



FSV-aktuell STRASSE Juni 2008

Mitteilungen der Österreichischen Forschungsgesellschaft Straße • Schiene • Verkehr

Editorial

Liebe Leserin,
Lieber Leser!

Am 5. Juni fand in Wien der FSV-Verkehrstag – die Jahrestagung der FSV – statt. Auch heuer konnten wir die Zahl der Besucher erfreulicherweise wieder steigern. So hörten über 300 Interessierte aus dem Verkehrswesen Beiträge der Arbeitsausschüsse der FSV zu neuen RVS, wie der RVS 05.02.31 „Verkehrsführung, Leit-einrichtung“, der RVS 08.03.04 „Verdichtungsnachweis mittels dynamischen Lastplattenversuch“ oder den neuen RVS zu Asphalt. Die Kurzfassungen zu diesem, sowie zu weiteren Beiträgen finden in den nächsten Ausgaben des FSV-aktuell.

Weiters möchte ich Sie auf den soeben fertiggestellten Tätigkeitsbericht, der die Arbeit der FSV des letzten Jahres zusammenfasst hinweisen. Dieser ist auch im Internet auf www.fsv.at einzusehen.

*Dipl.-Ing. Martin Car
Generalsekretär der FSV*

Veranstaltungsbericht „Kostentreiber von Verkehrsbauten“

Wie schon in den letzten Ausgabe von FSV-aktuell bringen wir im Folgenden einen Beitrag zur Kooperationsveranstaltung „Kostentreiber von Verkehrsbauten“.

Effizienz in der Projektentwicklung durch PPP

In einigen europäischen Ländern, wie z.B. Großbritannien, wurde bereits in den 1980er Jahren damit begonnen, Public-Private-



Partnership-Modelle („PPP“) einzuführen. Auch in anderen europäischen Ländern, bspw. in Irland, Portugal, Deutschland oder den skandinavischen Ländern, sind PPP-Modelle seit den 1990er Jahren zunehmend zum Einsatz gekommen.

Der Anwendungsbereich ist dabei auf Infrastrukturdienste wie den Straßen- und Schienenbau sowie den Straßenbeleuchtungsbereich konzentriert.

In Österreich ist diese Entwicklung in den letzten Jahren zögerlich erfolgt. Neben einigen Projekten der SCHIG wurde zuletzt der erste Bauabschnitt eines großen Straßenbauprojektes (A5, Projekt „Ostregion“) durch die Asfinag als PPP-Modell entwickelt.

Ein vermehrter Einsatz von PPP-Modellen sowohl auf Bundes- als auch auf Länderebene wäre wünschenswert: Internationale Pilotprojekte und Studien haben gezeigt, dass durch PPP als Beschaffungsmethode Kosten eingespart und Bauverzögerungen vermindert werden können.

Der Vortrag fokussiert auf die Methodik der Projektentwicklung von PPP und stellt die daraus erschießbaren Effizienzpotenziale dar. Insbesondere wird dabei auf folgende Kernfaktoren eingegangen:

- die funktionale Definition der Leistungen des Privaten im Rahmen der Ausschreibung,
 - den Risikotransfer an den Privaten und
 - die Abrechnung der Leistung des Privaten als Dienstleistung.
- In weiterer Folge wird der Einfluss der Finanzierung auf die Projektentwicklung und Projektkonzeption dargestellt. Dabei wird gezeigt, dass bspw. die Verwendung des – aus Finanzierungssicht günstigen – Forfaitierungsmodells frühzeitig in der Projektentwicklung berücksichtigt werden sollte. Abschließend wird darauf hingewiesen, dass ein breiter Einsatz von PPP-Modellen auf Bundes- und Länderebene nur dann erreicht werden kann, wenn seitens der Politik die entsprechenden Rahmenbedingungen dafür geschaffen werden. Dafür sollte – nach internationalem Vorbild – ein entsprechendes Kompetenzzentrum im Verkehrsministerium geschaffen und Leitlinien für die Umsetzung von PPP-Modellen im Verkehrsbereich entwickelt werden.

*Mag. Lukas Stühlinger
l.stuehlinger@kommunalkredit.at*

Die Sammlung der Unterlagen zur Veranstaltung „Kostentreiber von Verkehrsbauten“ erhalten Sie im Shop auf www.fsv.at

Berichte zu aktuellen Straßenforschungs- heften

HEFT 563 Anforderungen an Nassspritzmörtel zur Erzielung eines dauer- haften Verbundes

*Autoren:
Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. techn.
Gerhard Hartl
DI(FH) Reinhard Pammlinger*

Die Erfahrungen haben gezeigt, dass bei Nassspritzmörteln (ze-

mentgebundene, kunststoffmodifizierte Mörtel) häufig eine ungenügende Haftung des Nassspritzmörtels mit dem Altbeton (z.B. bei Instandsetzungen) festzustellen war. Die Eignung von derzeit eingesetzten Nassspritzmörteln wird gemäß der Richtlinie der österreichischen Vereinigung für Beton- und Bautechnik: „Erhaltung und Instandsetzung von Bauten aus Beton- und Stahlbeton“, Ausgabe 2003 anhand von Materialkennwerten nachgewiesen. Bei einigen im Nassspritzverfahren ausgeführten Bauvorhaben waren trotz positiv nachgewiesener Labor-Prüfergebnisse, auch bei sorgsamer Verarbeitung, Verbundstörungen zwischen Altbeton und Spritzmörtel aufgetreten. Es herrscht daher große Unsicherheit, ob die im Labor positiv bewerteten Spritzmörtel im Nassspritzverfahren weiter angewendet werden können.

Ziel des Vorhabens war die Untersuchung folgender Fragestellungen:

- Welchen Einfluss hat das Schwindverhalten (innerhalb der Toleranzen der Richtlinie)?
- Welchen Einfluss hat die Rauigkeit des Altbetons?
- Welchen Einfluss hat die Schichtdicke?
- Welchen Einfluss haben die zugeführten Luftmengen beim Mörtelauftrag?
- Welchen Einfluss hat die „praxisnahe“ Verarbeitung?

Das angestrebte Ergebnis des Vorhabens ist es, eine Eingrenzung der Randbedingungen angeben zu können, damit aufgrund von empfohlenen Verbesserungsmaßnahmen weitere Mängel beim Instandsetzen mit Nassspritzmörtel vermieden werden.

Zur Erreichung dieses angestrebten Ergebnisses wurde eine Instandsetzung mit Nassspritzmörtel an einem Bauteil eines Praxisobjekts mit den variierenden Einflussfaktoren Rautiefe des Untergrundbetons („Altbetons“), unterschiedliche Güte des Nassspritzmörtels, unterschiedlicher

Druck beim Aufbringen der Nassspritzmörtel und unterschiedliche Spritzdicke „praxisgerecht“ durchgeführt. Praxisgerecht bedeutet, dass die in der Baupraxis üblichen Verarbeitungsbedingungen, wie z. B. Vorbehandlung des Untergrundes, Spritzdicke in einem Arbeitsgang, Nachbehandlung, usw., hierfür angewendet wurden.

Weiters wurde versucht einen Zusammenhang zwischen „praxisnaher“ und „laborgerechter“ Ausführung herzustellen, wonach das Verbundsystem mit den zuvor erwähnten Einflussfaktoren an Kleinproben unter Laborbedingungen nachgestellt wurde.

Die Beurteilung des „praxisnahen“ und des „laborgerechten“ Verbundsystems erfolgte im Wesentlichen aufgrund der Überprüfung des Haftverbundes des Spritzmörtels auf den Untergrundbetonplatten mittels Haftzugfestigkeitsprüfung, visuelle Prüfung auf Risse und Prüfung auf Hohlräume mittels Abklopfen.

Parallel zu den Prüfungen an den Nassspritzprobenflächen wurden an den beiden Spritzmörteln im Labor die Materialkennwerte Biegezug- und Druckfestigkeit, E-Modul, Schwinden und Kriechen ermittelt und den Ergebnissen der Mörtelprüfungen der Probenflächen gegenübergestellt.

Die „praxisnahe“ Sanierung erfolgte am Widerlager (Seite Scheibbs) des Brückentragwerks „B 25.19“ im Zuge der Bundesstraße B 25 bei Scheibbs (NÖ). Hierfür wurden folgende Parameterabstufungen gewählt:

- zwei in Bezug auf die Materialkennwerte unterschiedliche Nassspritzmörtel:
 - Nassspritzmörtel mit Kennwerten an der Grenze des lt. der Richtlinie „Erhalten und Instandsetzen von Bauten aus Beton und Stahlbeton“, Ausgabe 2003 zulässigen Bereichs; in weiterer Folge „kritischer“ Mörtel genannt
 - Nassspritzmörtel mit Kennwerten im „gesicherten“ Bereich; in weiterer Folge „guter“ Mörtel genannt
- zwei unterschiedliche Rautiefen der zu sanierenden Widerlageroberfläche:
 - Rautiefe: ca. 1,0 mm; diese

Rautiefe stellt die lt. der Richtlinie „Erhalten und Instandsetzen von Bauten aus Beton und Stahlbeton“, Ausgabe 2003 bei der Sanierung mittels Instandsetzungsmörtel mindestens herzustellende Rautiefe dar

- Rautiefe: ca. 1,5 mm; Rautiefe, bei welcher angenommen wird, dass sich diese günstig auf den Haftverbund auswirkt

Bezüglich der Rautiefe kann angemerkt werden, dass die gleichmäßige und exakte Herstellung einer definierten Rautiefe großflächig nur sehr schwer zu erreichen ist.

- zwei unterschiedliche Schichtdicken der Spritzmörtel:
 - Schichtdicke: 2 cm
 - Schichtdicke: 4 cm
- zwei unterschiedliche Spritzdrücke.

Zu den Spritzdrücken ist anzumerken, dass es auf den üblicherweise verwendeten Spritzmaschinen keine Anzeige gibt, die es ermöglicht, den Spritzdruck auf einen bestimmten Wert einzustellen bzw. diesen abzulesen.

Die Verifizierung des Einflusses der „praxisnahen“ Verarbeitung erfolgte an „laborgerechten“ Verbundsystemen, welche mit Untergrundbeton lt. Tabelle A8/2 gemäß Richtlinie „Erhalten und Instandsetzen von Bauten aus Beton und Stahlbeton“, 2003 hergestellt wurden. Die Rautiefe dieser Untergrundplatten wurde wie folgt eingestellt:

- Rautiefe ca. 1,0 bzw. ca. 1,5 mm, wonach die Anforderung der Richtlinie „Erhalten und Instandsetzen von Bauten aus Beton und Stahlbeton“, Ausgabe 2003 erfüllt wird ($\geq 1,0$ mm).
- Das Applizieren dieser so vorbereiteten Untergrundbetonplatten hatte mit dem „kritischen“ Nassspritzmörtel zu erfolgen, da sich aufgrund der im Zuge des Praxisversuchs ermittelten Prüfergebnisse gezeigt hat, dass nur für diesen Mörtel Bedarf für weitere Prüfungen besteht.
- Rautiefe ca. 0,8 – 1,0 mm; da gemäß der Richtlinie „Erhalten und Instandsetzen von Bauten aus Beton und Stahlbeton“, Ausgabe 2003 bei der Ausführung von Sanierungsobjekten

mit Spritzmörteln eine Rautiefe von bis zu $\geq 0,8$ mm zulässig ist und beim Praxisobjekt dieser Wert bereichsweise erreicht bzw. geringfügig unterschritten wurde, wurde zur besseren Verifizierung der Prüfergebnisse der Einfluss der zu geringen Rautiefe auf dieses Verbundsystem an Untergrundplatten mit einer Rautiefe von ca. 0,8 mm ermittelt.

- Das Applizieren dieser so vorbereiteten Untergrundbetonplatten erfolgte im Zuge der Sanierung des Praxisobjekts sowohl mit dem hierbei verwendeten „kritischen“ als auch mit dem „guten“ Nassspritzmörtel.

Aufgrund der ermittelten Prüfergebnisse lassen sich die im Folgenden angeführten Schlussfolgerungen ableiten:

Im Falle der im Zuge des Praxisprojekts ermittelten Frischmörtelkennwerte war auffällig, dass der kritische Mörtel einen höheren Wasserbedarf (bei geringfügig kleinerer Konsistenz) hat, als der gute Mörtel, wonach dies im Wesentlichen ein höheres Schwinden und höhere schwindbedingte Eigenspannungen zur Folge hat. Der Wasserbedarf bei niedrigem und hohem Spritzdruck kann als nahezu gleich beurteilt werden. Den größten Einfluss auf den Frischmörtel hatte der Spritzdruck. Aufgrund von Festmörtelprüfungen zeigte sich, dass bei niedrigem Spritzdruck wesentlich mehr Luftporen in den Frischmörtel eingeführt werden als bei hohem Spritzdruck. Grund hierfür ist, dass bei hohem Spritzdruck der bereits aufgespritzte Spritzmörtel durch den nachfolgenden frischen Spritzmörtel mehr „verdichtet“ wird und es dadurch zu einem höheren Austreiben von Luftporen kommt. Dieser Effekt hat, wie sich später herausstellte, wesentlichen Einfluss auf die Festmörtelkennwerte.

Generell konnten an den Proben beider Mörtel relativ hohe Biegezug- und Druckfestigkeiten ermittelt werden. Im Zuge dieser Ermittlung der Festigkeitskennwerte konnte festgestellt werden, dass beim guten Mörtel in Bezug auf die Biegezug- und Druckfestigkeiten nahezu keine Abhängigkeit vom Spritzdruck festzustellen war. Demgegenüber ergab sich beim

kritischen Mörtel eine sehr hohe Abhängigkeit vom Spritzdruck, welche im Wesentlichen auf die Tatsache zurückzuführen ist, dass beim kritischen Mörtel, wie bereits zuvor erwähnt, bei niedrigem Spritzdruck sehr viele Luftporen in den Mörtel eingeführt werden. Demgemäß erscheint es logisch, dass der mit wenig Druck gespritzte kritische Mörtel die geringsten Festigkeiten aufwies, wobei sich der Festigkeitsunterschied zw. den mit niedrigem Spritzdruck gespritzten Proben und jenen mit hohem Spritzdruck hergestellten zu rund 20 % ergab. Beim guten Mörtel konnte nur ein geringfügiger Festigkeitsunterschied festgestellt werden. Weiters ist festzustellen, dass sich beim kritischen Mörtel, weitgehend unabhängig vom Spritzdruck, eine geringfügig langsamere Festigkeitsentwicklung ergab als beim guten Mörtel. Obwohl die Biegezug- und Druckfestigkeiten beider Mörtel relativ hoch waren ergab sich demgegenüber überraschenderweise der E-Modul beider Mörtel vergleichsweise niedrig, wonach die schwindbedingten Eigenspannungen relativ klein und dadurch die Rissgefahr und die Gefahr des Ablösens der Beschichtung ebenfalls generell eher klein sein sollten. Die Ursache für diese vergleichsweise niedrigen E-Moduli ist in jedem Fall auf den relativ hohen Gehalt an eingespritzten Luftporen zurückzuführen.

Generell zeigt sich, dass an den mit hohem Druck hergestellten Proben des kritischen Mörtels der höchste E-Modul ermittelt werden konnte. Dies ist durch den geringeren Kunststoffgehalt des kritischen Mörtels und den geringeren Luftporengehalt, bedingt durch den höheren Spritzdruck, erklärbar. Die gemäß Instandsetzungs-Richtlinie an den E-Modul gestellten Anforderung konnten von beiden Mörteln nicht erreicht werden. Hierzu ist anzumerken, dass diese Anforderungen für statisch mitwirkende oder statisch ergänzende Instandsetzungsmaßnahmen gelten. Auffällig ist, dass die beiden Mörtel im Alter von 90 Tagen eine geringere Biegezugfestigkeit und einen geringeren E-Modul aufweisen als im Alter von 28 Tagen. Da der Festigkeitsabfall aber jeweils eher ge-

ringförmig ist, könnte dies auf Prüf-
streuungen oder auf eine eventuelle
Versprödung des eingesetzten
Kunststoffs hinweisen.

Jenes Hauptkriterium, wonach die
Einteilung für die Klassifikation
„kritischer“ und „guter“ Mörtel ge-
troffen wurde, war das Schwind-
maß. Gemäß Instandsetzungs-
Richtlinie ist für Nassspritzmörtel
ein maximales Schwinden im Al-
ter von 90 Tagen von 1,2 mm/m
gefordert. Diese Anforderung
wurde im Falle des guten Mörtels
sowohl bei hohem als auch bei
niedrigem Spritzdruck mit nahezu
identischen Werten von 1,03 mm/m
und 1,02 mm/m erfüllt. Konträr
verhält es sich beim kritischen
Mörtel. Bei diesem ergab sich bei
niedrigem Spritzdruck ein höhe-
res Schwinden als bei hohem
Spritzdruck.

Die Anforderung von $\leq 1,2$ mm/m
nach 90 Tagen konnte bei hohem
Spritzdruck mit 1,13 mm/m erfüllt,
bei niedrigem Spritzdruck mit
1,35 mm/m aber nicht erfüllt wer-
den. Resümierend kann hier fest-
gestellt werden, dass der mit
niedrigem Druck gespritzte kriti-
sche Mörtel zu jedem Prüfzeit-
punkt das höchste Schwinden
und der mit hohem Druck ge-
spritzte kritische Mörtel zu jedem
Zeitpunkt das zweithöchste
Schwinden aufwies. Das Schwin-
den des guten Mörtels ergab sich,
unabhängig vom Spritzdruck, na-
hezu gleich, und im Vergleich zu
den anderen am kleinsten.

Eine weitere in Bezug auf die
Rissgefahr und die Gefahr von
Hohllagen wesentliche Kenn-
größe ist das Kriechen. Bei den
guten Mörteln zeigt sich über den
gesamten Prüfzeitraum hindurch
ein höheres Kriechen als bei den
schlechten Mörteln. Auch hier ist,
wie beim Schwinden, dieser
Sachverhalt unabhängig vom
Spritzdruck festzustellen. Das be-
deutet, dass im Mörtelalter von
90 Tagen bei hohem bzw. niedri-
gem Spritzdruck der gute Mörtel
eine Kriechzahl φ von 2,50 bzw.
2,43 gegenüber einer Kriechzahl
 φ des kritischen Mörtels von 1,10
bzw. 1,24 aufweist. Dies bedeutet,
dass der gute Mörtel bei Dauer-
last ein rund 2-mal größeres Krie-
chen hat als der kritische Mörtel
hat und dadurch sich beim guten
Mörtel nur halb so hohe Schwind-
eigenspannungen einstellen als
beim kritischen Mörtel. Der Grund

hierfür ist auf den etwas höheren
Kunststoffgehalt des guten Mörtel-
s zurückzuführen.

Die Herstellung und Prüfung des
„laborgerechten“ Verbundsystem
wurde mit dem kritischen Mörtel
durchgeführt. Der für den Wasser/
Bindemittelwert und damit für die
wesentlichen Eigenschaften des
Mörtels maßgebliche Zugabe-
wassergehalt lag bei diesem Pro-
jekt mit 13,4 M.-% und 13,1 M.-%
geringfügig über jenem Wasser-
gehalt des beim Praxisobjekt an-
gewendeten Mörtels (12,7 M.-%).
Des Weiteren zeigte sich hierbei,
dass bei niedrigem Spritzdruck
rund 30% mehr Luftporen in den
Frischmörtel eingeführt werden
als bei hohem Spritzdruck.

Vergleicht man die am Festmörtel
ermittelten Kennwerte miteinan-
der, so ist festzustellen, dass der
hierbei verwendete kritische Mörtel
gegenüber jenem beim Praxis-
objekt verwendeten eine um etwa
5% geringere Biegezugfestigkeit,
eine um rund 18% geringere
Druckfestigkeit aber einen höhe-
ren E-Modul aufweist.

Bezüglich des Einflusses dieser
geringeren Festigkeiten und des
höheren E-Moduls auf das Ver-
bundsystem kann festgestellt wer-
den, dass aufgrund der etwas
geringeren Biegezugfestigkeit
natürlich auch die Rissgefahr er-
höht wird. Dazu kommt, dass die-
ser Mörtel einen höheren E-Modul
aufweist, wonach die Rissgefahr
aufgrund der geringeren
Bruchdehnung ebenfalls steigt.

Das Schwindmaß des bei der Un-
tersuchung des Einflusses des
Untergrundbetons verwendeten
kritischen Mörtels ist bei hohem
Spritzdruck um 2% und niedri-
gem Spritzdruck um 8% niedri-
ger als jenes, welches bei dem
beim Praxisobjekt verwendeten
ermittelt wurde.

Zusammenfassend kann hierbei
festgestellt werden, dass der hier-
bei verwendete Nassspritzmörtel
gegenüber dem beim Praxisobjekt
verwendeten eine geringfügig
kleinere Biegezug- und Druckfes-
tigkeit sowie auch ein geringfügig
kleineres Schwinden aufweist.
Dieser Unterschied könnte auf ein-
nen unterschiedlichen Luftporen-
gehalt im Mörtelgefüge zurückzu-
führen sein.

Aufgrund der ermittelten Prüf-

ergebnissen können die beiden
Mörtel im Wesentlichen aber als
gleichwertig beurteilt werden.
Im Falle der Verbundsysteme er-
gaben sich folgende Sachverhalte:

• Verbundsystem kritischer Mörtel/Widerlageroberfläche

Dieses Verbundsystem wurde
prinzipiell nur durch den Einfluss
von Spritzdruck und Rautiefe be-
stimmt. Ausreichend hoher Spritz-
druck führte bei hoher Rautiefe
(Rautiefe $> 1,5$ mm) zu guten
Haftzugfestigkeiten (> 2 MPa) und
bei niedrigen Rautiefen zu ausrei-
chenden Haftzugfestigkeiten. Bei
niedrigem Spritzdruck wurden im
Wesentlichen sowohl bei hoher
als auch bei niedriger Rautiefe
unzureichende Prüfergebnisse er-
mittelt. Der Einfluss der Schicht-
dicke kam bei diesen Prüffeldern
nicht zum Tragen.

• Verbundsystem guter Mörtel/ Widerlageroberfläche

Im Falle der mit dem guten Mörtel
hergestellten Prüffelder zeigte
sich, dass sowohl bei niedrigem
als auch bei hohem Spritzdruck,
mit einer Ausnahme, ein ausge-
zeichneter Haftverbund erreicht
werden konnte. Nur bei den mit
niedriger Rautiefe (< 1 mm) und
niedrigem Spritzdruck hergestell-
ten Feldern war ein unzureichen-
der Haftverbund feststellbar. Hier-
aus lässt sich ableiten, dass bei
Verwendung eines guten Nass-
spritzmörtels (geringes Schwin-
den und hohes Kriechverhalten)
und bei ausreichender Rautiefe
trotz baustellennaher Verarbei-
tung ein ausreichender Haftver-
bund erreicht werden kann.

• Verbundsystem guter bzw. kritischer Mörtel/Untergrund- beton W/B 0,45 (hergestellt im Zuge des Praxisobjekts; Rautiefe ca. 0,8 mm)

Bei den sowohl mit dem guten als
auch mit dem kritischen Mörtel
des Praxisobjekts beschichteten
und bei Laborbedingungen gela-
gerten Verbundplatten zeigte sich,
dass bei einer weit unter den übli-
chen Werten liegenden Rautiefe
der Untergrundbetonplatten von
rund 0,5 mm unabhängig von
Spritzdruck und Schichtdicke im
Wesentlichen kein ausreichender
Haftverbund mehr vorliegt.

• Verbundsystem kritischer Mörtel/Untergrundbeton W/B 0,45 (Normbedingungen; Rautiefe ca. 1,0-ca. 1,5 mm)

Kennzeichnend bei dem Ver-
bundsystem kritischer Mörtel/Un-
tergrundbeton ist, dass bei ho-
hem Spritzdruck und Rautiefen
 > 1 mm im Wesentlichen ausrei-
chender Haftverbund festgestellt
werden kann.

Auffällig war hierbei jedoch, dass
sich bei den mit einer Schicht-
dicke von 2 cm hergestellten Prüf-
platten zu späteren Prüfzeitpunk-
ten ein signifikanter Abfall in der
Haftzugfestigkeit zeigte. Dies ist
auf den Einfluss der schwindbe-
dingten Eigenspannungen bei
gleichzeitigem niedrigem Kriechen
des Mörtels zurückzuführen.

Das deutlich günstigere Ergebnis
(Verbund, Mörtel) für die dickere
Beschichtung (4 cm) resultiert in
erster Linie daraus, dass sich die
schwindbedingten Eigenspan-
nungen des Spritzmörtels umso
langsamer ausbilden, je dicker
die Spritzmörtelbeschichtung ist.
Dieser Sachverhalt ist hauptsäch-
lich auf das bessere Wasser-
rückhaltevermögen dickerer Be-
schichtungen zurückzuführen.
Dem Spritzmörtel ist bei größeren
Schichtdicken mehr Zeit ge-
geben, seine Festigkeit zu ent-
wickeln und den Eigenspannun-
gen zu widerstehen.

Bei Rautiefen < 1 mm ergaben
sich auch bei hohem Spritzdruck
zumeist unzureichende Haftzug-
festigkeiten.

Ein wenig anders verhält es sich
bei den mit niedrigem Spritzdruck
hergestellten Prüffeldern. Bei die-
sen konnte bei Rautiefen auch
knapp über 1 mm, unabhängig
von der Schichtdicke, im Wesent-
lichen kein ausreichender Haft-
verbund ermittelt werden. Bei
Rautiefen $> 1,4$ mm und hoher
Schichtdicke (4 cm) entsprechen
die Ergebnisse den Vorausset-
zungen für eine positive Beur-
teilung, bei niedriger Schichtdicke
(2 cm) zeigte sich wieder ein Ab-
fall in der Haftzugfestigkeit, nur
dass in diesem Fall schon im
Prüfalter von 7 Tagen unzurei-
chender Haftverbund festzustellen
war.

Die Haftbrüche erfolgten bei allen
untersuchten Verbundsystemen
zumeist im Verbund und nicht,

wie gewünscht, im Mörtel bzw. Untergrundbeton.

Aufgrund der Auswertung der Prüfergebnisse ergeben sich nachstehende Folgerungen:

- Die für ein positiv zu beurteilendes Verbundsystem mit Nassspritzmörtel unbedingt einzuhaltenden Parameter sind ein hoher Spritzdruck, eine große Rautiefe sowie ein schwindarmer und kriechnichtfreudiger Spritzmörtel.
- Größere Mörteldicken bewirken eine langsamere Entwicklung der schwindbedingten Eigenspannungen. Weiters hat der Mörtel mehr Zeit, seine Zugfestigkeit zu entwickeln, um die aus dem Schwinden resultierenden Eigenspannungen aufnehmen zu können.
- Als ungünstigstes Prüfergebnis dieser Untersuchung ist zu werten, dass das Versagen im Haftzugversuch zumeist, also auch bei hohen Spritzdrücken, zwischen Mörtel und Beton erfolgte. Dieser (ungünstige) Bruch stellte sich also hauptsächlich als Verbundbruch ein. Erwünscht ist jedoch ein Bruch in der jeweils schwächeren Komponente des Verbundsystems, entweder im Untergrundbeton oder im Mörtel. Der Grund hierfür liegt im Wesentlichen darin, dass selbst der „hohe“ Spritzdruck des Nassspritzmörtels verfahrensbedingt nicht ausreicht, um einen ausreichenden Verbund zum Untergrundbeton sicher zu stellen. Zufolge des Verbundversagens konnte im Haftzugversuch auch nur in wenigen Fällen die max. Abreißfestigkeit des Untergrundbetons bzw. des Spritzmörtels ausgeschöpft werden.
- Beim Praxisobjekt zeigten sich an den vertikalen Prüfflächen mit einer Schichtdicke von 4 cm im Gegensatz zu den Prüfplatten der Laborversuche deutlich geringere Haftzugfestigkeiten als bei den Feldern mit einer Spritzmörteldicke von 2 cm. Das größere Wasserrückhaltevermögen und das damit günstigere Schwindverhalten der dickeren Schicht kam aufgrund der „praxisnahen“ Verarbeitung nicht zum Tragen.
- Dies bedeutet, dass aufgrund der geringen Wartezeit zw. dem

Aufbringen der ersten und der zweiten Spritzmörtelschicht das hieraus resultierende höhere Eigengewicht des frischen Spritzmörtels zu einer Verschiebung in der Verbundfuge und demzufolge zu einem geringeren Haftverbund führte. Der Einfluss des zu geringen Vornässens dürfte aufgrund der minderen Güte des Widerlagerbetons und der damit verbundenen höheren Porosität der Oberfläche weitgehend kompensiert worden sein. Es ist hinlänglich bekannt, dass bei sehr guten und damit sehr dichten Betonen trotz ausreichendem Vornässen Verbundstörungen auftreten können.

Abschließend können nun die in der Einleitung dieser Zusammenfassung gestellten Fragen wie folgt beantwortet werden:

Der im Rahmen dieser Arbeit einzige nachweisbare Einfluss der „praxisnahen“ Verarbeitung auf das Verbundsystem ergibt sich aus dem in einem Arbeitsgang bzw. mit zu kurzen Wartezeiten zw. den Schichten gespritzten dicken (4 cm) Nassspritzmörtelschicht. Bei den zufolge der Parameterkombination geringer Spritzdruck/geringe Rautiefe/kritischer Mörtel hergestellten vertikalen Prüffeldern konnten Ablösungen und Rissbildung festgestellt werden.

Bezüglich der Frage nach den materialtechnischen Reserven der Nassspritzmörtel ist festzustellen, dass zumindest für die Parameterkombination geringer Spritzdruck, kleine Schichtdicken (< 2 cm) und Rautiefen an der Untergrundecke des zulässigen Bereichs (aber innerhalb der Toleranzen) gewisse gemäß der Richtlinie „Erhalten und Instandsetzen von Bauten aus Beton und Stahlbeton“, Ausgabe 2003 gestellten labortechnischen Anforderungen im Wesentlichen zu „tolerant“ sind. Diese betreffen vor allem das Schwindmaß und das bisher nicht erfasste Kriechmaß der Mörtel sowie die Rautiefe des Untergrundbetons. Die Kenngröße Spritzdruck ist in diesem Regelwerk nicht verankert.

Auf der Grundlage dieser Erkenntnisse erscheint es im Wesentlichen notwendig die Toleranzgrenzen im Bezug auf das

Schwind- und Kriechverhalten der Nassspritzmörtel neu zu definieren (Empfehlung: freies Schwinden: $\leq 1,0$ mm/m) sowie Untergrundbetonrautiefen $\geq 1,2$ mm und einen höchstmöglichen Spritzdruck anzuwenden.

Dies würde zu einer Verbesserung der Funktionstauglichkeit des Verbundsystems und damit zu einer Minimierung der Schäden und der Verunsicherung bei der Anwendung von Nassspritzmörteln beitragen.

*Univ.-Doz. DI. Dr. Gerhard Hartl
DI (FH) Reinhard Pampering
office@hartl-mpa.com*

Das Straßenforschungsheft 563 können sie im Shop unter www.fsv.at bestellen.

Veranstaltungen und Seminare

FSV-Seminar in Graz

Asphaltstraßen – Umsetzung der neuen Anforderungen

Datum: Mittwoch, 18.6.2008
Uhrzeit: 14:00 – 17:00
Wo: Austria Trend Hotel Europa
Graz, Bahnhofgürtel 89,
8020 Graz
Teilnahmegebühr: € 135,00 bzw.
Mitglieder € 150,00 (exkl. MwSt.)

FSV-Seminar in Wien

Verkehr & Umwelt

Datum: Dienstag, 23.9.2008
Uhrzeit: 10:00 – 16:00
Wo: FSV, Karlsgasse 5,
1040 Wien
Teilnahmegebühr: € 190,00 bzw.
Mitglieder € 165,00 (exkl. MwSt.)

FSV-Schulung in Wien

Brückenispektoren – Basislehrgang

Datum: Dienstag, 14.10. –
Donnerstag, 16.10.2008
Uhrzeit: lt. Programm
Wer lädt ein: FSV
Wo: FSV, Karlsgasse 5,
1040 Wien
Teilnahmegebühr: € 400,00 bzw.
Mitglieder € 330,00 (exkl. MwSt.)

FSV-Tagung

FSV-Preis 2008

Datum: Donnerstag, 13.11.2008
Uhrzeit: 11:00 – 13:30
Wer lädt ein: FSV
Wo: Arcotel Wimberger
Teilnahme kostenlos

Weitere Informationen zu diesen und weiteren Veranstaltungen und eine Online-Anmeldemöglichkeit finden Sie auf unserer Homepage www.fsv.at.

In der nächsten Ausgabe ...

...finden Sie erste Berichte des FSV-Verkehrstages 2008.

FSV-aktuell Straße:

„Österreich-Teil“ und offizielles Organ des Bereichs Straße der Österreichischen Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV)

FSV-Geschäftsstelle:

A-1040 Wien, Karlsgasse 5
Tel.: + 43 1 5855567
Fax: + 43 1 5855567-99
E-Mail: office@fsv.at
<http://www.fsv.at>

Schriftleitung:

Dipl.-Ing. (FH) Tristan Tallafuss (Kommentare, Anregungen, Beitragsideen etc. erwünscht!)
Weitere Informationen und Bestellmöglichkeit der Publikationen der FSV auf www.fsv.at.

Bei Bestellungen im EU-Raum bitte Ihre UID bekannt geben (in Deutschland = DE + 9 Ziffern), da Sie so die MwSt. sparen können.

Abonnementpreis der Zeitschriften *Straßenverkehrstechnik* sowie *Straße und Autobahn für FSV-Mitglieder ermäßigt!*