

DIBt Forschungsprojekt P 52-5- 7.307-1427/13

„Untersuchung der Tragfähigkeit der Verbundfuge von Spritzbetonergänzungen im Hinblick auf das nationale Anwendungsdokument zu DIN EN 14487 und DIN EN 14488“

## Zusammenfassung

Der Nachweis der Schubkraftübertragung von Bauteilen, die mit Spritzbeton verstärkt werden, erfolgt momentan wegen des unmittelbaren Verweises von (DIN 18551 2014) auf (DIN EN 1992-1-1 2011) in Verbindung mit (DIN EN 1992-1-1/NA 2013) auf Grundlage von Bemessungsansätzen die an Versuchskörpern mit Ortbetoneergänzung ermittelt wurden. Aus diesem Anlass wurden punktuelle Versuche zur Ermittlung der Adhäsionsfestigkeit von Spritzbetonergänzungen durchgeführt um den Nachweis der Schubkraftübertragung auch für Spritzbetonergänzungen mit der erforderlichen Sicherheit führen zu können. Die Bewertung der Schubfestigkeit der Verbundfuge erfolgte durch kleinformative Spaltzugversuche und Keilspaltzugversuche. Dabei wurde der Einfluss der Oberflächenvorbehandlung, der unterschiedlichen Aufrauverfahren und Lage der Auftragsfläche sowie die Art der Applikation des Ergänzungsbetons bei verschiedenen Rautiefen unter Verwendung von zwei verschiedenen, praxisüblichen Spritzbetonmischungen untersucht.

Für die durchgeführten Kleinkörperversuche ließ sich bei den vorhandenen Rautiefen der Kategorien *rau*, *verzahnt* sowie *spritzrau* kein tragfähigkeitssteigernder Einfluss bei ausreichendem Vornässen der Auftragsfläche feststellen, da die Verbundtragfähigkeit bei sämtlichen Versuchen die monolithische Festigkeit erreichte. Bei Betrachtung unterschiedlicher Aufrauverfahren zeigten vereinzelte Versuchskörper dessen Grundbetonoberfläche stark durch Strahlen mit festen Strahlmitteln aufgeraute wurden einen erhöhten Porenhorizont entlang der Verbundfuge. Dieser ging mit einer verringerten Verbundfestigkeit gegenüber Verbundkörpern mit Höchstdruckwasserstrahl behandelte Oberfläche einher. Eine systematische Verringerung der Verbundtragfähigkeit durch Aufrauen der Oberfläche mittels Strahlen mit festen Strahlmitteln gegenüber Höchstdruckwasserstrahl konnte nicht gefunden werden. Bei Verbundkörpern mit spritzrauer Auftragsoberfläche wurden, bedingt durch die großen Hinterschnitte in der Auftragsfläche die von dem nachträglich aufgebracht Spritzbeton nicht vollständig ausgefüllt werden konnten, beträchtlich geringere Verbundfestigkeiten erreicht als bei nachträglich aufgerauten Auftragsflächen. Ob dies auch bei höheren Spritzleistungen als  $8,6 \text{ m}^3/\text{h}$  der Fall ist, konnte im Rahmen dieser Arbeit wegen der begrenzten Versuchsanzahl nicht geklärt werden. Durch den direkten Vergleich der Verbundfestigkeiten von Verbundkörpern deren Ergänzungsbeton in herkömmlicher Betonage (drucklos) aufgebracht wurde mit der Fugentragfähigkeit von Verbundkörpern dessen Ergänzungsschicht pneumatisch aufgetragen wurde, konnte der festigkeitssteigernde Einfluss des energiereichen Auftrags eindeutig bestätigt werden. Die Lage der Auftragsflächen (vertikal, über Kopf) zeigte ebenso wie die unterschiedlichen Spritzbetonmischungen bzw. die Art des Spritzverfahrens bei den vorhanden Rautiefen keinen erkennbaren Einfluss auf die Verbundfestigkeit. Bei Bewertung der absoluten Festigkeitskennwerte die im Rahmen dieses Versuchsprogramms experimentell ermittelt wurden wird eindrücklich darauf hingewiesen dass diese Werte unter Laborbedingungen an Kleinkörperversuchen ermittelt wurden und somit als optimale Werte zu sehen sind die nur bei sorgfältiger Oberflächenvor- sowie Nachbehandlung erreicht werden können und Zwangsspannungen wie sie z.B. durch differentielles Schwinden bei Großkörperversuchen entstehen, nicht berücksichtigt sind.

Die experimentelle Untersuchungen der freien Schwindverformungen im jungen Betonalter zeigen im Vergleich zu Normalbeton nahezu doppelt so große freie Schwindverformungen. Eine weitergehende Untersuchung der daraus entstehenden Zwangsspannungen bzw. deren Abdeckung durch konstruktive Regelungen ist somit zwingend erforderlich

Die statistische Auswertung der im Rahmen dieses Forschungsberichtes durchgeführten Kleinkörperversuche brachte zum Vorschein, dass mit den Bemessungsansätzen nach (DIN EN 1992-1-1 2011) in Verbindung mit (DIN EN 1992-1-1/NA 2013) für Bauteile aus Normalbeton die nachträglich mit Spritzbeton ergänzt werden unter sorgfältiger Einhaltung der nach (DIN 18551 2014) geforderten Oberflächenvorbehandlung ein ausreichendes Sicherheitsniveau für Fugen der Rauheitskategorie *rau* und *verzahnt* erreicht wird. Spritzbetoneränzungen auf *spritzrauen* Oberflächen unterschritten das erforderliche Sicherheitsniveau. Eine Erhöhung der Verbundfugentragfähigkeit bei Ergänzung von Auftragsflächen der Rauheitskategorie *rau* und *verzahnt* wird ohne zusätzliche Großkörperversuche sowie notwendiger Untersuchungen zu den entstehenden Zwangsspannungen nicht empfohlen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden dass die Empfehlungen in (DIN 18551 2014) ergänzt werden sollten. Unter Berücksichtigung praxisüblicher Schichtdicken bei der Verstärkung von Bauteilen aus Normalbeton wird demzufolge folgende Änderung vorgeschlagen:

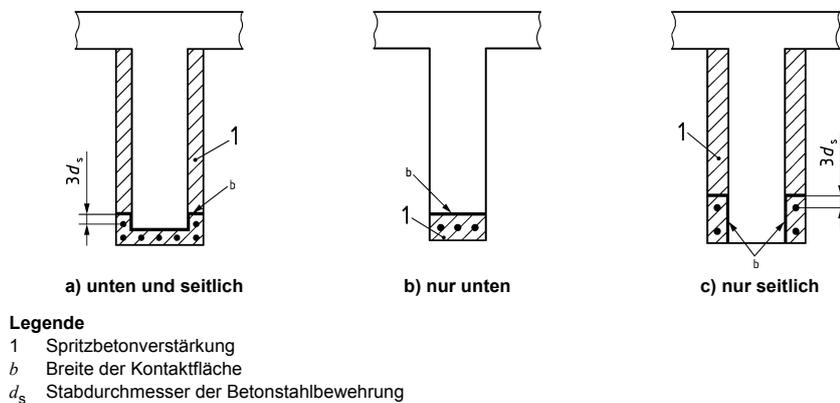
---

## DIN 18551:2014-08

---

### 5.3.2 Nachweis des Verbundes

Die entsprechenden Nachweise sind nach DIN EN 1992-1-1:2011-01, 6.2.5 unter Berücksichtigung von DIN EN 1992-1-1 /NA zu führen. **Der Einfluss des Eigengewichts der Spritzbetonverstärkung auf die Spannungen in der Fuge kann bei Schichtdicken kleiner 90 mm vernachlässigt werden.** Die Breite der Kontaktfläche  $b$  ist bei der Verstärkung von Balken nach Bild 1 zu ermitteln.



**Bild 1 — Breite der Kontaktfläche  $b$  bei der Verstärkung von Balken**

---