

# Die Leitschiene als Rampe – Fahrzeuge heben ab

## The Guardrail as Ramp – the Vehicle Takes Off

Ernst Tomasch

**Rückhaltesysteme auf Straßen – Leitschienen und Betonbarrieren – sollen Fahrzeuge am Abkommen hindern, allerdings ist die derzeitige schräge Ausführung der Anfangselemente solcher Systeme eine kritische Stelle. Eine Tiefenanalyse von Unfällen mit diesen Anfangselementen wurde am Institut für Fahrzeugsicherheit durchgeführt und somit eine Möglichkeit aufgezeigt, derartige Situationen zu vermeiden.**

### Leiteinrichtungen – eine Absicherungsmaßnahme

Grundsätzlich werden Verkehrsunfälle in Österreich in zehn Hauptgruppen eingeteilt. Eine Hauptgruppe dabei stellt der Unfall mit nur einem Beteiligten dar. Insbesondere sind dies Unfälle, bei welchen Fahrzeuge von der Fahrbahn abkommen und mit ortsfesten Hindernissen kollidieren. Eine Absicherungsmaßnahme zur Vermeidung von Abkommensunfällen stellt hierbei das sogenannte Fahrzeugrückhaltesystem (FRS) – die Stahlleitschiene oder Betonbarriere – dar. Dieses wird entweder als Mitteltrennung zur Vermeidung von Gegenverkehrsunfällen oder am rechten Fahrbahnrand als Schutz vor Abkommensunfällen verwendet. Um ein FRS in Österreich verwenden zu dürfen, bedarf es einer erfolgreichen Prüfung nach europäischer Norm EN 1317, womit eine prinzipielle Eignung für die Verwendung im Straßenverkehr bestätigt wird. Eine Freigabe erfolgt durch das BMVIT (Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie), mit welcher die Einhaltung der Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen RVS 05.02.31 (Verkehrsführung, Leiteinrichtungen, Rückhaltesysteme, Anforderungen und Aufstellung) sowie eventuell weitere notwendige Richtlinien bestätigt werden.

Obwohl das FRS ein Abkommen des Fahrzeugs von der Fahrbahn sehr gut verhindern kann, ist das Anfangselement dieser Systeme

*Vehicle restraint systems (VRS) on roads – steel or concrete barriers – should prevent vehicles running-off the road. However, the turned-down initial element of this kind of protection system carries a potentially high risk. An in-depth analysis of road traffic accidents involving the turned-down initial elements of VRSs was conducted at the Vehicle Safety Institute, and a possible measure identified as to how to prevent such situations.*

### Vehicle restraint systems – a safety measure

Road traffic accidents in Austria are basically divided into ten main groups, one of which is an accident type where only one vehicle is involved. In particular these are accidents in which vehicles run-off the road and collide with hazards. One means of protecting against single vehicle run-off road accidents is the presence of a VRS. On Motorways the VRS is installed on the offside to prevent collisions with oncoming traffic and on the nearside to prevent the vehicle leaving the road. In order to be allowed to install a VRS in Austria, successful testing according to the EN 1317 European Standard is necessary, which confirms in principle suitability for the intended use in traffic. The final release is carried out by the Federal Ministry of Traffic, Innovation and Technology (BMVIT). When implementing permanent vehicle-restraint systems on Austria's roads, the relevant version of specifications of the national safety regulation RVS 05.02.31 have to be applied. Even if the VRS prevents the vehicle from running-off the road, the initial element is a crucial factor. Due to the ramped terminal that is currently in use, vehicles running off the roadway and hitting this initial element can lift off and without any means of protection collide with bridge beams, noise protection devices, etc., or they can tilt over or roll over (Figure 1). In the example, the vehicle took off due



*Ernst Tomasch ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Fahrzeugsicherheit. Seine Forschungsinteressen umfassen die Unfallforschung, seine Dissertation behandelte die Entwicklung einer Unfalldatenbank zur Tiefenanalyse von Verkehrsunfällen.*

*Ernst Tomasch is project senior scientist at the Vehicle Safety Institute. His research interests include accident investigation and research, and his doctoral thesis focused on the development of an in-depth accident database of road accidents.*

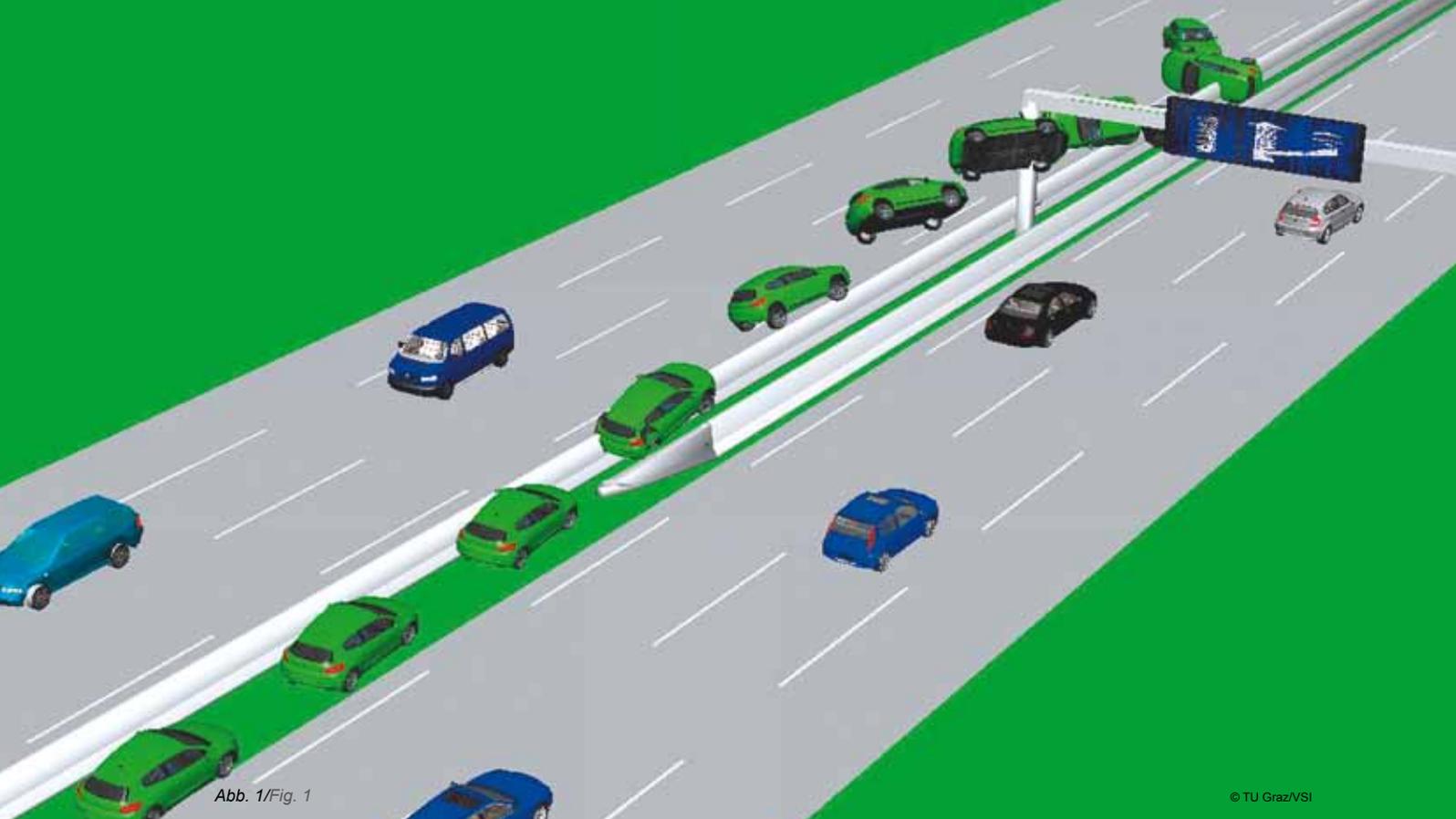


Abb. 1/ Fig. 1

© TU Graz/ VSI

**Abb. 1: Abkommensunfall mit Abheben des Fahrzeugs bei der Anrampung einer Betonleiteinrichtung.**

*Fig. 1: Run-off road accident where the vehicle takes off at the turned-down terminal of a VRS.*

eine kritische Stelle. Durch den derzeitigen überwiegend schrägen Anlauf können abkommende Fahrzeuge bei einem Kontakt mit dem Leitelement abheben und ohne Schutzfunktion mit Stützen von Brücken, Lärmschutzeinrichtungen etc. kollidieren und/ oder sich überschlagen (Abbildung 1). In diesem Beispiel wurde das Fahrzeug durch die schräge Anrampung hochkatapultiert und kollidierte in etwa vier Meter Höhe nach einer entsprechend weiten Flugphase mit dem Steher eines Überkopfwegweisers. Gerade im hochrangigen Straßennetz (A&S – Autobahnen und Schnellstraßen) ist durch die hohen Geschwindigkeiten eine besondere Gefährdung mit schweren Unfallfolgen gegeben. Insbesondere ist der Anteil an Abkommensunfällen auf A&S bei den Verkehrsunfällen mit tödlichem Ausgang besonders hoch (rd. 46 %). Als wesentliches Kollisionsobjekt gilt dabei die schräge Anrampung von FRS, welche als auslösendes Moment für ein Abheben oder Überschlagen des Fahrzeugs gilt. Daher müssen Maßnahmen überlegt werden, ob und in welcher Weise Verbesserungen möglich sind.

### Ziel

Eine immer wieder diskutierte Maßnahme gegen den schrägen Anlauf des FRS ist das Verschwenken der Anfangselemente von der Fahrbahn weg. Allerdings muss für diese Maßnahme die Realunfallsituation berücksichtigt werden, damit ein derart notwendiger Verschwenkwinkel wissenschaftlich begründet werden kann.

to the turned-down terminal and collided with a traffic signpost roughly four meters high. Motorways and dual carriageways in particular are often the scene of serious accidents due to vehicles travelling at high speed. In particular the share of fatal accidents in run-off road accidents on Austrian motorways is extremely high (approximately 46%). The turned-down terminals of VRSs were identified as significant collision objects. Countermeasures should be developed to prevent these accidents.

### Objective

One of the relevant countermeasures against the turned-down terminal design is to flare the initial elements away from the road. However, this countermeasure needs to be established taking into account the real world accident situation and justified. The main goal of the SANFTLEBEN (Sicherheitsbeurteilung der Anfangselemente von Leitschienen und Betonleitwänden, safety assessment of the initial elements of steel and concrete guardrails) study was a scientific assessment of run-off road accidents focusing on collisions with the turned-down terminals of VRSs. Factors in the collision situation, such as velocity and angle, etc., need to be identified in order to recommend the flare angle of the initial elements of VRSs.

### In-depth analysis of road accidents

For the development of appropriate countermeasures, a detailed knowledge of the accident

Das Ziel der Studie SANFTLEBEN (Sicherheitsbeurteilung der Anfangselemente von Leitschienen und Betonleitwänden) war die wissenschaftliche Untersuchung von Abkommensunfällen und hierbei insbesondere die Kollision mit dem schrägen Anlauf bei FRS zur Identifikation von Anprallkonfigurationen, welche für die Empfehlung eines Verschwenkwinkels der Anfangselemente verwendet werden können.

### Tiefenanalyse von Verkehrsunfällen

Um geeignete Maßnahmen zu ergreifen, ist eine fundierte Kenntnis des Unfallgeschehens von Bedeutung. Am Institut für Fahrzeugsicherheit wurde zu diesem Zweck die Unfalldatenbank ZEDATU (Zentrale Datenbank zur Tiefenanalyse von Verkehrsunfällen) entwickelt, um Aussagen über das Gesamtunfallgeschehen zu ermöglichen. Jeder vorliegende Verkehrsunfall ist unfalltechnisch mit dem Unfallrekonstruktionsprogramm PC Crash aufbereitet und in codierter Form in der ZEDATU gesammelt.

Um nun geeignete Maßnahmen wie beispielsweise das Verschwenken der Anfangselemente von FRS zu begründen, wurden PKW-Abkommensunfälle der ZEDATU detailliert analysiert und Unfallparameter wie beispielsweise Ausgangsgeschwindigkeit, Geschwindigkeitswinkel etc. aufbereitet.

### Ergebnisse

Aus der Realunfallauswertung konnte ein Zusammenhang zwischen der Abkommensgeschwindigkeit und dem Geschwindigkeitswinkel des Fahrzeugs festgestellt werden. Mit zunehmender Geschwindigkeit nimmt der mögliche Geschwindigkeitswinkel ab (Abbildung 2). Dies ist deshalb von Bedeutung, da das Aufhaltevermögen eines FRS unter anderem von Geschwindigkeit und Kollisionswinkel abhängig ist. Durch das Verschwenken der Anfangselemente von FRS nimmt

scenario is essential. This is provided with the help of an in-depth road accident database called ZEDATU (Zentrale Datenbank zur Tiefenanalyse von Verkehrsunfällen) set up by the Vehicle Safety Institute. Each single accident in ZEDATU is reconstructed using the PC Crash accident reconstruction software and recorded completely anonymously in the database. In order to establish appropriate measures such as flaring the initial elements away from the road, passenger car accidents in ZEDATU were analysed and relevant accident parameters, such as initial velocity and angular velocity, etc., were highlighted.

### Results

Based on this real-world accident analysis, a relationship between run-off road velocity and run-off road angle of the passenger car could be established. It was observed that the vehicle angle in run-off road accidents decreased with increasing speed (2). This is of importance because the containment level of a VRS is dependent on factors such as vehicle speed and collision angles. By flaring the initial elements of a VRS, the possible impact angle of the vehicle will increase as will

Abb.2: Zusammenhang zwischen Abkommensgeschwindigkeit und Geschwindigkeitswinkel (ZEDATU).

Fig. 2: Relationship between run-off road velocity and velocity angle of the passenger car on motorways (ZEDATU).

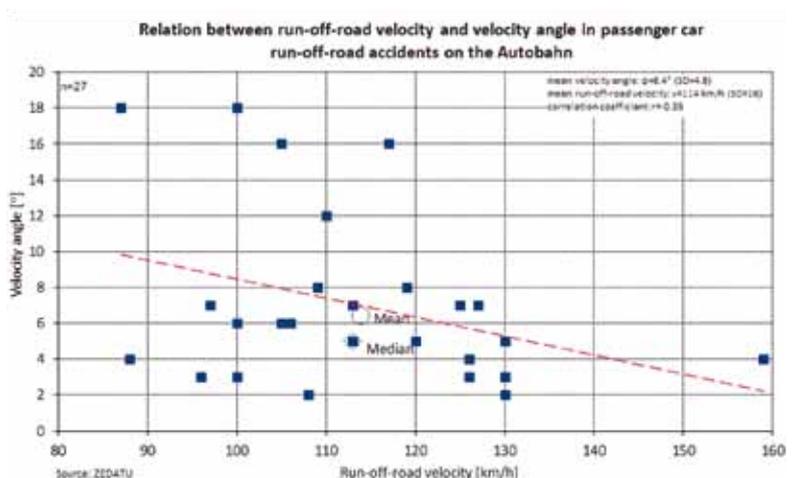


Abb. 2/ Fig. 2

© ZEDATU

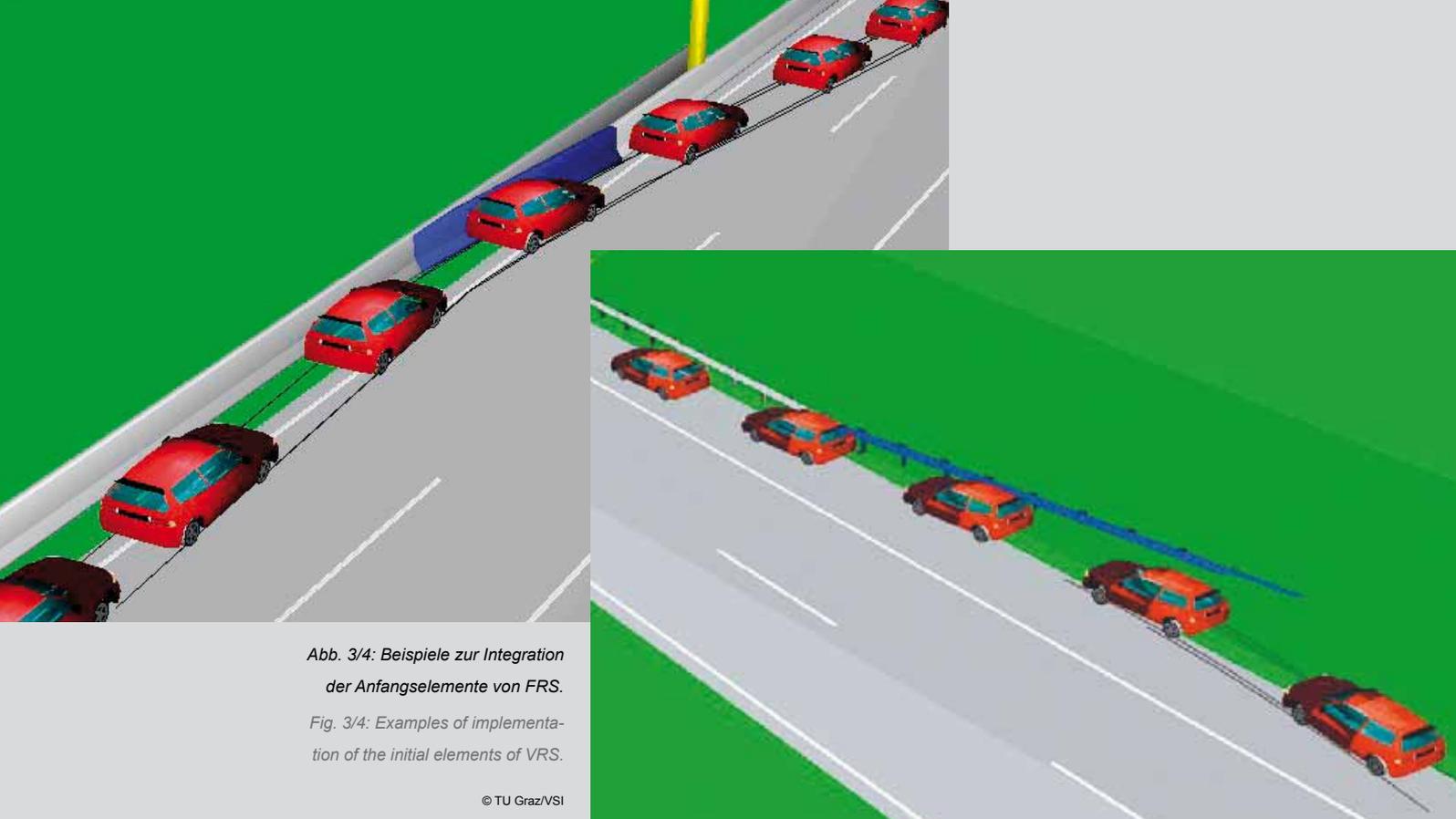


Abb. 3/4: Beispiele zur Integration der Anfangselemente von FRS.

Fig. 3/4: Examples of implementation of the initial elements of VRS.

© TU Graz/VSI

nämlich der Anprallwinkel des Fahrzeugs an das FRS zu und der Energieeintrag in das FRS würde ebenfalls steigen. Aus den Realunfällen wurden ohne Ausreißer Geschwindigkeitswinkel bis  $13^\circ$  festgestellt. Die Anprallprüfung nach EN1317 definiert einen Anprallwinkel von  $20^\circ$  und aus der Differenz der Realunfallsituation zur Normprüfung wurde daher ein maximaler Verschwenkwinkel von  $7^\circ$  empfohlen. Idealerweise können die Anfangselemente von FRS in bestehende Systeme bzw. Böschungen integriert werden (Abbildung 3/4).

Aufgrund der Realunfallanalyse konnte ein entsprechender Verschwenkwinkel für die Anfangselemente von FRS abgeleitet werden. Durch das Verschwenken der Anfangselemente mit dem empfohlenen Winkel werden jährlich rund fünf Verkehrstote auf A&S vermieden, da ein Abheben des Fahrzeugs beim Anprall verhindert wird. Die ASFINAG hat daher die Ergebnisse und Empfehlungen der SANFTLEBEN-Studie, welche Anfang 2010 abgeschlossen wurde, übernommen. Bereits Anfang 2011 wurden rund 300 von 700 Verschwenkungen realisiert und somit zahlreiche Leitschienen auf österreichischen Straßen verbessert und auf den neuesten Stand der Forschung gebracht. ■

the energy transfer into the VRS. Data such as collision speed and velocity angle gathered from real accident situations are essential parameters for justifying a maximum flare angle allowed. If velocity angles without possible statistical outliers are taken into account, a velocity angle of up to  $13^\circ$  can be observed. The impact test according to EN 1317 defines an impact angle of  $20^\circ$ . The difference between this and the real accident situation results in a maximum flare angle of  $7^\circ$ , corresponding to a ratio of 1:8. Ideally, the initial elements of a VRS can be integrated into an existing VRS or embankments (Figure 3/4).

On the basis of the real-world accident analysis, a corresponding flare angle of the initial elements of VRSs could be identified. Implementing this flare rate on Austrian motorways would save five lives each year on average. The federal road maintenance organisation ASFINAG included the recommendations of the SANFTLEBEN study, which was completed in spring 2010. In early 2011, flaring was introduced in approximately 300 out of 700 initial elements using the recommended flare angle and the initial elements improved. ■