DAS MAGAZIN DES INDUSTRIEVERBAND KLEBSTOFFE

KLEBEN fürs Leben

Kleben auf der Höhe der Zeit

Inhalt

Weltraum-Tourismus **04**
Pharao-Maske **07**

LIFESTYLE & KLEBSTOFFE

Bio-Schuhe **10**
Klebehaken **13**
Fotografie **14**
Haarersatz **17**
Starbucks-Becher **18**
Randlos-Brillen **20**

TECHNOLOGIE & KLEBSTOFFE

Selbstfahrende Autos **22**
Windschutzscheibe **26**
Schlaglöcher **28**

WOHNEN & KLEBSTOFFE

Meerwasser-Aquarium **30**
Holzhausbau **32**

WISSENSCHAFT & KLEBSTOFFE

Krampfader-Behandlung **36**

ALLTAG & KLEBSTOFFE

Leichtgewicht-Rollator **40**
Kompostierbare Verpackungen **42**
Thermomix® **43**
Laufbahn **44**

© Coverfoto: Henkel · Daimler AG · Vadimsadovski, gomolach, Simone Capozzi, vvoe, weedezign – Fotolia.com

Editorial

Vom alten Ägypten bis zum Mars

Manche Dinge ändern sich eben nie: Die Klebtechnik zieht sich wie ein roter Faden durch die Geschichte, prägte die antike und moderne Welt.

Bereits die alten Ägypter verfügten über beträchtliches Klebstoff-Know-how. Dieses lässt sich noch heute im Ägyptischen Museum in Kairo bestaunen – wenn auch mit tatkräftiger Unterstützung deutschen Expertenwissens. Quasi beim Barte des Pharaos.
Das Fügeverfahren Kleben kennt längst keine Grenzen mehr. Sogar in den unendlichen Weiten des Weltraums sind Klebstoffe „Made in Germany“ zu finden. Der Traum von der Reise zum Mars – mit Klebstoffen kommt er der Verwirklichung näher.

Überzeugen Sie sich selbst von der Innovationskraft der deutschen Klebstoffindustrie und lesen Sie die achte Ausgabe von „Kleben fürs Leben“.

Also, einfach umblättern und die „klebrige“ Zeitreise von der Antike bis zur Zukunft beginnt.

Viel Spaß beim Lesen, Staunen und Entdecken!

Herzlichst Ihr
Ansgar van Halteren

Gute Nachricht für alle, die gerne digital lesen: Diese Ausgabe von „Kleben fürs Leben“ gibt’s auch wieder als interaktives E-Paper für Smartphone, Tablet und PC.

Raumfahrt-Tourismus

Ich bin dann mal im Weltall

Einmal selbst ins All fliegen und die Erde von oben bestaunen – davon träumen viele Menschen. Das US-Raumfahrtunternehmen SpaceX erfüllt diesen Wunsch, zum Ticketpreis von mehreren Millionen Dollar pro Nase. Klebstoffe gehen mit auf die Reise.

© Vadimsadovski – Fotolia.com

Die NASA war gestern – privaten Raumfahrtunternehmen wie SpaceX gehört die Zukunft. Die Firma von Tech-Visionär Elon Musk ist ab 2018 für einen Großteil der unbemannten Flüge zur Raumstation ISS verantwortlich.
Musks ehrgeiziger Plan: Raketen, wie die „Falcon 9" oder „Falcon Heavy", sollen möglichst bald auch Astronauten und Touristen in die Umlaufbahn bringen. Ab 2025 will er unseren „Nachbarplaneten" Mars kolonialisieren.

Mit der Raumkapsel „Dragon" will SpaceX in naher Zukunft auch Menschen ins All bringen.

Die ersten Plätze in Musks Raumfahrzeugen sind bereits ausgebucht – obwohl die Space Shuttles derzeit mitten in der Entwicklung stecken. Leisten können sich den Trip aber nur die wenigsten. Mehrere Millionen Dollar soll ein Ticket für den nächsten kommerziellen bemannten Raumflug kosten. Doch auch hierfür hat Musk eine passende Lösung parat – bzw. lässt sie entwickeln: Wiederverwendbare Raketen. So muss nicht für jeden Start eine komplett neue Rakete gebaut werden. Klebstoffe tragen maßgeblich dazu bei, eine neue Ära in der Raumfahrt einzuleiten.

„Falcon 9"
Die „Falcon 9" ist eine zweistufige, wiederverwendbare Rakete von SpaceX. Sie ist von Anfang an mit dem Ziel entworfen worden, in Kombination mit der Raumkapsel „Dragon" Menschen ins All zu schicken. An der Spitze der Trägerrakete schützt eine speziell entwickelte Nutzlastverkleidung diese Raumkapsel beim Start und sorgt für die aerodynamische Form der Rakete. Sie besteht aus sogenannten Composite-Strukturen. Das sind Verbundwerkstoffe – zum Beispiel kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff – die sich aus mehreren unterschiedlichen Komponenten, wie Glas, Kohlenstoff, Polymeren oder Keramik, zusammensetzen.
Um diese zu verbinden, werden Klebstoffe eingesetzt. Im Fachjargon heißen sie Matrix-Harze. Die Klebtechnik ist das einzige Fügeverfahren, das ermöglicht, Werkstoffe ohne Einschränkung miteinander zu kombinieren und dabei die individuellen Eigenschaften dieser Werkstoffe zu erhalten.

„Falcon Heavy"
Die „Falcon Heavy" ist – wie der Name bereits andeutet – das Schwergewicht im SpaceX-Raketen Portfolio. Sie ist für große Nutzlasten bis zu 53 Tonnen ausgelegt. Das entspricht der Masse einer Boeing 737 inklusive Passagiere, Besatzung, Gepäck und Brennstoff.
In allen Produktionsstufen der beeindruckenden Stufenrakete kommen Klebstoffe zur Anwendung. Diese müssen extremen Temperaturen und besonders hohen Reibungskräften sicher standhalten. SpaceX beispielsweise setzt für seine „Falcon Heavy" auf einen zweikomponentigen Strukturklebstoff auf Basis von Epoxidharzen. Er besitzt eine ausgezeichnete Festigkeit – selbst bei Temperaturen von 177 Grad Celsius oder höher.

Schöner Wohnen auf dem Mars
Geht es nach Musk, werden wir alle noch erleben, wie aus uns eine „Multi-Planet-Spezies" wird. In zehn Jahren nämlich möchte der ambitionierte Großdenker die ersten Menschen zum Roten Planeten schicken und eine selbsterhaltende Stadt aufbauen. Doch wie wird Mars City konkret aussehen?
Wo sollen die Kolonisten wohnen?
Diese Fragen stellte die NASA und schrieb einen weltweiten Ideenwettbewerb aus. 160 Teams aus Wissenschaftlern und Architekten nahmen daran teil. Wichtigste Bedingung: Alle Konstruktionen sollten erstens das Material vor Ort und zweitens die 3-D-Drucktechnologie nutzen.
Für Begeisterung unter den Juroren sorgte unter anderem der Recycling-Ansatz von Team LavaHive: Sie schlagen vor, die Behausungen aus einer Mischung aus Lava-Material – auf dem Mars gibt es Dutzende Supervulkane – und Teilen des Raumschiffs zu konstruieren. Den Kern bildet dabei das Landemodul des Raumschiffs, in dem die Menschen wohnen sollen. Weitere Bereiche, zum Beispiel die Labore oder Gewächshäuser, sollen von Robotern aus dem staubig-sandigen Material Regolith konstruiert und mit Epoxidharz-Klebstoffen montiert sowie abgedichtet werden. Diese weisen eine sehr hohe Festigkeit und chemische Beständigkeit auf, weshalb sie optimal für starke Belastungen ausgelegt sind. So halten die Bauten auch den gewaltigen Mars-Sandstürmen stand, gegen die selbst die heftigsten irdischen Stürme wie laue Lüftchen wirken.

Von der Anreise über den Aufenthalt bis zur eventuellen Rückreise – mit der Klebtechnik kommt der Traum von Weltraumreisen seiner Verwirklichung immer näher.

Tutanchamun-Maske repariert

Beim Barte des Pharaos

Im Ägyptischen Museum in Kairo war die Aufregung groß: Bei Reinigungsarbeiten ging die weltberühmte Maske des Pharaos Tutanchamun zu Bruch, der Bart fiel ab. Jetzt konnte das Malheur behoben werden – mit Hilfe von deutschem Klebstoff-Know-how.

© Henkel

Doppeltes Missgeschick: Beim Staubwischen hatten Reinigungskräfte versehentlich den königlichen Kinnbart der zwölf Kilogramm schweren Tutanchamun-Maske abgebrochen. Die 1922 vom britischen Archäologen Howard Carter im Tal der Könige bei Luxor entdeckte Totenmaske aus purem Gold ist eine der Hauptattraktionen der Sammlung des Museums.
Um das Missgeschick zu verdecken und die Maske schnell wieder ausstellen zu können, wurde das rund 3.300 Jahre alte Artefakt unsachgemäß wieder angeklebt – mit einem schnellhärtenden baumarktüblichen Epoxidharz-Klebstoff. Das allerding machte die Sache nur noch schlimmer. Aufgrund der unprofessionellen Anwendung hinterließ der Klebstoff hässliche Spuren mitten auf dem Gesicht des Pharaos. Bei dem Versuch, diese mit einem Spachtel zu entfernen, wurde die Maske zu allem Überdruss zerkratzt.

Der abgebrochene Kinnbart an der Totenmaske von Tutanchamun konnte dank deutschem Klebstoff-Know-how wieder angeklebt werden.

Hilfe von deutschen Klebstoff-Experten

Der ägyptische Minister für Altertümer schaltete sich daraufhin höchstpersönlich ein und bat ein deutsches Spezialistenteam aus Restauratoren um Hilfe. Doch auch diese waren mit der Aufgabe zunächst überfordert – bis weitere Unterstützung aus Deutschland folgte. Zwei Düsseldorfer Klebstoff-Experten auf dem Gebiet der Heißschmelzklebstoffe hatten durch Zeitungsberichte von der Beschädigung der Maske erfahren und direkt zum Hörer gegriffen, um den Restauratoren ihre fachmännische Hilfe anzubieten. Diese wurde dankbar angenommen.

Spezialaufgabe erfordert Spezialklebstoff

Nach umfangreichen Analysen ermittelten die beiden Experten zunächst ein Verfahren, um den stümperhaft aufgetragenen, irreversiblen Baumarkt-Klebstoff rückstandsfrei von der Maske zu entfernen. Gleichzeitig entwickelten sie einen speziellen High-tech-Klebstoff, der den hohen Anforderungen der Restaurierung und den anspruchsvollen klimatischen sowie räumlichen Gegebenheiten vor Ort gewachsen ist. Der Klebstoff musste beispielsweise leicht und vor allem ohne Rückstände abzulösen sein, den hohen Temperaturen in Ägypten sowie möglichen Erschütterungen beim Transport standhalten.
Dazu wurde das antike Exponat zunächst in einem Simulationsmodell im Computer aufgebaut. Auf diese Weise ließen sich die Kräfte und Spannungszustände unter den verschiedenen gegebenen Lasten in der tatsächlichen Struktur errechnen. Die Forscher konnten dadurch vorhersagen, welche Materialeigenschaften der Klebstoff haben muss, um zuverlässig zu halten. Darüber hinaus brachten die physikalischen Messungen und das 3D-Modell auch eine Fülle neuer Erkenntnisse in Bezug auf die Herstellung und den Aufbau der Maske. Unter anderem entdeckten die Forscher eine goldene Röhre, mit der der Bart an der Maske befestigt wurde. Die alten Ägypter hatten dafür ebenfalls Klebstoff genutzt – genauer gesagt Bienenwachs.

Klebstoff klebt pures Gold

Die nächste Frage war dann: Womit lässt sich eigentlich pures Gold kleben? Einen solchen Klebstoff hatte nämlich niemand im Portfolio. Dafür musste extra ein industrieller Hochleistungs-Schmelzklebstoff modifiziert werden. Mithilfe von Prüfkörpern aus vergoldetem Material wurde die Mechanik des Klebstoffs untersucht und Schritt für Schritt an die besonderen Ansprüche angepasst – bis Tutanchamuns Königsklebstoff schließlich gebrauchsfertig war. Insgesamt 500 Gramm der wertvollen Mischung ließen die Forscher in Deutschland produzieren und nach Kairo transportieren.
So konnte der Bart an seinen angestammten Platz zurückkehren und die restaurierte Totenmaske in einer feierlichen Zeremonie endlich wieder der Weltöffentlichkeit präsentiert werden.

Infobox „Pharaonenbart“
Gut zu wissen: Der „Pharaonenbart“ gilt als typisches Merkmal für den Pharao. Das war ein künstlicher, mit Bändern versehener Bart, der gewellt, trapezförmig oder gerade sein konnte. Er wurde an das Kinn des Pharaos gebunden. Da diesen Bart auch Götter trugen, sollte er die Göttlichkeit des Pharaos verdeutlichen.

Lifestyle & Klebstoffe

Gesunde Treter

Sneaker aus Zeitungsresten, Sohlen aus Reishülsen, Innenflächen aus Hanf

© Ethletic

Der Trend zu Bio-Produkten beschränkt sich nicht nur auf den Lebensmittelbereich. Auch in der Schuhbranche hat das Thema Nachhaltigkeit Konjunktur. Vegane Pumps, Öko-Sandalen oder Stiefel aus recycelten Autoreifen – die Liste an gesunden Tretern ist lang. Schuhklebstoffe sorgen dafür, dass sie beim Gehen nicht auseinanderfallen und auch wirklich umweltfreundlich sind.

Gesunde, nachhaltig produzierte Schuhe – nur etwas für Krankenschwestern, Hippies und Leute über 60?
Mit der Wirklichkeit hat dieses althergebrachte Klischee nichts gemein. Die Realität sieht anders aus, nämlich modern, stylish und auf der Modehöhe der Zeit. Trendige Öko-Schuhe erobern die Laufstege dieser Welt und sichern sich einen festen Platz in Schuhschränken.

Gut für die Umwelt und die Füße
Der Siegeszug der umweltfreundlichen Treter kommt nicht von ungefähr. Herkömmliche Schuhe bestehen in der Regel aus über 40 Materialien, darunter chromgegerbtes Leder, Kunststoffe und vorbehandelte Textilien. Sie können meistens weder kompostiert noch recycelt werden. Jahr für Jahr wandern so allein in der

Europäischen Union über 1,2 Millionen Tonnen ausrangierter Schuhe in den Müll.

Immer mehr Verbraucher fordern daher nachhaltige Schuhe aus Recyclingmaterial. Die Industrie reagiert mit einer Fülle an ökologisch verträglichen Lösungen, zum Beispiel Sneakern aus Zeitungsresten, Sohlen aus Reishülsen oder Innenflächen aus Hanf.

Klebstoffe in Schuhen

Inzwischen haben Öko-Schuhe eine identische Lebensdauer, ähnlichen Komfort und sogar einen vergleichbaren Preis wie konventionelle Treter. Auch beim Fertigungsprozess gibt es kaum Unterschiede: Egal, ob bio oder nicht – fast alle Schuhe werden geklebt. Dafür kommen Spezialklebstoffe aus unterschiedlichen Rohstoffen zum Einsatz. Für Klebungen im Schuhinnenbereich dienen in der Regel Synthese-Kautschuk-Klebstoffe und Dispersionsklebstoffe. Die Verbindung zwischen Schuhoberteil und Brandsohle, auch „Zwicken" genannt, wird in der Regel mit Polyamid- oder Polyester-Schmelzklebstoffen ausgeführt.

Ein Lübecker Hersteller geht einen anderen Weg: Zur Herstellung seiner Sneaker setzt er Naturkautschuk – oder genauer gesagt gummihaltige Latexmilch – als Klebstoff ein. Diese lässt sich aus der Rinde des Kautschukbaumes „Hevea Brasialiensis" gewinnen. Der Milchsaft wird durch Beimischen von Naturharzen zu einer klebrigen Masse weiterverarbeitet und auf die zu fügenden Elemente aufgetragen. Nach einigen Minuten Trocknungszeit können die Kontaktflächen aufeinandergedrückt und somit geklebt werden.

Das Naturkautschuk-Gemisch ist biologisch abbaubar. Schuhe, die Latex-Klebstoffe enthalten, können bedenkenlos kompostiert werden. Einzige Voraussetzung: Alle weiteren Schuhkomponenten sind ebenfalls recycelbar. Nach wenigen Monaten industrieller Kompostierung ist vom Schuh nichts mehr übrig.

© zappblinki – Fotolia.com

Wer klebt, klettert sicherer

Grenzgänger in der Steilwand

Kletterer suchen die Grenzerfahrung. Tollkühn hängen sie an hohen Felssteilwänden. Unter ihnen klafft der Abgrund. Einzige Sicherung: Seil und Haken. Die Angst vorm Absturz schwingt dabei nur selten mit. Warum? Klebstoffe geben ihnen sicheren Halt, selbst bei stärksten Belastungen.

Sie heißen El Capitan oder Trollvegen: imposante Steilwände, die bis zu 1.500 Meter nahezu senkrecht in den Himmel ragen. Allein schon bei der Vorstellung diese zu erklimmen, schlottern uns Otto-Normal-Verbrauchern die Knie. Nicht so ambitionierten Felskletterern. In Gecko-Manier erklimmen sie die steilsten Wände und trotzen regelrecht der Schwerkraft. Als Hilfsmittel dienen ihnen neben den eigenen Händen und Füßen nur Seil, Haken und Klebemörtel.

Beim technischen Klettern an Felssteilwänden dienen Klebehaken als zuverlässige Absturzsicherung.

Bohren, bürsten, reinigen

Ob Verbund-, Bohr- oder mechanische Haken – verschiedene Systeme stehen Kletterern zur Auswahl. Die Verbund-Befestigungsmethode gilt als besonders sicher – sofern richtig eingesetzt: Verbundhaken, auch Klebehaken genannt, lassen sich mithilfe eines Bohrers und spezieller Klebemörtel in die Felswand setzen sowie befestigen.

Damit Kletterer diese nicht immer mit sich führen müssen, werden Felsmassive und alpine Kletterrouten im Vorfeld fachgerecht mit Haken erschlossen und gesichert, beispielsweise vom Deutschen Alpenverein.

Dazu wird zunächst ein Loch in das Gestein gebohrt – idealerweise senkrecht zur Felsoberfläche. Wichtig dabei: Das Gestein muss kompakt sein. Der Abstand des Bohrlochs zu Kanten, Rissen und Vertiefungen darf 15 Zentimeter nicht unterschreiten. Dies ist Voraussetzung, damit der Haken später fest sitzt und dem Kletterer sicheren Halt gibt.

Der Klebemörtel verzahnt sich mit den Mikroausbrüchen in der Bohrlochwand. Falls die Ausbrüche mit Staub zugesetzt sind, kann der Klebemörtel nicht richtig wirken. Deshalb muss das Bohrloch zunächst mit einem Ausbläser – zur Not auch mit dem Mund und einem Schlauch – ausgeblasen und anschließend mit der Rundbürste gründlich gereinigt werden. Erst dann kommt der Haken in die Wand.

Mörtel einfüllen, Haken rein, aushärten lassen

Zur Befestigung des Verbundhakens füllt der Erstbegeher das Bohrloch mit Klebemörtel aus. Hierfür verwendet er keinen herkömmlichen Mauermörtel, sondern einen speziellen Zweikomponenten-Klebemörtel auf Basis von schnell abbindendem Vinylesterharz. Dieser ist als Glasmörtelpatrone oder als Kartuschenmörtel in jedem gut sortierten Baumarkt erhältlich.

Glasmörtelpatronen werden zuerst senkrecht gehalten, so dass die Verbundmasse nach unten fließen kann und sich am oberen Ende der Patrone eine Luftblase bildet. Auf diese Weise lässt sich überprüfen, ob der Klebemörtel noch brauchbar ist. Sollte in der Patrone nichts mehr fließen, ist diese nicht mehr zu verwenden. Nach dieser – unbedingt erforderlichen – Kontrolle wird die Glasmörtelpatrone in das Bohrloch eingeschoben und mit einem gezielten Hammerschlag komplett versenkt. Dann lässt sich der Haken zentimeterweise einsetzen. Bei diesem Vorgang geht die Patrone zu Bruch. Das Vinylesterharz vermischt sich mit dem beigefügten Härter, klebt den Haken vollflächig in das Bohrloch und dichtet es ab.

Noch einfacher ist das Setzen der Haken mit Kartuschenmörtel: Das Harz und der Härter befinden sich in zwei separat angeordneten Kammern. Unter Verwendung einer Auspresspistole vermischen sich die beiden Komponenten im aufgeschraubten Statikmischer zu einer hoch beanspruchbaren Klebemörtelmasse, die zur Befestigung in das Bohrloch eingepresst wird. Der Haken lässt sich dann einfach von Hand in das Bohrloch eindrücken.

Die Aushärtezeiten sind mörtel- und temperaturabhängig. Maximal dauern sie bis zu zwei Tage. Grundsätzlich gilt: Auf jeden Fall Produktbeschreibung beachten und die Haken während der Aushärtezeit weder bewegen noch belasten. Korrekt positioniert und ordnungsgemäß gesetzt halten Verbundhaken einer Belastung von 4 bis 6 Tonnen stand.

Wer klebt, klettert sicherer.

© Markus Reugels

Fotografie

Tropfende Kunstwerke

Markus Reugels macht Kunst der besonderen Art: Er fotografiert Tropfen. Und zwar so einzigartig, dass seine Bilder in Zeitungen, Zeitschriften und Magazinen weltweit abgedruckt werden. Wie seine Tropfenfotografien entstehen, was diese so außergewöhnlich macht und welche tragende Rolle Klebstoffe dabei spielen, verrät er im Interview.

© Markus Reugels

Bei einer Refraktion wird ein Gegenstand, der im Hintergrund platziert wird, im Tropfen abgebildet.

Hauptberuflich sind Sie Parkettleger. Was hat Sie zur Tropfenfotografie gebracht?
In einem Internet-Forum bin ich zufällig auf Tropfenfotos gestoßen. Diese haben mich mit ihrer simplen Schönheit sofort in ihren Bann gezogen und meine technische Experimentierlust geweckt.

Wie sahen die ersten Versuche aus?
Zuerst habe ich Wasser in einen Plastikbecher gegeben, mit einem Zahnstocher ein Loch reingestochen und das Wasser in eine Salatschüssel tropfen lassen. Heute setze ich auf moderne, hochtechnische Hilfsmittel, wie zum Beispiel spezielle Steuergeräte mit Mikroprozessor und Magnetventil. Damit lässt sich die Tropfengeschwindigkeit perfekt regulieren. Selbst kompliziertere Motive sind so umzusetzen.

Wie funktioniert das?
Als eine der Königsdisziplinen gelten beispielsweise XXL TaTs. Das steht für Tropfen auf Tropfen. Hierfür werden zwei Tropfen in einem sehr engen Zeitfenster fallen gelassen. Der erste erzeugt eine aufsteigende Wassersäule – bis zu 20 Zentimeter hoch – auf welcher der zweite landen muss, um die Form hervorzurufen. Es entsteht ein zauberhaftes Gebilde, das wie eine Skulptur wirkt.

Mit welchen „Hilfsmitteln" arbeiten Sie?
Für meine Aufnahmen lasse ich nicht nur Tropfen von oben nach unten fallen. Ich arbeite auch mit Düsen, Ventilen, Rauch und Farben.

Wie schaffen Sie es, derartig komplexe Tropfenkompositionen im Flug einzufrieren?
Das Wichtigste ist das Licht. Die Bilder – oder genauer gesagt die Bewegungen im Bild – werden über die Abbrennzeit des Blitzes eingefroren. Das ist die Leuchtdauer von Blitzlichten, die aussagt, wie lange der Blitz Licht abgibt. Sie liegt bei 1/25.000 Sekunden. Diesen Zeitraum sieht man letztlich im Bild.
Andere Faktoren spielen ebenfalls eine Rolle, vor allem die Parameter des Wassers. Ich passe die Temperatur, Fallhöhe und Viskosität dauernd an. Indem ich das Wasser beispielsweise verdicke, wird es dehnbarer, die Form hält länger und der Tropfen reißt nicht ab.

Und womit erzielen Sie die gewünschte Viskosität?
Ziel ist, die Dicke von Milch oder Sahne zu erreichen. Dafür benutze ich verschiedene Stoffe, die auch in der Kosmetik und Molekularküche zum Verdicken eingesetzt werden. Das sind unter anderem Guakernmehl, Natriumginat oder Kartoffelstärke. Aber auch handelsüblicher Tapetenkleister hat sich bestens bewährt.

Für welche Tropfenformen eignet sich Tapetenkleister optimal?
Grundsätzlich eignet sich Tapetenkleister für alle Anwendungen, die eine sehr zähflüssige Tropfenkonsistenz voraussetzen. Um diese zu erzielen, mische ich 1 Esslöffel Kleister mit 1 Liter Wasser.
Mit Tapetenkleister lässt sich einer der anspruchsvollsten und schwierigsten Motive, die „Vase", umsetzen. Hierfür lasse ich zwei Tropfen miteinander kollidieren, so dass ein vasenähnliches Gebilde entsteht, in der sich ein dritter Tropfen in der Mitte als Blume einreiht.

Kann jeder lernen, eigene Tropfenfotografien zu machen?
Ja, jeder der sich für die Fotografie begeistert und über gewisse technische Fähigkeiten verfügt, kann faszinierende Tropfenbilder inszenieren. Die Kunst dabei ist, es zur Kunst zu machen.
Aber auch das kann man lernen. Für alle Interessierten biete ich eintägige Workshops an. Einzige Voraussetzung: Grundkenntnisse in der Highspeed-Fotografie.

Infobox Tapetenkleister
Tapetenkleister ist ein Klebstoff, der meist aus Methylzellulose oder Stärke besteht. Im Handel wird er hauptsächlich in Pulverform angeboten. Vor der Verarbeitung wird der Kleister in kaltes Wasser gerührt, bis eine zähflüssige Masse entsteht.

Zur Person

© Markus Reugels

Markus Reugels (37) wohnt in der Nähe von Schweinfurt und arbeitet hauptberuflich als Parkettleger. Er ist verheiratet und Vater von zwei Kindern. Neben seinem Steckenpferd, der Tropfenfotografie, hat er sich auch durch Makroaufnahmen von Blumen und Insekten über die Landesgrenzen hinaus einen Namen gemacht.

Weitere Informationen: www.markus-reugels.de

Fiffi trifft auf Klebstoff

Du hast die Haare schön!

Was haben Elton John, Charlie Sheen und Donald Trump gemeinsam? Richtig, alle drei Männer haben die Haare schön. Das verdanken sie jedoch nicht Mutter Natur, sondern einer (p)fiffigen Schummelei: Sie tragen ein Toupet. Was Klebstoffe damit zu tun haben und welche anderen Optionen es gibt, eine Glatze zu kaschieren.

Rund 80 Prozent der deutschen Männer schwindet im Laufe des Lebens das Haupthaar. Den einen trifft es bereits mit Anfang 20, bei anderen werden die Geheimratsecken erst mit fortschreitendem Alter zunehmend größer.
Wer trotz schwindendem Kopfschmuck gerne eine lückenlose Haarpracht vorweisen möchte, für den gibt es eine Alternativlösung: das Toupet.

Damit das Zweithaar nicht verrutscht oder bei einer starken Böe einfach weggeweht wird, lässt es sich mit Toupetklebstoffen sicher fixieren. Das sind in der Regel doppelseitige Klebespots, -strips oder -bänder, die speziell für den Gebrauch am menschlichen Körper entwickelt wurden. Sie sind garantiert hautverträglich (klinisch getestet) und haben eine hohe Klebkraft auf entfetteter Haut. Voraussetzung: Der Bereich des Kopfes, wo sie aufgeklebt werden, muss haarfrei sein. Anderenfalls würden die Klebestreifen an den Haaren ziehen. Darüber hinaus sollte die Toupetbefestigung alle zwei bis drei Tage erneuert werden.

So hält das Zweithaar auch bei widrigen Bedingungen sicher auf dem Kopf.

© goodluz – Fotolia.com

Wenn das Haupthaar lichter wird, greifen viele Männer zu einem Toupet. Klebstoffe sorgen für perfekten Halt.

Recycelte Kopfpracht

Jürgen Klopp, Robert Geiss und Silvio Berlusconi wählten einen radikaleren Weg, um ihrem naturgegebenen Schicksal ein Schnippchen zu schlagen: Sie haben sich ihre üppige Mähne einpflanzen lassen.

Dazu werden Haare vom Hinterkopf entnommen und anschließend in millimeterfeine Haut-Schlitze – die der Arzt vorher in die betroffene Stelle der Kopfhaut gestochen hat – eingesetzt. Damit das Ergebnis am Ende perfekt aussieht und Mann sich wieder blicken lassen kann, dafür sorgt der körpereigene „Klebstoff" Fibrin. Hierbei handelt es sich um ein Protein, das bei der Blutgerinnung aus den beiden Komponenten Thrombin und Fibrinogen gebildet wird. Als unlöslicher Stoff dichtet es verletzte Gefäße ab - so auch nach einer Haartransplantation. Ähnlich wie bei einer kleinen Schnittverletzung gewährleistet das im Blut enthaltene Fibrin, dass sich die Wunde um das Transplantat rasch schließt und das eingepflanzte Haar hält.

Manschette für Starbucks-Becher

Öko-Klebstoff rettet jährlich 100.000 Bäume

© Kzenon – Fotolia.com

Die Deutschen lieben Kaffee – vor allem als praktische „to go“-Variante. Jede Stunde werden Hunderttausende Becher verkauft. Für das Ökosystem sind sie ein wahrer Fluch. Ihre Herstellung frisst Unmengen an Energie, ganze Waldstriche werden gefällt. Jetzt kann die Umwelt aufatmen. Eine neue Klebstofftechnologie reduziert den Ressourcenverbrauch.

Der „Coffee to go“ gehört zum Lifestyle vieler gehetzter Großstädter. 32 Becher verbraucht jeder Deutsche im Jahr, das sind mehr als 2,5 Milliarden Exemplare. Für die Produktion ist eine Energiemenge nötig, mit der eine Kleinstadt versorgt werden könnte – von dem enormen Ressourcenverschleiß ganz zu schweigen.

Insbesondere Bechermanschetten, die als praktischer Hitzeschutz dienen und Kaffeeliebhaber vor Verbrühungen schützen, sind wahre Materialkiller. Sie bestehen traditionell aus zwei geklebten Wellpappschichten. Ihre Produktion erfordert Holz – viel Holz.

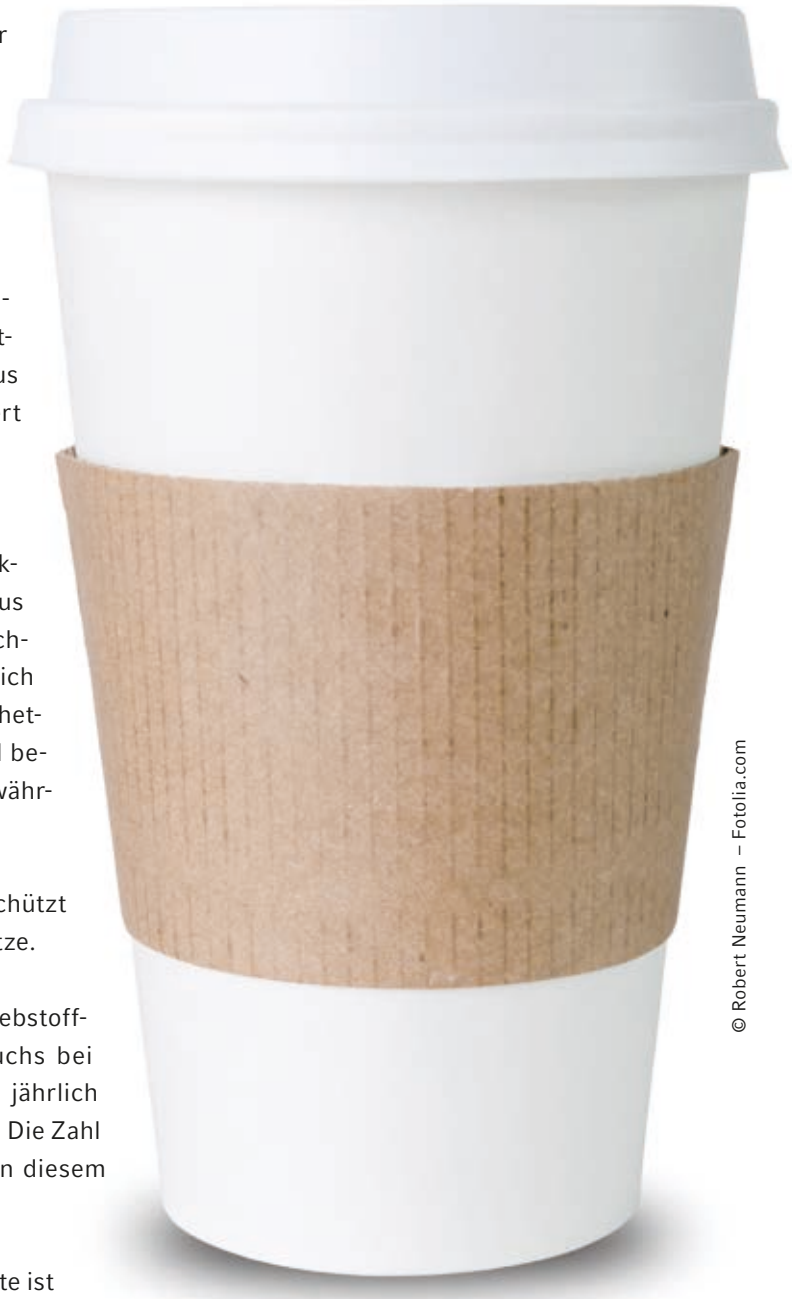
Umweltschonende, kompostierbare Bechermanschette
Durch die Verwendung eines speziell entwickelten multifunktionalen Verpackungsklebstoffs lässt sich die Manschette aus neuartig konstruierten, wesentlich dünneren Wellpappschichten zusammensetzen. Der Ressourcenverbrauch kann deutlich reduziert werden. Die mit dem Klebstoff gefertigten Manschetten benötigen 34 Prozent weniger Holzfaser-Rohstoffe und beinhalten 25 Prozent mehr recyceltes Material – ohne an bewährter Funktionalität zu verlieren.

Der Klebstoff klebt nicht nur, er dämmt zugleich auch. So schützt die Manschette beim Anfassen des Bechers effektiv vor Hitze.

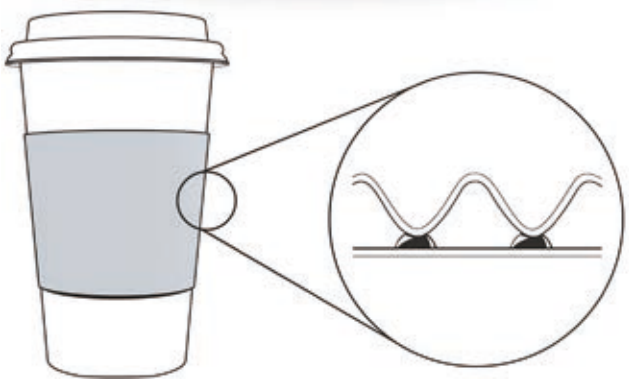
Die Umwelt ist der größte Nutznießer der patentierten Klebstofftechnologie. Aufgrund des reduzierten Rohstoffverbrauchs bei gleichzeitig erhöhtem Einsatz recycelter Materialien kann jährlich auf das Fällen von etwa 100.000 Bäumen verzichtet werden. Die Zahl wird weiter steigen, wenn auch andere Coffeeshop-Ketten diesem Vorbild folgen.

Daneben gibt es weitere Öko-Vorteile: Die Bechermanschette ist vollständig kompostierbar und muss nicht aufwendig entsorgt werden. Darüber hinaus ist sie leichter als ihre herkömmlichen Pendants. Transportbedingte Umweltbelastungen werden dadurch möglichst klein gehalten.

So lässt sich der „Coffee to go“ im Pappbecher mit gutem Gewissen genießen.



© Robert Neumann – Fotolia.com



© Grafik Henkel

Randlos-Brillen

Klare Sicht

© misterspex.de

16 Millionen Bundesbürger kennen das Problem:

Randlos-Brillen mit gebohrten Gläsern stehen unter permanenter

Spannung und können durch Belastung leicht kaputt gehen. Mit spezieller

Brillen-Klebtechnik wird die Bruchgefahr eliminiert und die Sehqualität erhöht.

Der Markt für Brillen ist in Deutschland zweigeteilt: Während 60 Prozent der 40 Millionen Brillenträger ein „Nasenfahrrad" mit Vollrand tragen, bevorzugen 40 Prozent die Variante ohne Rand. „Randlos" bedeutet, dass sich die Fassung auf die zentrale Verbindungsbrücke zwischen den Gläsern mit dem Nasenbügel, den Backen und die Bügel reduziert. Auf einen Rahmen wird komplett verzichtet.
Fassungskomponenten und Brillengläser für Randlos-Brillen werden überwiegend über Schraub- und Druckverbindungen sowie entsprechende Bohrungen in den Gläsern zusammengefügt.

Nachteil: Von den Bohrungen im Glas gehen – durch Druck, Reibung und Vibration – Spannungen sowie Mikrorisse aus, die bereits bei geringfügigen Zusatzbeanspruchungen zu Beschädigungen bis zum Bruch führen können. Derartige Probleme lassen sich mit innovativer Brillen-Klebtechnik gänzlich ausmerzen.

Kleben statt Bohren

Nach jahrelanger Entwicklungsarbeit brachte ein deutscher Hersteller 2010 die erste geklebte Randlos-Brille auf den Markt. Sämtliche Komponenten, aus denen die Brille besteht, halten durch Klebstoffe – und sind darüber hinaus nahezu zerstörungssicher.

So wird die Sehhilfen-Innovation montiert: Zunächst werden die Gläser in einer Spannvorrichtung positioniert und zentriert. Daran schließt die lokale Abtragung der „Lotuseffekt-Glasbeschichtung" an den Klebpositionen an. Dort wird anschließend der Befestigungsschuh aus Kunststoff – gemeint ist das Element zwischen Gestell und Glas – positioniert und der speziell entwickelte Klebstoff zudosiert. Dieser verteilt sich durch den Kapillareffekt gleichmäßig im Klebspalt. Über die gefügten Stellen werden keine schädigenden Einflüsse in das Brillenglas geleitet. Der Klebstoff wirkt als Spannungspuffer. Risse oder Glasbrüche, die aus Biege- und Schockbelastungen resultieren, lassen sich so zuverlässig verhindern.

Wenige Tropfen Klebstoff ermöglichen Qualitätssprung

Neben der erhöhten Bruchsicherheit bieten geklebte Randlos-Brillen weitere Vorteile – sowohl für Hersteller als auch für Verbraucher: Eine konventionelle Randlos-Brille mit gebohrten Gläsern besteht aus 20 Teilen und erfordert zur Montage 28 einzelne Bearbeitungsaktionen. Die geklebte Variante setzt sich hingegen aus nur 8 Komponenten zusammen und kann mit ebenso vielen teilautomatisierten Bearbeitungsvorgängen montiert werden. Das spart Zeit und viel Arbeitsaufwand.
Auch der Brillenträger selbst profitiert: Da die Gläser nicht mehr durch Bohrungen geschwächt sind, können sie mit dünneren Wandstärken verwendet werden. Diese sind naturgemäß leichter. Aufgrund der wegfallenden bzw. reduzierten Spannung bieten die geklebten Brillen überdies eine um rund sechs Prozent bessere Sichtfeldqualität.

Infokasten „Lotuseffekt"
Der Lotus-Effekt bezeichnet eine wasserabstoßende Oberflächen-Beschichtung mit einer Mikro-Struktur, die der Blattoberfläche der Lotus-Pflanze ähnelt.

Infokasten „Kapillareffekt"
Der Kapillareffekt bezeichnet das Verhalten von Flüssigkeiten, das sie bei Kontakt mit Kapillaren – das sind beispielsweise enge Röhren, Spalten oder Hohlräume – in Feststoffen zeigen. Die Kapillarkraft lässt Flüssigkeiten in einer Kapillare gegen die Schwerkraft nach oben steigen.
Beispiel: Wird ein Glasröhrchen senkrecht in Wasser getaucht, steigt das Wasser in der engen Glasröhre ein Stück nach oben.

Techno-logie & Klebstoffe

TECHNOLOGIE

Autonomes Fahren

Selbst ist das Auto

Einsteigen, Ziel eingeben, zurücklehnen. Geht es nach Mercedes, Tesla und Co. sieht so die Zukunft aus. Selbstfahrende Autos, die bequem per Autopilot gesteuert werden. Wann die cleveren Roboter-PKWs auf Deutschlands Straßen rollen, ist noch ungewiss. Fest steht: Klebstoffe treiben die Innovation maßgeblich voran.

© Daimler AG

Autos, die sich alleine durch den dichten Stadtverkehr schlängeln, selbstständig überholen und abbiegen, ohne Fahrer ihr Ziel finden – was für unsereins noch befremdlich klingt, ist für die Autoindustrie eine feststehende Zukunft. Und zugegeben: Die erfolgreichen Testfahrten namhafter Hersteller haben eindrucksvoll bewiesen, dass die Technik inzwischen reif genug ist, um ein Auto führerlos von A nach B zu bringen. Möglich ist das durch den Einbau von High-End-Geräten. Radarsensoren, Videokameras und Laserscanner sollen den Fahrer zunächst schrittweise entlasten und irgendwann komplett ersetzen.

Die fünf Sinne selbstfahrender Autos
Wie wir Menschen, orientieren sich selbstfahrende PKWs anhand von fünf „Sinnesorganen".

1. Sehen
Um richtig zu reagieren und die Regeln des Straßenverkehrs einzuhalten, müssen Autos gut „sehen". Hier kommen virtuelle Augen ins Spiel, die an der vorderen und hinteren Stoßstange sowie der Windschutzscheibe befestigt sind. 360-Grad-Lasersensoren und Kameras scannen die Umgebung, erfassen Hindernisse wie Motorräder, Fußgänger oder Radfahrer und bestimmen die exakte Position des Fahrzeugs. Im Falle einer errechneten bevorstehenden Kollision führen sie automatisch die Vollbremsung aus.

2. Fühlen
Für zusätzliche Verkehrssicherheit ist wichtig, dass die Autos nicht nur in der Lage sind, zu „sehen", sondern auch zu „fühlen". Spezielle Sensoren können etwa durchdrehende Vorderräder oder die Außentemperatur spüren. Ist es draußen eiskalt, schickt die intelligente Elektronik eine Eis-Warnung an den Fahrer und andere Autos in der Region.

3. Riechen
Selbst die Entscheidung, ob das Auto überhaupt fährt, könnte Autofahrern künftig abgenommen werden – durch integrierte Alkoholtestgeräte. Ein Sensor analysiert den Atem des Fahrers nach Alkohol, ohne dass der in ein Gerät pusten muss. Liegt der Wert über der gesetzlich zugelassenen Grenze, verweigert der Wagen seinen Dienst.

4. Hören
Der vierte Sinn, das Hören, ist dagegen Zukunftsmusik. Die ersten Versuche sehen jedoch schon recht vielversprechend aus. Kraftfahrzeuge sollen bald per Sprache gesteuert werden und – wie das Filmauto K.I.T.T. aus der 1980er-Jahre Kultserie Knight Rider – auf Befehle ihres Besitzers hören.

5. Sprechen
Dass Autos „sprechen", ist hingegen längst Realität. Navigationssysteme sagen, wo es lang geht, informieren über die aktuelle Verkehrslage und klären sogar über Sehenswürdigkeiten und Ausflugsziele auf.

Die Klebtechnik ist der Schlüssel für autonomes Fahren
Klebstoffe sind in der Automobilfertigung von entscheidender Bedeutung – bis zu 15 Kilogramm stecken in einem herkömmlichen Kraftfahrzeug. Sie sorgen dafür, dass PKWs immer leichter werden, erlauben Multi-Material-Bauweisen und bieten dadurch neue Design-Möglichkeiten.
Der Einzug von immer mehr Elektronik lässt die Bedeutung der Klebtechnik für den Automotive-Sektor wachsen. Angesichts der geringen Größe von Kameras, Sensoren, Chips und Co. sind konventionelle Fügeverfahren, wie Schweißen, Löten oder Schrauben, kaum einsetzbar. In der Praxis wird fast ausschließlich geklebt – das gilt auch und vor allem für zukünftige Anwendungen zur Befestigung bzw. zum Schutz von Elektronikbauteilen.
Bei der Entwicklung von Klebsystemen spielt auch die Entwicklung passender Applikationstechnik eine wichtige Rolle. Beides geht Hand in Hand. Heutzutage ist es beispielsweise möglich, den Klebstoff in extrem feiner Dosierung – sozusagen im Picoliter-Maßstab (Billionstel Liter) – zu applizieren.

Selbstfahrende Autos, wie zum Beispiel der Mercedes F 015, bestimmen bald Deutschlands Straßenbild.

Bequemer geht's nicht: Ein fahrerloses Auto steuert sich selbst.

Klebstoffe schützen Sensoren vor Wind und Wetter

Damit Sensoren ordnungsgemäß funktionieren, müssen sie gegenüber den äußeren Einflüssen (extreme Temperaturen, Streusalz) und Chemikalien (Benzin, Öl) geschützt werden. Zudem gilt es, die am Gehäuse offen liegenden Kontaktstellen sicher abzudecken und vor Korrosion zu bewahren. Genau hierfür werden spezielle Klebsysteme entwickelt.

Bei Parksensoren ist es wichtig, dass der eingesetzte Klebstoff neben den mechanischen Aufgaben auch gute akustische Eigenschaften aufweist. Das Ultraschallsignal, das der Sensor sendet und empfängt, soll in hoher Qualität an das Steuergerät übertragen und nicht etwa verfälscht werden. Hierfür kommen insbesondere lichthärtende Epoxidharz-Klebstoffe zur Verwendung, die schnell – quasi auf Knopfdruck – aushärten. Nur so lässt sich das Auto auch auf engstem Raum selbst in kleinste Parklücken manövrieren.

Klebstoffe geben Kameras Halt und verbessern Optik

Zu jedem selbstfahrenden Auto gehören Kameras. Und zu jeder Kamera gehören Klebstoffe. Ob Bildsensor-Chip, Leiterplatte, Infrarot-Filter, Linse oder Gehäuse – Klebstoffe fügen die vielen verschiedenen Bauteile einer Kamera zu einer funktionierenden Einheit. Zur Verwendung kommen hauptsächlich dualhärtende Klebstoffe. Ihr Vorteil: Die Kamerateile lassen sich im noch unausgehärteten, flüssigen Klebstoff präzise ausrichten. Dann erfolgt eine sekundenschnelle Vorfixierung mit energiereichem Licht. Seine volle Stärke erhält der Klebstoff anschließend durch Warmhärtung.

Die Anforderungen an die verwendeten Klebsysteme sind enorm: Zum einen muss die Ausgasung des Klebstoffs möglichst gering sein. Schließlich darf es keinen Niederschlag auf der Linse oder anderen Optik-Komponenten geben. Darüber hinaus sollte sich der Klebstoff durch minimalen Schrumpf auszeichnen, damit die Kameralinse im Fokus, sprich das Bild scharf bleibt. Aus demselben Grund ist auch keine Ausdehnung des Klebstoffs bei Wärme gewünscht.

Autonomes Fahren und Klebtechnik inspirieren sich also gegenseitig. Moderne Klebstoffe ebnen den Weg für selbstfahrende Autos. Und Letztere wiederum fördern die Entwicklung neuer Klebsysteme.

Klebstoffe fixieren elektronische Bauteile wie Kameras und schützen sie vor Wettereinflüssen und Chemikalien.

© Mikael Damkier –Fotolia.com

Windschutzscheibe

Geklebt hält besser

Vor 130 Jahren baute Carl Benz das allererste Automobil. Seitdem wurden Fahrzeuge stetig weiterentwickelt – sowohl was ihre Ausstattung und Technik als auch ihre Sicherheit anbelangt. Schützten Fahrer sich früher mit Brillen vor Wind, Regen und Schmutz, übernehmen heute Windschutzscheiben diese Aufgabe. Sie sind nahezu unzerbrechlich und halten stärksten Belastungen sicher Stand.

Mehr als 60 Millionen PKWs werden jährlich weltweit produziert. Die Grundlage dafür wurde im Jahr 1886 gelegt, als der deutsche Ingenieur Carl Benz das erste Automobil erfand. Mit den heutigen Hightech-Vehikeln hatte sein „Motorwagen Nummer 1" – ein benzinbetriebenes Dreiradfahrzeug – äußerlich und technisch nichts gemein.

Auch die Frage der Verkehrssicherheit spielte damals noch keine Rolle. Die vorhandenen Bremsen waren zu schwach, Sicherheitsgurte gab es nicht und zum Schutz vor den Elementen trugen Autofahrer lediglich Brillen. Erst Anfang des 20. Jahrhunderts wurden die ersten Windschutz-

scheiben in Autos verbaut. Diese bestanden zunächst aus herkömmlichem Fensterglas. Ein Nachteil war, dass sie bei einem Unfall relativ schnell zerbrachen und eine große Gefahr für die Insassen darstellten.
Eine Weiterentwicklung war Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG), das ab den 1930er Jahren in der Automobilherstellung zum Einsatz kam. Dieses brachte einen Zugewinn an Sicherheit. ESG zerbricht nicht in gefährlich scharfe Scherben. Vielmehr löst sich die komplette Scheibe in kleine, stumpfkantige Glaskrümel auf. Auf diese Weise wird das Risiko von Verletzungen minimiert.
Heutige Windschutzscheiben sind Verbundglas-Sicherheitsscheiben (VSG) – in Deutschland ist das sogar bindend vorgeschrieben. Gegenüber ESG weist VSG den zusätzlichen Sicherheitsvorteil auf, dass es als ein Netz vieler Glasbruchstücke, die untereinander verbunden bleiben, in sich zusammenfällt. Das heißt: VSG bleibt nach dem Bruch als Einheit erhalten.

So entsteht Verbundscheiben-Sicherheitsglas

VSG setzt sich aus zwei oder mehreren Glasscheiben zusammen, die mit einer reißfesten, zähelastischen Schmelzklebstoff-Folie aus transparentem Polyvinylbutyral (PVB) zusammengehalten werden. Schmelzklebstoffe – auch Hotmelts genannt – sind lösemittelfreie, thermoplastische Klebstoffe, die auf verschiedenen chemischen Rohstoffen basieren und in heißem Zustand verarbeitet werden.
In der VSG-Herstellung bedeutet das: Die Verbundfolie wird zunächst zwischen die beiden Gläser gelegt. Anschließend wird das Glaspaket erhitzt (140 Grad Celsius) und vakuumisiert (10 bis 15 kg/cm²). Durch den Druck lassen sich die in der aufgeschmolzenen PVB-Folie enthaltene Restluft und -feuchtigkeit vollständig entfernen. Unmittelbar nach dem Abkühlen des Schmelzklebstoffes bzw. der Hotmelt-Folie – was innerhalb weniger Sekunden erfolgt – ist der Verbund vollständig hergestellt. Die nun fertige VSG-Einheit kann in die Karosserie eingesetzt werden.

Für Klebungen von Windschutzscheiben kommen feuchtigkeitshärtende Polyurethan-Klebstoffe zum Einsatz.

Nachdem der Klebstoff auf den Rand der Windschutzscheibe aufgetragen wurde, setzen Kfz-Monteure die Scheibe in den Rahmen ein.

Windschutzscheibe einbauen

Nicht nur in der Herstellung, sondern auch beim Einbau der Windschutzscheibe kommen Klebstoffe zur Verwendung: Im ersten Schritt wird der Rahmen sorgfältig mit einer speziellen Grundierung vorbehandelt, beispielsweise wenn die Scheibe ausgetauscht werden muss. Nach dem Austrocknen der Grundierung trägt der Kfz-Monteur einen feuchtigkeitshärtenden Polyurethanklebstoff auf den äußeren Rand der neuen Windschutzscheibe auf, der für einen zuverlässigen Halt sorgt. Jetzt kann die Scheibe vorsichtig in den Rahmen eingesetzt werden. Abschließend muss der Klebstoff nur noch circa 60 Minuten aushärten. Danach ist das Auto fahrbereit.

Schluss mit dem Straßenverfall

Schlaglöcher ade

Es bröckelt gewaltig: Mehr als ein Drittel aller deutschen Landstraßen befindet sich in schlechtem Zustand. Mit innovativer Klebtechnik lässt sich dieser Verfall aufhalten – zumindest in naher Zukunft.

In Deutschland wimmelt es nur so von Buckelpisten voller Schlaglöcher. 15 Prozent der Landstraßen sind in einem schlechten, 19 Prozent sogar in einem sehr schlechten Zustand. Auf den Autobahnen sieht das Bild ähnlich aus. Mehr als tausend Kilometer sind baufällig.
Um die angeschlagene Infrastruktur zu retten – da sind sich Verkehrsexperten einig – hilft nur Geld. Doch angesichts leerer Staatskassen und klammer Kommunen ist dies leichter gesagt als getan. Das deutsche Straßennetz auf konventionelle Weise zu reparieren, würde jährlich rund 4,7 Milliarden Euro kosten. Forscher arbeiten deshalb an unkonventionellen Methoden, den Verfall langfristig aufzuhalten.

Solche Bilder gehören bald der Vergangenheit an. Klebstoffe verhindern Schlaglöcher dauerhaft.

Vom Flüsterasphalt zum „Wunderasphalt“

Die Euphorie war groß, als vor rund einem Jahrzehnt der Siegeszug des sogenannten Flüsterasphalts begann. Bei diesen Belägen handelt es sich um offenporige Asphalte, die zu einem Viertel aus Hohlräumen bestehen. Wasser und Schall werden gleichermaßen geschluckt, Aquaplaning verhindert. Doch mittlerweile ist die anfängliche Euphorie vielerorts Ernüchterung gewichen: Flüsterasphalt ist sehr empfindlich. Zum einen muss er alle 10 Jahre erneuert werden – normaler Asphalt kommt hingegen auf eine durchschnittliche Haltbarkeit von 15 bis 20 Jahren. Zum anderen muss Flüsterasphalt regelmäßig gereinigt werden, damit er seinen lärmreduzierenden Effekt behält. Das führt zu mehr Tagesbaustellen und langen Staus.

Der niederländische Materialforscher Eric Schlangen ist da schon einen Schritt weiter. Er arbeitet seit Jahren an einer neuen Art von Asphalt, der doppelt so lange hält wie normaler Flüsterasphalt und sich selbst heilen kann. „Wunder-Asphalt“ nennt eine niederländische Zeitung die Erfindung. Das Erfolgsrezept von Schlangen: Er füllt einen Klebstoff auf Bitumenbasis zwischen die Asphaltsteinchen, dem er feine Stahlfasern beimischt. Wird der Stahl stark erhitzt, schmilzt er den Asphalt und Risse schließen sich. Dafür benötigt er allerdings kein Feuer. Der Prozess funktioniert per Induktionshitze – wie in einer Mikrowelle. In der Praxis erfolgt dies durch das Magnetfeld einer speziellen Induktionsmaschine. Mit der klebrigen Erfindung heißt es: Schlaglöcher ade.

Klebstoff aus wässrigem Hydrogel

Nicht nur in den Niederlanden, sondern auch hierzulande – wo rund ein Viertel der Autobahnen aus Beton besteht – wird an Verfahren geforscht, mit denen sich der Straßenverfall eindämmen lässt. Wissenschaftler der TU München experimentieren mit sogenannten Hydrogelen, die Wasser im Beton aufnehmen, sich dabei ausdehnen und so Risse stopfen. Das Prinzip ist das gleiche wie bei Windeln, die Flüssigkeit aufsaugen. Ein Unterschied: Der Hydrogel-Klebstoff erhöht zusätzlich die Festigkeit des Werkstoffs. Auf diese Weise kann Beton fast komplett geheilt werden.
Ganz ausgereift ist das Verfahren allerdings noch nicht. Die Wissenschaftler suchen derzeit nach einem Weg, zu verhindern, dass der Beton schon beim Zusammenmischen klebt. Bis die Innovation auf die Straße kommt, können also noch einige Jahre ins Land gehen.

Wohnen & Klebstoffe

Meere hinter Glas

Tropenparadies im eigenen Heim

Atemberaubende Korallenlandschaften, eine farbenprächtige Vegetation, exotische Tiere: Wer traumhafte Natur hautnah erleben möchte, muss nicht um die halbe Welt reisen. Meerwasseraquarien lassen den Zauber exotischer Urlaubsdomizile in den eigenen vier Wänden aufleben.

© sera

Mit Meerwasser- und Riffaquarien können Menschen in eine Welt voller Farben, Formen und Fische eintauchen, ohne dabei selbst nass zu werden. Äußerlich unterscheiden sich die gläsernen Biotope nicht von ihren Pendants mit Süßwasser. Doch im Innenleben gibt es große Unterschiede, zum Beispiel den Salzgehalt des Wassers. Dieser ist bei der maritimen Variante deutlich höher, er liegt bei rund 3,5 Prozent. Um die entsprechenden Werte zu erreichen, wird Leitungswasser zunächst von Schadstoffen wie Nitrat und Phosphat befreit und anschließend mit speziellem Aquaristik-Meersalz versetzt. Sind die Wasserparameter optimal eingestellt und erforderliche Filter-, Pumpen- und Beleuchtungsgeräte installiert, kann es an die Gestaltung des Aquariums gehen. Der Kreativität ist dabei freien Lauf gelassen.

Mit Klebstoffen den Riffaufbau individuell gestalten

Das Riff ist der Dreh- und Angelpunkt in einem Meerwasseraquarium. Mit Stein-, Leder- bzw. Weichkorallen, Anemonen und anderen Wasserpflanzen lässt es sich nach persönlicher Vorliebe gestalten. Um diese am Riff zu verankern, gibt es sogenannte Korallenklebstoffe.

In der Regel kommen flüssige 2-Komponenten-Klebstoffe auf Epoxidharzbasis und keramischen Füllstoffen zum Einsatz. Alternativ bietet der Zoofachhandel aber auch Cyanacrylatklebstoffe, spezielle Knetmassen und Mörtel an.

Sämtliche Produkte sind im ausgehärteten Zustand physiologisch unbedenklich, beständig gegen Meerwasser und geben keine Schadstoffe ab.

Ihre Anwendung ist denkbar einfach. Der Klebstoff wird in feiner Dosierung – für gewöhnlich reichen wenige Tropfen aus – unter oder über Wasser auf die zu verbindenden Gegenstände aufgetragen. Einzige Voraussetzung: Der Untergrund muss frei von Staub, Fett und Algen sein. Anschließend können Korallen, Wasserpflanzen und Co. am Riff fixiert werden.

Mit Korallenklebstoffen können Aquarianer ihre salzige Unterwasserwelt kreativ gestalten.

Fertig ist der Traum vom salzigen Biotop in den eigenen vier Wänden.

Übrigens: Nicht nur im Inneren des Beckens wird geklebt. Auch das Aquarium selbst hält dank Klebstoffen. Die Scheiben des gläsernen Fischdomizils werden mit Silikondichtungsmittel fixiert und gleichzeitig wirksam abgedichtet. Das unsichtbare Material ist wasserbeständig und haftet fest auf Glas. Die Härtung erfolgt wie bei Fensterkitt an der Luft, genauer gesagt durch die Luftfeuchtigkeit. Doch im Gegensatz zu Fensterkitt bleiben Silikone auch unter Extrembedingungen und noch nach langer Zeit elastisch und vor allem dicht. Außerdem vergilben sie nicht. Die faszinierende, farbenfrohe Unterwasserwelt wird also auch nicht durch hässlich verfärbte Silikonstreifen getrübt.

Sämtliche Klebstoffe sind physiologisch unbedenklich und geben keine Schadstoffe ab. So fühlen sich auch die tierischen Bewohner pudelwohl.

Bauen mit Holz

Der Wald als Basis für das Eigenheim

Bauen mit Holz ist „in“: Überall in der Bundesrepublik wächst die Zahl der Holzhäuser. Ihre hohe Energieeffizienz überzeugt viele Bauherren. Klebstoffe lassen den Traum von den eigenen vier Holzwänden wahr werden.

© anjajuli – Fotolia.com

Holzhäuser erfreuen sich nicht nur in Skandinavien, sondern auch hierzulande großer Beliebtheit.

Jeder fünfte Neubau wird aus Holz gefertigt – Tendenz steigend. Das liegt neben der natürlichen Wohnatmosphäre vor allem an der guten ökologischen Verträglichkeit. Naturbaustoffe wie Holz geben keine Schadstoffe ab. Holzhäuser sind deshalb auch für Allergiker attraktiv. Darüber hinaus schont jedes Holzhaus die Umwelt. Schließlich besteht es aus nachwachsenden Rohstoffen.

Weiterer Pluspunkt: Der natürliche Baustoff kann universell eingesetzt werden. Von der kleinen, romantischen Blockhütte bis hin zum extravaganten 24-stöckigen Hochhaus wie es derzeit in Wien entsteht – mit Holz ist nahezu jeder Gebäudetyp realisierbar. Einzige Voraussetzung: Holz lässt sich nicht schweißen oder löten. Es muss geleimt werden, weil nur das Fügeverfahren Kleben den Einsatz von Holz auch in architektonisch anspruchsvollen Bauwerken, wie Wohnbauten, mehrgeschossigen Hotels und öffentlichen Gebäuden, ermöglicht.

Bauweisen im Holzhausbau

Grundsätzlich werden im Holzhausbau die Segmente „Massivbauweise" und „Leichtbauweise" unterschieden. In erstgenanntem Segment sind die Brettstapel-, Brettsperrholz- und Blockbohlenbauweisen weit verbreitet.

Die Brettstapelbauweise ist skandinavischen Ursprungs. Dabei werden die Wände und Decken aus massiven Brettstapelelementen gefertigt. Sie bestehen in der Regel aus getrockneten Fichtenbrettern mit einer Dicke von 22 bis 60 Millimetern, die unter anderem durch Klebstoffe fest miteinander verbunden werden. Aufgrund der hohen Masse weisen Brettstapelelemente sehr gute schallschutztechnische Eigenschaften auf.

Bei der Brettsperrholzbauweise werden Massivholztafeln verwendet, die aus mehreren, über Kreuz flach aufeinanderliegenden, Brettlagen bestehen. Auch hier kommen Klebstoffe zum Einsatz, um die verschiedenen Brettlagen zu einer Einheit zu fügen. Auf diese Weise werden Wand-, Boden- oder Deckenelemente großflächig vorgefertigt.

Eine weitere Konstruktionsvariante ist die Blockbohlenbauweise. Sie ist eine der ältesten Massivholzbauweisen und basiert auf dem liegenden Verbau von Rundholz-, Vierkant- oder Lammellenbohlen. Die Konstruktion ist zumeist zweischalig mit einer in der Mitte liegenden Dämmschicht aufgebaut. Manchmal werden die Bohlen aber auch zu Balken verbunden. Die Verbindung erfolgt – man ahnt es schon – durch Klebstoffe.

Klebriger Holz-Allrounder

Ohne Klebstoffe geht (fast) nichts im Holzhausbau. Für jeden Anwendungsfall gibt es die passende Variante. Am gebräuchlichsten sind Amino- und Phenoplast-Klebstoffe, einkomponentige Polyurethanklebstoffe und emulsionspolymerisierte Isocyanat(EPI)-Klebstoffe. Sie alle haben die Eigenschaft, die Quellungen und Schwindungen von Holz zu kompensieren.

Wann ist ein Haus ein Holzhaus?

Ob Bungalow, Mobilheim oder Villa – sie alle können Holzhäuser sein. Worauf es ankommt, ist, dass das Tragwerk aus Holz besteht. Die Verwendung moderner Dämmmaterialien oder Wandfüllungen aus Stein bzw. Ziegel ändern an dieser Zuordnung nichts.

Klebstoffe spielen im Holzhausbau eine wichtige Rolle: Sie verbinden die Bauteile und kompensieren Quellungen sowie Schwindungen von Holz.

WISSENSCHAFT

Wissen-schaft & Klebstoffe

Neue Behandlungsmethode

Kampf den Krampfadern

Jeder vierte Deutsche hat Krampfadern. Sie sehen nicht nur unschön aus, sie können auch schmerzhaft und gefährlich werden. Um Venenbeschwerden zu vermeiden, empfehlen Gesundheitsexperten, die sogenannten Varizen stillzulegen.

© Robert Przybysz – Fotolia.com

Krampfadern sind knotig-erweiterte Venen in den Beinen. Häufige Ursache ist – neben mangelnder Bewegung – eine angeborene Schwäche des Bindegewebes, die zur Funktionsstörung der Venenklappen führen kann. Diese übernehmen im Venensystem eine immens wichtige Aufgabe: Sie sorgen dafür, dass das Blut in den Beinen – gegen die Schwerkraft – zurück zum Herz transportiert werden kann. Sind die Klappen jedoch undicht oder schließen nicht mehr richtig, fließt das Blut zurück ins Bein und staut sich in den Venen. Dadurch erweitern sich Letztere und leiern regelrecht aus. Sie entwickeln sich zu Krampfadern, die als bläuliche Erhebung unter der Haut gut sichtbar werden.

Verschiedene Möglichkeiten der Krampfader-Behandlung

Werden Krampfadern nicht therapiert, kann es zu Thrombosen, Wassereinlagerungen und Hautschäden bis zum offenen Bein kommen.

Ärzte wenden heutzutage verschiedene Behandlungsmethoden an. Klassisch werden Krampfadern „gestrippt". Sprich, unter Vollnarkose operativ herausgezogen. Sie lassen sich aber ebenso per Laserlicht oder Radiofrequenzenergie entfernen.

Das geht allerdings mit für den Patienten unerwünschten Nebenwirkungen einher, wie beispielsweise Hautverbrennungen, Blutergüssen, Gewebeverletzungen und Schmerzen. Im Anschluss an die Operation ist es darüber hinaus ratsam, vorübergehend Kompressionsstrümpfe zu tragen und das Bein nicht zu belasten. Alle diese unangenehmen Begleiterscheinungen entfallen bei einer neuen, besonders schonenden Behandlungsmethode: dem Verschließen von Krampfadern mittels Klebtechnik.

So funktioniert die „klebrige" Gefäßtherapie

Über eine kleine Eintrittsstelle in der Haut – ähnlich der Blutabnahme – führen Gefäßchirurgen einen dünnen Katheter in den erkrankten Venenbereich ein. Die betroffene Stelle wird dabei nur örtlich betäubt. Eine Narkose ist nicht erforderlich. Unter dauerhafter Ultraschallkontrolle zieht der Arzt dann den Katheter Schritt für Schritt zurück und spritzt dabei gleichzeitig in geringer Menge Gewebeklebstoff in die Vene. Zu deren Fixierung drückt er von außen sanft auf das Bein. Nach nur zwanzig Minuten ist die Vene komplett verschlossen. Das Blut wird umgehend in andere, funktionstüchtige Gefäße umgeleitet. Die behandelte Vene verbleibt zunächst im Bein, bis sie nach und nach durch körpereigene Reparaturmechanismen abgebaut wird.

© Deutsche Venen-Liga

Wer sichtbare Krampfadern hat, sollte diese vom Arzt untersuchen lassen.

Gewebeverträglich und biologisch abbaubar

Bei der seit 2011 in Deutschland zugelassenen Methode kommt ein spezieller Gewebeklebstoff zum Einsatz. Genauer gesagt handelt es sich dabei um einen für die medizinische Anwendung entwickelten Cyanacrylat-Klebstoff. Dieser leistet auch in anderen Bereichen der Medizin bereits gute Dienste, beispielsweise zum Verschließen von chirurgischen Wunden.

Unabhängig vom jeweiligen Einsatzgebiet müssen Gewebeklebstoffe neben anderen Voraussetzungen für den Einsatz im menschlichen Körper biokompatibel sein. Das heißt, sie verursachen keine unerwünschten Nebenwirkungen für den Patienten und zerstören keine Zellen. Die entsprechende Unbedenklichkeitszertifizierung des Klebstoffs wird über die weltweit gängige ISO-Norm 10993 nachgewiesen. Der zur Behandlung von Krampfadern eingesetzte Cyanacrylat-Klebstoff ist darüber hinaus hypoallergen sowie biologisch abbaubar.

Blutergüsse, hässliche Narben oder Schwellungen entstehen nicht. An die Behandlung erinnert lediglich ein Pflaster – und das für nur kurze Zeit.

© Robert Przybysz – Fotolia.com

Werden Krampfadern mittels Klebtechnik geschlossen, bleiben keine Narben, Schwellungen oder Blutergüsse zurück.

Alltag & Klebstoffe

Rollator 2.0

Hightech auf vier Rädern

Sie gelten als Ferrari unter den Gehhilfen. Rollatoren aus Faserverbundwerkstoffen. Ihr Vorteil: Sie sind leichter, schicker und komfortabler als herkömmliche Modelle. Um derartige Rollatoren zu realisieren, setzen Hersteller auf die Schlüsseltechnologie Kleben.

Getrieben durch den demografischen Wandel rollt die Gehhilfe mit vier Rädern immer stärker ins Rampenlicht. Schon heute gibt es allein in Deutschland mehr als zwei Millionen Rollatoren. Nach Schätzungen von Gesundheitsexperten kommen jährlich weitere 500.000 Exemplare hinzu.

Waren sie vor Jahrzehnten noch auf reine Funktionalität ausgelegt, haben sich Rollatoren zu Lifestyle-Produkten entwickelt, mit denen Senioren durch die Straßen flanieren.
Es gibt sie in verschiedenen Farben und Formen, mit LED-Beleuchtung, GPS-Tracker, USB-Anschluss und Trinkhalterung. Das Klischee vom hässlichen Hilfsmittel hat längst ausgedient. Ein Blick in Einkaufszentren, Märkte und öffentliche Gebäude beweist: Der praktische Gehwagen ist mitten in der Gesellschaft angekommen. Wo bisher Schilder mit „Kinderwagenparkplatz“ prangten, gibt es in-

© heiko knaack – Fotolia.com

zwischen neue Symbole – speziell für Rollatoren.

Rollator ist nicht Rollator

Der Trend geht zum Premium-Rollator. Die von den Krankenkassen angebotenen Gehwagen sind vielen nicht gut genug. Immer mehr Menschen zahlen deshalb obendrauf – gerne auch mehrere hundert Euro – und bekommen dafür die gepimpte Variante aus Aluminium, Carbon etc.

Der Einsatz von sogenannten Faserverbundwerkstoffen bringt mehrere Vorteile mit sich, zum Beispiel Gewichtseinsparung. Ein Kassen-Modell wiegt im Schnitt zwischen 10 und 12 Kilogramm. Das kann die Bordsteinkante zum schier unüberwindbaren Hindernis werden lassen.

Nicht so mit der Leichtbau-Variante aus Kohlenstofffaserverstärkten Kunststoff (CFK), besser bekannt als Carbon. Der Werkstoff besteht aus mehreren Komponenten. Das können zum Beispiel Glas, Kohlenstoff, Polymere oder Keramik sein. CFK zeichnet sich dadurch aus, dass es die individuellen Eigenschaften unterschiedlicher Materialien miteinander kombiniert. Genau darin liegt dessen Potenzial. Es ist leichter, stabiler und korrosionsbeständiger als der einzelne Werkstoff. Durch Verwendung von Carbon, das vor allem im Rahmen der Rollatoren verarbeitet wird, kann das Gewicht des Gerätes drastisch reduziert werden. High-End-Gehwagen wiegen gerade mal 5 Kilogramm, bieten aber maximale Stabilität für Benutzer bis 150 Kilogramm. So können auch Nutzer mit eingeschränkter Kraft den Rollator leicht heben und im Auto verstauen.

Leichtgewicht-Rollatoren nur mit Klebstoffen

Um innovative, gewichtsreduzierte Gehwagen herzustellen, führt kein Weg an modernen Klebstoffen vorbei. Der Grund: Die Verbindungstechnologie, die für Leichtbauweisen eingesetzt wird, muss die individuelle Beschaffenheit jedes einzelnen Werkstoffes erhalten. Werden CFK und andere Verbundwerkstoffe geschweißt, gebohrt oder gelötet, wird das Material beschädigt und in seiner Festigkeit geschwächt. Um diese „Verletzungen“ auszugleichen, müssten Unternehmen den Werkstoff größer dimensionieren, was wiederum der Gewichtsreduktion gegenübersteht. Deshalb sollten Verbundwerkstoffe stets geklebt werden, weil nur die Klebtechnik die benötigten Materialeigenschaften nicht beeinträchtigt. Aufgrund ihrer besonderen Fähigkeit, verschiedene Werkstoffkombinationen sicher, energieeffizient und dauerhaft zu verbinden, gilt die Klebtechnik als Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts. Leichtbau-Rollatoren sind erst durch Klebstoffe möglich geworden.

Die Gewichtsreduktion ist das vordergründige, aber bei weitem nicht das einzige Ziel von Verbundwerkstoff-Konstruktionen. Auch die Themen „Optik” und „Komfort” spielen eine wichtige Rolle. Durch ihre Eigenschaft, Multi-Material-Bauweisen und eine höhere Miniaturisierung zu realisieren, ermöglichen Klebstoffe bei der Herstellung von Rollatoren eine beinahe grenzenlose Designvielfalt. So werden aus altbackenen Gehwagen flippige Lifestyle-Rollatoren.

© nat2851terry – Fotolia.com

Mit Leichtgewicht-Rollatoren überwinden Senioren problemlos jedes Hindernis – selbst abseits der Straße.

Bio-Verpackungen

Auf den Kompost statt in die Tonne

Mehr als 200 Kilogramm Verpackungsmüll verursacht ein Deutscher pro Jahr. Viel zu viel – da sind wir uns einig. Ein Schritt, um das Müllaufkommen einzudämmen, ist die biologisch abbaubare Variante. Der Schlüssel zu flexiblen, nachhaltigen Verpackungen: kompostierbare Klebstoffe.

Am gesamten Müllaufkommen in Deutschland haben Verpackungen einen Anteil von knapp 50 Prozent. Angesichts dieser Zahl bemühen sich Politik, Forschung und Industrie seit Jahren unnötigen Verpackungsmüll zu vermeiden beziehungsweise besser zu recyceln. Biologisch abbaubare Verpackungen leisten einen erheblichen Beitrag dazu. Die umweltfreundlichen Varianten werden auf der Grundlage von erneuerbarem Material hergestellt. Dieses wiederum wird aus natürlichen, nachwachsenden Rohstoffen gewonnen, wie beispielsweise Pflanzen. Nach ihrer Verwendung kehren die Materialien wieder in den Kreislauf der Natur zurück. Durch die Kompostierung kann der Ausstoß klimaschädlicher Treibhausgase wesentlich reduziert werden.

Ohne Bio-Klebstoffe keine Bio-Verpackungen

Kompostierbare Klebstoffe spielen bei der Entwicklung biologisch abbaubarer Verpackungslösungen eine tragende Rolle. Schließlich kommt kaum eine Produkthülle ohne Klebstoffe aus. Ob Tüten, Schachteln, Dosen oder Flaschen – sie alle werden geklebt.
Um die große Nachfrage nach effizienten und gleichzeitig umweltfreundlichen Verpackungen zu befriedigen, haben Forscher den ersten TÜV-zertifizierten Klebstoff auf Wasserbasis entwickelt, der zu 100 Prozent kompostierbar ist. Er eignet sich insbesondere für die Herstellung von – ebenfalls biologisch abbaubaren – Folienverbunden, aus denen zum Beispiel die meisten Tiefkühl- und Mikrowellenverpackungen bestehen.

Verpackungen, deren Komponenten biologisch abbaubar sind, können bedenkenlos auf dem Kompost entsorgt werden.

Die Grundlage für die biologische Abbaubarkeit des Klebstoffs bildet seine spezielle Struktur. Die Moleküle des Produkts sind ähnlich aufgebaut wie in der Natur vorkommende Polymere. Dazu gehören unter anderen Kohlehydrate, Cellulosen oder Stärken. Mikroorganismen können diese mit Hilfe von Enzymen zunächst in kleine Teile zerlegen und anschließend verdauen. Übrig bleiben Wasser, Kohlendioxid und Biomasse.

In der Praxis getestet

Die TÜV Rheinland Gruppe hat den innovativen Klebstoff als biologisch abbaubaren Zusatzstoff zugelassen. Werkstoffe sind vollständig biologisch abbaubar, wenn mindestens 90 Prozent des organischen Kohlenstoffs des Materials in einem Prüfzeitraum von maximal 180 Tagen umgesetzt worden sind (Europäische Norm EN 13432). Ein Verrottungstest in Komposterde hat bestätigt, dass bereits nach 70 Tagen die erforderlichen 90 Prozent des Produkts abgebaut sind. In industriellen Kompostieranlagen könnte sich dieser Vorgang sogar noch einmal beschleunigen, da Bakterien hier optimale Bedingungen – hohe Temperatur, hohe Feuchtigkeit, definierter Sauerstoffgehalt – vorfinden. Ein Abbau innerhalb weniger Wochen ist so realisierbar.

Nachhaltig und leistungsstark

Neben seiner hohen Umweltfreundlichkeit überzeugt der wasserbasierte Klebstoff durch maximale Effizienz. Verbundfolien, die mit dem Produkt hergestellt werden, lassen sich sofort weiterverarbeiten. Daraus resultieren deutliche Zeit- und Kosteneinsparungen für die Verpackungsindustrie.

Noch nie war Kochen so einfach!

Revolution in der Küchenwelt

Allround-Geräte, wie der beliebte Thermomix®, revolutionieren Deutschlands Küchen. Sie vereinen verschiedene Funktionen. Was die wenigsten wissen: Klebstoffe backen, rühren, kneten, mixen und mahlen mit.

Ach, was war Kochen früher aufwendig und anstrengend! Das Gemüse wurde mühsam mit einem Messer klein geschnibbelt, die Suppe mit einem Handmixer püriert, einzelne Zutaten mit Messbecher oder Küchenwaage abgewogen. Für fast jeden einzelnen Vorbereitungsschritt benötigte es ein spezielles Küchengerät.
Das war einmal.
All-in-One-Geräte, wie der Thermomix®, machen Kneteisen, Mörser und Co. arbeitslos.

Herzstück des kompakten Multitalents ist sein extrem leistungsfähiger, bürstenloser Motor. Um Teige zu kneten oder harte Nüsse zu zerkleinern, muss dieser hohe Drehzahlen schaffen, stark und robust sein. Lichthärtende Klebstoffe sorgen dafür, dass Rotor und Stator – die beiden wesentlichen Bestandteile des Elektromotors – eine feste Einheit bilden und der Motor selbst stärksten Belastungen sicher standhält.
Im Herstellungsprozess sieht das wie folgt aus: An einer Rotorsprayanlage wird in exakt dosierten Mengen Klebstoff auf die zylindrischen Innenflächen der Brücke, dem Bindeglied zwischen Rotor und Stator, aufgetragen. Anschließend nimmt ein Greifer den Rotor und fügt ihn mit einer langsamen und präzisen Bewegung in das ausgerichtete Statorpaket. Ein UV-Belichtungssystem sorgt im abschließenden Montageschritt dafür, dass der Klebstoff innerhalb von Millisekunden, quasi auf Knopfdruck, aushärtet. Möglich machen das im Klebstoff enthaltene Photoinitiatoren. Diese reagieren unter dem Einfluss von Licht, verwandeln sich in hochreaktive Moleküle oder Atome, die wiederum den Aushärtungsprozess in Gang setzen.

Aufkleber sorgen für unverwechselbaren Look

Klebstoffe werden nicht nur in der Herstellung bzw. Montage des Küchenallrounders verwendet. Sie kommen auch bei der optischen Verzierung zum Einsatz. Ob gestreift, gemustert, kariert, gepunktet oder im Leoparden-Look – für jedes Thermomix®-Modell gibt es eine breite Palette spezieller Vinyl-Aufkleber, mit denen sich das Gerät individuell schmücken und verschönern lässt. Sie bestehen in der Regel aus einer dünnen PVC-Klebefolie, die einseitig mit einem Haftklebstoff beschichtet ist. Die designstarken Aufkleber sind farbecht, wasserfest und abwaschbar. Einmal aufgeklebt halten sie praktisch ein Leben lang.

Klebstoffe ermöglichen nicht nur Funktionsvielfalt, sondern geben dem Thermomix® auch einen modernen Look.

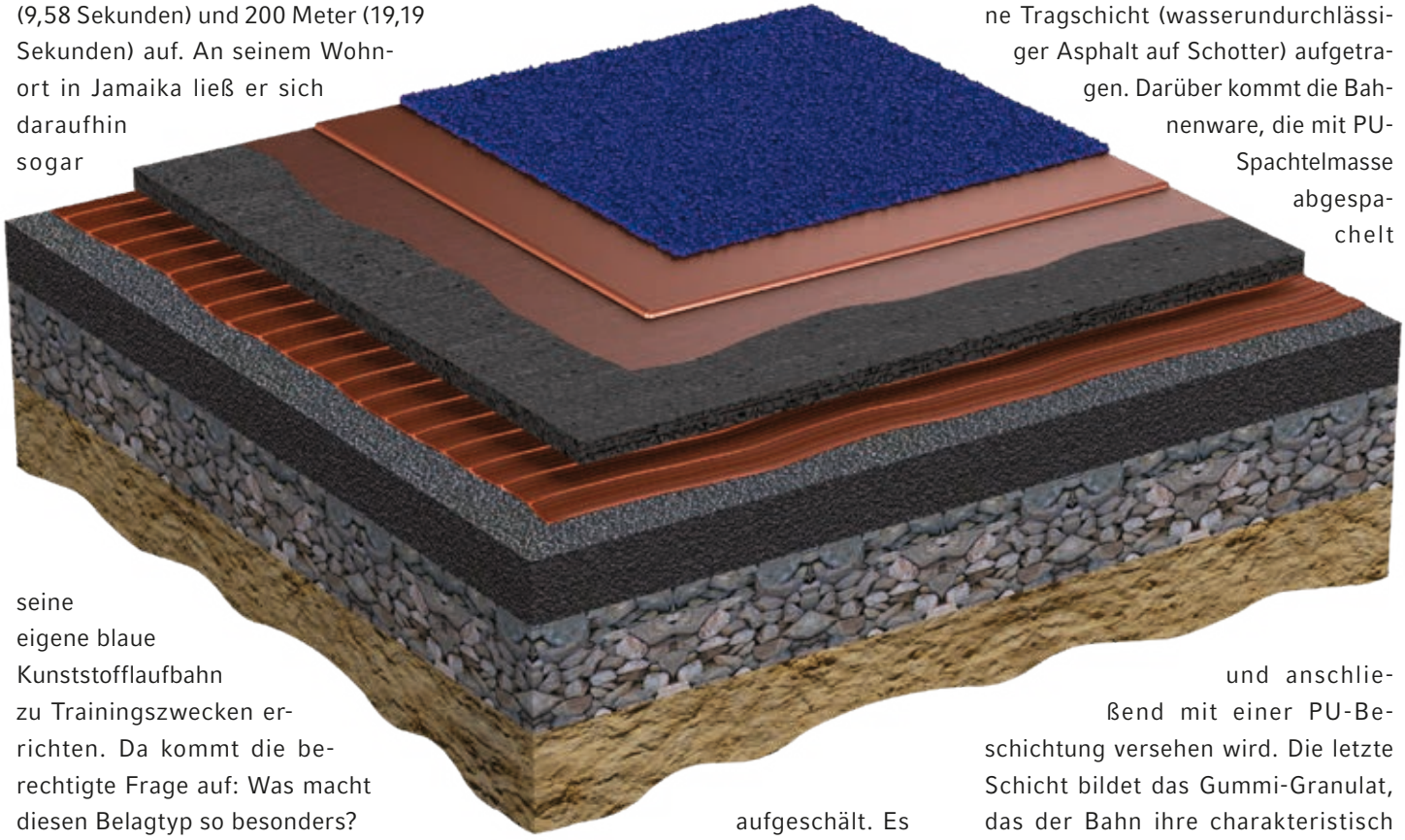
Asche ist out

Das „blaue Sportwunder”

Sie sind weltweit im Einsatz, werden von etablierten Sport-Stars geschätzt und haben unzählige Rekorde live miterlebt, wenn nicht sogar ermöglicht: Die Rede ist von blauen Hightech-Laufbahnen. Klebstoffe sorgen für maximalen Halt und gesteigerte Performance.

© BSW Berleburger Schaumstoffwerk GmbH

Das Zeitalter der traditionellen Aschebahnen ist längst vorbei. Überall in der Bundesrepublik sprießen Kunststofflaufbahnen aus dem Boden. Die oftmals charakteristisch blauen Hochleistungsbeläge, wie sie beispielsweise im Berliner Olympiastadion zu finden sind, sehen nicht nur außergewöhnlich aus. Sie sollen auch außergewöhnlich schnell sein. Sprint-Legende Usain Bolt schwört jedenfalls auf die speziellen Eigenschaften der Laufbahn. Kein Wunder, schließlich stellte er 2009 in Berlin seine fabelhaften Weltrekorde über 100 Meter (9,58 Sekunden) und 200 Meter (19,19 Sekunden) auf. An seinem Wohnort in Jamaika ließ er sich daraufhin sogar seine eigene blaue Kunststofflaufbahn zu Trainingszwecken errichten. Da kommt die berechtigte Frage auf: Was macht diesen Belagtyp so besonders?



© BSW Berleburger Schaumstoffwerk GmbH

So setzt sich der blaue Laufbahn-Belag zusammen

Der Belag besteht aus einer vorgefertigten Basis- bzw. Elastikschicht und einer vor Ort aufgetragenen Nutzschicht. Aufgrund seiner Zusammensetzung aus zwei Hauptkomponenten wird er auch als Hybridboden bezeichnet.

Dank modernster Produktionsmethoden lässt sich der Hightech-Belag je nach Einsatzzweck in hunderten Formulierungen herstellen. Dies betrifft neben der Auswahl der Basismaterialien – das sind unter anderem Polyurethan-Bindemittel (PUR) und Granulate – die Raumdichte, die Weiterverarbeitung und weitere Zusatzstoffe.

Die Materialien, aus denen sich die Elastikschicht zusammensetzt, werden unter 120 Tonnen Druck in Jumbo-Stahlzylindern verdichtet. Hierdurch lässt sich ein stabiles, gleichmäßiges PUR-Gummigemisch erzeugen. Das zylinderförmige, ausreagierte PUR-Gummimaterial wird dann auf Spezial-Schälanlagen mit einer Dickenabweichung von +/- 0,01 Millimeter in den gewünschten Dicken aufgeschält. Es entstehen Elastikbahnen von exakter Dicke und Abmessung.

Was sie von herkömmlichen Laufbahnen unterscheidet: Die wichtigste Eigenschaft der blauen „Wunderbahn" ist ihr Kraftabbau, also ihre Elastizität. Ein Teil der abgebauten Kraft wird von dem Belag absorbiert. Der andere Teil wird durch Rückfederung wieder an den Sportler zurückgegeben. Auf diese Weise lässt sich der Bewegungsapparat effektiv entlasten, um trainingsbedingten Verletzungen, Schmerzen und Verschleißerscheinungen vorzubeugen. Zudem wirkt die Elastizität dieser Kunststoffbahn Ermüdungserscheinungen entgegen, die bei langem Training auftreten.

Klebstoffe kompensieren Spannungen

Der fertig produzierte Hochleistungsbelag wird ausgerollt und fixiert. Die Verlegung erfolgt mit einem speziell entwickelten 2-Komponenten-Polyurethan-Klebstoff, der Spannungen zwischen Gummi und Asphalt bzw. Beton aufnehmen und kompensieren kann.

Der Klebstoff wird zunächst per Hand mit einem Spachtel auf eine gebundene Tragschicht (wasserundurchlässiger Asphalt auf Schotter) aufgetragen. Darüber kommt die Bahnenware, die mit PU-Spachtelmasse abgespachelt und anschließend mit einer PU-Beschichtung versehen wird. Die letzte Schicht bildet das Gummi-Granulat, das der Bahn ihre charakteristisch blaue Farbe verleiht.

Damit die Laufbahn auch nach Jahren noch im Top-Zustand ist und der Belag sich nicht vom Boden löst, muss der Klebstoff höchsten Beanspruchungen dauerhaft standhalten. Das gilt vor allem in den sogenannten „high stress areas", also dort, wo die Sprinter beispielsweise die ersten Schritte machen, nachdem sie aus den Startblöcken wie von Katapulten geschossen losrennen. Der eingesetzte Klebstoff muss daher sehr stabil, hitze- und kältebeständig sein. Zudem darf er nicht verspröden.

Eine starke Verbindung…

Industrieverband Klebstoffe e. V.:

3M Deutschland GmbH, Adtracon GmbH, Alberdingk Boley GmbH, ARDEX GmbH, Arpadis Deutschland GmbH, BASF SE, Berger-Seidle GmbH Parkettlacke, Klebstoffe, Bauchemie, BLUFIXX GmbH, Bona Vertriebsgesellschaft mbH, Bostik GmbH, Brenntag GmbH, BÜHNEN GmbH & Co. KG, BYK-Chemie GmbH, BYLA GmbH, Cabot GmbH, Celanese GmbH, certoplast Technische Klebebänder GmbH, Chemetall GmbH, ChemQuest Inc. Europe, CHT R. Beitlich GmbH, CnP Polymer GmbH, Coim Deutschland GmbH Novacote Flexpack Division, COROPLAST Fritz Müller GmbH & Co. KG, Covestro Deutschland AG, cph Deutschland Chemie Produktions- und Handelsges. mbH, CTA GmbH, Cyberbond Europe GmbH, DEKALIN - DEKA Kleben & Dichten GmbH, DELO Industrieklebstoffe GmbH & Co. KGaA, DKSH GmbH, DOW Deutschland Anlagengesellschaft mbH, Drei Bond GmbH, Dymax Europe GmbH, Eluid Adhesive GmbH, EUKALIN Spezial-Klebstoff Fabrik GmbH, Evonik Goldschmidt GmbH, Evonik Hanse GmbH, Evonik Industries AG, Exxon Mobil Chemical Central Europe GmbH, Fermit GmbH, fischerwerke GmbH & Co. KG, Follmann GmbH & Co. KG, Forbo Eurocoll Deutschland GmbH, Gludan (Deutschland) GmbH, Gößl + Pfaff GmbH, Fritz Häcker GmbH & Co KG, H.B. Fuller Deutschland GmbH, Henkel AG & Co. KGaA, Hinterwaldner Consulting & Partner (GbR), Huntsman Advanced Materials (Dtschld.) GmbH, IFAM Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung, IMCD Deutschland GmbH & Co. KG, Innotech Marketing und Konfektion Rot GmbH, Intoplan GmbH Bauchemie, ISP Biochema Schwaben GmbH, IST METZ GmbH, Jowat SE, Jowat Klebstoffe GmbH, Kaneka Belgium N.V. Deutschlandvertretung Kunststoffe W. Hollbeck, KEYSER & MACKAY Zweigniederlassung Deutschland, Kiesel Bauchemie GmbH u. Co. KG, Kisling Deutschland GmbH, Klebstoffwerke COLLODIN GmbH, Klebtechnik Dr. Hartwig Lohse e.K., Kleiberit Klebstoffe Klebchemie M. G. Becker GmbH & Co. KG, Kömmerling Chemische Fabrik GmbH, KRAHN CHEMIE GMBH, Kraton Polymers GmbH, Lanxess Deutschland GmbH, Lohmann GmbH & Co. KG, LOOP GmbH, LORD Germany GmbH, LUGATO GmbH & Co. KG, Mapei GmbH, Michelman Deutschland GmbH, Minova CarboTech GmbH, NAGASE (Europa) GmbH, Nordmann, Rassmann GmbH, Novamelt GmbH, NYNAS GmbH, Omya GmbH, Organik Kimya A.S., Hermann Otto GmbH, Panacol-Elosol GmbH, PCI Augsburg GmbH, Planatol Wetzel GmbH, POLY-CHEM AG, Polytec PT GmbH Polymere Technologien, PRHO-CHEM GmbH, RAMPF Polymer Solutions GmbH & Co. KG, Ramsauer GmbH & Co.KG, RENIA Ges. mbH chemische Fabrik, Rhenocoll-Werk eK., RJ Consulting, Robatech GmbH, ROHM AND HAAS EUROPE TRADING APS, RUDERER KLEBETECHNIK GMBH, RÜTGERS Novares GmbH, Schill + Seilacher

„Struktol“ GmbH, Schlüter-Systems KG, Schomburg GmbH & Co. KG, Schönox GmbH, SIEMA Industrie-Klebstoffe GmbH, Sika Automotive GmbH, Sika Deutschland GmbH, Sopro Bauchemie GmbH, Stauf Klebstoffwerk GmbH, Stockmeier Urethanes GmbH & Co. KG, Synthopol Chemie Dr. rer. pol. Koch GmbH & Co. KG, TER GROUP, tesa SE, Trinseo Europe GmbH, TSRC (Lux.) Corporation S.a.r.l., Türmerleim GmbH, UHU GmbH & Co. KG, UNITECH Deutschland GmbH, UZIN UTZ Aktiengesellschaft, Versalis International SA Zweigniederlassung Deutschland, VINAVIL S.p.A. Vertretung Deutschland, VITO Irmen GmbH & Co. KG, Wacker Chemie AG, Wakol Walter Kolodziej GmbH & Co. KG, WEICON GmbH & Co. KG, Weiss Chemie + Technik GmbH & Co. KG, Willers, Engel & Co. (GmbH & Co.), Worlée-Chemie GmbH, WULFF GmbH & Co. KG, Zelu Chemie GmbH, Zika Leime + Klebstoffe L. Zimmermann GmbH + Co. KG

FCIO CHEMISCHE INDUSTRIE Berufsgruppe Bauklebstoffe

Fachverband der Chemischen Industrie Österreichs, Berufsgruppe Bauklebstoffe: Ardex Baustoff GmbH, Botament Systembaustoffe, Forbo Erfurt GmbH, Gemar GmbH, Hanno Werk GmbH & Co KG, Henkel Central Eastern Europe GmbH, Kiesel Bauchemie GmbH u. Co.KG, Knauf GesmbH, Lugato GmbH & Co KG, Mapei Gesellschaft m.b.H., Murexin AG, PCI Augsburg GmbH, Saint-Gobain Weber Terranova GmbH, Sopro Bauchemie GmbH, Austria, Stauf Klebstoffwerk GmbH, Uzin Dr. Utz Gesellschaft m.b.H., Wakol GmbH

FKS Fachverband Klebstoff-Industrie Schweiz

Fachverband Klebstoff-Industrie Schweiz: ALFA Klebstoffe AG, ASTORIT AG, Collano Adhesives AG, Emerell AG, EMS-CHEMIE AG, H.B. Fuller Europe GmbH, Henkel & Cie. AG, JOWAT Swiss AG, Kisling AG, merz+benteli ag, nolax AG, Sika Schweiz AG, Türmerleim AG, Uzin Tyro AG, Wakol Adhesa AG/SA, ZHAW – Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften

Impressum

Herausgeber:
Industrieverband Klebstoffe e. V. · Völklinger Straße 4 (RWI-Haus) · 40219 Düsseldorf · Tel. +49 211 67931-10 · Fax +49 211 67931-33 · www.klebstoffe.com

Mitherausgeber:
Fachverband der Chemischen Industrie Österreichs · Wiedner Hauptstraße 63 · A-1045 Wien · Tel. 43 0590 900 - 3340 · Fax 43 0590 900 - 280 · www.fcio.at
Fachverband Klebstoff-Industrie Schweiz · Postfach 213 · CH-5401 Baden · Tel.: +41 (0)56 221 51 00 · Fax: +41 (0)56 221 51 41 · www.fks.ch

Redaktion/Gestaltung:
Dülberg & Brendel GmbH · PR-Kommunikation · Düsseldorf · www.duelberg.com

Stand: Mai 2016

www.klebstoffe.com