



## FSV-aktuell STRASSE Juni 2020

Mitteilungen der Österreichischen Forschungsgesellschaft  
Straße • Schiene • Verkehr

### Editorial

#### Sehr geehrte Leserin, sehr geehrter Leser!

Trotz der COVID-19-Pandemiekrise, die mit Mai in Österreich vorerst einmal als „unter Kontrolle“ gilt, ist es der Österreichischen Forschungsgesellschaft Straße-Schiene-Verkehr gelungen, die Ausschusstätigkeit weitgehend über die Krisenmonate aufrechtzuerhalten. Aufgrund der Breite des Tätigkeitsfeldes – wie der Name schon sagt, behandeln wir nicht nur den Straßenbereich, sondern das ganze Thema Mobilität, die bautechnischen Angelegenheiten des Brückenbaus, des

Tunnelbaus, des Landschaftsbaus, bis über den Siedlungswasserbau und Flussbau – gelang es sogar mit 1.6.2020, eine Abo-Aussendung für die Richtlinien und Vorschriften des Eisenbahnwesens (RVE) durchzuführen.

Wenngleich dies in diesem Editorial vielleicht verwundert gelesen wird, ist das aus mehreren Gründen erwähnenswert. Einerseits, um die Aktivitäten unserer Expertinnen und Experten darzustellen, durch deren unermüdliche Tätigkeiten in den FSV-Ausschüssen diese Regelwerke aktuell gehalten werden. Andererseits, da es viele überschneidende bzw. übergreifende Themenfelder gibt, die unabhängig vom Verkehrsträger zur Anwendung kommen: Gute Beispiele dafür sind der

Brückenbau, die umweltbezogenen Bauthemen oder der Tunnelbau. Damit ergibt sich, dass häufig in RVS (Richtlinien und Vorschriften des Straßenwesens) im Anwendungsbereich beispielsweise der Schienenbereich mitberücksichtigt wird; zum Wohl beider Systeme, da diese Standards nur einmal geschrieben werden müssen und mehrere Anwendungsfelder aufweisen.

So gesehen ist es sehr erfreulich, dass sich das Arbeitsfeld der FSV in den letzten beiden Dekaden sukzessive erweiterte und auch in Krisenzeiten dankenswerterweise bearbeitet wird.

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

### FSV-Preis 2019

Insgesamt bekamen im Rahmen der FSV-Tagung „FSV-Preis 2019 – wir gehen neue Wege, die Jugend geht mit“ sechs Master-/Diplomarbeiten bzw. Dissertationen, die sich mit verkehrsrelevanten Themen beschäftigten, einen Preis verliehen. Aus den weiteren Einreichungen stellen wir heute eine weitere Masterarbeit vor:

#### Untersuchungen zur erhärtungsbedingten Rissgefahr von Brückenrandbalken für die Überarbeitung der RVS 15.04.11

Randbalken sind aufgrund ihrer exponierten Lage am Brückentragwerk der freien Bewitterung und somit auch starken thermischen Angriffen ausgesetzt. Darüber hinaus werden insbesondere Randbalken auf Straßenbrücken sehr stark durch Tausalz beansprucht. Weiters erfahren Randbalken aufgrund der kraftschlüssigen Verbindung mit dem darunterliegenden Brückentragwerk eine Verformungsbehinderung, wodurch einwir-

kende Verformungen in Zwangsspannungen resultieren. Die Lebensdauer von Randbalken hängt daher signifikant von einer ausreichenden Rissbreitenbegrenzung ab.

Im Entwurf der RVS 15.04.11 sind daher Betonstandards und Randbedingungen für die Herstellung

von Randbalken definiert worden, um die erhärtungsbedingte Rissgefahr zu reduzieren.

Im Zuge dieser Masterarbeit wurden die Einflüsse der definierten Betonstandards und der angeführten Randbedingungen auf die erhärtungsbedingte Rissgefahr mittels Finite-Elemente-Simulationen



Dipl.-Ing.  
Christina Krenn

balken auf Straßenbrücken sehr stark durch Tausalz beansprucht. Weiters erfahren Randbalken aufgrund der kraftschlüssigen Verbindung mit dem darunterliegenden Brückentragwerk eine Verformungsbehinderung, wodurch einwir-

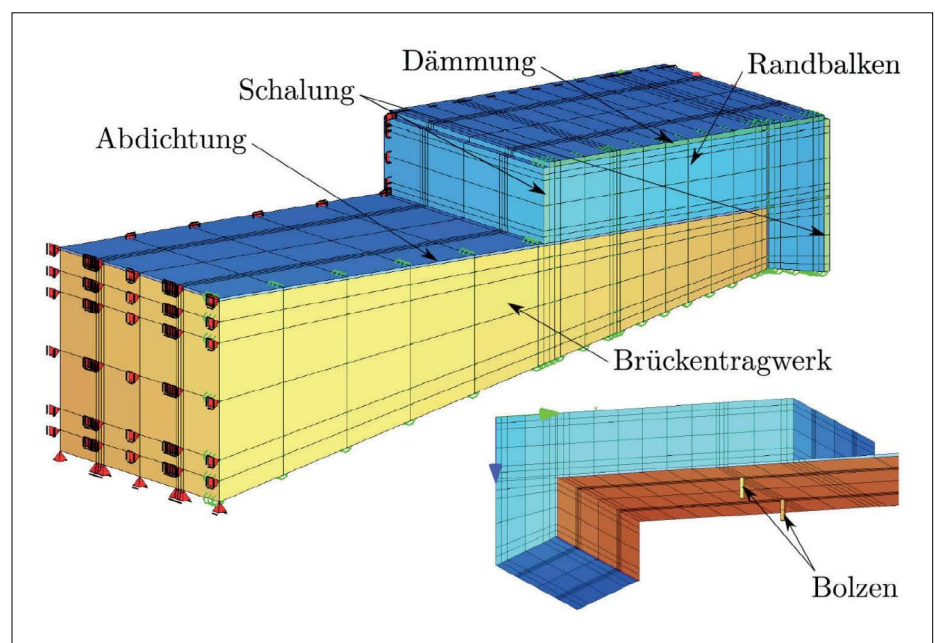


Bild 1: FE-Berechnungsmodell im Programm SOFiStiK

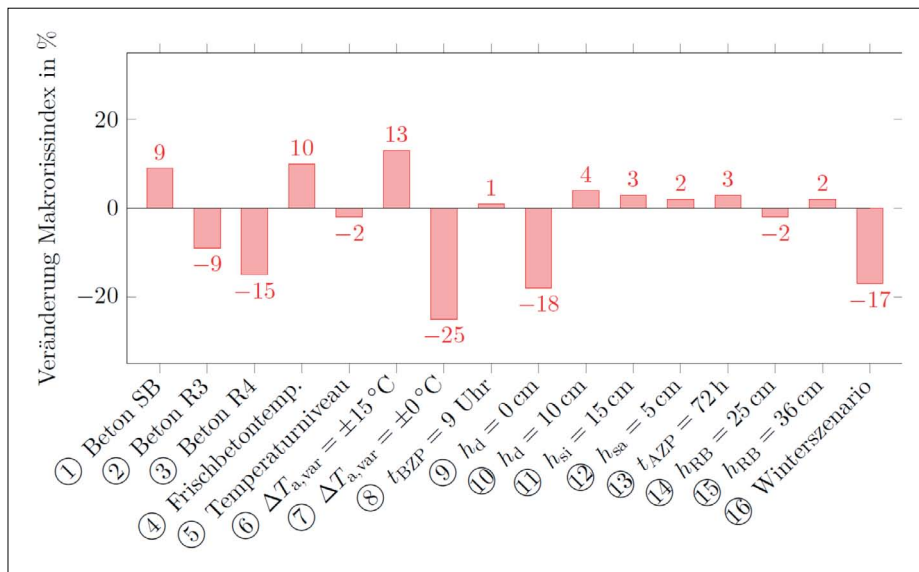


Bild 2: Prozentuale Veränderung des Makrorissindex der einzelnen Parametervariationen zum Referenzfall

ermittelt, um eine Aussage über den Nutzen eines etwaigen Mehraufwands in der Herstellung und Verarbeitung treffen zu können. Darüber hinaus wurde das zu erwartende Rissbild im Erhärtungszeitraum ermittelt und Überlegungen für eine angemessene Festlegung der Mindestbewehrung von Randbalken definiert.

Für die Berechnung der erhärtungsbedingten Rissgefahr wurde mit dem Finite-Elemente-Programm SOFISTIK ein parametrisches und volumetrisches Berechnungsmodell eines Randbalkens generiert, welches in Bild 1 dargestellt ist.

Mit diesem Berechnungsmodell wurden sogenannte thermomechanische Simulationen durchgeführt, bei denen die zeitabhängigen Materialeigenschaften während der Erhärtung zeitdiskret abgebildet wurden.

Für eine realitätsnahe Implementierung der Betoneigenschaften wurden die verwendeten Materialmodelle an die Ergebnisse einer Laboruntersuchung von Smart Minerals angepasst, welche vom Ausschuss für Brückenausrüstung und der ASFINAG in Auftrag gegeben wurde. Für die Darstellung des Einflusses einzelner Parameter wurde zuerst ein Referenzfall definiert, auf welchem aufbauend die Variation einzelner Eingangsgrößen untersucht wurde. Anschließend erfolgte noch die Berechnung eines realistischen Szenarios, welches auf den Erkenntnissen der Parameterstudie aufbaut und die in der RVS 15.04.11 definierten Betonrezepturen direkt vergleicht. Darüber hinaus wurde das Berechnungsmodell auf eine Länge von 15 m ausgedehnt und ein Riss im maßgebenden Querschnitt diskret abgebildet. Den Abschluss der Arbeit bildeten Untersuchungen zu dem sich einstellenden Rissbild im Erhärtungszeitraum mit und ohne Bewehrung.

Die Ergebnisse der Finite-Elemente-Simulationen zeigen, dass Rissbildung generell nicht ausgeschlossen werden kann. Abhängig vom Ausmaß der Verformungsbehinderung des Randbalkens auf der Brücke besteht außerdem in vielen Fällen bereits im Erhärtungszeitraum die Gefahr von Trennrissbildung. Diese Gefahr von Trennrissen wurde aus dem sogenannten Makrorissindex abgeleitet, der im vorliegenden Fall das Verhältnis zwischen linear-elastischer Zwangskraft und Risskraft widerspiegelt.

Für eine detaillierte Darstellung der einzelnen Einflussgrößen auf diese Trennrissgefahr wurde mittels Parameterstudie die prozentuale Veränderung des Makrorissindex der einzelnen Parametervariationen zum Referenzfall ermittelt. Das Ergebnis ist in Bild 2 dargestellt. Zunächst wurden in den Berechnungen vier verschiedene Betonrezepturen verglichen (Variante 1 bis 3 sowie der Referenzfall). Diesbezüglich zeigen die Ergebnisse der Parameterstudie, dass diese einen signifikanten Einfluss auf die Rissgefahr infolge Betonerhärtung haben. Grund dafür ist, dass die Betonrezeptur die Reaktionswärme des Hydratationsprozesses und in weiterer Folge die Elastizitätsmodul- und Zugfestigkeitsentwicklungen beeinflusst.

Die optimierten Betone erzielen vor allem eine höhere Zugfestigkeit, wodurch die Rissgefahr im Erhärtungszeitraum gesenkt werden kann. Hinsichtlich der Frischbetontemperatur wurde festgestellt, dass diese differenziert zu betrachten ist. Betrachtet man nur das Temperaturniveau, so ergibt sich bei einem Absenken der Frischbetontemperatur und der mittleren Umgebungs- und Bauteiltemperatur von 27 °C auf 22 °C kein nennenswerter Einfluss auf die Rissgefahr (Variante 5). Die Rissgefahr steigt erst dann erkennbar an, wenn ein Unter-

schied zwischen Frischbetontemperatur und mittlerer Umgebungs- und Bauteiltemperatur (Variante 4) vorliegt. Somit scheint eine Begrenzung der Frischbetontemperatur in Abhängigkeit von der Außentemperatur für sinnvoll.

Der größte Einfluss auf die erhärtungsbedingte Rissgefahr im Randbalken wurde aber für den Tagesgang der Umgebungstemperatur festgestellt (Variante 6 und 7). Durch die geringe Dicke des Randbalkens im Vergleich zum Brückentragwerk wirkt sich der Einfluss der Umgebungstemperatur nicht nur als Oberflächenproblem aus, sondern erzeugt bei diesen dünnen Bauteilen einen signifikanten zentrischen Zwang. Einen weiteren nennenswerten Einfluss stellt das Aufbringen einer Wärmedämmung nach der Betonage dar (Variante 9 und 10). Hierdurch kann eine sehr frühe Rissbildung im Anfangsstadium der Erhärtung aufgrund der Minimierung des Einflusses der Umgebungstemperatur verhindert werden. Infolge des anschließenden Auskühlungsprozesses steigt jedoch die entstehende Zugspannung leicht an, da sich durch die aufliegende Dämmung ein größeres Temperaturniveau aufgebaut hat.

Mit den getätigten Überlegungen zur Rissgefahr des Randbalkens ergibt sich, dass im Allgemeinen eine rissbreitenbegrenzende Bewehrung erforderlich ist. In den weiteren Untersuchungen zu dem sich einstellenden Rissbild konnte gezeigt werden, dass die Rissbildung in den Randbalken durch das Zusammenwirken der Bewehrung und der Horizontalsteifigkeit der Kopfbolzendübel gesteuert wird.

Für die Betrachtungen zur erhärtungsbedingten Beanspruchung war die berechnete Rissbreite daher sehr gering. Betrachtet man außerdem weitere Verformungseinwirkungen im Nutzungszeitraum, so könnte durch das Zusammenwirken der Bewehrung und der Horizontalsteifigkeit der Kopfbolzendübel eine ausreichende Begrenzung der Rissbreite erzielt werden, selbst wenn die für zentrischen Zwang erforderliche Mindestbewehrung lt. EN 1992-1-1 (2015) nicht vollumfänglich angeordnet wird.

Dieser Effekt ist darauf zurückzuführen, dass durch die Kopfbolzendübel ein Teil der Risskraft abgetragen und somit die Stahlspannung in den Primärrissen begrenzt wird.

Die Ergebnisse der Masterarbeit bestätigen zunächst die Beobachtungen in der Praxis, dass bei Randbalken im Allgemeinen von Rissbildung auszugehen ist.

Die Gefahr für oberflächennahe Anrisse ist in allen untersuchten Fällen gegeben, da sich infolge der Tagestemperaturschwankung große Spannungsunterschiede über den Querschnitt einstellen. Mit den Ergebnissen der optimierten Betonrezepturen konnte zudem gezeigt werden, dass Trenn-

rissbildung im Erhärtungszeitraum mit betontechnologischen Maßnahmen durchaus verhindert werden kann. Über die Nutzungsdauer des Randbalkens gesehen, kann die Rissbildung allerdings auch in diesen Fällen nicht generell ausgeschlossen werden, da eine hohe Abhängigkeit von den klimatischen Randbedingungen besteht und der Randbalken zusätzlich durch das Schwinden im Nutzungszeitraum beansprucht wird.

Die maßgebende Beanspruchung im Randbalken ist der zentrische Zwang. Die erforderliche Mindestbewehrung hängt somit maßgeblich von der Risskraft des Querschnittes ab. Im vorliegenden Fall wird die Risskraft teilweise durch die Kopfbolzendübel abgetragen, sodass die Rissbreitenbegrenzung im Erhärtungszeitraum auch mit einer geringeren Bewehrung als der Mindestbewehrung für zentrischen Zwang möglich ist. Dieses Zusam-

menispiel sollte insbesondere im Entwurf der neuen Richtlinie explizit berücksichtigt werden, da die optimierten Betone eine deutlich höhere Zugfestigkeit aufweisen und somit die Risskraft dieser ansteigt, wodurch auch die erforderliche Bewehrungsmenge ansteigen würde.

Dipl.-Ing. Christina Krenn  
christina.krenn@tugraz.at

**Berichte zu  
aktuellen RVS**

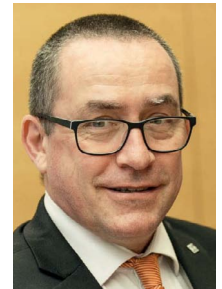
**Das überarbeitete RVS-Arbeitspapier Nr. 19 „Preisumrechnung für den Bau von Verkehrsinfrastruktur“**

Mit 1.5.2020 wurde das erneuerte RVS-Arbeitspapier (AP) Nr. 19 veröffentlicht. Das AP 19 ist in der Preisumrechnung für den Bau von Verkehrsinfrastruktur unter Zugrundelegung der standardisierten Leistungsbeschreibung Verkehr und Infrastruk-

tur (LB-VI) anwendbar. Vertragsgrundlage für die Preisumrechnung ist die ÖNORM B 2111, Ausgabe 1.5.2007.

Durch die neue Version 05 der LB-VI im September 2018 wurde das AP 19 erneuert. In der LB-VI 05 und folglich im AP 19 wurde die Leistungsgruppe 23 (LG 23) „Oberflächennahe Geothermie“ ergänzt. Die LG 23 wurde im RVS-Arbeitsausschuss „Leistungsbeschreibung Brückenbau“ mit Unterstützung durch die Vereinigung Österreichischer Bohr-, Brunnenbau- und Spezialtiefbauunternehmen (VÖBU) erstellt und in die LB-VI 05 implementiert, da es möglich sein soll, Bauvorhaben mit oberflächennaher Geothermie ausschreiben zu können.

Der Geschäftsführer der VÖBU, Ing. Thomas Pirkner, hat für die FSV zur näheren Erläuterung nachfolgend einige Zeilen über die Implementierung der LG 23 „Oberflächennahe Geothermie“ in der LB-VI 05 und dem AP 19 verfasst: Seit 1969 vertritt die VÖBU als Vereinigung der Bohr-, Brunnenbau- und Spezialtiefbauunternehmen die Interessen ihrer Mitglieder in Österreich. Die VÖBU engagiert sich seit 2016 intensiv im RVS-Arbeitsausschuss Leis-



Ing. Thomas Pirkner

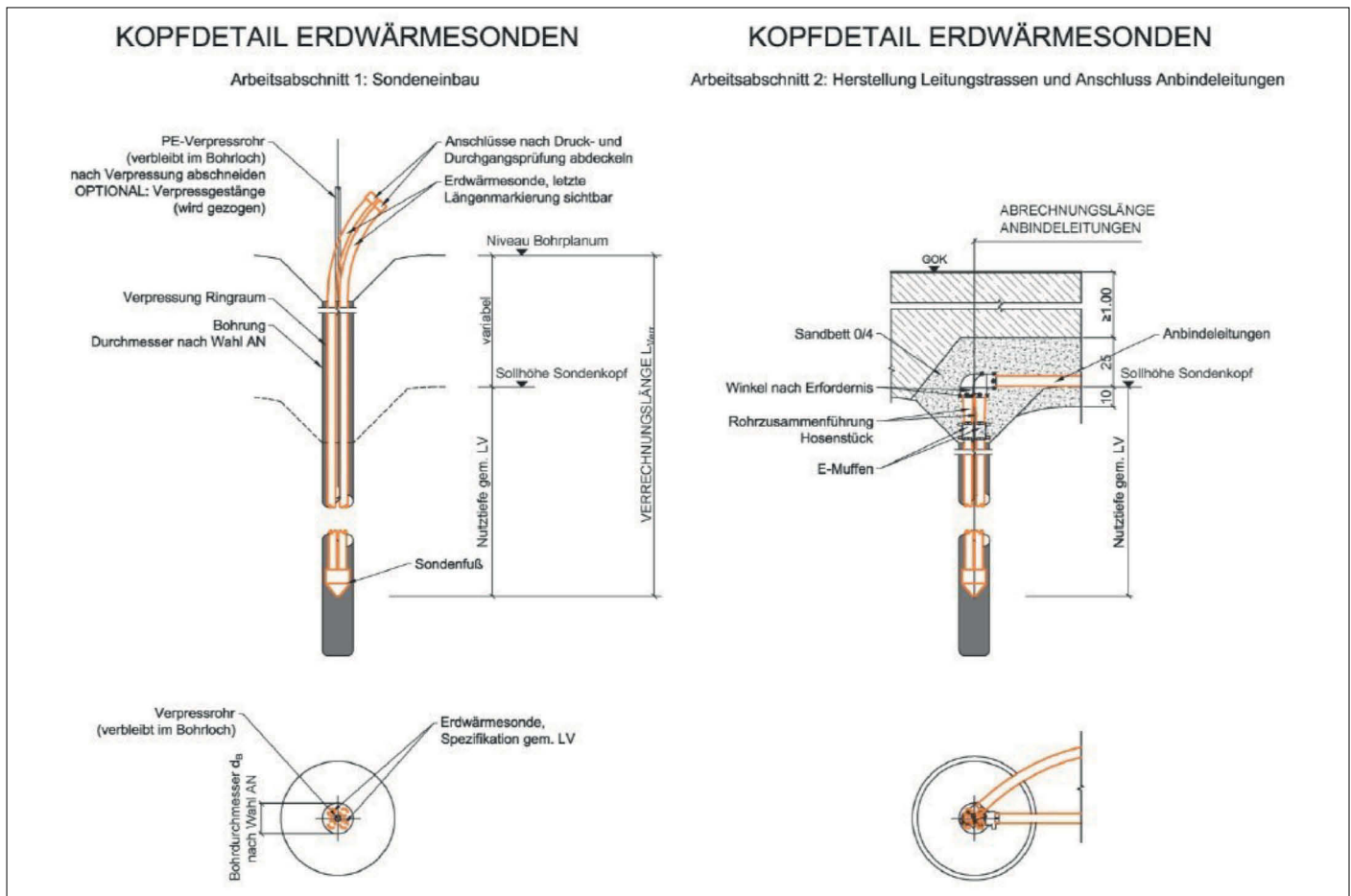


Bild 3: Tiefensonden (LV: Leistungsverzeichnis) aus dem Regelblatt 23.01-1



Bild 4: Tiefensondenbohrung © VÖBU



Bild 5: Belegung von Sonderformen – Spiralkollektoren © VÖBU

tungsbeschreibung Brückenbau, um sämtliche geotechnischen Leistungsbeschreibungen der LB-VI 05 in Bezug auf Normen und Richtlinien zu verbessern, zu vereinfachen und eindeutig zu formulieren. Dies wurde im Detail in 13 Unterarbeitsausschüssen mit insgesamt 135 Mitarbeitern bis zur Veröffentlichung der LB-VI 05 im September 2018 bewerkstelligt.

Bei der Überarbeitung der LB-VI 05 wurde eine zusätzliche Leistungsgruppe – die LG 23 „Oberflächennahe Geothermie“ – hinzugefügt.

Im Laufe der letzten Jahre wurden vermehrt Verkehrs- und Infrastrukturbauwerke (wie z. B. U-Bahnstationen, Bahnhöfe, Betriebsgebäude etc.) wie auch öffentliche Gebäude (wie z. B. Schulen, Universitäten etc.) aufgrund der sich aus den Bauverfahren ergebenden Möglichkeiten mit Erdwärmeabsorbern ausgestattet. Damit haben Bauherren die Möglichkeit, Wärme und Kälte ökologisch und wirtschaftlich aus ihren Bauwerken zu generieren.

Diese LG 23 wurde in drei Unterleistungsgruppen (121 neue Positionen auf 33 Seiten) gegliedert:

- UG 2301 „Tiefensonden“ – vertikale Erdwärmesondenbohrungen (Bilder 3 und 4)
- UG 2303 „Erdberührte Bauteile“ – die Belegung von massiven Betonbauteilen (z. B. Pfähle, Schlitzwände, Bodenplatten) mit Absorber-elementen

– UG 2304 „Sonderformen“ – Erdverbohrte Spiralkollektoren (Bild 5).

### Prinzip der „Oberflächennahen Geothermie“

Über Absorberleitungen (vorrangig Leitungen aus Polyethylen), welche im Boden bzw. in an den Boden angrenzende Betonbauteile eingebaut werden, wird über eine zirkulierende Flüssigkeit dem Boden Wärme entzogen und einer Wärmepumpe zugeführt.

Zur Kühlung kann dieser Entnahmekreislauf auch umgedreht werden. Man hat damit den Vorteil, bei Einsatz von nur 1 kW Strom für die Wärmepumpe 4 kW Wärme (Leistungszahl = 4,0) zu generieren. Im Sommer besteht die Möglichkeit, durch Kühlung Wärme in den Bodenspeicher abzuführen und somit den Bodenspeicher nachhaltig zu betreiben.

Sämtliche Unterleistungsgruppen beinhalten die kompletten Leistungspositionen: von der Einrichtung über die Herstellung bis letztendlich zur Inbetriebnahme der Geothermieanlage.

Die VÖBU ist überzeugt, dass ökologische Verfahren zur Wärme- und Kältegewinnung eine Notwendigkeit im Zuge der Energiewende sind und in den kommenden Jahren vermehrt bei Bauwerken zur Anwendung kommen werden.

*office@fsv.at*

ihrer Arbeiten vor der Fachwelt im Rahmen einer Tagung, andererseits durch Dotierung des Preises.

Unter dem Motto „Prämierung deiner Abschlussarbeit aus dem Verkehrswesen“ findet im November 2020 der **FSV-Preis 2020** statt.

Master- bzw. Diplomarbeiten und Dissertationen von österreichischen Universitäten oder Fachhochschulen, die sich um das Thema Verkehrswesen drehen, können hierfür eingereicht werden. Die Einreichfrist endet am 6.7.2020!

## Veranstaltungen und Seminare

### FSV-Tagungen

**FSV-Verkehrstag 2020 & Fachausstellung**  
15.9.2020  
Austria Trend Parkhotel Schönbrunn  
1130 Wien

### FSV-Preis 2020

**Prämierung von Abschlussarbeiten**  
19.11.2020

### FSV-Seminare

**Planungsseminar „Nutzungsvielfalt im öffentlichen (Straßen-)Raum“**  
In Kooperation mit der Universität für Bodenkultur, Wien, Institut für Verkehrswesen  
10.–11.9.2020  
Heiltherme Bad Waltersdorf

### FSV-Schulung

**Brückeninspektoren – Basislehrgang**  
5.10.2020  
FSV Wien

Nähere Informationen zu diesen und weiteren Veranstaltungen und eine Online-Anmelde-möglichkeit finden Sie auf unserer Homepage [www.fsv.at](http://www.fsv.at).

## In der nächsten Ausgabe ...

... erwartet Sie ein Vorbericht zum kommenden FSV-Verkehrstag 2020 im September.

### 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](mailto: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](http://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!**

## FSV-Preis 2020

### Aufruf zur Einreichung von Arbeiten!

Die Österreichische Forschungsgesellschaft Straße-Schiene-Verkehr (FSV) und das Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) vergeben jährlich den FSV-Preis. Ziel ist es, die akademische Jugend zu fördern: einerseits durch die Vorstellung