

Zementarten nach DIN EN 197-5

DIN EN 197-5 regelt die Anforderungen an Portlandkompositzement CEM II/C-M und Kompositzemente CEM VI, die nicht in DIN EN 197-1 behandelt werden. Sie werden für die Herstellung von Beton, Mörtel und Einpressmörtel verwendet.

Zementart			Hauptbestandteile mit Angabe der Massen-% ¹⁾									
Hauptart	Benennung	Kurzzeichen	K	S	D ²⁾	P	Q	V	W	T	L ³⁾	LL ³⁾
CEM II	Portlandkompositzement ⁴⁾	CEM II/C-M	50 ... 64	36 ... 50								
CEM VI	Kompositzement	CEM VI (S-P)	35 ... 49	31 ... 59	–	6 ... 20	–	–	–	–	–	–
		CEM VI (S-V)	35 ... 49	31 ... 59	–	–	–	6 ... 20	–	–	–	–
		CEM VI (S-L)	35 ... 49	31 ... 59	–	–	–	–	–	–	6 ... 20	–
		CEM VI (S-LL)	35 ... 49	31 ... 59	–	–	–	–	–	–	–	6 ... 20

1) Die Werte in der Tabelle beziehen sich auf die Summe der Haupt- und Nebenbestandteile. Die Nebenbestandteile betragen jeweils 0 ... 5% Massenanteil.

2) Im Falle einer Verwendung von Silicastaub ist dessen Anteil auf 6 ... 10% Massenanteil begrenzt.

3) Im Falle einer Verwendung von Kalkstein ist dessen Anteil (Summe von L und LL) auf 6 ... 20% Massenanteil begrenzt.

4) Die Anzahl der Hauptbestandteile, außer Klinker, ist auf zwei begrenzt und diese Hauptbestandteile müssen durch die Bezeichnung des Zements angegeben werden.

Festigkeitsklassen und ihre Kennzeichnung

Festigkeitsklasse ¹⁾	Druckfestigkeit in MPa (N/mm ²)			Erstarrungsbeginn in min	Raumbeständigkeit in mm	Kennfarbe des Sackes ²⁾	Farbe des Aufdrucks ²⁾		
	Anfangsfestigkeit		Normfestigkeit						
	2 Tage	7 Tage	28 Tage						
22,5 ³⁾	–	–	≥ 22,5	≤ 42,5	–	–	–		
32,5 L ⁴⁾	–	≥ 12,0	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 75	hellbraun	–		
32,5 N	–	≥ 16,0					schwarz		
32,5 R	≥ 10,0	–					rot		
42,5 L ⁴⁾	–	≥ 16,0	≥ 42,5	≤ 62,5	≥ 60		grün	–	
42,5 N	≥ 10,0	–						schwarz	
42,5 R	≥ 20,0	–						rot	
52,5 L ⁴⁾	≥ 10,0	–	≥ 52,5	–	≥ 45			rot	–
52,5 N	≥ 20,0	–							schwarz
52,5 R	≥ 30,0	–							weiß

1) L = Klasse mit **niedriger** Anfangsfestigkeit, N = Klasse mit **üblicher** Anfangsfestigkeit, R = Klasse mit **hoher** Anfangsfestigkeit

2) Farbliche Unterscheidung der Verpackung gilt nur für Zemente mit besonderen Eigenschaften nach DIN 1164.

3) Die Festigkeitsklasse 22,5 gilt nur für Sonderzemente nach DIN EN 14216.

4) Die Festigkeitsklassen 32,5 L; 42,5 L und 52,5 L gelten nur für CEM III-Zemente.

Normbezeichnungen

Beispiel 1: Bezeichnung eines Portlandzements nach DIN EN 197-1 der Festigkeitsklasse 42,5 mit niedriger Anfangsfestigkeit:
Portlandzement EN 197-1 – CEM I 42,5 L

Beispiel 2: Bezeichnung eines Hochofenzements nach DIN EN 197-1 mit einem Massenanteil an Hüttensand (S) zwischen 66 und 80%, der Festigkeitsklasse 32,5, mit üblicher Anfangsfestigkeit, niedriger Hydrationswärme und hohem Sulfatwiderstand:
Hochofenzement EN 197-1 – CEM III/B 32,5 N – LH/SR

Beispiel 3: Bezeichnung eines Portlandkompositzements nach DIN EN 197-1 mit einem Massenanteil an Hüttensand (S), kieselsäurereicher Flugasche (V) und Kalkstein (L) zwischen 12% und 20%, der Festigkeitsklasse 42,5 mit üblicher Anfangsfestigkeit:
Portlandkompositzement EN 197-1 – CEM II/A-M (S-V-L) 42,5 N

Beispiel 4: Bezeichnung eines Puzzolanzements nach DIN EN 197-1 mit einem Massenanteil an natürlichem Puzzolan (P) zwischen 21% und 35%, der Festigkeitsklasse 32,5 mit üblicher Anfangsfestigkeit, hohem Sulfatwiderstand und einem Massenanteil an C₃A im Klinker ≤ 9%:
Puzzolanzement EN 197-1 – CEM IV/A (P) 32,5 N – SR

Beispiel 5: Bezeichnung eines Portlandkompositzements CEM II nach DIN EN 197-5 mit einem Massenanteil an Kalkstein (LL) von 20% und Hüttensand (S) von 30%, der Festigkeitsklasse 52,5 mit hoher Anfangsfestigkeit:
Portlandkompositzement EN 197-5 – CEM II/C-M (LL-S) 42,5 R

Beispiel 6: Bezeichnung eines Kompositzements CEM VI nach DIN EN 197-5 mit einem Massenanteil an Hüttensand (S) zwischen 31% und 59% und an natürlichem Puzzolan (P) zwischen 6% und 20%, der Festigkeitsklasse 42,5 mit geringer Anfangsfestigkeit:
Kompositzement EN 197-5 – CEM VI (S-P) 42,5 L

Würfeldruckfestigkeiten – Umrechnungen

Für besondere Anwendungen kann es notwendig sein, die Druckfestigkeit zu einem früheren oder späteren Zeitpunkt zu bestimmen. Auch die Lagerungsbedingungen können verändert werden.

$f_{ck, cube}$ = an Würfel geprüfte Druckfestigkeit, Lagerung nach DIN EN 12390-2 (28 Tage unter Wasser)

$f_{ck, dry}$ = Betondruckfestigkeit an Probekörpern, gelagert nach DIN EN 12390-2 (7 Tage unter Wasser, 21 Tage an der Luft)

Druckfestigkeit bei Lagerung nach dem Referenzverfahren an Probewürfeln mit 150 mm Kantenlänge	Normalbeton $\leq C50/60$ $f_{ck, cube} = 0,92 \cdot f_{ck, dry}$
	hochfester Normalbeton $\geq C55/67$ $f_{ck, cube} = 0,95 \cdot f_{ck, dry}$
Verwendung von Würfeln mit 100 mm Kantenlänge	$f_{ck, dry (150 mm)} = 0,97 \cdot f_{ck, dry (100 mm)}$

Festigkeitskennwerte für Leichtbeton (DIN EN 206)

Druckfestigkeitsklasse	charakteristische Zylinderdruckfestigkeit $f_{ck, cyl}$ in MPa (N/mm ²)	charakteristische Würfeldruckfestigkeit $f_{ck, cube}$ in MPa (N/mm ²)	Mittelwert der Zylinderdruckfestigkeit f_{ctm} in MPa (N/mm ²)
LC8/9	8	9	–
LC12/13	12	13	17
LC16/18	16	18	22
LC20/22	20	22	28
LC25/28	25	28	33
LC30/33	30	33	38
LC35/38	35	38	43
LC40/44	40	44	48
LC45/50	45	50	53
LC50/55	50	55	58
LC55/60	55	60	63
LC60/66	60	66	68
LC70/77	70	77	78
LC80/88	80	88	88

Für $f_{ck, cyl} \geq 20$ MPa gilt:

$$f_{ctm} = f_{ck, cyl} + 8 \text{ MPa.}$$

Die Zugfestigkeit f_{ctm} von Leichtbeton darf durch Multiplikation von f_{ctm} (siehe Tabelle Seite 38) mit einem Beiwert η_1 ermittelt werden.

$$f_{ctm} = f_{ctm} \cdot \eta_1$$

$$\eta_1 = 0,40 + 0,60 \cdot \rho / 2200 \text{ kg/m}^3$$

Dabei ist ρ der obere Grenzwert der Trockenrohddichte der maßgebenden Rohdichteklasse.

1. Beispiel: Die Zugfestigkeit von LC40/44, bewehrt, Rohdichteklasse 1,4, ist zu bestimmen:

$$f_{ctm} = 3,5 \text{ MPa} \cdot (0,40 + 0,60 \cdot 1400 \text{ kg/m}^3 / 2200 \text{ kg/m}^3) = 2,74 \text{ MPa}$$

2. Beispiel: Die Zugfestigkeit von LC60/66, unbewehrt, Rohdichteklasse 1,8, ist zu bestimmen:

$$f_{ctm} = 4,4 \text{ MPa} \cdot (0,40 + 0,60 \cdot 1800 \text{ kg/m}^3 / 2200 \text{ kg/m}^3) = 3,92 \text{ MPa}$$

Rohdichteklassen von Leichtbeton (DIN EN 206)

Rohdichteklasse	D1,0	D1,2	D1,4	D1,6	D1,8	D2,0
Rohdichtebereich in kg/m ³	≥ 800 ≤ 1000	> 1000 ≤ 1200	> 1200 ≤ 1400	> 1400 ≤ 1600	> 1600 ≤ 1800	> 1800 ≤ 2000

Infraleichtbeton (ILC)

Infraleichtbeton ist ein konstruktiver Leichtbeton mit einer Rohdichte ≤ 800 kg/m³. Die wesentliche Eigenschaft des Infraleichtbetons ILC (engl.: infra lightweight concrete) ist die sehr niedrige Wärmeleitfähigkeit.

Materialeigenschaften von Infraleichtbeton

Kennzeichnung	ILC600	ILC650	ILC700	ILC750	ILC800
Rohdichte in kg/m ³	551 ... 600	501 ... 650	651 ... 700	701 ... 750	751 ... 800
Druckfestigkeit in MPa (N/mm ²)	5,3	7,4	9,4	11,3	13,0
Gesteinskörnung	Blähton, Blähglas, Bims				
Zementart	CEM II und CEM II				

Wärmeleitfähigkeit in W/(m · K)

Nennwert λ_D	0,141	0,153	0,166	0,176	0,193
Bemessungswert λ_B	0,160	0,174	0,189	0,202	0,219
Wanddicke in cm	Wärmedurchgangskoeffizient U in W/(m ² · K)				
50	0,30	0,33	0,35	0,38	0,41
55	0,28	0,30	0,32	0,35	0,37
60	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34
65	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32

MAUERMÖRTEL (DIN EN 998-2/DIN 20000-412/DIN EN 1996-1-1)

Begriffe

Mörtelarten	Erklärungen
Mauermörtel	Gemisch aus einem oder mehreren anorganischen Bindemitteln, Gesteinskörnungen, Wasser und gegebenenfalls Zusatzstoffen und/oder Zusatzmitteln für Lager-, Stoß- und Längsfugen, Fugenglatzstrich und nachträgliches Verfugen. Mauermörtel werden entweder nach ihrer Druckfestigkeit, z. B. M5, oder beim Einsatz von Rezeptmörtel nach ihrem Mischungsverhältnis, z. B. Zement : Kalk : Sand = 1 : 1 : 5 in Volumenanteilen, klassifiziert.
Normalmauermörtel (G)*	Mauermörtel ohne besondere Eigenschaften sind Mörtel nach Eignungsprüfung oder Rezeptmörtel.
Dünnbettmörtel (T)*	Mauermörtel nach Eignungsprüfung mit einem Größtkorn kleiner oder gleich einem festgelegten Wert.
Leichtmauermörtel (L)*	Mauermörtel nach Eignungsprüfung mit einer Trockenrohdichte des Festmörtels $\leq 1300 \text{ kg/m}^3$ nach DIN EN 998-2.
Mörtel nach Eignungsprüfung	Mörtel, dessen Zusammensetzung und Herstellungsverfahren so ausgewählt werden, dass bestimmte Eigenschaften erreicht werden (Eignungsprüfungskonzept).
Mauermörtel nach Rezept	In vorbestimmten Mischungsverhältnissen hergestellter Mörtel, dessen Eigenschaften aus den vorgegebenen Anteilen der Bestandteile abgeleitet werden (Rezeptkonzept).
Werkmauermörtel	Mörtel, der im Werk zusammengesetzt und gemischt wird. Es handelt sich hierbei um Trockenmörtel (Zugabe von Wasser) oder um Nassmörtel (gebrauchsfertig geliefert).
werkmäßig hergestellter Mauermörtel	Vordosierter Mauermörtel oder ein vorgemischter Kalk-Sand-Mauermörtel.
vordosierter Mauermörtel	Mörtel, der aus Ausgangsstoffen besteht, die im Werk abgefüllt zur Baustelle geliefert und dort nach Herstellerangaben und -bedingungen gemischt werden.
Kalk-Sand-Werk-Vormörtel	Mörtel, dessen Ausgangsstoffe im Werk zusammengesetzt und gemischt werden, der zur Baustelle geliefert wird, und dem dort weitere Bestandteile nach Anweisung des Werkes oder von diesem geliefert (z. B. Zement) beigelegt werden.
Baustellenmauermörtel	Mörtel, der aus den einzelnen Ausgangsstoffen auf der Baustelle zusammengesetzt und gemischt wird.

*) Bezeichnung nach DIN EN 998-2 und DIN EN 1996-1-1

Druckfestigkeit von Mauermörtel (DIN EN 1996-1-1/NA)

Mauermörtel nach DIN 20000-412 oder DIN 18580 ¹⁾	Druckfestigkeit ²⁾ f_m MPa (N/mm ²)	
Normalmauermörtel mit Nachweis über die Erfüllung der Anforderungen an die Fugendruckfestigkeit	M 2,5	2,5
	M 5	5,0
	M 10	10,0
	M 20	20,0
Leichtmauermörtel³⁾ mit Nachweis über die Begrenzung der Verformbarkeit und Nachweis über die Erfüllung der Anforderungen an die Fugendruckfestigkeit	M 5	5,0
Leichtmauermörtel³⁾ ohne Nachweis über die Begrenzung der Verformbarkeit und Nachweis über die Erfüllung der Anforderungen an die Fugendruckfestigkeit	M 10	5,0
Dünnbettmörtel (DM)	M 10	10,0

1) Siehe Anmerkung 1) auf folgender Seite

2) Mauermörtel für bewehrtes Mauerwerk sollte mindestens eine Druckfestigkeit f_m von 4 MPa (N/mm²) und für Mauer mit Lagerfugenbewehrung mindestens 2 MPa (N/mm²) besitzen.

3) Nach DIN 20000-412 wird Leichtmauermörtel in die Gruppen LM 21 und LM 36 eingeteilt.

Zusätzlich ist die Druckfestigkeit des Mörtels in der Fuge zu prüfen. Der Nachweis der **Fugendruckfestigkeit** erfolgt nach drei Verfahren:

Verfahren I: Quaderförmige Prüfkörper werden vollflächig belastet.

Verfahren II: Plattenförmige Prüfkörper werden teilflächig mit einem quadratischen Druckstempel belastet.

Verfahren III: Plattenförmige Prüfkörper, jedoch kleinere Prüfkörper als beim Verfahren II, werden teilflächig mit einem kreisrunden Druckstempel belastet.

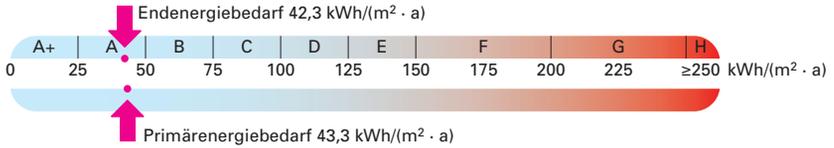
Mindestanforderungen an die Druckfestigkeit im Alter von 28 Tagen (DIN 20000-412)

Mörtelart	Mörtelklasse	Fugendruckfestigkeit in MPa (N/mm ²)		
		Verfahren I	Verfahren II	Verfahren III
Normalmauermörtel	M 1	–	–	–
	M 2,5	1,25	2,5	1,75
	M 5	2,5	5,0	3,5
	M 10	5	10,0	7,0
	M 20	10,0	20,0	14,0
Leichtmauermörtel	M 5	2,5	5,0	3,5
Dünnbettmörtel	M 10	–	–	–

GEBÄUDEENERGIEGESETZ (GEG)

Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) ersetzt das bisherige Energieeinsparungsgesetz (EnEG), die Energieeinsparverordnung (EnEV) und das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG). Es verfolgt die Ziele, die EU-Richtlinien über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden umzusetzen und dabei das energetische Niveau eines **Niedrigstenergiegebäudes** einzuführen. Dazu wird der Energiebedarf des Gebäudes durch baulichen Wärmeschutz begrenzt und weitgehend durch erneuerbare Energien ersetzt.

Über den Energiebedarf eines Gebäudes pro Jahr bei durchschnittlichem Nutzverhalten und unter Berücksichtigung des Klimas gibt der **Energieausweis** Auskunft. Auch Energiegewinne wie etwa durch Solarenergie werden berücksichtigt. Im Energieausweis sind die **Energieeffizienzklassen** (A+, A...H) anzugeben.



Begriffe

Begriffe	Symbol	Einheit
Jahr, z. B. a ⁻¹ = pro Jahr	a, a ⁻¹	–
wärmeübertragende Umfassungsfläche	A	m ²
Gebäudenutzfläche	A _N	m ²
Geschossdeckenhöhe	h _G	m
beheiztes Gebäudevolumen (Außenmaße)	V _e	m ³
beheiztes Luftvolumen	V	m ³
Lüftungswärmeverlust	H _V	W/K
Transmissionswärmeverlust	H _T	W/K
flächenbezogener Transmissionswärmeverlust	H' _T	W/K
Luftwechselrate	n	1/h, h ⁻¹
Energiedurchlassgrad von Fenstern	g	–
Bauteilfläche für Bauteil i	A _i	m ²
Wärmedurchgangskoeffizient für Bauteil i ¹⁾	U _i	W/(m ² · K)
Temperaturkorrekturfaktor für Bauteil i ¹⁾	F _{xi}	–
Jahres-Primärenergiebedarf ²⁾	Q	kWh/a
volumenbezogener Jahres-Primärenergiebedarf ³⁾	Q'	kWh/(m ³ · a)
flächenbezogener Jahres-Primärenergiebedarf ⁴⁾	Q'' _p	kWh/(m ² · a)
flächenbezogener Jahres-Primärenergiebedarf Referenzgebäude	Q'' _{Pref}	kWh/(m ² · a)
flächenbezogener Jahres-Heizwärmebedarf	Q'' _H	kWh/a
Wärmebrückenzuschlag	ΔU _{WB}	W/(m ² · K)
Transmissionswärmeverlust	Q _T	kWh/(m ² · a)
Ausnutzungsgrad	η	–
solarer Wärmegewinn	Q _s	kWh/a
interner Wärmegewinn	Q _i	kWh/a
Trinkwarmwasserbedarf	Q _{TW}	kWh/(m ² · a)
Primärenergiefaktor	f _p	–
Anlagenaufwandszahl	e _p	–

¹⁾ i = Zählindex für Gesamtdurchlassgrad.

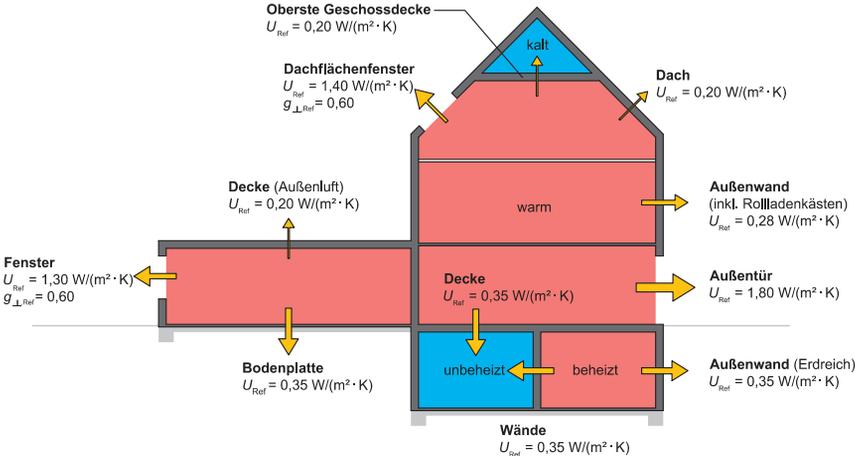
²⁾ Nach GEG wird der Jahres-Primärenergiebedarf allgemein mit dem Formelzeichen Q (kWh/a) abgekürzt.

³⁾ Q' (kWh/(m³ · a)) kennzeichnet den volumenbezogenen Jahres-Primärenergiebedarf.

⁴⁾ Q'' (kWh/(m² · a)) kennzeichnet den flächenbezogenen Jahres-Primärenergiebedarf.

Referenzgebäudeverfahren

Die Höchstwerte des Jahres-Primärenergiebedarfs für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung und Kühlung eines zu errichtenden Gebäudes werden mithilfe eines **Referenzgebäudeverfahrens** ermittelt. Die Anforderungen werden über ein Gebäude gleicher Geometrie, Gebäudenutzfläche, Ausrichtung und Nutzung einschließlich der Anordnung der Nutzungseinheiten mit festgelegten energetischen Eigenschaften und haustechnischen Anlagen ermittelt. Die Referenzausführung beschreibt die Qualität der wärmeübertragenden Umfassungsfläche des Gebäudes (Gebäudehülle) sowie der Heizungs-, Warmwasser- und Lüftungsanlage einschließlich der Sonnenschutzvorrichtung des Referenzgebäudes. Das zu errichtende Gebäude muss den Primärenergiebedarf des Referenzgebäudes **um 25% unterschreiten**. Es wird also deutlich besser als das Referenzgebäude ausgeführt.



Referenzgebäude

Technische Ausführung des Referenzgebäudes (Wohngebäude) (Auszug)

Nr.	Bauteil/System	Eigenschaft	Wert (Maßeinheit) in W/(m² · K)
1	Außenwand (einschließlich Einbauten, wie Rolllädenkästen), Geschossdecken gegen Außenluft	Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 0,28$
2	Außenwand gegen Erdreich, Bodenplatte, Wände und Decken zu unbeheizten Räumen	Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 0,35$
3	Dach, oberste Geschossdecke, Wände zu Abseiten	Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 0,20$
4	Fenster, Fenstertüren	Wärmedurchgangskoeffizient	$U_W = 1,3$
		Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung	Bei Berechnung nach • DIN V 4108-6: $g_{\perp} = 0,60$ • DIN V 18599-2: $g = 0,60$
5	Dachflächenfenster, Glasdächer und Lichtbänder	Wärmedurchgangskoeffizient	$U_W = 1,4$
		Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung	Bei Berechnung nach • DIN V 4108-6: $g_{\perp} = 0,60$ • DIN V 18599-2: $g = 0,60$
6	Lichtkuppeln	Wärmedurchgangskoeffizient	$U_W = 2,7$
		Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung	Bei Berechnung nach • DIN V 4108-6: $g_{\perp} = 0,64$ • DIN V 18599-2: $g = 0,64$

ABDICHTEN VON ERDBERÜHRTEN BAUTEILEN

Wassereinwirkungsklassen (DIN 18533)

Klasse	Zeichnung	Art der Einwirkung	Situation
W1-E		Bodenfeuchte und nicht-drückendes Wasser	<ul style="list-style-type: none"> – Saugwasser, Haftwasser, Kapillarwasser – Sickerwasser bei stark wasserdurchlässigem Baugrund – Dränung bei wenig durchlässigen Böden
W1.1-E		Bodenfeuchte und nicht-drückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden	Bei Bodenplatten ohne Unterkellerung und bei Wänden und Bodenplatten mit stark wasserdurchlässigem Baugrund und stark wasserdurchlässiger Baugrubenverfüllung liegt die Abdichtungsebene mindestens 50 cm oberhalb des Bemessungswasserstandes.
W1.2-E		Bodenfeuchte und nicht-drückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden mit Dränung	Bei wenig wasserdurchlässigem Baugrund wird Stauwasser durch eine auf Dauer funktionsfähige Dränung zuverlässig vermieden.
W2-E		Drückendes Wasser	Stau-, Grund- oder Hochwasser wirkt bis 3 m Wassersäule auf erdberührte Bauteile ein.
W2.1-E		mäßige Einwirkung von drückendem Wasser bis mindestens 3 m Eintauchtiefe	
		Grundwassereinwirkung bis 3 m	Die unterste Abdichtungsebene liegt bis 3 m unter dem Bemessungswasserstand.
		Hochwassereinwirkung bis 3 m	Die Abdichtungsebene liegt im Bereich des Hochwassers oberirdischer Gewässer. Die Druckwassereinwirkung beträgt ≤ 3 m.
W2.2-E		Hohe Einwirkung von drückendem Wasser mehr als 3 m Eintauchtiefe	Die unterste Abdichtungsebene liegt mehr als 3 m unter GOK. Die erdberührten Bauteile befinden sich in wenig wasserdurchlässigem Boden und sind nicht gedrängt. Es wirkt mehr als 3 m hoch Stauwasser ein.