



TIM LINK, FLIEßESTRICHFORUM 03.09.2024, FULDA

## CO<sub>2</sub>-Fußabdruck von Calciumsulfat – der Rohstoff macht's

**CASEA**  
IM AUFTRAG DER ZUKUNFT

# Warum CO<sub>2</sub>?

- Bauen trägt weltweit zu etwa 21% der CO<sub>2</sub>-Emissionen bei

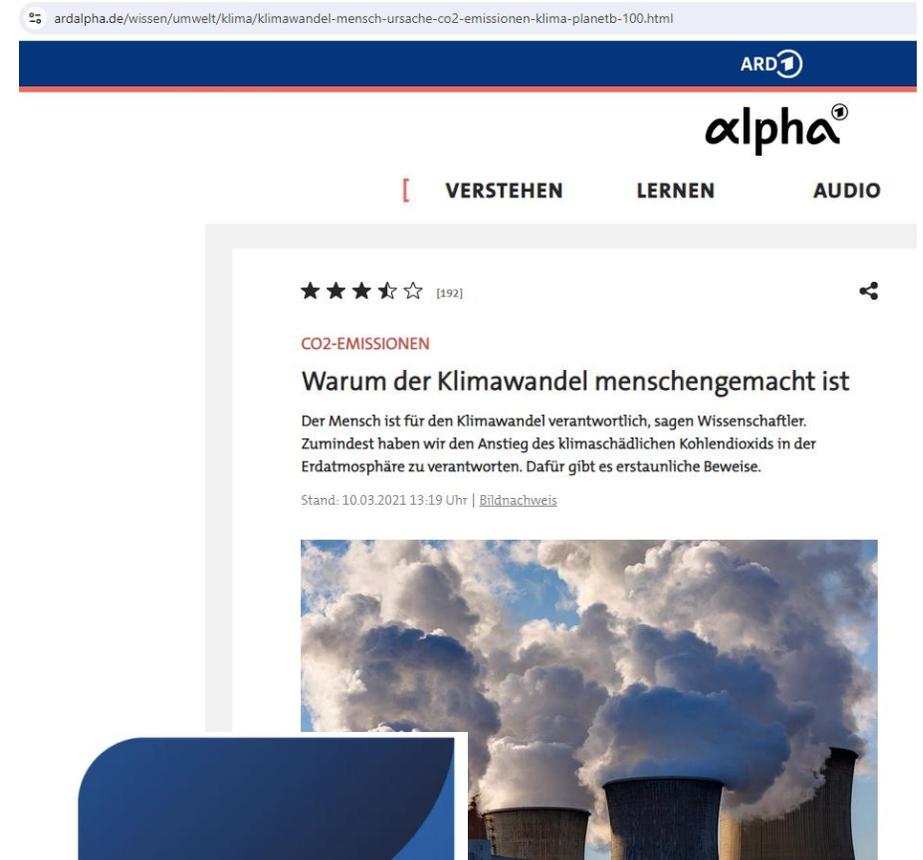


125 Jahre

## Klimaschutz beim Bauen

### Den gesamten Lebenszyklus in den Blick nehmen

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Bau und Nutzung von Gebäuden sind für etwa 30 Prozent der Emissionen in Deutschland verantwortlich. Um dies deutlich zu reduzieren, muss der gesamte Lebenszyklus eines Gebäudes beachtet und die Umweltwirkungen minimiert werden.



# Warum CO<sub>2</sub>?

- Welche Auswirkungen hat die CO<sub>2</sub>-Thematik auf unseren Alltag?
- spezielle Bauvorhaben mit Anspruch an eine gute Ökobilanz (z.B. DGNB oder QNG zertifiziert)
- EU-Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden
  - Für alle Neubauten muss verpflichtend ab 2030 eine Lebenszyklusanalyse (LCA) erstellt werden
  - Für Neubauten > 1000m<sup>2</sup> muss verpflichtend ab 2028 eine LCA erstellt werden
  - Bis 2027 muss Deutschland Grenzwerte für kumulative Lebenszyklus-Treibhausgaspotenziale festlegen (Einhaltung ab 2030)

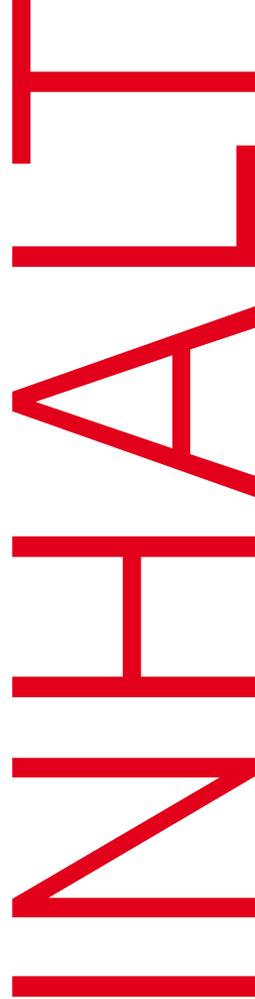
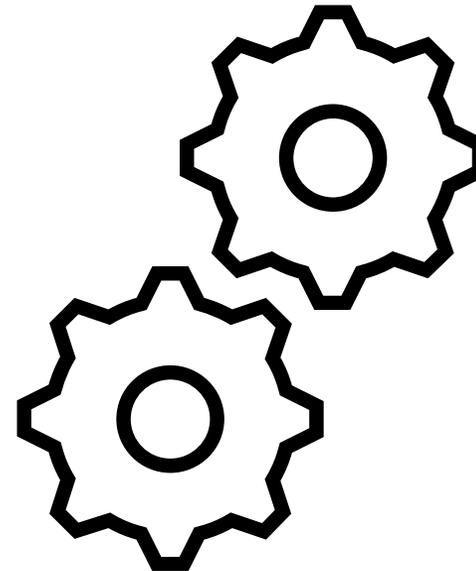


## 1. Calciumsulfat-Bindemittel

- Herstellung
- CO<sub>2</sub>-Fußabdruck
- Eigenschaften

## 2. Ökobilanz von Calciumsulfat-Estrich

- Umwelt-Produktdeklaration (EPD)



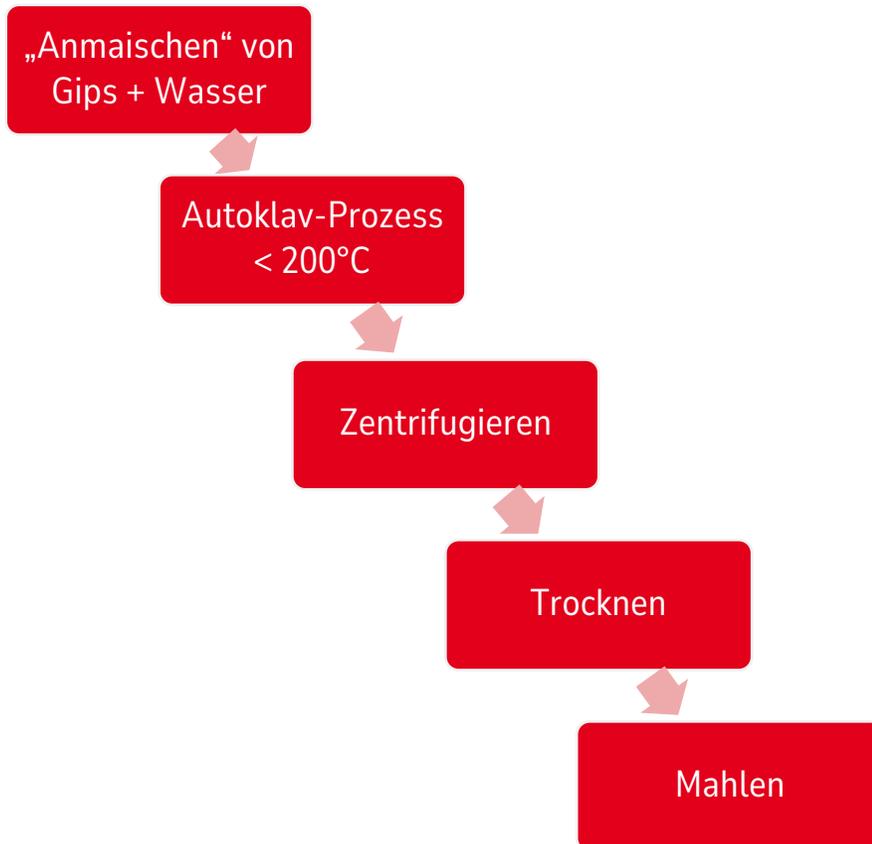
# Merkblätter

<https://pro-fliessestrich.de/downloads/>



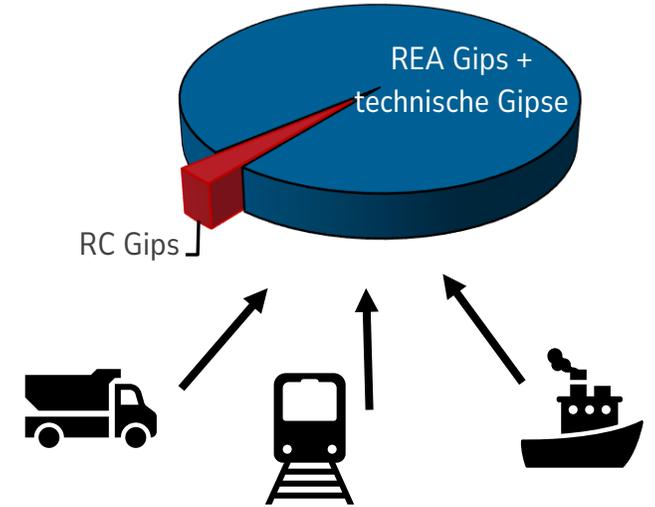
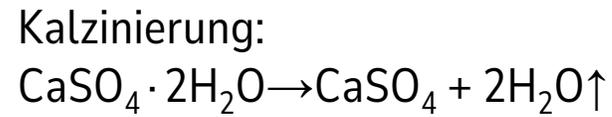
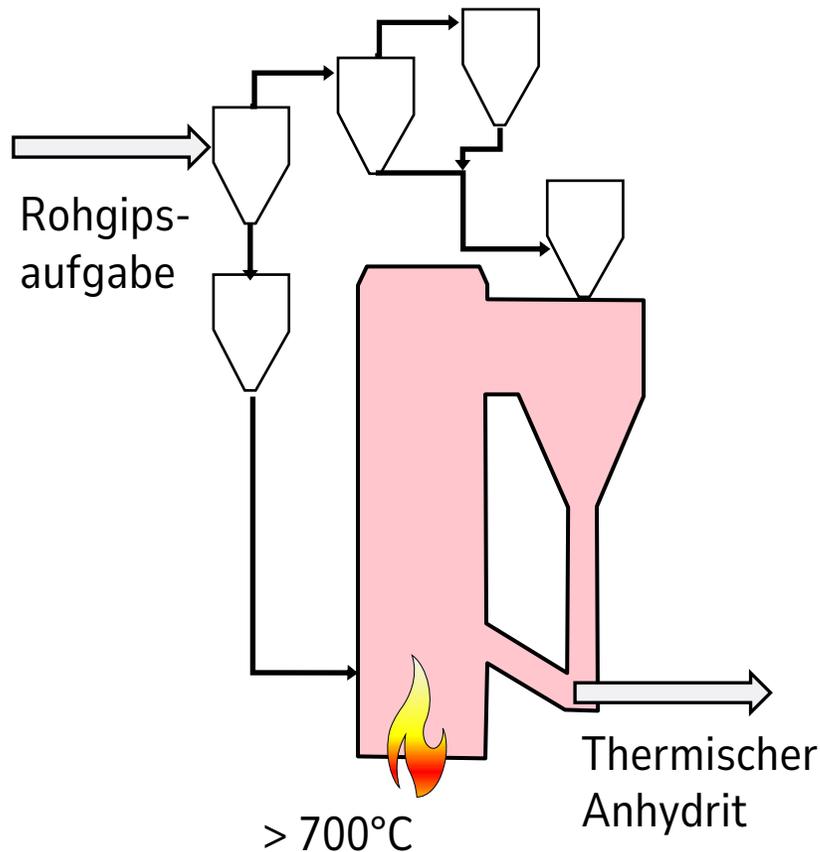
# Calciumsulfat-Bindemittel – alpha Halbhydrat

Produktion von alpha-Halbhydrat im Suspensionsautoklav



Suspensionsautoklaven, Lippewerk Lünen

# Calciumsulfat-Bindemittel: Thermischer Anhydrit

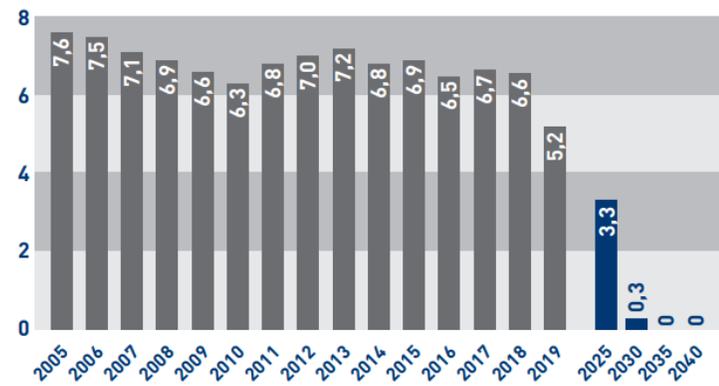


# Calciumsulfat-Bindemittel: Thermischer Anhydrit

## Rohstoffversorgung

- Kohleausstieg in Deutschland bis 2038 ggf. schon 2035
- sukzessiver Rückgang der aus Deutschland verfügbaren REA-Gips Mengen
- Alternativen: REA aus dem Ausland und Naturgips

Abb. 43: Produktionsmenge von REA-Gips\* (in Mio. t)



Quelle: REA-Gips-Menge bis 2019 VGB PowerTech e.V.; ab 2025: bbs-Berechnungen, Annahmen zur Nettostromerzeugung entnommen aus: Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut 2021

# Calciumsulfat-Bindemittel: Natürlicher Anhydrit



- Energieeffiziente Produktion: Brechen → Trocknen → Mahlen
- Gute Verfügbarkeit

# Calciumsulfat-Bindemittel: Synthetischer Anhydrit

- Koppelprodukt aus der Herstellung von Flusssäure
- Flusssäure wird unter anderem benötigt für:
  - Kältemittel für Klimaanlage und Wärmepumpen
  - Fluorpolymere (Teflon®, PFAS...)
  - Elektronik
  - metallverarbeitende Industrie
  - Herstellung von Autoakkus

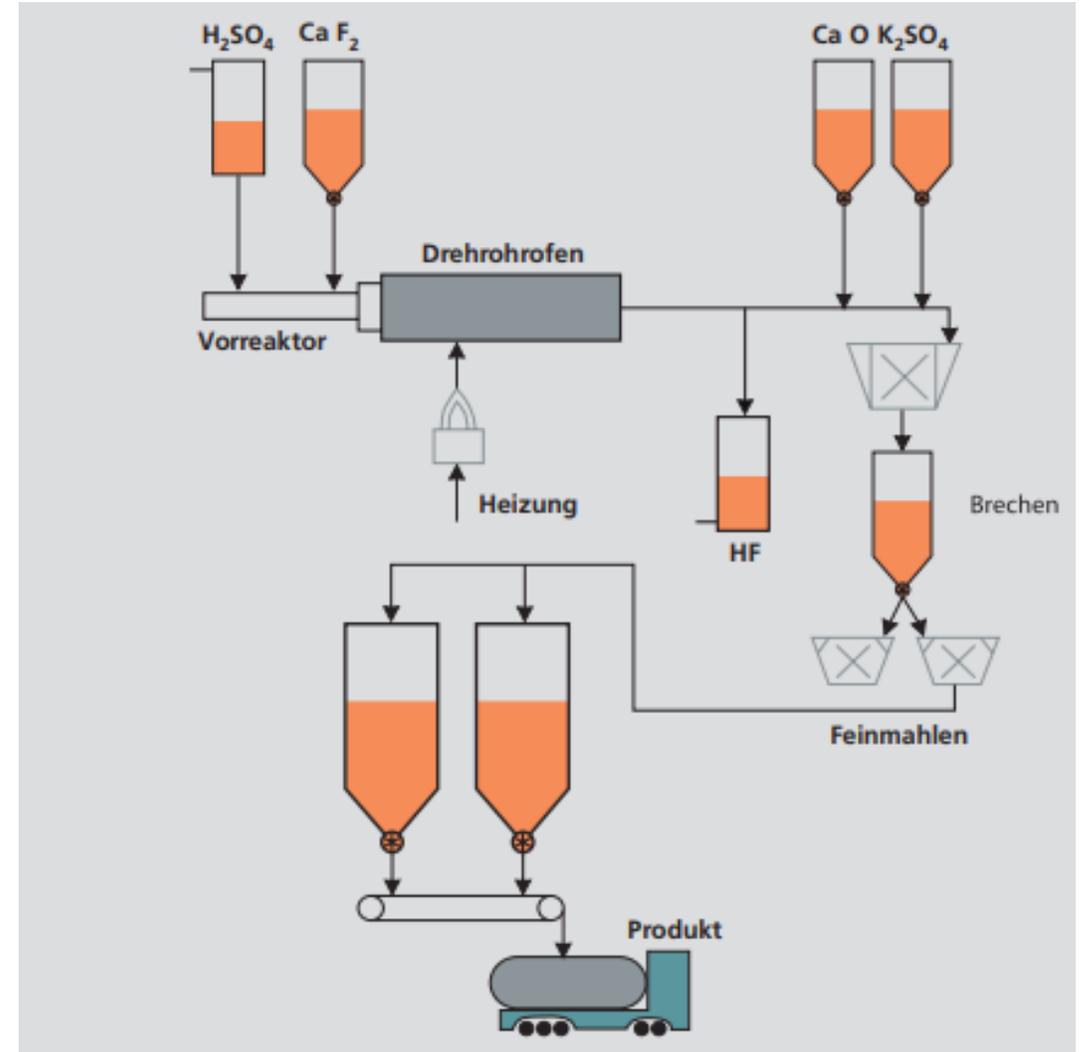
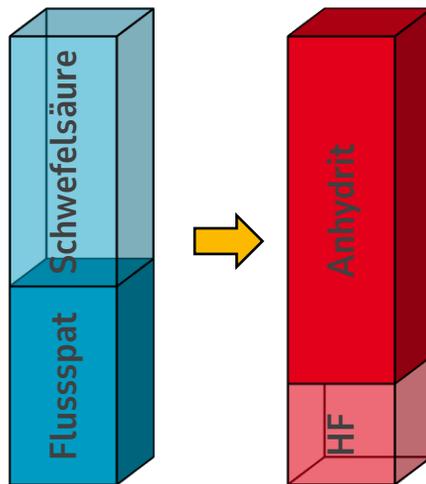
→schwankende, konjunkturabhängige Verfügbarkeit



Quelle: <https://www.eurofluor.org/hf-production/>

# Calciumsulfat-Bindemittel: Synthetischer Anhydrit

- Koppelprodukt aus der Herstellung von Flusssäure (HF)
- Rohstoffe (Flussspat) kommt z.T. „aus aller Welt“
- wirtschaftliche Allokation der CO<sub>2</sub>-Emissionen



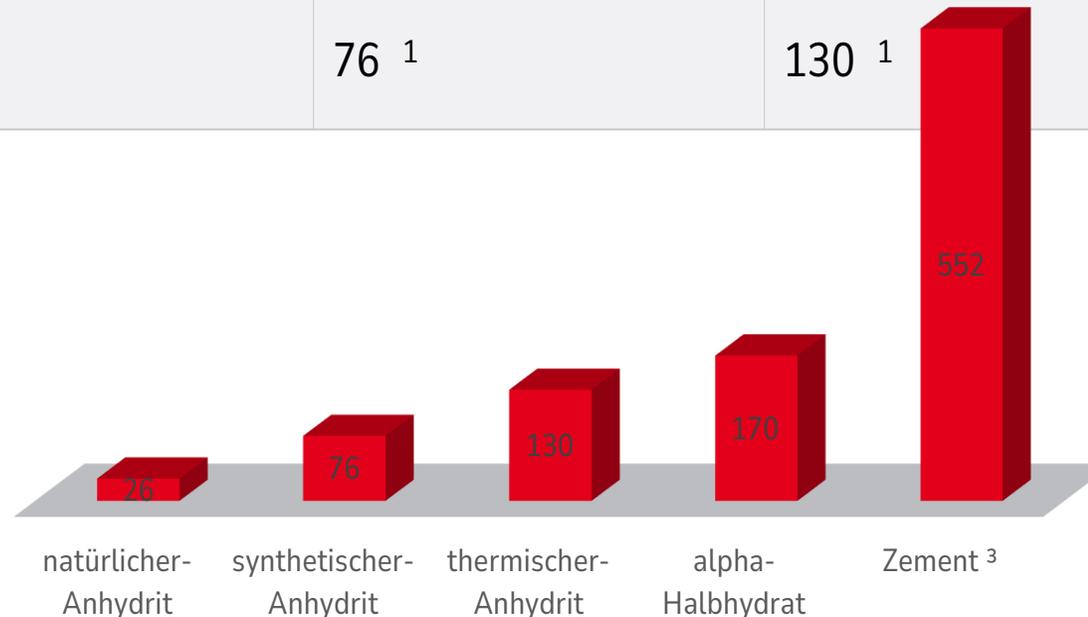
Quelle: <https://www.eurofluor.org/hf-production/>

# CO<sub>2</sub>-Fußabdruck

	Natürlicher Anhydrit	Synthetischer Anhydrit	Thermischer Anhydrit	Alpha-Halbhydrat
Vorrangiger Energieträger	Strom	Gas	Gas/ Braunkohlenstaub	Dampf
Max. Temperatur zur Herstellung	Nur für Trocknung des Steins	300-600 °C	700 °C	< 200 °C
GWP [CO <sub>2</sub> -Äq kg/t]	26 <sup>1</sup>	76 <sup>1</sup>	130 <sup>1</sup>	170 <sup>2</sup>

GWP = Global Warming Potenzial als CO<sub>2</sub>-Äquivalent

- Kohlenstoffdioxid = 1
- Methan = 25
- Lachgas = 298
- FKW und FCKW= 12 bis 14800
- ...



<sup>1</sup> Generische Daten; GaBi 10.0, Sphera

<sup>2</sup> Eigene Berechnung

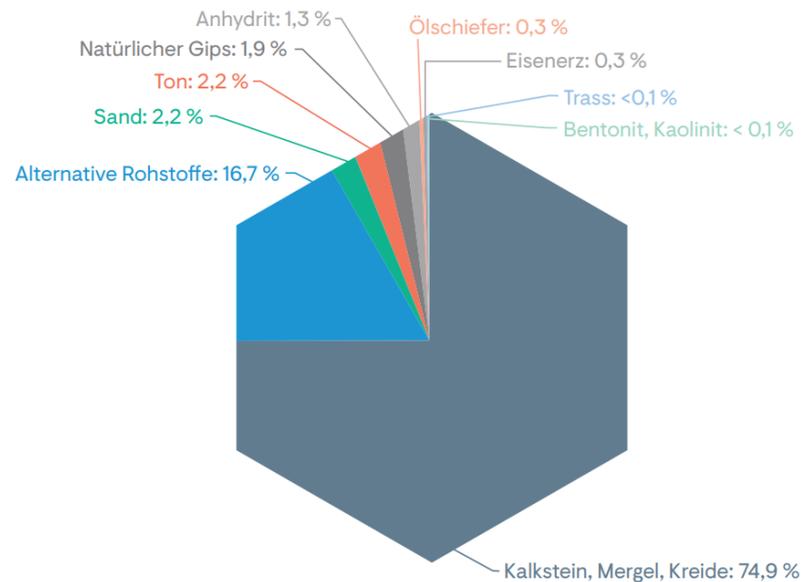
<sup>3</sup> EPD-VDZ-20210336-IAG1-DE A1-A3

# CO<sub>2</sub>-Fußabdruck kalk- und calciumsulfathaltiger Bindemittel im Vergleich

Was passiert beim Brennen?

- 1 t Kalkstein setzt 440 kg chemisch gebundenes CO<sub>2</sub> frei
- 1 t Gipsstein setzt 210 kg chemisch gebundenes H<sub>2</sub>O frei

Rohstoffeinsatz der deutschen Zementindustrie 2022



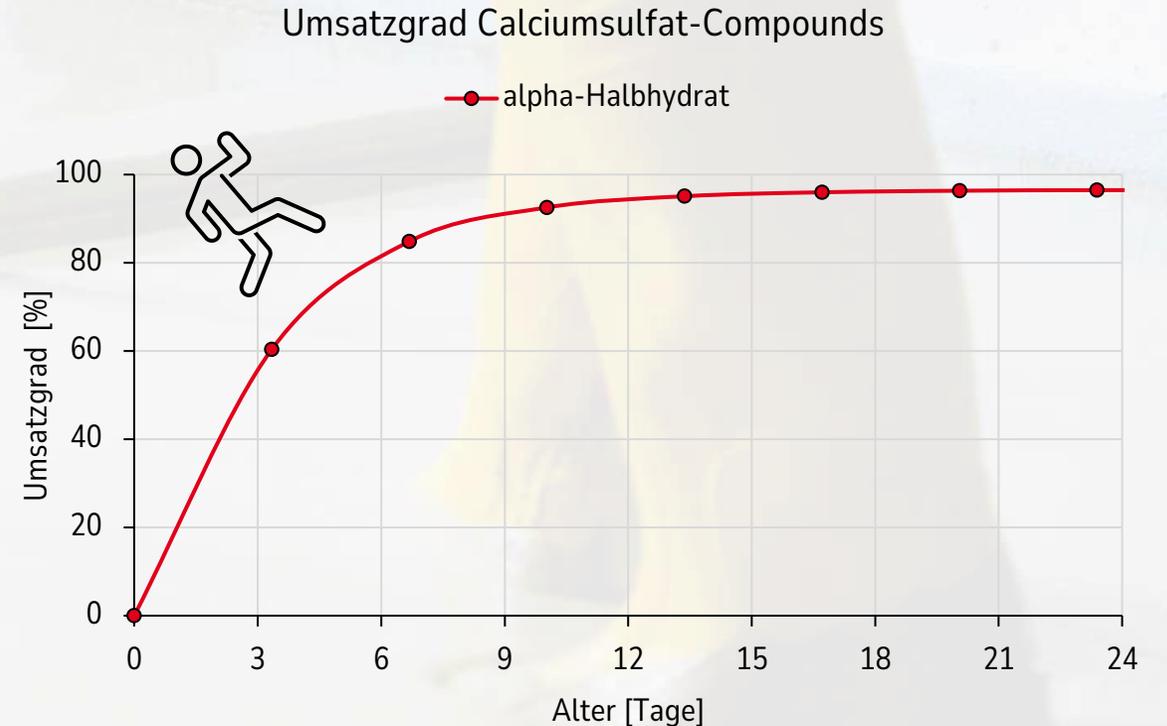
Quelle: VDZ



# Eigenschaften von Calciumsulfat-Bindemitteln

## alpha-Halbhydrat – Bindemittel Eigenschaften

- Reagiert sehr schnell und vollständig
- Fließestriche auf Basis von alpha-Halbhydrat müssen immer verzögert werden
- Kein „Kalk“ (CaO) enthalten

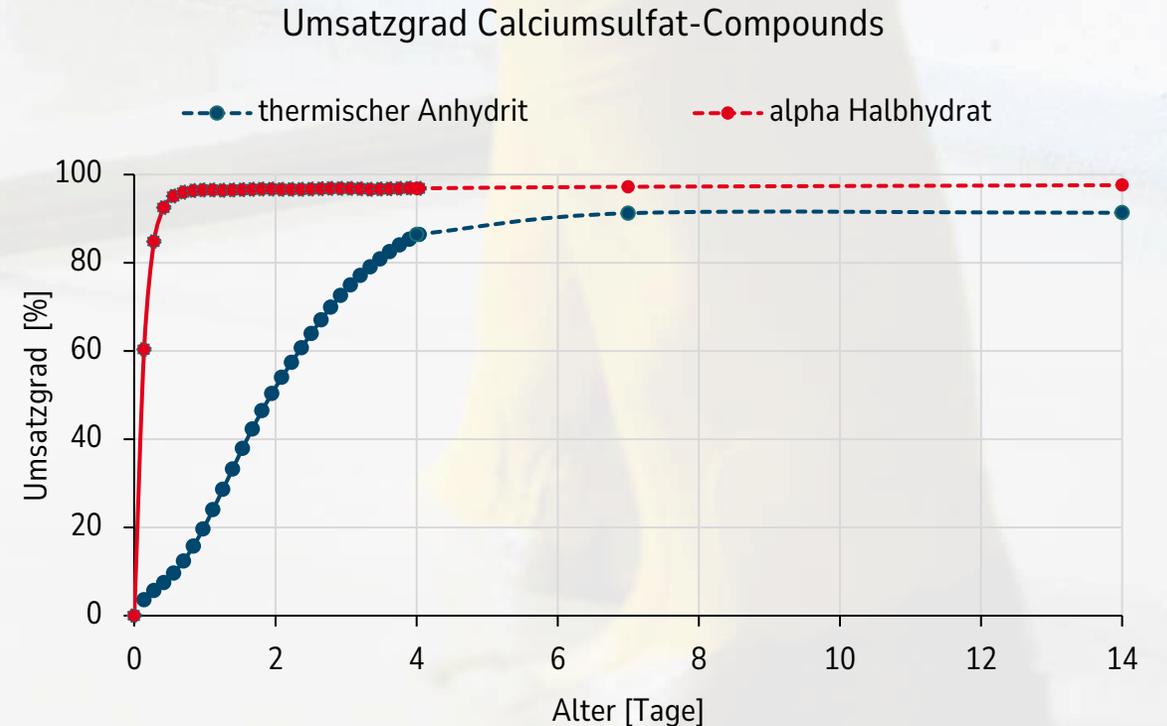


„Modell-Alpha-Compound“  
99,7 %      alpha-Halbhydrat  
0,3 %      Fließmittel

# Eigenschaften von Calciumsulfat-Bindemitteln

## Thermischer Anhydrit – Bindemittel Eigenschaften

- Benötigt Anreger für Reaktion
- Reagiert rel. zügig und vollständig mit Wasser
- Thermischer Anhydrit aus Lünen enthält keinen „Kalk“ (CaO)!



Untersuchung von „Modell-Anhydrit-Compounds“

1% Anreger  $K_2SO_4$

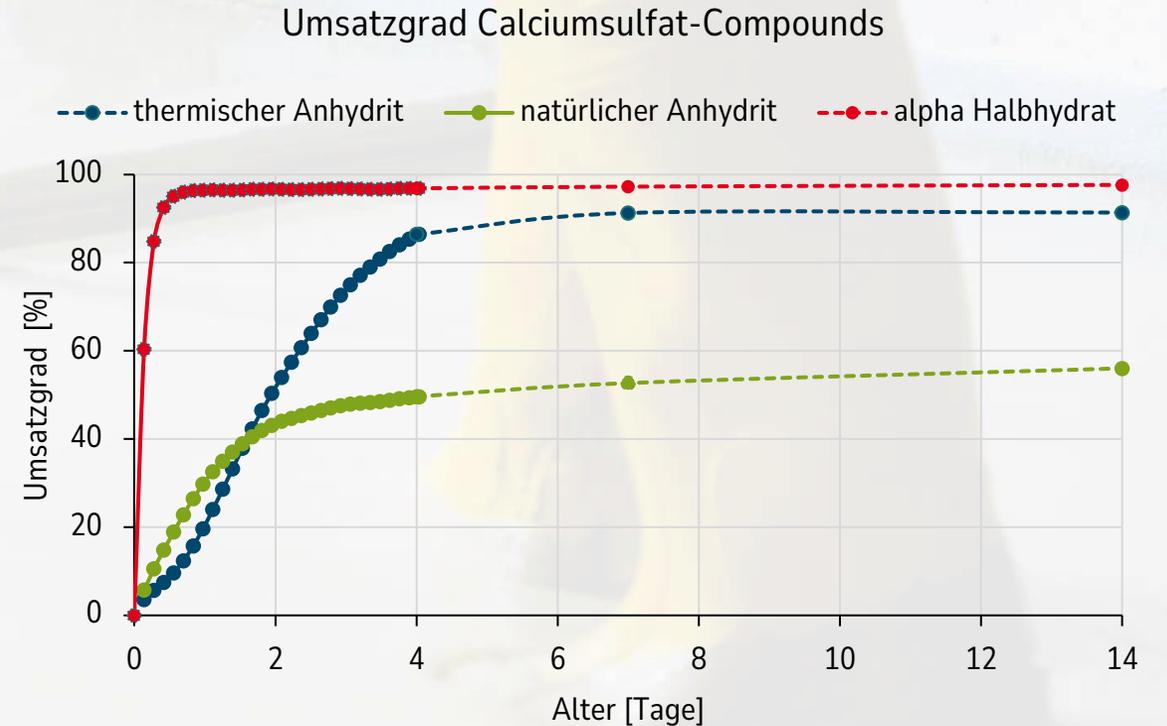
1% Zement

0,3% Fließmittel

# Eigenschaften von Calciumsulfat-Bindemitteln

## Natürlicher Anhydrit - Bindemittel Eigenschaften

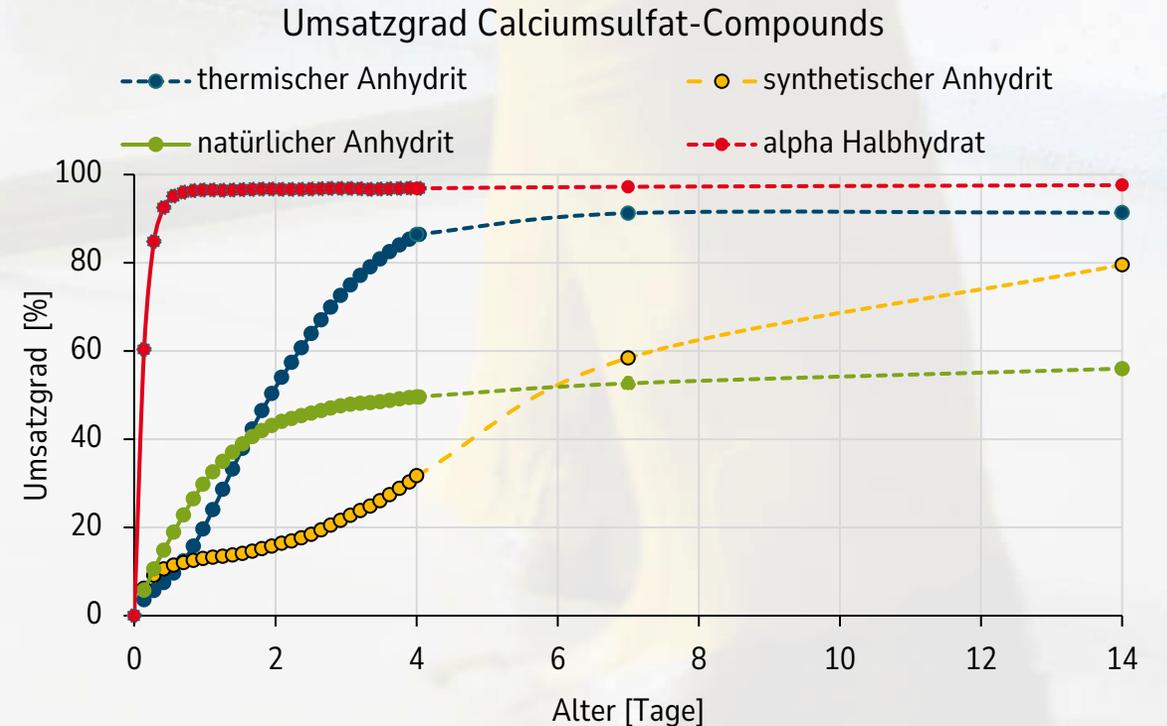
- Benötigt Anreger für Reaktion
- Reagiert rel. zügig mit Wasser
- Umsatzgrade je nach Feinheit ca. 50 %
- enthält keinen „Kalk“ (CaO)



# Eigenschaften von Calciumsulfat-Bindemitteln

## Synthetischer Anhydrit – Bindemittel Eigenschaften

- Benötigt Anreger für Reaktion
- Reagiert rel. langsam mit Wasser
- Mittlere Umsatzgrade
- enthält „Kalk“ ( $\text{Ca(OH)}_2$  oder  $\text{CaO}$ )

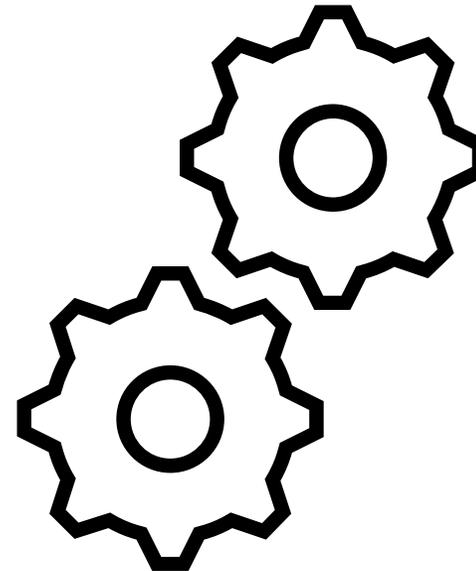


## 1. Calciumsulfat-Bindemittel

- Herstellung
- CO<sub>2</sub>-Fußabdruck
- Eigenschaften

## 2. Ökobilanz von Calciumsulfat-Estrich

- Umwelt-Produktdeklaration (EPD)



## UMWELT-PRODUKTDEKLARATION

nach ISO 14025 und EN 15804+A2

Deklarationsinhaber	Bundesverband der Gipsindustrie e.V. / Industriegruppe Estrichstoffe
Herausgeber	Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)
Programmhalter	Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)
Deklarationsnummer	EPD-BVG-20230136-IBE1-DE
Ausstellungsdatum	29.08.2023
Gültig bis	28.08.2028

**Calciumsulfat-Fließestrich und konventioneller Calciumsulfat-Estrich**  
**Bundesverband der Gipsindustrie /**  
**Industriegruppe Estrichstoffe**

[www.ibu-epd.com](http://www.ibu-epd.com) | <https://epd-online.com>



## UMWELT-PRODUKTDEKLARATION

nach ISO 14025 und EN 15804+A2

Deklarationsinhaber	Verband für Dämmsysteme, Putz und Mörtel e.V.
Herausgeber	Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)
Programmhalter	Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)
Deklarationsnummer	EPD-VDP-20230397-IBO1-DE
Ausstellungsdatum	12.03.2024
Gültig bis	11.03.2029

**Estrichmörtel-Calciumsulfatestrich**  
**Verband für Dämmsysteme, Putz und Mörtel**  
**e.V. (VDPM)**

[www.ibu-epd.com](http://www.ibu-epd.com) | <https://epd-online.com>



# EPD – Ökobilanz – BV-Gips

## Deklariertes Produkt/deklarierte Einheit

1 kg Estrich (trocken, vor Wasserzugabe), geliefert als lose Ware im Silo, Fahrmischer oder in mobilen Mischanlagen

Die Deklaration gilt unabhängig von der Lieferung auch für Werk-Trockenmörtel, Werk-Frischmörtel oder Bindemittel-Compound, denen nur noch Zuschlag und Wasser zugegeben werden.

**UMWELT-PRODUKTDEKLARATION**  
nach ISO 14025 und EN 15804+A2

Deklarationsinhaber	Bundesverband der Gipsindustrie e.V. / Industriegruppe Estrichstoffe
Herausgeber	Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)
Programmhälter	Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)
Deklarationsnummer	EPD-BVG-20230136-IBE1-DE
Ausstellungsdatum	29.08.2023
Gültig bis	28.08.2028

**Calciumsulfat-Fließestrich und konventioneller Calciumsulfat-Estrich**  
**Bundesverband der Gipsindustrie / Industriegruppe Estrichstoffe**

[www.ibu-epd.com](http://www.ibu-epd.com) | <https://epd-online.com>



# EPD – Umwelt-Produktdeklaration

- EPDs enthalten Informationen zur Ökobilanz (LCA) von Bauprodukten



## 5. LCA: Ergebnisse

Die folgende Tabelle zeigt die Ökobilanzergebnisse für den Lebenszyklus. Anzumerken ist, dass im Entsorgungsstadium von einer Deponierung ausgegangen wird und die entsprechenden Ökobilanzergebnisse in der Spalte für Modul C4 angegeben werden. Die Spalte C3 (Recycling) erscheint in den Ergebnissen mit den Zahlenwerten '0'.

**ANGABE DER SYSTEMGRENZEN (X = IN ÖKOBILANZ ENTHALTEN; ND = MODUL ODER INDIKATOR NICHT DEKLARIERT; MNR = MODUL NICHT RELEVANT)**

Produktionsstadium			Stadium der Errichtung des Bauwerks		Nutzungsstadium							Entsorgungsstadium			Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenze	
Rohstoffversorgung	Transport	Herstellung	Transport vom Hersteller zum Verwendungsort	Montage	Nutzung/Anwendung	Instandhaltung	Reparatur	Ersatz	Erneuerung	Energieeinsatz für das Betreiben des Gebäudes	Wassereinsatz für das Betreiben des Gebäudes	Rückbau/Abriss	Transport	Abfallbehandlung	Beseitigung	Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs- oder Recyclingpotenzial
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D

# EPD – Umwelt-Produktdeklaration

- EPDs enthalten Informationen zur Ökobilanz (LCA) von Bauprodukten.
- CO<sub>2</sub> und weitere klimaschädliche Emissionen werden zum GWP (Global Warming Potential) zusammengefasst.
- Die Zahlenwerte sind in Potenzschreibweise dargestellt.

Indikator	Einheit	A1-A3
GWP-total	kg CO <sub>2</sub> -Äq	8,05E-02

Komma um 2 Stellen nach links schieben → 0,085 kg CO<sub>2</sub> Äq/kg



## 5. LCA: Ergebnisse

Die folgende Tabelle zeigt die Ökobilanzergebnisse für den Lebenszyklus. Anzumerken ist, dass im Entsorgungsstadium von einer Deponierung ausgegangen wird und die entsprechenden Ökobilanzergebnisse in der Spalte für Modul C4 angegeben werden. Die Spalte C3 (Recycling) erscheint in den Ergebnissen mit den Zahlenwerten '0'.

ANGABE DER SYSTEMGRENZEN (X = IN ÖKOBILANZ ENTHALTEN; ND = MODUL ODER INDIKATOR NICHT DEKLARIERT; MNR = MODUL NICHT RELEVANT)

Produktionsstadium			Stadium der Errichtung des Bauwerks		Nutzungsstadium								Entsorgungsstadium			Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenze
Rohtstoffversorgung	Transport	Herstellung	Transport vom Hersteller zum Verwendungsort	Montage	Nutzung/Anwendung	Instandhaltung	Reparatur	Ersatz	Erneuerung	Energieeinsatz für das Betreiben des Gebäudes	Wassereinsatz für das Betreiben des Gebäudes	Rückbau/Abriss	Transport	Abfallbehandlung	Beseitigung	Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs- oder Recyclingpotenzial
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
X	X	X	X	X	MND	MND	MNR	MNR	MNR	MND	MND	X	X	X	X	X

## ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ – UMWELTAUSWIRKUNGEN nach EN 15804+A2: 1 kg Estrich (trocken, vor Wasserzugabe)

Indikator	Einheit	A1-A3	A4	A5	C1	C2	C3	C4	D
GWP-total	kg CO <sub>2</sub> -Äq.	8,05E-02	1,26E-02	1,2E-04	8,3E-04	6,29E-03	0	1,52E-02	0
GWP-fossil	kg CO <sub>2</sub> -Äq.	7,95E-02	1,2E-02	1,16E-04	8,29E-04	6,01E-03	0	1,52E-02	0
GWP-biogenic	kg CO <sub>2</sub> -Äq.	9,27E-04	5,53E-04	3,54E-06	1,21E-06	2,77E-04	0	6,33E-07	0
GWP-luluc	kg CO <sub>2</sub> -Äq.	5,54E-05	2,85E-07	2,51E-07	1,89E-08	1,42E-07	0	4,37E-05	0
ODP	kg CFC11-Äq.	4,8E-16	1,26E-18	2,96E-18	8,38E-20	6,32E-19	0	5,62E-17	0
AP	mol H <sup>+</sup> -Äq.	1,82E-04	1,13E-05	1,88E-07	3,92E-06	5,64E-06	0	1,09E-04	0
EP-freshwater	kg P-Äq.	7,89E-08	2,56E-09	3,83E-09	1,7E-10	1,28E-09	0	2,6E-08	0
EP-marine	kg N-Äq.	4,39E-05	3,42E-06	6,91E-08	1,84E-06	1,71E-06	0	2,8E-05	0
EP-terrestrial	mol N-Äq.	4,8E-04	3,83E-05	5,94E-07	2,02E-05	1,92E-05	0	3,08E-04	0
POCP	kg NMVOC-Äq.	1,29E-04	1E-05	1,47E-07	5,22E-06	5E-06	0	8,48E-05	0
ADPE	kg Sb-Äq.	8,48E-09	3,59E-10	3,71E-11	2,38E-11	1,79E-10	0	1,36E-09	0
ADPF	MJ	1,13E+00	1,7E-01	1,5E-03	1,13E-02	8,48E-02	0	1,99E-01	0
WDP	m <sup>3</sup> Welt-Äq. entzogen	2,95E-03	2,34E-05	1,29E-02	1,56E-06	1,17E-05	0	1,59E-03	0

GWP = Globales Erwärmungspotenzial; ODP = Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht; AP = Versauerungspotenzial von Boden und Wasser; EP = Eutrophierungspotenzial; POCP = Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon; ADPE = Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen – nicht fossile Ressourcen (ADP – Stoffe); ADPF = Potenzial für die Verknappung abiotischer Ressourcen – fossile Brennstoffe (ADP – fossile Energieträger); WDP = Wasser-Entzugspotenzial (Benutzer)

# EPD – Umwelt-Produktdeklaration

Umrechnung der LCA-Daten von 1 kg auf 1 m<sup>3</sup>

- Produktdatenblätter der Hersteller
- Rezepturvorschläge

## > Rezepturvorschlag für 1 m<sup>3</sup>

		F4 C20 [kg/m <sup>3</sup> ]
RADDITRANS T		525
0/2 (trocken)	65%	920
2/8 (trocken)	35%	495
Wasser		283

Für 1 m<sup>3</sup> Estrich benötigt man 1940 kg „Trockenmasse“

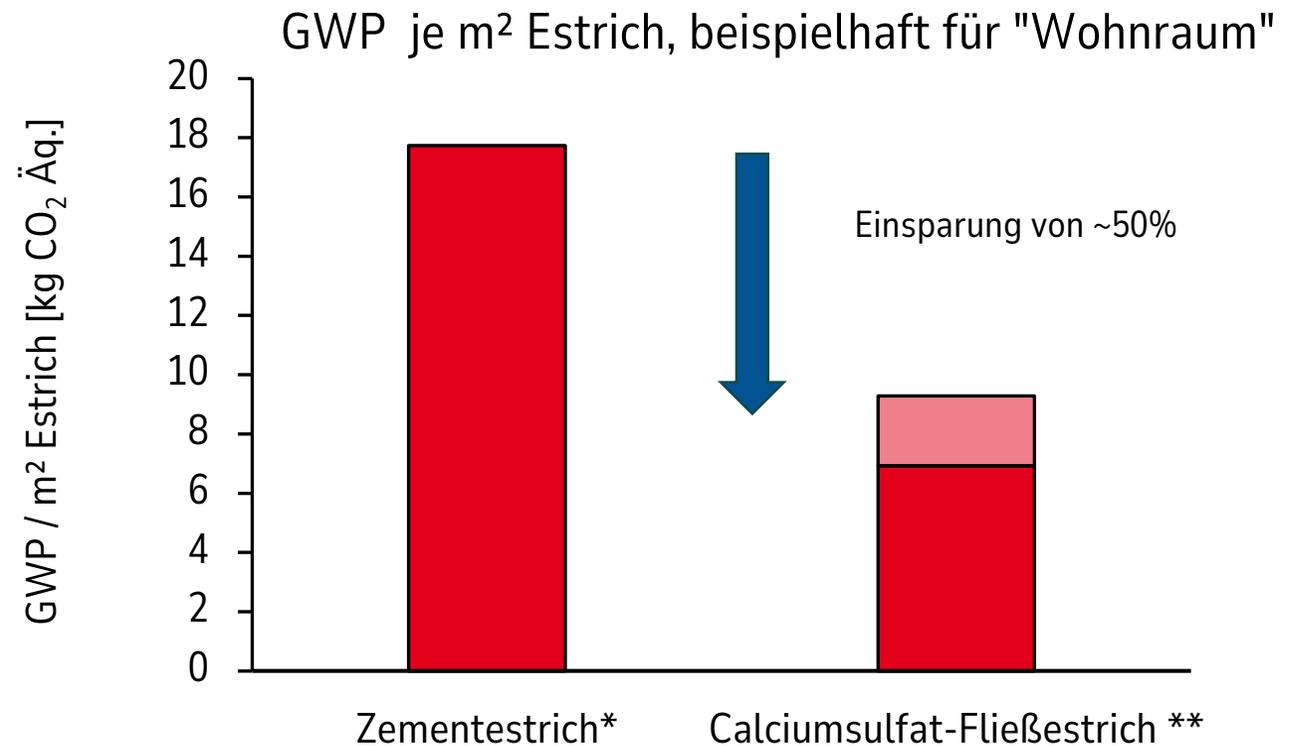
# Calciumsulfat-Fließestriche zeichnen sich durch ihren vorteilhaften CO<sub>2</sub>-Fußabdruck aus

- CO<sub>2</sub>-effiziente Rohstoffe
- Nenndickenreduzierung (DIN 18560-2)

Tabelle 1 — Nenndicken und Biegezugfestigkeit unbeheizter Estriche auf Dämmschichten für verschiedene lotrechte Nutzlasten

Estrichart	Biegezugfestigkeitsklasse nach DIN EN 13813	Estrichmengen <sup>a</sup> in mm EL=Einzellasten <sup>d</sup> FL=Flächenlasten				Bestätigungsprüfung Biegezugfestigkeit $\sigma_{BZ}$ N/mm <sup>2</sup>	
		bei einer Zusammendrückbarkeit der Dämmschicht C					
		$\leq 5$ mm <sup>c</sup>		$\leq 3$ mm		kleinster Einzelwert	Mittelwert
EL $\leq 1$ kN	EL $\leq 2$ kN	EL $\leq 3$ kN	EL $\leq 4$ kN	FL $\leq 2$ kN/m <sup>2</sup>	FL $\leq 3$ kN/m <sup>2</sup>	FL $\leq 4$ kN/m <sup>2</sup>	FL $\leq 5$ kN/m <sup>2</sup>
Calciumsulfat-Fließestrich CAF	F4	$\geq 35$	$\geq 50$	$\geq 60$	$\geq 65$	$\geq 3,5$	$\geq 4,0$
	F5	$\geq 35$	$\geq 45$	$\geq 50$	$\geq 55$	$\geq 4,5$	$\geq 5,0$
	F7	$\geq 35$	$\geq 40$	$\geq 45$	$\geq 50$	$\geq 6,5$	$\geq 7,0$
Calciumsulfat-estrich CA	F4	$\geq 45$	$\geq 65$	$\geq 70$	$\geq 75$	$\geq 2,0$	$\geq 2,5$
	F5	$\geq 40$	$\geq 55$	$\geq 60$	$\geq 65$	$\geq 2,5$	$\geq 3,5$
	F7	$\geq 35$	$\geq 50$	$\geq 55$	$\geq 60$	$\geq 3,5$	$\geq 4,5$
Kunstharzestrich SR	F7	$\geq 35$	$\geq 50$	$\geq 55$	$\geq 60$	$\geq 4,5$	$\geq 5,5$
	F10	$\geq 30$	$\geq 40$	$\geq 45$	$\geq 50$	$\geq 6,5$	$\geq 7$
Magnesiaestrich <sup>b</sup> MA	F4	$\geq 45$	$\geq 65$	$\geq 70$	$\geq 75$	$\geq 2,0$	$\geq 2,5$
	F5	$\geq 40$	$\geq 55$	$\geq 60$	$\geq 65$	$\geq 2,5$	$\geq 3,5$
	F7	$\geq 35$	$\geq 50$	$\geq 55$	$\geq 60$	$\geq 3,5$	$\geq 4,5$
Zementestrich CT	F4	$\geq 45$	$\geq 65$	$\geq 70$	$\geq 75$	$\geq 2,0$	$\geq 2,5$
	F5	$\geq 40$	$\geq 55$	$\geq 60$	$\geq 65$	$\geq 2,5$	$\geq 3,5$

<sup>a</sup> Bei Dämmschichten  $\leq 40$  mm kann die Estrichdicke um 5 mm reduziert werden, die Mindestmengen von 35 mm darf nicht unterschritten werden.  
<sup>b</sup> Die Oberflächenhärte bei Steinestrichen muss mindestens SH30 nach DIN EN 13813 betragen.  
<sup>c</sup> Bei lotrechten Nutzlasten bis 2,0 kN/m<sup>2</sup> sind im Ausnahmefall höhere Zusammendrückbarkeiten bis 10 mm zulässig. In diesem Fall muss die Estrichmengen um 5 mm erhöht werden.  
<sup>d</sup> Bei Einzellasten sind für deren Auftragsflächen im Allgemeinen zusätzliche planerische Überlegungen erforderlich. Das Gleiche gilt für Fahrbeanspruchung.



\* EPD-VDP-20230396-IBO1-DE

\*\* EPD-VDP-20230397-IBO1-DE und EPD-BVG-20230136-IBE1-DE

**CASEA**

IM AUFTRAG DER ZUKUNFT

**Dr.-Ing Tim Link**

Leitung Produktmanagmenet

+49 160 96516676

[tim.link@casea-gips.de](mailto:tim.link@casea-gips.de)

[www.casea-gips.de](http://www.casea-gips.de)



DE  
K  
N  
A  
D