



FSV-aktuell STRAßE März 2023

Mitteilungen der Österreichischen Forschungsgesellschaft
Straße • Schiene • Verkehr

Editorial

Sehr geehrte Leserin,
sehr geehrter Leser!

Die Vorbereitungen auf das größte Event im Verkehrswesen in Österreich sind schon im Laufen und die Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV) wartet mit einer Neuigkeit auf.

Heuer wird seit Jahrzehnten die Location geändert. Der FSV-Verkehrstag 2023 mit Fachausstellung findet im Marriott Hotel statt. Wir ha-

ben mit dem Hotel auch schon den FSV-Preis 2021 veranstaltet und sehr gute Erfahrungen damit gemacht. Für den Verkehrstag werden mehr als 300 Besucher erwartet, in der Fachausstellung wird neben der FSV auch von mehr als 20 Ausstellern der Kontakt mit Partnern, Kunden und andere Interessenten gesucht.

Das Rahmenprogramm wird von einigen Vorträgen getragen, thematisch reicht die Spanne von kritischen Grundlagen zum bestehenden Tempo auf Straßen über die Anwendung von Streumitteln im Winterdienst bis hin zu ökonomisch relevanten Zuschlagskriterien in der Vergabe von Bauaufträgen im Verkehrswege-

bau. Das Programm soll von den Besuchern genutzt werden sich von den neuesten Entwicklungen in den Arbeitsgruppen der FSV zu informieren und auch an der Diskussion, Teil zu nehmen.

In der ein und anderen kommenden Ausgabe des FSV-aktuell werden Themen angesprochen, die auch am Verkehrstag referiert und diskutiert werden.

Ich bitte Sie, sich sowohl als Besucher oder auch als Fachaussteller schon jetzt für den Verkehrstag anzumelden.

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

Beiträge vom FSV-PREIS

Im Rahmen der FSV-Tagung „FSV-Preis 2022 – wir gehen neue Wege, die Jugend geht mit“ bekamen sechs Master-/Diplomarbeiten bzw. Dissertationen, die sich mit verkehrsrelevanten Themen beschäftigen, einen Preis verliehen. Wir stellen heute zwei prämierte Arbeiten vor:

Calibration and validation of mesoscopic traffic flow simulation

Echtzeit-Verkehrsinformationssysteme sind ein fester Bestandteil der heutigen Gesellschaft. Privatpersonen und Organisationen nutzen diese Systeme regelmäßig, um Routen zu planen und von A nach B zu navigieren. Üblicherweise werden die zugrunde liegenden Daten von Echtzeit-Verkehrsinformationssystemen mithilfe unterschiedlicher Verkehrssensoren gesammelt.

Bild 1 zeigt einen Überblick über die im Jahr 2018 in Oberösterreich verfügbaren Sensortypen sowie deren Netzabdeckung. In Oberösterreich sind zu diesem Zeitpunkt Dauerzählstellen verbaut, Bluetoothgeräte für die Verkehrserfassung aufgehängt worden und Floating Car Daten gesammelt worden. Floating Car Daten sind Geschwindigkeitsdaten, welche über GPS Geräte in Fahrzeugen erfasst werden. Je ländlicher das Gebiet, desto geringer ist die Netzabdeckung.

Die Sensordaten müssen ausgewertet und miteinander verschmolzen werden, um eine hohe Datenqualität zu erreichen. Eine flächendeckende Erfassung kann auf großen Straßennetzen eine Herausforderung darstellen, wodurch es zu Datenlücken kommt. Um diese füllen zu können, gibt es unterschiedliche Methoden. Einerseits können Datenlücken mit historischen Daten oder Berechnungen gefüllt werden, andererseits können hybride Ansätze mit einer Verkehrssimulation angewandt werden.

Hybride Ansätze bieten die Möglichkeit, Verkehrssimulationsmodelle mit historischen Sensordaten zu kalibrieren. Diese müssen echtzeitnah sein und eine schnelle Online-Rekalibrierung der Simulation ermöglichen. Die Verwendung eines mesoskopischen Simulationsmodells hat den Vorteil, dass es 100-mal schneller arbeitet als ein mikroskopisches Modell und einen detaillierteren Informationsstand liefert als ein makroskopisches Modell. Allerdings kann auch das Füllen von Datenlücken mit mesoskopischen Modellen eine Herausforderung darstellen.

Die Qualität der, vom Verkehrsmodell erzeugten, Verkehrsdaten hängt von verschiedenen Aspekten ab, wie z. B. den Parametereinstellungen des Simulationsprogramms oder den Verkehrsdaten, welche für die Kalibrierung

und Validierung des mesoskopischen Verkehrssimulationsmodells verwendet werden. Im Allgemeinen erfordern die Entwicklung und Wartung solcher Verkehrsmodelle einen erheblichen Arbeitsaufwand für die Entwickler. Herausforderungen für die Entwickler stellen

unter anderem die Verfügbarkeit von Daten, die Datenauswahl, die Wahl geeigneter Parametereinstellungen, die Bewertung der Auswirkungen von Änderungen im Modell und vieles mehr dar. Das übergeordnete Ziel dieser Arbeit ist ein Ansatz zur effizienten Verbesserung und Validierung von mesoskopischen Simulationsmodellen für große Straßennetze.

In dieser Arbeit werden zwei Forschungsfragen adressiert:

- Wie können bestehende mesoskopische Verkehrsmodelle für Straßenverkehrsnetze effizient verbessert werden?
- Wie können mesoskopische Verkehrsmodelle für große Straßenverkehrsnetze effizient validiert werden?

Die erste Forschungsfrage untersucht rele-



*Dipl.-Ing. Dr.
Christina Presinger*

Bild 1: Echtzeit-Verkehrsinformationssystem

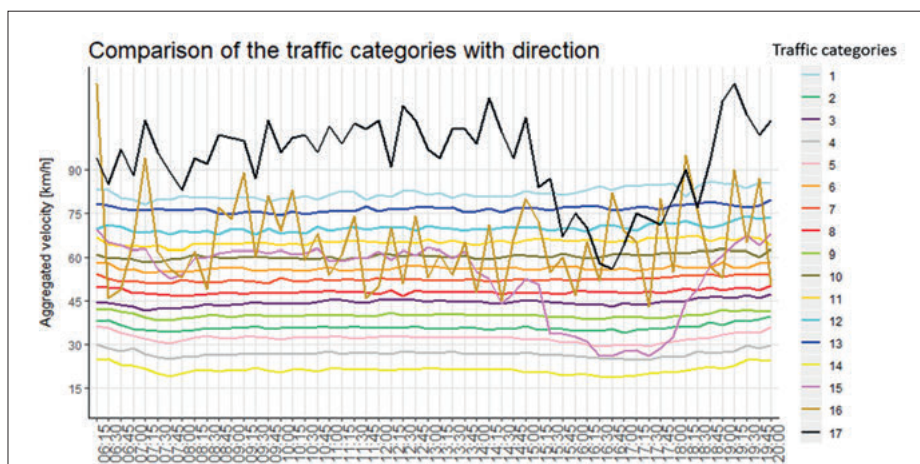
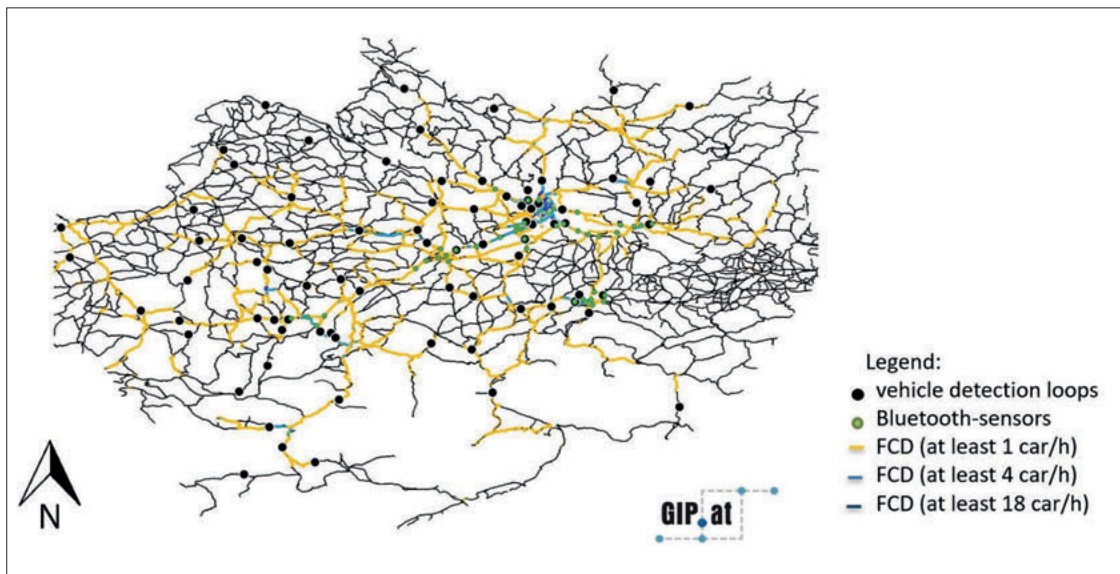


Bild 2: Ähnlichkeiten zwischen Verkehrsmittelkategorien mit Richtung

vante Elemente für die valide Entwicklung von mesoskopischen Modellen. Dabei werden Ansätze zur Bereitstellung von Echtzeit-Verkehrsdaten auf ihre Eignungen, Anforderungen und Herausforderungen analysiert. In der verfügbaren Datenmenge sind Datenlücken ebenfalls relevant.

Im Rahmen der Arbeit wird ein Ansatz entwickelt, um Ähnlichkeiten im Verkehrsverhalten zu finden, indem eine ANOVA und eine Clusteranalyse auf Basis historischer Geschwindigkeitsprofile durchgeführt wird. Die Ergebnisse können einerseits zum Füllen von Datenlücken und andererseits zur Reduktion eines großen Netzes in eine überschaubare Anzahl von Verhaltensmustern in Abhängigkeit von Straßeneigenschaften verwendet werden.

Die Wahl der passenden mesoskopischen Parametereinstellungen sind ebenfalls entscheidend für die Entwicklung valider Verkehrsmodelle. Aus diesem Grund werden die Auswirkungen der mesoskopischen Einstellungen mit Hilfe einer Sensitivitätsanalyse analy-

siert. Der Ansatz zielt darauf ab, Entwickler dabei zu unterstützen, Parameter passend zu konfigurieren und verschiedene Parametereinstellungen zu bewerten.

Die zweite Forschungsfrage befasst sich mit der Validierung von mesoskopischen Verkehrssimulationsmodellen. Die ausgewählten Daten für die Validierung und Kalibrierung von Verkehrsmodellen beeinflussen die Modellqualität. Um die Modellqualität verbessern bzw. sicherstellen zu können, werden Anforderungen an die Datensätze und ein Vorgehensmodell für die Datenauswahl diskutiert. Schließlich wird ein Validierungsverfahren für mesoskopische Verkehrssimulationsmodelle vorgestellt. Dieses berücksichtigt die Ziele der Verkehrssimulation sowie die Erkenntnisse der Datenanalyse. Ziel des Verfahrens ist es, Entwickler dabei zu unterstützen, Änderungen in großen Netzwerken effizient zu identifizieren und analysieren.

In dieser Arbeit wird eine mesoskopische Verkehrssimulation für Oberösterreich verwendet,

die in dem Softwaretool SUMO (Simulation of Urban Mobility) implementiert ist. Für die Datenanalyse werden historische Verkehrsdaten verwendet, welche auf Dauerzählstellen und Floating Car Daten basieren. Für die Analyse der Auswirkungen von Modellparametern wird ein zusätzliches Testnetz erstellt. Darüber hinaus können am oberösterreichischen Verkehrsmodell die entwickelten Verfahren zur effizienten Modellkalibrierung und -validierung getestet und angewendet werden.

Oberösterreich weist ein hohes Pendler*innen aufkommen vom ländlichen/suburbanen in den urbanen Raum auf. Die meisten nutzen für ihre Fahrten den Pkw. Um dies in der Clusteranalyse berücksichtigen zu können, wird die Fahrtrichtung ermittelt. Dies bedeutet, dass innerhalb von einem Umkreis eines zentralen Punktes in einer Stadt die Personen entweder stadteinwärts oder stadtauswärts fahren. Die Ergebnisse der Clusteranalyse, unter Berücksichtigung verschiedener räumlicher Attribute, erhalten aus der GIP.AT sowie zusätzlicher Datenquellen, der Fahrtrichtung und Geschwindigkeitsdaten, sind in Bild 2 dargestellt. Das Ergebnis der Clusteranalyse sind Verkehrskategorien "Traffic categories". Diese stellen dar, auf welchen Straßen mit unterschiedlichen oder gleichen räumlichen Charakteristiken ähnliche Geschwindigkeiten zwischen 6:00 und 20:00 gefahren werden.

Zusammenfassend, für beide Forschungsfragen konnten Methoden zur Lösung entwickelt werden, z. B. ist in großen Straßennetzen eine übersichtliche Straßenkategorisierung zu entwickeln und die Parameter passend zur Simulationsumgebung zu definieren.

Für zukünftige Clusteranalysen werden weitere Straßenklassifikationen erforderlich sein.

Dipl.-Ing. Dr. Christina Presinger

Bewertungsmöglichkeit für den emissionsfreien Betrieb von Regionalbahnen

Regionalbahnstrecken werden derzeit oft mit Dieseltriebfahrzeugen betrieben. Da die Emissionen des Dieselbetriebs immer weniger mit umweltpolitischen Zielen auf nationaler und europäischer Ebene (u. a. European Green Deal) im Einklang stehen, steht diese Betriebsform zunehmend unter Druck. Lange Zeit war die einzige technisch ausgereifte Lösung die Elektrifizierung, allerdings ermöglicht der technische Fortschritt seit einiger Zeit andere Lösungen für den Fall, dass eine Elektrifizierung nicht sinnvoll möglich ist, zum Beispiel den Betrieb mit Batterie-Hybrid-Triebwagen (BEMU) oder Wasserstoff-Hybrid-Triebwagen (HEMU).

In der Diplomarbeit wurde zuerst mittels einer Literaturrecherche der Stand der Forschung und Technik ermittelt. In den letzten Jahren entstanden besonders in Deutschland zahlreiche Forschungsarbeiten über den lokal emissionsfreien Betrieb auf Regionalbahnstrecken. Im Bahnbereich gab es zahlreiche Versuchsfahrten mit Batteriefahrzeugen (z. B. Siemens Desiro ML „Cityjet eco“ bei den ÖBB); hingegen gab es im Busbereich schon zahlreiche Beispiele für planmäßigen Betrieb mit Batteriebussen, so auch in Wien (Linien 2A, 3A) und bei Obussen, die mit der Batterie nicht elektrifizierte Abschnitte befahren.

Anschließend wurde ein Verfahren entwickelt, mit dem verschiedene Arten von lokal emissionsfreiem Betrieb von Regionalbahnen bewertet werden können. Eine Bewertungsmethode wurde angelehnt an eine Nutzwertanalyse eingeführt und es wurden die für die Bewertung notwendigen Kriterien identifiziert:

- Umweltverträglichkeit
 - Auswirkungen auf globale Emissionen
 - Auswirkungen auf lokale Emissionen
 - Lärm
 - „Elektrosmog“
- Anrainer-Verträglichkeit
- Vegetationsmanagement
- Vermeidung von Umbauten
 - Zus. Oberleitung
 - Zus. Übertragungsleitungen
 - Zus. Versorgungsleitung
 - Tunnelumbauten
 - Anhebung Streckenklasse
- Resilienz Energieversorgung bei betrieblichen Abweichungen
- Flexibilität Fahrzeugeinsatz
- Anzahl Fahrzeuge



Bild 3: Mühlkreisbahn

Dieses Bewertungsmodell wurde auf ein praktisches Beispiel, die Mühlkreisbahn (Strecke Linz Urfahr bis Aigen-Schlägl) in Oberösterreich mit der geplanten Verlängerung von Linz Urfahr zum Linzer Hauptbahnhof (Hbf), angewendet (vergleiche Bild 3).

Für die Anwendung wurden Gewichtungsfaktoren festgelegt. Dabei wurde die Umweltverträglichkeit mit 30 % gewichtet, die Anrainer-Verträglichkeit mit 15 %, das Vegetationsmanagement mit 5 %, die Vermeidung von Umbauten mit 35 %, die Resilienz bei betrieblichen Abweichungen mit 10 %, die Flexibilität des Fahrzeugeinsatzes mit 0 % und die Anzahl der Fahrzeuge mit 5 %.

Da die Mühlkreisbahn derzeit nicht elektrifiziert

ist, wurden drei Varianten mit unterschiedlichen Elektrifizierungsgraden entwickelt:

- Vollelektrifizierung von Linz Hbf bis Aigen-Schlägl
- Teilelektrifizierung bis Kleinzell, Ladestation in Aigen-Schlägl
- Teilelektrifizierung bis Kleinzell, keine Ladestationen

Für alle diese Varianten wurde ein Musterfahrplan mithilfe der Software FBS, welche vom Institut für Regional- und Fernverkehrsplanung (iRFP) entwickelt wird, erstellt.

Das Resultat zeigt, dass unter den getroffenen Annahmen die Variante Teilelektrifizierung bis Kleinzell ohne Ladestationen das Ergebnis mit

Parameter Untersparameter	Gewichtung (%)	Var. 1 (Pkt.)	Var. 1 (gew. Pkt.)	Var. 2 (Pkt.)	Var. 2 (gew. Pkt.)	Var. 3 (Pkt.)	Var. 3 (gew. Pkt.)
Umweltverträglichkeit							
globale Emissionen	10	10	100	10	100	10	100
lokale Emissionen	10	10	100	10	100	10	100
Lärm	5	10	50	10	50	10	50
elektromagnetische Felder	5	0	0	0	0	0	0
Anrainer-Verträglichkeit							
	15	9,7	145,5	9,7	145,5	9,7	145,5
Vegetationsmanagement							
	5	8,3	41,5	9,1	45,5	9,1	45,5
Vermeidung von Umbauten der Bestandsinfrastruktur							
zus. Oberleitung	10	0	0	10	100	10	100
zus. Übertragungsleitungen	10	7,3	73	0	0	10	100
Tunnelumbauten	10	10	100	10	100	10	100
Anhebung d. Streckenklasse	5	10	50	10	50	10	50
Resilienz der Energieversorgung bei betrieblichen Abweichungen							
	10	10	100	9,3	93	9	90
Flexibilität Fahrzeugeinsatz							
	0	0	0	0	0	0	0
Anzahl Fahrzeuge							
	5	10	50	10	50	10	50
Summe			810		834		931
Rang			3		2		1

Tabelle 1: Bewertungsergebnisse der Varianten tabellarisch

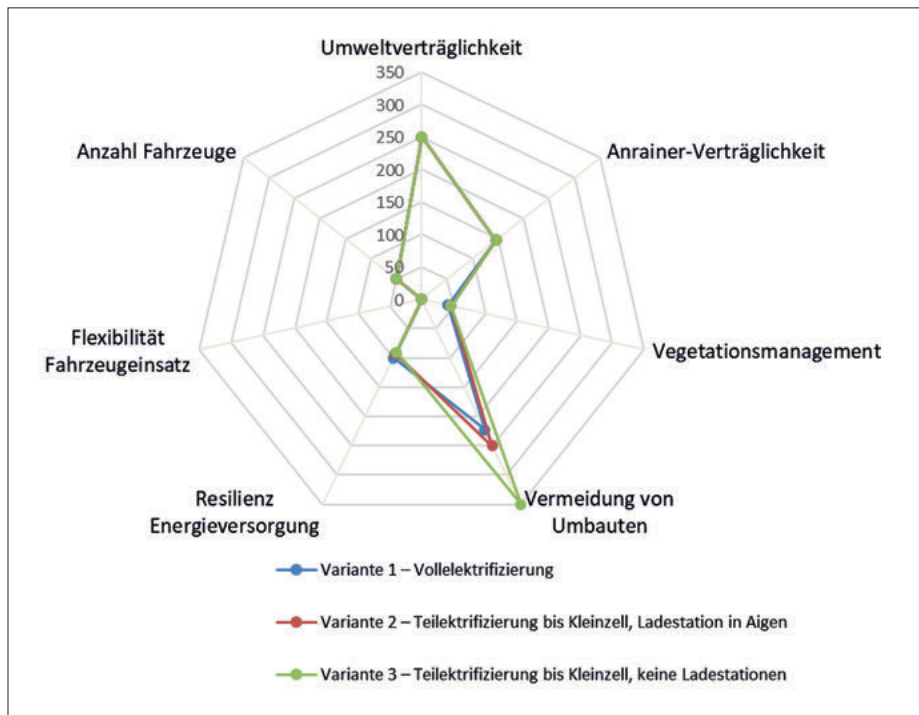


Bild 4: Bewertungsergebnisse dargestellt als Netzdiagramm



Dipl.-Ing. Markus Lagler, BSc

der besten Bewertung aufweist (siehe auch Tabelle 1 und Bild 4), allerdings die in Punkten ausgedrückten Ergebnisse der drei Varianten nahe beieinander liegen, da alle Varianten mit demselben Muster-Batteriehybridtriebwagen berechnet wurden und

die meisten Zug-Kilometer auf Abschnitten erbracht werden, die sowieso elektrifiziert werden. Das Verfahren lässt sich aber auch auf andere Regionalbahnstrecken übertragen und kann so einen Beitrag zur Dekarbonisierung und Attraktivierung leisten. Mehr noch, die Nutzung auf anderen Regionalbahnstrecken würde die Erfahrungen in allen Belangen erweitern und auch die Parameter und Unterparameter im Bewertungsmodell kalibrieren und validieren.

BEMU-Triebfahrzeuge werden im zukünftigen Eisenbahnbetrieb eine größere Rolle spielen, in der sich der Stand der Technik weiter verbessern kann. Beispielsweise konnte im Jahr 2021 ein erfolgreicher Test mit einem Triebwagen mit reinem Batteriebetrieb mit einer Distanz von 224 km durchgeführt werden.

Als offener Punkt verbleibt allerdings die Lebensdauer der Batterien, über die in Zukunft nach den ersten Betriebsjahren zahlreicher BEMU-Züge genauere Daten vorliegen wer-

den, während diese in der vorliegenden Arbeit nicht genau erfasst werden konnte.

Für die Fahrplanstudie bezüglich des Musterfahrplans der Mühlkreisbahn kann aus dieser Arbeit ein erster Überblick gewonnen werden, allerdings wäre eine weitere Studie über den Musterfahrplan mit einer größeren Anzahl an Varianten zielführend.

Dipl.-Ing. Markus Lagler, BSc
markus.lagler@tuwien.ac.at

FSV Verkehrstag

Neue Location für den FSV-Verkehrstag

Die Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV) bildet eine Plattform für Expertinnen und Experten, die sich mit Planung, Bau, Erhaltung, Betrieb und Nutzung von Verkehrsanlagen befassen. Sie versteht sich als Kompetenzzentrum, das allen Fachleuten aus Wirtschaft, Wissenschaft und Verwaltung offen steht.

Die größte Tagung der FSV findet jährlich in Form des FSV-Verkehrstages statt. Heuer wurde eine neue Location gewählt, der FSV-Verkehrstag 2023 mit Fachausstellung findet am 23. Juni im Vienna Marriott Hotel statt. Anmeldungen für Fachaussteller und Besucher sind jetzt schon möglich, genaueres unter www.verkehrstag.at.

Kommende Veranstaltungen und Seminare

FSV-Tagung

FSV-Verkehrstag 2023 mit Fachausstellung
22.6.2023
Vienna Marriott Hotel, 1010 Wien

FSV-Seminar

Basisseminar Verkehrssicherheit
14., 21. und 28.4.2023
Webinar

FSV-Schulungen

Brückeninspektoren – Aufbaulehrgang
24.–26.4.2023
FSV, 1040 Wien

FSV-Schulung

Die richtige Absicherung von Baustellen im Straßenbereich
8.5.2023
FSV, 1040 Wien

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

In der nächsten Ausgabe ...

... erwartet Sie ein Bericht über Zugangszeiten zu Haltestellen.

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!