlung
18. Unfälle beim Transport oder bewegen schwerer Proben oder Geräte
19. Unzeitgemäße Laborausstattung, nicht Stand der Technik.

Aus der Gefährdungsanalyse sind die erforderlichen Schutzmaßnahmen zu ergreifen.

Der Unternehmer/Betreiber hat die Gefährdungsbeurteilung zu dokumentieren und hat entsprechende Betriebsanweisungen unter Berücksichtigung der eingesetzten Gefahrenstoffe und Arbeitsmittel zu erstellen.

In der Betriebsanweisung (Laborordnung) sind auch Anweisungen für den aktuellen Gefahrenfall und über Erste-Hilfe-Maßnahmen zu konkretisieren und im Labor auszuhängen. Dies sind u. a.:

- Betriebsanweisungen
- Sicherheitsdatenblätter
- spezifische Vorschriften und Gesetze
- Flucht- und Rettungsplan
- Alarmplan für den Brandfall
- Notfall-Telefonnummern, Bekleidungsvorschriften/ Schutzausrüstung für Personal (Persönliche Schutzausrüstung), vorübergehend Tätige (z. B. Auszubildende) und eventuell Fremdpersonen (z. B. Besucher)

Für den Fall einer Störung, eines Unfalls oder Notfalls sind Notfallmaßnahmen festzulegen. Grundsätzlich müssen folgende Hinweise im Labor ausliegen und bekannt sein:

- Hautschutzplan und
- Erste-Hilfe-Ausrüstung – einschließlich Augenwaschflaschen und Notduschen

Die im Labor Tätigen müssen regelmäßig von einer sachkundigen Person unterwiesen werden.










Laborfremde Personen haben keinen direkten Zugang zum Labor, nur nach Anmeldung und Ausrüstung mit Schutzkleidung.

Gefahrstoffbeurteilung als Beispiel

Warnung „Zementleim ist in hohem Maße alkalisch und kann zu Verätzungen der Haut führen! Bei manuellen Bedienungsvorgängen sind Schutzhandschuhe zu tragen, um einen unmittelbaren Kontakt mit der Haut zu vermeiden.“ [2]

Zemente, die Portlandklinker enthalten, reagieren beim Anmachen mit Wasser stark basisch (pH-Wert > 12,5). Bei längerem und ungeschütztem Kontakt kann dies zu Hautreizungen und Hautschäden führen. Bei Augenkontakt führt bereits trockener Zement zu Hautreizungen bis hin zu schweren Schädigungen. Der indirekte Kontakt über die Kleidung kann genauso schwerwiegend sein wie der direkte Kontakt, sodass Zement oder frisch gemischte (ungehärtete) zementartige Materialmischungen sofort aus der Kleidung ausgespült werden müssen. Das Tragen geeigneter Handschuhe im Zement- und Betonlabor wird daher vorausgesetzt.

Sollte Frischbeton auf die Haut gelangen, so ist dieser sofort mit reichlich Wasser abzuspülen. Durchtränkte Kleidung, Schuhe, Uhren usw. sind umgehend abzulegen und vor Wiederverwendung gründlich zu reinigen. Bei Hautbeschwerden ist ein Arzt aufzusuchen.

Piktogramm	Symbol	Wirkungsbeispiele	Sicherheit
	Explosierende Bombe GHS01	Explodieren durch Feuer, Schlag, Reibung, Erwärmung, Gefahr durch Feuer, Luftdruck, Splitter.	Nicht reiben oder stoßen, Feuer, Funken und jede Wärmeentwicklung vermeiden.
	Flamme GHS02	Sind entzündbar, Flüssigkeiten bilden mit Luft explosionsfähige Mischungen; erzeugen mit Wasser entzündbare Gase oder sind selbstentzündbar.	Von offenen Flammen und Wärmequellen fernhalten; Gefäße dicht schließen; brandsicher aufbewahren.
	Flamme über Kreis GHS03	Wirken oxidierend und verstärken Brände. Bei Mischung mit brennbaren Stoffen entstehen explosionsgefährliche Gemische.	Von brennbaren Stoffen fernhalten und nicht mit diesen mischen; sauber aufbewahren.
	Gasflasche GHS04	Gasflaschen unter Druck können beim Erhitzen explodieren, tiefkalte Gase erzeugen Kälteverbrennungen.	Nicht erhitzen; bei tiefkalten Gasen Schutzhandschuhe und Schutzbrille tragen.
	Ätzwirkung GHS05	Zerstören Metalle und verätzen Körpergewebe; schwere Augenschäden sind möglich.	Kontakt vermeiden; Schutzbrille und Handschuhe tragen. Bei Kontakt Augen und Haut mit Wasser spülen.
	Totenkopf mit Knochen GHS06	Führen in kleineren Mengen sofort zu schweren gesundheitlichen Schäden oder zum Tode.	Nicht einatmen, berühren, verschlucken. Arbeitsschutz tragen. Sofort Giftinformationszentrum oder Arzt anrufen. Stabile Seitenlage.
	Ausrufezeichen GHS07	Führen zu gesundheitlichen Schäden, reizen Augen, Haut oder Atemwegsorgane. Führen in größeren Mengen zum Tode.	Wie oben; bei Hautreizungen oder Augenkontakt mit Wasser oder geeignetem Mittel spülen.
	Gesundheitsgefahr GHS08	Wirken allergieauslösend, krebserzeugend (carcinogen), erbgutverändernd (mutagen), fortpflanzungsgefährdend und fruchtschädigend (reprotoxisch) oder organschädigend.	Vor der Arbeit mit solchen Stoffen muss man sich gut informieren; Schutzkleidung und Handschuhe, Augen- und Mundschutz oder Atemschutz tragen.
	Umwelt GHS09	Sind für Wasserorganismen schädlich, giftig oder sehr giftig, akut oder mit Langzeitwirkung.	Nur im Sondermüll entsorgen, keinesfalls in die Umwelt gelangen lassen.

GHS-Piktogramme für Gefahrenstoffe
(Bild: BG Bau, Bausteine A7, Auflage 07/2012)

Nach Angaben der Hersteller wird der Kontakt mit Zement und Beton als „reizend“ eingestuft und so ergibt sich eine Kennzeichnung mit Xi.

Bei Kontakt mit Zement, Trockenmörtel/Trockenbeton oder Frischbeton in die Augen ist von der Gefahr ernster Augenschäden auszugehen und somit ist eine Kennzeichnung mit Xi und dem R41 erforderlich.

Die Sicherheitsdatenblätter der Hersteller sind immer zu berücksichtigen. In den Regelungen der Unfallversicherungsträger werden die *Sicherheitsdatenblätter der Hersteller* immer für den Umgang mit Stoffen, z.B. in den Laboratorien, als grundlegende Informationsquelle benannt.

Mögliche gesundheitliche Gefährdungen sind den Sicherheits-Datenblättern gemäß REACH-Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 oder ähnlichen Sicherheitsregelungen, die in jedem Labor eingesehen werden können, zu entnehmen.

Hierbei sind, u. a. zu beachten:

- Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV)
- Gefahrstoffverordnung
- Betriebssicherheitsverordnung
- Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG)
- Deutsche gesetzliche Unfallversicherung e.V (DGUV)
- Baustellenverordnung (BaustellV)
- Chemikalienverordnung (REACH)
- Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung
- Lastenhandhabungsverordnung (LasthandhabV) sowie
- Laborhandbuch „Sicheres Arbeiten in Laboratorien
- Grundlagen und Handlungshilfen“ (DGUV)



Hände-Waschbecken
(Bild: Zimmer)

- betriebliche Anweisungen, soweit sie nicht gesetzlichen oder übergeordneten Vorschriften widersprechen.

In der Arbeitsstättenverordnung sind auch Raumabmessungen, Bewegungsflächen, Deckenhöhen, Fußbodenbeschaffenheit, Beleuchtung, Belüftung, Fluchtwege, Erste-Hilfe-Einrichtung usw. zu berücksichtigen.

Persönliche Schutzausrüstung (PSA)

Bei Tätigkeit im Labor ist grundsätzlich eine angemessene Persönliche Schutzausrüstung (PSA) zu tragen.

Als Arbeitskleidung gilt geschlossene und nur schwer entflammbare, eng anliegende Arbeitskleidung oder Schutzkleidung. Dies können z. B. auch lange Laborkittel sein.

Darüber hinaus hat der im Labor Beschäftigte oder auch vorübergehend Tätige über eine Persönliche Schutzausrüstung (PSA) gemäß der Gefährdungsbeurteilung zu verfügen. Diese besteht im Regelfall aus:

- Schutzkleidung
- Schutzhelm
- Augenschutz
- Atemschutz
- Gehörschutz
- Handschutz
- arbeitssicheres Schuhwerk



Kapsel-Gehörschutz
(Bild: Uvex Safety Group)



Vollsichtschutzbrille
(Bild: Uvex Safety Group)



Gesichtsschutzvisier
(Chemikalien-
gesichtsschutz)
(Bild: Uvex Safety Group)



Arbeits-/Schutzhelm
(Bild: Uvex Safety Group)



Überbrille (Bild: Uvex Safety Group)

Schutzhandschuhe (Bilder: Uvex Safety Group)



mechanische Risiken



thermische Risiken
(z. B. Kälte)



chemische Risiken (Zement, Beton)



Sicherheitsschuhe
(Bild: Toolineo)

Augennotduschen

„In Laboratorien müssen – möglichst im Bereich der Körperdusche oder am Ausgussbecken – mit Wasser von Trinkwasserqualität gespeiste Augennotduschen so installiert sein, dass diese von jedem Arbeitsplatz aus unverzüglich erreichbar sind. Sie sollten beide Augen sofort mit ausreichenden Wassermengen spülen können.“ [1]

„Abweichend sind als Augennotduschen – auch bewegliche Augennotdusche mit am Griff angebrachten selbsttätig schließenden Ventilen – zulässig. Augenspülflaschen mit steriler Flüssigkeit sind zulässig, wenn kein fließendes Trinkwasser zur Verfügung steht. An jeder Auslassöffnung einer Augennotdusche müssen mindestens 6 l Wasser pro Minute austreten.“ [1]

Beweglich Augennotduschen mit nur einem Spülkopf sind zulässig.

„Die Wasserstrahlen müssen eine Höhe von wenigstens 10 cm und nicht mehr als 30 cm oberhalb der Wasseraustritte erreichen.“ [1]

Gelangt Frischbeton in die Augen, sind Kontaktlinsen sofort zu entfernen und das betroffene Auge bei weit geöffnetem Lidspalt unter fließendem Wasser mindestens 10 Minuten als Richtwert zu spülen, um alle Teilchen zu entfernen. Bei Spülungen darf kein Spülwasser in das unverletzte Auge gelangen. Das notwendige Erste-Hilfe-Material ist mit dem zuständigen Betriebsarzt des Betreibers abzustimmen und seinen Weisungen ist Folge zu leisten, um eine optimale Erste-Hilfe zu gewährleisten. Beim Arbeiten mit Zement oder Frischbeton ist daher immer eine Schutzbrille zu tragen.



Augenspülflasche
(Bild: PlumA/S, Dänemark)

Der Standort von Augennotduschen muss durch das Rettungszeichen „Augenspüleinrichtung“ gekennzeichnet sein. Der Zugang ist ständig frei zu halten. Die Augennotdusche sollte von jedem Ort des Labors in höchstens 5 Sekunden zu erreichen sein.

Achtung Mindestens 1 x monatlich eine Funktionsprüfung durchführen!

Körpernotduschen

„In Laboratorien müssen mit Wasser – möglichst von Trinkwasserqualität – gespeiste Körpernotduschen am Ausgang installiert sein. Sie sollten alle Körperzonen sofort mit ausreichenden Wassermengen überfluten können. Hierfür sind mindestens 30 l Wasser pro Minute erforderlich.“

Von jedem Ort des Labors sollte eine Körpernotdusche innerhalb von höchstens 5 Sekunden erreichbar sein. Die genaue Lage der Notdusche ist vom Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung abhängig.“ [1]

Achtung Mindestens 1 x monatlich eine Funktionsprüfung durchführen!

Noch zusätzlich zu einer Körpernotdusche wäre im Labor eine zusätzliche Sprinkleranlage angebracht. Sprinkleranlagen sind selbsttätige Sprühwasserlöschanlagen, die die Ausbreitung eines Brandes in der Anfangsphase verhindern sollen.

Zu den wichtigsten Bestandteilen einer solchen Anlage gehören ein unter Druck stehendes Rohrleitungsnetz, das alle zu schützenden Räume und Anlagen im Deckenbereich durchzieht und jeweils mit „Sprinklern“, als Regner verbunden ist. Im Falle eines Brandes werden nur die Sprinkler ausgelöst, die sich unmittelbar in Nähe zum Feuer befinden.



Notfalldusche
(Bild: Zimmer)

Heben und Transport von Massen

Beim Heben und Transportieren von Proben oder anderen Betonteilen ist auch die Belastung der Beschäftigten zu berücksichtigen. Beispielsweise wiegt eine gefüllte 150er Würfelform 10 bis 15 kg oder ein gefüllter 8-Liter Luftgehaltsprüfer ca. 31 kg, ein Betonbalken 150 x 150 x 750 mm rund 40 kg. Mit dazugehöriger Stahlform kann man leicht auf 85 kg kommen. Beim Tragen dieser Lasten ist dies zu beachten und dies nur mit gegebenenfalls mehreren Personen oder Transporthilfen zu bewerkstelligen.

Der Gesetzgeber hat hierfür die Lastenhandhabungsverordnung erlassen, die für die manuelle Handhabung von Lasten gilt. Es sind allerdings keine Grenzwerte definiert. Um die Gefährdungsbeurteilung durchführen zu können empfiehlt die „Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)“ die sogenannte Leitmerkmalmethode. Hierbei können die Grenzwerte nach Alter, Geschlecht, Häufigkeit, Körperhaltung usw. berücksichtigt werden. Für den Transport von Lasten halten Sie die Massen möglichst klein, unter 25 kg für männliche und unter 15 kg für weibliche Beschäftigte.

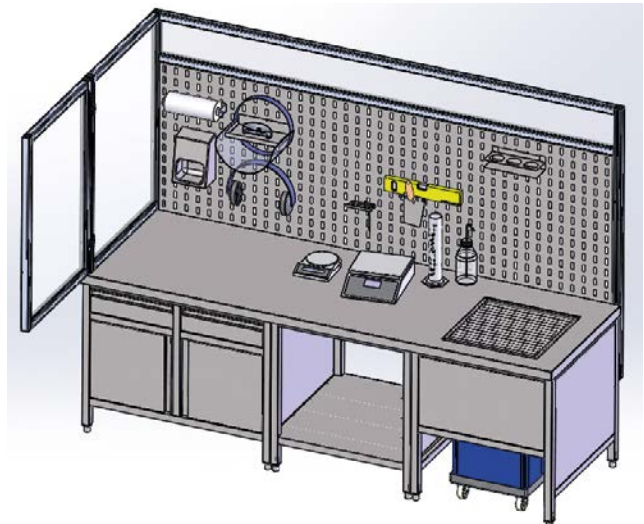
Einrichtung von Arbeitsplätzen

Gestalten Sie die Handhabung der Lasten und deren Lagerhaltung sowie die Arbeitsplätze im Labor ergonomisch günstig und sicher, sodass für die Laborantin/Laboranten die einzelnen Probekörper auch gut zugänglich sind. Die Arbeitshöhen sind zu optimieren und der Einsatz von Hebehilfen, z. B. Klemmzangen, Kleinkräne, ist vorzusehen. Die Arbeitshöhen von Labortischen richten sich nach der Art der Tätigkeit und betragen im Regelfall 720 mm bis 900 mm Höhe.

„Arbeitstische müssen hinsichtlich Werkstoff und Konstruktion so beschaffen sein, dass sie den vorgesehenen betrieblichen Beanspruchungen standhalten. Insbesondere sollen Arbeitsflächen von Labortischen und Abzügen mit einem flüssigkeitsdichten Belag und mit einer Randwulst versehen sein. Bei gegenüberliegenden Arbeitsflächen ist bis in einer Höhe von mindestens 175 cm ein Spritzschutz erforderlich, In der Regel werden Tischoberflächen für chemische Anwendungen mit großflächigen Keramikplatten, seltener mit säurefesten Fliesen ausgestattet. Für andere Zwecke ist eine Reihe von anderen Oberflächenmaterialien verfügbar.“ [1]



Hebe- und Tragehilfen benutzen
(Bild: Sicherheitskurzgespräche (SKG 011 – BG RCI))



Beispiel eines Sicherheitsarbeitsplatzes (Bild: Testing)

Bei Arbeiten mit relativ schweren Frisch- und Festbetonproben und Formen im Beton- und Baustofflabor haben sich Edelstahloberflächen bewährt. Arbeitsplätze, Prüfmaschinen sowie Arbeitstische im Labor sollen somit höhenangepasst und arbeitsphysiologisch durchdacht sein und dem Stand der Zeit und der Technik entsprechen. Sogenannte „Prüfstraßen“ für Frischbeton und Festbeton, aneinander montierte Edelstahleinheiten mit z.T. integrierten Prüfgeräten, bietet beispielsweise die entsprechende Industrie seit rund 40 Jahren als „Prüfstraßen“ an. Es haben sich in der Praxis des Betonlabors arbeitsphysiologisch zwei Arbeitshöhen, je nach Tätigkeit, durchgesetzt, diese sind ca. 72 cm und 90 cm hoch.

Die Tischoberflächen sollten robust, stabil, massenbelastbar und schnell zu reinigen sein.

- „Arbeiten zwei bis vier Personen zwischen den Arbeitsflächen, so beträgt der Mindestabstand 1,45 m. Weitere Empfehlungen zu Abständen zwischen Arbeitsflächen oder Geräten gibt DIN EN 14056:2003-07, Laboreinrichtungsempfehlungen für Anordnung und Montage“ [1].

Hierbei handelt es sich um Mindestmaße. Im Rahmen der aktuellen Virenpandemie sollte man vielleicht auf mindestens 2 Meter gehen.

„Die Abstände sind zu vergrößern, wenn beispielsweise

- der Raum zwischen zwei Arbeitsflächen nicht nur als Bewegungsraum der dort unmittelbar Tätigen, sondern auch als Verkehrsweg für andere Personen dient,
- besondere Arbeitsbedingungen vorliegen, beispielsweise bei erhöhter Brand- und Explosionsgefahr,
- die Arbeitsflächen länger als 6 Meter sind,
- zwischen den Arbeitsflächen mehr als vier Personen arbeiten,
- sich zwei Abzüge gegenüberstehen.“ [1]

Insbesondere in Demonstrationslabors mit Schülern, Auszubildenden oder Studenten sollten die Mindestabstände unserer Meinung nach mindestens 2,0 Meter betragen.

Dies sollte besonders unter Berücksichtigung von möglichen Virus-Infektionen zu sehen sein. Dies gilt auch für Arbeitsräume, die mit Hockern, Schreibplatten, Gerätewagen, Racks, Unterbauten dauerhaft eingeeignet sind.

„Eine Beleuchtung von Laborarbeitsplätzen muss so bemessen sein, dass ein sicheres Arbeiten und ein rechtzeitiges Erkennen von Gefahren jederzeit möglich ist. Als Mindestbeleuchtungsstärke im Labor sind 3.000 lx, für den Arbeitsplatz 500 lx vorzusehen.“ [1]

Trockenschränke und Trockeneinrichtungen

Verletzungsgefahr besteht auch bei hitzerelevanten Tätigkeiten wie Trocknen von Gesteinskörnungen im Trockenschrank bei etwa 110 °C oder beim Trocknen von Frischbeton mit Gasbrennern oder Heizplatten mit sehr hohen Temperaturen. Bei diesen Tätigkeiten sind unbedingt geeignete hitzeabweisende Spezialhandschuhe zu tragen.

Weiterhin sind u. U. besondere Sicherheitsvorkehrungen einzuhalten bei Gasflaschengebrauch.

Druck- und Biegeprüfmaschinen

Prüfmaschinen müssen den Anforderungen der DIN EN 12390-4:2020-04 bei Festigkeitsprüfungen entsprechen.

Druck- und bestimmte Biegeprüfmaschinen müssen einen automatisch verriegelbaren Prüfraum mit Splitterschutz aufweisen. Dieser kann aus Spezialglas, Spezialkunststoff oder Metallgitter bestehen. Hochfeste Betone neigen oft zu Explosionsbrüchen mit – höchstgefährlicher Splitterwirkung und erheblicher Verletzungsgefahr. Bei exzentrischer Einbringung besonders kleiner Prüfkörper und hoher Druckbelastung könnten diese ruckartig aus dem Prüfbereich geschleudert werden, ohne Schutzkäfig lebensgefährlich!

Bei Nichtschließung des Prüfraums der Maschine darf diese daher nicht in Betrieb gehen. Überbrückung des Schließmechanismus ist verboten!

Prüfmaschinen müssen regelmäßig gewartet, überprüft und kalibriert werden. Eine Kalibrierung muss durchgeführt werden, wenn die Maschine zum ersten mal aufgebaut oder bewegt wird. Anschließend muss sie im Abstand von höchstens 2 Jahren oder 1 Jahr bei besonderen Anforderungen kalibriert werden oder bei Austausch eines leistungsrelevanten Maschinenteils. Der Prüfaufkleber der verantwortlichen Stelle ist auf der Maschine aufzukleben!

Beton- und Mörtelmischer

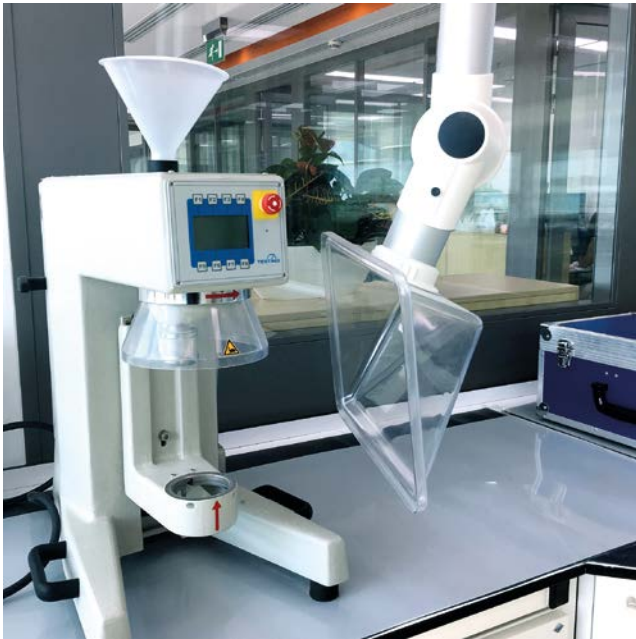
Mörtelmischer nach EN 196-1 müssen Sicherheitsabdeckungen zur Mischerschüssel haben, um einen willkürlichen oder unwillkürlichen Eingriff in den Mischerkübel zu verhindern, da hierbei hohe Verletzungsgefahr möglich ist!

Auch bei Betonmischern ist eine Mischerkübelabdeckung notwendig und vorgeschrieben, um ein Hineingreifen während des Mischvorganges zu verhindern. Durch Eingriff mit der Kelle oder durch das Hineindreihen langer Haare, Schmuckketten, Schals oder nicht eng anliegender Arbeitskleidung können schwerste Verletzungen entstehen! Vielfach wird auch betriebsintern ein Sicherheitsabstand um den Mischer herum vorgeschrieben.

Staubgefahr

Bei staubintensiven Arbeiten sind Atemschutzmasken oder FFP-Masken zu tragen oder stationäre Absauganlagen zu installieren und hierunter die notwendigen Arbeiten durchzuführen. Dies gilt besonders für regelmäßige Arbeiten am Mörtelmischer.

FFP-Masken schützen vor partikelförmigen Schadstoffen wie Staub, Rauch und Erosol. Sie sind nach EN 149:2001+A1:2009 genormt.



Absauganlage für Stäube (Bild: Zimmer)

Atemschutzmasken

unterteilen sich in drei FFP Klassen:

- FFP1 Diese Schutzklasse ist nur für ungiftige Stoffe geeignet mit Partikeln bis $0,6 \mu\text{m}$ und für bis zu 4-facher Überschreitung der Arbeitsplatzgrenzwerte. Die Masken schützen u. a. gegen trockenen Zement, Gips, Kalkstein, Schleifen, Schneiden, Bohren von Beton.
- FFP2 Geeignet für Arbeitsumgebungen, in denen auch gesundheitsschädliche Stoffe in der Atemluft sind. Sie filtern bis zu 94 % der Partikel bis $0,6 \mu\text{m}$ und sie schützen auch vor Kalziumoxyd, Betonstaub beim Schleifen, Schneiden und Bohren von Beton/Granit.
- FFP3 Schutz vor giftigen und gesundheitsschädlichen Stäuben, Rauch, Aerosolen, Schimmelsporen, Viren, usw. Sie filtern 99,5 % der Partikel bis $0,6 \mu\text{m}$ aus der Umgebungsluft und werden hauptsächlich im Medizin- und Gesundheitswesen getragen.

Ein Richtwert für das Tragen von Masken ist der Arbeitsplatzgrenzwert (AGW). Dieser sagt etwas über die durchschnittliche Konzentration eines Stoffes in der Luft, über einen bestimmten Zeitraum, bei der Gesundheitsschädigungen nicht zu erwarten sind. Der AGW wird stets in mg/m^3 oder in ml/m^3 gemessen. Eine genaue Information und Übersicht findet man in der TRGS 900 – Arbeitsplatzgrenzwerte.

Genauere Infos erhalten Sie wie immer besonders bei der zuständigen Berufsgenossenschaft oder bei der für den Gesundheitsschutz – zuständigen Fachkraft des Betriebes.

Lärmschutz

Bei Lärmbelastung, die zu Lärmschwerhörigkeit führen kann, sind entsprechende Ohrstöpsel oder Kapselgehörschutz anzulegen.

Erheblicher Lärm entsteht z. B. im Betonlabor bei der Verdichtung von Probekörpern mittels klassischer Rütteltische. Hier können bis zu 100 dB auftreten. Auch das Mischen von Beton ist oft mit hohem Lärmpegel gekoppelt.

Lärmschutzvorsorge ist daher unbedingt nötig und vorgeschrieben!



Bügel-Gehörschutz
(Bild: Uvex Safety Group)



Sammelbehälter Ohrstöpsel
(Bild: Beton kompakt)

Hautschutzplan

Der Hautschutzplan nennt die Gefahren der Haut am Arbeitsplatz und die zur Minimierung dieser Gefahren anzuwendenden Hautschutz-, Hautreinigungs- und Hautpflegemittel.

Er ist vom Arbeitgeberunter sicherheitstechnischer und betriebsärztlicher Beratung zu erstellen und den Beschäftigten in geeigneter Form als Aushang bekannt zu geben. Der Inhalt des Hautschutzplanes ist Bestandteil der regelmäßigen Unterweisung. Die im Plan aufgeführten Produkte zum Hautschutz und zur Hautreinigung sowie -pflege sind vom Arbeitgeber kostenlos zur Verfügung zu stellen.

Bei Unklarheiten bezüglich des Arbeitsschutzes sollte die Berufsgenossenschaft eine Laborbegehung durchführen.

Quellen

[1] *Sicheres Arbeiten in Laboratorien, Grundlagen und Handlungshilfen*; DGUV, Deutsche gesetzliche Unfallversicherung

[2] DIN EN 196

Danksagungen

Die Autoren danken Herrn Dipl.-Ing. Jochim Feuerherdt für seine wertvolle bildtechnische Unterstützung.

Herrn Dipl.-Ing. (FH) Dirk Wöltering, Betontechnologe, Fa. Remmers GmbH, Lönningen und Lehrbeauftragter an der Hochschule Osnabrück, unterstützte uns bei der kritischen Durchsicht des neuen Buches.

Herr Dipl.-Ing Schönborn, Geschäftsführer vom Ingenieurbüro „Finette und Schönborn“ in Köln, hat dankenswerterweise einige Kapitel gegengelesen und Optimierungsvorschläge unterbreitet.

Unterstützung erfuhren wir bei Herrn Dr.-Ing. Stefan Kordts, Roxeler Ingenieurgesellschaft mbH, Münster, Vorsitzender VDB Regionalgruppe Westfalen und Herrn Dipl.-Ing. Jürgen Schidzick, Ingenieurbüro für Hochbau in Werder/Havel.

Für wertvolle Informationen und Durchsicht einzelner Kapitel dürfen wir uns auch bei Herrn Beton-Ing. Bernd Lerch, Fetzer GmbH & Co. KG, Kies- und Betonwerke, Gundelfingen, und bei Thomas Beyer, Betontechnologe VDB und Prüfstellenleiter bei Schomburg Group, Bad Münder am Deister, bedanken. Gleiches gilt für Frau Dr. Helena Keller, Schleiblinger Geräte Teubert und Greim GmbH, Buchbach, bei den Kapiteln Frost- und Frost-Tausalz-Widerstand.

Herr Dipl.-Ing M. Eng. Hans-Heinrich Reuter, TESTING Bluhm & Feuerherdt GmbH, Berlin, hat die Kapitel mit statischem E-Modul und Stahlfaserbalkenprüfung bearbeitet. Mit fachkundiger Durchsicht bei wichtigen Zementkapiteln unterstützte uns Herr Dipl.-Ing. Stefan Rasch, Schwenk Zement KG.

Für die Erarbeitung der Kapitel mit den Verfahren zur Prüfung der Betondauerhaftigkeit (Karbonatisierungs- und Chlorideindringwiderstand) sowie zur Hydratationswärmebestimmung danken wir Herrn Dr.-Ing. Sebastian Palm sowie Herrn Guido Lenz, VDZ Technology gGmbH, für die konstruktive und hilfreiche Unterstützung.

Und last but not least dürfen wir uns bei den vielen Kollegen vom „Verband Deutscher Betoningenieure (VDB) e.V.“ bedanken, die uns wertvolle Infos gegeben haben und auch auf Fehler, die sich eingeschlichen hatten, hingewiesen haben.

Werkfotos

Folgende Unternehmen haben freundlicherweise Fotos zur Verfügung gestellt:

- Dr.-Ing. Ulrich Wöhl, Osnabrück
- Dipl.-Ing M. Sc. Hans-Heinrich Reuter, TESTING Bluhm & Feuerherdt GmbH, Berlin
- Bürkle GmbH, Bad Bellingen
- CONTROLS S.p.A., Italien
- CEMEX Deutschland AG
- Beuth Verlag GmbH, Berlin
- DIN e.V., Berlin
- Schleibinger Geräte Teubert u. Greim GmbH, Buchbach
- Eckardt & Sohn GmbH, Beckum
- Verboom beton en Installatietechnik B.V., Niederlande
- BEPETE – Innovative Baustoffprüfgeräte, BRECON Vibrationstechnik GmbH, Köln
- Verein Deutscher Zementwerke e. V., Düsseldorf
- Dr.-Ing. Patrick Schäffel, PAGEL Spezial-Beton GmbH & Co. KG, Essen
- Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e. V.
- BPT Betonprüftechnik Weser-Ems GmbH, Haren (Ems)

Allgemeiner Haftungsausschluss

Die Inhalte und Lösungsvorschläge in diesem Buch sind nach bestem Wissen zusammengestellt. Hinsichtlich des Anwendens der Inhalte kann von den Autoren und vom Verlag jedoch keine Gewähr übernommen werden. Das Buch ersetzt nicht die aufgabenbezogene Vorbereitung der Leistung durch den Anwender. Das Anwenden der Inhalte entbindet nicht von der Pflicht zur Prüfung der Vorgaben im technischen Regelwerk und deren Gültigkeit für den jeweiligen Anwendungsfall. Das Anwenden der Inhalte und der Lösungsvorschläge berechtigt zu keinerlei Regressansprüchen gegenüber den Autoren und dem Verlag.

Die im Buch erwähnten Logos, Marken und Produktnamen sind markenrechtlich geschützt, auch wenn dies am Ort der Erwähnung nicht gesondert aufgeführt wird. Die Inhalte und Abbildungen in diesem Buch unterliegen dem Urheberschutz. Eine Verwendung oder Vervielfältigung – auch auszugsweise – ist nur mit der Genehmigung des Verlags in jedem Einzelfall möglich.

Dieses Buch enthält Literaturhinweise und sogenannte „externe Links“ (Verlinkungen) zu Webseiten, auf deren Inhalte die Autoren und der Verlag keinen Einfluss haben. Aus diesem Grund können die Autoren und der Verlag für diese Inhalte keine Gewähr übernehmen. Für die Inhalte und Richtigkeit der dort bereitgestellten Informationen ist der jeweilige Anbieter der Literatur bzw. der verlinkten Webseite verantwortlich. Zum Zeitpunkt der Verlinkung waren keine Rechtsverstöße erkennbar.