



FSV-aktuell STRASSE Mai 2010

Mitteilungen der Österreichischen
Forschungsgesellschaft
Straße • Schiene • Verkehr

Editorial

Sehr geehrte Leserin,
sehr geehrte Leser!

Ich darf Sie herzlich einladen,
am FSV-Verkehrstag 2010 teilzu-
nehmen!

Der FSV-Verkehrstag, die Jahres-
tagung der FSV, findet heuer am
17. Juni 2010 in Wien statt.

Diese Tagung ist DIE jährlich
stattfindende „Leistungsschau“
aller straßenbezogenen Arbeits-
gruppen. Damit werden 13 top-
aktuelle Themen aus allen Berei-
chen des Straßenwesens behan-
delt. Der Verkehrstag ist eine
kompakte Möglichkeit für Ver-
kehrsfachleute, sich nicht nur ei-
nen Überblick über in naher Zu-
kunft erscheinende RVS zu ver-
schaffen, sondern darüber hinaus
ein Treff von über 200 Führungs-
personen im Verkehrswesen. Die
Tagung steht allen Interessierten
offen – unseren Mitgliedern sogar
kostenfrei.

Ein Querschnitt über planungs-
bezogene, ausführungsbezogene
und für den Betrieb und die
Erhaltung geltende Regelungen
wird gegeben.

Dabei werden auch straßen- und
schienenübergreifende Ausarbei-
tungen – z.B. die neue RVS
08.03.01 „Erdarbeiten“ als ge-
meinsame Regelung für Straßen
und Eisenbahnen – vorgestellt.
Ein weiteres übergreifendes The-
ma ist der Landschaftsbau an
Verkehrswegen, für den der rich-
tige Umgang mit der Standardi-
sierten Leistungsbeschreibung
Verkehrsinfrastruktur der FSV in-
klusive Neuerungen vorgestellt
werden wird.

Dipl.-Ing. Martin Car
Generalsekretär der FSV

Verleihung FSV-Preis 2009

Am 11. November 2009 fand die
jährliche Verleihung des FSV
Preises in Wien statt.

In dieser Ausgabe des FSV-aktu-
ell Straße finden Sie den nun-
mehr letzten Artikel der prämier-
ten Arbeiten zum FSV-Preis 2009.

Hochfrequente Dauer- schwingversuche für biege- und zugbe- anspruchte Bauteile

1 Einleitung

Seit dem Beginn der industriellen
Revolution ist das Phänomen der
Materialermüdung im Maschinen-
bau und konstruktiven Ingenieurbau
bekannt. Die erste bedeu-
tende Forschungstätigkeit auf
diesem Wissensgebiet geht auf
August Wöhler zurück. Wöhler
stellte dabei eine Beziehung zwi-
schen der ertragbaren Span-
nungsdifferenz (S Schwingbreite)
und der zugehörigen Bruchlast-
wechselzahl N her. Die sogenan-
nten Wöhler- oder S-N-Kurven
repräsentieren bis heute eine
gewichtige Größe im Zusammen-
hang mit der Ermüdungsfestigkeit
verschiedener Werkstoffe. Gemein-
sam mit der Schadensakkumu-
lations-Hypothese von Palm-
gren und Miner bilden sie ein
wichtiges Instrument in der Be-
messung, um Ermüdungsbrüche
zu vermeiden [1, 2]. Alternative
Ansätze zur Bestimmung der Er-
müdungsfestigkeit von Werkstof-
fen sind bruchmechanische Kon-
zepte, beschrieben zum Beispiel
in [3]. Diese Ansätze sind wirk-
lichkeitsnäher, jedoch auch mit
einem wesentlich größeren Auf-



v. li.: Mag. Dr. Peter FRANZMAYR, Dipl.-Ing. Wolfgang TRÄGER,
Dipl.-Ing. Johannes NOVOSZEL, o. Univ. Prof. Dr. Johann LITZKA

wand verbunden. Nicht immer
kann mit den beiden genannten
Möglichkeiten zur Bestimmung
der Ermüdungsfestigkeit von
Tragstrukturen oder Bauteilen das
Auslangen gefunden werden. Für
große Bauteile, wie zum Beispiel
Schräggabel oder Spannglieder,
wird ein ausreichender Wider-
stand gegen ein Ermüdungs-
versagen über Versuche experi-
mentell bestimmt. Richtlinien und
Normen regeln den jeweiligen
Versuchsablauf, der Prüfkörper
muss dabei zwei Millionen Mal
einer vorgegebenen Spannungs-
amplitude standhalten.

Diese Dauerschwingversuche
werden meist mit servo-hydrau-
lisch gesteuerten Prüfvorrichtun-
gen durchgeführt, die erzielbare
Prüffrequenz ist jedoch gering.
Selbst für Probekörper mit einer
maximalen Bruchlast bis 1.500 kN
kann kaum mehr als ein Last-
zyklus pro Sekunde bewerkstel-
ligt werden. Ein Dauerschwing-
versuch für zwei Millionen Last-
wechsel mit einer Prüffrequenz
von einem Hertz dauert demnach
23 Tage. Der Betrieb des Hydrau-
likaggregates in diesem Zeitraum
erfordert einen sehr großen Ener-
gieaufwand. Eine Prüfmethode,
welche schnellere Prüfzeiten bei
einem gleichzeitig geringeren
Energieeinsatz erlaubt, wäre da-
her wünschenswert. An der Tech-
nischen Universität Wien wurde

am Institut für Tragkonstruktionen
– Betonbau eine neues Prüfver-
fahren und eine Prüfvorrichtung
für Dauerschwingversuche, wel-
che diese Vorteile vereinen soll,
entwickelt und errichtet. Die neue
Prüfvorrichtung ermöglicht für zug-,
druck- und biegebeanspruchte
Bauteile, je nach Ver-
suchsaufbau, Prüffrequenzen zwi-
schen 20 und 40 Hertz.

2 Neue Prüfmethode und Prüfvorrichtung

Mit der anschließend beschriebe-
nen Prüfmethode und Prüfvor-
richtung sind erstmals hohe Prüf-
frequenzen für Dauerschwing-
versuche im oberen Kraftbereich
möglich. Die Nutzung des Reso-
nanzeffektes ermöglicht dabei
eine wesentlich schnellere Ver-
suchsdurchführung und gleich-
zeitig einen wesentlich geringeren
Energieeinsatz verglichen mit
einer konventionellen servo-hy-
draulisch gesteuerten Prüfvorrich-
tung. Die Technische Universität
Wien hat diese Erfindung aufge-
griffen und im April 2005 wurde
das Österreichische Patent „Ver-
fahren zur Durchführung von
Dauerschwingversuchen an ei-
nem Prüfkörper sowie Prüfvor-
richtung“ erteilt [4].

Die schwingende Beanspru-
chung, eine gerichtete sinusför-
mige Kraft in axialer Richtung des
Prüfkörpers und des Behelfs-

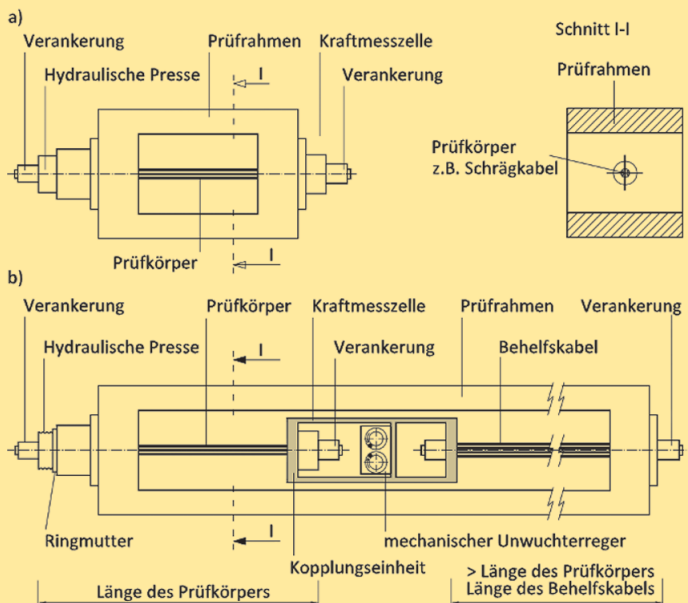


Abbildung 1: Schematische Übersicht einer servo-hydraulischen Prüfvorrichtung (a); Schematische Übersicht der an der TU-Wien entwickelten Prüfmethode (b)

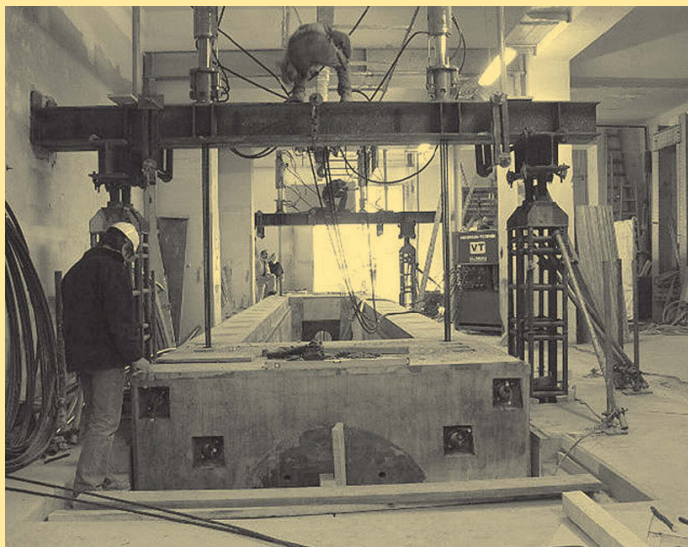


Abbildung 2: Absenken des Prüfrahmens



Abbildung 3: Resonanzprüfanlage

kabel, wird durch einen elektrisch betriebenen Unwuchterregger auf den Prüfkörper aufgebracht. Die Drehzahl n wird über einen Frequenzrichter geregelt und ermöglicht so eine Variation der Periodendauer T .

Der in Abbildung 1b dargestellte Versuchsaufbau ist ein schwingfähiges System mit einem Freiheitsgrad. Die Steifigkeit $k = k_{PK} + k_{BK}$ folgt aus der Summe der Dehnsteifigkeiten des Prüfkörpers und des Behelfskabels. Die schwingende Masse m entspricht, unter Vernachlässigung der Masse der beiden Zugglieder, der Masse der Kopplungseinheit. Ist die Drehzahl (Frequenz) des Unwuchterreggers gleich der ersten Eigenfrequenz des Versuchsaufbaus, tritt Resonanz ein und die vom Unwuchterregger aufgebrachte Kraft wird durch den dynamischen Vergrößerungsfaktor vervielfacht. Die Größe des dynamischen Vergrößerungsfaktors V_{Dyn} hängt von der Dämpfung c des Gesamtsystems ab. Die so eingeleitete zyklische Last teilt sich anteilig der Dehnsteifigkeiten von Prüfkörper und Behelfskabel auf beide Zugglieder auf. Es empfiehlt sich also ein im Verhältnis zum Prüfkörper möglichst weiches Behelfskabel zu verwenden, um einen möglichst großen Teil der aufgebrachten Kraft in den Prüfkörper zu leiten. Dies kann praktisch nur über die Länge des Kabels gesteuert werden, da zum Aufbringen der Grundkraft eine Mindeststeifigkeit in der Größenordnung des Prüfkörpers erforderlich ist.

3 Errichtung einer Prüfvorrichtung für große biege- und zugbeanspruchte Bauteile

Am Institut für Tragkonstruktionen wurde nach erfolgreichen Vorversuchen [5] mit der Planung einer neuen Prüfvorrichtung begonnen. Diese sollte zum einen statische und dynamische Versuche für Zugglieder, wie beispielsweise Spannkabel und Schrägseile, und zum anderen statische und dynamische Biegeversuche ermöglichen. Ein wesentlicher Teil der Versuchseinrichtung war der auf Druck und Biegung beanspruchte Prüfrahmen. Dafür wurde eine in drei Richtungen vorgespannte Stahlbetonkonstruktion mit den Abmessungen $B \times H \times L$

von $2,80 \times 2,00 \times 16,00$ m gewählt. Hohes Gewicht, eine hohe Steifigkeit und ein geringes Dämpfungsmaß waren die Entscheidungskriterien für die geplante Ausführungsvariante. In den Stegen wurden Leerrohre eingebaut, um den Rahmen multifunktional als Aufspannfeld nutzbar zu machen. Die Prüfeinrichtung sollte im eigenen Institutslabor an der TU-Wien errichtet werden. Dazu waren großzügige Umbauarbeiten notwendig. Bild 2 zeigt den abschließenden Absenkvorgang des trogförmigen Prüfrahmens. Ein wichtiger Punkt war die schwingungsisolierende Lagerung des Prüfrahmens. Federpakete erlaubten eine tiefe Abstimmung des Systems und eine entsprechende Trennung der Prüfeinheit vom restlichen Gebäude. Mit dem Prüfrahmen wurde die maßgebende Voraussetzung für statische und dynamische Versuche geschaffen. Die maximale statische Zugkraft der Anlage beträgt 20.000 kN, die maximale Oberlast für Ermüdungsversuche 12.000 kN und die maximale statische und dynamische Oberlast für Versuche an Biegeträgern 4.500 kN.

4 Dauerschwingversuche an Biegeträgern

Neben der Verwendung für zugbeanspruchte Bauteile kann der Prüfrahmen auch als Aufspannfeld genutzt werden. In [4] wird neben der Möglichkeit für Ermüdungsversuche für Schrägkabelsättel auch die Anwendung für Dauerschwingversuche an Biegeträgern erläutert. Der Biegebalken wird dabei mit Hilfe eines Querhauptes, eines Behelfskabels und einer hydraulischen Presse auf die Mittellast vorgespannt. Die schwingende Belastung erfolgt anschließend wiederum mit einem mechanischen Unwuchterregger. Im Rahmen eines von der FFG (www.ffg.at) geförderten und von ASFINAG, Österreichische Betondecken, ARGE, Porr, Sika, STRABAG SE und der Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie (VÖZ) finanzierten Forschungsprojekts (FFG-Projekt Nr. 814132) wurde unter Leitung des Forschungsinstituts der VÖZ untersucht, ob der normalerweise auf einer bituminösen Abdichtung

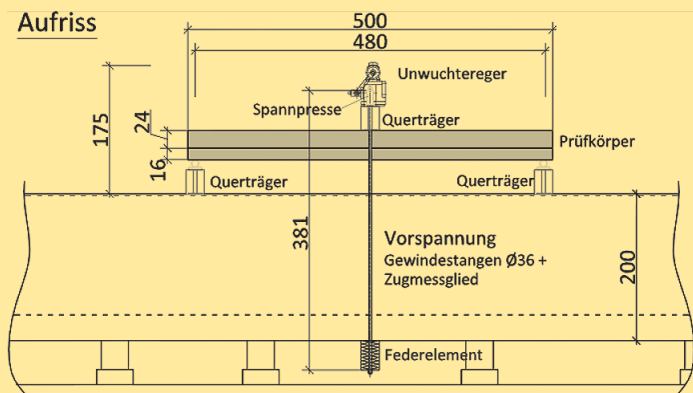


Abbildung 4: Schematische Übersicht für einen Dauerschwingversuch an einem Biegeträger.

liegende Fahrbahnaufbau auf Brücken durch einen neuen, dünneren Aufbau aus unbewehrtem Beton in Verbund mit dem Tragwerk ersetzt werden kann. Das Institut für Tragkonstruktionen wurde mit der Auslegung der Probekörper und der Durchführung der Ermüdungsversuche zur Bestimmung des Langzeitverbundverhaltens zwischen Tragwerk und Fahrbahnaufbau beauftragt.

In Abbildung 4 ist der Aufbau für die Versuchskörper schematisch dargestellt. Als Behelfskabel dienten zwei Gewindestangen (M36) und zwei Stahlfederpakete. Die Gewindestangen wurden an der Unterseite der Federpakete und an einem am Prüfkörper liegenden Querhaupt befestigt. Hydraulische Pressen und ein Spannstuhl an beiden Seiten des Querhauptes dienten zum Aufbringen der Mittellast. Der Unwuchtereger wurde mit dem Querhaupt mit Schrauben fest verbunden. Auch der in diesem Abschnitt gezeigte Versuchsaufbau ist wieder ein schwingfähiges System mit einem Freiheitsgrad. Im Gegensatz zu den vorher untersuchten Spanngliedern aus Stahl mit nahezu ideal elastischem Materialverhalten bis zum Erreichen der Fließgrenze, ist beim Baustoff Stahlbeton eine starke nicht lineare Abhängigkeit der Steifigkeit von der Belastung vorhanden. Wie sich die Änderung der Steifigkeit, bedingt durch die fortschreitende Schädigung und damit verbunden auch der Abfall der Eigenfrequenz des Systems, auf die Versuche auswirken wird, war eine zentrale Frage vor Versuchsbeginn. Die Steifigkeit des Probekörpers k_{PK} wurde

zunächst für den ungerissenen Zustand und anschließend für den gerissenen Zustand bestimmt. Damit konnten die obere und untere Schranke für die zu erwartenden Eigenfrequenzen festgelegt werden. Vor allem die Prüfkörper mit einer unbewehrten Ergänzung der Zugzone wiesen einen starken Abfall der Steifigkeit beim Übergang vom Zustand I in den Zustand II auf.

4.1 Ergebnisse der Druckzonenergänzungen

An zwei Probekörpern mit ergänzter Druckzone wurden Dauerschwingversuche mit jeweils vier Millionen Lastwechsel durchgeführt. Die Spannungsamplitude konnte über den gesamten Zeitbereich konstant gehalten werden. Der Verstärkungsbeton wirkte voll mit, und die Versuche konnten positiv interpretiert werden. Aussagen über die Verbundfuge zwischen den beiden Betonschichten ließen sich nach den statischen Dreipunktbiegezugversuchen, die im Anschluss an die Ermüdungsversuche durchgeführt wurden, ableiten. So erwies sich dabei die Fuge zwischen der Grundplatte und der neuen Aufbetonschicht als nachgiebig, sorgte jedoch für einen ausgezeichneten Verbund. Bei hoher Belastung bis hin zur Traglast traten in der vermeintlichen Schwachstelle des neuen Verfahrens Verschiebungen von etwa 1 mm auf, die das hochelastische Polyurethan schadfrei überstand. Die Fuge übertrug die Schubbeanspruchung und der Brückenverbundträger wirkte wie ein einheitlicher Stahlbetonquerschnitt, was Voraussetzung für das neue Sanierungsverfahren war.

4.2 Ergebnisse der Zugzonenergänzungen

Bei der Prüfung der Zugzonenergänzungen traten durch die Streuung der Zugfestigkeit des Betons zu unterschiedlichen Zeitpunkten explosionsartige Erstrisse in Trägermitte auf, wodurch sehr große Rissbreiten zustande kamen. Der Aufbeton, teilweise verdübelt bzw. unverdübelt, konnte ab dem Zeitpunkt nicht mehr mitwirken und die Verformungen und damit die Risse, wurden immer größer. Die verwendete Abdichtung samt Zusatzschicht zog, obwohl die Gebrauchstauglichkeit des Stahlbetons nicht mehr gewährleistet war, keinerlei Schäden nach sich. Damit bestätigte sich die gute Widerstandsfähigkeit und Funktionstüchtigkeit des Abdichtungssystems bei hoher Beanspruchung.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Das Institut für Tragkonstruktionen an der TU-Wien verfügt mit der beschriebenen Prüfeinrichtung über ein leistungsstarkes Instrument für die Durchführung von statischen und dynamischen Versuchen an Zuggliedern und biegebeanspruchten Konstruktionen. Versuche an Litzenspanngliedern und an Stahlbetonbiegeträgern haben die Wirkungsweise und Anwendbarkeit in der Praxis bestätigt. Im Vergleich zu konventionellen servo-hydraulischen Anlagen konnte für Zugglieder die Prüffrequenz bei Ermüdungsversuchen um den Faktor 20 gesteigert werden und gleichzeitig die erforderliche Energiemenge um den Faktor 1000 reduziert werden.

Literatur

- [1] Miner, M. A.: Cumulative Damage in Fatigue. ASME Journal for Applied Mechanics 12 No. 3 (1954) A159 – A164.
- [2] Palmgren, A.: Die Lebensdauer von Kugellagern. Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 58 (1924) 339–341.
- [3] McEvily, A.J.: Metal Failures – Mechanisms, Analysis, Prevention. John Wiley & Sons, Inc., 2002.
- [4] Kollegger, J.; Köberl, B.; Pardatscher, P.; Vill, M.: Verfahren zur Durchführung von Dauerschwingversuchen an einem Prüfkörper sowie Prüfvorrichtung. Patent: Österreich, No. AT 501 168 B1; erteilt am: 07-15-2006.

- [5] Maier, Ch.: Entwicklung einer Prüfvorrichtung für Dauerschwingversuche mit einer Oberlast bis zu 20.000 kN. Master's thesis, Technische Universität Wien, 2005.

Dipl.-Ing. Johannes NOVOSZEL
novoszeltjohannes@yahoo.de
Dipl.-Ing. Wolfgang TRÄGER
wolfgang12de@yahoo.de

Bericht zur aktuellen RVS

RVS 13.01.11
Zustandsbeschreibung und mögliche Schadensursachen von Asphalt- und Betonstraßen (neu 1.8.2009)



Dipl.-Ing. Dr. Alfred WENINGER-VYUCUDIL

Eine wesentliche und wichtige Voraussetzung für die Bewertung des Zustandes einer Straße liegt in der Beschreibung von möglichen Schäden an der Oberbaukonstruktion. Mit der RVS 13.01.11 „Zustandsbeschreibung und mögliche Schadensursachen von Asphalt- und Betonstraßen“ wurde eine systematische Zusammenstellung von unterschiedlichen Schäden auf Asphalt- und Betonstraßen vorgenommen. Dabei handelt es sich sowohl um Schäden an der Straßenoberfläche, die die Fahrsicherheit ggf. beeinträchtigen (schlechte Griffbarkeit, Ausmagerungen, Bindemittelaustritt, Spurrinnen, etc.), als auch um Schäden, die zu einer Beeinträchtigung des Fahrkomforts führen (Längsebenheit, Stufen bei Betonplatten, etc.), und natürlich auch um Schäden, die auf ein strukturelles Versagen des Oberbaus zurückzuführen sind (Netzrisse, Schlaglöcher, etc.). Über die in unterschiedliche Kategorien eingeteilten Schäden werden folgende grundlegende Informationen gegeben:

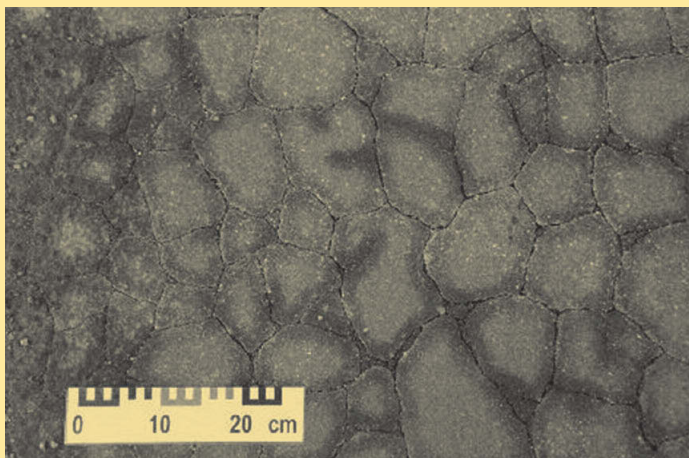


Abbildung 5: Netzrisse (Foto Streckel)



Abbildung 6: Eckabbruch Betondecke (Foto Sommer)

- Schriftliche Beschreibung des Schadens
 - Mögliche Schadensursachen
 - Voraussichtliche Schadensentwicklung
 - Hinweise zum Schadensausmaß und zur Schadensschwere
 - Querverweise.
- Darüber hinaus sind die einzelnen Schäden mit zahlreichen Bildern erläutert, die die Anwender bei der korrekten Ansprache

des Schadens unterstützen sollen (siehe Abbildung 5 und Abbildung 6). Auf eine Schadensbewertung (Bildung von Zustandsgrößen und Zustandswerten) wurde bewusst verzichtet, da im gegenständlichen Merkblatt ausschließlich die generellen Grundlagen im Vordergrund stehen und die Bewertung von einer Reihe weiterer Parameter abhängig ist (z. B.

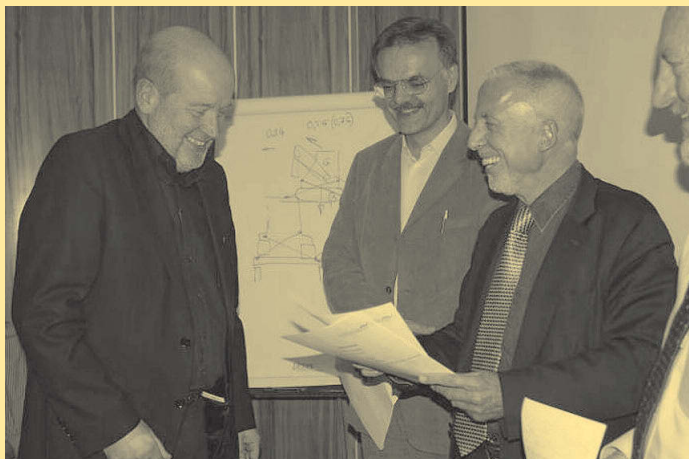


Abbildung 7: Verkehrssicherheitsauditoren und Road Safety Inspektoren – Zeugnisverleihung

Bedeutung der Straße, Messverfahren, etc.). Die Definition von möglichen Schäden stellt jedoch den ersten Schritt im Zuge der systematischen Erhaltung des Straßenoberbaus (Pavement Management) dar und kann somit als wesentliche Voraussetzung für eine optimierte Erhaltungsplanung angesehen werden.

Dipl.-Ing. Dr. Alfred
WENINGER-VYUCUDIL
office@pms-consult.at

Die RVS ist im Shop der FSV unter www.fsv.at erhältlich.

Veranstaltungen und Seminare

FSV-Infonachmittag in Wien
**Schutz wildlebender Säuge-
tiere an Verkehrswegen**

Datum: 19.5.2010
Uhrzeit: 14:00 bis 16:00 Uhr
Wer lädt ein: FSV
Wo: FSV, Karlsgasse 5,
1040 Wien
Teilnahmegebühr: € 105,00 bzw.
Mitglieder € 85,00 (exkl. MwSt)

FSV-Seminar in Wien
**RVS-Richtlinien für
Verkehrssicherheit**
Datum: 31.5.2010
Uhrzeit: jeweils 9:00 – 17:00 Uhr
Wer lädt ein: FSV
Wo: FSV, Karlsgasse 5,
1040 Wien
Teilnahmegebühr: € 280,00 bzw.
Mitglieder € 240,00 (exkl. MwSt)

FSV-Infonachmittag in Wien
**Verkehrszeichen und
Bodenmarkierungen**
Datum: 2.6.2010
Uhrzeit: 13:00 bis 17:00 Uhr
Wer lädt ein: FSV
Wo: Austria Trend Hotel Europa
Salzburg, Rainerstraße 31,
5020 Salzburg
Teilnahmegebühr: € 185,00 bzw.
Mitglieder € 170,00 (exkl. MwSt)

FSV-Schulung in Wien
**Verkehrssicherheitsauditoren
und Road Safety Inspektoren**
Datum: 7. – 11.6.2010
Uhrzeit: jeweils 9:00 – 17:00 Uhr
Wer lädt ein: FSV
Wo: FSV, Karlsgasse 5,
1040 Wien
Teilnahmegebühr: € 1.250,00 bzw.
Mitglieder € 990,00 (exkl. MwSt)

FSV-Tagung in Wien FSV-VERKEHRSTAG 2010

Datum: 17.6.2010
Uhrzeit: 9:00 – 17:00 Uhr
Wer lädt ein: FSV
Wo: Arcotel Wimberger
Neubaugürtel 34–36,
Saal Arabella + Bohème,
1070 Wien

FSV-Schulung in Wien Verkehrssicherheitsauditoren und Road Safety Inspektoren

Datum: 20. – 24.9.2010
Uhrzeit: jeweils 9:00 – 17:00 Uhr
Wer lädt ein: FSV
Wo: FSV, Karlsgasse 5,
1040 Wien
Teilnahmegebühr: € 1.250,00 bzw.
Mitglieder € 990,00 (exkl. MwSt)

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 die ersten Berichte zum FSV-Verkehrstag 2010.

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. Claudia Österbauer (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!