

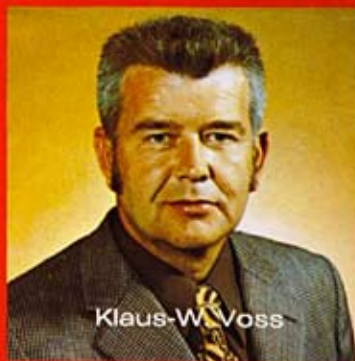
Jetzt schäume ich das Auto aus !

mehr Festigkeit des Autos —

mehr Sicherheit für Sie



durch Hohlraumversteifung
nach der
ISOVOSS-METHODE
mit Hartschaum
aus der Handspritzflasche



Klaus-W. Voss

KLAUS-W. VOSS

Jetzt schäume ich das Auto aus!

Drei Punkte, die zu denken geben:

Ich bin überzeugt, daß

1. sich die Anzahl der Verletzten um einige Prozent reduzieren wird. Auch das Ausmaß der Schwere von Verletzungen wird gemildert, wenn mehr und mehr hartschaumversteifte Fahrzeuge auf unseren Straßen rollen werden.
2. sich speziell bei Unfällen mit seitlicher Stoßeinwirkung bereits jetzt durch Aussteifung der seitlichen Hohlräume mit Hartschaum ein wesentlicher Schritt vorwärts zur verbesserten Sicherheit erreichen läßt.
3. **Dieser Schritt kann jetzt von jedem sofort getan werden.**
Höhere Sicherheit für sich selbst und für die Angehörigen und Mitfahrer für einen Betrag von DM 150,— bis DM 350,— ist für jeden erschwinglich.

Verfahrenstechnik und anwendungstechnische Beratung für kalthärtende
Kunststoffe und Schaumstoffe

2082 Uetersen, Esinger Steinweg 50, Postfach 124, Telefon (0 41 22) 20 85–89
Telex 02 18526

Niederlassungen im In- und Ausland

Unsere gesamten Materialien sind nicht nur im Werk Uetersen, sondern auch in unseren Filialbetrieben stets vorrätig. Sie sparen Transportkosten, wenn Sie von der Ihnen nächstliegenden Niederlassung beziehen:

INLAND:

- Berlin** Martin Luther & Voss KG, Berlin-Spandau, Heerstraße 340
Telefon: 3 68 51 53, 3 68 80 11–12
- Düsseldorf** VOSSCHEMIE, Zweigbetrieb, 403 Ratingen, Felderhof 7
Postfach 1769, Telefon: (0 21 02) 2 30 81–2, 2 53 55; Telex 8 585 093
- Rosenheim** Geier & Voss OHG., 8201 Kolbermoor, An der Staatstraße,
Telefon: (0 80 31) 92 48, 97 16
- Neu-Isenburg** VOSSCHEMIE, Schleußner Straße 4
Telefon: (0 61 02) 2 24 45

AUSLAND:

- Belgien** Voss Belgium S.P.R.L. Bruxelles 1090, 17 Chaussée de Dieleghem
Telefon: (02) 79 45 43
- England** Bondaglass-Voss Ltd. 158–164 Ravenscroft Road,
Beckenham, Kent, Telefon: 01–7 78 00 71/3
- Frankreich** Soloplast S.A.R.L. 38 St. Egrève-Grenoble, Av. de la Monta
Telefon: (76) 88 43 29 oder 88 45 58
- Holland** Romar-Voss KG, Roggel-Roermond, Molenweg 8
Telefon: (Vorwahl 0 47 49) 15 19
- Österreich** Voss & Makri KG, 1120 Wien 12, Ruckergasse 61
Telefon: (02 22) 85 51 31–32 (Serie)
- Schweiz** Polyvoss AG, St. Johannsvorstadt 98, 4004 Basel,
Telefon: (0 61) 44 80 44, Telex 62 134

Die angegebenen Arbeitsweisen sollen nur unverbindlich beraten. Irgendwelche Haftung hierfür wird ausdrücklich ausgeschlossen.

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit schriftlicher Genehmigung.

Verlag Klaus-W. Voss, Uetersen.

Alle Rechte vorbehalten.

Copyright by Klaus-W. Voss, Uetersen

Gedruckt von: Brunsdruck KG, Uetersen

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Was ist die ISOVOSS-Methode?	5
Mehr Sicherheit im Auto?	5
Die Leitidee: Vom schwachen Hohlraum zum starken Sandwich	6
Mit „Blech + Schaum“ in die Zukunft	7
Häufigkeit der Unfälle, Geschwindigkeiten vor der Kollision .	11
Was ist Hartschaum? Und wie wirkt er sich im Sandwich aus? .	13
Trägt ein Sandwich wirklich mehr?	15
Gibt es grundsätzliche Bedenken gegen den Schaum?	16
Wie alterungsbeständig ist PU-Schaumstoff?	16
Bedeutet das Ausschäumen evtl. ein höheres Brandrisiko? . .	17
Wird die spätere Verschrottung des Fahrzeuges durch Schaum erschwert?	18
Was sagt TÜV zur Hohlraumverschäumung?	18
Was spricht für das Ausschäumen der Hohlräume?	
Unsere Versuche sind überraschend positiv	19
Gabelstapler-Druck-Test	21
Türknicktest	24
Angenehmeres Fahrgefühl durch resonanzfreie Blehhohlräume	27
Geräuschpegeltabelle nach TÜV-Messung	28
Der Kugelfalltest	32
Weit verringerte Reparaturkosten, denn der Schaden bleibt kleiner	34
Wie sieht die Reparaturkostenrechnung an den verschiedenen Beulstellen aus?	35
Der Abgleiteffekt und seine Auswirkungen	42
Was folgt daraus?	47
Die Zukunft kann schon jetzt beginnen	49
Warum man keine Eisenträger in die Karosserie einbauen kann	51
Das Auto lebt länger	52

	Seite
Warum rostet ein Auto von innen?	52
Was geschieht mit den Innenflächen eines älteren Autos, das von innen bereits Rost angesetzt hat?	54
Türschweller und Holme, in die man nicht hineinsehen kann	54
Vom Umgang mit den Schaumkomponenten	55
So entsteht aus den beiden Komponenten Schaum	56
Wie schnell ist ISOVOSS-Schaum?	59
Warum mindestens 20 × schütteln?	60
Kann eine Schüttelschaumflasche auch platzen?	60
Verschmutzte Stellen sofort säubern	61
Die Praxis des Ausschäumens	61
Welches Schaumvolumen bei welcher Temperatur?	64
Wo ein Luftpolster ist, kann kein Schaum expandieren	66
Probleme beim Einbringen von Schaum in Hohlräume	66
Einfülllöcher unsichtbar plombieren	67
Die Autotür wird ausgeschäumt	68
Türen voll ausschäumen?	70
Was geschieht mit in die Tür eindringendem Wasser?	71
Angeschnittene Schaumoberfläche beschichten!	71
Warum sollte auch der Kofferraum seitlich ausgefüllt werden?	72
Ausschäumung unter dem Vorderkotflügel?	73
Wird eine spätere Reparatur durch Schaumstoff erschwert?	75
Sanieren angerosteter Karosserien mit Schaum	77
Die Polyester-Glasseide-Reparatur	77
Vor dem Aufkleben des Glasseide-Flickens ausschäumen oder nachher?	78
Fragen eines Kunden – unsere Antworten	80

Was ist die ISOVOSS-Methode?

Die ISOVOSS-Methode ist die Idee, durch **Hohlraumversteifung** mit **Polyurethan-Hartschaum** die Autos **nachträglich sicherer** zu machen. Die ISOVOSS-Methode wurde möglich, nachdem es uns als ersten gelang, Zweikomponenten-Polyurethan-ISOVOSS-Schaum in gebrauchsfertigen Handspritzflaschen für jeden verwendbar auf den Markt zu bringen.

Die ISOVOSS-Methode ermöglicht es, sofort mehrfach höhere Festigkeit in die Seitenwände Ihres Autos hineinzubringen, um dadurch **Ihre Sicherheit** und die Ihrer Mitfahrer deutlich **zu erhöhen**. Die Hohlraumversteifung nach der ISOVOSS-Methode ist für jeden jetzt sofort durchführbar, indem man seinen Wagen entweder in die nächste Fachwerkstatt gibt und diese Arbeiten mit ISOVOSS-Schaum ausführen läßt, oder wenn man handwerklich geschickt ist, diese Arbeit selbst durchführt. So schwierig ist es gar nicht. Wenn Sie dieses Büchlein sorgfältig durchgelesen haben, verfügen Sie über ausreichende Kenntnisse und „Schäumgefühl“, um richtig und fehlerfrei zu arbeiten.

Viele Fragen über das Für und Wider werden sich dabei automatisch klären.

Mehr Sicherheit im Auto?

Alle Karosseriekonstrukteure vertreten heute die Forderung, daß die Fahrzeuginsassen dann am besten geschützt werden, wenn der Fahrgastraum die Insassen wie ein schützender Panzer umgibt. Das Prinzip einer möglichst steifen, verformungsunwilligen Fahrgastzelle wird von allen Experten gefordert, die sich hiermit befassen.

Gleichzeitig wird gefordert, daß Stoßkräfte absorbiert und über eine möglichst große Fläche verteilt werden, um hohe örtliche Beanspruchungen zu vermeiden. Der Vorbau und das Heck sollen als Knautschzone ausgebildet sein, damit sich eine gezielte Abbremsung bereits vom Beginn der Berührung ergibt und dadurch besonders starke Stöße vermieden werden.

Wir haben daraufhin untersucht, ob es vorteilhaft ist, bei den bereits im Straßenverkehr befindlichen Kraftfahrzeugen nachträglich

die seitlichen Hohlräume mit Hartschaum auszufüllen. Wir sind dabei zu der Auffassung gelangt, daß die gezielte Versteifung der Seitenwände erhebliche Vorteile bringt und diesen Forderungen sehr entgegenkommt. Nicht nur der Schaden bei einem Aufprall bleibt viel kleiner, sondern wir erreichen dadurch auch einen sehr viel größeren „Abgleiteffekt“.

Durch dieses Abgleiten unterbleibt die Verhakung und die dabei auftretende schlagartige Abbremsung. Der Aufprall der Insassen gegen die Innenwand des Fahrgastraumes (Experten sprechen vom Zweitaufprall) wird dadurch gemildert.

Seitenwände können leider keine Knautschzonen haben, weil der Platz dafür nicht zur Verfügung steht. Aber vom Standpunkt des Insassenschutzes ist es auch nicht einzusehen, warum sie so weich sind, daß man sie mit einem kräftigen Fußtritt einbeulen kann. **Denn es ist jetzt möglich, diese mit Hartschaum auszufüllen und zu versteifen.** Ich bin davon überzeugt, daß in wenigen Jahren alle neuen Kraftfahrzeuge mit schaumgefüllten Seitenwänden bereits vom Werk serienmäßig geliefert werden. Durch die von uns entwickelten handwerksgerechten Schaumspritzflaschen besteht jedoch schon jetzt die sofortige Möglichkeit, nachträglich die Hohlräume des Autos auszuschäumen und durch diese Hohlraumversteifung das Fahrzeug fester und somit sicherer zu machen.

Die Leitidee:

Vom schwachen Hohlraum zum starken Sandwich

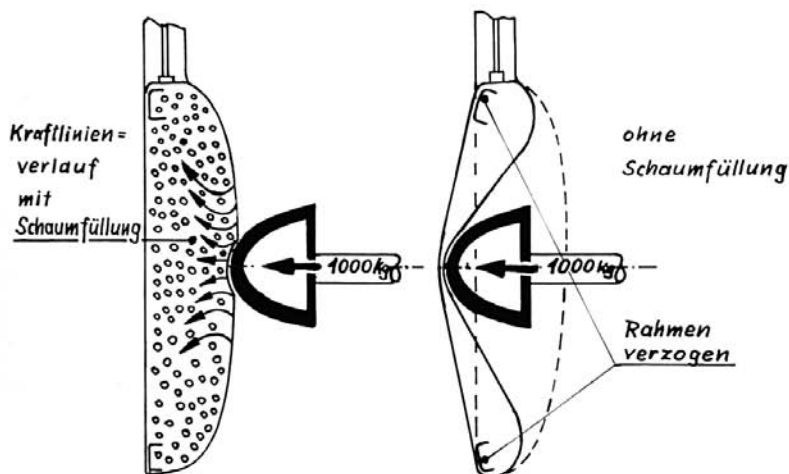
Für seitliche Unfälle sind die heutigen Karosserien in der Regel nicht gut gerüstet. Ein gewisses Kriterium für von der Seite her unfallsichere Konstruktion ist die Türdicke.

Wir haben Versuche unternommen, die zu einer höheren Seitenfestigkeit der Karosserien geführt haben.

Unser Leitgedanke dabei war, daß die Steifigkeit jedes geschlossenen Hohlraumes ohne äußere Veränderung nur dann erhöht werden kann, wenn sich die beiden Deckschichten, also die äußere und die innere Türseite, gegeneinander abstützen.

Ein Körper, der aus zwei hochfesten Deckschichten und einer kräfteübertragenden Kernschicht besteht, wird als „Sandwichkonstruktion“ bezeichnet.

Da ein Automobil im Prinzip ein Bauwerk aus vielen Hohlräumen ist, war es eigentlich nur noch unsere Aufgabe, aus den leeren, vorhandenen Räumen eine Sandwichkonstruktion zu machen. Der im Anlieferungszustand flüssige Schaumstoff ist für dieses Ziel das ideale Mittel, um das oben gesteckte Ziel zu verwirklichen. Die folgende Skizze verdeutlicht die Folgen der Einwirkung einer Stoßkraft auf eine Karosserie-Seitenwandung mit und ohne Schaumfüllung:

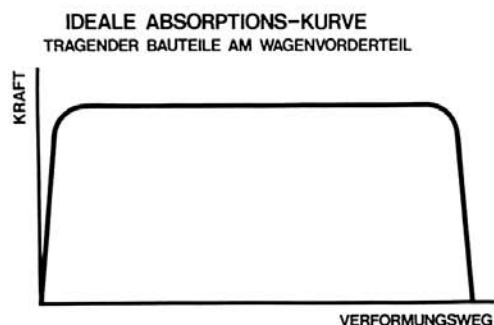


Je nach Automobiltyp wird ein zusätzliches Gewicht von nur 6 bis 10 kg an Polyurethan-Schaum eingebracht. Die Kosten für dieses Material und Zubehör liegen etwa zwischen DM 250,- und DM 350,-, sind also im Vergleich zu den gewonnenen Vorteilen sehr günstig.

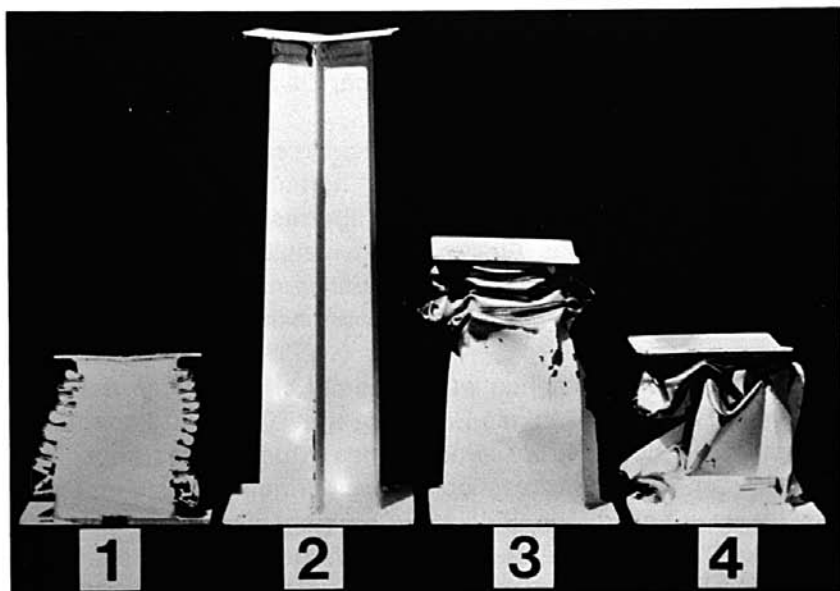
Mit „Blech + Schaum“ in die Zukunft

Erst kürzlich überraschten die Entwicklungsingenieure der Adam Opel AG ihre Fachkollegen mit Kastenträgern, die mit Polyurethanschaum ausgefüllt waren und eine bisher nicht bekannte Aufprallcharakteristik zeigten. Während die bisher üblichen hohlen Träger beim Aufprall nicht den erwünschten gleichbleibenden energiezeh-

renden Widerstand leisteten und oft unvermittelt abknickten, schoben sich die schaumgefüllten Kastenträger mit überraschender Gleichförmigkeit ziehharmonikaartig zusammen. Dabei setzt die Faltung am Krafteinleitungspunkt an und setzt sich gleichmäßig fort. Bei geringen Aufprallgeschwindigkeiten faltet das Profil nur zum Teil, während das Restprofil unverändert bleibt. Wie die Versuche bei Opel ergeben haben, zeigt die Kurve der Verformungskraft bezogen auf den Verformungsweg nahezu den idealen Verlauf, den die Energieaufzehrung erfordert.



Wie man hier sieht, kommt die Kurve mit Schaumfüllung der idealen Kurve recht nahe. Das hier zu gehörende Foto auf der nächsten Seite macht es noch deutlicher.



- Nr. 1 zeigt ein voll gestauchtes Profil **mit** Schaumfüllung
 Nr. 2 zeigt das noch nicht gestauchte Profil
 Nr. 3 zeigt das Profil mit Schaumfüllung halb gestaucht
 Nr. 4 zeigt das Profil **ohne** Schaumfüllung voll gestaucht.

Im Hinblick auf das zu schaffende Sicherheitsauto mißt man bei Opel diesem Verfahren große Bedeutung bei, da es bei geringem Konstruktionsgewicht in einem weiten Geschwindigkeitsbereich einen hohen Aufprallschutz gewährleistet. Damit entfällt das vielen der bisherigen Entwürfe anhaftende Handicap der Erhöhung des Gewichtes des Sicherheitsautos, die einen Teil des Nutzens wieder zunichte macht, da mit vergrößertem Gewicht auch die zu verkräufenden Energien wachsen.

In einer Opel-Veröffentlichung wird betont, daß der gewünschten Energieaufnahme durch Veränderung von Blechstärke und Profilquerschnitt wie auch der Schaumdichte entsprochen werden kann. Zusätzlich ergibt sich eine Entdröhnung der Hohlkörper und Korrosionsschutz ihrer Innenwände.

Letzteres zeigten auch die seit langem laufenden Untersuchungen der VOSSCHEMIE, die seit rund einem Jahr die Hohlraumversie-

gelung durch Ausschäumen mit einem harten, geschlossenen Polyurethanschaum propagiert und seit Mitte 1971 einen VW 1600 TL als Test- und Demonstrationsfahrzeug in der Dauernerprobung hat.

Bei weitergehenden theoretischen und praktischen Untersuchungen fanden unsere Anwendungstechniker heraus, daß neben einem sicheren Korrosionsschutz auch ein überraschend hoher Festigkeitszuwachs durch das Ausschäumen erzielt wird. Unsere Techniker widmeten sich den zur Zeit existierenden Fahrzeugen mit ihrer im wahrsten Sinn des Wortes schwachen **Seite**.

In mehreren Versuchsreihen wurde hierbei ermittelt, daß das Ausschäumen auch bei **flächigen** Bauteilen wie Türen und Seitenteilen überraschend hohe Verbesserungen des Widerstandes gegenüber Biegekräften und Knickbeanspruchung bringt. Belastungs- und Crashtests unterworfenen Seitenteile zeigten eine wesentlich verbesserte Steifigkeit und zugleich eine verbesserte Krafteinleitung der Aufprall- und Stoßenergie, wobei der die Hohlraumwandungen verbindende Schaumkern die einwirkenden Kräfte auf eine vergrößerte Angriffsfläche verteilt. Nach den bisherigen Erfahrungen verspricht das Ausschäumen von Karosserie-Hohlräumen zumindest bei Unfällen im unteren und mittleren Geschwindigkeitsbereich (also bei ca. 70 % aller Unfälle) einen erheblich verbesserten Insassenschutz und hält zugleich die Schäden am Fahrzeug geringer, weil eine gesteuerte Energieaufnahme zu verzeichnen ist.

Welche Bedeutung dieser Tatsache zuzumessen ist, erhellt die Unfallstatistik, nach der bei zwei Dritteln aller Unfälle die Geschwindigkeit vor dem Aufprall niedriger als 60 km/h lag. Bei der Hälfte aller Unfälle lag die Geschwindigkeit unter 50 km/h, bevor der Aufprall erfolgte. Die Verteilung auf die verschiedenen Geschwindigkeitsbereiche erhellt folgendes Schaubild.

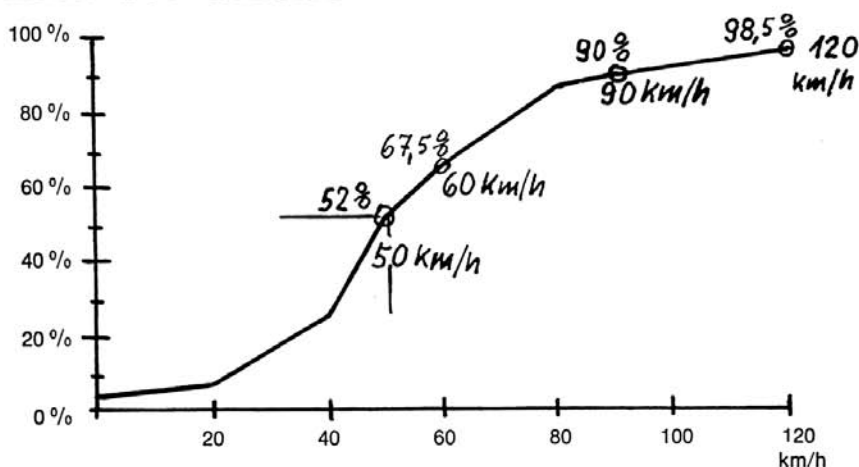
Häufigkeit der Unfälle It. Dipl. Ing. Huboi

Unter 60 km/h 67,5 %

Unter 90 km/h 90 %

Unter 120 km/h 98,5 %

Zahl der Unfälle



Geschwindigkeiten vor der Kollision

Zusätzlich muß noch berücksichtigt werden, daß bei sehr vielen Unfällen durch die Reaktion des Fahrers ein Teil der vorhandenen Geschwindigkeit noch vor dem eigentlichen Zusammenprall heruntergebrems wird. Fachleute setzen die Geschwindigkeitsminderung, die hierdurch eintritt, mit etwa 50 bis 75 % an.

Wir müssen demnach schlußfolgern, daß die effektive Aufprallgeschwindigkeit sich um etwa wie folgt verteilt:

Unter 30 km/h 67,5 %

Unter 45 km/h 90,0 %

Unter 60 km/h 49,0 %

Unter Berücksichtigung dieses Umstandes darf man annehmen, daß die Hohlraum ausschäumung zumindest bei der Hälfte bis zu zwei Dritteln aller Unfälle mit Sicherheit Vorteile bringt.

Diese Tatsache verdient besondere Beachtung. Crash-Teste mit 30 km/h Aufprallgeschwindigkeit erfassen damit viele Unfälle bis zu 90 km/h Fahrgeschwindigkeit.

Inwiefern auch in höheren Geschwindigkeitsbereichen Verbesserungen zu erzielen sind, muß zur Zeit noch dahingestellt bleiben und kann erst durch entsprechende Experimente bewiesen werden. Um einen Aufprall mit 160 km/h auf einen Baum zu überleben, benötigt man nach Berechnungen von Daimler-Benz-Ingenieuren eine sieben Meter lange Knautschzone.

Aus Berechnungen kann man jedoch schließen, daß sogar in diesem Fall mit Hilfe des Schaumes die Knautschzone um ca. 10 % kürzer gehalten werden kann.

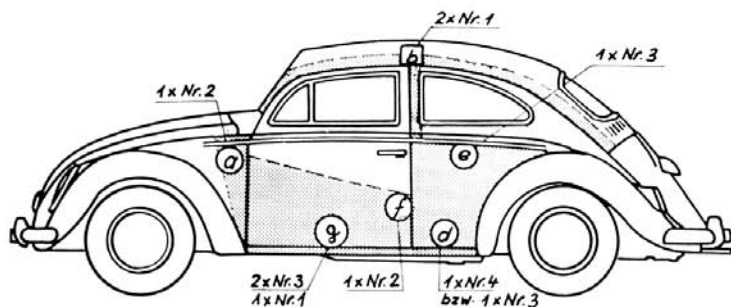
Dagegen sind die Kollisionen mit geringerer Geschwindigkeit durch die Hohlräumeausschäumung mit Sicherheit günstig zu beeinflussen. Von breiter Bedeutung ist die von uns entwickelte Methode, weil sie einmal eine Verbesserung der **Sicherheit**, sowie des **Fahrkomforts** und der **Lebensdauer** bereits existierender herkömmlich konstruierter Fahrzeuge erlaubt und zudem **ohne großen technischen Aufwand zu erschwinglichen Kosten** sogar von jedem handwerklich Versierten selbst **durchgeführt** werden kann.

Grundlage hierfür ist der von uns entwickelte ISOVOSS-Schüttelschaum, der ohne jedes Hilfsgerät und ohne spezielle Kenntnisse verarbeitet werden kann und in seiner Qualität bisher mit kostspieligen Maschinen erzeugten Schäumen in nichts nachsteht.

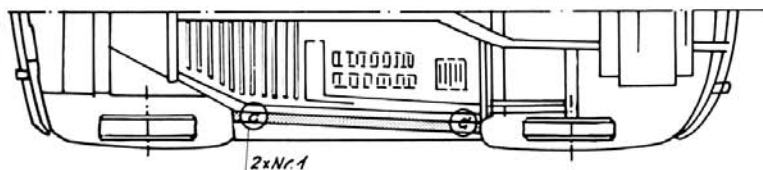
Die Verarbeitung ist denkbar einfach. Die in einer Arbeitspackung gelieferten beiden flüssigen Schaumkomponenten werden in einer flexiblen Plastikflasche zusammengegossen und nach Aufschrauben einer Spritztülle zehn Sekunden lang intensiv geschüttelt. Anschließend kann man das Reaktionsgemisch im flüssigen Zustand in den auszufüllenden Hohlraum einspritzen. Man kann es aber auch nach kurzer Wartezeit in der Flasche expandieren und durch die Spritztülle in den Hohlraum übertreten lassen, der von dem sich weiter ausdehnenden Schaum gefüllt wird.

Für die Hohlräumeausschäumung von Kraftfahrzeugen gibt es komplette ISOVOSS-Schaumpackungs-Sätze mit Schäumplan für den auszuschäumenden Typ.

Schäumplan für Käfer:



- a) Vorderes Seitenteil
- b) Dachholme
- d) Hintere Sitzbank
- e) Hinteres Seitenteil
- f) Türpfosten
- g) Tür



Der Hohlraum unter der hinteren Sitzbank (d) wird normalerweise nicht ausgeschäumt, läßt sich aber auch mit Schaum füllen.

Was ist Hartschaum?

Und wie wirkt er sich im Sandwich aus?

Polyurethan-Hartschaum besteht aus vielen kleinen Bläschen oder Zellen, mit allseitig geschlossener Wandung und stützen sich somit gegenseitig über die Wände und das eingeschlossene Gaspolster ab.

Eine verhältnismäßig leichte Schaumtype, wie HHR mit einem Raumgewicht von ca. 28 kg/m^3 hat eine Druckfestigkeit von ca. 1 kg/cm^2 . Man kann also mit dem Daumen hineindrücken. Der Daumen hat eine Auflagefläche von 3 cm^2 , so daß also 3 kg Druck notwendig sind, um ein Loch hineinzudrücken. Man wird dabei feststellen, daß sich dieser Widerstand von 3 kg nicht merklich erhöht, wenn man tiefer hineindrückt. **Der Daumen wird also dabei von Anfang an mit einer gleichbleibenden Kraft von 3 kg abgebremst.**

Man wird weiter feststellen, daß die umliegende Schaumzone dabei nicht mit einbeult, weil der Schaum nicht elastisch, sondern hart ist. Ein elastischer Schaum hat diese günstige Eigenschaft nicht, er scheidet also aus.

Nimmt man jetzt anstatt des Daumens die ganze Handfläche, um den Hartschaum einzudrücken, so wird man dazu bei einer mittlereeren Handfläche von $10 \times 15 \text{ cm} = 150 \text{ cm}^2$ bereits einen Druck von 150 kg benötigen!

Ist dieser Schaum mit einem Karosserieblech fest verbunden, so wird bei einer punktförmigen Druckbelastung die auftretende Kraft automatisch auf eine sehr große Fläche verteilt, so daß dadurch enorme Kräfte aufgenommen werden können. Ist der Schaum **beidseitig** schubfest mit Blech verbunden, so hat man die gewünschte **Sandwichkonstruktion**.

Für den Nicht-Techniker vermittelt das Wort „Sandwich“ in der Regel nur die Erinnerung an das kalte Buffet bei der letzten Gartenpartie. Die wenigsten werden wissen, daß diese Bezeichnung auf Lord Sandwich zurückgeht, der gern Bridge spielte und es haßte, sein Kartenspiel zu unterbrechen um zu essen.

Er wußte sich zu helfen und ließ sich von seinem Koch Weißbrot-scheiben mit Butter bestreichen, belegen und diagonal durchschneiden. Zusammengeklappt ergaben sie einen delikaten Imbiß, den seine Lordschaft zu sich nehmen konnte, ohne sein Spiel zu unterbrechen und ohne die Karten zu beschmutzen. Die Techniker entlehnten diesen Begriff für Bauteile aus festen Deckschichten und einem leichten Kern. Der leichte Kern, in unserem Fall Polyurethanschaum, liegt wie der Schinken oder Käse zwischen den beiden Weißbrot-scheiben. Daher die Bezeichnung „Sandwich“.

Trägt ein Sandwich wirklich mehr?

Der Vorteil einer Sandwich-Konstruktion liegt in erster Linie darin, daß ein solches Bauteil bei geringem Gewicht hohen Belastungen standhält. Verglichen mit einem massiven Bauteil gleichen Gewichtes vermag es mit Sicherheit einer mehrfachen Belastung standzuhalten.

Ohne Sandwich-Konstruktion wäre der moderne Flugzeugbau nicht denkbar. Wenn man Kräfte aufnehmen will, speziell Stoßkräfte bei Karambolagen, so muß man sie auf einem möglichst großen Einzugsbereich verteilen, wie das einfache Beispiel: Daumen-Handteller — es beweist. Eine Sandwich-Konstruktion kommt dieser Forderung in idealer Weise entgegen.

Fachleute könnten jetzt hier einwenden, ich mache das mit dieser Darstellung zu leicht, denn das Problem, besonders bei einem Unfall, sei viel komplexer und so einfach dürfte man das hier nicht schildern. Zugegeben, das Problem ist wohl komplexer, aber man muß doch davon ausgehen, daß ca. 70 % aller Karambolagen in den Bereich der kleineren Unfälle fallen. Gerade im Hinblick auf die hierbei auftretenden Kräfte wird die Festigkeit der Zelle ganz wesentlich verbessert.

Es bleibt noch zu untersuchen, wieviel die mehrfache Erhöhung der Festigkeit an höherer Sicherheit für die Insassen bringt.

Aufgrund der bisherigen Versuche erscheint es sicher, daß eine beachtliche Verbesserung des Unfallablaufes besonders bei seitlichem Aufprall zu erzielen ist.

Die augenblicklich auf unseren Straßen laufenden Autos sind natürlich nicht „voll-ausschäumungsgerecht“ konstruiert. Jedoch sind jetzt bereits in den verschiedenen Typen so viele Möglichkeiten zur Ausschäumung von Hohlräumen vorhanden, so daß man nicht zögern soll, die bereits vorhandenen technischen Möglichkeiten voll auszunutzen.

Gibt es grundsätzliche Bedenken gegen den Schaum?

Ich behaupte: „Nein“.

Die Sicherheit soll stets an erster Stelle stehen. Alles andere ist von zweitrangiger Bedeutung.

Gelangt ein hohlraumausgeschäumtes Auto nach einem Unfall in eine Werkstatt, dann wäre ein Mehraufwand an Reparaturkosten unerheblich, insbesondere, wenn man die durch die Ausschäumung erreichte zusätzliche Sicherheit für die Insassen berücksichtigt.

Tatsächlich fallen die Blechschäden, wie unsere Versuche eindeutig bewiesen haben, viel geringer aus als bei nicht ausgeschäumten Fahrzeugen, so daß sich kaum ein Mehraufwand bei der Reparatur ergeben kann. Lediglich bei Schweißarbeiten müssen Verkleidungen abgenommen werden, um den Schaum zu entfernen. Da der Schaum mühelos mit einem einfachen Messer geschnitten oder abgekratzt werden kann, fällt seine Entfernung kostenmäßig nicht ins Gewicht. Durch den geringeren Blechschaden werden diese Kosten mehr als ausgeglichen.

Wie alterungsbeständig ist PU-Schaumstoff?

Polyurethanschaum wird seit etwa 15 Jahren großtechnisch angewendet. In den meisten Kühlschränken ist er seitdem im Einsatz. In Tiefkühltruhen, wo eine voll-wirksame Isolierung von $+ 30^{\circ}$ auf $- 20^{\circ}\text{C}$ verlangt wird, beweist er seine ausgezeichneten Temperaturisolierungseigenschaften wie auch seine Beständigkeit.

Für den Fertighallenbau wird seit etwa 6 Jahren von der Firma Thyssen fertige Wandelemente aus einer Sandwich-Konstruktion Blech – PU-Schaum – Blech. Das Blech ist von außen mit einer Kunststoffsicht gegen Witterungseinflüsse geschützt. Alterungstests haben auch hier gute Ergebnisse gebracht. Folglich wird auch der ISOVOSS-Hohlraumschaum aus Polyurethan in der Karosserie in jedem Fall die Lebensdauer des Fahrzeuges selbst weit überschreiten. Dies gilt sogar, wenn der Schaum einmal mit Öl oder Benzin in Berührung kommen sollte, denn er wird auch von diesen Substanzen nicht angegriffen.

Bedeutet das Ausschäumen eventuell ein höheres Brandrisiko?

ISOVOSS-Hohlraumschaum ist selbstverlöschend nach US-Norm-ASTM-D 1692-59 T

Dies entspricht dem zur Zeit optimal Erreichbaren. Einschränkend muß jedoch gesagt werden, daß diese Norm von einer sehr kleinen Zündflamme ausgeht. Hält man ein Feuerzeug an eine Schaumprobe, so verlöscht der entflammte Schaum von selbst, sobald die Flamme entfernt wird. Diese Eigenschaft des „Selbstverlöschens“ bezieht sich wohlverstanden auf eine wenige Quadratzentimeter große Brandfläche. Wird eine Fläche von Handtellergröße von Flammen entzündet, versagt das Selbstverlöschungsvermögen der zur Zeit zur Verfügung stehenden Schäume, weil die Hitzeentwicklung in diesem Fall bereits so groß ist, daß der Verbrennungsprozeß von selbst aufrechterhalten wird. In einem solchen Falle helfen nur ein paar Liter Wasser oder ein nasser Lappen. Bei Schweißarbeiten am Auto sind diese Löschmittel ohnehin nach Vorschrift in greifbarer Nähe zu halten. Zugunsten des Polyurethan-Schaumes spricht, daß bei einem etwaigen Brand keine ablaufenden, brennenden Kunststoffschmelzen entstehen, wie man sie bei thermoplastischen Schäumen kennt. Für die Praxis bedeutet das zur Zeit erreichte Brandverhalten des Schaumes keine zusätzliche Gefährdung von Fahrzeug und Insassen, da der Schaum in Blechhohlräume eingeschlossen ist und somit nicht mit einer offenen Flamme in Berührung kommt.

Denkbar ist eine Entzündung allerdings, wenn ein Fahrzeug von innen bereits stark brennt, so daß die ebenfalls zum Teil aus Kunststoff bestehenden Tür- und Seitenverkleidungen durchbrennen. In diesem Falle muß aber schon vorher ein umfangreicher Brand im Wageninnern entstanden sein, der Polster, Himmel und alle anderen brennbaren Substanzen bereits erfaßt hat, bevor der Schaum Feuer fangen kann.

Im übrigen ist darauf hinzuweisen, daß bei sehr vielen Fahrzeugtypen die Armaturen Bretter sowie Armlehnen und Stoßpolster aus halbhartem oder elastischem Polyurethanschaum bestehen. Insgesamt beträgt der Kunststoffanteil an einem modernen Fahrzeug heute etwa 40 kg.

Wir sind überzeugt, daß die zur Zeit realisierbaren Brandeigenschaften für die Hohlraumverschäumung von Kraftfahrzeugen eine ausreichend hohe Sicherheit bieten. Daß wir mit dieser Meinung nicht allein stehen, beweist die Automobilindustrie, denn neben dem schon zitierten Entwicklungsprojekt von Opel existieren bereits mehrere Fahrzeuge mit teilweise ausgeschäumten Hohlräumen. Bei Ford sind der Bereich rings um den Tank(!) und einige bisher als Wasser-Schmutzfänger unangenehm in Erscheinung getretene Vertiefungen im Kofferraum ausgeschäumt. Bei VW dienen Schaumpfropfen in Karosseriehohlräumen zwischen Motor- und Fahrgastraum zur Minderung der Schallübertragung, und beim brandneuen Alfa Sud sind die Längsträger der Bodengruppe mit Polyurethanschaum ausgeschäumt und verleihen dem Auto den von allen Testern so gerühmten geräuscharmen Lauf.

Zum Umweltschutz:

Wird die spätere Verschrottung des Fahrzeuges durch Schaum erschwert?

Die moderne Verschrottung erfolgt in der Weise, daß die Fahrzeuge zuerst einmal in handliche Pakete verpreßt werden. Dieser Preßdruck ist so stark, daß selbst der Motor, das Getriebe und die Felgen zusammengedrückt und verkleinert werden. Diesem Druck hält auch der Schaum nicht stand. Er drückt sich also mit zusammen. Dann kommen die Pakete in den Glühofen, in dem zunächst alles, was am Auto brennbar ist, verglüht. Das Holz, die Polster aus PU-Weichschaum, die Verkleidung, die Kabel usw. verbrennen. Dann wird die Temperatur höher und das Kupfer und Leichtmetall schmelzen aus. Der Torso, der dann übrigbleibt, kommt dann ins Stahlwerk und wird eingeschmolzen. Übrigens, PU-Schaum sondert keine schädlichen Säuren bei der Verbrennung ab, ist also unbedenklich in dieser Richtung.

Was sagt der TÜV zur Hohlraumverschäumung?

Wir haben geprüft, ob die Hohlraumausschäumung in bezug auf die Straßenverkehrs-Zulassungsordnung zu Beanstandungen Anlaß geben könnte. Das ist nicht der Fall, sofern die Türen nicht so

hoch ausgeschäumt werden, daß die Kurbelscheiben überhaupt nicht mehr geöffnet werden können. Laut Straßenverkehrs-Zulassungsordnung müssen die Fenster eine genügende Belüftungsmöglichkeit des Fahrgastraumes gewährleisten. Eine Rücksprache mit dem TÜV ergab, daß diese Bedingung bei einer Absenkung der Fenster um 10 cm erfüllt ist.

Was die Flammwidrigkeit der Schäume anbelangt, so steht der TÜV auf dem Standpunkt, daß in bezug auf die Brennbarkeit von Fahrzeugen durch eine nachträgliche Ausschäumung, keine Veränderung der Situation besteht. Diese Ansicht ist darin begründet, daß der Schaum im wesentlichen von bereits vorhandenen Wandteilen z. B. Blech oder Innenverkleidung, abgedeckt wird. Die gleiche Ansicht wird auch bei der Verwendung von Kunststoffschäumen in der Bauindustrie vertreten. Unter den genannten Voraussetzungen hat der TÜV gegen eine nachträgliche Hohlraum ausschäumung nichts einzuwenden.

Was spricht für das Ausschäumen der Hohlräume?

Unsere Versuche sind überraschend positiv

Neben dem bereits erwähnten Langzeittest mit einem VW 1600 TL zur Beobachtung des Schaumes als Korrosionsschutzmittel, haben wir eine umfangreiche Versuchsreihe im Hinblick auf Festigkeitsgewinn, verbesserte Energieaufnahme und Geräuschkämpfung durchgeführt, die durch erste simulierte Zusammenstöße – sogenannte Crashtests – ergänzt wurde. Bei diesen Versuchen sind wir im wesentlichen von einem relativ leichten Schaum mit einem Raumgewicht von 28 kg/m^3 ausgegangen (ISOVOSS-Type HHR). Hierbei haben wir uns von folgenden Überlegungen leiten lassen. Zunächst sollte das Fahrzeug durch das Ausschäumen nicht wesentlich schwerer werden. Bei der Verwendung eines 28-kg/m^3 -Schaumes liegt die Gewichtszunahme nach der Hohlraum ausschäumung zwischen sechs und zehn Kilogramm je nach Fahrzeugtyp und Größe. Aus dieser Sicht ist der gewählte Schaum sehr gut geeignet.

Zum zweiten wird ein geschlossenzelliger Schaum benötigt, um eine Wasseraufnahme zu verhindern, die den Korrosionsschutz-

Effekt zunichte machen würde. Geschlossene Schaumzellen findet man jedoch nur bei PU-Schäumen mit einem Raumgewicht von 25 kg/m^3 und darüber. Leichtere Schäume enthalten noch mehr Treibmittel, so daß die Schaumzellen beim Aufschäumen platzen und der Schaum eine schwammartige Struktur erhält. Er kann also Wasser aufnehmen.

Ein leichter Schaum wäre deshalb für diesen Zweck ungeeignet.

Unter dem Gesichtspunkt der Festigkeit kämen hingegen auch schwerere Schaumtypen in Betracht, die eine größere Druckfestigkeit besitzen und bei den im folgenden beschriebenen Versuchen bei einem Raumgewicht von beispielsweise 40 kg/m^3 eine Verbesserung der Ergebnisse um 14 % ergäben, dabei wird sich das Gewicht des einzubringenden Schaumes von 6–10 kg auf 9–15 kg erhöhen und damit auch die Kosten, die bei Verwendung eines 28-kg/m^3 -Schaumes zwischen DM 250,— und DM 350,— liegen, auf etwa DM 350,— bis DM 500,— ansteigen ließe.

Abgesehen vom Gewicht und Preis haben wir uns auf einen relativ leichten Schaum beschränkt, weil die auszuschäumenden Fahrzeuge von der Konstruktion her nicht optimal für eine Ausschäumung gestaltet sind und ein zu schwerer — sprich zu stabiler — Schaum unter Umständen zu einer zu steifen Sandwich-Konstruktion und einem zu geringen Energieaufnahmevermögen führen würde.

Es geht also darum, ein Mißverhältnis zwischen Blechstärke (Deckschichten) und Schaumkern zu vermeiden.

Da Deckschichten und Hohlraumdimensionen als gegeben angenommen werden müssen, erscheint uns bei den meisten Karosseriehohlräumen eine Beschränkung des Raumgewichtes des Schaumkernes auf 28 kg/m^3 als ein guter Kompromiß. Höhere Raumgewichte können allerdings an bestimmten Stellen durchaus Vorteile bringen, wenn man zum Beispiel von der Vorstellung des „harten Randes“ ausgeht oder Hohlräume betrachtet, die sich nur zum Teil ausschäumen lassen (zum Beispiel Türen mit Kurbelfenstern).

In diesen Bereichen haben wir auch Parallel-Versuche mit schwereren Schaumtypen bis zu 150 kg/m^3 durchgeführt, deren Ergebnisse in den folgenden Versuchsberichten zu finden sind. Erwäh-

nenswert ist in diesem Zusammenhang, daß insbesondere bei engen Hohlräumen durch eine natürliche Verdichtung durch die notwendige Überdosierung der Schaummenge eine oft erhebliche Steigerung des Schaumgewichtes über das Nenngewicht laut unserer Typenkennzeichnung hinaus erfolgt.

Unsere bisherigen Meßergebnisse, die Sie im folgenden in einer Zusammenstellung finden, erschienen nicht nur uns so eindrucksvoll, daß selbst die kritischen und nüchternen Techniker unseres Hauses wie auch hinzugezogene Experten (Karosseriebauer, TÜV-Prüfer und Fachjournalisten der Motorpresse) eine gewisse Portion Begeisterung nicht verheimlichen könnten. Doch bilden Sie sich bitte selbst ein Urteil.

1. Gabelstapler — Druck — Test:



In beiden Fällen drückte das Rohr genau 25 cm hinter der Tür auf die Flanke des Fahrzeuges.

Bei einem Pkw – Typ Ford 12 M – sollte untersucht werden, ob und um wieviel das Seitenteil (hinter der Tür) mit HHR-Schaum versteift werden kann. Auf der einen Seite wurde die Seitenwand ausgeschäumt, auf der anderen nicht. Für einen Gabelstapler wurde ein Schuh angefertigt, den man auf eine Gabel stecken kann. An diesem Schuh wurde ein senkrechtes Rohr von 70 mm ϕ und 50 cm Länge angeschweißt. Der Gabelstapler sollte mit diesem senkrechten Rohr den Pkw etwa 1 m zur Seite aus dem Stand heraus ohne Stoß verschieben, damit praktisch nur die rutschenden Räder Widerstand verursachen.



Ergebnis ohne Schaum:

Es entstand eine große Beule von 6 cm Tiefe, 50 cm Höhe und 50 cm Breite, bevor das Fahrzeug sich seitlich bewegte.



Derselbe Test auf der linken ausgeschäumten Seite.



Ergebnis mit Schaum:

Eine kleine senkrechte Delle von 1 cm Tiefe und einer Höhe von 20 cm.

Schlußfolgerung daraus:

Die kleine Delle läßt sich problemlos sogar im Do-it-yourself-Verfahren in der hinterschäumten Seitenwand mit Spachtelmasse ausfüllen.

Materialverbrauch hierbei: etwa 250 g Spachtelmasse im Werte von DM 4,— plus Lackierung des Seitenteils.

Die Reparatur auf der anderen nicht schaumversteiften Seite bedeutet eine umfangreiche und entsprechend kostspielige Arbeit mit Demontage der Innenverkleidung, Ausbeulung des Seitenteils durch einen Karosserieschlosser, sowie mit nachträglichen umfangreichen Spachtel- und Schleifarbeiten über die ganze Fläche des Seitenteiles.

Eine Do-it-yourself-Reparatur wäre unmöglich. Der Mehraufwand an Reparaturkosten für diesen Schaden liegt bereits wesentlich höher als die Gesamtkosten der Ausschäumung für das ganze Fahrzeug. Also auch von der Seite der Reparaturkosten betrachtet, ist die Hohlraumausschäumung zu befürworten.

2. Türknicktest

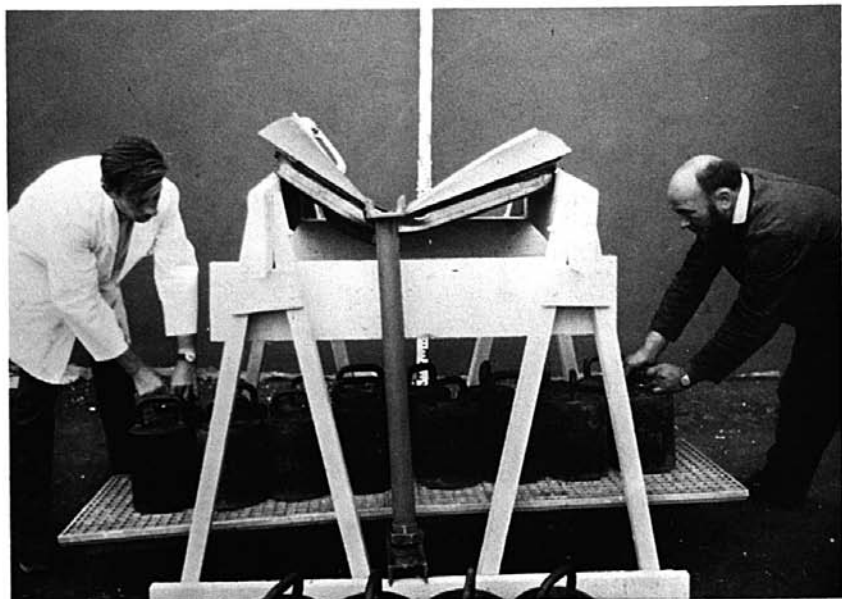
Es soll untersucht werden, bei welcher Last ein Seitenteil eines Pkw einknickt, also der Innenraum — „die Zelle“ — deformiert wird. Da eine Autotür am leichtesten zu handhaben ist, wurde von uns anstelle eines Seitenteils eine Tür genommen.

Die Tür wurde waagrecht mit der Innenseite auf zwei Böcke gelegt, so daß auf der Scharnierseite und auf der Schloßseite eine Auflagefläche von 5 cm besteht. In der Mitte der Tür wurde ein 10 cm breites U-Profil aufgelegt, an dessen Enden je ein senkrechtes Rohr geschweißt ist. Am Ende dieser beiden Rohre ist eine Plattform befestigt, die mit Gewichten belastet werden kann.

Für die Versuche wurden sowohl fabrikneue Türen als auch Türen von älteren und neueren Gebrauchtwagen verschiedener Typen verwendet.

Dabei zeigten sich bei gebrauchten Türen relativ große Schwankungen in den Meßwerten, die auf unterschiedliche Verrostung der alten Türen zurückgeführt wurden. In fast allen Fällen konnte aber auch hier eine Festigkeitssteigerung um 100–200 % gemessen

werden. Um jedoch reproduzierbare Ergebnisse zu erhalten, wurden bei den jüngeren Versuchen nur noch neue Türen gewählt.



Hier wird eine Autotür belastet, bis sie einknickt. Bei der schaumgefüllten Tür erfolgte die Einknickung langsamer gegenüber der leeren Tür. Die dickeren Türen bringen mehr Festigkeitszuwachs als dünne.

Dabei wurden von uns folgende Ergebnisse gemessen:

VW-Käfer-Tür nicht ausgeschäumt:

Tür knickt schlagartig ein bei 330 kg Belastung.

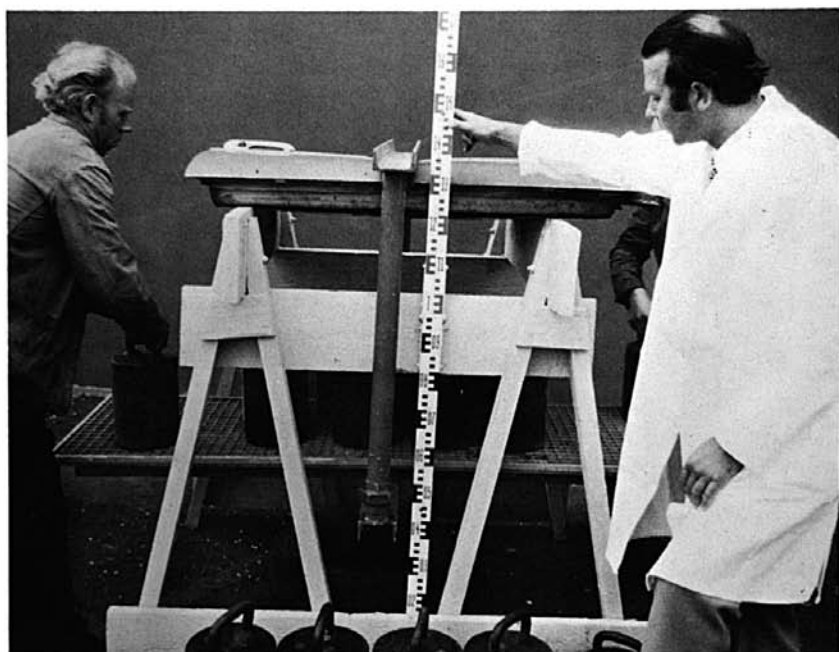
Es wurden jeweils 2 Stück 50-kg-Gewichte im Abstand von 10 Sek. aufgelegt.

VW-Käfer-Tür vollausgeschäumt:

Tür knickt ein bei 580 kg Belastung.

Die Einknickung erfolgt wesentlich langsamer als ohne Schaumfüllung. Die Verzögerung des Knickvorganges zeigt die bessere Energieaufnahme, die man bei einer Karambolage des Fahrzeuges als besonders positiv bewerten muß.

Ziel derartiger Knicktests war es, die statische Festigkeit eines beliebigen doppelschaligen Karosserieteiles zum Beispiel eines Seitenteiles zu untersuchen. Diese beiden Versuche wurden mehrfach wiederholt. Wesentliche Abweichungen wurden nicht gefunden.



Werte des Türknicktests:

Lange Ford-17 M-Tür — verschiedene Ausschäumhöhen mit unserer Standard-Schaumtype HHR mit Raumgewicht 28 kg/m³

leer	=	480 kg	=	100 %
1/3	=	780 kg	= 300 kg mehr =	160 % gegenüber leerer Tür
1/2	=	985 kg	= 505 kg mehr =	200 % gegenüber leerer Tür
80 %	=	1280 kg	= 800 kg mehr =	260 % gegenüber leerer Tür

Lange Ford-17 M-Tür — verschiedene Schaumtypen
Schaumtype Ausschäumhöhe jeweils 80 %

HHR = 28 kg/m³, Tür knickt ein bei **1180 kg**

HR = 40 kg/m³, Tür knickt ein bei **1330 kg**

H 100 = 100 kg/m³, Tür knickt ein bei **2300 kg**

Die Schwankung von 100 kg im Meßwert ist auf unterschiedliche Anrostung zurückzuführen.

Kurze Ford-Tür

verschiedene Schaumtypen, halbhoch ausgeschäumt

leer = 880 kg

HHR = 930 kg (28 kg/m³ Raumgewicht)

HR = 1030 kg (40 kg/m³ Raumgewicht)

H 100 = 1800 kg (100 kg/m³ Raumgewicht)

3. Fahrgeräusche werden angenehmer

Normalerweise wirkt Blech wie ein Trommelfell, es schwingt bei bestimmten Frequenzen besonders stark. Klopfen Sie einmal mit der Faust Ihr Auto ab – je nach Fahrzeugtype werden Sie staunen, wie stark Blech schwingt und dröhnt.

Wiederholen Sie den Versuch nach Ausschäumung der Hohlräume – Sie werden wieder staunen, denn die hinterschäumte Wandung schwingt nicht mehr. Unsere Messungen haben gezeigt, daß besonders die höheren Frequenzen, und das sind ja die, die einem besonders stark auf die Nerven gehen, stark reduziert wurden. Das Ergebnis der Ausschäumung wird natürlich bei jedem Fahrzeugtyp unterschiedlich sein. Ein Fahrzeug, das vom Hersteller bereits stark gedämpft ist, wird natürlich nicht soviel leiser werden, wie ein von hause aus lautes.

Auch weniger Lärm heißt mehr Sicherheit, denn Lärm macht schneller müde und verschlechtert bekanntlich die Konzentrationsfähigkeit. Ein leiseres Auto ist stets von Vorteil.

Angenehmeres Fahrgefühl durch resonanzfreie Blechhohlräume

Es gibt 3 verschiedene Geräuschquellen beim Fahrzeug:

1. Motorgeräusche,
2. Reifen- und Fahrwerksgeräusche,
3. Windgeräusche.

Je nach Schwingungszahl überträgt ein leerer Blechhohlraum die verschiedenen Frequenzen von vorne nach hinten und umgekehrt und kann sie sogar noch verstärken (Resonanz).

Nach unseren Messungen werden durch die Schaumfüllung der Hohlräume besonders die ins Wageninnere dringenden und den Fahrer belastende Geräusche gedämpft.

Wir haben einen VW-Käfer (Standard) vor der Ausschäumung der Hohlräume vom TÜV Norddeutschland in den verschiedenen Frequenzbereichen vermessen lassen.

Ein Autojournalist meinte nachher:

„Rein gefühlsmäßig hat es wirklich was gebracht, er hört sich jetzt wesentlich satter und nicht so blechern an. Dem Geräusch nach haben Sie aus dem Käfer fast einen VW 411 gemacht.“

Die Gegenüberstellung der Werte, vor und nach der Ausschäumung, zeigen interessante Ergebnisse.

Gemessen wurde im Innenraum in Höhe des Fahrersitzes bei stehendem Fahrzeug. Es wurde ein Drehzahlmesser eingebaut, um genau vergleichbare Werte zu bekommen.

Hierzu eine kleine technische Erklärung:

Zur Messung in Dezibel (Db) muß gesagt werden:

Wenn Sie den Schall einer Schiffssirene messen und diese Messung ergibt 70 Dezibel, dann ergeben zwei gleiche Sirenen nebeneinandergestellt nicht etwa 140 Dezibel, sondern nur 77 Dezibel. Die „Verdoppelung“ wirkt sich bei der Dezibelmessung also nur in einer Steigerung um ca. 10 % aus. Wenn also bei 16.000 Herz die Dezibelmessung von 25 auf 22 herunter geht, so hat sich also der Schalldruck des Käfer in diesem Schwingungsbereich um ca. 30 % reduziert. Wieder ein Plus für die Ausschäumung der Hohlräume. Da die verschiedenen Frequenzen zur gleichen Zeit alle nebeneinander schwingen, wird der Effekt umso deutlicher und von den Insassen dankbar registriert, da der Mensch auf langen Fahrten angenehmer reist und weniger schnell ermüdet. Der Mensch soll schließlich im Mittelpunkt stehen, zudem heißt hier mehr Komfort zugleich auch mehr Sicherheit.

Dafür wurden an dem VW-Käfer folgende Ausschäumarbeiten vorgenommen:

1. Ausschäumen der beiden Taschen vor den Türen.

Der Schaum wurde durch bereits vorhandene Öffnungen über dem Kofferraum vorne eingespritzt. Dazu mußte lediglich das in den Kofferraum eingelegte Pappstück hochgenommen werden. Die eingefüllte Menge je Hohlraum betrug 10,5 ltr. HHR-Schaum, es wurden also verwendet: $2 \times \text{Packg. Nr. 2} = 2 \times 10,5 \text{ ltr. Schaum.}$

2. Ausschäumen der beiden Holme über den hinteren Seitenfenstern.

A. Auf der linken Seite wurde die Innenraumbeleuchtung demontiert und als Injektionsöffnung benutzt. Dabei wurde die hintere obere Gurtbefestigung für die Rücksitze geöffnet und als 2. Injektionsöffnung verwendet.

B. Auf der rechten Seite wurde etwa gegenüber der Innenbeleuchtung links eine 10-mm-Öffnung gebohrt. Dieses ist das einzige zusätzlich gebohrte Loch. Alle anderen waren vorhanden. Als 2. Injektionsöffnung wurde ebenfalls die hintere obere Gurtbefestigung rechts benutzt.

Eingefüllt wurden in die vorderen Öffnungen je eine Packung Nr. 1, insgesamt also $2 \times 5,3 \text{ ltr. Schaum Typ HHR}$ und in die hinteren Gurtbefestigungsöffnungen wurde ebenfalls je eine Packung Nr. 1 – also insgesamt $2 \times \text{Nr. 1 Typ HHR injiziert}$ ($= 2 \times 5,3 \text{ ltr.}$).

3. Ausschäumen der beiden Türschweller

Eingefüllt wurde der Schaum durch zwei mit Stopfen versehene Bohrungen in der Schweller-Unterseite, jeweils am Anfang und am Ende des Schwellers.

Je Öffnung wurde eine Packung Nr. 1 Typ HHR eingebracht, insgesamt in beide Schweller zusammen $4 \times 5,3 \text{ ltr.}$

4. Ausschäumen der Hohlräume unter der hinteren Sitzbank.

Dazu wurde der hintere Rücksitz entfernt, die Batterie wurde mit Pappe abgekleidet und alle vorhandenen Schlauchdurchgänge und Ritzen mit Tesa-Krepp verschlossen.

In die linke Mulde wurde eine Packung HHR-Schaum Nr. 4 = 42 ltr. eingefüllt. In die rechte Seite (Batterieseite) wurde eine Packung Nr. 3 = 21 ltr. eingebracht.

5. Ausschäumen der Taschen neben der hinteren Sitzbank.

Dazu blieb die hintere Sitzbank ausgebaut und die Pappabklebungen neben der Rückbank wurden durch eine Holzleiste gegeneinander versteift, damit sie beim Ausschäumen nicht nach innen gedrückt werden.

Eingefüllt wurde der Schaum jeweils durch das Loch für die vordere Gurtbefestigung unten.

In jeden Holm wurde eine Packung HHR-Schaum Nr. 3 = 21 ltr. eingebracht.

6. Ausschäumen des senkrechten Holms zwischen Tür und hinterem Seitenfenster.

Eingefüllt wurde der Schaum durch die obere Gurtbefestigung für den Vordersitz. In jeden Holm wurde eine Packung Nr. 2, also 12 ltr. HHR-Schaum eingespritzt.

Zusammenstellung der hierbei verbrauchten Mengen:

Pos. a (Taschen vor der Tür)

$$2 \times \text{Nr. 2} = 2 \times 10,5 \text{ ltr.} = 2 \times \text{DM } 10,50 = \text{DM } 21, -$$

Pos. b (Holm über den h. Seitenfenstern)

$$2 \times \text{Nr. 1} = 2 \times 5,3 \text{ ltr.} = 2 \times \text{DM } 8,20 = \text{DM } 16,40$$

Pos. b2 (Holm über den h. Seitenfenstern)

$$2 \times \text{Nr. 1} = 2 \times 5,3 \text{ ltr.} = 2 \times \text{DM } 8,20 = \text{DM } 16,40$$

Pos. c (Türschweller)

$$4 \times \text{Nr. 1} = 4 \times 5,3 \text{ ltr.} = 4 \times \text{DM } 8,20 = \text{DM } 32,80$$

Pos. d (unter der h. Sitzbank)

$$\text{links} \quad 1 \times \text{Nr. 4} = 1 \times 42 \text{ ltr.} = 1 \times \text{DM } 23,50 = \text{DM } 23,50$$

$$\text{rechts} \quad 1 \times \text{Nr. 3} = 1 \times 21 \text{ ltr.} = 1 \times \text{DM } 14,50 = \text{DM } 14,50$$

Pos. e (Taschen neben der h. Sitzbank)

$$2 \times \text{Nr. 3} = 2 \times 21 \text{ ltr.} = 2 \times \text{DM } 14,50 = \text{DM } 29, -$$

Pos. f (Holm zwischen Tür und Seitenfenster)

$$2 \times \text{Nr. 2} = 2 \times 10,5 \text{ ltr.} = 2 \times \text{DM } 10,50 = \text{DM } 21, -$$

Pos. g (Türen)

$$4 \times \text{Nr. 3} = 4 \times 21 \text{ ltr.} = 4 \times \text{DM } 14,50 = \text{DM } 58, -$$

$$2 \times \text{Nr. 1} = 2 \times 5,3 \text{ ltr.} = 2 \times \text{DM } 8,20 = \text{DM } 16,40$$

Wie später ermittelt wurde, brachte der Schaum unter der hinteren Sitzbank keine Verbesserung (Pos. d). Er wurde daher in die Ausschäumpläne nicht übernommen.

Der Kugelfalltest

Mit diesem Test prüften wir das Verhalten von unausgeschäumten sowie schaumversteiften Fahrzeugseitenteilen auf Punktstoß.

Die bei diesem Test aufgebrachten Energien liegen im Bereich von Bagatell-Unfällen mit hoher örtlicher Belastung (sog. Punktlast).

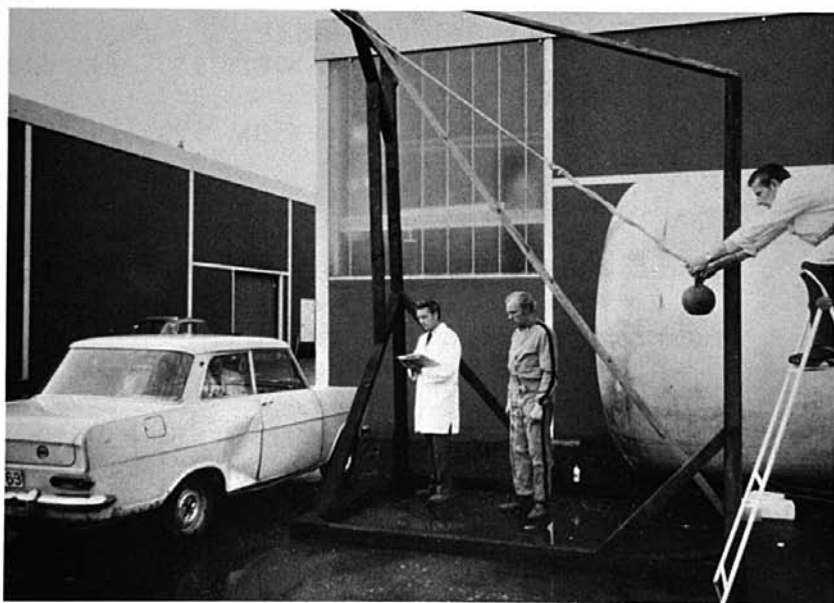
Als Prüfobjekt dient ein Ford 12 M, dessen linke Seite ausgeschäumt wurde, die rechte Seite des Fahrzeuges blieb im Originalzustand.

Schaumversteift wurden:

1. Der Hohlraum hinter dem vorderen Radkasten = vor der Fahrertür,
2. die Fahrertür bis zur halben Höhe,
3. die Tasche hinter der Fahrertür = vor dem hinteren Radkasten,
4. die linke Kofferraumseite.

Als Prüfvorrichtung dient ein Gerüst, an dem eine 25-kg-Eisenkugel als Pendel hängt.

Die Höhe des Aufhängepunktes der Kugel am Galgen beträgt 4 m über dem Boden, die Pendellänge 3,50 m.



Das Pendel wird so ausgelenkt, daß die Kugel vor dem Fall in einer Höhe von 2,50 m über dem Erdboden hängt. Sie ist zu diesem Zweck um 3 m aus dem Lot versetzt.

Die Höhe der Kugel nach dem Fall beträgt 50 cm, so daß sich eine Fallhöhe von 2 m ergibt.

Die auf die Testflächen einwirkende Kraft entspricht derjenigen, die eine 25-kg-Kugel bei einem Fall aus 2 m Höhe auf die Aufprallfläche ausübt.

Die Kugel prallt mit 23 km/h 30 cm hinter der vorderen Türkante auf die Fläche neben den Vordersitzen. Höhe über dem Erdboden 50 cm.



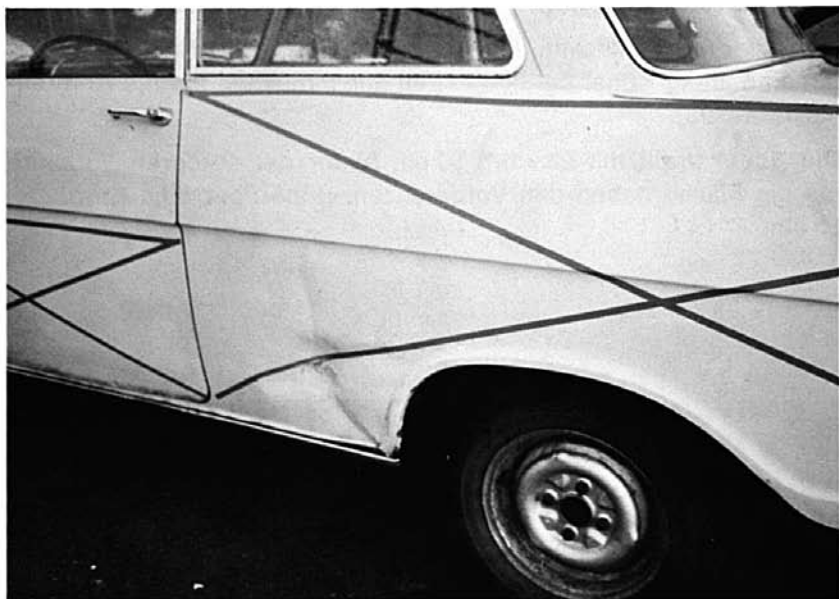
Ergebnis:

Die Kugel hinterläßt auf der **unausgeschäumten** Fläche eine bleibende Deformation von 60 mm Tiefe.

Die Beule ist etwa 50 × 50 cm im Ausmaß

Die andere Seite ist mit Schaum hinterfüllt.

Weit verringerte Reparaturkosten, denn der Schaden bleibt kleiner.



Die **ausgeschäumte** Fläche wird um **33 mm** tiefgezogen.
Die Beule hat ein Ausmaß von etwa 10 cm ϕ

Ein Kugelfalltest demonstriert sehr deutlich, daß die Beule sich auf den Abdruck der Kugel beschränkt und das umliegende Blech nicht mit „verzogen“ wird.

Karosseriereparaturen werden besonders teuer, wenn entweder ein Teilstück der Karosserie ausgetauscht, die Innenverkleidung demontiert werden und kostenaufwendige Ausbeularbeit erfolgen muß. Ein hinterschäumtes Karosserieteil dagegen braucht nach einer Einbeulung sehr häufig nur von außen mit Polyesterspachtel im Bereich der Beule ausgefüllt zu werden.

Polyesterspachtelmasse ist heutzutage von einer so guten Qualität, daß man selbst Beulen von 6 cm Tiefe in einem Arbeitsgang ausfüllen und nach 20 Minuten überschleifen kann.

Wie sieht die Reparaturkostenrechnung an den verschiedenen Beulstellen aus?

Beim bereits beschriebenen Gabelstapler-Druck-Test kommt die Werkstatt zu folgenden Reparaturkosten: (Teststelle hinteres Seitenteil)

unausgeschäumt:

16 Stunden à DM 26, –	= DM 417, –
im Ersatzkotflügel hinten	= DM 115, –
Lackierung	= DM 130, –
	= DM 662, –
Mwst. 11 %	= DM 72,82
	= DM 734,82

ausgeschäumt:

2,5 Stunden à DM 26, –	= DM 65, –
Lackierung	= DM 130, –
	= DM 195, –
Mwst. 11 %	= DM 21,45
	= DM 216,45

Beim Kugelfalltest war die Differenz im Schaden mit Schaum – ohne Schaum etwa auf gleicher Größe, so daß auch dabei der gleiche Unterschied auftreten wird.

Wie können sich diese Ergebnisse in der Praxis auswirken?

Gehen wir einmal davon aus, daß Sie sich mit Ihrem Wagen einer Kreuzung nähern und vorfahrtberechtigt sind. Aus der Seitenstraße kommt ein anderes Fahrzeug, dessen Fahrer die Vorfahrt mißachtet – eine alltägliche Unfallsituation, die insbesondere für den modernen Großstadtverkehr typisch ist. Laut einer von Direktor K. Wilfert veröffentlichten Unfallstatistik einer deutschen Großstadt entfielen 32,1 % der Unfälle mit Sachschaden und 34,1 % der Kollisionen mit Personenschaden auf den sogenannten Querausammenstoß. Hinsichtlich der Häufigkeit führen die Querausammenstöße mit Personenschaden sogar die Unfalltabelle an, während sie bei den Nur-Blebschäden hinter den Auffahrunfällen den zweiten Platz einnehmen.



Durch den Verhakungseffekt und die schlagartige Abbremsung der Karosserie bewegen sich die Insassen noch mit der ursprünglichen Geschwindigkeit vorwärts und prallen innen auf die Wandung der Zelle. Fachleute nennen dieses den Zweitaufprall.

Der Grund für den hohen Anteil an Personenschäden liegt darin, daß die Flanke unserer Autos ihre schwache Seite ist und nur geringe Knautschwege bietet, während Front- und Heckpartien in dieser Hinsicht günstiger liegen. Mit dieser Tatsache finden sich zu einem gewissen Maße sogar die gestrengen Sicherheitsforderungen der Amerikaner ab, die für den seitlichen Aufprall, der sich übrigens nicht nur bei Kreuzungsunfällen sondern auch häufig bei Schleudersituationen ergibt, mit 50 km/h die geringste sichere Geschwindigkeit für alle möglichen Aufprallarten fordern.

Beleuchten wir einen Kreuzungsunfall in seinem Ablauf einmal genauer, so ergibt sich folgendes Bild. Bei den im normalen Stadtverkehr gefahrenen Geschwindigkeiten kann man davon ausgehen, daß es häufig gelingt, noch einen Teil der Geschwindigkeit vor dem Unfall durch eine Vollbremsung herunterzubremsen, wodurch der eigentliche Aufprall mit einer relativ geringen Geschwindigkeit erfolgt, die im Stadtverkehr beim Aufprall vielleicht noch 20–30 km/h oder weniger beträgt. Beim Zusammenprall beider Fahrzeuge wird Stoßenergie übertragen und durch die Verformung der Karosserie teilweise aufgezehrt.



Durch die Verteilung der Stoßkraft auf eine große Fläche durch Schaumfüllung bleibt der Schaden kleiner. Außerdem entsteht kein Verhakungseffekt.



Der gleiche Aufprallversuch ohne Schaumfüllung auf der anderen Seite des Fahrzeuges zeigt einen wesentlich größeren Schaden .

Die Unfallforscher unterscheiden exakt zwei Phasen des Zusammenpralles. In der ersten prallen die beiden Fahrzeuge aufeinander, in der zweiten prallen die Fahrzeuginsassen, die sich in einem zunächst bewegten und dann abrupt abgebremsten System befinden, gegen die Innenwand der Fahrgastzelle, für die die Sicherheitsforscher „eine große Gestaltfestigkeit“ fordern, so daß die Fahrgastzelle die Insassen wie ein schützender Panzer umgibt. Aufprall von Fahrzeug und Insassen verlaufen umso milder, je größer die Stoßenergie aufzehrenden Verzögerungswege sind und je kleiner die durchschnittlichen Verzögerungskräfte und ihre Wirkungsdauer sind. Lange Verzögerungswege ergeben einmal die knautschfähigen Frontpartien des einen Kollisionspartners und für die Insassen zum Beispiel die angelegten Sicherheitsgurte, die auf dem Wege des Körpers gegen die möglichen Aufprallflächen wie Seitenwand, Windschutzscheibe, Lenkrad, Armaturenbrett bereits durch die

Dehnung des Gurtmaterials vom Beginn der Stoßwirkung an, Energie aufzehren.

Dies ist nur eine Seite des Unfallgeschehens, aber keineswegs der einzige Aspekt. Bei einem seitlich nicht schaumgeschützten Auto wird die Tür oder die hintere Seitenwand, die ja auch als Aufprallzone in Betracht gezogen werden muß, schon bei einer Belastung von 470 kg einknicken. Hierdurch wird der Innenraum nicht nur verkleinert sondern er erhält zudem in Gestalt der deformierten Blechinnenwand gefährliche Kanten und Grate, die das Verletzungsrisiko für die gegen diese Teile geschleuderten Insassen erhöhen. Neben der erhöhten Gefahr, sich hierbei zu verletzen, kann es dazu kommen, daß der Aufprall des Fahrgastes von einer relativ kleinen Fläche, die die unmittelbare Knickzone bietet, aufgefangen wird und hohe Kräfte auf eng begrenzte Körperpartien einwirken, die dieser extremen Belastung nicht gewachsen sind.



Teststrecke zur Durchführung von Aufprallversuchen auf dem Werksgelände der VOSSCHEMIE, Uetersen.
Das aufprallende Fahrzeug wird an einem Stahlseil mit verschiedenen Geschwindigkeiten gezogen.



Hier ein Aufprallversuch mit 15 km/h auf ein stehendes Fahrzeug im Bereich des Hinterkotflügels aus einem Winkel von 45°.

Hier auf der ausgeschäumten Seite erkennt man an den Schrammen das Abgleiten. Die Stoßkraft wird in eine Drehbewegung umgesetzt.

Ein zweites Moment ist die Gefahr, daß beide Fahrzeuge sich beim Aufprall ineinander verkeilen, was wiederum die Verzögerungswege verkürzt.

Die Seitenwand eines hohlraumversteiften Fahrzeuges knickt im Gegensatz zur hohlen Seitenwand nicht schon bei 470 kg Belastung ein, sondern erst bei 1 300 kg, d. h., der dreifachen Belastung. Das bedeutet aber nicht, daß sie sich bis zum Erreichen dieser Belastung weder verformt noch Aufprallenergie aufnimmt, was für die Insassen fatal wäre. Der die beiden Deckschichten aus Blech gegeneinander abstützende Schaumkern verteilt vielmehr die einwirkende Stoßenergie auf eine wesentlich größere Fläche. Dabei wird der Schaumkern in einem weiten Bereich zusammengedrückt und verzehrt dabei einen Teil der Aufprallenergie. Der Fahrgastraum wird dabei kaum deformiert, und die Insassen prallen auf eine weitgehend intakte Innenwand auf. Da die Seitenteile nicht so leicht einknicken, ist die Gefahr der Verkeilung beider Fahrzeuge und der damit verbundenen schlagartigen Verzögerung ge-



Hier ein Aufprallversuch aus 45° auf das Seitenteil hinter der Tür. Der Aufprall erfolgte ebenfalls mit 15 km/h. Die rechte Seite dieses Wagens wurde ausgeschäumt und mit weißen Streifen gekennzeichnet. Sie erkennen im Vordergrund das Stahlseil zum Aufprallfahrzeug.



Der Schaden blieb begrenzt, die Insassenzelle unbeschädigt. Die Eindringtiefe der Delle betrug hier 5 cm. Man erkennt an den Schrammen, daß die Stoßkraft in eine Abgleitbewegung umgeleitet wurde.

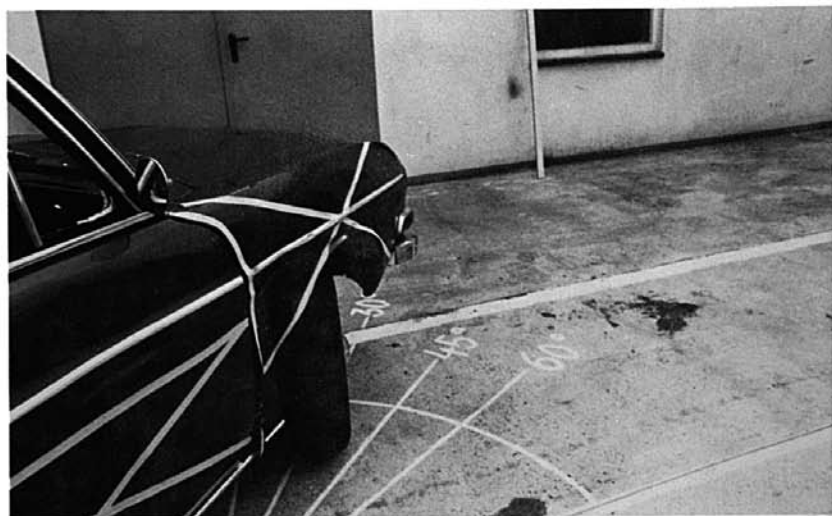


Der gleiche Aufprallversuch auf der anderen Seite ohne Schaumfüllung zeigt, daß die Fahrgastzelle beschädigt wurde. Die volle Stoßkraft des Aufprallfahrzeuges wurde aufgenommen. Die Eindringtiefe betrug hier 16 cm.

ringer. Seitliche Aufpralle erfolgen fast immer aus einem schrägen Winkel. Wie unsere Aufpralltestfotos zeigen, erzeugen ausgeschäumte Karosseriehöhlräume einen verstärkten „Abgleiteffekt“. Hierin ist ein weiterer Pluspunkt für die Sicherheit der Passagiere zu sehen, da sich hierdurch auch die Wucht ihres Zweitaufpralles mindert.

Der Abgleiteffekt und seine Auswirkungen

Trifft ein fremdes Fahrzeug bei einem Unfall auf irgend ein Seitenteil des eigenen Autos, so kann es zum sogenannten Verhakungseffekt der beiden Unfallpartner kommen. Dieser Sachverhalt wird oft beobachtet, wenn der Unfallgegner, z. B. mit seinem Stoßstangenende in der Türmitte auftrifft. Die Tür wird dann tiefgezogen und das fremde Fahrzeug erreicht schließlich den vorderen oder hinteren Türholm. In diesem Moment treten, bedingt durch die höhere Steifigkeit der Türeinfassung, große Verzögerungswerte auf.



Aufprallversuch aus 45° schräge von vorne auf den Vorderkotflügel eines Audi mit einem Rekord, der an einem Seil auf 15 km/h beschleunigt wird.



Mit Schaumfüllung des Vorderkotflügels. Anhand der Schrammen erkennt man deutlich das Abgleiten der beiden Fahrzeuge aneinander. Durch die Abbremsung über einen längeren Weg ist die Verzögerung geringer und der Stoß, dem die Insassen ausgesetzt sind, bleibt dadurch geringer.



Ohne Schaumfüllung des Vorderkotflügels. In der Anfangsphase der Berührung erfolgt fast keine Verzögerung, weil die Deformierung nur mit sehr geringer Kraftaufnahme verbunden ist. Erst in der Schlußphase des Aufpralls (nach Millisekunden gemessen) erfolgt dann die Verzögerung über einen sehr kurzen Weg. Das wünscht man nicht.

Sind die eigenen Türen hohlraumversteift, so kommt es zu einem Abgleiteneffekt des Unfallgegners entlang der eigenen Fahrzeugseitenwand. Dieser Sachverhalt wurde von uns bei entsprechenden Crashtests bei Aufprallwinkeln von 45° und einer Geschwindigkeit von 30 km/h nachgewiesen.

Der Unfall verläuft dann so, daß sowohl das eigene Fahrzeug wie auch das auftreffende Auto aus der Aufprall-Richtung abgelenkt werden und verminderter Geschwindigkeit aneinander vorbei rutschen.

Beim Abgleiten beider Fahrzeuge wird die eingebrachte Energie aufgeteilt.

Mechanisch sieht das so aus:

Der Unfallgegner besitzt im Moment des Aufpralls eine gewisse Energie, die von meinem Fahrzeug im Falle der Verhakung voll aufgefangen werden muß.



Einbeulung ohne Schaumfüllung = 23 cm.

Übrigens, wenn diese Partie vor Jahren mit Schaum ausgefüllt worden wäre, so hätte die Rostung von unten keine Chance gehabt.



Einbeulung mit Schaumfüllung = 3 cm.

Das eigene Fahrzeug wird stark verformt und verzögert. Ist mein Fahrzeug hohlraumversteift, wird die „ankommende“ Energie aufgeteilt.

Der eine Teil der Energie führt zur Verminderung der eigenen Fahrgeschwindigkeit und der andere Teil versetzt das eigene Fahrzeug in eine Fahrtrichtungsänderung (Drehung). Rollen die Fahrzeuge nach dem Zusammenprall noch aneinander vorbei, so bedeutet das eine weitere Verbesserung der Unfallsituation.

Es ist nun leicht einzusehen, daß bei dem geschilderten Unfallhergang mit einem seitlich ausgeschäumten Auto, die vom Gegner eingebrachte Energie unterteilt worden ist; sie gliedert sich in Aufprallenergie, Drehenergie und Restenergie (die Fahrzeuge entfernen sich wieder voneinander).

Die Restenergie läßt die Fahrzeuginsassen ungeschoren. Die Drehenergie muß hier als Verminderung der gesamten Energie betrachtet werden, so daß sich eine verringerte Aufprallenergie für beide Unfallgegner ergibt. Das bedeutet aber eine verbesserte Situation für die Insassen bei einem schräg seitlichen Unfall.

In diesem Zusammenhang ist interessant, daß das Modell 144 E



Die Eindringtiefe ohne Schaumfüllung beträgt hier 12 cm. Man beachte, daß sich ein Teil unter den Kofferdeckel geschoben hat.

der VOLVO-Werke in Schweden für das Jahr 1973 in seinen Türen Versteifungselemente erhalten hat. Diese Neuerung ging einher mit einer Veränderung der Türschlösser und einer Versteifung des Türrahmens. Damit hat die schwedische Automobilfabrik als erste den verbesserten Unfallschutz bei einem seitlichen Aufprall in einem Serienautomobil Rechnung getragen. Für uns war besonders interessant zu erfahren, daß man auch an anderer Stelle zu im Prinzip gleichartigen Maßnahmen gekommen ist. Diese Tatsache bestätigt auch unsere Bemühungen auf diesem Gebiet.



Auf der ausgeschäumten Seite beträgt die Eindringtiefe 4 cm. Ein solcher Schaden ist schnell repariert.

Was folgt daraus?

Die Hohlräume ausschäumen hat somit zwei wichtige Konsequenzen:

Im Falle eines Zusammenstoßes wird das in die Flanke fahrende Fahrzeug durch die Stützwirkung des Schaumes vom ersten Augenblick der Berührung kontinuierlich abgebremst und dabei die gefährliche Stoßenergie gleichmäßiger verzehrt. Gleichzeitig wird ein

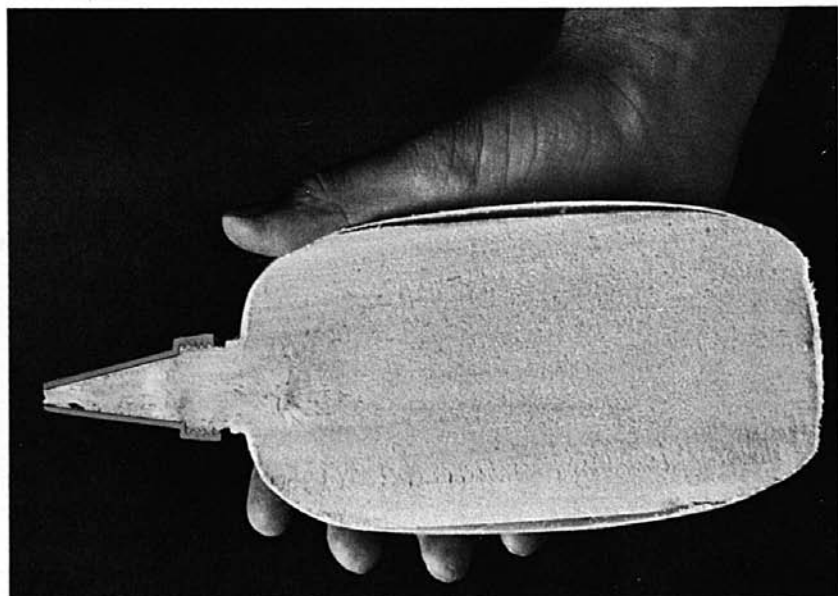
vorzeitiges Einknicken der Seitenwand vermieden und damit ohne nennenswerte Vergrößerung der Fahrzeugmasse eine konturstabilere Fahrgastzelle erreicht. Außerdem wird der Weg bis zum Stillstand durch den Abgleiteffekt vergrößert. Letzteres ist insofern von Interesse, da der Anteil der genau senkrechten Querunfälle gering ist und die Fahrzeuge in der überwiegenden Zahl der Unfälle schräg aufeinanderprallen, was für ein Abgleiten der beiden Kontrahenten günstige Voraussetzungen bietet, weil die Wagen sich nicht ineinander verkeilen.

Fazit:

Aus diesen Überlegungen wie auch aus den bereits durchgeführten Test-Zusammenstößen läßt sich folgern, daß Sie und Ihre Mitfahrer in einem Auto mit ausgeschäumten Seiten sicherer sind als ohne Schaum. Selbstverständlich wird in beiden Fällen das gerammte Fahrzeug durch den Stoß quer zur Fahrtrichtung verschoben. Kritiker werden vielleicht annehmen, daß durch die steifere Wandung der seitliche Stoß beim Zweitaufprall der Insassen größer sei. Das dies nicht der Fall ist, haben unter anderem die bereits zitierten Versuche erwiesen. Für die Praxis kann dies allerdings nicht bedeuten, daß der Fahrer eines ausgeschäumten Fahrzeuges bei jeder Geschwindigkeit auf einen alle Gefahren für Leib und Leben bannenden Schutz durch die Hohlraumversteifung bauen kann. Inwieweit der Schaum bei höheren Aufprallgeschwindigkeiten mildern kann, muß noch erforscht werden. Unsere weiteren Versuche werden hier weitere Erkenntnisse bringen. Sicher ist jedoch, daß die Hohlraumversteifung bei Unfällen mit weniger als 50 km/h Geschwindigkeit – und dies ist immerhin mehrmals die Hälfte aller Unfälle überhaupt – wesentliche Verbesserungen der passiven Sicherheit d. h. des Insassenschutzes bei einem Unfall ermöglicht. In Verbindung mit dem in naher Zukunft wohl verbindlich zum Einbau vorgeschriebenen und nach Ansicht aller Experten unumstritten wirkungsvollen Sicherheitsgurt, der Aufprallverletzungen verhindern oder mindern hilft, dürfte die Hohlraumausschäumung nach der ISOVOSS-Methode einen nicht zu unterschätzenden Beitrag zum Thema „Mehr Sicherheit“ leisten.

Die Zukunft kann schon jetzt beginnen

Aufgrund der bisher erarbeiteten Daten und Versuchsergebnisse und der bereits erkennbaren Ansätze zur Verwendung von Schaum als stabilisierendes Element (bei Opel, Alfa Romeo und einigen Experimentierfahrzeugen amerikanischer Hersteller) bin ich überzeugt, daß in wenigen Jahren eine Vielzahl von Pkw's einen serienmäßig ausgeschäumten Mantel haben werden.



Von der Schaumtechnik ist die Zeit hierzu jetzt reif, so daß die bereits vor Jahren anvisierte Lösung, in nicht allzu ferner Zukunft allgemeine Verbreitung finden wird. Hierzu wird es jedoch notwendig sein, schaumgerechte Formen zu gestalten und in Verbindung mit abgestimmten Schaumgewichten, Blechstärken und Querschnitten zu einem Optimum zu bringen.

Es ist sicher, daß die Verbindung Blech — Schaum — Blech als Sandwich dem angestrebten Sicherheitsauto neue Impulse verleihen wird und eine vom Gewicht her günstigere und vor allem erschwinglichere Lösung erlaubt.

Einen ersten und erfolgreichen Schritt zum sicheren Auto können Sie schon heute tun, wenn Sie die Hohlräume Ihres Autos nach der ISOVOSS-Methode ausschäumen und die schwache Seite Ihres Wagens stärker machen. Zudem ist der Weg zu mehr Sicherheit für die Insassen verblüffend einfach – so einfach, daß die erziel-



Hier wurden zur Demonstration die Flächen mit einer elektrischen Stichsäge ausgesägt, die für die Ausschäumung in Betracht kommen.

baren Ergebnisse selbst unsere Techniker und Versuchsingenieure überrascht haben. Übrigens finden sich in der Fachliteratur eine Reihe von Belegen, daß vorausschauende Techniker schon vor geraumer Zeit diese Möglichkeit in Erwägung gezogen haben. Dazu folgendes Zitat zum Thema Frontalunfall.

Dipl.-Physiker P. Johannsen aus Hannover in ATZ 71 (1969) 5 zum Thema „Konstruktionsmittel zur Abbremsung von Unfallstößen“:

„... Man kann diesen Wert (Überlebenschance eines Menschen beim Auffahren auf ein festes Hindernis mit einer Geschwindigkeit von 20 m/sec (72 km/h) verbessern, indem man den Gütegrad des Automobil-Vorderteils erhöht. Zu diesem Zweck stehen unter dem Blech des Fahrzeugaufbaues der vorderen Haube und besonders unter den Kotflügeln erhebliche Hohlräume zur Verfügung.

Diese haben zur Zeit keine andere Wirkung, als dem Fahrzeug ein bestimmtes Aussehen zu verleihen und die Seitenwindempfindlichkeit zu erhöhen. Man sollte ernsthaft in Erwägung ziehen, diese Räume mit PVC-Hartschaum auszufüllen.“

Daß diese Idee noch nicht verwirklicht wurde, mag unter anderem daran liegen, daß sie so verblüffend einfach ist. Doch eine gute technische Lösung ist umso wertvoller, je einfacher sie zu verwirklichen ist. Hierin liegt unter anderem auch der Vorteil der ISOVOSS-

Methode, die durch den einfach zu handhabenden Schüttelschaum die nachträgliche Ausschäumung von Karosserie- und Chassis-Hohlräumen gestattet. Neu am ISOVOSS-Verfahren ist zudem gegenüber der oben zitierten Idee, daß nicht nur die bisher bereits relativ günstigen Front- und Heckpartien durch Ausschäumen weiter verbessert werden, sondern gezielt die bisher schwächste Stelle, die Flanke des Autos, verstärkt wird.

Nutzen Sie die Möglichkeiten, die diese Methode bietet!

Warum man keine Eisenträger in die Karosserie einbauen kann

Man würde damit genau das Gegenteil erreichen, wie mit dem Schaum. Die Kunst der Autokonstruktoren ist, alle Kräfte möglichst gleichmäßig in die gesamte Karosserie einzuleiten.

Ein Eisenträger würde genau das Gegenteil tun. Er wäre übersteif, und man müßte noch weitere Träger einbauen, um die Kräfte des einen Trägers nach oben und unten und nach den Seiten gleichmäßig zu verteilen. Ein Eisenträger NP 10 für eine Tür bei 1 m Länge wiegt bereits 8,5 kg. Dieser Träger wäre schon zu schwer, wenn nun die weiteren Träger noch dazukommen, um die Kräfte gleichmäßiger zu verteilen. So scheidet dieser Weg aus Gewichtsgründen aus.

Ein Blech-Schaum-Blech-Sandwich löst diese Aufgabe eleganter und problemgerechter!

Haben Sie die Redensart schon mal gehört: „Ich habe mir diesen Autotyp gekauft, weil er dickeres Blech hat?“

Hierzu ist zu sagen: Blech, mit einer von 0,8 mm auf 1 mm erhöhten Dicke bringt zwar gleich 20 % mehr Gewicht mit allen Nachteilen: längerer Bremsweg, schlechtere Beschleunigung usw.

Aber eine höhere Steifigkeit, die nennenswerte Verbesserungen bringt, wird hierdurch nicht in dem Maße erzielt, wie sie mit nur wenigen Kilogramm Hartschaum, der die Hohlräume ausfüllt, erreicht ist. Bei zukünftigen Konstruktionen wäre es sogar möglich, das Blech noch dünner zu halten, als es heute ist. Hierfür gibt es zwei Gründe. Einmal wird heute die Steifigkeit der Karosseriewand

über die Blechstärke und die Formgebung erzielt. Diese Rolle könnte zu einem wesentlichen Teil von einem Schaumkern in den Karosseriehöhlräumen übernommen werden. Zum zweiten muß das Karosserieblech heute noch eine Dickenreserve haben, da die heutigen Fahrzeuge trotz umfangreicher Rostschutzbemühungen nach einer gewissen Zeit geschwächt werden. Bei einem Blech-Schaum-Blech-Sandwich ist der Rost von innen ausgeschlossen. Damit ist einer der gefährlichsten Feinde des Autos, der im Verborgenen arbeitet, mattgesetzt. Gegen Rost von außen hingegen, kann man jederzeit etwas unternehmen.

Die Kontrolle etwaiger Rostschäden wird einfacher, das Auto lebt länger

Äußere Korrosionsschäden an Ihrem Auto sind sichtbar. Hier kann man auch durch Kratzen oder Schaben der Sache auf den Grund gehen. Häufig verdeckt dicker Blätterrost eine starke Anrostung oder gar bereits ein Rostloch. Kommt diese Korrosion jedoch von innen und es ist noch kein Loch im Schweller oder im Verstärkungsprofil vorhanden, so ist das wesentlich schwieriger feststellbar und wird dadurch leichter übersehen. Ein ausgeschäumtes Profil oder ein ausgeschäumter Hohlraum hat jedoch von **innen** eine längere Lebensdauer, weil keine Luftfeuchtigkeit, kein Wasser, kein Luftsauerstoff und kein Staub, der ja die Feuchtigkeit wie ein Schwamm aufsaugt, in die Hohlräume hineingelangen kann. Ihr Auto lebt länger und bleibt auch mit fortschreitendem Alter sicher – ein Argument, das viele überzeugt, denn laut Statistik fährt man seinen teuer gewordenen Untersatz wieder länger.

Warum rostet ein Auto von innen?

Physikalisch gesehen, ist das einfach zu erläutern. Fahren Sie einmal im Winter aus einer geheizten Garage ins Freie und demonstrieren Sie nach 10 Minuten an einer Stelle die Innenverkleidung. Sie werden sehen, daß die ganze Innenwand dann mit Wassertropfen bedeckt ist. Der Grund: warme Luft kann wesentlich mehr Feuchtigkeit tragen als kalte.



Ein solcher Durchrostschaden kommt von innen. Durch Ausschäumen mit ISO-VOSS-Schaum wird das für die gesamte Lebensdauer des Fahrzeuges verhindert.

Kühlt die Luft im Hohlraum ab, so schlägt sich die Feuchtigkeit als Tropfen an den kälteren Stellen nieder. Den gleichen Vorgang können Sie beobachten, wenn im Winter in der Küche der Wasserkessel kocht und die kalte Fensterscheibe beschlägt.

In jeder Nacht kühlt die Luft ab. Wenn bei klarer Nacht das Gras feucht wird durch Tau, können Sie davon ausgehen, daß Ihr Auto auf der Innenseite seiner Blechhaut ebenfalls Tautropfen oder Schwitzwasser angesetzt hat. Damit das Schwitzwasser ablaufen kann, versehen die Automobilhersteller viele Hohlräume mit Abflußöffnungen, die zugleich einer gewissen Luftzirkulation dienen. Fährt man jedoch über staubige Feldwege oder verschmutzte Asphaltstraßen setzen Staub und nasser Schmutz die Bohrungen zu.

Staub ist häufig humushaltige Erde. Humus wirkt wie eine schwache Säure, die Korrosion fördert und besonders in Verbindung mit winzigen Wassertröpfchen, die bekannten und verheerenden Roststellen hervorruft.

Wir haben alle mal in der Schule gelernt: „Wo ein Körper ist, kann kein anderer sein“. Ein ausgeschäumter Hohlraum enthält keine Luft. Denn der Schaum ist geschlossenporig. Die Poren des

Schaumes enthalten aber keine Luft sondern ein inertes d. h. chemisch neutrales Treibmittel. Wie Messungen gezeigt haben, verbleibt das Treibgas im Schaum und entweicht nicht. Es verhält sich völlig neutral gegenüber Stahlblech. Zudem ist der Schaum wasserfrei und haftet ausgezeichnet auf Blech (auch auf der Grundierung oder dem Innenlack, der innen auf dem Blech sitzt).

Eine nachträgliche Wasseraufnahme wird durch die geschlossene Zellstruktur und die sich automatisch bildende dichte Schaumhaut verhindert.

Ein so ausgeschäumter Hohlraum wird auch nach vielen Jahren von **innen** nicht rosten können.

Was geschieht mit den Innenflächen eines älteren Autos, das von innen bereits Rost angesetzt hat?

Loser Blätterrost wird, sofern man ihn erreicht, mit einem Spachtel oder Schaber entfernt.

Unter Umständen kann man auch in engen Hohlräumen durch Ausblasen mit Preßluft bereits vorhandenen Rost entfernen. Dann kann man die Hohlräume auch bei einem älteren Auto getrost ausschäumen, denn die weitere Bildung von Rost wird verhindert, weil keine Wassertröpfchenablagerung mehr stattfinden kann und der weitere Zutritt von Luftsauerstoff, der zur Rostbildung notwendig ist, sicher verhindert wird.

Türschweller und Holme, in die man nicht hineinsehen kann

Ist es nun besser, bei einem älteren Fahrzeug einen solchen länglichen Hohlraum – wie Türschweller und Holme – auszuschäumen oder nicht?

Auch hier spielt die Schweißwasserbildung eine Rolle.

Von dieser Seite gesehen, spricht also alles für die Ausschäumung. Da der Schaum auch auf angerostetem Blech haftet, bestehen auch hier keinerlei Bedenken. Durch die rauhere, vergrößerte Oberfläche ist die Haftung sogar noch verbessert. Außerdem wird durch die Schaumfüllung der Schweller ausgesteift. Das kann ebenfalls nur von Vorteil sein (steifer Rand), besonders dann, wenn er bereits in der Blechstärke durch Innenrost geschwächt war.

Vom Umgang mit den Schaumkomponenten

Was Sie über die Entstehung und Eigenschaften von ISOVOSS-Hartschaum wissen sollten.

Polyurethanschaum (PU-Schaum) wird in flüssigem Zustand in zwei Komponenten geliefert.

Die Polyol-Komponente bezeichnet man als A-Komponente. Diese enthält das Sicherheits-Treibmittel 11 (chemisch genau: Monofluor-trichlormethan).

Die A-Komponente ist glasig-farelos, fast geruchlos und etwa so dünnflüssig wie Milch oder dünnes Nähmaschinenöl. Der Kontakt mit der Haut ist harmlos. Spritzer lassen sich mit Seife wieder abwaschen. Die Menge des in der A-Komponente enthaltenen Treibmittels bestimmt die Höhe der Aufschäumung. Das Treibmittel (eine wasserdünne, farblose Flüssigkeit) siedet bei genau 23,8 °C. Außerdem ist in der Polyol-Komponente noch ein Aktivator enthalten, der die Verschäumungsreaktion in Gang bringt. Dieser Aktivator baut nach längerer Lagerzeit etwas ab. Ein Schaum, der etwa 6 Monate alt ist, wird also etwas langsamer aufsteigen.

Da durch die langsame Reaktion auch die Reaktionstemperatur etwas niedriger bleibt, wird auch die Schaumausbeute verglichen mit werksfrischer Ware etwas geringer sein.

Viele chemische Reaktionen werden durch Wärme beschleunigt und bei Abkühlung verlangsamt. Das gilt auch für den Abbau des Aktivators.

Um die Schaumpackung möglichst „frisch“ zu halten, empfiehlt sich daher eine Lagerung zwischen + 6 °C und + 18 °C.

Die A-Komponente hat außerdem die Eigenschaft, beim Lagern in der Blechflasche einen leichten Bodensatz zu bilden. Bevor man die A-Komponente öffnet, **muß** sie **unbedingt** 10 × kräftig geschüttelt werden. Tut man das nicht, so geht die Aufschäumreaktion viel früher los und der Schaum bekommt nicht die gewünschte Qualität und Feinzelligkeit.

Die B-Komponente ist dunkelbraun und hat die Bezeichnung MDI (genau: Methylendiphenyldiisocyanat). Sie hat fast den gleichen Flüssigkeitsgrad (Viskosität) wie die relativ dünnflüssige A-Kompo-

nente und ist ebenfalls fast geruchlos. Diese Flüssigkeit ist aber nicht ganz so harmlos wie die A-Komponente, denn sie ist im flüssigen Zustand giftig. Bei einer Verschmutzung der Haut mit B-Komponente soll man diese gleich, d. h. innerhalb von 1–2 Minuten mit viel Wasser und Seife reinigen. Die B-Komponente reagiert mit Wasser oder Luftfeuchtigkeit und härtet auch bereits mit einer geringen Feuchtigkeitsmenge. Da die Hautporen stets Feuchtigkeit enthalten, härtet die B-Komponente auf der Haut sehr schnell in den Poren. Wartet man zulange mit der Reinigung, so hat man braune Punkte in den Hautporen, die man nachher nur noch mit Bimsstein entfernen kann, wenn man nicht acht Tage warten will, bis die Haut diese Teilchen dann von selbst abgestoßen hat.

Um solche Schwierigkeiten zu vermeiden, liegt jeder Packung ein Paar Polyäthylen-Schutzhandschuhe bei, die man vor Beginn der Arbeit überziehen soll.

Die B-Komponente kann bei Lagerung unter $+6^{\circ}\text{C}$ etwas auskristallisieren, also einen Bodensatz bilden. Bei erneuter Erwärmung auf 20°C über einen längeren Zeitraum lösen sich diese Kristalle aber wieder auf, ohne daß Nachteile für die spätere Reaktion entstehen. Hat man etwas B-Komponente verschüttet, so braucht man wegen ihrer Giftigkeit nicht ängstlich zu sein. Man kann sie dann mit Sägespänen oder Sand bestreuen, diese dann aufschauflern und in einen Pappkarton in den Müll stellen. Nach mehreren Stunden, mit Sicherheit über Nacht, ist dann die B-Komponente durch Luftfeuchtigkeit ausgehärtet und hat ihre Giftigkeit verloren.

So entsteht aus den beiden Komponenten Schaum

Gießt man die A-Komponente in die Polyflasche mit der B-Komponente, so kommt bereits in der Grenzzone dieser beiden Flüssigkeiten eine chemische Reaktion in Gang.

Deshalb soll man diesen Gießvorgang auch nicht länger als 10 Sekunden ausdehnen. Das Aufschrauben der Spritztülle dauert weitere 5 Sekunden. Dann beginnt das Schütteln, bei dem die Tülle mit dem Daumen zugehalten wird (Schutzhandschuhe!). Jetzt werden beide Flüssigkeiten wirklich intensiv miteinander gemischt.

Nach zehnmalem Schütteln wird die normalerweise viereckige Plastikflasche etwas bauchig. Sie beult aus, weil sich etwas Gas innerhalb der Flasche abgespalten hat. Um diesen Überdruck abzulassen, hält man jetzt mit dem Schütteln inne und hebt den Daumen langsam und vorsichtig mit vom Körper wegweisender Spritztülle zum Entlüften kurz ab.

Hierbei versprühen einige winzige Sprühtropfen Schaum, die man sonst leicht ins Auge bekommen könnte. Wenn man zum erstenmal ISOVOSS-Schüttelschaum verarbeitet, kann es nicht schaden, vorher eine Schutzbrille aufzusetzen. Eine Sonnenbrille tut es übrigens auch.

Nach dem Entlüften wird nochmals zehnmal kräftig geschüttelt und der erneut entstehende Überdruck nach dem obigen Sicherheitsrezept abgelassen. Bereits nach einigen Sekunden fühlt man, wie die Flasche sich jetzt zusehends erwärmt. Sobald die Temperatur der fertigen Mischung 23,8 °C erreicht hat, beginnt das Treibmittel darin zu sieden.

Der Siedevorgang geht von einer Vielzahl von Startpunkten aus, die für die Menge der Bläschen ursächlich sind. Die Menge der Gaszellen bestimmt die Feinzelligkeit und Qualität des Schaumes. Sie ist damit auch abhängig von der Intensität der Vermischung. Wir haben herausgefunden, daß mit mehr als 20 × Schütteln keine weitere Verbesserung mehr erreichbar ist. Beim Sieden, also beim Übergang des Treibmittels 11 vom flüssigen in den gasförmigen Zustand wird eine große Wärmemenge verbraucht.

Die beiden Komponenten liefern aber durch ihre chemische Reaktion laufend Wärme nach, die immer mehr Treibmittel sieden läßt und den Schaum weiter auftreibt.

Der Schaum steigt solange, bis fast das gesamte Treibmittel in den gasförmigen Zustand übergegangen ist. Bereits kurz vorher wird der Schaum immer dickflüssiger, die Moleküle verbinden sich immer weiter miteinander. Der Schaum wird zäh und geliert innerhalb weniger Sekunden. Ein bis zwei Minuten später ist er bereits an seiner Oberfläche klebefrei. Jetzt bleibt er noch einige Minuten elastisch, so daß man den fälschlichen Eindruck hat, es handele sich um eine elastische Type. Ein paar Minuten später ist der Schaum jedoch hart. Seine endgültigen Festigkeitswerte und

chemische Beständigkeit erreicht der Schaum aber erst nach mehreren Stunden.

Die Temperatur im Innern eines Schaumblockes kann bis 60 °C und mehr ansteigen. Sie verringert sich infolge der dem Schaum eigenen guten Wärmeisolation nur langsam. Die vielen tausend Schaumzellen sind mit Treibmittel-Gas gefüllt und zu 98 % rundum geschlossen. Dadurch hat eine Zelle keine Verbindung zur nächsten, was für die besonders gute Wärmeisoliereigenschaft wichtig ist. Es kann somit weder Feuchtigkeit noch Luft in den Schaum eindringen.

An der Wandung von Blech wie auch an vielen anderen Materialien haftet der Schaum einwandfrei. Er bildet dort sogar eine Haut, die infolge der Abwälzung am Blech während des Aufsteigens etwas dicker ist.

So ergibt sich automatisch ein Polyurethanschuttfilm auf dem Blech. Reißt man Schaum gewaltsam vom Blech wieder ab, so bleibt stets ein geschlossener Schutzfilm auf dem Blech sitzen, denn der Schaum reißt in der Übergangszone zwischen dichter Oberfläche und schaumigem Kern ab.

Man hat festgestellt, daß die Zellen auch nach Jahren noch mit gasförmigem Treibmittel gefüllt sind und kein Austausch mit Luft stattgefunden hat.

Das liegt, physikalisch gesehen, daran, daß das Treibmittel durch die Zellwände nicht hindurchwandert. Wären die Zellen mit einem anderen Treibmittel gefüllt, z. B. Luft oder Kohlendioxid, so wären die Wärmeisoliereigenschaften ca. 30 % geringer.

Diese Sicherheit gegen Feuchtigkeitsaufnahme ist natürlich für den Hohlraum eines Kraftfahrzeuges ebenfalls ideal, weil auf diese Weise das Blech von innen auch nach Jahren noch „wie neu“ aussieht.

Die günstigen Eigenschaften des Treibmittels 11 ermöglichen es auch, einen geschlossenen Hohlraum mit einer größeren Menge Schaum zu befüllen, die, freigeschäumt, ein größeres Volumen ergeben würde, ohne daß ein besonders großer Druck entsteht. Der Schaum enthält in diesem Falle etwas mehr Treibmittel. Es bleibt im Schaum eingeschlossen, der dann ein entsprechend höheres

Raumgewicht als beim freien Verschäumen erreicht. Druckfestigkeit, Biege- und Zugfestigkeit sind entsprechend höher. Die geschlossener Zellen sind im Durchmesser entsprechend kleiner. Doppelt so dichter Schaum hat eine um ca. 120 % höhere Druckfestigkeit, weil die Zellen sich untereinander besser abstützen und stärkere Wandungen besitzen. Die Druckfestigkeit steigt also etwas stärker an, als das Raumgewicht.

Wie schnell ist ISOVOSS-Schaum?

Man unterscheidet im Ablauf der Schäumreaktion 3 Stadien:

1. **Startzeit** ist die Zeit vom Beginn des Vermischens der beiden Komponenten, also des Schüttelns bis zum Beginn der Aufschäumungsreaktion (Schüttelzeit = 10 Sek. + 15 Sek. Wartezeit = 25 Sek.).
2. **Steigzeit** ist die Zeit vom Beginn bis zum Ende der Aufschäumung, bei HHR = ca. 110 Sek.
3. **Härtezeit** ist die Zeit bis zum Erreichen der Endhärte, bei HHR = ca. 2 Min.

Bei der Aufschäumung spielen sich verschiedene chemische und physikalische Vorgänge gleichzeitig ab. Durch höhere Temperaturen werden diese Vorgänge verkürzt und durch niedrigere verlangsamt.

Wir empfehlen eine Verarbeitungstemperatur von 18–22 °C, die sowohl für die Lagerung der Schaumkomponenten vor Gebrauch als auch für die Hohlräume der Karosserie gilt.

Außen, am Blech der Karosserie, kann man fühlen, wie hoch der Schaum gestiegen ist, weil das Blech durch die Reaktionswärme des Schaumes auf 30–40 °C erwärmt wird. Bei Hohlräumen, in die man nicht hineinsehen kann, ist die Füllhöhe also mit der Hand durch die Erwärmung des Blechs kontrollierbar. Bei Schwellern und Säulen, also engen Hohlräumen, ist das wichtig. Stellt man dabei fest, daß man noch zusätzlich Schaum hineingeben muß, so bohrt man oberhalb der Schaumoberfläche ein neues Loch, spritzt ISOVOSS-Schaum ein und läßt ihn von unten nach oben steigen, bis der Hohlraum voll ausgefüllt ist.

Warum mindestens 20 x schütteln?

Die Qualität eines Schaumes ist von seiner Feinzeligkeit abhängig. Eine gleichmäßige feine Zellstruktur erreicht man nur, wenn die A- und B-Komponenten nicht nur oberflächlich, sondern wirklich intensiv und innig miteinander vermischt werden. Schüttelt man zum Beispiel nur 5 x, so erhält man zwar auch noch einen Schaum, aber die Schaumzellen werden größer.

Teilweise platzen die Wandungen zu den nächsten Zellen auf, und somit ist der Schaum teilweise offenporig. Er hat dann nicht die guten Eigenschaften wie der feinzellige, geschlossenporige Schaum. **Wir haben festgestellt, daß bei Verarbeitung genau nach unserer Beschreibung ein Schaum von erstklassiger Qualität erreicht wird, der in der Gleichmäßigkeit und im Zellaufbau einem maschinengeschäumten Schaum voll ebenbürtig ist.**

Kann eine Schüttelschaumflasche auch platzen?

Soll ein Hohlraum ausgeschäumt werden, dessen Inhalt man nicht ermitteln oder schätzen kann, so kann es kritisch werden, falls dieser Hohlraum keine Öffnung hat, aus welcher der überschüssige Schaum entweichen kann. Hat man diesen Hohlraum jetzt im unteren Bereich mit einer 10-mm-Bohrung versehen, auf welche man die Flasche zum Injizieren aufsetzt, so könnte es vorkommen, daß plötzlich kein Schaum mehr hineingeht, weil der Raum bereits voll ausgefüllt ist.

Man merkt dieses sofort, weil die viereckige Polyäthylenflasche sich aufbläht und rund wird. Bevor sie jetzt platzt, muß man die Flasche von der Öffnung abziehen. Das hat natürlich zur Folge, daß jetzt der Flascheninhalt herausspritzt und evtl. die Umgebung verschmutzt. Zieht man in einem solchen Falle die Flasche nicht aus der Öffnung, so würde sie an einer Seite aufplatzen und der Schaum umherspritzen. Um dieses zu vermeiden, liefern wir in den ISOVOSS-Schaumpackungen für solche Fälle jeweils einen Polyäthylenbeutel mit. Hat man noch keine Routine im Umgang mit den Schüttelschaumflaschen, so empfehlen wir, die Flasche vor dem Eingießen der A-Komponente und dem Beginn des Schüttelvorganges in diesen Polybeutel zu stecken. Das macht keine zusätzliche Arbeit, schützt aber vor unangenehmen Schaumspritzern.

Sollte jetzt wirklich einmal die Flasche platzen, ergießt sich der Inhalt in den Polybeutel.

Es empfiehlt sich stets, die Umgebung und den Fußboden mit Papier oder Folie abzudecken.

Verschmutzte Stellen sofort säubern.

Sollte einmal etwas Schaum auf den Lack oder an eine andere nicht geplante Stelle geraten, so ist er möglichst sofort, d. h. innerhalb von 1–3 Minuten wieder zu entfernen – solange er noch nicht voll ausgehärtet ist.

Zuerst kratzt man ihn vorsichtig ab und reinigt dann den Untergrund sofort mit Lösungsmittel. Es sind fast alle Lösungsmittel hierfür geeignet, notfalls geht es sogar mit Nagellackentferner.

Wir empfehlen entweder Aceton (brennbar, Dämpfe aber nicht giftig) oder Reinigungsmittel C (Trichloräthan – unbrennbar, jedoch schwach giftig). Deshalb sollte man hierbei stets für einwandfreie Lüftung sorgen!

Falls Sie einen kompletten Schaumpackungssatz für einen Autotyp bestellen, so ist darin automatisch eine Flasche mit 1 ltr. Reinigungsmittel C enthalten.

Übrigens benutzen die Chemisch-Reiniger ebenfalls dieses Reinigungsmittel, so daß sie es auch sonst zur Fleckenentfernung benutzen können. Bei einer Autokarosserie ist vorher zu prüfen, ob der Lack nicht angelöst wird. Nach unserer Erfahrung werden jedoch Einbrennlackierungen, die alle Neuwagen tragen, hiervon nicht angegriffen.

Verschmutzungen der Haut sind, wie bereits erwähnt, sofort mit Lösungsmittel zu entfernen. Anschließend gründlich mit warmen Wasser und Seife waschen!

Die Praxis des Ausschäumens

Wenn man weiß, daß ein bestimmter Hohlraum einen Inhalt von 12 ltr. hat, so nimmt man bei einer Arbeitstemperatur von 20 °C die Packung Nr. 2 mit 9 Litern fertigen Schaumes plus die Packung Nr. 1 mit 3,7 ltr. Das ergibt zusammen also 12,7 ltr. Der Schaum

soll sich stets etwas verdichten, damit auch die Ecken ausgefüllt werden. Man nimmt zuerst die größere Packung und spritzt ihren Inhalt schräg nach unten in den Hohlraum hinein.

Nach Beendigung des Steigvorganges müssen also etwas mehr als $\frac{2}{3}$ des Raumes ausgefüllt sein. Mit der nächsten Packung soll der Raum voll ausgefüllt werden. Ist der Hohlraum sehr schmal, muß der Schaum also in einem engen Hohlraum an der Wandung hochsteigen, so wird man nicht ganz die in der Tabelle angegebene Schaummenge erreichen.

Hierfür ist die Reibung an der Wandung des Hohlraumes verantwortlich oder auch die Wandungstemperatur der Hohlräume, sofern sie unter 23,8 °C, dem Siedepunkt des im Schaum enthaltenen Treibmittels 11 liegt.

Nach dem Hochschäumen der ersten Packung ist deshalb zu prüfen, ob man mit der zweiten Packung den restlichen Raum ausschäumen kann, oder ob man zur nächst größeren Packung übergehen muß.

In der Praxis haben Sie es allerdings leicht, denn wir haben für praktisch alle gängigen Fahrzeuge die Volumina der auszufüllenden Hohlräume und die dabei in Frage kommenden Packungen ermittelt. Sie finden diese Daten in unseren typenbezogenen Schäumplänen. In allen übrigen Fällen geben Ihnen diese grundsätzlichen Überlegungen das Rezept für eine erfolgreiche Arbeit.

Als Faustregel gilt: stets etwas überdosieren

Ist der Schaum in einem Hohlraum stark überdosiert, z. B. so stark, daß er **frei** geschäumt das Doppelte oder Dreifache ergeben würde, so entsteht bei der Expansion des Schaumes im Hohlraum ein gewisser Überdruck, der jedoch bei der Härtung gleichermaßen „eingefroren“ wird. Der ausgehärtete Schaum übt also wenige Minuten nach dem Ausschäumen keinen Überdruck mehr auf die Hohlraumwände aus. Er ist nur etwas dichter geworden. Sein Raumgewicht ist entsprechend erhöht, ebenso die Druckfestigkeit des Schaumes.

Druckfestigkeit und Biegefestigkeit verschiedener Polyurethanschaumtypen in Abhängigkeit vom Raumgewicht:

Raumgewicht	Druckfestigkeit	Biegefestigkeit
28 kg/m ³	1,0 kp/cm ²	2,5 kp/cm ²
30 kg/m ³	1,5 kp/cm ²	3,5 kp/cm ²
40 kg/m ³	2,5 kp/cm ²	5,5 kp/cm ²
50 kg/m ³	3,5 kp/cm ²	7,0 kp/cm ²
60 kg/m ³	4,5 kp/cm ²	10,0 kp/cm ²
70 kg/m ³	5,5 kp/cm ²	12,0 kp/cm ²

Welche Packung für welchen Hohlraum?

Wir haben vier Packungsgrößen mit ISOVOSS-Hartschaum in Handspritzflaschen zur Verfügung:

Packg. Nr. 1 ergibt 5,3 l Schaum Packg. Nr. 3 ergibt 21 l Schaum

Packg. Nr. 2 ergibt 10,5 l Schaum Packg. Nr. 4 ergibt 42 l Schaum

(ungefähre Werte freigeschäumt im Pappkarton bei 20 °C) .

Nehmen wir einmal an, das Seitenteil hinter der Tür von einem Wagen mit nur einer seitlichen Tür – wie einem VW-Käfer oder Opel-Kadett A oder Ford 12 M – soll ausgeschäumt werden, Sie finden so auf unserer Skizze, wieviel Packungen von welcher Größe dort hineingehen.

Nehmen wir also an, es gehen dort 23 Liter hinein. Nimmt man die Packung 2 und 3, so hat man eine prachtische Ausbeute von 27 ltr. Schaum. Es wären also 4 ltr. zuviel. Diese 4 ltr. würden also in diesem Fall gegen die Innenverkleidung drücken und aus dem obersten Loch herausquellen. Deshalb muß die Innenverkleidung stets vorher abgenommen und, um Schaumspritzer auf den Sitzen zu vermeiden, das Polster herausgenommen werden.

Die für den Schaum angegebenen Werte beziehen sich auf eine Temperatur des Schaumes und des Karosseriebleches von 20 °C. Die für die Packungsgröße angegebene Schaummenge kann sich nämlich ändern. Die Schaumausbeute kann größer oder auch geringer sein. Sie ist abhängig von der Ausgangstemperatur des

Schaumes bei der Verschäumung und der Temperatur der Karosseriewandung.

Ist die Karosserietemperatur (Objekttemperatur) höher, so wird die Schaummenge etwas größer ausfallen, ist sie niedriger, so wird auch die Schaummenge stets etwas geringer sein.

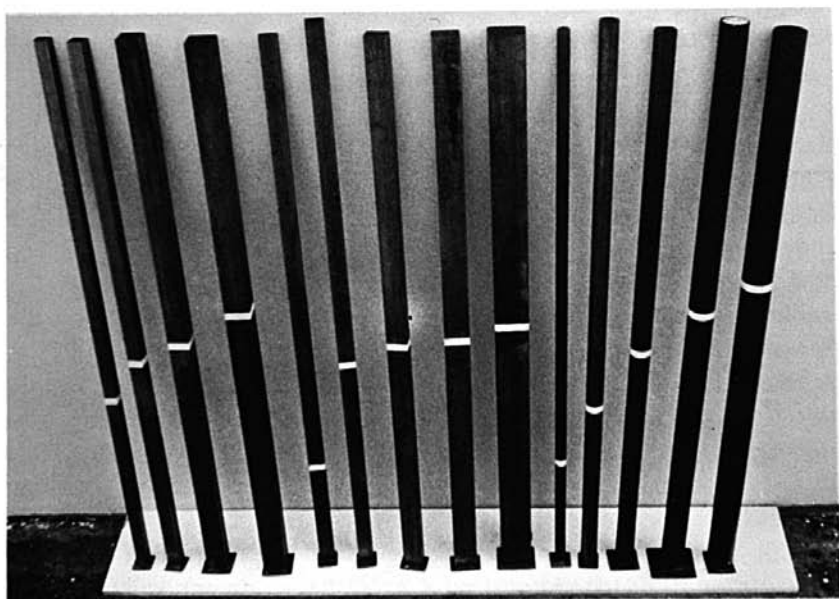
Ist die Ausgangstemperatur des noch flüssigen Schaumes in der Packung höher oder niedriger, so ergibt sich der gleiche Effekt noch einmal zusätzlich.

Da uns das Gefühl leicht täuschen kann, sollte man stets einen Blick auf das Thermometer werfen.

Bei dem Seitenteil des Fahrzeuges wird man zuerst die größere Flasche Nr. 3 schräg von oben nach unten einspritzen. Dieser 18 ltr. Schaum steigen dann in etwa 2 Minuten hoch. Dann wird man gleich anschließend die nächste Flasche daraufspritzen.

Der neue Schaum verbindet sich sofort einwandfrei mit dem ersten.

Welches Schaumvolumen bei welcher Temperatur?



Bei Profilen muß man doppelt oder dreifach überdosieren. Die weiße Markierung zeigt die hier im praktischen Versuch von uns ermittelte Schaumsteighöhe gegenüber der theoretischen (freigeschäumten) Menge bis zur vollen Steighöhe bis oben.

Nachstehend einige Profile, die wir in senkrechter und waagerechter Lage ausgeschäumt haben, mit Angabe des infolge der Reibung und Abkühlung an der Wandung erzielten verringerten Schaumvolumens.

Schaumausbeute bei verschiedenen Metallprofil-Querschnitten bei drei verschiedenen Temperaturen.

Profilgröße (mm)	HHR-Schaum A + B	Position des Profilrohres	Schaumausbeute in % bei:		
			16 °C	20 °C	25 °C
Quadratrohr					
30 × 30 × 1.500	23 g	senkrecht	31 %	36 %	41 %
35 × 35 × 1.500	38 g	senkrecht	34 %	44 %	49 %
40 × 40 × 1.500	54 g	senkrecht	40 %	48 %	48 %
50 × 50 × 1.500	89 g	senkrecht	45 %	48 %	60 %
60 × 60 × 1.500	139 g	senkrecht	51 %	54 %	65 %
Rundes Rohr					
22 ∅ × 1.500	9 g	senkrecht	22 %	22 %	22 %
38 ∅ × 1.500	38 g	senkrecht	34 %	34 %	34 %
44 ∅ × 1.500	54 g	senkrecht	45 %	45 %	45 %
52 ∅ × 1.500	89 g	senkrecht	48 %	53 %	53 %
64 ∅ × 1.500	139 g	senkrecht	54 %	58 %	58 %
Rechteckrohr					
40 × 20 × 1.500	15 g	senkrecht	17 %	21 %	21 %
40 × 30 × 1.500	38 g	senkrecht	34 %	43 %	43 %
50 × 35 × 1.500	64 g	senkrecht	39 %	47 %	52 %
60 × 45 × 1.500	94 g	senkrecht	41 %	48 %	53 %
80 × 50 × 1.500	139 g	senkrecht	43 %	51 %	51 %
Rechteckrohr					
40 × 20 × 1.500	15 g	waagrecht	28 %	28 %	33 %
40 × 30 × 1.500	38 g	waagrecht	34 %	43 %	43 %
50 × 35 × 1.500	64 g	waagrecht	43 %	47 %	50 %
60 × 45 × 1.500	94 g	waagrecht	45 %	53 %	53 %
80 × 50 × 1.500	139 g	waagrecht	46 %	51 %	54 %

Will man ein längliches Profil oder einen Schweller ausschäumen, so kann durch das Kriechen des Schaumes in der engen Röhre des Profils oder in einem Spalt so viel Treibkraft des Schaumes durch Reibung an der Wandung verloren gehen, daß man nicht nur 20–30 % sondern doppelt oder dreifach überdosieren muß, um ganz sicher zu sein, daß der Schaum das ganze Profil bis zum anderen Ende voll ausgefüllt hat. Ein Entlüftungsloch am anderen Ende ist unerläßlich, sonst kann der Schaum nicht bis ans Ende vordringen, denn ...

Wo ein Luftpolster ist, kann kein Schaum expandieren . . .

In Hohlräumen eingeschlossene Luft muß **nach oben** entweichen können, sonst steigt der Schaum nicht voll auf.

Wenn man nicht ganz sicher ist, ob die Luft entweichen kann, sollte man für alle Fälle ein 3–5-mm-Loch zur Entlüftung möglichst nahe dem höchsten Punkt des Hohlraumes bohren.

Dieses Loch ermöglicht später zugleich die Kontrolle, ob der Schaum vollends nach oben gestiegen ist. Waagerechte Schweller, z. B. unter der Tür, kann man nur von der Seite ausschäumen. Ein solcher Schweller muß immer in **einem** Arbeitsgang ausgeschäumt werden, um eine vollständige Ausschäumung zu erzielen. Eine Ausschäumung von oben nach unten in engen Kanälen führt zu Lufteinschlüssen und somit zu Fehlstellen.

Nur in genügend großen Hohlräumen zum Beispiel bei Seitenteilen und Türen kann man den Schaum aus der Spritzflasche von oben auf den Boden spritzen. Dann kann der Schaum von unten gleichmäßig hochsteigen, ohne daß es Lufteinschlüsse gibt.

Probleme beim Einbringen von Schaum in Hohlräume?

Jedermann weiß, daß es eine große Vielfalt verschiedener Autofabrikate und Typen gibt. Selbstverständlich haben die Hohlräume der Autos alle verschiedene Formen. Bei jedem Autotyp ergeben sich durch Formgebung und andere Konstruktionsbedingungen auch unterschiedliche Positionen der Hohlräume.

Wo sitzen überhaupt Hohlräume?

Soll man nur die Hohlräume ausschäumen, die festigkeitsmäßig eine Verbesserung bringen oder gleich alle, um dem Rost von innen jede Chance zu nehmen und zugleich den Phonzahlen zu Leibe zu rücken. Es drängen sich hier also sehr viele Fragen gleichzeitig auf.

Da trotz modellbedingter Unterschiede die **Konstruktionsprinzipien** aller Autos sehr ähnlich sind, kann diese Broschüre als allgemeine Anleitung gelten, die alle wesentlichen Hohlräume behandelt.

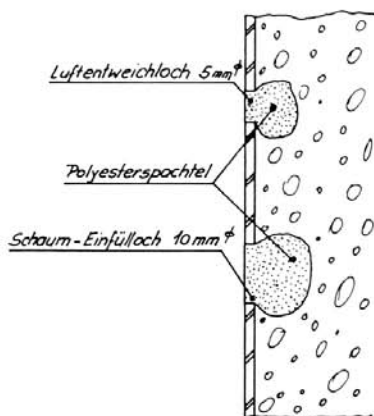
Mit unseren gebrauchsfertigen Handspritzflaschen kann man Hohlräume den jeweiligen Erfordernissen entsprechend, sowohl von oben, von unten, wie auch von der Seite befüllen. Man benötigt nur ein rundes Loch ab 10 mm Durchmesser. Auch größere Löcher sind geeignet, weil die Spritztülle auf der Flasche konisch von 9 auf 22 mm Durchmesser zuläuft.

Während der Aufschäumung sind etwaige Öffnungen des Innenbleches mit einem Stück sehr steifer Pappe, Hartfaserplatte oder Sperrholz abzudecken, damit der Schaum beim Aufsteigen nicht seitlich herausquellen kann.

Es ist vorteilhaft, die Abdeckung auf der Schaumseite zusätzlich mit Polyäthylenfolie zu bedecken, weil der Schaum auf Polyäthylenfolie nicht haftet. Wurde die Schaummenge etwas überdosiert, so beult die Hartfaserplatte leicht bauchig nach innen aus. Dies ist jedoch nicht schlimm, denn nach drei Minuten kann man den nach innen gequollenen Schaum mit einem Brotmesser abschneiden und die Fläche egalisieren. Mit grobem Schleifpapier erzielt man schnell eine glatte Fläche.

Einfülllöcher unsichtbar plombieren

Wenn man sauber arbeitet, so ist später von außen nichts zu sehen. Nach der Schaumfüllung entfernt man zuerst einmal den Grat um das Bohrloch. Hierzu dient entweder ein etwas größerer Bohrer oder Schleifpapier. Dann wird der Schaum durch die Bohrung innen etwas größer als das Loch ausgekratzt und eine kleine Menge Polyesterspachtel mit Härter vermischt. Schon 100 g genügen, um 10 Löcher zu plombieren. Mit einem Spachtel oder einem simplen Holzspatel wird jetzt das Loch ausgefüllt und glatt-



gestrichen. Dabei bleibt es nicht aus, daß die Umgebung des Loches mit Spachtelmasse verschmiert wird. Sehr einfach zum Reinigen ist jetzt ein Lappen mit Reinigungsmittel C, mit dem man überstehende Spachtelmasse mühelos in Sekundenschnelle durch einfaches Überwischen entfernt. Dieses muß innerhalb der nächsten vier Minuten geschehen, bevor die Masse erhärtet. Verpaßt man diesen Zeitpunkt, muß man schleifen und riskiert dabei, daß der Lack in der weiten Umgebung der Bohrung verkratzt wird. Deshalb bei dieser Arbeit einen Lappen mit Lösungsmittel bereithalten und den Spachteltropfen sofort damit glätten.

Zum Schluß ein Tropfen Tupflack, und nichts ist mehr zu sehen.

Die Autotür wird ausgeschäumt

Die Seitenscheibe der Autotür sollte sich wenigstens zur Hälfte noch öffnen lassen.

Diese Forderung werden heute fast alle Autofahrer noch stellen. Somit verbleibt immerhin die Möglichkeit, das untere Drittel oder

sogar die Hälfte der Tür auszuschäumen. Es genügt ja eigentlich auch, wenn man die Scheibe noch 10 bis 20 cm öffnen kann. Wir haben auch teilweise ausgeschäumte Türen auf Knickfestigkeit getestet. Das Ergebnis war folgendes:

1. VW-Käfer-Tür **nicht** ausgeschäumt:
knickt ein bei einer Last von 330 kg.
2. VW-Käfer-Tür im unteren Drittel ausgeschäumt:
knickt ein bei 450 kg.
3. VW-Käfer-Tür zur Hälfte ausgeschäumt:
knickt ein bei einer Last von 480 kg.

Die Festigkeit steigt somit

bei $\frac{1}{3}$ Ausschäumung auf 135 %

bei $\frac{1}{2}$ Ausschäumung auf 145 %

bei voller Ausschäumung auf 175 % = 580 kg.

Der relativ geringe Festigkeitszuwachs bei einer ausgeschäumten Tür mit großen Öffnungen in der inneren Türschale (wie z. B. beim VW-Käfer) ist durchaus erklärlich. Hier kann die Sandwichbauweise nur sehr bedingt zur Geltung kommen, da eine Deckschicht nur unvollständig vorhanden ist. Diese Tür wird fast nur um die Festigkeit des reinen Schaums versteift.

Unsere Überlegungen gehen in diesem Falle dahin, für solche Türen in Zukunft schwerere Schäume einzusetzen. Entsprechende Messungen haben folgendes ergeben:

VW-Tür, jeweils $\frac{1}{2}$ ausgeschäumt mit:

- a) 28 kg/m³ Schaum knickt bei 480 kg Belastung
- b) 95 kg/m³ Schaum knickt bei 580 kg Belastung
- c) 150 kg/m³ Schaum knickt bei 630 kg Belastung

Bei Türen mit weniger Öffnungen auf der Innenseite (z. B. Ford) ergaben sich mit HHR-Schaum (Raumgewicht 28 kg/m³) folgende Werte:

1. Ford-Tür nicht ausgeschäumt:
knickt ein bei einer Last von 480 kg.
2. Ford-Tür im unteren Drittel ausgeschäumt:
knickt ein bei 780 kg.
3. Ford-Tür zur Hälfte ausgeschäumt:
knickt ein bei 985 kg.
4. Ford-Tür bis 10 cm unter Oberkante (= voll) ausgeschäumt:
knickt ein bei 1280 kg.

Die Festigkeit der halbausgeschäumten Tür steigt bei dieser Türbauart also auf 205 % der Festigkeit von einer leeren Tür.

Türen voll ausschäumen?

Seitenfenster sind eigentlich nicht als geeignete Notausstiege anzusehen.

Und so steht eigentlich dem höheren Ausschäumen von Türen nichts entgegen.

Die Straßenverkehrsordnung macht in diesem Punkt keinerlei Vorschriften. Andererseits sitzt man dort und hat somit Anspruch auf Schutz. Es erscheint fraglich, daß, wenn die Türen nach einem Unfall nicht mehr aufgehen, der Kurbelapparat noch funktionieren wird. Die Scheibe ist also dann auch nicht mehr herunterkurbelbar. Zur Belüftung des Innenraumes reicht meist das Dreieckfenster oder das Schiebedach und die sonstige eingebaute Belüftung aus. Somit sollte im Handschuhkasten ein spitzer Hammer liegen, um die Scheiben zerschlagen zu können.

Will man zugunsten der höheren Festigkeit der Tür auf das völlige Herunterkurbeln der Scheiben verzichten, so kann man auch den Hohlraum der Tür vollständig ausschäumen.

Selbst wenn man sich hierzu nicht entschließen kann, bringt die teilweise Ausschäumung gerade dort einen größeren Schutz, wo eventuell bei einem Quersammenstoß die massiven Teile (Stoßstange, Achse etc.) des rammenden Fahrzeuges auftreffen.

Problemlos voll ausschäumen lassen sich Türen mit Kipp- und Schiebefenstern, die meist ohnehin sehr schmalbrüstig sind und durch das Ausschäumen einen begrüßenswerten Festigkeitszuwachs verbuchen können.

Wir empfehlen bei Türen mit Kurbelfenstern die Ausschäumung bis zur halben Höhe der Tür vorzunehmen. Dann kann man die Scheibe immer noch 30 cm herunterdrehen, was ja voll ausreicht.

Was geschieht mit in die Tür eindringendem Wasser?

Bei teilweise ausgeschäumten Türen ist die Schwitzwasserbildung im nicht ausgeschäumten Bereich selbstverständlich nicht unterbunden. Es kann auch unter ungünstigen Umständen einmal Regenwasser eindringen. Deshalb dürfen beim teilweisen Ausschäumen auf keinen Fall die Wasserabläufächer vergessen werden. Wir haben diesen Punkt wie folgt gelöst:

Angeschnittene Schaumoberfläche beschichten!

Wir empfehlen außerdem, die angeschnittene Schaumoberfläche in den Türen zu versiegeln, damit das Wasser glatt abfließen kann. Die Feuchtigkeit in der Tür durch Regen oder Schwitzwasser soll möglichst schnell wieder heraus. Je länger sie dort bleibt, desto mehr Schaden kann sie anrichten. Da die angeschnittene Schaumoberfläche porig ist, ist eine Versiegelung in jedem Fall von Vorteil. Für die Versiegelung bewährt sich unser Polyurethan-Werkstoff K 6 T. Es handelt sich hierbei um einen gummi-elastischen und lösungsmittelfreies Material auf der gleichen Basis wie der PU-Schaum. Diese Beschichtung greift den Schaum nicht an. Das Beschichtungsmaterial K 6 T wird mit einem Heizkörperpinsel dick aufgetragen. Es bleibt nach der Härtung gummi-elastisch. Will man besonders sorgfältig arbeiten, so empfiehlt es sich, das verbliebene Türblech ebenfalls damit einzupinseln. Diese Dickbeschichtung in etwa 0,2 mm Schichtstärke haftet ausgezeichnet und

schützt das Blech von innen gegen weitere Rostung. In unseren Schaumpackungssätzen ist stets ein Gebinde FLEXOVOSS K 6 T für diese Beschichtung enthalten. Diese Zweikomponenten-Beschichtungsmasse kann man 20 Minuten nach dem Vermischen verpinseln, dann wird sie gummiartig. Die Masse ist hinsichtlich der Verarbeitungstemperaturen kritisch. Sie härtet im Bereich von 0° bis 40 °C — gründliches Vermischen vorausgesetzt — immer einwandfrei aus.

Warum sollte auch der Kofferraum seitlich ausgefüllt werden?

In vielen Autos ist auf einer Seite des Kofferraumes der Reservereifen stehend untergebracht. Wenn man ihn dort wegnimmt und im Kofferraum selbst befestigt, kann man beidseitig den Kofferraum ca. 15 cm tief ausschäumen.

Die Ausschäumung in diesem Bereich hat den Vorteil, daß man zwei Stoßaufnahmebalken aus Schaum erhält, die bis zum Fahrzeugheck reichen und bei einem Aufprall von senkrecht hinten, schräge von hinten wie auch seitlich hinten die Stoßenergie aufnehmen sowie großflächig die Kräfte in die Karosserie einleiten. Will man den Reservereifenplatz nicht für die Sicherheit opfern, so

verbleibt immerhin die Möglichkeit, diesen passend mit einzuschäumen, indem man ihn vorher in eine Polyäthylenfolie einhüllt und dann zumindest die verbleibende Distanz zwischen der Polyfolie und der Karosserie-Außenwand mit Schaum ausfüllt. Bei vielen Fahrzeugtypen sind das infolge Wölbung der Außenhaut doch immer noch 5—10 cm Schaumpolster. Bei neueren Fordtypen sind übrigens zwei seitliche Taschen im Kofferraum werksseitig ausgeschäumt.

Im Kofferraum selbst wird man es oftmals nicht so angenehm empfinden, wenn der hellbraune Schaum offen sichtbar ist. Hinzu kommt, daß er beim Be- und Entladen des Kofferraumes auch leicht oberflächlich beschädigt wird. Aus diesem Grunde kann man ihn mit K 6 T hellgrau beschichten. Man kann ihn zur optischen Aufwertung auch mit gewöhnlicher schwarzer Binderfarbe, notfalls sogar mit schnelltrocknendem Kunstharz- oder Nitrolack streichen.

Noch besser ist es aber, dicke braune oder schwarze Pappe oder 4 mm starke Hartfaserplatte passend als Schalung für die Ausschäumung zurechtzuschneiden und diese Platte als verlorene Schalung im Kofferraum zu belassen. Der Schaum steigt an dieser Schalung hoch und verbindet sich fest mit ihr. Während des Aufsteigens des Schaumes muß diese Schalung mit Brettern und Leisten gut abgesteift werden, damit sie nicht nach innen ausbeult. Beim Aufsteigen des Schaumes wälzt sich der Schaum nämlich an der Wandung entlang und entwickelt dabei automatisch einen Seitendruck, der alleine von Hand bei einer so großen Fläche nicht zu halten ist. Will man später die Schalung wieder abnehmen, so könnte man sie vorher mit Trennmittel für Schaum Type APW einstreichen. Einfacher ist es aber, die Schalung vorher mit einer Polyäthylenfolie zu umhüllen, auf der der Schaum nicht haftet. Nach der Härtung nimmt man zuerst die Schalung ab und zieht dann die Folie ab.

Von der Sicherheitsseite gedacht wäre es natürlich noch besser, bei einem Karosseriebau ein passendes Stück Karosserieblech dort einpassen zu lassen und mit der Karosserie zu verschweißen oder mit einem Punktschweißgerät anzuheften, bevor man hier ausschäumt. Man hätte dann wieder den gewünschten Sandwich-effekt, der in der Lage ist, durch die beidseitige Blechabdeckung des Schaumes, verglichen mit einer nur aus Pappe bestehenden Abdeckung, sehr viel größere Kräfte aufzunehmen.

Ausschäumung unter dem Vorderkotflügel?

Natürlich, auch hier ergeben sich Vorteile. Jedoch sind hierbei vorweg einige wichtige Punkte zu beachten:

Der Reifen muß vom Schaum stets einen genügend großen Abstand behalten. Dieser Abstand sollte nicht geringer sein, als der Radkastenabstand bei den Hinterrädern. Es ist äußerst wichtig, daß der Luftraum um den Reifen genügend groß ist, damit der Reifen gut von Luft umströmt und somit gekühlt wird.

Die Kühlung des Reifens ist lebenswichtig.

Außerdem muß bei vollem Lenkeinschlag rechts und links Platz genug für eine Schneekette verbleiben. Auch die Durchfederung muß stets mitgerechnet werden.



Mit einem Stück Holz und Wellpappe wird hier eine Abstützung am Reifen gebaut, damit man hier alles ausschäumen kann. Wo es zuviel wurde, kann man es nachher mit dem Messer ausschneiden. Zum Schluß wird bei vollem Einschlag des Steuers rechts und links die volle Durchfederung kontrolliert.

Unter Berücksichtigung dieser Punkte verbleibt bei verschiedenen Typen trotzdem die Möglichkeit, den Vorderkotflügel vorn, also den Bereich des Scheinwerfertopfes, einen Teilbereich oberhalb der Räder und im Hohlraum hinter den Rädern bis zum Fahrgastraum auszuschäumen. Es ist denkbar, daß wir später für diesen Zweck passende Schablonen aus Blech oder Kunststoff liefern werden, die man nur unterklemmt, um diese Hohlräume dann durch eine Öffnung vollzuschäumen. Im Bereich des Vorderkotflügels muß der unvermeidliche Steinschlag beim Befahren von Splitstraßen usw. berücksichtigt werden. Sonst würde der Schaum ja durch den Split ausgewaschen werden. Er benötigt also hier eine genügend widerstandsfähige Abdeckung, um diesem Steinschlag auch für die Lebensdauer des Kraftfahrzeuges standhalten zu können. Da im Moment die passenden Blech- oder Kunststoffteile

noch nicht zur Verfügung stehen, bietet sich folgende Möglichkeit hierzu an:

- A) 1. Verspachtelung der Schaumoberfläche mit Polyesterspachtelmasse. Auftragsdicke ca. 2 mm.
2. Anschließend Auftapezierung einer Lage Glasseidenmatte mit Polyester-KR-Harz. Die Glasseidenmatte wird dabei etwas größer zugeschnitten, damit sie jenseits des Schaumrandes etwa 1–2 cm weit auf dem Blech haftet.
- B) Beschichtung des Schaumes mit K 6 T ca. 2 mm dick. K 6 T haftet wie der Schaum ebenfalls auf bituminösen Untergründen, ohne daß angeschliffen werden muß.

Im Prinzip muß zur Ausschäumung unter dem Vorderkotflügel das gleiche gesagt werden, wie beim Kofferraum: Es ist wünschenswert und auf jeden Fall von Vorteil, den gesamten Bereich, wo irgend möglich, von der Fahrgastzelle bis zum Scheinwerfertopf voll auszuschaäumen. Bei einem Aufprall von vorne auf die ausgeschäumten Partien, schräg von vorne oder seitlich auf diese Partien, wird die Stoßenergie (Verformungsarbeit) vom Schaum zum Teil bereits von Beginn an verzehrt und zum weiteren Teil großflächig auf die anderen Karosserieteile eingeleitet, so daß die Abbremsung langsamer erfolgt (Vorteil für die Insassen) und außerdem wird der Schaden selbst dabei wesentlich kleiner gehalten.

Die Ausschäumung im Bereich des Vorderkotflügels verhindert gleichzeitig die Rostbildung an diesen gefährdeten Stellen, die ja jedem bekannt sind.

Wird eine spätere Reparatur durch Schaumstoff erschwert?

Es gibt drei verschiedene Reparaturgründe:

1. Austausch von Karosserieteilen wegen Durchrostung
2. Austausch von Karosserieteilen wegen Totalbeschädigung
3. Ausbeulen von Karosserieteilen bei Teilbeschädigung

Da das Ausschäumen, wie unsere Tests erwiesen haben, den Rost bannt und Unfallschäden geringer hält, ergibt sich auch im Hinblick auf Reparaturen und die daraus entstehenden Kosten der Pluspunkt für das Ausschäumen der Hohlräume.

Die Durchrostung wird durch Schaumfüllung, soweit die Korrosion von innen daran beteiligt ist, vermieden.

Der Austausch von total beschädigten Karosserieteilen wird durch den Schaum nicht erschwert.

Wenn es notwendig ist, läßt sich der Schaum mit einem Messer – wie Brot – herausschneiden bzw. mit einem Metallspachtel oder Meißel herauskratzen. Eingebeulte Karosserieteile, die schaumversteift sind, haben wesentlich geringere Schäden.

Kleinere Einbeulungen werden heute nicht mehr ausgebeult, sondern von außen mit Polyester-Spachtelmasse ausgefüllt. Das geht viel schneller und wird für den Kunden durch die eingesparte Zeit viel billiger. Einbeulungen oder Kratzer bis zu 2 cm Tiefe werden ausgespachtelt. Das ist handwerklich durchaus zu vertreten. Solche Arbeiten werden inzwischen seit 10 Jahren mit besten Erfolgen nach dieser Reparaturmethode durchgeführt.

Bei vielen kleineren Schäden erübrigt sich also das Ausbeulen. Wenn jedoch eine Beule herausgeschlagen werden muß, bedeutet die Entfernung des Schaumes, der seine Schutzfunktion beim Unfall erfüllt hat, keinerlei Schwierigkeiten. In weniger als einer Viertelstunde ist er an der Reparaturstelle mit einem Schaber, Spachtel oder Sägeblatt entfernt.

Zudem ist die spätere Reparaturmöglichkeit in jedem Falle zweitrangig. Sie hat sich der Sicherheit unterzuordnen.

Das Heraustrennen von Teilen mit dem Knabber, dem Preßluftmeißel oder der Trennscheibe wird durch die Schaumfüllung nicht behindert, sondern sogar noch etwas erleichtert. Müssen dann neue Blechteile mit dem Punktschweißgerät wieder angeschweißt werden, so braucht man auf den Schaum im Untergrund keine Rücksicht zu nehmen. Die Elektroden drücken von oben und bringen das Blech darunter nur für einen Zeitraum von einer Sekunde zum Glühen. Der Schaum darunter kann nicht entflammen, da hierzu der Sauerstoff nicht herankommen kann. Außerdem ist ISOVOSS-HHR-Schaum selbstverlöschend eingestellt.

Muß autogen geschweißt werden, so soll der Schaum im Bereich der Schweißstelle ringsum etwa 20 cm weit entfernt werden. Falls der Schaum mit einem nassen Lappen oder noch besser mit nassen Asbestfasern abgedeckt wird, so reicht oft sogar eine Entfer-

nung des Schaumes im Umkreis von etwa 10 cm um die Schweißstelle. Die Absicherung gegen den Schweißbrenner soll natürlich ebenso sorgfältig erfolgen, wie man auch andere Teile – wie Stoffe oder Polster – schützt.

Die Neuausschäumung der ausgetauschten Karosserieteile erfolgt nach Beendigung der Karosseriearbeiten.

Sanieren angerosteter Karosserien mit Schaum

Wer ein schon älteres Fahrzeug besitzt, hat sicher schon hier und dort kleine bräunliche Verfärbungen im Lack oder sogar stecknadelkopfgroße Rostpickel entdeckt. Meist traut man sich schon gar nicht, mit dem Fingernagel daran zu kratzen. Die volle Wirklichkeit enthüllt der Schraubenziehertest.

Der Schraubenzieher zeigt die Wahrheit

Den Grad der Durchrostung kann man ohne größere Lackschäden zu verursachen mit einem Kreuzschlitz-Schraubenzieher feststellen. Setzt man eine Spitze auf einen Rostpickel auf, genügt oft nur ein geringer Druck in der Größenordnung von einem Kilogramm, und die Spitze dringt durch das geschwächte, oft nur noch hauchdünne Blech. Oft sind 90 % der ursprünglichen Blechstärke von innen heraus bereits vom Rost aufgezehrt, der Rest ist eine Frage von wenigen Wochen. Bei einem ausgeschäumten Hohlraum kann so etwas nicht passieren. Doch was tun, wenn es nun schon soweit gekommen ist? In vielen Fällen ist die Lage keineswegs hoffnungslos, denn mit modernen Kunststoffen kann man sich auch hier helfen.

Die Polyester-Glasseide-Reparatur

Sofern es sich um nichttragende Teile handelt, klebt man einen Flicken aus Glasseide und KR-Harz über das Rostloch. Das hält dann länger als die ganze Karosserie. Ein solcher Flicker ergibt eine Schichtstärke von etwa 1 mm.

Er wird überspachtelt – und ist dann nicht mehr zu sehen. Und das wichtigste – eine solche Reparatur hält wirklich.

Wir haben derartige Reparaturstellen inzwischen seit 10 Jahren in Beobachtung. Voraussetzung für eine erfolgreiche Arbeit ist, daß

natürlich sorgfältig und handwerklich einwandfrei gearbeitet wird. Der Untergrund wird im größeren Umkreis der Durchrostung angeschmirgelt. Der Flicker aus Glasseide muß so groß gewählt werden, daß er ringsum auf dem noch gesunden Blech ca. 5 cm Auflage findet. Das Polyester-KR-Harz bleibt nach der Härterzugabe fünf Minuten flüssig, dann geliert es schlagartig – 15 Minuten später kann man bereits überschleifen und nachspachteln.

Tragende Teile dürfen jedoch nicht auf diese Weise repariert werden. Das führt unweigerlich zu einer Beanstandung seitens des TÜV. Mit einem Magneten ist ein auf diese Weise repariertes Loch leicht feststellbar. Im Interesse Ihrer eigenen Sicherheit, sollten Sie diese Auffassung der TÜV-Prüfer anerkennen.

Welches sind nun aber tragende Teile und welche haben keine tragende Funktion? Im Zeichen der sogenannten selbsttragenden Karosserie übernimmt heute jede Karosserie zu einem gewissen Teil Kräfte.

Aber diese Kräfte sind weitgehend aussteifender Natur. Primär tragende Teile sind hauptsächlich Bodengruppen, Schweller, Holme usw.

Ist man im Zweifel, ob ein Teil tragend ist oder nicht, sollte man einen Fachmann fragen. Der größte Teil der Durchrostschäden entfällt auf Karosserieteile, deren kritische Stellen jeder Autofahrer aus leidvoller Erfahrung kennt. Somit ist ihre Beseitigung oft nur eine sogenannte Schönheitsreparatur. Damit aber die Weiterrostung der auf diese Weise reparierten Stellen von innen verhindert wird, sollte man auch bei älteren Fahrzeugen diese Hohlräume ausschäumen. Die Karosserie gewinnt dadurch an Festigkeit und wird zusätzlich ausgesteift.

Vor dem Aufkleben des Glasseide-Flickens ausschäumen oder nachher?

Mitunter ergeben sich beide Möglichkeiten.

Oft ist das Rostloch jedoch so groß wie eine Zigarettenschachtel oder befindet sich auf einer Rundung. Dann müßte man mit dem Glasseideflicken in diesem Bereich gleichsam in der Luft arbeiten. Das ist sehr schwierig, weil man die Glasseide mit Harz tränken und mit dem Pinsel andrücken muß.

Außerdem sind die Luftblasen auszutupfen, die man aber auch mit einem Fellroller auswalzen kann. Dazu bewährt sich ein kleiner Heizkörperfellroller. In beiden Fällen benötigt man jedoch einen gewissen Gegendruck oder eine entsprechende Auflage. Schwebt jedoch die Glasseide im Bereich des Loches in der Luft, so fällt sie nach innen ein. Es ist also besser, bei großen Löchern den dahinterliegenden Hohlraum **vorher** auszuschäumen. Dabei wird unvermeidlich etwas Schaum nach außen quellen. Er wird mit dem Messer abgeschnitten. Dann wird mit Schleifpapier die Kontur der Karosserie nachgeformt. Hartschaum schleift sich sehr gut.

Bei ebenen Teilen und bei mehrfach durchgerosteten Karosseriehöhlräumen sollten die offenen Roststellen mit Polyäthylenfolie und Tesafilm von außen zugeklebt werden, damit der flüssige Schaum nicht auslaufen kann. Bei der Expansion des Schaumes wird die Folie sich selbstverständlich etwas nach außen wölben. Dies ist jedoch nicht tragisch, da man entweder nach obigem Rezept durch Beschneiden und Schleifen die gewünschte Kontur erreichen kann oder der Ausbeulung durch Gegenhalten eines Brettes von außen vorbeugt. Derartige Stützmaßnahmen sind auch empfehlenswert, wenn eine größere Fläche vom Rost geschwächt ist und Gefahr besteht, daß der Schaumdruck das dünn gewordene Blech wölbt.

Für die nun folgende Beschichtung mit Polyester und Glasseidenmatte wird nun die Schadensstelle wie folgt vorbereitet:

Man nimmt eine geringe Menge Polyester-Spachtelmasse und überspachtelt den Schaum und das angeschmigelte Blech in einer Schichtstärke von etwa 0,5–1 mm. Nach erneutem schwachen überschleifen wird der Flicker aus Glasseidenmatte mit Polyester-KR-Harz mit Hilfe eines Pinsels aufgetupft. Zuvor wird jedoch der Untergrund einmal mit Harz eingestrichen, dann die Glasseidenmatte aufgelegt und dann wieder mit dem Pinsel Harz von oben nachgetupft, bis die Glasseidenmatte gleichmäßig getränkt ist. Tupfen ist hierbei besser als Streichen. Die dünne Zwischenschicht aus Spachtelmasse ist sowohl für die Haftung auf Schaum, wie auch für die Haftung auf **gut angeschmigeltem** Blech stets von Vorteil. Um eine handwerklich solide und einwandfreie Reparatur zu gewährleisten, schreiben wir diese Spachtelschicht zwingend vor.

Fragen - Antworten

Kunde:

„Ich habe gerade gehört, Sie haben jetzt etwas Neues, mit dem man die Hohlräume eines Pkw's ausfüllt.“

Kundenberater der VOSSCHEMIE:

„Ja, wir haben in Versuchen mit Polyurethan-Hartschaum phantastisch gute Ergebnisse erzielt – und zwar

1. Hohlraumversteifung (bei einem Unfall)
2. absoluter Dauerrostschutz
3. Herabsetzung der Phonzahlen, teilweise bis 40 %
4. Reduzierung des Schadens bei einem Unfall.“

Kunde:

„Wie bringt man den Schaum in die Hohlräume? Kann man das selber?“

Kundenberater der VOSSCHEMIE:

„Das Ausschäumen ist so einfach, daß Sie es selbst machen können. Wir haben dafür gebrauchsfertige Schüttelflaschen, die mit einer konischen Spritztülle versehen sind, so daß Sie die Flasche nur in das Loch hineinzudrücken brauchen, und nach einer Minute ist der jeweilige Einspritzvorgang beendet.“

Frage:

„Bringt das nicht viel zusätzliches Gewicht?“

Antwort:

„Für einen Mittelklassewagen etwa 7–9 kg! Man kann dieses zusätzliche Gewicht somit praktisch vernachlässigen. Oft fährt man weit mehr totes Gewicht im Kofferraum spazieren!“

Frage:

„Wie teuer wird das Ganze?“

Antwort:

„Je nach Wagentyp ca. DM 150,- bis DM 350,-, wenn Sie es selbst machen.“

Frage:

„Und wenn ich damit in eine Karosseriewerkstatt gehe?“

Antwort:

„Ich schätze, daß Sie dann ca. DM 100,- mehr bezahlen werden.“

Frage:

„Muß man da noch viele Löcher ins Auto bohren, um den Schaum einzubringen?“

Antwort:

„Bei unserem VW-Käfer haben wir nur ein einziges Loch von 10 mm bohren müssen, alle anderen Löcher waren schon vorhanden, z. B. dort, wo später die Sicherheitsgurte angeschraubt werden sollen. Falls Bohrungen erforderlich sind, werden diese unter der abgenommenen Verkleidung gebohrt und sind nachher nicht zu sehen.“

Frage:

„Macht der Schaum das Auto auch leiser?“

Antwort:

„Wir haben bei unserem Käfer vom TÜV in Hamburg eine Innengeräusch-Messung vornehmen lassen, einmal vor und dann nach dem Ausschäumen. Bei einer Frequenz von 16.000 Herz hatten wir vorher 25 Dezibel und nachher nur noch 22 Dezibel, das entspricht umgerechnet einer Schalldruckminderung um 30 % in diesem Frequenzbereich und wirkt sich auf die Insassen besonders positiv aus, weil besonders die höheren Töne stören. Nach Aussagen der Prüfer und aller Leute, die den ausgeschäumten Käfer bisher gefahren haben, ist der Käfer im Geräuschpegel jetzt einem VW 411 ebenbürtig.“

Frage:

„Das sind ja wirklich gute Ergebnisse. Sagen Sie mal, bringt denn die Austeifung des Hohlraumes wirklich soviel an Festigkeit?“

Antwort:

„Unsere Meßergebnisse sind tatsächlich so gut, daß man davon begeistert sein kann. Wir haben vier verschiedene Versuchsreihen, mit äußerlich noch einwandfreien Autos vom Schrottfriedhof wie auch mit einzelnen Neuteilen durchgeführt.“ Wir haben immer die Hohlräume des Autos auf einer Seite ausgeschäumt und auf der anderen Seite nicht. Dann haben wir auf vier verschiedene Arten einen Aufprall simuliert.

Wir haben an einem Gerüst von 5 m Höhe eine Kugel an einem Seil aufgehängt, Gewicht 25 kg. Diese Kugel haben wir seitlich aus 2 m Höhe mit 23 km/h auf die Karosserie aufdonnern lassen. Auf der schaumgefüllten Seite war die Vertiefung 32 mm ohne Verziehen des anliegenden Bleches, dagegen auf der nicht ausgeschäumten Seite maß die Vertiefung 64 mm. Zusätzlich war hier der ganze Kotflügel verzogen, so daß man ihn austauschen mußte. Beim hinterschäumen Kotflügel konnte man dagegen die Beule von außen mit einem halben Kilogramm Polyester-Spachtelmasse wieder ausfüllen und verspachteln.“

Frage:

„Was haben Sie noch probiert?“

Antwort:

„Wir haben an unserem Gabelstapler ein senkrechtes Rohr montiert und haben das Auto ohne Anlauf aus dem Stand 1 m auf die Seite geschoben. Auf der Seite mit Schaumunterfüllung gab es eine Delle senkrecht von 6 mm Tiefe, die mit 100 g Spachtelmasse wieder glatt gemacht wurde. Aber auf der anderen Seite ohne Schaum wurde das Seitenteil 4 cm tief nach innen gedrückt und der gesamte Umkreis eingebault.“

Frage:

„Wie sieht das kostenmäßig aus, haben Sie eine Werkstatt dazu gefragt?“

Antwort:

„Ja – wir haben den Meister des örtlichen Ford-Vertragshändlers hier einen Kostenanschlag machen lassen. Auf der einen Seite belief sich die Reparatur inklusive Lackierung des Seitenteils des Ford 12 M auf DM 216,— und auf der anderen Seite auf insgesamt DM 734,—.“

Frage:

„Das sind ja 500,— DM Unterschied – das ist ja wirklich enorm!“

Antwort:

„Ja, man sieht also, daß sich das schon finanziell selbst bei so einem kleinen Unfall, wirklich lohnt, aber die Hauptsache ist ja viel viel wichtiger: In einem ausgeschäumten Auto sind die Insassen wesentlich besser gegen einen seitlichen Aufprall geschützt und aus dieser Sicht gesehen, steht der finanzielle Aufwand in keinem Verhältnis zu dem Mehrgewinn an Sicherheit.“

Frage:

„Könnten Sie das näher erläutern?“

Antwort:

„Bei einem Unfall soll die Karosserie die Aufprallenergie verzehren, ohne daß der Innenraum, die Zelle, eingedrückt wird. Das wird von allen Fachleuten gefordert. Falls man also schräg von vorne, von der Seite oder schräg von hinten gerammt wird, soll die Aufprallenergie von der Karosserie aufgezehrt oder durch Abweisen verringert werden. Wir haben durch ganz einfache Meßmethoden beweisen können, daß eine ausgeschäumte Seitenwand das Dreifache an Kraft aufnimmt, bevor sie eingedrückt wird, wie ohne Ausschäumung.“

Frage:

„Wie haben Sie das gemessen?“

Antwort:

„Wir haben uns an verschiedenen Autotypen je 2 Türen besorgt und jeweils die eine ausgeschäumt und die andere nicht. Dann haben wir jeweils eine Tür auf zwei Böcke gelegt und haben die Tür in der Mitte belastet, bis sie einknickte. Die eine Tür – ohne Schaum – knickte bei 470 kg ein. Die andere Tür – mit Schaum – knickte bei 1.450 kg ein. Die Kraftaufnahme ist somit dreifach höher.“

Frage:

„Wie könnte sich das in der Praxis bei einem Unfall auswirken?“

Antwort:

„Im wesentlichen bedeutet das, daß das Fahrzeug, in dem ich sitze, einfach auf die Seite geschoben wird und mir nichts passiert, während im anderen Fall z. B. die Stoßstange eines Lkw's vielleicht bis 1 m in die Karosserie hineingedrückt und der Stoß direkt auf die Körperteile der Insassen geht.“

Frage:

„Kann eine steifere Wand auch nachteilig sein, weil sie vielleicht zu hart ist?“

Antwort:

„Nach unseren bisherigen Erfahrungen und Versuchsergebnissen wird im Gegenteil eine steifere Wandung einen Abgleiteffekt bei schrägem Aufprall hervorrufen. Dieses Abgleiten ist stets von großem Vorteil und wird von allen Auto-konstrukteuren angestrebt. Es ist stets vorteilhafter als Einbeulung mit Verhakung und die dabei stattfindende schlagartige Abbremsung. Denken Sie an den Zweitaufprall der Insassen auf die Innenwand, der der eigentlichen Karambolage folgt. Ein Teil der Aufprallenergie wird durch das Abgleiten unschädlich gemacht, ein weiterer durch den Schaum gesteuert absorbiert.“

Frage:

„Wie ist das jetzt bei einem Brand, der Schaum brennt doch?“

Antwort:

„Wenn das Auto zu brennen anfängt, so brennt zunächst einmal neben Lackierung und vielen anderen brennbaren Teilen die Innenverkleidung und die Polsterung. Erst wenn die Verkleidung durchgebrannt ist, kann der Schaum brennen. In diesem Fall ist aber der Totalschaden des Wagens schon vorher sicher. Ein Feuer würde ziemlich Zeit benötigen, bis es sich zum abgedeckten Hohlraumschaum hindurchgefressen hat.“

Unsere Schaumtype HHR, die für diesen Zweck eingesetzt wird, ist entsprechend US-Norm ASTM D 1692–59 T selbstverlöschend eingestellt. Bei einer Reparatur mit Schweißarbeiten kratzt man den Schaum mit einem Farbkratzer vorher heraus und schäumt den Hohlraum später wieder voll."

Frage:

„Wieso sprechen Sie von Dauerrostschutz?“

Antwort:

„Die meisten Hohlräume rosten von innen, und zwar durch Schwitzwasserbildung bei Temperaturveränderungen. Unser Schaum verbindet sich mit dem Blech und bildet dort auf dem Blech oder dem Innenlack eine dichte Haut. Die Zellen des Schaumes sind geschlossenporig. Zudem sind alle Zellen mit völlig neutralem, unbrennbarem Schaum gefüllt, so daß sich keinerlei Schwitzwasser bilden kann und der Luftsauerstoff ebenfalls keinen Zutritt hat.“

Frage:

„Mein Fahrzeug ist schon 4 Jahre alt und hat somit von innen sicherlich bereits Rost angesetzt. Kann man diese Hohlräume auch jetzt noch ausschäumen oder rostet es zwischen Schaum und Blech immer weiter?“

Antwort:

„Wir haben diesen Sachverhalt untersucht und festgestellt, daß es in jedem Fall auch bei einem älteren Fahrzeug noch lohnt, die Hohlräume auszuschäumen. Nach unseren Beobachtungen ist die Weiterrostung über einen Zeitraum von 4 Jahren bei einem alten Fahrzeug nach dem Ausschäumen fast stehengeblieben.“

Frage:

„Was ist frei geschäumt?“

Antwort:

Das ist die Schaummenge, die sich ergibt, wenn der flüssige Schaum ohne jegliche Behinderung seitlich oder oben sich frei ausdehnen kann.

Frage:

„Beim Studium Ihrer Tabelle in diesem Buch über die verschiedenen Metallprofil-Querschnitte bei den verschiedenen Temperaturen stoße ich auf einige Unregelmäßigkeiten, die von einer Gesetzmäßigkeit abzuweichen scheinen. Wie erklären Sie sich das?“

Antwort:

Es handelt sich hierbei um Ergebnisse von jeweils zwei Messungen und nicht aus einer langen Versuchsreihe, die lediglich einige Hinweise vermitteln soll, damit für die praktische Arbeit ein Anhalt besteht.

Frage:

„Eines ist mir noch unklar: Die Scheiben in den Türen muß man doch herunterkurbeln können. Wie macht man es denn dort mit dem Schaum?“

Antwort:

Wenn Sie einen Zollstock zur Hand nehmen und die Türen und die Scheibe abmessen, werden Sie feststellen, daß Sie meistens die Tür bis fast zur Hälfte hoch ausschäumen können, ohne daß die Scheibe unten aufstößt.

Frage:

„Meine Tür beim Opel Kadett hat ein Drahtseil, was nach unten über eine Rolle läuft.“

Antwort:

Das haben wir auch ausprobiert. Wenn Sie die Tür ausgeschäumt haben und gleich nach dem Aufsteigen des Schaumes die Kurbel ein paarmal betätigen, so klebt das Seil nicht fest und rutscht im Schaum. Das geht prima, da gibt es keine Schwierigkeiten.

Frage:

Was schlagen Sie vor? Wie hoch soll ich meine Türen ausschäumen?“

Antwort:

Ich schlage eine Ausschäumung bis zur halben Türhöhe vor. Das habe ich auch bei meinem Fahrzeug so gemacht. Meine Scheiben schauen jetzt oben etwa 6 cm heraus, wenn ich sie ganz herunterkurbele. Das ist mir aber die höhere Sicherheit wert, denn meine Tür, hinter der ich ja sitze, hat jetzt die doppelte Festigkeit und ich fühle mich jetzt doppelt so sicher.

Frage:

„Wenn ich mir so überlege, daß ich ja auch mal einen Unfall haben kann, an dem ich wirklich schuldlos bin, so möchte ich doch wenigstens jetzt sofort alles tun, um für mich selbst und für meine Angehörigen für den größtmöglichen Schutz zu sorgen.“

Antwort:

„Ich glaube auch, daß es sich für Sie rein von der wirtschaftlichen Seite bereits auszahlt. Selbst bei einem Weiterverkauf bekommen Sie den Schaum mitbezahlt, denn ein Fahrzeug mit Rostschäden von innen oder gar einigen Durchrostlöchern ist ja fast unverkäuflich.“

Kunde:

„Vom Standpunkt der Sicherheit muß man ja auch sagen, daß man hier nicht sparen darf.“

Polyurethanschaum Type HHR

Unizellschaum HHR

Der Unizellschaum HHR, ein flammgeschützter, geschlossenporiger Polyurethan-Hartschaum. Durch seine relativ lange Reaktionszeit kann diese Type auch im Handansatz verarbeitet werden.

Materialspezifikation

Mischungsverhältnis	A : B = 1 : 1 (Gew.-Teile)
Raumgewicht (freigeschäumt)	Becherversuch = 29 kg/m ³ DIN 53 420 = 24 kg/m ³

Reaktionszeiten bei 20 °C

Topfzeit	ca. 23 sec
Steigzeit	ca. 110 sec
Abbindezeit	ca. 110 sec

Viskosität bei 20 °C

Komponente A:	180 bis 210 cP
Komponente B:	200 bis 300 cP

Spez. Gewicht bei 20 °C

Komponente A:	1,18 g/cm ³
Komponente B:	1,22 g/cm ³

Schaumeigenschaften

Raumgewicht 24 kg/m ³ nach DIN 53 420	
Druckfestigkeit	1,0 kp/cm ²
Stauchung	7 %
Biegefestigkeit	1,3 kp/cm ²
Durchbiegung	20 mm
Wasseraufnahme	1,18 Vol.-%
Dimensionsstabilität (nach 24 Stunden)	- 30 °C = ± 0 % + 80 °C = + 2,0 % + 120 °C = + 4 %
Wärmeleitzahl (Rechenwert)	0,020 kcal/mh °C

Eigenschaften bei Verdichtung

Raumgewicht 49,5 kg/m ³ nach DIN 53 420	
Druckfestigkeit	3,5 kp/cm ²
Stauchung	8 %
Biegefestigkeit	5,7 kp/cm ²
Durchbiegung	8,0 mm
Wasseraufnahme	1,6 Vol.-%

Die Ausführungen in unseren Merkblättern dienen der anwendungstechnischen Unterweisung und sind nach bestem Wissen zusammengestellt. Eine Verbindlichkeit kann hieraus jedoch nicht hergeleitet werden.

Wir haben durch Versuche ermittelt, welche Schaummenge bei den 4 verschiedenen Packungsgrößen der Type HHR erzielt wird.

Die angegebenen Temperaturen gelten jeweils für die Schaumkomponenten-Temperatur.

ISOVOSS-Schüttelschaumpackungen Typ „HHR“

Erfahrungswerte ermittelt im praktischen Versuch über Mengenausbeute und Startzeit in Abhängigkeit von der Schaumtemperatur.

Temperatur	Packung Nr. 1	Packung Nr. 2	Packung Nr. 3	Packung Nr. 4	Startzeit bis Schäumungs- beginn
	theoretischer Mengenwert 5,25 Liter/Pkg	theoretischer Mengenwert 10,5 Liter/Pkg	theoretischer Mengenwert 21 Liter/Pkg	theoretischer Mengenwert 42 Liter/Pkg	
	Ausbeute (praktischer Mengenwert) Liter	Ausbeute (praktischer Mengenwert) Liter	Ausbeute (praktischer Mengenwert) Liter	Ausbeute (praktischer Mengenwert) Liter	
2°	3,5	7,9	16,2	34,5	100
4°	3,0	8,0	16,2	34,8	95
6°	3,9	8,2	16,4	33,7	90
8°	3,4	8,7	17,1	33,2	55
10°	3,5	8,4	17,4	32,1	50
12°	3,7	8,4	18,2	33,7	45
14°	4,0	9,0	19,2	32,8	40
16°	3,9	8,7	18,7	36,2	35
20°	3,7	8,9	18,3	34,2	25
25°	3,7	9,0	18,0	36,2	13
30°	4,8	9,3	18,7	33,7	6

Empfohlene Temperatur

Die Handhabung der Schaum-Schüttelflasche

1. Man zieht die in jeder Packung beiliegende Polyäthylenhandschuhe an.
2. Bevor man die Blechflasche mit der A-Komponente öffnet, schüttelt man diese etwa 10 × kräftig. Beim Öffnen bitte vorsichtig sein, besonders an warmen Tagen kann diese unter leichtem Druck stehen. Es könnten winzige Tröpfchen umherspritzen. Daher empfehlen wir, eine Schutzbrille aufzusetzen.
3. Nun gießt man die gesamte Menge A-Komponente in die Polyäthylenflasche mit der B-Komponente. Das dauert etwa 10 Sekunden. Jetzt die Spritztülle aufschrauben.
4. Dann legt man den Daumen auf die Öffnung der Spritztülle und schüttelt etwa 10 ×. Dabei bildet sich ein geringer Überdruck in der Flasche. Man lüftet jetzt den Daumen vorsichtig an der vom Körper abgewandten Seite der Tülle und läßt die Luft entweichen (Vorsicht, es können kleine Spritzer entstehen!). Dann schüttelt man nochmals kräftig 10 × und läßt wieder die Luft ab. Diese beiden Schüttelphasen mit Luftablassen dauern etwa 15 Sekunden.
5. Jetzt hat man noch etwa 10 Sekunden Zeit, um die Flasche auf das Loch zu setzen. Dann steigt der Schaum hoch und spritzt automatisch aus der Flasche heraus. Dieser Vorgang läßt sich nicht mehr stoppen. Man kann also nicht unterbrechen, denn innerhalb von 20 Sekunden hat sich der gesamte Schaum aus der Flasche herausgedrückt. Es gibt aber auch eine andere Arbeitsweise:
Man entleert die Flasche mit dem noch flüssigen Schaumgemisch **bevor** es aufsteigt, und läßt den Schaum im Hohlraum aus dem Reaktionsgemisch entstehen.
ISOVOSS-Schüttelschaum der Type HHR (Kfz.-Schaum) nimmt nach dem Aufschäumen das 42fache Volumen der flüssigen Menge an, die die Spritzflasche zur Hälfte füllt. Stets Temperatur beachten.

**Verstärken Sie die
schwache Seite
Ihres Autos!**

