

# Zement nach SN EN 197-1:2011 und SIA Merkblatt 2049:2014

Holcim (Schweiz) AG



Die Norm SN EN 197-1 legt Eigenschaften und Anforderungen von sogenannten Normalzementen fest. Die Anteile der Bestandteile jeder Zementart sind definiert. Die Norm enthält auch Anforderungen an diese Bestandteile sowie Anforderungen an mechanische, physikalische und chemische Eigenschaften der Zementarten. Darüber hinaus enthält die Norm Konformitätskriterien und Anforderungen an die Dauerhaftigkeit.

Mit dem Merkblatt SIA 2049 kann das Einsatzgebiet anorganischer Bestandteile als Hauptbestandteile im Zement erweitert werden. Das Merkblatt regelt das Vorgehen für den Nachweis der Brauchbarkeit von neuen Zementen gemäss den Anforderungen des Bauproduktgesetzes.

**Entdecken Sie praktische Tools, Fachinformationen, die Zement-Produkte und vieles mehr auf unserer digitalen Plattform [HolcimPartner.net](https://www.holcimpartner.net).**

**→ [www.holcimpartner.net](https://www.holcimpartner.net)**

# Zement

Zement ist ein hydraulisches Bindemittel, das heisst, er erhärtet bei Zugabe von Wasser. Das Gemisch von Zement und Wasser wird als Zementleim bezeichnet, der innerhalb einer definierten Zeit erstarrt und schliesslich infolge Hydratation zum Zementstein erhärtet. Dieser bleibt nach dem Erhärten auch unter Wasser fest und raumbeständig.

## Eigenschaften von Haupt- und Nebenbestandteilen

### **Hydraulische Eigenschaften (K, W, T)**

Nach Wasserzugabe erfolgt eine selbständige Erhärtung durch Hydratation sowohl an der Luft als auch unter Wasser.

### **Latent hydraulische Eigenschaften (S)**

Es ist ein natürliches hydraulisches Potenzial vorhanden. Latent hydraulische Zusatzstoffe beginnen selbst erst in Gegenwart von Anregern (Alkali, Kalk, Sulfat) und Wasser mit der Bildung von zementhydratähnlichen Stoffen. Dabei laufen im Wesentlichen die gleichen Reaktionen wie bei der Hydratation von Zement ab.

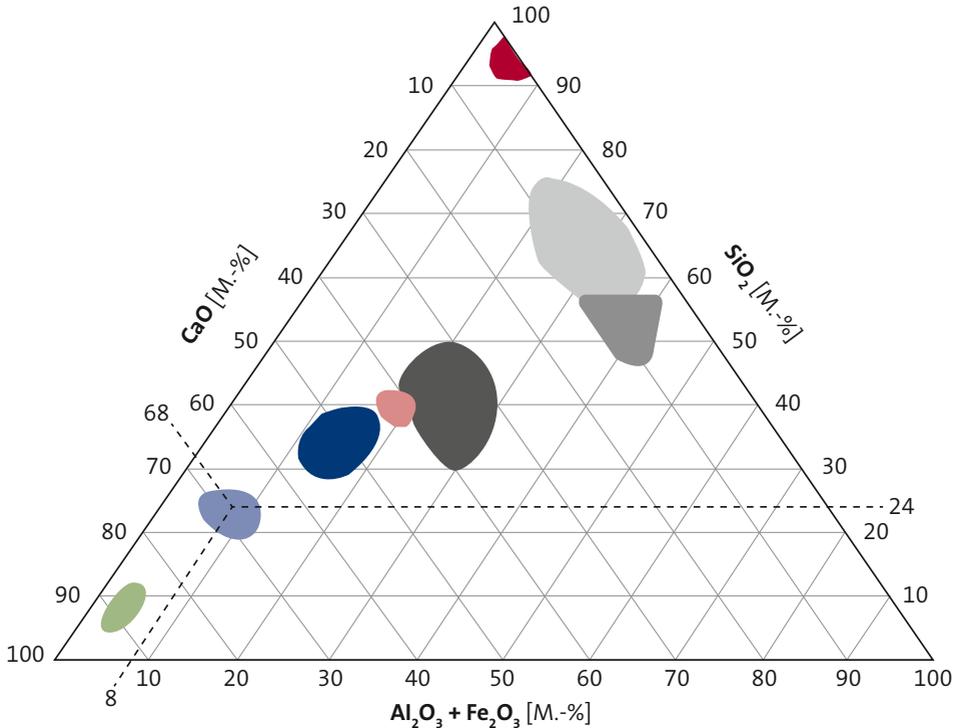
### **Puzzolanische Eigenschaften (D, P, Q, V, W, T)**

Es ist kein hydraulisches Potenzial vorhanden. Puzzolanische Zusatzstoffe reagieren mit dem bei der Hydratation des Klinkeranteils frei werdenden Calciumhydroxid. Dadurch bilden sich zementhydratähnliche Stoffe.

### **Inerte Eigenschaften (L, LL)**

Es ist weder hydraulisches noch puzzolanisches Potenzial vorhanden. Inerte Stoffe gehen keine chemische Reaktion ein, das heisst sie verändern sich nicht, reagieren nicht, tragen nichts zur Festigkeitsbildung bei und verhalten sich neutral im alkalischen Milieu. Inerte Bestandteile verbessern jedoch die physikalischen Betoneigenschaften.

# Einteilung der Hauptbestandteile in das Dreistoffdiagramm



- Silicastaub (D)
- Gebannter Schiefer (T)
- Kieselsäurereiche Steinkohlenflugasche (V)
- natürliches und natürliches, getempertes Puzzolan (P, Q)
- Hüttensand (granulierte Hochofenschlacke) (S)
- Portlandzementklinker (K)
- Kalkreiche Flugasche (W)
- Kalkstein (L, LL)

CaO Calciumoxid  
 SiO<sub>2</sub> Siliciumdioxid  
 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Aluminiumoxid  
 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Eisenoxid

# Hauptbestandteile

## **Portlandzementklinker (K)**

Portlandzementklinker wird durch Sinterung einer genau festgelegten Rohstoffmischung (Kalkstein, Mergel, Ton) bei ca. 1450 °C hergestellt.

## **Hüttensand (S)**

Hüttensand entsteht durch schnelles Abkühlen einer Schlackenschmelze geeigneter Zusammensetzung, die im Hochofen beim Schmelzen von Eisen-erz gebildet wird. Hüttensand weist bei geeigneter Anregung hydraulische Eigenschaften auf (auch latent hydraulisch genannt).

## **Silicastaub (D)**

Silicastaub entsteht bei der Reduktion von hochreinem Quarz mit Kohle in Lichtbogenöfen bei der Herstellung von Silicium- und Ferrosilicium-legierungen und besteht aus sehr feinen kugeligen Partikeln mit einem Gehalt an amorphem Siliciumdioxid von mindestens 85%. Silicastaub weist puzzolanische Eigenschaften auf.

## **Puzzolane (P, Q)**

Puzzolane sind natürliche Stoffe mit kieselsäurehaltiger oder alumosilicatischer Zusammensetzung oder eine Kombination davon.

## **Natürliches Puzzolan (P)**

Natürliche Puzzolane sind im Allgemeinen Stoffe vulkanischen Ursprungs oder Sedimentgestein mit geeigneter chemisch-mineralogischer Zusammensetzung.

## **Natürliches getempertes Puzzolan (Q)**

Natürliche getemperte Puzzolane sind thermisch aktivierte Stoffe vulkanischen Ursprungs, Tone, Schiefer oder Sedimentgestein.

## **Flugasche (V, W)**

Flugasche wird durch die elektrostatische oder mechanische Abscheidung von staubartigen Partikeln aus Rauchgasen von Feuerungen erhalten, die mit feingemahlener Kohle befeuert werden.

## **Kieselsäurereiche Flugasche (V)**

Kieselsäurereiche Flugasche ist ein feinkörniger Staub, hauptsächlich aus kugeligen Partikeln mit puzzolanischen Eigenschaften.

### **Kalkreiche Flugasche (W)**

Kalkreiche Flugasche ist ein feinkörniger Staub mit hydraulischen Eigenschaften und/oder puzzolanischen Eigenschaften.

### **Gebannter Schiefer (T)**

Gebannter Schiefer, insbesondere gebrannter Ölschiefer, wird in einem speziellen Ofen bei Temperaturen von 800 °C hergestellt, der in feingemahlenem Zustand ausgeprägte hydraulische sowie puzzolanische Eigenschaften aufweist.

### **Kalkstein (L, LL)**

Der Kalkstein, der inerte Eigenschaften aufweist, wird je nach Gesamtgehalt an organischem Kohlenstoff (TOC) in zwei Kategorien eingeteilt:

- normaler Kalkstein (L): TOC ≤ 0,5 M.-%
- hochwertiger Kalkstein (LL): TOC ≤ 0,2 M.-%

## Nebenbestandteile

Nebenbestandteile sind besonders ausgewählte anorganische mineralische Stoffe, die während der Klinkerherstellung entstehen. Auch Hauptbestandteile in geringen Mengen (0 bis 5 M.-%) können als Nebenbestandteile enthalten sein, es sei denn, sie sind bereits Hauptbestandteil des Zements.

## Calciumsulfat

Calciumsulfat wird dem Zement bei seiner Herstellung zur Regelung des Erstarrungsverhaltens zugegeben. Calciumsulfat kann in Form von Gips, Halbhydrat oder Anhydrit oder als Mischung davon eingesetzt werden.

# Zementarten und Zusammensetzung SN EN 197-1

Der Zement wird nach seiner Zusammensetzung und seinen Anforderungen eingeteilt.

Hauptzementarten	Benennung	Kurzbezeichnung	Holcim Zementsorte	Portlandzementklinker	Hütten-sand
				K	S
<b>CEM I</b>	Portlandzement	CEM I	Normo, Protego, Superblanc	95–100	
<b>CEM II</b>	Portlandhüttenzement	CEM II/A-S		80–94	6–20
		CEM II/B-S		65–79	21–35
	Portlandsilicastaubzement	CEM II/A-D	Fortico	90–94	
	Portlandpuzzolanzement	CEM II/A-P		80–94	
		CEM II/B-P		65–79	
		CEM II/A-Q		80–94	
		CEM II/B-Q		65–79	
	Portlandflugaschezement	CEM II/A-V		80–94	
		CEM II/B-V		65–79	
		CEM II/A-W		80–94	
		CEM II/B-W		65–79	
	Portlandschieferzement	CEM II/A-T		80–94	
		CEM II/B-T		65–79	
	Portlandkalksteinzement	CEM II/A-L		80–94	
		CEM II/B-L		65–79	
		CEM II/A-LL	Fluvio, Superblanc	80–94	
		CEM II/B-LL	Batimo, Superblanc	65–79	
	Portlandkompositzement <sup>3)</sup>	CEM II/A-M		80–88	
CEM II/B-M		Optimo, Robusto	65–79		
<b>CEM III</b>	Hochofenzement	CEM III/A		35–64	36–65
		CEM III/B	Modero 3B	20–34	66–80
		CEM III/C		5–19	81–95
<b>CEM IV</b>	Puzzolanzement <sup>3)</sup>	CEM IV/A	Holcim 401, Holcim 402	65–89	
		CEM IV/B		45–64	
<b>CEM V</b>	Kompositzement <sup>3)</sup>	CEM V/A		40–64	18–30
		CEM V/B		20–38	31–49

1) Die Werte (in M.-%) der Tabelle beziehen sich auf die Summe der Haupt- und Nebenbestandteile, d. h. ohne Calciumsulfat oder Zementzusatzmittel.

2) Der Anteil an Silicastaub ist auf 10 M.-% begrenzt.

Hauptbestandteile <sup>1)</sup>								Nebenbestandteile <sup>1) 4)</sup>
Silica-staub	Puzzolane natürlich	Puzzolane natürlich- getempert	Flugasche kiesel- säurereich	Flugasche kalkreich	Gebannter Schiefer	Kalkstein		
D <sup>2)</sup>	P	Q	V	W	T	L	LL	
								0–5
								0–5
								0–5
6–10								0–5
	6–20							0–5
	21–35							0–5
		6–20						0–5
		21–35						0–5
			6–20					0–5
			21–35					0–5
				6–20				0–5
				21–35				0–5
					6–20			0–5
					21–35			0–5
						6–20		0–5
						21–35		0–5
							6–20	0–5
							21–35	0–5
								6–20
								21–35
			12–20					0–5
			21–35					0–5
								0–5
								0–5
								0–5
			11–35					0–5
			36–55					0–5
			18–30					0–5
			31–49					0–5

3) In den Portlandkompositzementen CEM II/A-M und CEM II/B-M, in den Puzzolanzementen CEM IV/A und CEM IV/B und in den Kompositzementen CEM V/A und CEM V/B müssen die Hauptbestandteile neben dem Portlandzementklinker des Zements angegeben werden.

4) Stoffe, die als Nebenbestandteile dem Zement zugegeben werden, dürfen nicht gleichzeitig im Zement als Hauptbestandteil vorhanden sein.

# SIA Merkblatt 2049: Anforderungen an neue Zemente

Das SIA Merkblatt 2049 ermöglicht das Einsatzgebiet anorganischer Bestandteile als Hauptbestandteil im Zement zu erweitern. Es unterstützt damit den Einsatz von nachhaltigen Zementen in der Schweiz. Das Merkblatt regelt das Vorgehen für den Nachweis der Brauchbarkeit von neuen Zementen.

Neue Zemente im Sinne dieses Merkblatts sind:

- Zement mit Haupt- und Nebenbestandteilen gemäss SN EN 197-1, die bezüglich Zusammensetzung aber ausserhalb der Grenzwerte für die Gehalte gemäss SN EN 197-1 liegen.
- Zemente mit anorganischen Bestandteilen, die nicht als Haupt- oder Nebenbestandteile in SN EN 197-1 aufgeführt sind. Diese Zemente können zusätzlich auch Haupt- oder Nebenbestandteile gemäss SN EN 197-1 enthalten.

Die Liste der in der Schweiz frei gegebenen neuen Zemente gemäss SIA Merkblatt 2049 kann auf der Webseite des SIA unter [www.sia.ch/register](http://www.sia.ch/register) abgerufen werden.

## Zusammensetzung und Bezeichnung gemäss SIA Merkblatt 2049

Kurzzeichen	Bezeichnung	Holcim Zementorte	Portlandzementklinker	Bestandteile <sup>1)</sup>		Nebenbestandteile
				normiert	neu <sup>2)</sup>	
ZB/D	CH-Portlandzement		50–64	36–50		0–5
ZB/E			35–49	51–65		0–5
ZB/F			20–34	66–80		0–5
ZN/D		Susteno	50–64		36–50	0–5
ZN/E			35–49		51–65	0–5
ZN/F			20–34		66–80	0–5
HSN	CH-Hüttensandkompositzement		0–20	80–100 <sup>3)</sup>		0–5

1) Die Werte (in M.-%) der Tabelle beziehen sich auf die Summe der Gehalte an Portlandzementklinker und der Bestandteile, d. h. ohne Calciumsulfat oder Zementzusatzmittel.

2) Die Mengenangaben schliessen ggf. normierte Bestandteile gemäss SN EN 197-1 ein.

3) Als Bestandteile dürfen nur solche verwendet werden, die in SN EN 197-1 als hydraulisch oder latent hydraulisch bezeichnet sind, d. h. Hüttensand S und gebrannter Schiefer T.

Holcim Susteno ist der 1. ressourcenschonende Portlandzement (R-Zement) in der Schweiz, bei dem als Hauptbestandteil aufbereitetes Mischgranulat eingesetzt wird. Aufgrund der Rückgewinnung und Wiederaufbereitung des Mischgranulats in der Region schliesst der Zement Holcim Susteno den Baustoff-Kreislauf, schont die Ressourcen, spart Deponieraum und reduziert Emissionen.

## Mechanische und physikalische Anforderungen

Für jede Klasse der Normfestigkeit sind drei Klassen für die Anfangsfestigkeit definiert. Die Buchstaben bedeuten dabei:

- L niedrige Anfangsfestigkeit (Kennbuchstabe L = Low),  
(nur für Hochofenzemente CEM III)
- N normale, übliche Anfangsfestigkeit (Kennbuchstabe N = Normal)
- R hohe Anfangsfestigkeit (Kennbuchstabe R = Rapid)

Festigkeitsklasse	Druckfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]			Erstarrungsbeginn [min]	
	Anfangsfestigkeit		Normfestigkeit		
	2 Tage	7 Tage	28 Tage		
32,5 L	–	≥ 12,0	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 75
32,5 N	–	≥ 16,0			
32,5 R	≥ 10,0	–			
42,5 L	–	≥ 16,0	≥ 42,5	≤ 62,5	≥ 60
42,5 N	≥ 10,0	–			
42,5 R	≥ 20,0	–			
52,5 L	≥ 10,0	–	≥ 52,5	–	≥ 45
52,5 N	≥ 20,0	–			
52,5 R	≥ 30,0	–			

# Chemische Anforderungen

Eigenschaft	Prüfung nach	Zementart <sup>7)</sup>	Festigkeitsklasse	Anforderungen [M.-%] <sup>1)</sup>
Glühverlust	SN EN 196-2	CEM I CEM III	alle	≤ 5,0
Unlöslicher Rückstand	SN EN 196-2 <sup>2)</sup>	CEM I CEM III	alle	≤ 5,0
Sulfatgehalt (als SO <sub>3</sub> )	SN EN 196-2	CEM I CEM II <sup>3)</sup> CEM IV CEM V	32,5 N 32,5 R 42,5 N	≤ 3,5
			42,5 R 52,5 N 52,5 R	≤ 4,0
		CEM III <sup>4)</sup>	alle	
Chloridgehalt	SN EN 196-21	alle <sup>5)</sup>	alle	≤ 0,1 <sup>6)</sup>
Puzzolanität	SN EN 196-5	CEM IV	alle	muss die Prüfung bestehen

- 1) Anforderungen sind als Massenanteil in Prozent des Zementes angegeben.
- 2) Bestimmung des in Salzsäure und Natriumcarbonat unlöslichen Rückstands.
- 3) Zementart CEM II/B-T darf bis 4,5 % Sulfatgehalt (als SO<sub>3</sub>) für alle Festigkeitsklassen enthalten.
- 4) Zementart CEM III/C darf bis 4,5 % Sulfatgehalt (als SO<sub>3</sub>) enthalten.
- 5) Zementart CEM III darf mehr als 0,1 % Chlorid enthalten. In diesem Fall ist der tatsächliche Chloridgehalt auf der Verpackung oder dem Lieferschein anzugeben.
- 6) Für Spannbeton-Anwendungen können Zemente mit weniger als 0,1 % Chlorid hergestellt werden. In diesem Fall ist der tatsächliche Chloridgehalt auf der Verpackung oder dem Lieferschein anzugeben.
- 7) Für Zemente mit hohem Sulfatwiderstand gelten zusätzliche Anforderungen.

## Besondere Eigenschaften

**Zemente mit niedriger Hydratationswärme** werden mit dem Kurzzeichen LH (Low Heat) gekennzeichnet. Die Hydratationswärme darf den charakteristischen Wert von 270 J/g nicht überschreiten. Die Hydratationswärme wird entweder nach 7 Tagen nach SN EN 196-8 oder nach 41 h nach SN EN 196-9 zu bestimmen.

**Zemente mit hohem Sulfatwiderstand** werden mit dem Zusatz SR nach der Festigkeitsklasse bezeichnet. Sie werden in drei Hauptzementarten eingeteilt:

- Portlandzement mit hohem Sulfatwiderstand (CEM I-SR 0 / CEM I-SR 3)  
Merkmal: max. C<sub>3</sub>A-Gehalt im Klinker definiert.
- Hochofenzement mit hohem Sulfatwiderstand (CEM III/B-SR / CEM III/C-SR)  
Merkmal: max. Klinker-Gehalt definiert.
- Puzzolanzement mit hohem Sulfatwiderstand (CEM IV/A-SR / CEM IV/B-SR)  
Merkmal: max. C<sub>3</sub>A- und Klinker-Gehalt definiert

Der nationale Anhang NA definiert die Anerkennung eines Normalzementes in der Schweiz als „Zement mit hohem Sulfatwiderstand“. Für Zemente, welche nicht in der SN EN 197-1 aufgeführt sind, kann gemäss nationalem Anhang NB eine Freigabe mit entsprechenden Sulfatwiderstand-Nachweisen bewirkt werden. Solche neuen, schweizspezifischen Zemente mit hohem Sulfatwiderstand werden mit dem Kürzel HS-CH gekennzeichnet.

In der Schweiz sind nur bestimmte Zementarten für die Verwendung für Beton mit hohem Sulfatwiderstand frei gegeben (Ziffer NA.5.3.4.9 SN EN 206 und Tabelle NA. 11 SN EN 206).

Liste der in der Schweiz zulässigen Holcim-Zemente mit hohem Sulfatwiderstand:

Zementart	Normbezeichnung	Holcim Zementsorte
Portlandzement	CEM I-SR 0	Protego
Portlandzement	CEM I-SR 3	
Hochofenzement	CEM III/B-SR	Modero 3B
Portlandkompositzement	CEM II/B-M (S-T)-HS-CH	Robusto
Portlandsilicastaubzement	CEM II/A-D-HS-CH	Fortico
Puzzolanzement	CEM IV/A (V)-SR	Holcim 401, Holcim 402

Die aktuelle Liste der in der Schweiz frei gegebenen Zemente mit hohem Sulfatwiderstand kann auf der Webseite des SIA unter [www.sia.ch/register](http://www.sia.ch/register) abgerufen werden.

## Bezeichnungsbeispiele SN EN 197-1

<b>CEM</b>	<b>I</b>	<b>52,5</b>	<b>R</b>	
Zement gemäss SN EN 197-1	Zementart Typ I (Portlandzement)	Festigkeitsklasse 52,5	hohe Anfangsfestigkeit	
<b>CEM</b>	<b>II</b> /	<b>A</b> -	<b>LL</b>	<b>42,5</b>
Zement gemäss SN EN 197-1	Zementart Typ II (Portlandkompositzement)	enthält 6–20 M.-% Zusatzstoffe	Zusatzstoff ist hochwertiger Kalkstein	Festigkeitsklasse 42,5
<b>CEM</b>	<b>II</b> /	<b>B</b> -	<b>M</b>	<b>(T-LL)</b>
Zement gemäss SN EN 197-1	Zementart Typ II (Portlandkompositzement)	enthält 21–35 M.-% Zusatzstoffe	enthält mehr als einen Zusatzstoff	Zusatzstoffe sind gebrannter Schiefer und hochwertiger Kalkstein
<b>CEM</b>	<b>II</b> /	<b>B</b> -	<b>M</b>	<b>(S-T)</b>
Zement gemäss SN EN 197-1	Zementart Typ II (Portlandkompositzement)	enthält 21–35 M.-% Zusatzstoffe	enthält mehr als einen Zusatzstoff	Zusatzstoffe sind Hüttensand und gebrannter Schiefer
<b>CEM</b>	<b>III</b> /	<b>B</b>	<b>32,5</b>	<b>N</b>
Zement gemäss SN EN 197-1	Zementart Typ III (Hochofenzement)	enthält 66–80 M.-% Hüttensand als Zusatzstoff	Festigkeitsklasse 32,5	normale Anfangsfestigkeit

## Bezeichnungsbeispiel SIA Merkblatt 2049

<b>ZN</b> /	<b>D</b>	<b>32,5</b>	<b>R</b>
CH-Portlandzement mit neuen Bestandteilen gemäss SIA MB 2049	enthält 36–50 M.-% Zusatzstoffe	Festigkeitsklasse 32,5	hohe Anfangsfestigkeit

<b>N</b>		
normale Anfangsfestigkeit		
<b>42,5</b>	<b>N</b>	
Festigkeitsklasse 42,5	normale Anfangsfestigkeit	
<b>42,5</b>	<b>R</b>	<b>HS-CH</b>
Festigkeitsklasse 42,5	hohe Anfangsfestigkeit	hoher Sulfatwiderstand Schweiz
<b>LH</b>	<b>SR</b>	
niedrige Hydratationswärme	hoher Sulfatwiderstand	

Holcim (Schweiz) AG  
Hagenholzstrasse 83  
8050 Zürich  
Schweiz  
Telefon +41 58 850 68 68  
Telefax +41 58 850 68 69  
marketing-ch@lafargeholcim.com  
www.holcim.ch  
www.holcimpartner.net

