

## **Es gilt, hieb- und stichfeste Anwendungsregeln zu schaffen**

**Dipl.-Phys. O. Erning referierte über die Möglichkeiten und Grenzen von  
Haftzugprüfungen anlässlich des BEB-Sachverständigentreffens in Nürnberg**

veröffentlicht in boden - wand - decke (Heft 1/1999)

---

Der historischen Entwicklung der Haftzugprüfung für Estriche gehen die in der DIN 18 560 Teil 1 „Estriche im Bauwesen“ sowie Teil 3 „Verbundestriche“ gestellten Forderungen voraus. Danach soll die Oberfläche des Estrichs eine für den Verwendungszweck ausreichende Oberflächenfestigkeit besitzen, die Oberfläche des tragenden Untergrundes dem Verbundestrich beziehungsweise einer Kunstharzbeschichtung eine ausreichende Haftung bieten.

Diese Hinweise enthalten noch keine konkreten zahlenmäßigen Anforderungen, die Beurteilung der entsprechenden Oberflächen ist also nur durch subjektive Prüfmethode möglich. Erster Schritt in diese Richtung war ein Forschungsbericht über die Entwicklung eines Prüfverfahrens zur Beurteilung der Oberflächenfestigkeit von Estrichen, der 1974 in Anlehnung an die Haftzugprüfung auf dem Haftputzsektor von W. Schnell und H. Schneider bei der FMPA Stuttgart erstellt wurde.

Letzte Veröffentlichung zu diesem Thema ist das von den Arbeitskreisen des BEB (zementgebundene Industrieestriche, Zementestriche, Magnesiaestriche) und dem Institut für Baustoffprüfung und Fußbodenforschung, Troisdorf, erarbeitete BEB-Hinweisblatt "Haftzugfestigkeit von Fußböden; Allgemeines, Prüfung, Einflüsse, Beurteilung". Dieses Hinweisblatt enthält erstmalig Anhaltswerte (mehr sollten es nicht sein) für Haftzugwerte von Estrichoberflächen, festgestellt mit MMA-Klebstoff, für bestimmte Nutzungs- und Bodenbelagarten. Außerdem nennt es Anhaltswerte für die Oberflächenfestigkeit von verschiedenen Estrichfestigkeitsklassen ohne Vorbehandlung.

Basis für die weiteren Ausführungen von Dipl.-Phys. Oliver Erning war das genannte Hinweisblatt, aufgrund dessen er die Möglichkeiten, aber auch die Grenzen von Haftzugprüfungen aufzeigte.

### **Prüfung der Oberflächenzugfestigkeit**

Sie wird nach DIN 1048, Teil 2, Prüfverfahren für Beton, unter folgenden Vorgaben ausgeführt:

- **Prüfstempel:**
  - >  $d \geq 50 \text{ mm}$ ;  $h \geq d/2$ .
- **Prüfgerät:**
  - > momentenfreie, zentrische Krafteinleitung Kraftsteigerung  $0,05 \text{ N/mm}^2\text{s}$ .
- **Prüffläche:**
  - > je nach Prüfzweck unbehandelt oder vorbehandelt;
  - > von Schmutz, losen Bestandteilen, Trennmitteln u.ä. befreien;
  - > mit oder ohne Ringnut (Tiefe  $1/10$  bis  $1/5$  Durchmesser; trocken oder nass gebohrt).
- **Aufkleben:**
  - > Prüffläche ausreichend trocken.
  - > schnell härtende, pastöse Reaktionsklebstoffe nach Herstellerangaben, Klebefuge möglichst gleichmäßig und dünn, keine Lufteinschlüsse, überstehender Klebstoff ist zu entfernen.
  - > Stempelfläche parallel zur Prüffläche.

Zusätzlich zu den Angaben der Norm ist laut Hinweisblatt zu beachten:

- > Bei den Festigkeitsklassen  $\geq E 40$  bzw.  $\geq B 25$  sollte die Prüffläche mit einer geeigneten und in Schablonen geführten Diamantbohrkrone nass oder trocken vorgebohrt werden. Bei den übrigen Festigkeitsklassen ist das Vorbohren in der Regel nicht erforderlich.

- > Für eine Prüfung sind mindestens fünf Prüfstellen erforderlich, die repräsentativ auszuwählen sind.
- > Die Prüfung soll am mechanisch (z.B. mit Drahtbürste) aufgerauten und abgesaugten, aber sonst nicht vorbehandelten Untergrund oder im Fall einer Nachbesserung am nachgebesserten Untergrund vorgenommen werden. Ist bei Oberbelägen bzw. Beschichtungen eine mechanische Vorbehandlung und/oder ein Voranstrich bzw. eine Grundierung des Untergrundes vorgesehen, soll auch mit dieser Vorbehandlung geprüft werden.
- > Die obere, ggf. vorgebohrte Zone des Fußbodens muss zum Prüfzeitpunkt trocken sein.
- > Der Klebstoff für das Kleben der Prüfstempel darf die Oberflächenbeschaffenheit des Untergrundes nicht verändern.
- > Die Oberfläche sollte glatt sein.
- > Das Alter von mineralisch gebundenen Fußböden sollte zum Prüfzeitpunkt mindestens 28 Tage betragen.

## **Prüfung der Haftung**

Sie wird sinngemäß der vorangegangenen Prüfung durchgeführt und dient einerseits der Ermittlung der Haftung von zwei mineralisch gebundenen Fußbodenschichten (z.B. Verbundestrich) oder der Haftung einer Kunstharzschicht auf einer mineralisch gebundenen Fußbodenschicht (zusätzliche Angaben befinden sich im Hinweisblatt).

- Das Prüfergebnis wird beeinflusst von:
  - > der Oberflächenbeschaffenheit des Fußbodens bzw. der Festigkeit der Haftzone,
  - > der Vorbehandlung der Oberfläche (z.B. Fräsen),
  - > der Vorbehandlung der Probestelle (z.B. Vorbohren),
  - > dem Klebstoff,
  - > dem Feuchtigkeitszustand und
  - > der Temperatur.

Es kann dadurch von der tatsächlichen Oberflächenzug-/Haftzugfestigkeit stark nach unten abweichen.

Zum Beispiel können Zwängungsspannungen in der Verbundzone und unterschiedliche Ausdehnungskoeffizienten von zwei Schichten zu "scheinbarer" Haftzugfestigkeit führen, die kleiner als die tatsächliche Haftzugfestigkeit ist.

Die Haftzugfestigkeit ist nur in Zweifelsfällen zu prüfen. Sie ist keine Regelprüfung, die im Rahmen der Prüfung der Vorleistung nach DIN 18353, DIN 18365 u.a. vorauszusetzen ist. Soll die Prüfung durchgeführt werden, ist sie besonders zu vereinbaren. Die Prüfung und vor allem die Beurteilung sollte nur durch erfahrene Sachverständige oder Prüfstellen durchgeführt werden (zum Beispiel die FMPA Baden-Württemberg, Otto-Graf-Institut, Stuttgart, das Institut für Baustoffprüfung und Fußbodenforschung, Troisdorf, sowie die Materialforschungs- und Prüfanstalt, Weimar).

Dieser Hinweis ist, wie Erning betonte, deshalb so wichtig, weil die Prüfung der Haftzugfestigkeit eine zwar gut beschriebene, aber komplizierte und schwierige Prüfmethode darstellt.

Erning: "Alles ist möglich, wenn die verschiedenen Einflussfaktoren außer acht gelassen werden!"

Auf Anfragen von Dipl.-Chem. *Heinz-Dieter Altmann* gaben die Firmen völlig unterschiedliche Fakten an: Bei den Prüfstempeln werden sowohl quadratische als auch runde bis zehn Zentimeter Durchmesser ab zehn Millimeter Dicke verwendet. Die Geräte reichen von selbstgebauten Kurbelgeräten bis zu geeichten elektronischen Geräten. Ebenso unterschiedlich wird die Vorbehandlung der Prüffläche gehandhabt: Es wird entweder nur abgesaugt oder angeschliffen und abgesaugt, es wird eingeschnitten oder auch nicht.



Auch bei den Klebstoffen gibt es keine einheitliche Linie: von Epoxidharz (EP) über Methylmetacrylat-Klebstoff (MMA) bis zu Polyurethan (PUR) - alles wird eingesetzt, und es wird teilweise bereits nach Wartezeiten von knapp fünf Minuten geprüft.

Diese Ausführungen machen deutlich, dass aufgrund stark variierender Prüfungsdurchführungen Handlungsbedarf besteht:

Die Prüfparameter müssen überall die gleichen sein! Die einzelnen Einflussfaktoren müssen beachtet werden! Erning ging deshalb näher auf die einzelnen Einflussfaktoren ein:

### **Einflüsse des Prüfstempels:**

Ein möglichst homogener Spannungszustand erfordert einen Prüfstempel, der unter Zugbeanspruchungen eben bleibt, sich möglichst nicht durchbiegt oder verwindet. Die Dicke des Stempels sollte (wie DIN 1048 Teil 2 angibt) größer als der halbe Durchmesser sein. Diese DIN bevorzugt Rundstempel, Durchmesser 50 Millimeter; quadratische Stempel sollen 50 Millimeter Kantenlänge aufweisen.

### **Einflüsse durch das Prüfgerät:**

Hier kommt es auf die momentenfreie, zentrische Krafteinleitung an. Azentrisch gezogene oder schräg aufgeklebt und gezogene Stempel haben Kraftkomponenten parallel zur Oberfläche (statt Zugbeanspruchung) zur Folge und führen zu Abweichungen im Prüfergebnis.

Auch die Prüfgeschwindigkeit spielt eine Rolle, wobei erhebliche Abweichungen bei Geräten mit manuellem Antrieb im Vergleich zu Geräten mit geeichtem Antrieb festgestellt wurden. Zu fordern ist der Einsatz von geeichten Geräten mit momentenfreier, zentrischer Krafteinleitung bei gleichbleibender Belastungsgeschwindigkeit von  $0,05 \text{ N/mm}^2$ .

### **Einflüsse bei der Vorbehandlung der Prüffläche:**

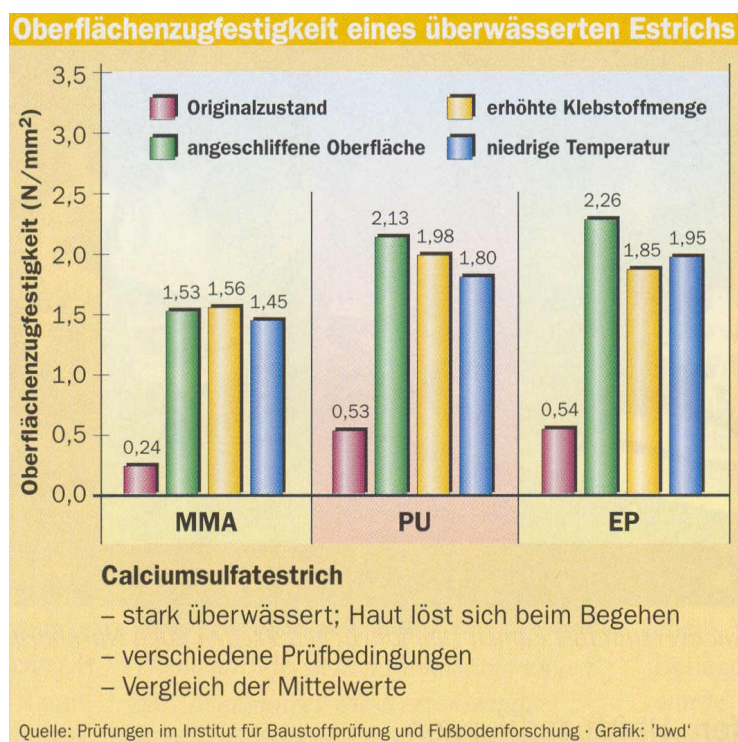
Die Vorbehandlung richtet sich nach dem Prüfzweck. In der Regel wird am mechanisch angeschliffenen und abgesaugten Untergrund geprüft. Oberflächenrauigkeit führt zu Spannungskonzentrationen. Die Prüfzone muss trocken sein, das heißt, der Estrich muss die (geprüfte!) Belegreife erreicht haben, gegebenenfalls aufgebrauchte Voranstriche müssen vollkommen getrocknet sein. Bei Haftungssituationen sollte die Prüffläche durch nasses Bohren oder trockenes Einschneiden (bevorzugt) begrenzt werden. Es sollte nie trocken vorgebohrt werden.

### **Einflüsse durch den Klebstoff:**

Einige Parameter sind Klebverhalten, Zeitabhängigkeit, Viskosität. Der Klebstoff darf die Oberfläche nicht verfestigen und die Oberflächenbeschaffenheit der Prüffläche nicht verändern. Lufteinschlüsse verfälschen das Ergebnis. Der Klebstoffauftrag sollte möglichst gleichmäßig und möglichst dünn erfolgen. Seitlich austretender Klebstoffüberstand muss sofort entfernt werden, weil er die effektive Prüffläche vergrößert.

### **Vergleich der Klebstoffarten:**

Der Einfluss der Klebstoffart führt laut Erning zu den gravierendsten Unterschieden in den Prüfergebnissen. Deshalb wurden zahlreiche Prüfungen mit den drei gebräuchlichsten Klebstoffen unter den verschiedensten Bedingungen im Institut für Baustoffprüfung und Fußbodenforschung durchgeführt. Die Probeflächen wurden durch augenscheinliche Beurteilung und durch Ritzprüfungen eingeschätzt, gemäß dem Hinweisblatt bezüglich der Oberflächenzugfestigkeit eingeordnet und anschließend mit den Messwerten verglichen. Über die Ergebnisse wird im folgenden berichtet:

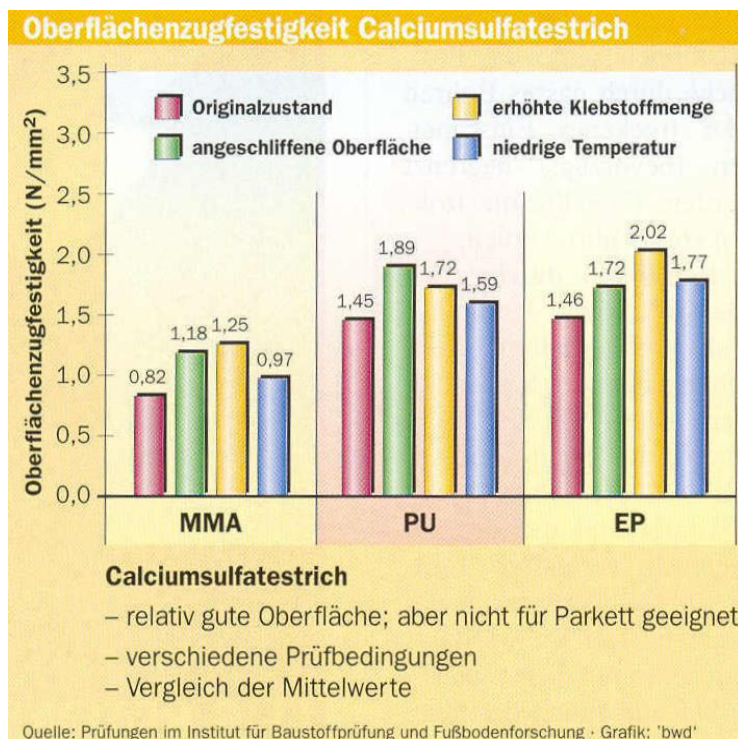


**Bild 1:** Prüfung der Oberflächenzugfestigkeit eines stark überwässerten Calciumsulfatfließestrichs im Originalzustand, im angeschliffenen Zustand, mit erhöhter Klebstoffmenge und bei niedriger Temperatur; Vergleich der Klebstoffarten (Mittelwerte).

Tendenziell liegen die Werte bei PUR- und EP-Klebstoffen deutlich höher und im Vergleich zum Hinweisblatt zu hoch. Nach Erning ist MMA-Klebstoff vorzuziehen: Er ist baustellengerecht einsetzbar, weist die wenigsten Fehlerquellen auf, unterscheidet am besten gute von schlechten Flächen. Geprüft werden sollte allerdingst frühestens nach einer Stunde. Die im BEB-Hinweisblatt enthaltenen Anforderungen basieren auf Messungen mit MMA-Klebstoff. Deshalb findet man bei den oben genannten Untersuchungen die besten Übereinstimmungen mit dem MMA-Klebstoff. Werden andere Klebstoffe eingesetzt, müssen die Anhaltswerte zwangsläufig geändert werden.

Sinnvolle Erweiterungen des Hinweisblattes sieht Erning vor allem in der Festlegung der Stempelgröße, in einer verbindlichen Feuchteprüfung vor dem Messen der Oberflächenfestigkeit, spätestens aber dann, wenn die Anforderungen nicht erreicht werden, sowie der Festlegung auf einen bestimmten Klebstoff. Vorzugsweise sollte dies MMA-Klebstoff sein.



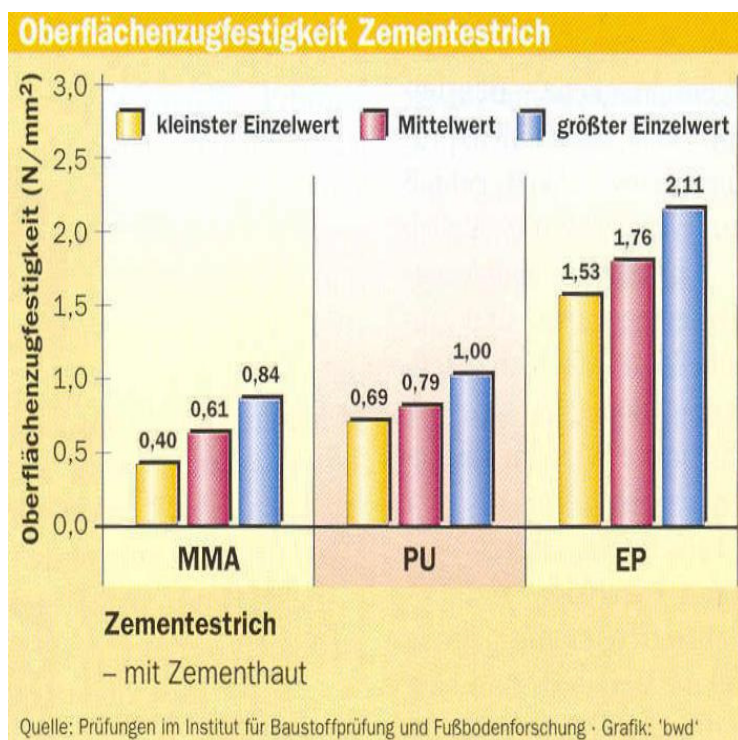


**Bild 2:** Prüfung der Oberflächenzugfestigkeit eines Calciumsulfatfließestrichs mit guter, aber nicht für Parkett geeigneter Oberfläche im Originalzustand, im angeschliffenen Zustand, mit erhöhter Klebstoffmenge und bei niedriger Temperatur; Vergleich der Klebstoffarten (Mittelwerte).

## Aus der Diskussion

- Bemerkenswert ist, dass sich in der Regel das Bruchbild des Estrichs am Stempel trotz verschiedener Klebstoffe und unterschiedlicher Haftzugfestigkeiten nicht wesentlich unterscheidet. Erning und Teilnehmer bestätigen dies.
- Ob ein Klebstoff bei der Haftzugprüfung abgebunden hatte, lässt sich laut Erning beim MMA-Klebstoff am besten am Geruch der Probe feststellen.
- Was versteht man unter einer "repräsentativen Fläche"? Repräsentativ ist eine Fläche, wenn sie die Gesamtfläche repräsentiert (widerspiegelt). Werden geringe Unterschiede bei den Messwerten festgestellt, kann daraus auf die Gesamtfläche geschlossen werden. Erning: Großflächen, die in einem Arbeitsgang hergestellt wurden, erfordern weniger Prüfungen als kleine, in größeren zeitlichen Abschnitten eingebrachte Flächen. Altmann: In DIN 4725 Teil 4 Warmwasser-Fußbodenheizungen - werden drei Prüfungen pro 200 Quadratmeter Fläche oder je eine Wohnungseinheit gefordert, auch wir sollten uns positionieren!





**Bild 3:** Prüfung der Oberflächenzugfestigkeit eines Zementestrichs mit Zementhaut; Vergleich der Klebstoffarten

- Hängt der Estrichausbruch nicht auch von der Penetration des Klebstoffes ab? Altman: Ja, wenn der Estrich sehr porös ist und der Klebstoff weit eindringt, werden größere Stücke des Estrichs herausgerissen. Hier ist die Beurteilung durch den Sachverständigen gefordert!
- Die weiteren Diskussionspunkte betrafen vor allem die Frage, inwieweit sich der Sachverständige mit dem Thema Haftzugprüfung auseinander zu setzen hat.

Zum wiederholten Male wurde festgestellt, dass es bisher keine Norm für die Prüfung und für die Anforderungen gibt. Andererseits ist die Haftzugprüfung in bestimmten Fällen aussagekräftig - vor allem, wenn sie sachgerecht durchgeführt wird - was leider nicht immer der Fall ist. Deshalb ist das BEB-Hinweisblatt durchaus zu begrüßen. Vor allem, wenn die anlässlich dieses Sachverständigentreffens behandelten Punkte eingearbeitet werden.

Erning wies darauf hin, dass die Haftzugprüfung in die europäische Normung einfließen wird - insofern müsse man sich um die Dinge kümmern und hieb- und stichfeste Anwendungsregeln schaffen. Bis dahin gilt es, den Wildwuchs der sich auf dem Haftzug-Prüfungssektor breit macht, zu beschneiden und in vernünftige Bahnen zu lenken, damit einer falschen Beurteilung - vor allem vor Gericht - begegnet werden kann. Insofern ist man sicher auf dem richtigen Wege!