



FSV-aktuell STRASSE März 2025

Mitteilungen der Österreichischen Forschungsgesellschaft
Straße • Schiene • Verkehr

Editorial

Sehr geehrte Leserin,
sehr geehrter Leser,

das größte Event Österreichs im Verkehrswesen, der FSV-Verkehrstag wird heuer früher als gewohnt stattfinden. Bereits am 6. Mai werden auf der Wiener Ringstraße im Hotel Marriott die Tore des Verkehrstages geöffnet.

Für die parallel stattfindende Fachausstellung

sind knapp 30 Aussteller interessiert, mit Kunden, Partnern und anderen Besuchern in Kontakt zu treten und deren Leistungen zu präsentieren.

Im Rahmenprogramm sind einige spannende Vorträge zu erwarten, die aus den unterschiedlichsten Arbeitsgruppen der Österreichischen Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr stammen. Die Arbeitsgruppen und Arbeitsausschüsse sind es, die mit ihren ehrenamtlichen Mitgliedern die Hauptleistung in der Entwicklung der Regelwerke erbringen.

Die Themen reichen heuer vom verkehrsbehörd-

lichen Ermittlungsverfahren über die Entwässerung von ländlichen Straßen und Neuerungen bei Pflasterplattendecken bis hin zum Schutz vor Naturgefahren. Falls Sie ein Thema danach mehr interessiert, ist ein Austausch mit den Vortragenden möglich.

Ich bitte Sie, sich und Ihre Kolleginnen und Kollegen schon jetzt als Besucher anzumelden. Bei Fragen wenden Sie sich bitte jederzeit an mich (office@fsv.at).

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

Beiträge vom FSV-Preis

Im Rahmen der FSV-Tagung „FSV-Preis 2024 – wir gehen neue Wege, die Jugend geht mit“ bekamen sechs Master-/Diplomarbeiten bzw. Dissertationen, die sich mit verkehrsrelevanten Themen beschäftigten, einen Preis verliehen. Heute stellen wir zwei Arbeiten vor:

Mechanistisch-empirische Bemessung von Fahrbahnaufbauten und Fahrbahnverstärkungen aus Beton – Erweiterung und Verbesserung der bestehenden Ansätze und Methoden

Die Bemessung von konventionellen starren Fahrbahnkonstruktionen in Österreich basiert derzeit auf Standardstraßenbauten, die in Abhängigkeit von verkehrsbezogenen Parametern ausgewählt werden und in einem Bemessungskatalog festgelegt werden [1]. Dieser Ansatz erlaubt nicht die Berücksichtigung von genauen Materialeigenschaften, detaillierten Verkehrsbelastungsinformationen, lokalen Klimabedingungen und anderen Randbedingungen (siehe Bild 1). Um diese Nachteile abzulegen, wurde eine verbesserte, mechanistisch-empirische Bemessungsmethode für Betonstraßen entwickelt. Aufgrund der Notwendigkeit alternativer Erhaltungsmaßnahmen für das österreichische Landesstraßennetz wurde im Rahmen dieser Arbeit ein Bemessungsverfahren für Fahrbahnverstärkungen aus Beton entwickelt. Die vorliegende Dissertation besteht aus einer umfassenden Einleitung und vier Publikationen, die sich mit der genaueren Charakterisierung wesentlicher Eingangsparameter, deren Implementierung in das Bemessungsverfahren und deren Auswirkung auf das Bemessungsergebnis befassen.

Die erste Publikation [2] untersucht den Einfluss klimatischer Temperaturschwankungen auf die Bemessung von Betonstraßen. Für die Be-

rechnung relevanter Wölbspannungen wurden repräsentative Temperaturgradienten abgeleitet. Diese Temperaturgradienten wurden mithilfe von Temperaturdaten von Messstationen, die über das österreichische Autobahnnetz aus Beton verteilt sind und einem Temperaturvorhersagemodell ermittelt. Dieses Modell basiert auf dem Differenzenverfahren, wurde in Python im-

plementiert und anhand gemessener Temperaturprofildaten validiert. Zusätzlich wurde die Auswirkung dieser Temperaturgradienten auf die Lebensdauer einer typischen Fahrbahnkonstruktion mit Hilfe der verbesserten Bemessungsmethode für Betonstraßen demonstriert.

In der zweiten Publikation [3] wird das Fahrbahnverhalten unter dynamisch erhöhten Radlasten

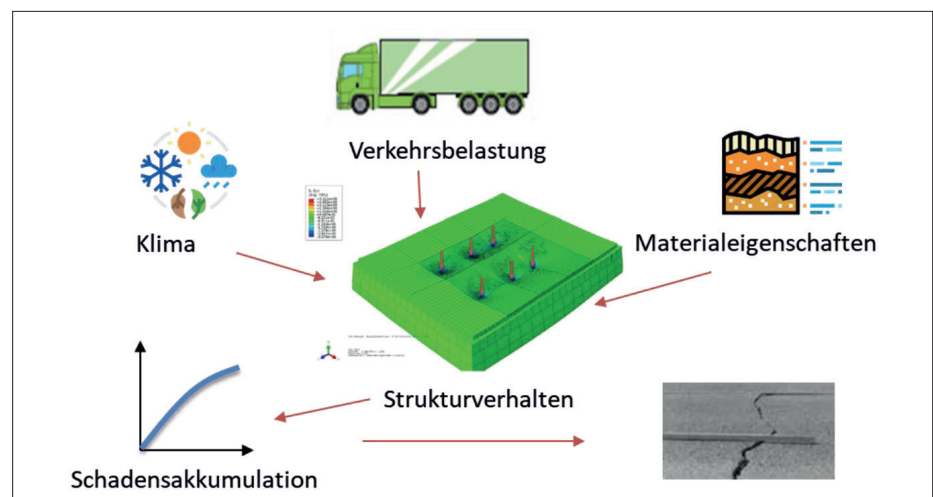


Bild 1: Beeinflussende Faktoren auf die Fahrbahnkonstruktion

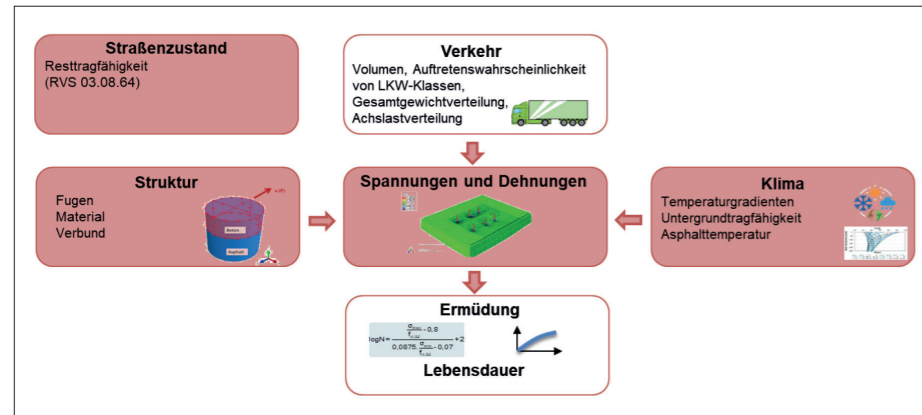


Bild 2: Mechanistisch-empirische Bemessung von Fahrbahnverstärkungen aus Beton

untersucht. Dies erfolgt durch Kombination von Ansätzen zur Modellierung von Achsaggregaten, zur Simulation dynamischer Radlasten aufgrund von Längsunebenheiten und zur Ermittlung der Lebensdauer des Straßenaufbaus. In weiterer Folge wurden mit Hilfe der verbesserten und für den Zweck dieser Studie adaptierten mechanistisch-empirischen Bemessungsmethode für Betonstraßen die Schädigung und die Lebensdauer von Betonbauten unter dynamischen Radlasten berechnet. Die Ergebnisse zeigen eine hohe Korrelation zwischen dem bewerteten Längsprofil WLP (Indikator für Längsunebenheiten) und der theoretischen Lebensdauer von starren Aufbauten. Basierend auf dieser Korrelation wurde ein Bewertungshintergrund für Längsunebenheiten vorgestellt, der die Klassifizierung

von Straßenabschnitten abhängig von gemessenen Unebenheiten (ausgewertet mit WLP) in fünf Klassen ermöglicht.

Die dritte Publikation [4] widmet sich einer umfassenden Analyse der Verbundeigenschaften zwischen der neuen Betondecke und den bestehenden Asphaltdecken bei Fahrbahnverstärkungen aus Beton. Zu diesem Zweck wurden temperaturabhängige, experimentelle Daten generiert, die das Verbundverhalten in normaler und tangentialer Richtung beschreiben und in 3D-Finite-Elemente-(FE)-Modelle zur Berechnung der Spannungen im Oberbau einbezogen wurden. Zudem wurde anhand einer kommerziellen FE-Software die Auswirkung von verschiedenen Modellierungsansätzen für den Verbund („Vollverbundmodell“, „Reibungsmodell“ und „Kohäsivzonenmodell“) auf die resultierende Bemessungslebensdauer untersucht. Eine der wichtigsten Erkenntnisse aus dieser Studie ist, dass die Verwendung von temperaturabhängigen, empirischen Daten zur Beschreibung des Verbundverhaltens und der Steifigkeit der vorhandenen Asphaltdecke zu realistischeren Bemessungsergebnissen führt.



Dipl.-Ing. Dr.techn. Kristina Wittmann

In der vierten Publikation [5] wurde eine neue Bemessungsmethode für Fahrbahnverstärkungen aus Beton (Whitotopping) vorgestellt (vgl. Bild 2). Neben der Implementierung des temperaturabhängigen Elastizitätsmoduls des Asphalts und der Verbundeigenschaften berücksichtigt dieser Bemessungsansatz

den vorhandenen Straßenzustand (ausgedrückt durch die Resttragfähigkeit), verschiedene Fugenabstände, temperaturabhängige Materialeigenschaften, klimatische Bedingungen und Verkehrslasten. Die Berücksichtigung all dieser Eingangsparameter führt zu einer genaueren Bestimmung der Schichtdicke und der Nutzungsdauer. Darüber hinaus wurde ein Bemessungskatalog abgeleitet, der auf den Ergebnissen einer Reihe von Analysen verschiedener Oberbauten mit Variationen unterschiedlicher Parameter basiert. Für einen gegebenen, erwarteten Bemessungsnormlastwechsel, einer bestimmten Dicke der bestehenden Asphaltdecke und deren Resttragfähigkeit ist es möglich, die erforderliche Schichtstärke der Betonplatte zu bestimmen.

Abschließend lässt sich festhalten, dass die Ergebnisse dieser Arbeit maßgebliche Auswirkungen auf das Verständnis des Verhaltens von konventionellen Betondecken und Fahrbahnverstärkungen aus Beton haben. Die vorgestellten Modelle liefern eine wertvolle Grundlage, um bestehende Ansätze zu erweitern und neue Konzepte zu entwickeln. Eine präzisere Charakterisierung der verschiedenen Eingangsparameter führt zu einer genaueren Bestimmung der Nutzungsdauer, was in der Praxis von entscheidender Bedeutung ist. Durch die Optimierung des Straßenaufbaus und die Verringerung des Bedarfs an übermäßigen Bemessungsreserven kann der mit dem Bau und der Erhaltung verbundene Energieverbrauch gesenkt werden. Teilergebnisse sind bereits in die RVS 03.08.69 [6] eingeflossen. Diese Arbeit bildet zudem die Basis für die Entwicklung eines FSV-Merkblattes zum Thema „Whitotopping“.

Dipl.-Ing. Dr.techn. Kristina Wittmann

Literaturhinweise

- [1] RVS 03.08.63: Oberbaubemessung. Vienna: FSV 2016.
- [2] Wittmann K., Eberhardsteiner L., Zhou D., & Blab R. 2021. Characterisation of the climatic temperature variations in the design of rigid pavements. International Journal of Pavement Engineering, 23(9), 3222–3235, <https://doi.org/10.1080/10298436.2021.1887486>.
- [3] Wittmann K., Eberhardsteiner L., Aichinger C., Spielhofer R., & Blab R. 2022. Design life of rigid pavements under dynamic wheel loads. Road Materials and Pavement Design, 0(0), 1–17, <https://doi.org/10.1080/14680629.2022.2136579>.
- [4] Wittmann K., Eberhardsteiner L., Longi P., Payerl M., & Blab R. 2023. Towards a better consideration of the interface bonding conditions in the design of bonded concrete overlays. Material and Structures, 56(30), 1–15, <https://doi.org/10.1016/j.matstruc.2023.106433>.
- [5] Eberhardsteiner L., Wittmann K., Payerl J. M., & Blab R. 2023. Performance based design of bonded whitetopping overlays. Road materials and pavements (pp. 1–15), <https://doi.org/10.1080/14680629.2022.2164331>
- [6] RVS 03.08.69: Rechnerische Dimensionierung von Betonstraßen. Vienna: FSV 2020.

Lastklasse	LK10	LK4	LK1,3	LK0,4
BNLW in Mio.	> 4 bis 10	> 1,3 bis 4	> 0,4 bis 1,3	> 0,1 bis 0,4
Bei Resttragfähigkeit ≥ 70 %				
Whitotopping	Plattenbreite ≤ 3,0m	16 ≥ 5		15 ≥ 5
	Plattenbreite ≤ 3,5m	18 ≥ 5	17 ≥ 5	16 ≥ 5
	Plattenbreite ≤ 4,0m	19 ≥ 5	18 ≥ 5	17 ≥ 5

Fugen müssen außerhalb der Fahr- bzw. Rollspuren angeordnet werden.
Verhältnis Plattenlänge zu Plattenbreite L : B ≤ 1,5
Resttragfähigkeit < 50%: Whitotopping keine zulässige Bauweise
Adaptierung der angegebenen Betonschichtdicken:
- Asphaltrestdicke ≥ 15cm: -1cm Betonschichtdicke
- Resttragfähigkeit 50-69%: +1cm Betonschichtdicke

Bild 3: Ausschnitt aus dem Bemessungskatalog für Fahrbahnverstärkungen aus Beton für das Landesstraßennetz

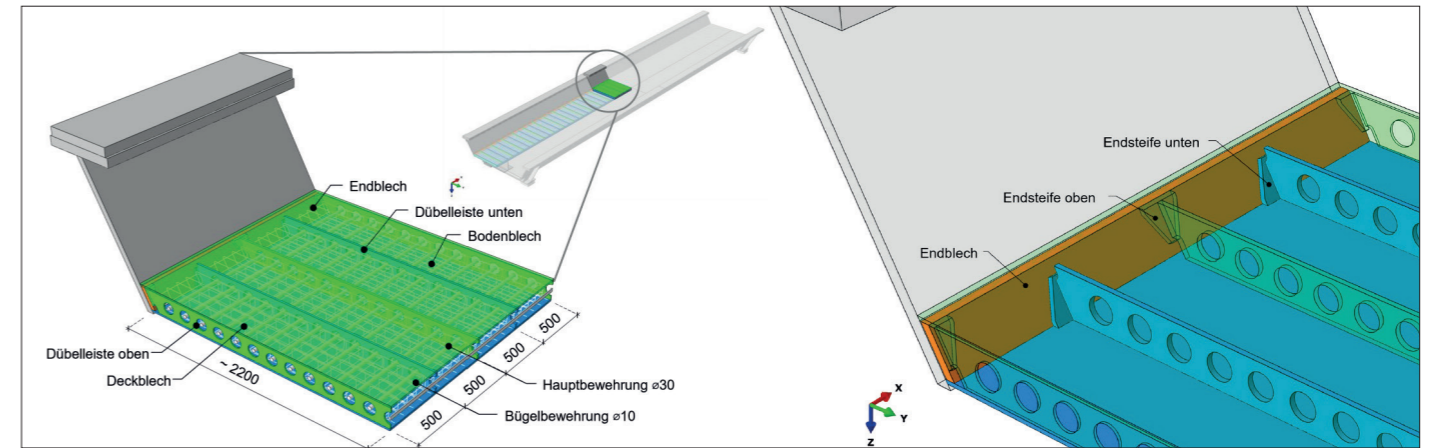


Bild 4: Aufbau der SCSC-Platte

Untersuchung der Haupt- und Quertragwirkung einer Trogbücke mit SCSC-Fahrbahnplatte

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde die Quertragwirkung einer SCSC-Platte als Teil einer Trogbücke unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Haupttragwirkung untersucht. Dabei wurde die aktuelle Ausführungsvariante des Übergangs der SCSC-Platte zum Hauptträgersteg vorgestellt, mit der die Vorteile früherer Ausführungsvarianten kombiniert werden sollen, ohne dabei deren Nachteile zu haben. Ein großer Teil dieser Diplomarbeit widmet sich der Dokumentation des aktuellen Wissensstandes zur SCSC-Platte.

Dazu gehört die endgültige begriffliche Definition und konzeptionelle Abtrennung der einzelnen Tragwirkungen in: Haupttragwirkung, Tragwirkung parallel zu den Dübelbleichen und Tragwirkung quer zu den Dübelbleichen (vergleiche Bild 5). Mit diesen Definitionen konnten die Einflüsse auf die Hauptbewehrung beschrieben und qualitativ den einzelnen Tragwirkungen zugeordnet werden.

Das Konzept, die Einflüsse auf die Hauptbewehrung auf die einzelnen Tragwirkungen aufzuteilen, sollte sich im Laufe der Untersuchungen zur Ermittlung ermüdungswirksamer Spannungsschwingbreiten noch als sehr hilfreich herausstellen. Bevor allerdings mit Spannungsberechnungen begonnen werden kann, muss zunächst ein Finite-Elemente-Modell (FE-Modell) erstellt werden.

Im Zuge der Erstellung des FE-Modells, in dieser Diplomarbeit als *Quermodell* bezeichnet, wird der aktuelle Wissensstand bezüglich Materialeigenschaften, Geometrie, Randbedingungen, Belastung und Belastungsgeschichte dokumentiert. Wichtig ist hier zu erwähnen, dass das *Quermodell* ein 2,0 m Ausschnitt in Tragwerksmitte der gesamten Trogbücke ist. Es ist daher notwendig, geometrische und dynamische Randbedingungen an den Schnittfern des *Quermodells* zu definieren. Diese Randbedingungen wurden in dieser Diplomarbeit zum ersten Mal aus einem Modell entnommen, das ein Viertel der Trogbücke im FE-Programm „Abaqus“ abbildet (als Viertelbrückenmodell bezeichnet).

Es hat sich gezeigt, dass das Viertelbrückenmodell sehr gut mit dem *Quermodell* approximiert werden kann. Da der Fokus auf der Untersuchung der Quertragwirkung unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Haupttragwirkung liegt, wurde der Definition des Betonmodells, und dabei vor allem den Eigenschaften des Betons unter Zugspannungen, bei der Erstellung des *Quermodells* besondere Aufmerksamkeit geschenkt.

Im Zuge der Definition der Belastungsgeschichte wurde ein neues Lastniveau entwickelt. Die Idee dabei ist es, einen realen Steifigkeitszustand zu simulieren, auf Grundlage dessen über Multiplikationsfaktoren ermüdungswirksame Spannungsschwingbreiten ermittelt werden können. Das Lastniveau des *realen Steifigkeitszustands* ist notwendig, da normativ für die unterschiedlichen Querschnittsteile (und dementsprechend auch Tragwirkungen) unterschiedliche Laststeigerungsfaktoren für das Lastniveau *FLS* festgelegt sind. Eine Vereinheitlichung ist daher im Lastniveau *FLS* nicht möglich.

Im nächsten Abschnitt dieser Diplomarbeit wurde eine neue ingenieurmäßige Modellbildung zur Beschreibung der Tragwirkung parallel zu

den Dübelbleichen (Quertragwirkung) vorgestellt. Das komplexe Tragverhalten wurde dabei über eine Handvoll einfacher Tragmechanismen im ingenieurmäßigen Sinne ausreichend genau beschrieben. Auf Grundlage dieser Modellbildung sollen Berechnungen in praxisnäheren FE-Programmen, wie zum Beispiel *RFEM*, möglich gemacht werden.

Das *Quermodell* wurde im letzten Abschnitt einer Parameterstudie unterzogen. Nachfolgend sind die wichtigsten daraus gewonnenen Erkenntnisse zusammengefasst:

- Hauptbewehrungsstäbe mit einem Durchmesser von 30 mm sind auf Grund der vorteilhafteren Ergebnisse bezüglich maximaler Spannung und Spannungsschwingbreiten im Vergleich zu Hauptbewehrungsstäben mit kleineren Durchmessern zu bevorzugen.



Dipl.-Ing. Martin Schuster, BSc

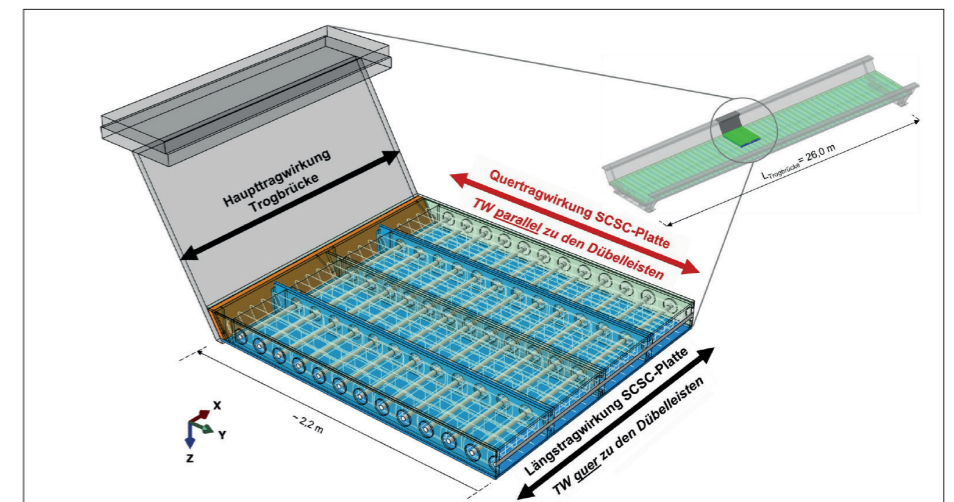


Bild 5: Tragwirkungen der Trogbücke

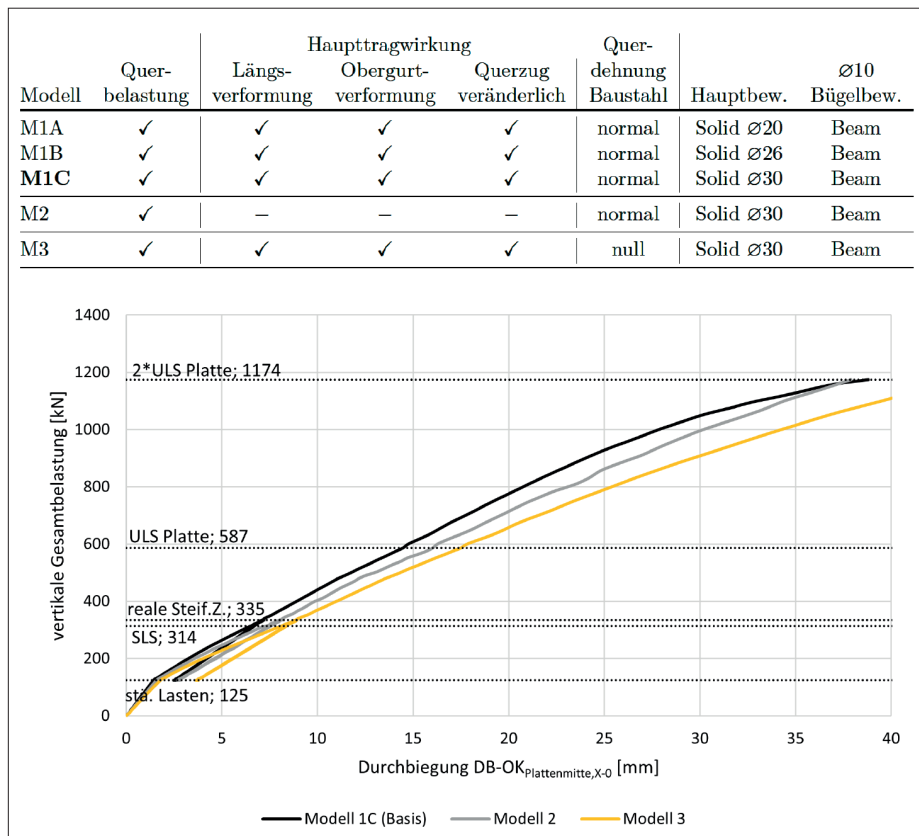


Bild 6: Ausschnitt aus der Parameterstudie

- Die Einflüsse auf die Hauptbewehrung zufolge der Tragwirkung parallel zu den Dübeln haben im Bereich der oben angeschweißten Dübeln eine zugkraft erhöhende Wirkung auf die Bewehrungsstäbe. Im Gegensatz dazu haben sie im Bereich der unten angeschweißten Dübeln eine zugkraft reduzierende Wirkung. Hauptverantwortlich für diese Zugkraft erhöhende bzw. -reduzierende Wirkung ist die so genannte Kammverdrrehung (Zugkräfte in den Bewehrungsstäben zur Aufrechterhaltung des Momentengleichgewichts in den Betonkammern).
- Die „Vorspannungswirkung“ in Querrichtung zufolge behinderter Querstauchung des Baustahls (aus der Haupttragwirkung) hat einen positiven Einfluss auf die Dübelkräfte und die Durchbiegungen. Das ist bei der Herleitung von einfachen Ingenieurmodellen zu beachten.
- Die Modellierung der Hauptbewehrungsstäbe als eindimensionale *beam*-Elemente führt zu Ergebnissen, die im Vergleich zu Modellen mit dreidimensionalen *solid*-Elementen auf der unsicheren Seite liegen. Für weitere Forschungsarbeiten wird die Modellierung als *solid*-Elemente empfohlen.
- Das Vorhandensein von Hauptbewehrungsstäben führt im Vergleich zu Modellen ohne Hauptbewehrungsstäben, zu einer deutlichen Reduktion der Rissbreiten im Betonkern.
- Durch die Aufteilung der Beanspruchung der

Hauptbewehrungsstäbe auf die Haupttragwirkung und die Tragwirkung parallel zu den Dübeln leisten, ergeben sich für die ermüdungswirksamen Spannungsschwingbreiten Ausnutzungsgrade von 137 % während der Erstbelastung und 46 % während der Zweitbelastung. Würden die Spannungsschwingbreiten mit einem vereinfachenden Laststeigerungsfaktor auf der sicheren Seite bestimmt werden, würden sich deutlich ungünstigere Ausnutzungsgrade ergeben.

- Die kleineren ermüdungswirksamen Spannungsschwingbreiten in den Hauptbewehrungsstäben während der Zweitbelastungsphase sind auf bleibende Betonschädigungen während der Erstbelastungsphase zurückzuführen. Durch die Betonschädigungen ergeben sich während der Zweitbelastung im Unterlastniveau deutlich größere Beanspruchungen auf die Bewehrung als bei der Erstbelastung. Bei gleichbleibender Beanspruchung im Oberlastniveau führt das zu kleineren Spannungsschwingbreiten.
- Hauptverantwortlich für die Reduktion der Spannungsschwingbreiten während der Zweitbelastungsphase ist die Biegemomentenbeanspruchung. Da die Biegemomente in der Hauptbewehrung vor allem aus der Tragwirkung parallel zu den Dübeln folgen, kann diese Tragwirkung als hauptverantwortliche Tragwirkung für die Spannungsschwingbreitenreduktion zwischen Erst- und Zweitbelastung identifiziert werden.

Dipl.-Ing. Martin Schuster, BSc.

Kommende Veranstaltungen und Seminare

FSV-Tagung

FSV-Verkehrstag 2025 mit Fachausstellung
6.5.2025
Vienna Marriott Hotel, 1010 Wien

FSV-Schulung

Gewässerschutzanlagen
Ursache – Funktion – Wirkung
10.2.2025
FSV, 1040 Wien

FSV-Seminar

Standardisierte Leistungsbeschreibungen
Version 7 – Basisseminar
4.–5.6.2025
Eco Suite Hotel Salzburg, 5020 Salzburg

FSV-Infvormittag

Gemeindestraßen, Güterwege und
ländliche Straßen
27.3.2025
Austria Trend Hotel, 6020 Innsbruck und Web

Nähere Informationen zu diesen und weiteren Veranstaltungen und eine Online-Anmelde-möglichkeit finden Sie auf unserer Homepage www.fsv.at.

In der nächsten Ausgabe ...

... erwarten Sie weitere interessante Berichte zu Richtlinien und Veranstaltungen der FSV.

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 58 55 567
Fax: +43 1 58 55 567-99
E-Mail: office@fsv.at
<http://www.fsv.at>

Schriftleitung:

DI (FH) DI Ehrenfried Lepuschitz
(Kommentare, Anregungen, Beitragsideen usw. 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).

Abonnementpreis

der Zeitschriften
Straßenverkehrstechnik sowie
Straße und Autobahn

für FSV-Mitglieder ermäßigt!