

# Schlag auf Schlag

*Hagelschlag mit folgenschweren Schäden am Caravan treibt Versicherungsprämien in die Höhe. CAMPING, CARS & CARAVANS war beim Test hagelfesten Dachmaterials dabei.*

**P**eng – mit lautem Knall schlägt die Plastikkugel einen stattlichen Krater in ein Stück Alublech. Abgeschossen von einer Maschine, die nichts anderes tut, als die weiß glänzende Fläche mit kleinen und großen Dellen zu verunstalten. Zwei Stunden später sieht das Blech aus, als hätte es einen ausgewachsenen Hagelsturm im Stau der Mittelgebirge hinter sich.

Genau das ist Zweck der Übung: Angesichts zunehmender Hagelschäden könnten in Europa die Kasko-Versicherungsprämien für Caravans enorm steigen. Daher reifte beim niederländischen Automobilclub ANWB der Plan, Caravandächer auf ihre Hagelfestigkeit zu untersuchen.

Diese Dächer unterscheiden sich je nach Hersteller in Ma-

terialstärke und Konstruktion erheblich voneinander. Ein reproduzierbarer Test sollte zeigen, ob bestimmte Konstruktionen stärker oder eben weniger anfällig auf Hagel reagieren als andere: Ist lose verlegtes Blech empfindlicher als vollflächig verklebtes? Wie wirken sich unterschiedlich feste Schichten unter der Dachhaut aus? Und insbesondere: Hält Glasfaser verstärkter Kunststoff (GfK), der zunehmend im Caravanbau zum Einsatz kommt, dem Beschuss länger stand als Aluminiumblech?

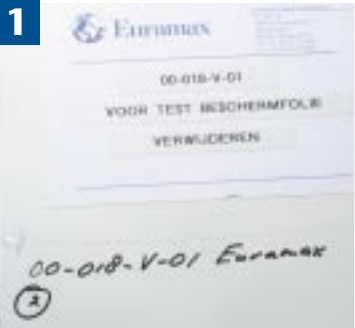
Diese Fragen untersuchte die niederländische Materialprüfanstalt TNO bei Den Haag. Mit einer möglichen Konsequenz aus den Antworten: Sollten sich bestimmte Dächer gegenüber anderen als hagelfester erweisen, könnten Versicherungen damit gebaute Caravans in der Kasko günstiger einstufen.

Auf düsteren Himmel, Donner, Blitz und Hagel musste nicht gewartet werden: In Rijswijk bei Den Haag betreibt die TNO einen Hagelsimulator. Normalerweise malträtiert die Anlage verschiedene Glasscheiben und Konstruktionen für Gewächshäuser der niederländischen Obst- und Gemüsebauern – diesmal Caravandächer.

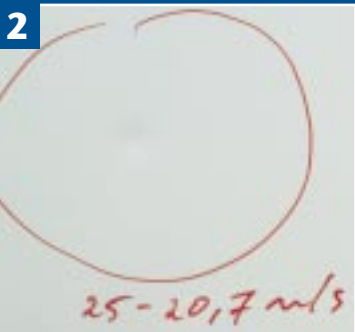
Der vom Computer gesteuerte Simulator schießt dazu mit Druckluft Nylonkugeln auf die Testfläche und misst die Geschwindigkeit, mit der die Projektile auftreffen. Den Experten liegen Praxiswerte vor, mit welcher Geschwindigkeit unterschiedlich große Hagelkörner in der Natur vom Himmel fallen. Mit Kunststoffkugeln von zehn bis 40 Millimeter Durchmesser und verschiedenen Geschwindigkeiten simulieren sie jede in der Natur vorkommende Hagelsituation. Die Einschlagenergie lässt sich aber auch darüber hinaus nahezu beliebig steigern.

Das Nylon des Kunsthagels wirkt wie echter Hagel auf die Oberflächen. Der Versuchsaufbau der TNO simuliert präzise gesteuert die verschiedenen Fall- und Aufschlaggeschwindigkeiten: ►

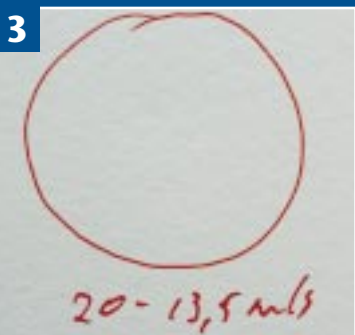




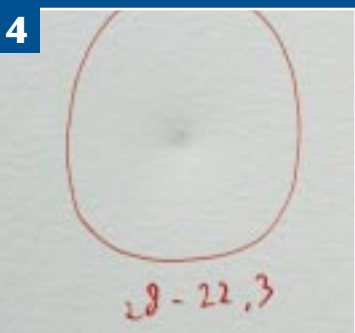
Sechs verschiedene Hersteller liefern für den Hageltest Proben ihrer Caravandächer nach Rijswijk.



Bei Einschlägen, die echtem Hagel ähneln, zeigt das Laminat von Euramax kaum Schäden.



Die Noxyde-Beschichtung schützt das Alublech gut. 10-mm-Kugeln hinterlassen geringe Spuren.



Nach dem Beschuss mit 20-mm-Kugeln wäre auch für die Beschichtung eine Reparatur fällig.

Außer der typischen Härte und spezifischen Masse echter Hagelkörner kennen die niederländischen Ingenieure nämlich die mittlere Geschwindigkeit, mit der Hagel auftrifft (siehe Kasten).

Die Erwartung vor dem Test verdeutlichen einige Annahmen:

- Da GfK elastischer ist als Aluminiumblech, sollte dieses Material dem Nylon-Kugel-Beschuss besser standhalten.

- Wie verhält sich Aluminium? Reagiert es anders, wenn es mit zwischenliegendem Isoliermaterial verklebt ist? Oder ist es mit unverklebter Isolierung widerstandsfähiger?

- Ob die Kombination aus GfK und Blech einen spürbaren Effekt auf die Hagelfestigkeit der Oberfläche hat, erwarten die Tester mit Spannung.

Zwischen Gewächshausgläsern und Rahmenteilen stapeln sich im Testlabor quadratmetergroße Proben verschiedener Caravandächer. Die Palette der Testdächer von Adria, Chateau, Dethleffs, Kip und Knaus reichern Testplatten von Euramax, einem Großlieferanten für Alubleche, an.

Die zu testenden Werkstoffe sind:

- Alublech, verklebt mit der Unterlage oder lose aufliegend,
- GfK und Polyester,
- eine neue Kombination aus Aluminiumblech und GfK.

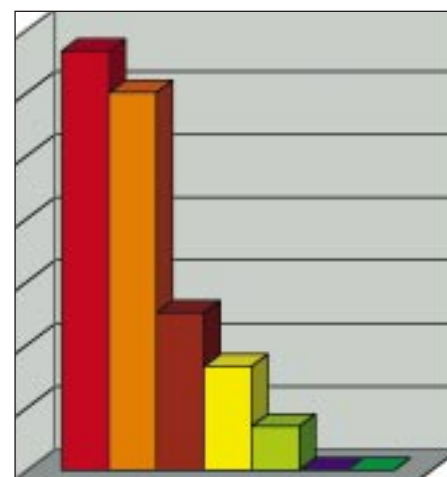
Letzteres Material hat Euramax entwickelt. Äußerlich unterscheidet es sich nicht von normalem Glattblech. Auf der Unterseite trägt der Hersteller eine Schicht GfK auf, um die Vorteile von Al-

uminium – geringes Gewicht und Alterungsbeständigkeit – mit der Elastizität des robusten Kunststoffes zu kombinieren. Derart verstärkt soll das Blech wesentlich resistenter gegen Hagel sein.

- ein Aluminiumblech, beschichtet mit einem Noxyde genannten Kunststoff. Der dichtet normalerweise verblechte Flachdächer ab und schützt sie gegen Rost. Dieses hochelastische Material hat ein Camper dem ANWB-Team empfohlen, nachdem er damit sein vom Hagel verbeultes Caravandach repariert hatte.

Der Versuch beginnt: Die TNO-Tester spannen die erste Probe ein, die ersten Hagelkörner schlagen ein. Wie erwartet zeigen sich im Aluminium, das lose auf weichem Schaumstoff liegt, schon bei leichtem Beschuss erste Dellen. Durch die weiche Zwischenlage unter dem Blech soll das Dach Außen Geräusche, besonders trommelnden Regen, spürbar nach innen dämpfen. Auf Hagel indes reagiert dieses Dach empfindlich. So schlägt schon bei Schuss Nummer drei eine zehn Millimeter dicke Kugel eine sichtbare Delle: Schon bei einer Fallgeschwindigkeit von sieben Metern pro Sekunde zeigen sich erste Schäden. Draußen fiel ein vergleichbares Hagelkorn mit doppelter Geschwindigkeit vom Himmel und schlug entsprechend tiefe Dellen.

Der nächste Test mit verklebtem Alublech hinterlässt bei natürlichen Geschwindigkeiten für zehn und 20 Millimeter große Kugeln sichtbare Schäden:



Hagel 20 mm Einschlagtiefe in µ bei 21m/sec.



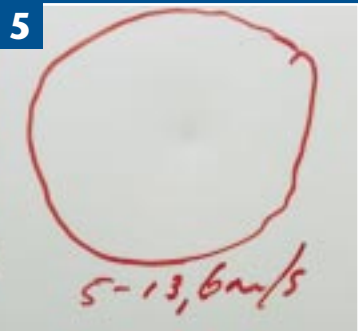
Schlagfertig: Bei der niederländischen Materialprüfungsanstalt TNO lässt sich selbst bei schönstem Wetter jeder noch so katastrophale Hagel erzeugen. Der Simulator verschießt mit Druckluft Nylonkugeln, die in ihrer Wirkung natürlichem Hagel sehr nahe kommen. Normalerweise geht es bei den Versuchen um die Widerstandsfähigkeit von Gewächshäusern – diesmal kamen Caravandächer unter Beschuss.

Das Material ist empfindlicher als unverklebtes Aluminium.

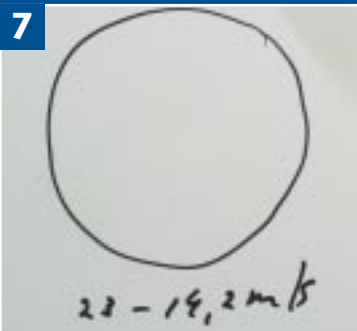
Das Aluminium-GfK-Laminat von Euramax hält sich deutlich besser: Die Einschlagtiefen betragen etwa ein Drittel der Werte von unverklebtem reinem Alublech. Das mit Noxyde beschichtete Blech ist deutlich stabiler als unbehandelte Alubleche, doch wesentlich empfindlicher als GfK.

Wie erwartet erweist sich GfK im Test als äußerst haltbar. Die verklebte Dachkonstruktion von Adria wie die unverklebte Variante von Kip zeigen erst bei Aufprallgeschwindigkeiten weit jenseits natürlicher Hagelschläge leichte Schäden in der Oberfläche.

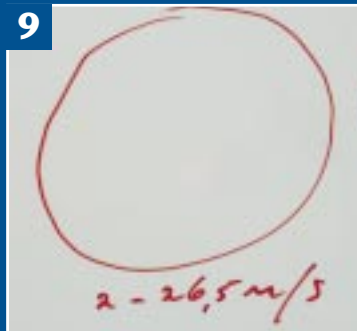
Die TNO aber geht mit ihrem Simulator bis an die Grenze der meisten Oberflächen: So geben die GfK-Proben erst nach, als die Maschine Nylonkugeln mit 100 Metern pro Sekunde verschießt. Damit ist GfK eindeutig Sieger in der Disziplin Hagelfestigkeit. ▶



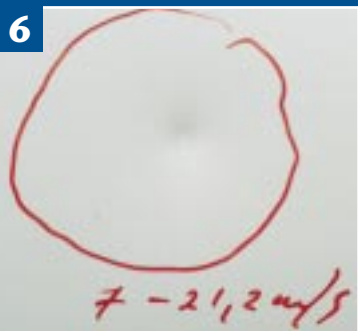
**Unverklebtes Alublech widersteht Hagel besser als verklebtes: 10-mm-Kugel, 0,04-mm-Einschlag.**



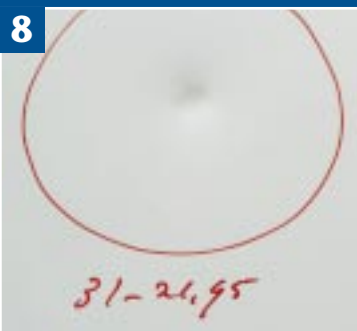
**Das verklebte Blech schwächelt: 0,165 mm Einschlagtiefe klingt harmlos, ist aber gut sichtbar.**



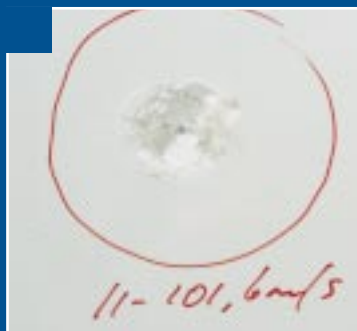
**Testsieger GfK: Das mit Glasfaser verstärkte Material übersteht alle realistischen Tests schadlos.**



**Auch hier zeigt die 20-mm-Kugel mit einem 1,2-mm-Einschlag deutlich Wirkung.**



**Die 20-mm-Kugel schlägt in das Dach mit verklebtem Alublech eine 1,34 mm tiefe Delle.**



**Bei Beschuss mit über 100 m/s (fünffache realistische Geschwindigkeit!) gibt sich GfK geschlagen.**

Warum steigen dann nicht alle Caravanhersteller auf dieses Material um? Vielleicht wegen der Nachteile, die GfK mit sich bringt. Es ist schwerer als Aluminium, was dem Leichtbau entgegenstrebt. Außerdem altert Kunststoff und bestimmte Spannungszustände, etwa in gebogenen Flächen oder im Bereich besonderer Belastung, kann GfK mit Rissen quittieren.

Dennoch zeigt sich gegenwärtig keine gleichwertige Alternative bei der Suche nach hagelfestem Dachmaterial. Der Ansatz von Euramax, die Vorteile von Kunststoff mit denen des Aluminiums in einem Materialverbund zu kombinieren, scheint eine interessante Perspektive.

Volker Stallmann

#### **Hagel: Schnelle Bömbchen aus Eis**

Wenn es hagelt, zeigt die Natur ihre Zähne. Wie hart die Eiskugeln aufschlagen, ist abhängig von deren Größe. Die niederländischen Ingenieure kennen die mittlere Geschwindigkeit, mit der Hagel auftrifft. So schlägt ein 10-Millimeter-Hagelkorn durchschnittlich mit 14 Meter pro Sekunde auf, das entspricht 50 km/h. Bei 20 Millimeter Durchmesser steigt die Geschwindigkeit auf 75 km/h, 30-Millimeter-Körner schlagen mit 90 km/h ein. Wind und Wetter beeinflussen die Fallgeschwindigkeit des Hagels kaum. Allenfalls extreme Fallwinde bewirken zusätzliche Beschleunigung.

