



## FSV-aktuell STRASSE Jänner 2015

Mitteilungen der Österreichischen Forschungsgesellschaft  
Straße • Schiene • Verkehr

### Editorial

Sehr geehrte Leserin,  
sehr geehrter Leser!

Für die FSV hat nicht nur ein neues Jahr begonnen – ein neu gewählter Vorstand hat sich unmittelbar nach der Generalversammlung konstituiert und auch neue Aktivitäten gesetzt: Neben einer Vielzahl bestehender Initiativen sind noch wenige Felder im Verkehrswesen nicht oder wenig besetzt, so beispielsweise der Themenbereich Güterverkehr oder Verkehrstelematik. Zwei Bereiche, die stetig an Bedeutung gewinnen.

Gerade im städtischen Bereich müssen Lösungen für einen tragfähigen Güterverkehr geschaffen werden. Aber auch die Schnittstelle Straße – Schiene bedarf weitergehender Lösungen. Die FSV ist hier als richtliniensetzende Organisation gefragt. Unsere bestehenden Erfahrungen und die gut funktionierende Organisation werden gepaart mit neuen Initiativen weitere Felder des Verkehrswesens besetzen und damit nachhaltige Lösungen erarbeiten.

Ein schönes Gefühl, mit Jahresbeginn neue Anforderungen anzupacken – neben diesen fachlichen Agenden werden wir heuer auch weiter den Standard unseres Verbandshauses verbessern, um das Sitzungsklima weiter zu verbessern. Welche Erfolge wir erzielen werden – Sie werden es über das FSV-aktuell erfahren.

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

### Veranstaltungsbericht

#### FSV-Preis 2014

Am 6. November 2014 fand die jährliche Verleihung des FSV-Preises, bei dem Arbeiten von JungakademikerInnen ausgezeichnet werden, in Wien statt. In dieser und den nächsten Ausgaben des FSV-aktuell Straße finden Sie die prämierten Arbeiten zum FSV-Preis.

### Fachbericht

## Lebenszykluskosten von U-Bahn-Stationen

### Einleitung

Die Wiener U-Bahn befördert ca. 430 Mio. Fahrgäste pro Jahr, im Vergleich die ÖBB ca. 230 Mio. im Schienenverkehr. Um einen reibungslosen Ablauf gewährleisten zu können, ist eine entsprechende Infrastruktur der Stationen notwendig.

U-Bahn-Stationen weisen im Gegensatz zu Büro- oder Industriegebäuden eine sehr lange Lebensdauer auf. Folgekosten spielen daher eine wesentliche Rolle im Lebenszyklus des Gebäudes.



Dipl.-Ing. Dr. Andreas Makovec

Aus diesem Anlass wurde im Jahr 2011 ein Forschungsprojekt ins Leben gerufen, das sich mit der Prognose von Lebenszykluskosten von U-Bahn-Stationen auseinandersetzt. Das Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement unter der Leitung von O. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Dr. h. c. Hans Georg Jodl beschäftigt sich seit geraumer Zeit mit der Thematik der Lebenszykluskosten (z. B. Lebenszykluskosten von Brücken) und war daher der geeignete Forschungspartner.

### Herausforderungen

#### Heterogenität der Stationen

Die größte Herausforderung bei der Kostenprognose ist die Heterogenität der Stationen. Diese stammen aus den unterschiedlichsten Zeitepochen und unterscheiden sich daher

nicht nur in der Architektur, sondern auch in der technischen Ausstattung. Darüber hinaus hat die Trassenführung und die damit verbundene Höhenlage der Station einen wesentlichen Einfluss auf die Kosten. Stationen in Tieflage unterliegen anderen Randbedingungen als Stationen in Hochlage oder Niveaulage. Dies spiegelt sich nicht nur in der notwendigen Fördertechnik (Aufzüge und Fahrtreppen), sondern auch in der technischen Ausstattung sowie der notwendigen Verkehrsflächen wider. Ein weiterer Einflussparameter ist die Situierung. Zusätzlich unterliegen einige Stationen besonderen Anforderungen. Bei der Station Station wirken sich die hohen Fahrgastzahlen nach einer Veranstaltung auf die Gestaltung der Station und somit auch auf die Lebenszykluskosten aus.

Die wichtigsten Einflussparameter für die Stationsgestaltung stellen sich wie folgt dar:

- Höhenlage
- Baujahr
- Situierung
- Anzahl der Linien
- Besondere Anforderungen
- Sonstige.

Ein Prognosemodell muss diese Heterogenität der Stationen abbilden können, um seriöse Aussagen zu treffen.

#### Vielzahl an Einflussfaktoren

Ausgehend von einer heterogenen Station, jedoch eine Detailstufe tiefer, ergibt sich erneut eine Reihe von Einflussfaktoren, die sich direkt auf die Lebenszykluskosten einer Station auswirken.

Zum Beispiel sind die Lebenszykluskosten einer Fahrtreppe wiederum von einer Vielzahl an Einflussfaktoren abhängig:

- Hubhöhe
- Qualität der Fahrtreppe
- Art des Wartungsvertrags (Tagwartung/ Nachtwartung)
- Situierung (Außenbereich/Innenbereich).

Es ist daher notwendig, diese Einflussfaktoren zu identifizieren und entsprechend in dem Modell zu berücksichtigen. Dies führt in der Folge zu einer hohen Komplexität des Modells.

### Äußere Randbedingungen

Die Lebenszykluskosten jedes Bauteils unterliegen ebenfalls äußeren Randbedingungen. Die wichtigsten sind die Preissteigerung und die Verzinsung des eingesetzten Kapitals.

Abhängig von der Kostenart, sind die Kosten unterschiedlich von Preissteigerungen

betroffen. Die Reinigungskosten entwickeln sich aufgrund des hohen Lohnanteils z. B. anders als die Kosten für Energie. Da die Lebenszykluskostenberechnung über einen sehr langen Zeitraum erfolgt, sind diese Einflussfaktoren ebenfalls zu berücksichtigen, um anschließend die richtigen Schlüsse ziehen zu können.

Es ist daher notwendig, diese äußeren Einflussparameter ebenfalls zu prognostizieren und im Prognosemodell zu berücksichtigen. Möglichkeiten zur Prognose der Preissteigerung und damit einhergehende Unsicherheiten werden im Fachartikel „Lebenszykluskosten – Das Dilemma des Stützintervalls“ gezeigt.

Die Übersicht der Herausforderungen ist in Bild 1 dargestellt.

**Daten**

Jedes Prognosemodell basiert auf Erfahrungen der Vergangenheit. Aus diesem Grund ist es notwendig, die Prognose auf einer möglichst breiten Datenbasis aufzubauen. Im Zuge der Dissertation wurden folgende Datenquellen verknüpft und analysiert:

Je länger die aufgezeichneten Daten in die Vergangenheit reichen, desto bessere Prognosen können für die Zukunft getroffen werden. Dabei werden Daten verwendet, die teilweise für andere Zwecke und daher nach anderen Gesichtspunkten aufgezeichnet wurden. Oft ist es daher erforderlich, die Daten aufzubereiten, zu vereinheitlichen bzw. zu verknüpfen, um zusätzliche Informationen gewinnen zu können. Die Aufbereitung der Daten wurde im Artikel „Datenerhebung für Lebenszykluskosten bestehender Bauwerke“ ausführlich beschrieben.

**Bedarfsanalyse**

Viele Analysen von Lebenszykluskosten beschränken sich auf die Prognose von Bauteilkosten. Dies ist jedoch oft zu kurz gegriffen, da die Quantität einen mindestens genauso großen Einfluss auf die Lebenszykluskosten eines Gebäudes hat. Aus diesem Grund ist es notwendig, Einflussfaktoren auf die Quantität zu analysieren.

Lebenszykluskosten setzen sich aus der Summe aller Kosten zusammen, dabei geht die Quantität (Bedarf) in der Regel linear ein. Folgende Formel verdeutlicht den Zusammenhang:

$$LCC = \sum \text{Bedarf}_i \cdot LCC_i$$

Man muss sich daher zuerst die Frage stellen, welche Parameter die Quantität (Bedarf) beeinflussen. Im Zuge der Dissertation wurden diese eingehend analysiert und deren Auswirkung auf den Bedarf quantifiziert.

Ein plakatives Beispiel ist die Auswirkung der Höhenlage einer Station auf deren Flä-

chenbedarf. Bild 3 zeigt deutlich, dass Stationen in Tieflage aufgrund der aufwendigen Erschließung durchschnittlich einen doppelt so hohen Flächenbedarf aufweisen, wie Stationen in mittlerer Lage (z. B. Station Schönbrunn). Der höhere Flächenbedarf resultiert vor allem aus höheren Gangflächen sowie größeren Technikräumen.

Viele Kosten stehen in einem direkten Zusammenhang mit der Fläche, man denke z. B. an Reinigung oder Beleuchtung. Der Flächenbedarf und dessen Einflussparameter spielen daher eine zentrale Rolle bei der Prognose der Lebenszykluskosten.

**Kostenanalyse**

Zur Quantifizierung der Auswirkungen der unterschiedlichen Einflussparameter kommen unterschiedliche Analysemethoden zum Einsatz. Die gewählte Methode ist dabei vom Detaillierungsgrad der Daten abhängig. Stehen viele und detaillierte Daten zur Verfügung, kann der Einfluss des jeweiligen Parameters mithilfe der Regressionsanalyse quantifiziert werden. Stehen nur wenige Daten oder Daten mit einem niedrigen Detaillierungsgrad zur Verfügung, ist es notwendig, die langjährigen Erfahrungen von Experten einfließen zu lassen, um die Datenbasis entsprechend zu verdichten bzw. zu evaluieren.

Für die Erstellung des Prognosemodells wurden daher folgende Analysemethoden kombiniert und die Ergebnisse entsprechend verknüpft (siehe Bild 4).

**LCC-Prognosemodell**

Das Ergebnis der Dissertation ist ein Prognosemodell, das dabei helfen soll, die Lebenszykluskosten von U-Bahn-Stationen zu optimieren.

Mit dem Prognosemodell werden folgende Kostenbereiche abgedeckt:

- Stationsaufsicht
- Winterdienst
- Reinigung
- Aufzüge
- Fahrtreppen
- Strom
- Heizung
- HKLS
- Bauliche Instandhaltung/Instandsetzung
- Gebühren/sonstige Kosten.

Entsprechend der Zielsetzung kann der Prognosezeitraum variiert werden. Dies garantiert, dass auch zukünftige Projekte mit entsprechend angepassten Kostenkennwerten prognostiziert werden können.

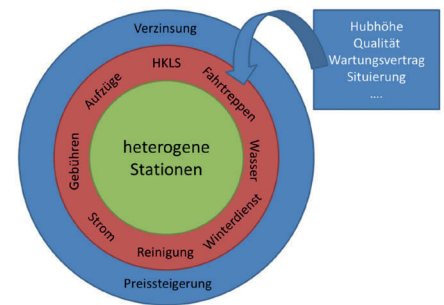


Bild 1: Herausforderungen



Bild 2: Datenquellen

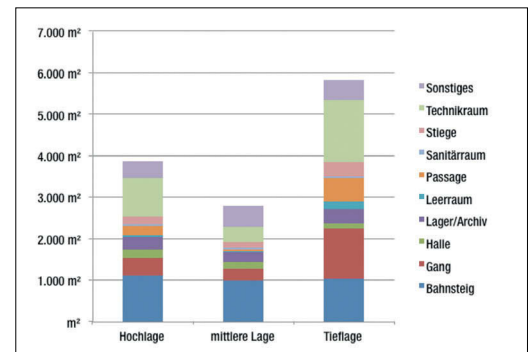


Bild 3: Stationsflächen in Abhängigkeit von Höhenlage

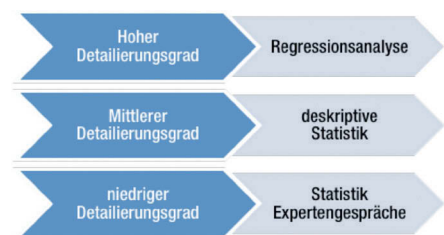


Bild 4: Analysemethoden der Kostenanalyse

Das entstandene Prognosemodell ermöglicht es, die Vielzahl an Einflussparametern in einer für den Anwender übersichtlichen Form zu berücksichtigen. Somit können zukünftige Projekte optimiert bzw. notwendige Budgets prognostiziert werden.

Dipl.-Ing. Dr.  
Andreas Makovec  
andreas.makovec@tuwien.ac.at

## Berichte zu aktuellen

## Richtlinien

## Neue RVS für Pannenbuchten

## 03.07.12 Pannenbuchten an Richtungsfahrbahnen

Eine Arbeitsgruppe der FSV hat sich zur Aufgabe gestellt die etwas in die Jahre gekommene RVS 03.07.12 – Parkplätze und Haltebuchten an Richtungsfahrbahnen, Ausgabe 25. November 1987 – an den Stand der Technik anzupassen.

Mit der Veröffentlichung der neuen RVS 03.07.12 – Pannenbuchten an Richtungsfahrbahnen, Ausgabe 1. August 2014 – konnte die Arbeit des Arbeitsausschusses erfolgreich abgeschlossen werden.

## Was hat sich geändert?

Parkplätze und Kleinparkplätze werden in der beschriebenen Form der ursprünglichen RVS im Bundesstraßennetz nicht mehr errichtet. Die neue RVS 03.07.12 war daher inhaltlich zu bereinigen, Regelungen zu Parkplätzen sind bei Bedarf zu einem späteren Zeitpunkt in einer eigenen RVS festzulegen.

In der RVS 03.03.31 Querschnitte sind Empfehlungen für die Anordnung von Haltebuchten ohne Abstellstreifen angeführt. Mit den Regelungen für Pannenbuchten in der ggstl. RVS können diese Empfehlungen aus der RVS 03.03.31 entfernt werden, damit es zu keinen Doppelregelungen kommt.

## Anwendungsbereich und wesentliche Merkmale der neuen RVS 03.07.12

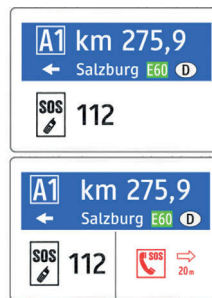
## Anwendungsbereich

Diese ggstl. RVS ist für die Neu- und Umplanungen von Pannenbuchten für Straßen mit getrennten Richtungsfahrbahnen im Freiland anzuwenden.

Nicht anzuwenden ist die Richtlinie jedoch für Tunnel und Unterflurstrrecken länger als 80 m.

Bei zeitlich begrenzten Erfordernissen von Pannenbuchten in Baustellenbereichen gilt RVS 05.05.42.

Bild 6: Hinweistafeln in Pannenbuchten ohne Notrufsäule (oben) und mit Notrufsäule (unten)



## Planungsmerkmale und Ausgestaltung von Pannenbuchten

Einheitlich geregelt wurden neben dem Anwendungsbereich der RVS auch deren *Abstand* untereinander, die erforderlichen Regelabmessungen, sowie weitere Entwurfselemente wie *Sichtweiten* und *Querneigung*.

Vor allem auf den Gesichtspunkt *Sichtweiten* wurde großes Augenmerk gelegt, um die Verkehrssicherheit für ausfahrende Verkehrsteilnehmer zu erhöhen.

Bei der Definition der *Regelabmessungen* einer Pannenbucht wurde wesentlich darauf Wert gelegt, dass eine ausreichende Pannenbuchtweite mit einer Regelbreite von 4,0 m und einer Mindestbreite von 3,5 m vorhanden ist, um ein gefahrloses Kontrollieren und Hantieren im Schadensfalle zu gewährleisten.

Die *Standortwahl* für die Anordnung von Pannenbuchten soll unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse nach folgenden Grundsätzen erfolgen:

- Vor und nach langen Brückenobjekten ohne Abstellstreifen (z. B. Talübergänge), sofern nicht im Anschluss an die Objekte ohnehin wieder ein Abstellstreifen vorgesehen ist.
- Nach Möglichkeit in Kombination mit den erforderlichen Wartungs- und Erhaltungsplätzen für Mautgantrys, Standorten von Verkehrsbeeinflussungsanlagen und dgl.
- In Verbindung mit erforderlichen Zugängen zu Entwässerungsanlagen oder sonstigen betrieblichen Einrichtungen.
- Vermeidung von Standorten mit hohen Dammlagen, tiefen Einschnitten und auf Brücken.

Neue Regelungen gibt es auch zur *Ausstat-*

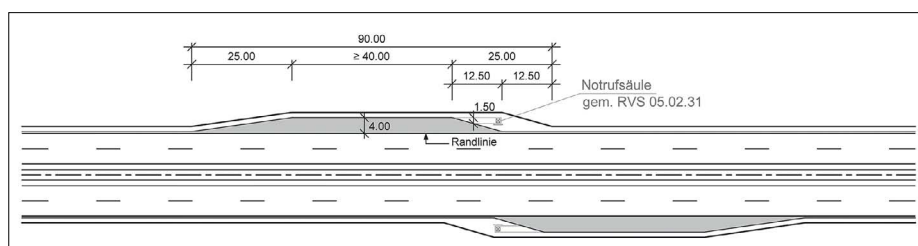


Bild 5: Regelabmessungen

ung der Pannenbuchten mit Notruf und Orientierungshilfen. Künftig werden Pannenbuchten einheitlich beschildert, sodass es Verkehrsteilnehmern ermöglicht wird, ihren Standort über Notruf oder Handy bekannt zu geben, womit die erforderliche Hilfeleistung rasch und gezielt erfolgen kann.

Ing. Franz Gruber  
franz.gruber@asfinag.at

## RVE 05.05.31 Gleisabschlüsse

## Allgemeines

Die technischen Bestimmungen zur konstruktiven Ausführung von Gleisabschlüssen bei den ÖBB war überaltet und nicht mehr am Stand der Technik. Es wurde daher im AA Gleisabschlüsse der FSV-AG Eisenbahnwesen-Fahrweg unter Mitwirkung von österreichischen Privatbahnen, Ziviltechniker-Büros sowie der ÖBB-Infrastruktur AG ein neues Regelwerk RVE 05.05.31 Gleisabschlüsse erarbeitet. Das Ziel dieser Richtlinie ist es, die Anforderungen an

- die Planung
- den Einbau sowie
- die spätere Instandhaltung

von Gleisabschlüssen kompakt in einem Regelwerk darzustellen. In den informativen Anhängen werden darüber hinaus dem Anwender beispielhaft technische Daten von Bremsprellböcken zur Verfügung gestellt sowie ein Muster-Prüfblatt für die Inspektion der Gleisabschlüsse zur Anwendung empfohlen.

## Anwendungsbereich

Die RVE 05.05.31 gilt für alle neu errichteten Gleisabschlüsse für Normalspurbahnen (Vollbahnen) mit Regelspurweite 1435mm. Sie gilt nicht für U-Bahnen, Straßenbahnen bzw. Bahnen mit anderer Regelspurweite als 1435mm.

Bestehende Gleisabschlüsse sind davon nicht berührt, wenn sie den Richtlinien entsprechen haben, die beim Einbau gültig waren.

## Begriffsbestimmungen und Definitionen

Ein Gleisabschluss ist eine Einrichtung (üblicherweise am Ende eines Gleises; z. B. Stumpfgleis), die das unbeabsichtigte Weiterfahren eines Fahrzeugs über das Sperrsignal hinaus verhindern oder zumindest die daraus entstehenden Folgen weitestgehend gering halten soll. Der Gleisabschluss muss daher in der Lage sein, die dabei auftretenden Kräfte, die im Wesentlichen von der Anfahrtschwindigkeit und der Masse der Schienenfahrzeuge abhängen, bis zu einer Anfahrtschwindigkeit aufzunehmen bzw. abzubauen.

Die Kraftübertragung zwischen Schienenfahrzeugen und dem Gleisabschluss erfolgt in der Regel über die Stoßeinrichtung (Puffer) des vordersten Fahrzeugs. Bei Bremschuhen und in Ausnahmefällen erfolgt dies über den vordersten Radsatz.

### Konstruktive Ausführung und Wahl des richtigen Gleisabschlusses

Bei Gleisabschlüssen unterscheidet man grundsätzlich zwischen bremsenden und starren Ausführungen.

Demnach werden folgende Bauarten unterschieden und in der RVE 05.05.31 ausführlich beschrieben:

- Bremsprellböcke ohne und mit bremsender Pufferbohle
- Festprellböcke
- Stirrampen
- Sonderformen, wie Schlepptwellenprellböcke, Bremschuhe, klappbare Vorrichtungen sowie Konstruktionen für Mittelpufferkupplung, Erdprellböcke, Konstruktionen für RoLa-Waggons und Lkw-Verladung, etc.

Maßgebend ist immer

- die erforderliche Bremsarbeit bzw.
- der Verwendungszweck (z. B. Gleisabschlüsse, die von Zügen oder nur durch den Verschub befahren werden, Stirrampen, Abstellhallen etc.)

Die erforderliche Bremsarbeit errechnet sich dabei aus:

$$A_{\text{erf}} = S \cdot G \cdot \left(\frac{V}{5}\right)^2$$

$A_{\text{erf}}$  Erforderliche Bremsarbeit [kJ],

S Sicherheitsfaktor [ ],

G Gewicht des Fahrzeugs oder Zuges [t],

V Geschwindigkeit [km/h].

### Planungsgrundlagen

Bei der Auswahl und Dimensionierung eines Gleisabschlusses sind aus konstruktiven und wirtschaftlichen Gründen übliche Betriebsverhältnisse zugrunde zu legen, wobei jedoch auf allenfalls zu schützende Sachwerte und Objekte (beförderte Güter, Fahrbetriebsmittel, neben oder hinter dem Gleisabschluss befindliche Anlagen u. dgl.) Bedacht zu nehmen ist.

Sind hinter den Gleisabschlüssen besonders

zu schützende Objekte oder Anlagen (z. B. Stützen von Überbauten) gefährdet, so ist ein höherer Sicherheitsfaktor anzuwenden.

Bei Gleisabschlüssen und Bremschuhen ist die verlorene Gleislänge zu berücksichtigen, wobei bauartabhängig zusätzliche Bremsselemente im Bereich der verlorenen Gleislänge angeordnet sein können.

Diese verlorene Gleislänge  $L_V$  beträgt bei Bremsprellböcken:

$$L_V = L_B + L_W$$

### Einbau von Gleisabschlüssen

Gleisabschlüsse sind gemäß Vorgabe des Lieferanten einzubauen. Bremsende Gleisabschlüsse müssen außerdem mit einem Typenschild gekennzeichnet sein, welches zumindest folgende Angaben beinhaltet:

- Name des Herstellers
- Bauart bzw. Herstellerbezeichnung (Type)
- Baujahr des Gleisabschlusses
- Max. Bremsarbeit
- Bremsweglänge ( $L_W$ ).

Bei Bremsprellböcken werden die Fahr-schienen, auf denen der Prellbock gleitet, mit den Schienen des vorherigen Gleisfelds – außer bei Isolierstößen – verschweißt.

### Instandhaltung von Gleisabschlüssen

Der Eisenbahninfrastrukturbetreiber hat für die Überwachung des ordnungsgemäßen Zustands zu sorgen.

Insbesondere ist auf jede Beschädigung eines Gleisabschlusses bzw. jede Verschiebung eines Bremsprellbocks über das zulässige Maß hinaus zu achten. Es ist nicht notwendig, Bremsprellböcke oder Bremschuhe schon bei kleinen Verschiebungen zurückzuholen. Wie weit ein Gleisabschluss verschoben sein darf, ohne dass er zurückgeholt werden muss, ist durch einen weißen Farbanstrich am Steg und Fuß der Fahr- und Bremsschiene zu kennzeichnen.

Der Umfang der Untersuchungen an Gleisabschlüssen ist in der RVE 05.05.31 geregelt. Darüber hinaus ist für jeden Gleisabschluss ein „Prüfblatt“ (Muster nach Anhang B) anzulegen, welches die Untersuchungen dokumentiert und mindestens 3 Jahre aufzubewahren ist.

Dipl.-Ing. Dr. Bernhard Knoll

bernhard.knoll@oebb.at

## Veranstaltungen

### und Seminare

Kooperationsveranstaltung  
FSV/ÖVG/GSV in Wien

Verkehrssymposium: Finanzierung und Instandhaltung der Verkehrsinfrastruktur in Ländern und Gemeinden

22.1.2015

Austria Trend Arcotel Wimberger  
Neubaugürtel 34–36, 1070 Wien

FSV-Infonachmittag in Wien

**Straßenplanung**

19.2.2015

FSV, 1040 Wien, Karlsgasse 5

FSV-Infonachmittag in Wien

**Baustellenabsicherung**

3.3.2015

FSV, 1040 Wien, Karlsgasse 5

FSV-Schulung in Wien

**Verkehrssicherheitsauditoren und Road Safety Inspektoren**

18.–22.5.2015

FSV, 1040 Wien, Karlsgasse 5

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

## In der nächsten Ausgabe

... finden Sie weitere Berichte zu neuen Regelwerken.

### 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](mailto:office@fsv.at)

<http://www.fsv.at>

### Schriftleitung:

Ildikó B. Póser-Piroska

(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), da Sie so die MwSt. sparen können.

### Abonnementpreis

der Zeitschriften

Straßenverkehrstechnik sowie

Straße und Autobahn

**für FSV-Mitglieder ermäßigt!**

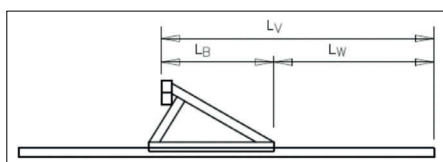


Bild 7: RVE 05.05.31