

# Forschungsansätze für das Recycling von Calciumsulfat-Fließestrichen

Autoren: Andreas Hecker, Alexander Schnell, Horst-Michael Ludwig

## Abstract:

Gips ist ein wichtiger Baustoff und wird vor allem im Hochbau im Innenbereich eingesetzt. Neben Gipskarton- und Gipswandbauplatten werden calciumsulfathaltige Baustoffe in Form von Estrichen für Fußböden und auf Wand- und Deckenoberflächen als Putz eingesetzt. Die Nachfrage an Rohgips wird momentan noch zu ca. 60 % mit Rauchgasentschwefelungsgips (REA-Gips, Nebenprodukt aus der Kohleverstromung) gedeckt. Etwa 40 % werden durch den Abbau von Naturgips zugeführt [1]. Entsprechend den nationalen und internationalen Klimaschutzzielen und der damit verbundenen Energiewende wird die Versorgung der Gipsindustrie mit REA-Gips sehr stark zurückgehen. Das Recycling von Gipsbaustoffen wird ein eher kleiner aber wichtiger Beitrag zur effektiven Ressourcennutzung und -schonung werden. Momentan sind Gipskartonplatten die wichtigste Versorgungsquelle für das Gipsrecycling [1]. Eine zweite, massenmäßig interessante Quelle könnten ausgebaut Calciumsulfatestriche sein. Diese Ressource wurde bis jetzt weder bilanziert noch verwertet.

Im Verbundforschungsprojekt „WIR! – Gipsrecycling als Chance für den Südhaz“ sind Unternehmen und Hochschulen damit beschäftigt, verschiedene Calciumsulfatressourcen zu bewerten und anwendungstechnisch zu untersuchen. Erste Ergebnisse zur Nutzung von Calciumsulfatestrichen liegen jetzt vor.

## **1. Einführung**

Nach einer Schätzung von Altmann et.al. [2], [3] wurden von 1976 bis 1989 in der damaligen DDR 75 Mio.m<sup>2</sup> Calciumsulfat- Fließestrich und 75 Mio. m<sup>2</sup> Estrich verbaut. Das entspricht in Summe etwa 6 Mio. m<sup>3</sup> bei einer angenommenen Einbaustärke von 4 cm. In der damaligen BRD betrug 1989 der Anteil an Calciumsulfatestrich am Gesamtestrichmarkt nur 9 % und am Fließestrich 3 %. Nach 1990 stieg der Anteil allerdings sehr stark an. Calciumsulfatestriche haben heute in Deutschland einen Estrichmarktanteil von knapp 50 % mit jährlich ca. 1,3 Mio. m<sup>3</sup> [4]. Die Lebensdauer von schwimmend eingebauten Estrichen wird im Mittelwert mit 40 bis 80 Jahren eingeplant, bei Verbund- und Trennlagenestrichen mit bis zu 80 Jahren [5]. Es werden also zukünftig bei der Sanierung oder dem Rückbau von Gebäuden beträchtliche Mengen an Calciumsulfatestrichen anfallen, die zudem je nach Einbauart relativ einfach und rückstandsfrei von Decken und Belagsschicht zu trennen sind. Somit liegt eine gute Ausgangsbasis für ein potientiell Recycling vor.

## **2. Eigene Untersuchungen**

Von handelsüblichen Calciumsulfatfließestrichen, Werk trockenmörteln und Calciumsulfat-Bindemittelcompounds für Fließestrichhersteller von Werkfrischmörtel wurden Estrichplatten mit ca. 4 cm Dicke hergestellt. Von 2 Herstellern wurden feste Calciumsulfatestrichplatten angeliefert.

# 1. Thüringer Wertstoffdialog: *Forschungsansätze für das Recycling von Calciumsulfat-Fließestrichen*

## 2.1 Calciumsulfatfließestrich

Die Variation für die Untersuchungen erfolgte nach der Art des Calciumsulfatbindemittels (Alpha-Halbhydrat, synthetischer Anhydrit, Naturanhydrit und Thermoanhydrit) sowie der Gesteinskörnung (Naturanhydrit oder Natursand). Die Estriche wurden mechanisch zerkleinert und die Recyclingkörnung fraktioniert. In Tabelle 1 sind die Kristallwasser- und Dihydratgehalte der Recyclingkörnung 0-1 mm der Calciumsulfatfließestriche aufgeführt. Der Calciumsulfat-Dihydratgehalt (DH) zwischen 39 % und 48 % der recycelten Fraktion 0-1 mm gibt den wiederverwertbaren Gipsgehalt an.

*Tabelle 1: Kristallwasser - und Dihydratgehalt (DH) der Recyclingkörnung (RC) 0-1mm der Calciumsulfatfließestriche*

| Probe | Bindemittel              | Gesteinskörnung     | Freie Feuchte | Kristallwasser | DH   |
|-------|--------------------------|---------------------|---------------|----------------|------|
|       |                          |                     | (40 °C)       | (350 °C)       |      |
|       |                          |                     | %             | %              | %    |
| RC1   | 35% synth. Anhydrit      | 65% Quarzsand 0-2mm | 0,05          | 8,25           | 38,9 |
| RC2   | Naturanhydrit + Alpha HH | Naturanhydrit 0-2mm | 0,06          | 9,5            | 44,6 |
| RC3   | Naturanhydrit + Alpha HH | Natursand 0-2mm     | 0,08          | 10,21          | 48,1 |
| RC4   | Alpha HH                 | Natursand 0-4mm     | 0,09          | 9,78           | 45,8 |

## 2.2 Recyclingthermoanhydrit

Die Recyclingkörnung (RC) kleiner 1 mm wurde in einem Kammerofen 4 Stunden bei 500 °C zu einem Recyclingthermoanhydrit (RTA) gebrannt (Beispiel: RC1 zu RTA1). Mit einem basischen und sauren Anreger, 3 % Weisskalkhydrat CL 90 und 0,6 % Kaliumsulfat versetzt, um die Erhärtung, wurde die Erhärtung aller RTA's aktiviert. Des Weiteren wurde der Einfluss von verschiedenen Fließmitteln auf die Verarbeitungszeit geprüft.

### 2.2.1 Erhärtung bis 48 Stunden

Den Erhärtungsverlauf des aktivierten Recyclingthermoanhydrits (RTA) zeigt Abbildung 1. Die Ultraschalllaufzeit wurde über einen Zeitraum von 48 Stunden gemessen. Alle 4 Recyclingthermoanhydrite zeigen eine ähnlich verlaufende Verfestigung in den ersten 10 Stunden mit einem verlangsamten Anstieg bis 20 Stunden.

# 1. Thüringer Wertstoffdialog: Forschungsansätze für das Recycling von Calciumsulfat-Fließestrichen

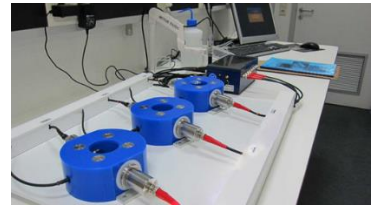
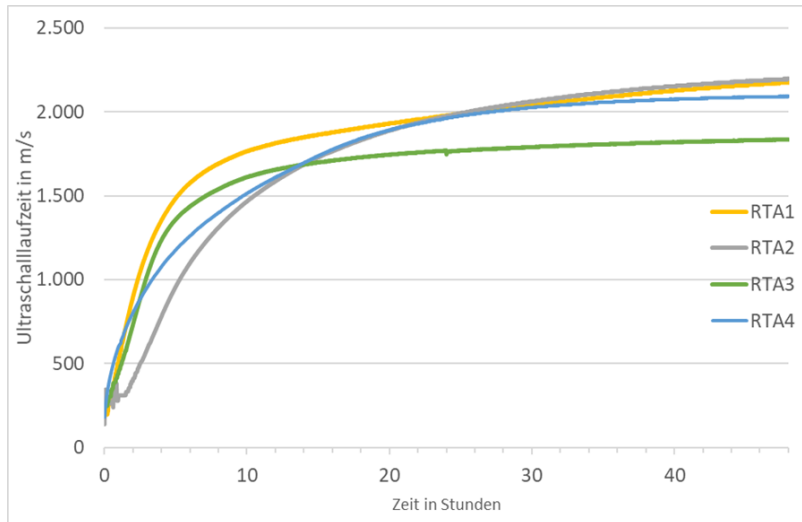
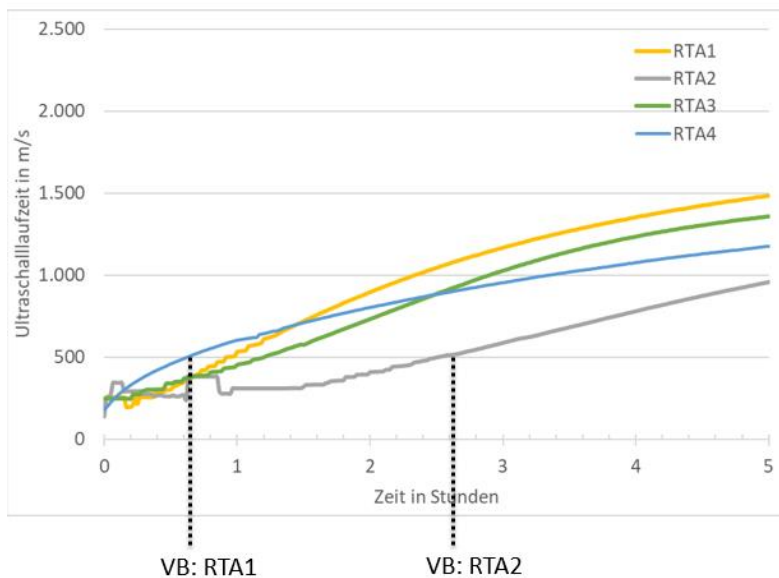


Abbildung 1: Ultraschalllaufzeit bis 48 h, aktivierter RTA mit Weisskalkhydrat und Kaliumsulfat als Anreger

In Abbildung 2 wird die Ultraschalllaufzeit in den ersten 5 Stunden im Detail betrachtet. Parallel wurde die Messung der Versteifungszeit nach DIN EN 13279-2 (Vicat Konus Verfahren) durchgeführt und für RTA1 und RTA2 in die Grafik eingetragen. RTA2 weist einen Versteifungsbeginn von 150 min auf, alle anderen RTA (1,3,4) von 60 min. Es ist zu erkennen, dass der Versteifungsbeginn (VB) einer Ultraschalllaufzeit von 500 m/s entspricht. Es ist auch deutlich erkennbar, dass RTA2 in den ersten 5 Stunden einen langsameren Erhärtungsverlauf aufweist.

## Erhärtung bis 5h



|       | W/F  | ABM | VB  |
|-------|------|-----|-----|
|       |      | cm  | min |
| RTA 1 | 0,35 | 203 | 60  |
| RTA 2 | 0,4  | 205 | 150 |
| RTA 3 | 0,4  | 170 | 60  |
| RTA 4 | 0,4  | 202 | 60  |



Abbildung 2: Ultraschalllaufzeit bis 5 h, im Vergleich die parallele Bestimmung des Versteifungsbeginns (VB) nach DIN EN 13279-2 (Vicat Konus Verfahren)

### 2.2.2 Einfluss der Fließmittel auf die Verarbeitungszeit

Fließmittel sind ein sehr wichtiges Zusatzmittel für den Werkmörtel Calciumsulfatfließestrich. Die Stabilität der fließfähigen Konsistenz bestimmen die Verarbeitungseigenschaften. In Anlehnung an die DIN EN 13454-2 (Calciumsulfat-Binder, Calciumsulfat-Compositbinder und Calciumsulfat-Werkmörtel für Estriche) wurde die Verarbeitungszeit (Konsistenzhaltung) ermittelt. Die Verarbeitungszeit ist die Zeit, in der sich das ursprüngliche Fließmaß des Mörtels um 20 % verringert. Bei fließfähigem Mörtel darf das Fließmaß nicht unter 190 mm und bei hochplastischem Mörtel das Ausbreitmaß nicht unter 130 mm fallen [6]. Die Ausgangskonsistenz bei allen Versuchen betrug beim Fließmaß ca. 210 mm und beim Ausbreitmaß 270 mm. Es wurden 4 verschiedene Fließmittel (F1, F2, F3, F4) mit einer Dosierung von 0,1 M.-% in den aktivierten Recyclingthermoanhydriten, teilweise in Kombination mit Verzögerer (V1, V2), getestet (Abbildung 3). Fließmittelbasis ist bei F1 Melamin und bei F2, F3, F4 Polycarboxylatether (PCE). Das Fließmaß ist hier als Konsistenzmessung im Diagramm mit [FM] gekennzeichnet. Die nicht gekennzeichneten Werte sind Ergebnisse des Ausbreitmaßes. RTA1 hat bei allen 4 Fließmitteln eine Verarbeitungszeit von 40 bis 55 min. Hingegen RTA2 hat bei F2 Fließmittel nur eine Verarbeitungszeit von 18 min erreicht. RTA3 und RTA4 wurden mit einem Verzögerer angemischt und sind somit nicht mit RTA1 und RTA2 vergleichbar. RTA3 wurde mit einem Verzögerer V1 auf Basis eines Phosphonat Gemischs versehen. Das Fließmittel F3 hat in diesem System mit 85 min die längste Verarbeitungszeit bewirkt. RTA4 wurde mit einem Verzögerer V2 (modifizierte Aminosäure) versetzt. Dennoch wurden nur sehr kurze Verarbeitungszeiten (20 min bis 30 min) bei allen 4 Fließmitteln erreicht.

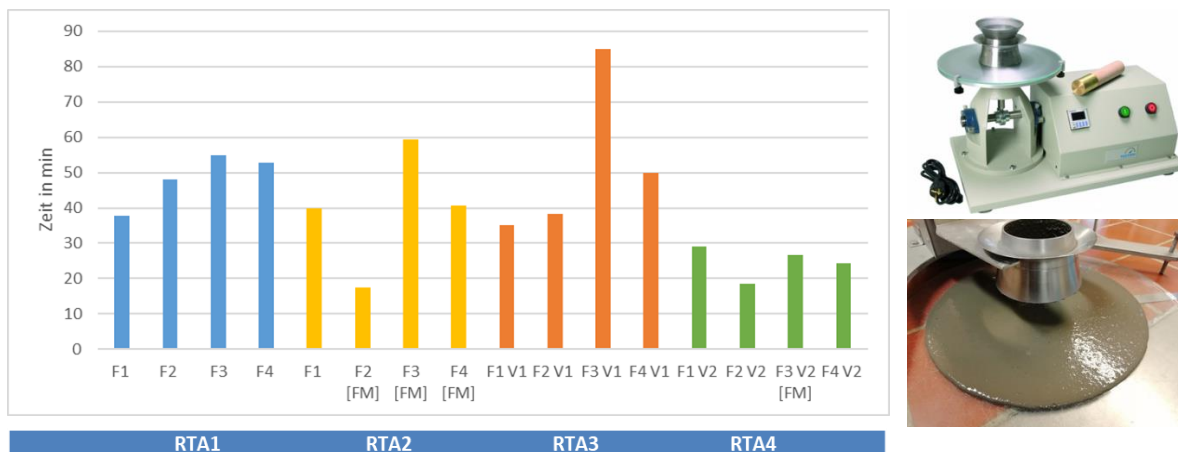


Abbildung 3: Messung der Konsistenzhaltung in Anlehnung an DIN EN 13454-2, Zeit bei 20 % Abnahme des Ausbreit- oder Fließmaßes (Bild rechts), Fließmittel (F1, F2, F3, F4) teilweise in Kombination mit Verzögerer (V1, V2)

Für schwimmende Estriche ist die Biegezugfestigkeit (Abbildung 4) entscheidend, die bei den Recyclingthermoanhydriten RTA1, RTA2 und RTA4 jeweils 2,5 MPa und bei RTA2 3 MPa beträgt. Ausgehend von einem Calciumsulfatfließestrich der Festigkeitsklasse CAF-C25-F5 entspräche dies der Hälfte der Mindestanforderung an die Biegezugfestigkeit. Für Trennlagen- oder Verbundestrich ist die Druckfestigkeit entscheidend, RTA 1 erreicht hier 6 MPa, RTA2 8,5 MPa. Das entspräche für einen CAF-C25-F5 30 % der Mindestanforderung.

## 1. Thüringer Wertstoffdialog: *Forschungsansätze für das Recycling von Calciumsulfat-Fließestrichen*

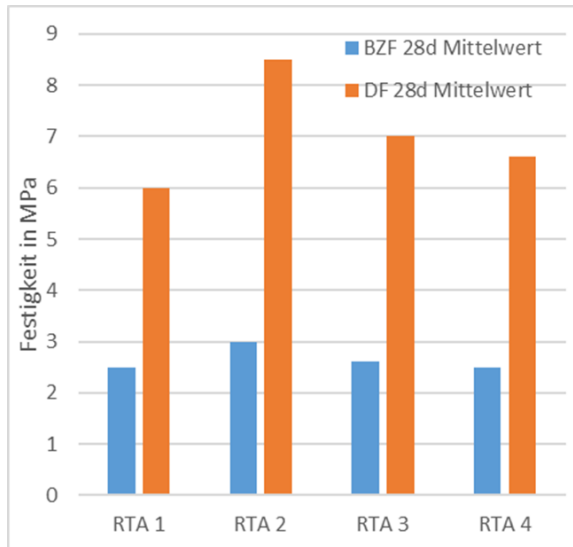


Abbildung 4: Biegezugfestigkeit (BZF) und Druckfestigkeit (DF), RTA mit Anreger, 28 Tage Lagerung

### 3. Zusammenfassung

Recyclingthermoanhydrit aus calciumsulfathaltigen Estrichen kann einen nennenswerten Festigkeitsbeitrag in einem Calciumsulfatfließestrich leisten. Eine Weiterverarbeitung in Werk trocken- oder Werkfrischmörteln durch eine anteilige Zugabe zu Calciumsulfatfließestrichen wird nach den derzeitigen Ergebnissen als sehr erfolgversprechend angesehen. Fließmittel beeinflussen neben dem Wasser- Bindemittelwert und der Fließfähigkeit auch die Verarbeitungszeit (Konsistenzerhaltung) von Recyclingthermoanhydrit und Calciumsulfatfließestrichen. Weiterführende Untersuchungen zum Einsatz neuer Technologien zur mechanischen Aufbereitung der ausgebauten Calciumsulfatfließestriche sind sinnvoll, um die Aufbereitung zu optimieren.

#### Literatur:

- [1] M. Buchert, J. Sutter, H. Alwast, N. Schütz, Ökobilanzielle Betrachtung des Recyclings von Gipskartonplatten, TEXTE 33/2017, Forschungskennzahl 3715 343200, Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
- [2] Christian Herrmann; Ursula Lindel; Heinz-Dieter Altmann; Aspekte bei der Behandlung von Fließanhydrit- Fußböden; EstrichTechnik, 1/92, S.7-9
- [3] Heinz-Dieter Altmann; Stand der Technik; floors walls 16/ Juni 2008; S.38- S.40
- [4] Marktdaten: B+L / Destatis / MIS Statistik, f=Prognose, Stand 09/2020
- [5] Lebensdauer von Bauteilen und Baustoffen (Bundesverband Altbauerneuerung e. V.), BAKA Liste, Ausgabe 2021
- [6] DIN EN 13454-2, Calciumsulfat-Binder, Calciumsulfat-Compositbinder und Calciumsulfat-Werkmörtel für Estriche, Teil 2: Prüfverfahren; Deutsche Fassung EN 13454-2:2003+A1:2007

1. Thüringer Wertstoffdialog: *Forschungsansätze für das Recycling von Calciumsulfat-Fließestrichen*

Andreas Hecker:

Seit 2011 an der **Bauhaus-Universität Weimar**, F.A. Finger Institut für Baustoffkunde, Deutschland, wissenschaftlicher Mitarbeiter, Leiter der Arbeitsgruppe Mörtel

2005 - 2010 Arbeit in der Bauchemie, Wolff Cellulosics, DOW Construction Chemical, Deutschland, Anwendungstechniker und Spezialist in der F&E Entwicklung von Methylcellulose

1992 - 2005 Entwicklungsspezialist, Laborleiter und Bauberater in der Trockenmörtelindustrie (Maxit, Schwenk Putztechnik)

1987 - 1992 Studium der Baustoffe und der Baustoffsanierung, Hochschule für Architektur und Bauwesen in Weimar

1981 - 1983 Ausbildung zum Stuckateur