

**Zeitschrift:** Tec21  
**Herausgeber:** Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein  
**Band:** 129 (2003)  
**Heft:** Dossier (46/03): Innovative Fahrzeugtechnologie

**Artikel:** Der Traum vom idealen Schaum - Energieabsorption und Verletzungsverhütung im Fahrzeugbau  
**Autor:** Schmitt, Kai-Uwe  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-108867>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 19.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Der Traum vom idealen Schaum – Energieabsorption und Verletzungsverhütung im Fahrzeugbau

Europaweit werden jährlich ca. 44 000 Personen im Strassenverkehr getötet und etwa 3,5 Millionen Personen verletzt. Analysiert man die Massnahmen, die zur Reduzierung der Anzahl dieser Verkehrsoffer in den letzten 20 Jahren unternommen wurden, so wird deutlich, dass die Verbesserung der aktiven und passiven Sicherheit der Fahrzeuge hierzu den grössten Beitrag geleistet hat. Auch durch die gezielte Ausbildung der Verkehrsteilnehmer, durch Präventionskampagnen sowie durch gesetzliche und bauliche Massnahmen im Strassenverkehr konnte die Zahl der Verkehrsoffer verringert werden. Während die aktive Sicherheit Massnahmen zur Vermeidung von Unfällen beinhaltet, bezeichnet passive Sicherheit alle Massnahmen zur Vermeidung und Minderung von Unfallfolgen. Am bekanntesten sind dabei die passiven Massnahmen zum Schutz der Insassen von Personenkraftwagen – beispielsweise Rückhaltesysteme wie Gurt, Airbag oder Kindersitz. Aber auch das Design der Fahrzeugfront oder energieabsorbierende Elemente im Fahrzeuginnenraum sind Beispiele für Massnahmen zum passiven Insassenschutz.

## Konzepte für den Insassenschutz

Dank den oben beschriebenen Massnahmen ist die passive Sicherheit in heutigen Fahrzeugen bereits hoch. Deutliche Mängel bestehen jedoch noch im Bereich der Kompatibilität zwischen schweren und leichten Fahrzeugen. Diese Problematik betrifft insbesondere auch die hohen, struktursteifen und schweren Geländewagen, die im Falle einer Kollision zu gravierenden Nachteilen für den Kollisionspartner, beispielsweise einen Kleinwagen, führen können. Bedenkt man den in letzter Zeit ansteigenden Anteil dieser Geländewagen (Sport-Utility-Vehicles), so ist damit zu rechnen, dass sich diese Problematik weiter verschärfen wird.

Sicherheitskonzepte zum Insassenschutz werden solche Veränderungen berücksichtigen müssen. Dazu gehört unter anderem die Ausweitung der Sicherheitskonzepte auf Fahrzeugstrukturen, die bisher nicht primär dem Insassenschutz dienen. Der Fahrzeugsitz, der bis anhin vor allem als Komfort-Element gilt und für dessen Design daher auch nur wenige gesetzliche Bestimmungen bestehen, wird so verstärkt zum Sicher-

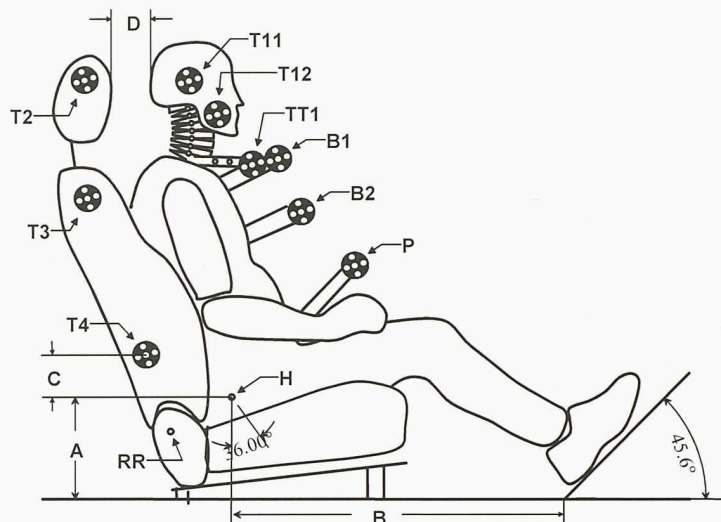
heitselement. Diese Tendenz ist für alle Fahrzeugtypen festzustellen, wobei dies für Leichtmobile in besonderem Masse wichtig ist. Wesentlich wird diese Verschiebung hin zum Sicherheitselement auch im Hinblick auf Halswirbelsäulen-Verletzungen.

Letztere zählen zu den häufigsten im Strassenverkehr erlittenen Verletzungen und haben somit eine grosse sozioökonomische Bedeutung. Betrachtet man einen heutigen Fahrzeugsitz, bestehend aus Sitzfläche, Lehne und Kopfstütze, so bietet dieser verschiedene Möglichkeiten, an denen neue, konstruktive Lösungen ansetzen können. In den letzten Jahren wurden diesbezüglich verschiedene Systeme zur Reduktion von Halswirbelsäulen-Verletzungen präsentiert, die nun teilweise auf dem Markt sind. Eine neue Sitzschiene bietet beispielsweise die Möglichkeit, im Falle einer Heckkollision über deformierbare Elemente Energie zu absorbieren. Dadurch wird im Endeffekt die Belastung der Halswirbelsäule reduziert. Das gleiche Ziel verfolgen auch neue Lehnengelenke und Kopfstützen-Systeme. Hierbei sind insbesondere die so genannten «re-aktiven» Kopfstützen-Systeme, die den Abstand zwischen Kopf und Kopfstütze reduzieren, zu nennen.

## Schaum hinter dem Kopf

Bei Betrachtung der Kopfstütze stellt man fest, dass neben der Geometrie auch das Material, aus dem diese gefertigt werden, ein wichtiger und vor allem relativ leicht zu modifizierender Parameter ist. An dieses Material, in der Regel ein Schaum, werden zahlreiche Anforderungen gestellt. Beispielsweise soll er temperatur- und feuchtigkeitsbeständig sein und den Komfort-Ansprüchen genügen. Fasst man auch den Schaum der Kopfstütze (sowie den des gesamten Sitzes) als Sicherheitselement auf, so wünschte man sich zusätzlich ein energieabsorbierendes Materialverhalten.

Würde der Schaum eine Deformationscharakteristik aufweisen, die trotz des wenigen zur Verfügung stehenden Bauraums eine hinreichende Energieabsorption zuliesse, so könnte dies die Insassenbelastung weiter reduzieren. Idealerweise müsste ein solches Deformationsverhalten vollständig reversibel sein, um auch bei mehrfacher Beanspruchung immer den maximalen Schutz zu bieten.



1  
**Schematische Darstellung eines Testaufbaus zur Untersuchung des dynamischen Verhaltens eines Fahrzeugsitzes (Bild: Arbeitsgruppe für Unfallmechanik, ETH Zürich)**

Viskoelastische Schäume erfüllen grösstenteils das beschriebene Wunsch-Verhalten – mit einer entscheidenden Ausnahme: Ihr dynamisches Deformationsverhalten ist stark temperaturabhängig. So sind bei den heute gebräuchlichen Schäumen die gewünschten Materialeigenschaften nur in einem für den Automobilbau zu kleinen Temperaturbereich vorhanden. Durch die Entwicklung neuer chemischer Formulierungen sowie veränderter Herstellungsprozesse wurden daher neuartige visko-elastische Schäume entwickelt, die die gewünschten Verformungseigenschaften über einen möglichst breiten Temperaturbereich aufweisen. In einem ersten Schritt wurden diese Schäume als Kopfstützen- und als Lehnenmaterial eingesetzt.

### Bewährung im Crashtest

Bei Fahrersitzen aktueller Fahrzeugmodelle wurde der momentan verwendete (Polyurethan-)Schaum durch visko-elastischen Schaum ersetzt. Die Sitze wurden dann in Crashversuchen mit einem Crashtest-Dummy getestet, bei dem die Belastungen der Halswirbelsäule bestimmt wurden. Zusätzlich durchgeführte Computersimulationen analysierten das Verhalten bei anderen Bedingungen als den im Crashversuch getesteten.

Es konnte gezeigt werden, dass nur durch die Verwendung des neuen Schaums die Kopfbeschleunigung deutlich reduziert werden kann. Auch die Belastungen des Halses werden geringer, vor allem bei Heckkollisionen mit höherer Geschwindigkeitsänderung.

Neben dem positiven Einfluss des visko-elastischen Materials wurde gezeigt, dass auch durch Änderungen der Kopfstützen-Geometrie eine deutliche Reduktion der Insassenbelastung erzielt werden kann. Die Verwendung von dickeren Kopfstützen verringerte den Abstand zwischen Kopf und Kopfstütze und resultierte in wesentlich günstigeren Halswirbelsäulen-Belastungen. Allerdings wurde auch deutlich, dass bei solchen Optimierungen die gesamthafte Betrachtung des Sitzes nicht vernachlässigt werden darf. Der Einfluss anderer Komponenten wie zum Beispiel des Lehnengelenks ist bei der Auslegung mitzubedenken.

Zeitgemässe Sicherheitskonzepte zum passiven Insassenschutz müssen somit auch bislang noch wenig beachtete Fahrzeugstrukturen einbeziehen. Dazu kön-

nen Weiterentwicklungen der verwendeten Materialien einen grossen Beitrag leisten. Neuere visko-elastische Schäume bieten energieabsorbierende Eigenschaften, die man sich zur Reduzierung von Verletzungen zu Nutze machen sollte.

Dr. Kai-Uwe Schmitt  
 Institut für Biomedizinische Technik  
 ETH Zürich  
 CH-8092 Zürich  
 schmitt@biomed.ee.ethz.ch