

## Drum prüfe, was sich bindet

Zementäre Fliesenkleber im Spannungsfeld der Europäischen Normung.  
Hermann Lutz, Burghausen.

Europa wächst zusammen. Einerseits harmonisiert und ersetzt die Europäische Gemeinschaft die nationalen Normen durch neue EU-Normen. So legt EN 12004 europaweit einheitlich die Qualitätsanforderungen für Fliesenklebstoffe mit klaren Prüfkriterien fest und charakterisiert unterschiedliche Produktklassen. Andererseits fließen nicht alle der früher gemachten Anwendungserfahrungen wie z.B. Verformungsfähigkeit (Flexibilität) mit in die neue Prüfnorm ein und machen so Ergänzungen notwendig.

Während DIN 18156 nur eine Mindestanforderung für die Haftzugfestigkeit kannte, wurden in EN 12004 für die zementhaltigen Kleber zwei Klassen (C1 und C2) festgelegt (Tab. 1). Diese Klassen werden über eine unterschiedliche Höhe der Haftzugfestigkeitswerte (für C1 > 0,5 N/mm<sup>2</sup>, und für C2 > 1 N/mm<sup>2</sup>) auf Betonplatten nach verschiedenen Lagerungsbedingungen definiert. Weitere Unterklassen beziehen sich auf die Abbindezeit (F für schnellabbindend), die offene Zeit (E für lange offene Zeit) und das Standvermögen (T für hohes Standvermögen). Eine Testmethode für eine weitere wichtige Kenngröße für Fliesenklebstoffe, nämlich deren Verformungsfähigkeit, wird in der Prüfnorm EN 12002 beschrieben, ohne allerdings bisher Mindestanforderungen festzulegen.

### Geringere Porosität der Fliesen wird nun berücksichtigt

Ein wesentlicher Unterschied der bisher in Deutschland gültigen DIN 18156 zur neu eingeführten EN 12004 (Prüfnorm EN 1348) ist die Verwendung von Steinzeugfliesen (Wasseraufnahme < 0,2 %) bei allen vorgeschriebenen Lagerungen des zu prüfenden Fliesenverbundes. Bei der Wärmelagerung nach der nun abgelösten DIN 18156 wurden dagegen noch die poröseren Steingutflyesen (Wasseraufnahme ca. 15 %) eingesetzt. Mit EN 12004 wurde dem Trend in der Bauindustrie Rechnung getragen, dass seit Einführung von DIN 18156 immer häufiger die weniger porösen Steinzeugfliesen eingesetzt wurden.

### Polymeres Bindemittel erzeugt höhere Haftfestigkeit

Die Mindestanforderung von 0,5 N/mm<sup>2</sup> für die Haftzugfestigkeit nach DIN 18156 konnte mit noch relativ einfach formulierten zementären Fliesenklebern einigermaßen sicher erreicht werden. Einfache Fliesenkleber enthielten neben Sand als Füllstoff, ca. 30-35 % Portlandzement, ca. 0,4 % Celluloseether als Wasserrückhaltemittel und wenig (<1 %) oder gar kein polymeres Bindemittel in Form eines Dispersionspulvers. Da die in EN 12004 vorgeschriebenen Steinzeugfliesen über eine geringere Porosität, eine höhere Festigkeit und geringere Verformungsfähigkeit verfügen, müssen die Fliesenklebemörtel jetzt eine höhere Menge an polymerem Bindemittel (Dispersionspulver) enthalten, um die Mindestanforderung nach der Wärmelagerung zu erreichen (Abb. 1). Dies gilt natürlich in noch viel stärkerem Maße für die Verklebung der immer häufiger eingesetzten Feinsteinzeugfliesen.

### Spannungsausgleich durch polymeres Bindemittel

Durch Zusatz von bis zu 2 % Dispersionspulver zum zementären Klebemörtel wird in der Regel eine ausreichend gute Haftung auf den meisten mineralischen Untergründen, aber keine ausreichend hohe Verformungsfähigkeit

("Flexibilität") des Klebemörtels erreicht. Nur durch polymervergütete zementäre Kleber können die Spannungen ausgeglichen werden, welche bei der Wärmelagerung durch die unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten der Steinzeugfliese und der Betonplatte als Prüfuntergrund auftreten. Je höher die Einsatzmengen an polymerem Bindemittel, desto höher die Verformungsfähigkeit und um so höher die Haftzugfestigkeit nach der kritischen Wärmelagerung (Abb. 1).

Viele der einfachen Fliesenkleber welche DIN 18156 noch entsprachen, mussten nach Einführung von EN 12004 bzgl. der Wärmelagerung qualitativ verbessert werden, um den gestiegenen Qualitätsanforderungen zu entsprechen. Dies galt nicht für die höherwertigen, sogenannten Flexkleber, welche sich in der Praxis in Europa in den letzten Jahrzehnten hervorragend bewährt haben. Diese speziell von der Industrie entwickelten hochwertigen Produkte erfüllen problemlos auch die Anforderungen der Klasse C1 nach EN 12004.

### C2-Klassen mit höherer Haftfestigkeit

Es stellt sich somit die berechtigte Frage, warum in EN 12004 jetzt für die zementären Fliesenkleber noch eine zweite Klasse C2 mit noch höheren Anforderungen für die Haftzugfestigkeit, nämlich von 1,0 N/mm<sup>2</sup>, eingeführt wurde. Häufig hört man die Frage, ob eine Haftzugfestigkeit von 0,5 N/mm<sup>2</sup> (~5 kg/cm<sup>2</sup>) nicht hoch genug wäre, um Fliesen sicher und dauerhaft zu fixieren. Und stimmt es, dass nur Klebemörtel mit einer sehr hohen Haftzugfestigkeit eine besonders hochwertige und dauerhafte Verklebung ermöglichen?

### Optimale Zementmenge

Die Hersteller von Fliesenklebern waren nun gefordert Fliesenkleber anzubieten, welche diese neue zusätzliche Anforderung unter Verwendung von Steinzeugfliesen als Testfliesen erfüllen konnten. Entsprechende Laborversuche zeigen, dass diese hohen Haftzugfestigkeitswerte nur erreicht werden, wenn der Klebemörtel über eine ausreichende Adhäsion zu Untergrund und Fliese, sowie eine besonders hohe Kohäsion (innere Festigkeit) verfügt. Letzteres wird im Wesentlichen durch Einsatz von höheren Mengen an Zement in den entsprechenden C2 Kleberformulierungen erreicht.

Abb. 2 zeigt die Abhängigkeit der Haftzugfestigkeit nach EN 12004 (Prüfnorm EN 1348) von der Zementmenge. Je höher die eingesetzte Zementmenge, desto höher die Haftzugfestigkeit insbesondere nach Wasser- und Frost/Tau-Lagerung.

### Haftung auch nach Wärmelagerung

Um auch bei der besonders kritischen Wärmelagerung das geforderte Niveau von 1,0 N/mm<sup>2</sup> zu erreichen, muss wiederum mindestens 2-3 % Dispersionspulver auf Gesamtformulierung eingesetzt werden (Abb. 3), um die Mindestanforderung der Klasse C2 zu erreichen.

Die Erzielung hoher Haftfestigkeitswerte nach allen in EN 12004 vorgeschriebenen Lagerungen erfolgt also primär über den Einsatz hoher Zementmengen (ca. 40 bis 50 %) und die Verwendung hochwertiger Zemente, sowie einer ausreichender Menge an Dispersionspulver (mindestens 2 bis 3 %).

### Flexibilität von Fliesenklebern

Es stellt sich nun aber die Frage, ob diese Fliesenklebstoffe in ausreichendem Maße die vielfältigen Anforderungen

hochwertiger Verlegewerkstoffe in der Praxis erfüllen können. Besteht nicht die Gefahr, dass nur noch Fliesenkleber der Klasse C2 als hochwertige Fliesenkleber angesehen werden, diese aber aufgrund des hohen Zementgehaltes spröde und wenig flexibel sind und somit über eine geringe Verformungsfähigkeit verfügen?

Die Verformungsfähigkeit lässt sich prinzipiell nach folgenden Prüfmethoden messen:

- Verformungsbestimmung nach EN 12002
- Schertest nach UEAtc/DIN 18156/3
- Schertest in Anlehnung an EN 1324

#### EN 12002 unterscheidet Verformungsfähigkeit

Neben der Haftung an verschiedenen Untergründen und Fliesenmaterialien spielt auch die Verformungsfähigkeit von Fliesenklebstoffen für deren dauerhafte Funktionsfähigkeit eine ganz wesentliche Rolle. Eine hohe Verformungsfähigkeit wird insbesondere dann wichtig, wenn Fliesen auf Untergründe verlegt werden, welche noch Restschwinden (frischer Beton) aufweisen oder gewissen thermisch verursachten Bewegungen (z.B. Fußbodenheizungen) ausgesetzt sind, wenn großformatige Fliesenbeläge verlegt werden sollen, oder wenn auf weniger verformungsstabilen Untergründen verklebt werden soll (Holzplatten, Zementfaserplatten).

Mit der EN 12002 gibt es erstmals eine einfach durchzuführende Prüfmethode, welche ermöglichen soll, zementäre Fliesenkleber in ihrem Verformungsverhalten zu unterscheiden. Hierfür wurde ein Biegeversuch an Mörtelprismen einer Dimension von 300\*45\*3 mm ausgewählt. Mit dieser Methode soll insbesondere eine Unterscheidung von Standardklebern von den sogenannten "Flexklebern" mit einer erhöhten Verformungsfähigkeit erfolgen.

Mit Hilfe der Prüfung gemäß EN 12002 kann gezeigt werden, dass die Durchbiegung bzw. die Verformungsfähigkeit eines zementären Fliesenklebers mit steigendem Einsatz von polymeren Bindemitteln in Form eines Dispersionspulvers gesteigert wird (Abb. 4).

#### Tiefe Temperaturen werden bei EN 12002 nicht berücksichtigt

Da Fliesenklebstoffe häufig auch tiefen Temperaturen ausgesetzt sind, wäre eine Prüfung gemäß EN 12002 bei tieferen Temperaturen angebracht, um Aussagen über die Verformungsfähigkeit bzw. Funktionsfähigkeit auch bei tieferen Temperaturen machen zu können. Abb. 5 zeigt die Verformung in Abhängigkeit von der Polymermenge, des Polymertyps und der Prüftemperatur. Je höher die Polymervergütung und je niedriger die Glasübergangstemperatur des eingesetzten Polymers, desto höher die Verformungsfähigkeit des Klebemörtels auch bei tiefen Temperaturen.

Es stellt sich jetzt also die Frage, ob Fliesenkleber der Klasse C2 mit ihrem relativ hohen Zementgehalt über eine ausreichend hohe Verformungsfähigkeit verfügen. Abb. 5 zeigt die Biegeverformung und die Biegekraft nach EN 12002 eines Fliesenklebers in Abhängigkeit von der eingesetzten Zementmenge. Mit zunehmender Zementmenge steigt die Biegefestigkeit, während die Verformungsfähigkeit relativ wenig beeinflusst wird bzw. eher etwas abnimmt. Je niedriger der Zementgehalt und je höher der Anteil an Dispersionspulver, desto höher die Verformungsfähigkeit des Klebemörtels. Die bislang in der Praxis bewährten sogenannten Flexkleber enthalten >6 % Dispersionspulver und 30-35 % Zement und erreichen eine Verformungsfähigkeit von über 3 mm.

#### Exakt eingehaltene Lagerbedingungen sind notwendig

Aus umfangreichen Versuchsserien ist ersichtlich, dass mit EN 12002 eine Unterscheidung zwischen ähnlich "flexiblen" Mörteln nur schwer möglich ist. Es zeigt sich, dass die Angaben der EN12002 und die Lagerbedingungen äußerst genau eingehalten werden müssen, um reproduzierbare Ergebnisse zu erhalten. So führen z.B. Abweichungen beim Hydratationsgrad des Zementes durch Lagerung bei schon leicht unterschiedlichen Feuchtebedingungen zu abweichenden Ergebnissen. Ein Vergleich ist also nur bei gleicher und vollständiger Hydratation des Zementes möglich. In Abb. 6 sind die Werte für die Verformung gemäß EN 12002 nach drei Lagerungsarten gezeigt. Gegenüber der Lagerung nach EN 12002 (aktueller Vorschlag zur Modifizierung von EN 12002; Lagerung im Feuchtekasten), werden durch eine Teillagerung bei 70 °C (geringere Hydratation des Zementes) deutlich höhere Verformungswerte bestimmt, während nach individuellem Einschweißen der Mörtelprismen in ein dichte PE-Folie (praktisch vollständige Hydratation des Zementes) deutlich niedrigere Verformungswerte bestimmt werden (Abb. 6).

#### Flexkleber in Deutschland gefragt

In Westeuropa, insbesondere aber in Deutschland, haben sich die sogenannten Flexkleber, also hochwertige und hoch mit Dispersionspulver vergütete zementäre Klebemörtel, seit vielen Jahren bestens bewährt. Aufgrund des relativ hohen Polymer- und eher niedrigen Zementgehaltes verfügen diese Kleber über eine sehr gute Haftung und zudem über eine ausreichend hohe Verformungsfähigkeit. Somit ermöglichen sie selbst auf kritischen Untergründen und schwierig zu verklebenden Fliesen (z.B. Feinsteinzeug, großformatige Fliesen) eine sichere und dauerhafte Fliesenverlegung. In aller Regel entsprechen diese so erfolgreichen und praxisbewährten Produkte "nur" der Klasse C1 nach EN 12004. Mit der Einführung von EN 12004 ist der Fokus der Entwicklungslabors von Fliesenkleberherstellern sehr stark, möglicherweise zu einseitig, auf das Erreichen der höheren Klasse C2 mit hohen Haftzugfestigkeitswerten ausgerichtet gewesen.

#### C2 Charakteristik sagt nichts über Verformungsfähig aus

Sicherlich geschah dies zum Teil auch deshalb, weil in EN 12002/EN 12004 bislang keine Anforderungen für die Verformungsfähigkeit von Fliesenklebern festgelegt sind. Es hat sich sehr schnell gezeigt, dass sich "hochwertige" C2 Klebemörtel formulieren lassen, welche bei weitem nicht die Flexibilität und Verformungsfähigkeit von bisher eingesetzten hochwertigen Flexklebern erreichen. Diese C2 Kleber sind dann relativ hart und spröde und erreichen nicht die nötigen niedrigen E-Modul-Werte und hohe Verformungsfähigkeit, um speziell großformatige Fliesen und Feinsteinzeugfliesen speziell auf schwierigen Untergründen sicher zu verkleben.

#### Selbstverpflichtung der Hersteller bei Flexklebern

Nach Einführung von EN 12004 und der Klasse C2 besteht die Gefahr, dass das Erreichen von hohen Haftzugfestigkeitswerten zu Lasten der wichtigen Verformungsfähigkeit ("Flexibilität") von zementären Fliesenklebern überbewertet wird. Die Formulierung von Fliesenklebern der Klasse C2, wie in EN 12004 festgelegt, wird nur durch den Einsatz von entsprechend hohen Zementmengen erreicht. Dies geht aber zwangsläufig zu Lasten der Verformungsfähigkeit ("Flexibilität") der Kleber, welche nach EN 12002 bestimmt wird und für welche bislang noch keine offiziellen Mindestwerte festgelegt sind. In Deutschland wurde auf Initiative der Deutschen Fliesenkleberhersteller eine Richtlinie eingeführt, welche

den Begriff "Flexkleber" basierend auf EN 12004 neu definiert. Nach dieser Art von Selbstverpflichtung darf ein Klebemörtel nur mit dem Flexkleber-Zeichen versehen werden, wenn er nach EN 12004 der C2 Klasse entspricht und zusätzlich nach EN 12002 einen Verformungswert von >2,5 mm aufweist.

Auf Europäischer Ebene sind für die EN 12002 zwei Klassen von Mindestverformungswerten (Durchbiegewerten) mit >2,5 (Klasse S1) und >5 mm (Klasse S2) in der Diskussion. Diese Mindestanforderungen sollen in die überarbeiteten Versionen von EN 12002 bzw. EN12004 aufgenommen werden.

#### **EN-Prüfnormen erweiterbar**

Die langjährige Verlegepraxis in Europa hat gezeigt, dass flexible und hochflexible Fliesenkleber, welche nach EN 12004 heute "nur" der Klassifizierung C1 entsprechen würden, sehr wohl geeignet sind eine dauerhafte Verlegesicherheit speziell auch unter kritischen Bedingungen (spezielle Untergründe und Fliesenmaterialien, Klimabedingungen) sicherzustellen.

Der scheinbare Widerspruch zwischen EN 12004 und EN 12002 kann also aufgelöst werden, indem für hochwertige Fliesenkleber ("Flexkleber"), nicht nur für die Festigkeitsklasse C2, sondern auch für die Klasse C1 (EN 12004) zusätzlich eine hohe Verformungsfähigkeit (nach EN 12002; Klassen S1 und S2) als Anforderung festgelegt wird.

Um dem Anwender und Verbraucher eine hohe Verlegesicherheit mit praxistauglichen und hochwertigen Produkten zu gewährleisten, wäre es wünschenswert, dass diese kombinierten Anforderungen für hochwertige Fliesenkleber sowohl bei der Überarbeitung des EN Standards als auch bei der Schaffung des ISO Standards mit berücksichtigt werden.

#### **Ergebnis auf einen Blick**

Mit EN 12004 werden europaweit Fliesenkleber charakterisiert und in Klassen eingeteilt. Wichtige Kenndaten für die sichere und dauerhafte Verklebung von Fliesen sind eine gute Haftung an der Fliesenrückseite und am Untergrund, sowie eine ausreichend hohe Verformungsfähigkeit des Fliesenklebers. Da die Verformungsfähigkeit nur bei vergleichbarem bzw. vollständigem Hydratationsgrades des Zementes durchgeführt werden kann, sollte EN 12002 so modifiziert werden, dass eine zuverlässige Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Fliesenklebern gewährleistet ist.

Fliesenkleber der Klasse C2 erreichen aufgrund ihres hohen Zementgehaltes hohe Haftzugfestigkeitswerte, verfügen aber meist im Vergleich zu C1 Klebern über eine deutlich geringere Verformungsfähigkeit (Flexibilität). Um zu vermeiden, dass künftig wieder häufiger Schadensfälle bei Fliesenverlegungen aufgrund mangelnder Verformungsfähigkeit (Flexibilität) der Fliesenklebstoffe auftreten, wird gefordert, dass die Qualität eines Fliesenklebers nicht nur über die Haftzugfestigkeit definiert wird, sondern für C2, als auch für C1 Kleber entsprechende Klassen für die Verformungsfähigkeit eingeführt werden.

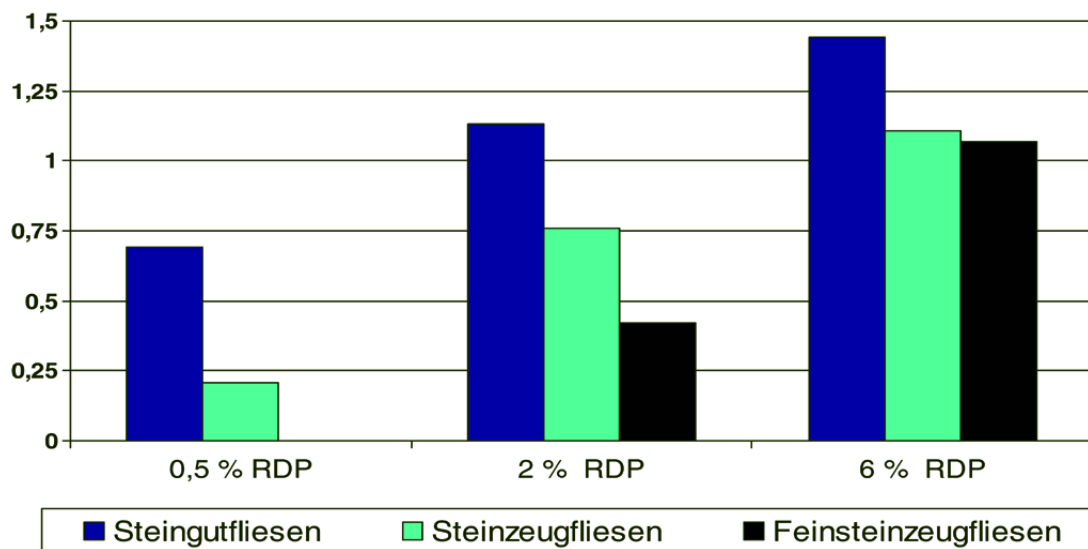
Dieser Beitrag wurde auf dem 4. Bauchemie-Kongress "Rohstoffhersteller und Formulierer im Gespräch" am 10.4.2003 auf der European Coatings Show in Nürnberg vorgetragen.

Dr. Hermann Lutz, Wacker-Chemie GmbH, studierte an der Universität Konstanz und promovierte 1983 auf dem Gebiet der heterocyclischen organischen Chemie. Nach Abschluss eines von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Projekts an der Universität Innsbruck (Lehrstuhl für Biologische und Medizinische Chemie), ist er seit 1985 als Anwendungstechniker bei der Wacker-Chemie GmbH

tätig und betreut im Bereich technisches Marketing den Einsatz von Redispersionspulvern in der Bauindustrie und ist für den Kundenservice in verschiedenen Regionen der Welt zuständig.

Tab. 1: Klassen von Fliesenklebern nach EN 12004

Klasse	Haftzugfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ] EN 1348	Offene Zeit Haftzugfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ] EN 1346 nach 10 min.	Offene Zeit Haftzugfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ] EN 1346 nach 20 min.	Offene Zeit Haftzugfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ] EN 1346 nach 30 min.	Haftzugfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ] EN 1348 nach 24 h	Abrutschen EN 1308
C1	≥0,5		≥0,5			
C1E	≥0,5			≥0,5		
C1T	≥0,5		≥0,5			≤0,5
C1F	≥0,5	≥0,5			≥0,5	
C1ET	≥0,5			≥0,5		≤0,5
C1FT	≥0,5	≥0,5			≥0,5	≤0,5
C2	≥1,0		≥0,5			
C2E	≥1,0			≥0,5		
C2T	≥1,0		≥0,5			≤0,5
C2F	≥1,0	≥0,5			≥0,5	
C2ET	≥1,0			≥0,5		≤0,5
C2FT	≥1,0	≥0,5			≥0,5	≤0,5



**Abb. 1: Unterschiedliche Mengen an Dispersionspulver (RDP) beeinflussen die Haftzugfestigkeit [N/mm<sup>2</sup>] nach Wärmelagerung (EN 1348/EN 12004)**

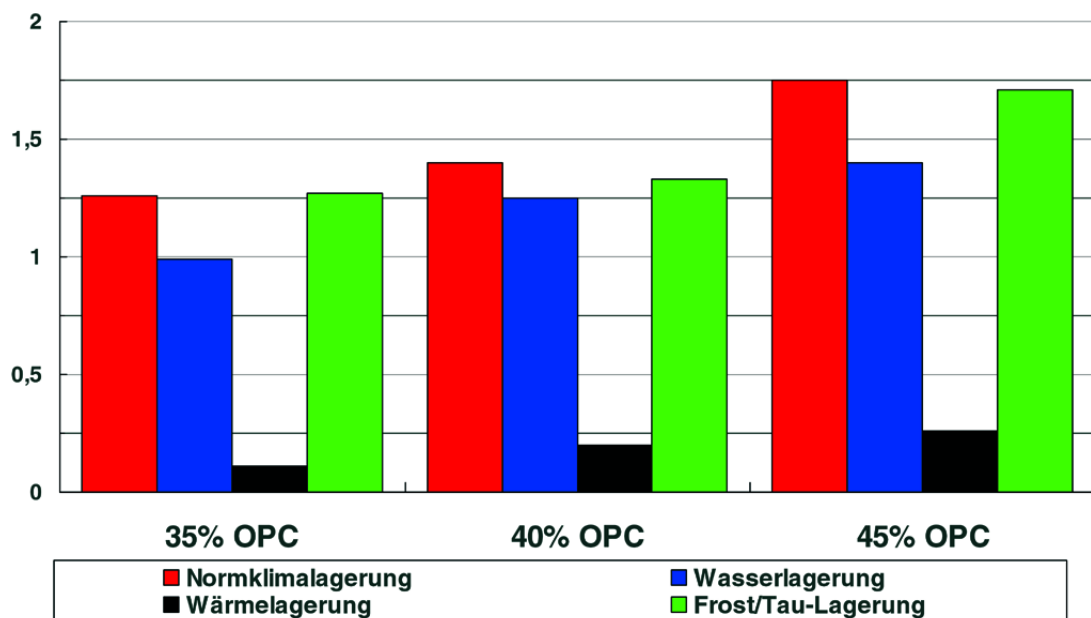


Abb. 2: Einfluss von Zementgehaltvariationen (OPC) auf Haftzugsfestigkeit [N/mm<sup>2</sup>]  
von Fliesenklebern ohne Dispersionspulver

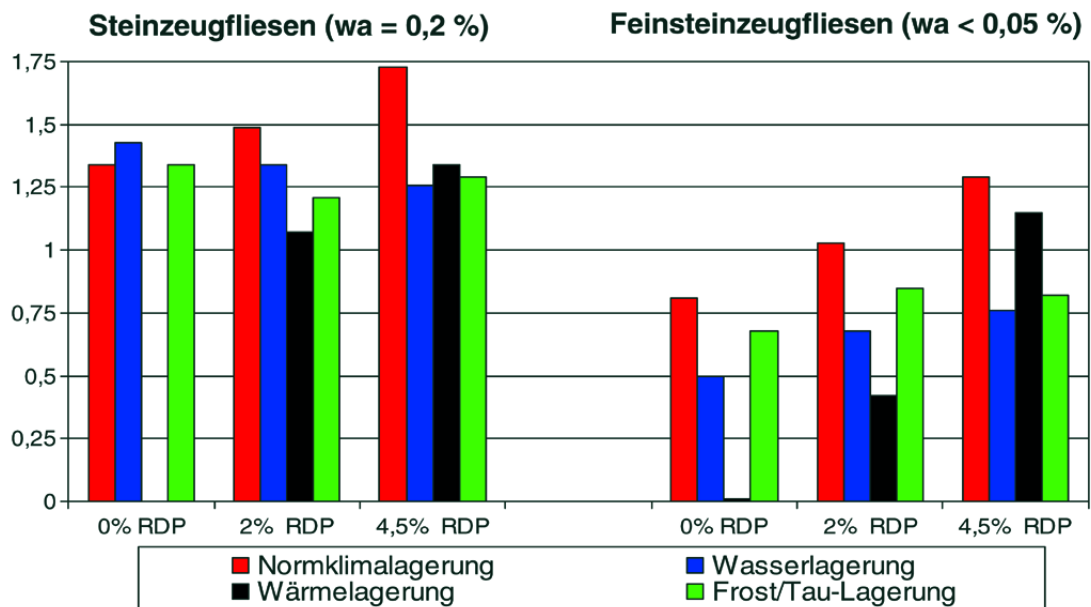


Abb. 3: Einfluss von Dispersionspulver (RDP) in Fliesenklebern auf Haftzugsfestigkeit bei Steinzeug und Feinsteinzeugfliesen

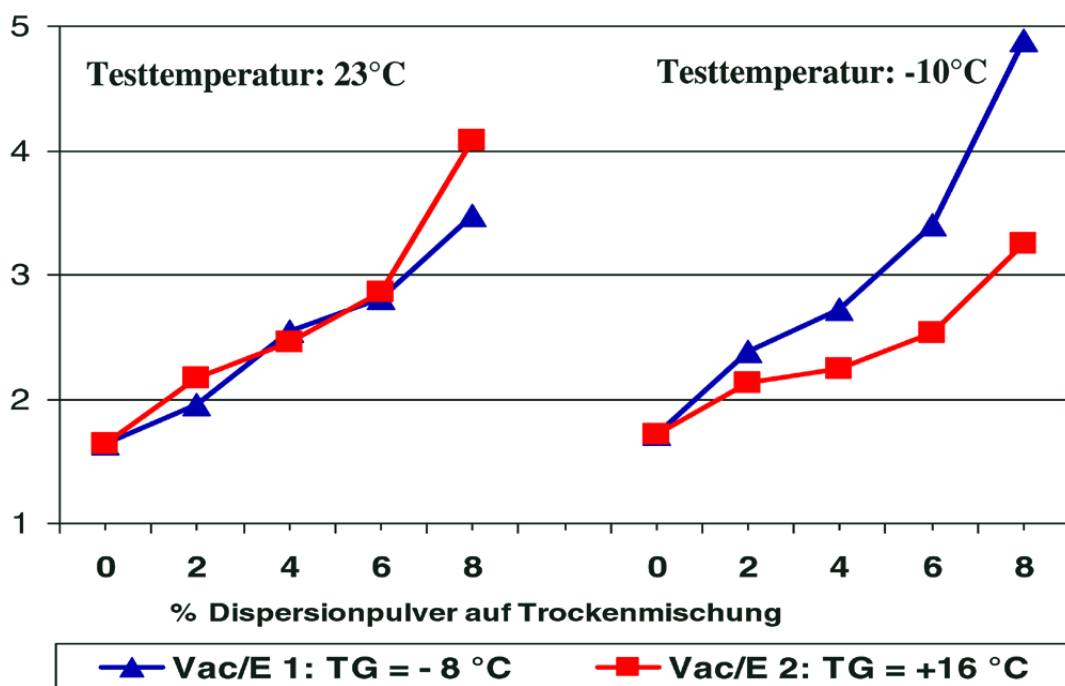


Abb. 4: Verformungsfähigkeit von Fliesenklebern nach EN 12002: Durchbiegung [mm] bei verschiedenen Temperaturen mit unterschiedlichen Mengen Dispersionspulver (RDP)



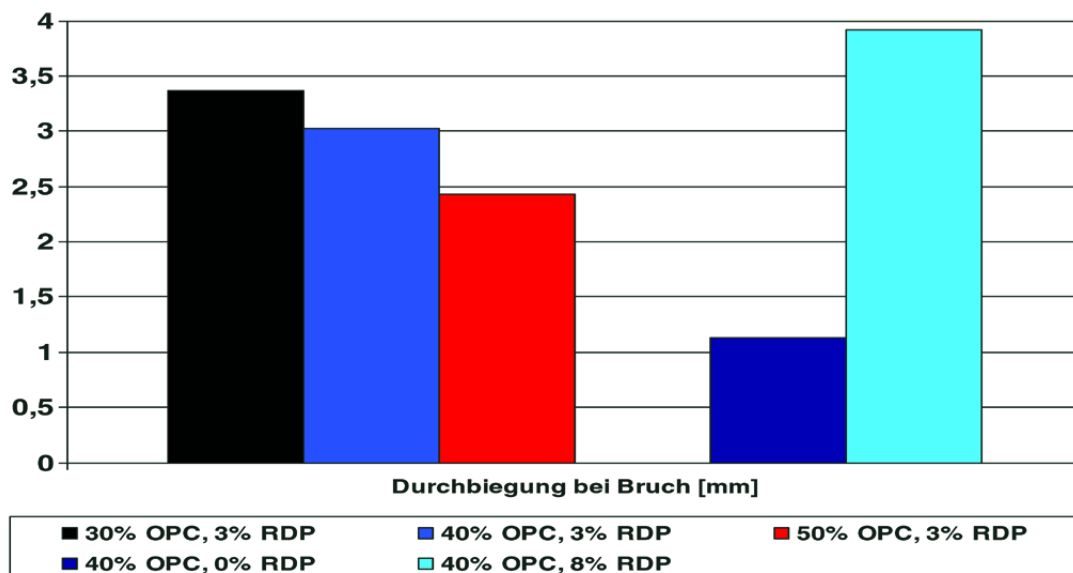


Abb. 5: Einfluss von Zementmenge (OPC) und Dispersionspulver (RDP) auf Verformungsfähigkeit von Fliesenklebern nach EN 12002

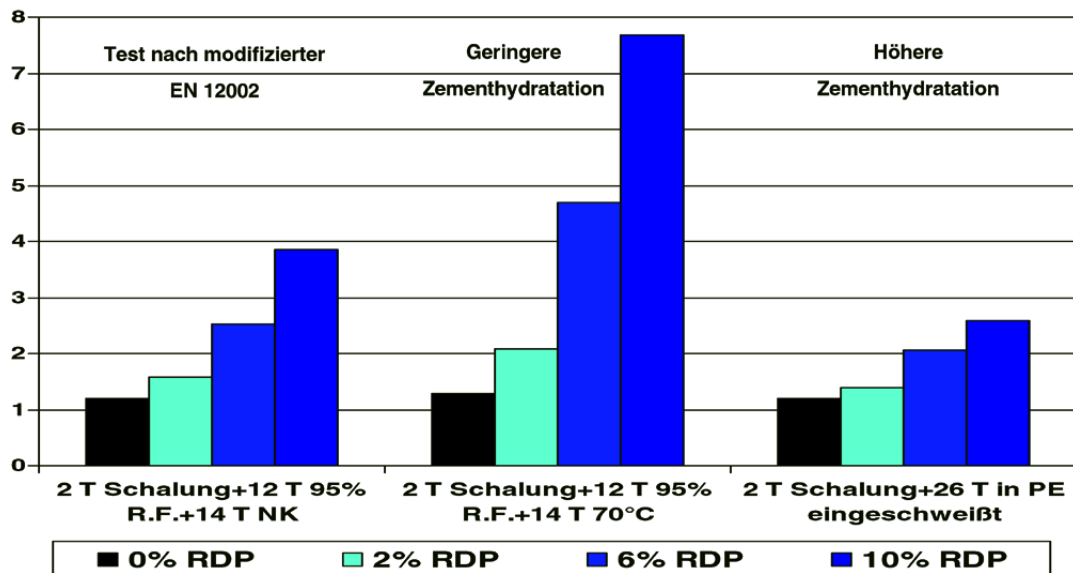


Abb. 6: Einfluss von Lagerbedingungen und Dispersionspulvermengen (RDP) auf Verformung [mm] von Fliesenklebern nach EN 12002