



## FSV-aktuell STRASSE Februar 2022

Mitteilungen der Österreichischen Forschungsgesellschaft  
 Straße • Schiene • Verkehr

### Editorial

Sehr geehrte Leserin,  
 sehr geehrter Leser!

Die Pandemie kommt nicht nur in Wellen, sie prüft auch unsere Geduld in Wellen, aber wenn die Experten Recht behalten, dann haben wir sie bald hinter uns. Die Geschäftsstelle der FSV ist immer bereit auf Änderungen in der Entwicklung der Pandemie prompt zu reagieren.

Wenn man die Pandemie mit der Bauwirtschaft vergleicht, läuft diese auch in Wellen, die Hauptphase bei der baulichen Um-

setzung von Verkehrsprojekten ist meist im Sommer und Herbst, dagegen sind Winter und Frühling Wellentäler. Aber nach der Saison ist vor der Saison und die stressfreie Phase kann gut zur Weiterbildung des eigenen Personals und zur Weiterentwicklung von Richtlinien genutzt werden.

Dementsprechend steht das Haus der FSV auch während der derzeitigen Hochphase der Pandemie offen für Sitzungen und Schulungen. Die Hygienevorschriften und andere Maßnahmen werden penibel eingehalten und kontrolliert, dafür aber können Sitzungen zur Weiterentwicklung der RVS und RVE wie gewohnt abgehalten werden, damit der Stand der Technik aktuell gehalten wird.

Die eigenen Richtlinien sind auch die Grundlage für die Abhaltung der Schulungen und Infonachmittage. Der Stand der Technik muss auch auf die Nutzer übertragen werden. Die Interaktion zwischen den Entwicklern der Richtlinien und der Schulungsteilnehmer und -teilnehmerinnen führt zu einer weiteren Qualitätssteigerung für die Umsetzung von Projekten.

Die FSV hat auch immer ein offenes Ohr für neue Schulungen und Veranstaltungen, wenn neue Themen oder Entwicklungen an die breite Öffentlichkeit heran getragen werden sollen.

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

### Beitrag vom

### FSV-Verkehrstag 2021

#### Oberbauverstärkung von Asphaltstraßen: Überarbeitung der RVS 03.08.64

Die derzeit gültige Richtlinie RVS 03.08.64 zur Oberbauverstärkung von Asphaltstraßen wurde im Jahr 1992 veröffentlicht und beruht auf der Anwendung von Tabellen und Diagrammen zur Ermittlung der Verstärkungsschichtdicke. In den letzten Jahren wurde die zugrundeliegende Methodik am Forschungsbereich Straßenwesen der TU Wien maßgeblich überarbeitet und so die Grundlage für eine Überarbeitung der Richtlinie geschaffen.

Die RVS unterscheidet zwei Möglichkeiten zur Bemessung technisch sinnvoller Oberbauverstärkungen: (i) die Vergleichsmethode und (ii) die Rechnerische Dimensionierung.

Die Vergleichsmethode beruht auf der ursprünglichen Dimensionierung gemäß RVS 03.08.63. Die im Bemessungskatalog angeführte nötige Asphaltsschichtdicke ist von der zukünftigen Verkehrsbelastung abhängig und stellt somit den Ausgangspunkt

dar, von der die Bestandsschichtdicke abgezogen werden muss. Um der bereits erfolgten Schädigung des Bestands Rechnung zu tragen, wird eine Ausgleichsschichtdicke addiert, um schließlich die gesuchte Verstärkungsschichtdicke zu erhalten. Die Ausgleichsschichtdicke (vergleiche Tabelle 1) ist abhängig von der Resttragfähigkeit der bestehenden Asphaltsschichten und kann mittels folgender Methoden bestimmt werden:

- Empirische Methode: Die empirische Methode kann für Aufbauten der Bautypen AS1 und AS2 angewandt werden. Ist die vorhandene ungebundene Tragschicht frostsicher, kann die Resttragfähigkeit näherungsweise abhängig vom visuellen Zustand abgeschätzt werden.
- Deflektionsmethode: Diese Methode kann für Aufbauten der Bautypen AS1, AS2 und AS4 angewandt werden. Die Resttragfä-

higkeit wird auf Grundlage der Ergebnisse von Tragfähigkeitsmessungen mit dem Benkelmanbalken oder dem Fallgewichtdeflektometer (FWD) ermittelt. Hierfür liegt der Richtlinie eine Software bei.



**Dipl.-Ing. Dr. Lukas Eberhardsteiner**

Neben der Vergleichsmethode kann die Ermittlung der erforderlichen Oberbauverstärkung auch mittels analytischer Methoden in Anlehnung an die Methoden der rechnerischen Dimensionierung von Asphaltstraßen gemäß RVS 03.08.68 und unter Anwendung entsprechender Rechenprogramme erfolgen.

Resttragfähigkeit der bestehenden Asphaltsschichten [%]	Ausgleichsschichtdicke $D_A$ [cm]
90 bis 100	±0
70 bis 89	+2
50 bis 69	+4
< 50	Erneuerung

Tabelle 1: Ausgleichsschichtdicke  $D_A$  in Abhängigkeit von der Resttragfähigkeit



Bild 1: Fallgewichtsdeflektometer

Wesentliche Eingangswerte für die Berechnung sind neben den Schichtdicken die E-Module der einzelnen Schichten des Stra-

ßenoberbaues und des Untergrundes, die aus Laboruntersuchungen und aus Tragfähigkeitsmessungen (mittels Fallgewichts-

deflektometer gem. RVS 11.06.72) abgeleitet werden können. Für die Beurteilung der zulässigen Beanspruchungen und damit für die Ermittlung der Verstärkungsschichtdicke ist die Ermüdungsbeständigkeit der Materialien der einzelnen Schichten maßgebend.

Rechnerische Dimensionierungsmethoden sind vor allem dann anzuwenden, wenn

- die vorhandene, zu verstärkende Befestigung eine wesentlich bessere Tragfähigkeit aufweist als sie den Standardaufbauten der RVS 03.08.63 zugrunde liegen, die vorhandene, zu verstärkende Befestigung mit den Standardaufbauten der RVS 03.08.63 nicht vergleichbar ist, oder
- für die Verstärkung nicht konventionelle Asphaltdecken eingesetzt werden sollen, deren Festigkeits- bzw. Ermüdungseigenschaften von denen herkömmlicher Asphalte abweichen.

Dipl.-Ing. Dr. Lukas Eberhardsteiner  
lukas.eberhardsteiner@tuwien.ac.at

## FSV-Preis 2020/21

Folgend die Kurzfassung einer prämierten Masterarbeit der Einreichungen des Jahres 2021:

### Analyse von klassischen und erweiterten Rechenmodellen für Kriech- und Schwindverformungen von Beton anhand von Laborproben und In-situ-Verformungen der Erlaufbrücke Nord

Die gängigen Berechnungsmodelle zur Prognose von Kriech- und Schwindverformungen

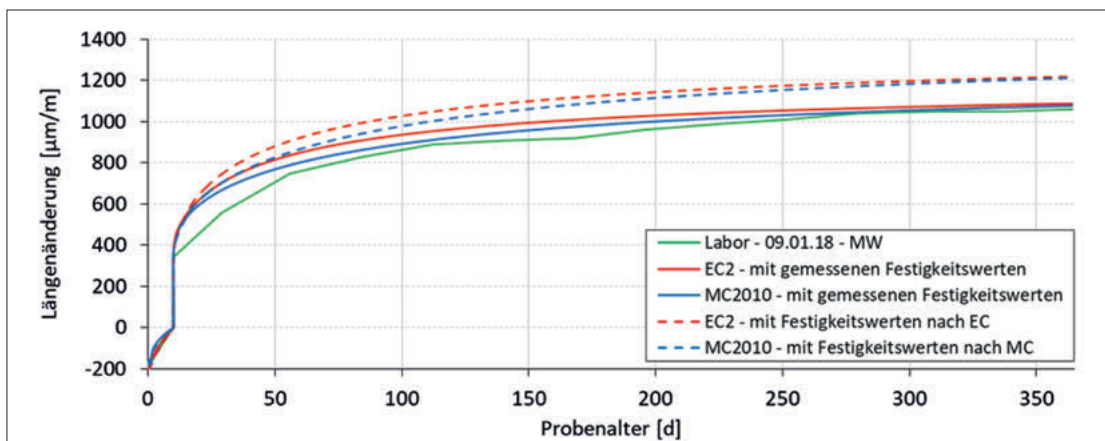
von Beton nach ÖNORM EN 1992-1-1 (Eurocode 2) und Model Code 2010 basieren auf Laboruntersuchungen, die unter gleichbleibenden Umgebungsbedingungen (Temperatur, Luftfeuchtigkeit) an im Vergleich zu realen Konstruktionen kleinen Probekörpern durchgeführt werden. In die Berechnung der Kriech- und Schwindverformungen fließen vorwiegend Parameter ein, die dem/der IngenieurIn bei der Planung zur Verfügung stehen, z. B. die Betongüte, die verwendete Zementart, die Bauteilabmessungen, die durchschnittliche relative Luftfeuchtigkeit der Umgebung und die Größe und der Zeitpunkt der Belastung. Diese Parameter decken aber

nicht alle Einflüsse auf die Verformungen ab und sind daher nicht immer ausreichend, um die Kriech- und Schwindverformungen zutreffend vorherzusagen.

Da die Kriech- und Schwindverformungen jedoch ein Vielfaches der elastischen Verformungen betragen können, ist ihre genaue Vorhersage von großem Interesse. Je genauer die zu erwartenden Verformungen eines Betontragwerks berechnet werden können, desto ökonomischer und ökologischer kann das Tragwerk errichtet werden.

Im Zuge der Errichtung der Umfahrungsstraße für Wieselburg wurden zwei Brücken über

Bild 2: Vergleich der Berechnungen nach ÖNORM EN 1992-1-1 (Eurocode 2) und Model Code 2010 mit den im Labor gemessenen Festigkeitswerten bzw. den normativen Festigkeitswerten



die Erlauf gebaut. Das Besondere an Ihnen ist ihre Errichtung in Stahlbetonbauweise trotz einer Spannweite des Mittelfeldes von 50 Metern. Die Brücken wurden als semi-integrale Bauwerke ausgeführt. Das bedeutet, dass – mit Ausnahme der Widerlager – alle weiteren Pfeiler der Brücke monolithisch mit dem Überbau verbunden sind. Die Zwangskräfte in den Tragwerken, die durch schwankende Temperaturen sowie durch Langzeitverformungen des Betons (Kriechen, Schwinden) in der Kombination mit der fehlenden Möglichkeit des Tragwerks, sich frei zu verkürzen bzw. zu verlängern, entstehen, müssen bei der Bemessung möglichst genau bestimmt werden.

Zur genaueren Bestimmung dieser Zwangskräfte wurden die Tragwerke unter anderem mit den tatsächlichen Materialkennwerten bemessen. Um diese zu ermitteln, wurden vor der Errichtung der Brücken Beton-Probekörper ein Jahr lang bei einer konstanten Temperatur von 20 °C und einer konstanten Luftfeuchtigkeit von 65 % im Labor untersucht. Im Zuge der Untersuchungen wurden auch die Kriech- und Schwindverformungen der Probekörper bemessen. Diese Messergebnisse wurden in der Diplomarbeit herangezogen, um einen Vergleich der im Labor gemessenen Kriech- und Schwindverformungen mit den anhand des Eurocode 2 und des Model Code 2010 prognostizierten Verformungen anzustellen.

Bild 2 sieht man die gute Übereinstimmung der gemessenen Verformungen (grüne durchgehende Linie) mit den nach Eurocode und Model Code berechneten Verformungen, wenn die Berechnung mit den im Labor gemessenen Festigkeitswerten durchgeführt wird (rote und blaue durchgehende Linien). Setzt man jedoch die normativen Festigkeitswerte an, die dem/der Pla-

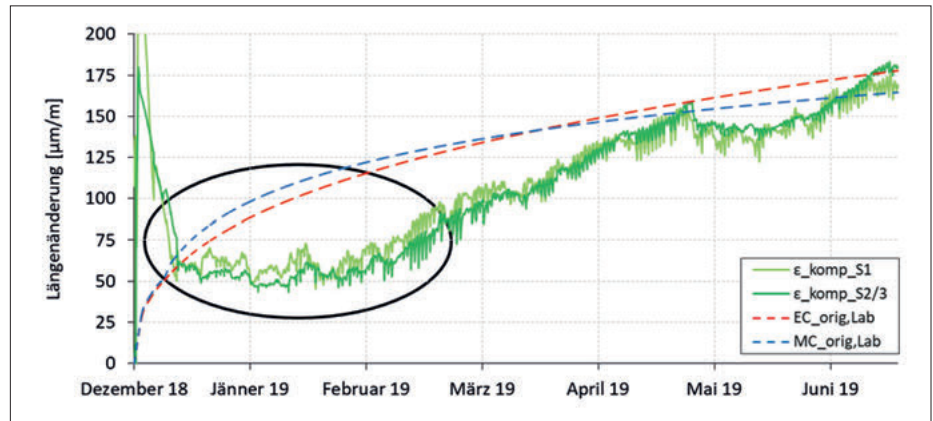


Bild 3: Vergleich der Messdaten Erlaufbrücke Nord – Berechnung nach ÖNORM EN 1992-1-1 (Eurocode 2) und Model Code 2010 mit den im Labor gemessenen Festigkeitswerten

nerln normalerweise zur Verfügung stehen, fallen die berechneten Dehnungen größer aus (rote und blaue gestrichelte Linien).

Die gute Übereinstimmung bei Verwendung der tatsächlichen Festigkeitswerte ist naheliegend, da die Berechnungsmodelle der Normen auf Laboruntersuchungen unter den genannten konstanten Umgebungsbedingungen basieren.

Weiters wurden in der Erlaufbrücke Nord insgesamt 16 Schwingsaitensensoren verbaut, um laufende Verformungsmessungen durchzuführen. Diese ermöglichen es, Vergleichsrechnungen anzustellen und die normativen Berechnungsmodelle für die Vorhersage von Kriech- und Schwindverformungen auf ihre Genauigkeit zu überprüfen.

Bild 3 sieht man die Abweichung der an der Brücke gemessenen Verformungen (grüne Linien) zu den nach den Berechnungsmodellen der Normen prognostizierten Kriech- und Schwindverformungen (rote und blaue gestrichelte Linien). Insbesondere in den kälteren Monaten des Jahres decken sich der Verlauf der gemessenen und jener der be-

rechneten Verformungen nicht, weil die gemessenen Verformungen quasi stagnieren.

Dieses Verhalten von Beton konnte bereits mehrfach beobachtet werden. Daraus resultierte die Motivation, das Materialverhalten realitätsnaher zu beschreiben und die Berechnungsmodelle nach ÖNORM EN 1992-1-1 (Eurocode 2) und Model Code 2010 weiterzuentwickeln. Mithilfe dieser Weiterentwicklungen gelang es bereits, besseren Einklang zwischen Messergebnissen und den Vorhersagemodellen zu erzielen (vgl. [2], [3]). Diese weiterentwickelten Vorhersagemodelle werden angewendet, um einen Vergleich mit den an der Erlaufbrücke Nord gemessenen Verformungen anzustellen. Dabei werden insgesamt drei verschiedene weiterentwickelte Vorhersagemodelle behandelt.

### 1 Berechnung nach Müller et al.

Das weiterentwickelte Vorhersagemodell nach Müller et al. [1][1][1] sieht vor, dass anhand von im Labor durchgeführten Verformungsmessungen an Beton-Probekörpern Parameter ermittelt werden, welche an-

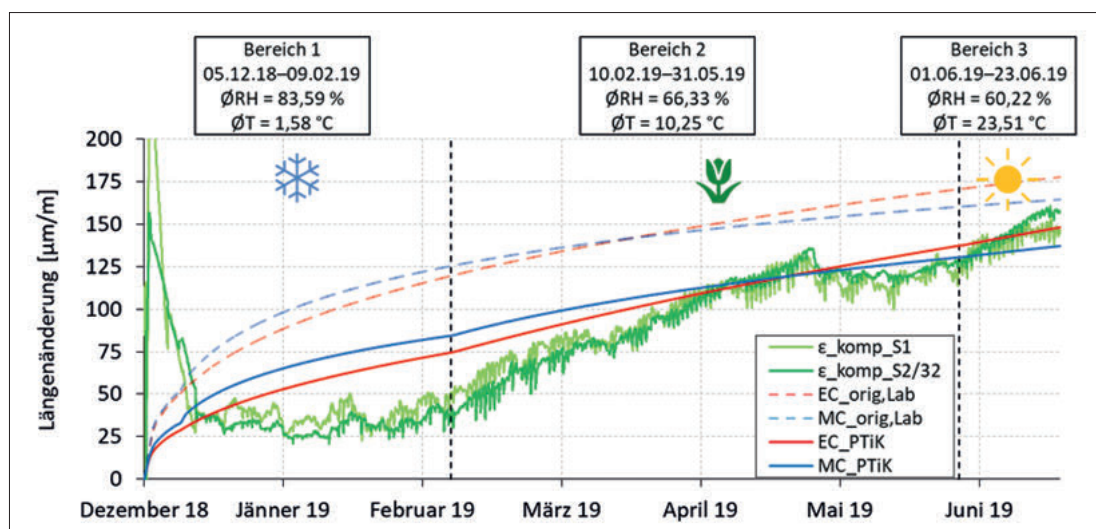


Bild 4: Vergleich der Messdaten Erlaufbrücke Nord – Berechnung nach der Theorie der Proportionalität des Trocknungsschwindens und der inneren Körperfeuchtigkeit mit den im Labor gemessenen Festigkeitswerten

schließlich für die Prognose der Schwinddehnungen angesetzt werden. Das Modell lieferte bei der Anwendung jedoch keine nennenswerte Verbesserung bei der Annäherung der berechneten an die gemessenen Verformungen.

## 2 Theorie der Proportionalität des Trocknungsschwindens und der inneren Körperfeuchtigkeit

Die Theorie der Proportionalität des Trocknungsschwindens und der inneren Körperfeuchtigkeit von Suza [2] ermöglicht es, die Veränderung der Luftfeuchtigkeit zu berücksichtigen. Dazu wird von der relativen durchschnittlichen Feuchtigkeit eines Betonkörpers Gebrauch gemacht. Für unterschiedliche Luftfeuchtigkeiten wird ein bestimmter Wert der relativen durchschnittlichen Feuchtigkeit eines Betonkörpers zu verschiedenen Zeitpunkten erreicht. Mittels der Diffusionstheorie wird ein virtueller Zeitpunkt  $t^*$  errechnet. Zu diesem Zeitpunkt weisen zwei Schwindfunktionen mit unterschiedlichen Luftfeuchtigkeiten dieselbe durchschnittliche Feuchtigkeit im Betonkörper auf und können so miteinander verbunden werden.

Der Modellansatz wurde vereinfacht angewendet, indem der Betrachtungszeitraum in drei Bereiche unterteilt wurde, die sich grob den Jahreszeiten Winter, Frühling und Sommer zuordnen lassen. Für diese Bereiche wurden die durchschnittliche Luftfeuchtigkeit und die durchschnittliche Lufttemperatur ermittelt und angesetzt. Trotz der vereinfachten Anwendung, lieferte das Modell ein gutes Ergebnis und eine bessere Korrelation zwischen den gemessenen und den berechneten Dehnungen (Bild 4). In der Abbildung ist zu sehen, dass die mithilfe der genannten Theorie berechneten Verformungen (rote und blaue durchgehende Linien) wesentlich näher an den tatsächlich gemessenen Verformungen (grüne Linien) liegen, als die mithilfe der derzeit vorliegenden normativen Berechnungsmodelle errechneten Verformungen (rote und blaue gestrichelte Linien).

## 3 Interaktion von Schwinden und Quellen

Grundsätzlich beträgt die innere Feuchtigkeit eines Betonkörpers nach der Betonage 100 %. Gemäß Eurocode und Model Code wird angenommen, dass der Trocknungsprozess des Betons erst beginnen kann, wenn der Betonkörper ausgeschalt wird. Die Feuchtigkeit strömt von innen nach außen, bis die Austrocknung, also das Trocknungsschwinden, abgeschlossen ist und im ganzen Betonkörper die gleiche Feuchtigkeit herrscht.

Ändert sich jedoch die Umgebungsfeuchtigkeit während der Austrocknungsphase und wird größer als die Randfeuchtigkeit des Betonkörpers,

kann der Quellprozess (als Quellen bezeichnet man den Vorgang der Wasseraufnahme durch Beton, sodass das Betonvolumen zunimmt) initiiert werden. Das Quellen ist abgeschlossen, wenn die Randfeuchtigkeit des Betonkörpers gleich der Umgebungsfeuchtigkeit ist. Dieser Vorgang ist in den normativen Schwindmodellen nicht berücksichtigt.

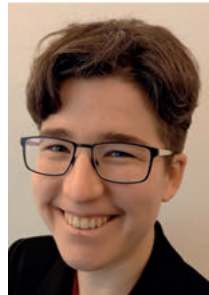
Das von Suza entwickelte Modell [2] berücksichtigt die Verteilung der Feuchtigkeit im Betonkörper. Damit kann man die Interaktion von Schwinden und Quellen erfassen. Mit diesem Modell gelingt es, eine wesentlich bessere Übereinstimmung der prognostizierten Dehnungen mit den tatsächlich gemessenen Dehnungen zu erzielen. Die Kurve der prognostizierten Dehnungen verläuft in den kälteren Monaten des Jahres jeweils wesentlich flacher als in den wärmeren Monaten und korreliert damit gut mit den gemessenen Verformungen.

Bei den Vergleichsrechnungen konnte beobachtet werden, dass besonders die Berücksichtigung der sich kontinuierlich verändernden Lufttemperatur sowie der sich kontinuierlich verändernden Luftfeuchtigkeit in der Berechnung der Verformungen eine große Rolle spielt und dazu beiträgt, dass die Vorhersage von Kriech- und Schwindverformungen genauere Ergebnisse liefert. Mithilfe von genaueren Verformungsprognosen können Tragwerke ökologischer und ökonomischer errichtet werden.

*Dipl.-Ing. Konstanze Altenburger  
konstanze.altenburger@gmail.com*

## Literaturverzeichnis

- [1] Müller, H.; Höffgen, J.; Kollegger, J.; Suza, D. (2019): Entwicklung von praxistauglichen Modellen zur Vorhersage des Kriechens und Schwindens von Beton. Präsentation. 28.6.2019
- [2] Suza, D. (2020): Einfluss des Massstabeffekts und der Umgebungsbedingungen auf das Kriechen und Schwinden von Beton. Dissertation. Technische Universität Wien
- [3] Suza, D.; Kollegger, J.; Müller, H. (2019): „Influence of changing environment conditions on the development of shrinkage strain and the expansion coefficient of large concrete specimens“. In: 20th CONGRESS OF IABSE (4.–6. Sep. 2019). New York, 2019, S. 1955–1959



Dipl.-Ing. Konstanze Altenburger

## Kommende Veranstaltungen und Seminare

### FSV-Tagung

FSV-Verkehrstag 2022 mit Fachausstellung  
22.6.2022  
Parkhotel Schönbrunn  
1130 Wien

### FSV-Infonachmittag

Ausführung von Erdarbeiten  
24.1.2022  
FSV, 1040 Wien

### FSV-Schulungen

Die richtige Absicherung von Baustellen im Straßenbereich  
22.2.2022  
FSV, 1040 Wien

### RSA/RSI-Fortbildungskurs 2

14.–16.3.2022  
FSV, 1040 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 Bericht zur Ermüdungsbeständigkeit von Asphaltmastix.

### 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!**