

KLEBEN fürs Leben



LIFESTYLE

TECHNOLOGIE

WISSENSCHAFT

WOHNEN

ALLTAG

Touchdown mit Klebstoffen

Inhalt



COVERSTORY

Touchdown mit Klebstoffen **04**



LIFESTYLE

Geklebte kleine Welten ganz groß **08**
Ein neues Zeitalter der Unterhaltung **12**
Die verbindenden Champions **14**



TECHNOLOGIE

Klebstoffe aus dem Hühnerstall? **16**
Transport der Zukunft **18**
Neue Solarzellen aus dem 3D-Drucker **20**



WISSENSCHAFT

Helden der Raumfahrt **22**
Das Geheimnis liegt in der Molke **24**
Super-Fasern für Textilien **26**



WOHNEN

Smart mit Klebstoffen **28**
Klebstoffe machen den Unterschied **30**



ALLTAG

Geklebte Harmonien und Klänge **32**
Neue Welten entdecken **34**



SPECIAL

Klebtechnische Weiterbildung **36**

Coverfoto: © Keith Johnston auf Pixabay

Fotos: © Keith Johnston auf Pixabay, © Nathalie Schliöber, privat, © TUM Hyperloop, © WikimAGES auf Pixabay, © Syda Productions - stock.adobe.com, © xamnex - stock.adobe.com, © Innotech Marketing und Konfektion Rot GmbH, 2025

Editorial

Let's go Klebstoffe!

Liebe Leserinnen und Leser,

wir freuen uns sehr, Sie auch in diesem Jahr auf eine spannende Reise durch die Welt der Klebstoffe mitnehmen zu dürfen. In dieser Ausgabe haben wir wieder eine bunte Mischung an Themen für Sie zusammengestellt, die einmal mehr zeigen, wie vielseitig und innovativ die Klebtechnik in den Bereichen Lifestyle, Wissenschaft, Technologie, Wohnen und Alltag zur Anwendung kommt.



Haben Sie sich jemals gefragt, welche Rolle Klebstoffe im American Football oder bei anderen internationalen Sportwettkämpfen spielen? Oder ob es das Miniaturwunderland in Hamburg ohne die präzise Anwendung von Klebstoffen in seiner jetzigen Form überhaupt geben würde? Die Antworten finden Sie in dieser Ausgabe. Und auch Zukunftstechnologien kommen nicht zu kurz: Klebstoffe sind Teil der visionären Transportmethode Hyperloop und tragen zur Realisierung von innovativen Solarzellen aus dem 3D-Drucker bei.

Ein besonderes Highlight dieser Ausgabe ist unser Special zu klebtechnischen Weiterbildungen. Hier erfahren Sie alles über aktuelle Schulungsangebote und Fortbildungsmöglichkeiten in der Klebtechnik. Ergreifen Sie die Gelegenheit, sich weiterzubilden und Ihre Karrierechancen zu verbessern.

Entdecken Sie viele weitere faszinierende Geschichten rund um das Thema Klebstoffe online unter www.klebstoffe.com/kleben-fuers-leben/.

Viel Spaß beim Lesen!

Herzlichst Ihre

Vera Gaye



**American Football: Ein
Mannschaftssport mit vollem
Körpereinsatz.**

Foto: © Keith Johnston auf Pixabay

American Football

Touchdown mit Klebstoffen



American Football ist eine der beliebtesten Sportarten in den USA und gewinnt auch in Europa immer mehr Fans. Der Höhepunkt jeder Saison zieht Millionen von Zuschauenden vor die Bildschirme und in die Stadien. Was für das Publikum nicht erkennbar ist: Klebstoffe sind mit von der Partie.

American Football ist ein Spiel, das viel Geschick, Strategie und Kraft erfordert. Die Spieler müssen versuchen, den ovalförmigen Ball in die gegnerische Endzone zu bringen oder ein Field Goal zu erzielen, um zu punkten. Dabei kommt es oft zu heftigen Kollisionen zwischen den Spielern, die sich gegenseitig zu stoppen

versuchen. Um Verletzungen zu vermeiden, tragen die Sportler eine umfangreiche Schutzausrüstung, die aus verschiedenen Bestandteilen besteht.

Der wichtigste Teil der Ausrüstung ist der Helm. Er besteht zum einen aus einer äußeren harten Kunststoff-

schale aus Polycarbonat, die den Kopf vor direkten Stößen und Aufprallen schützt und zum anderen aus einer Innenpolsterung beispielsweise aus expandiertem Polypropylen oder thermoplastischem Polyurethan und Vinylnitrilschaum, die als zusätzlicher Stoßdämpfer dient und für Komfort sorgt.¹ Ergänzend verfügt der Helm über einen Gesichtsschutz aus Titan oder Carbon, an dem ein Mundschutz befestigt wird. Der Gesichtsschutz ist je nach Position des Spielers unterschiedlich gestaltet, um entweder mehr Sicht oder mehr Schutz zu bieten. Zum Beispiel haben Quarterbacks, die für das Passspiel verantwortlich sind, einen offeneren Gesichtsschutz als Linemen, die in direktem Kontakt mit den Gegnern stehen. Hinweise auf die Qualitäts- und Sicherheitsprüfungen des Helms geben Aufkleber. Diese finden sich in Form von Liga- oder Mannschaftslogos auch zu dekorativen Zwecken auf ihm wieder.

Ein weiterer sicherheitsrelevanter Teil der Ausrüstung ist das sogenannte Shoulder Pad, das Schultern, Brustkorb und Rücken schützt. Es besteht aus einer leichten und dennoch stabilen Kunststoffschale - beispielsweise aus Polyethylen oder Carbon - und den darunterliegenden Schaumstoffpolstern aus Polyurethan und wird mit Riemen am Körper befestigt. Auch hier gibt es je nach Spielposition verschiedene Modelle, die entweder mehr Beweglichkeit oder zusätzlichen Schutz bieten. Zum Beispiel haben Wide Receiver, die für das Fangen von Pässen zuständig sind, leichtere und schmalere Shoulder Pads als Linebacker, die das Tackling von Gegnern übernehmen.



Die Ausrüstung schützt die Spieler vor den Angriffen ihrer Spielgegner.

Foto: © Keith Johnston auf Pixabay

Doppelt hält besser

Was natürlich nicht fehlen darf: das Football-Trikot. Es wird aus einem elastischen und atmungsaktiven Stoff gefertigt. Damit die Trikots besser an den Schulterpolstern halten, werden diese oftmals mit doppelseitigem Klebeband beklebt. Dadurch wird das Stürzen des Spielers erschwert, da der Gegner den Spieler nicht mehr einfach am Trikot festhalten und zu Fall bringen kann. Die Hose ist aus einem ähnlichen Stoff wie die Trikots gefertigt und hat Taschen für Oberschenkel- und Kniepads aus Schaumstoffen, die zusätzlichen Schutz bieten.

Handschuhe: Guter Grip beim Fangen

Die Handschuhe beim American Football zeichnen sich durch ihren beson-

deren Grip aus, also die Fähigkeit, den Ball effektiv zu greifen und zu halten. Sie bestehen häufig aus dehnbarem, atmungsaktivem Elasthan und einer Handfläche aus Silikonkautschuk². Letzteres ist dauerhaft klebrig wie ein Haftklebstoff. Wenn der Football den Handschuh berührt, bleibt er leicht kleben und kann so besser gefangen werden.

Tapes stützen und schützen

Ebenso zur Ausrüstung eines Football-Spielers gehören kinesiologische Tapes. Sie werden verwendet, um verschiedene Teile des Körpers zu stützen und damit auch zu schützen. Das Taping kann dabei helfen, Verletzungen vorzubeugen, indem es zusätzliche Unterstützung für Muskeln und Gelenke bietet, die während

des Spiels stark beansprucht werden. Darüber hinaus kann das Taping auch dazu beitragen, die Heilung von bestehenden Verletzungen zu beschleunigen, indem es die betroffenen Bereiche stabilisiert und die Bewegung einschränkt.

Es zeigt sich: Klebebander und Klebstoffe sind ein fester Bestandteil des American Footballs und tragen dazu bei, dass die unterschiedlichen Bestandteile der Spieler-Ausrüstung sicher, komfortabel und leistungsfähig sind – bei jedem Pass, jedem Tackle und jedem Touchdown.

Quellen:

¹ <https://www.headsdontbounce.com/football-helmets/what-are-football-helmets-made-of/#what-are-football-helmets-made-of>

² <https://www.nytimes.com/2019/01/20/sports/super-bowl-nfl-gloves.html>



American Football: Ein Sport, der auch hierzulande immer mehr Fans mitreißt.

Foto: © gpointstudio - stock.adobe.com

Miniatur Wunderland Hamburg

Geklebte kleine Welten ganz groß

Das Miniatur Wunderland in Hamburg ist nicht nur die größte Modelleisenbahnanlage der Welt, sondern auch ein Meisterwerk der Klebtechnik. Ohne die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten von Klebstoffen wäre diese faszinierende Miniaturwelt kaum realisierbar gewesen. Von der Verbindung winziger Figuren bis hin zur Konstruktion ganzer Landschaften - Klebstoffe spielen eine zentrale Rolle. Wie die Erfolgsgeschichte begann und welche Pläne es für die Zukunft noch gibt, lesen Sie hier.



Seit der Eröffnung 2001 haben bereits 25 Millionen Menschen das Miniatur Wunderland Hamburg besucht.

Foto: © Nathalie Schlößer, privat

Die Idee zum Miniatur Wunderland kam Frederik Braun während eines Urlaubs in Zürich im Sommer 2000. Zurück in Hamburg startete er eine Online-Umfrage, in der nach 45 teils fiktiven Attraktionen in Hamburg gefragt wurde. Das Ergebnis: Eine größte Modelleisenbahn der Welt landete bei den Männern ganz vorne und bei den Frauen auf dem letzten Platz. Trotz anfänglicher Skepsis und vieler Zweifel an der Umsetzbarkeit des Projekts gründete er mit seinem Zwillingbruder und ihrem Geschäftspartner Stephan Hertz, mit dem sie zu dem Zeitpunkt eine Diskothek in Hamburg betrieben, das Miniatur Wunderland Hamburg. Knapp ein Jahr nach der Entstehung der Idee eröffneten bereits die ersten drei Abschnitte Knuffingen, Mitteldeutschland und Österreich am 16. August 2001. Es folgten bis heute Hamburg (2002), Amerika (2003), Skandinavien (2005), Schweiz (2007), Knuffingen Airport (2011), Italien (2016), Venedig (2018), eine Kirmes (2020), Rio de Janeiro (2021), Patagonien (2023) und zuletzt Monaco und die Provence (2024).

Infokasten

Rund um die Anlage sind 216 Druckknöpfe angebracht, mit denen Besuchende selbst aktiv werden können, indem sie per Knopfdruck kleine Szenen zum Leben erwecken. Feuerwehreinsätze oder das Starten von Flugzeugen können so ausgelöst werden. Selbst die Elbphilharmonie öffnet sich auf Knopfdruck und erlaubt einen Blick auf ein laufendes Konzert der animierten Philharmoniker.

Heute erstreckt sich das Miniatur Wunderland über eine Modellfläche von 1.694 Quadratmetern und umfasst 12 fertiggestellte Bauabschnitte. Die Gleislänge beträgt beeindruckende 16.491 Meter, auf denen 1.231 Züge mit über 12.000 Waggons verkehren. Die Anlage ist mit 521.500 LEDs beleuch-

tet und beherbergt 5.278 Häuser und Brücken sowie 292.110 Figuren. Über 400 Mitarbeitende haben mehr als 1.200.000 Baustunden investiert, um dieses Wunderland zu erschaffen. Seit seiner Eröffnung im Jahr 2001 hat das Miniatur Wunderland bereits über 25 Millionen Besucher*innen angezogen.

Technik im Miniatur Wunderland

In der gesamten Modellfläche verbirgt sich in den liebevoll und detailliert gestalteten Modellnachbildungen auch jede Menge beeindruckender Technik. Das Herzstück der Anlage sind die Eisenbahnen, die von einem komplexen digitalen Steuerungssystem betrieben werden, das es ermöglicht, bis zu 1.000 Züge gleichzeitig zu bewegen. Die Züge sind mit Decodern ausgestattet, die Signale von der zentralen Steuerung empfangen und die Geschwindigkeit sowie die Beleuchtung der Züge regeln.

Die Autos im Wunderland sind Teil eines hochentwickelten Car-Systems, das auf einer Kombination aus Infrarot- und Funktechnologie basiert. Jedes Fahrzeug ist mit einem Mikroprozessor ausgestattet, der verschiedene Funktionen wie Blinker, Bremslichter und Blaulicht steuert. Die Autos überwachen ihren Akkuladestand selbst und kommunizieren diesen an die zentrale Steuerung, um rechtzeitig aufgeladen zu werden. Der Auflade-Prozess erfolgt automatisch, indem die Fahrzeuge an speziellen Ladestationen halten, die in der Anlage verteilt sind.

Weiteres technisches Highlight: Der Knuffingen Airport. Hier starten und landen die Flugzeuge mithilfe eines Katapultsystems, das die Maschinen sanft in die Luft gleiten lässt. Der Flughafen ist zudem mit einem umfassenden Car-System ausgestattet, das verschiedene Servicefahrzeuge wie Catering- und Tank-LKWs steuert. Insgesamt sind am Flughafen 47 Flugzeuge und zahlreiche Fahrzeuge im Einsatz, die den Betrieb eines echten Flughafens simulieren.



Die Zwillingbrüder Frederik und Gerrit Braun - zwei der drei Gründer des Miniatur Wunderlands Hamburg.

Foto: © Miniatur Wunderland Hamburg

Eisenbahnen, Autos oder Flugzeuge: Der Leitstand ist die Zentrale der Steuerung im Miniatur Wunderland. Der Leitstand wurde 2021 auf den neuesten Stand der Technik gebracht und ermöglicht eine noch präzisere Kontrolle der verschiedenen Abschnitte. Hier laufen alle Fäden zusammen, und die gesamte Anlage und die Bewegungen der Züge, Autos und Flugzeuge wird von hier aus überwacht und gesteuert, sodass bei Störungen oder Unregelmäßigkeiten sofort eingegriffen werden kann. Die Steuerung erfolgt über

Infokasten

Seit 2021 bietet das Miniatur Wunderland ein einzigartiges Virtual-Reality-Erlebnis, das in Zusammenarbeit mit dem Europa-Park entwickelt wurde. Mit YULLBE WUNDERLAND können Besucher*innen sich in eine Modellfigur im Maßstab 1 zu 87 verwandeln und das Wunderland aus der Perspektive der Miniatur-Bewohner*innen interaktiv erleben. Ausgestattet mit neuester VR-Ausrüstung, einschließlich Westen für haptische Vibrationen, können bis zu sechs Personen gleichzeitig an diesem Abenteuer teilnehmen.

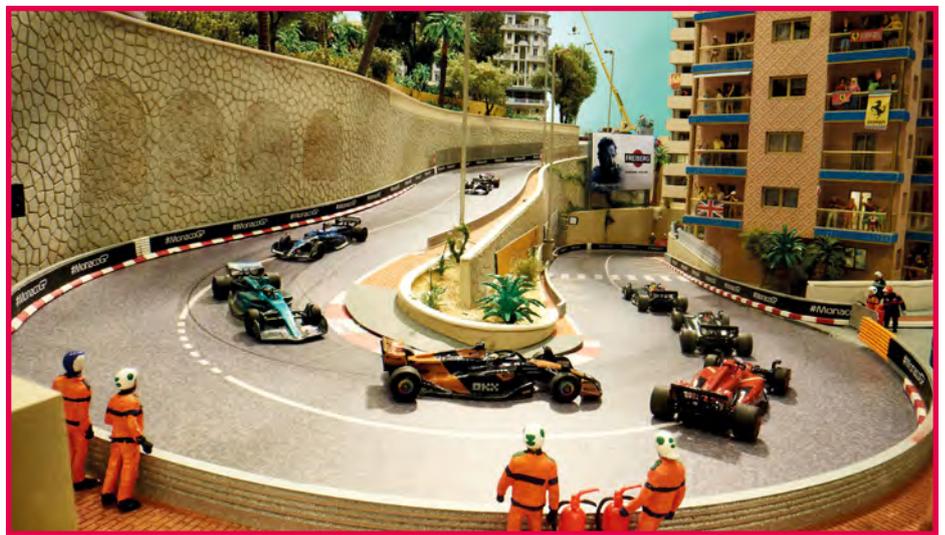
mehrere Monitore und ein komplexes Netzwerk von Sensoren und Kameras, die in der gesamten Anlage verteilt sind. Dieses System stellt sicher, dass der Betrieb reibungslos verläuft und die Besucher*innen ein unvergessliches Erlebnis genießen können.

Formel 1 im Miniaturformat

Die neueste technische Meisterleistung im Miniatur Wunderland ist die Nachbildung der spektakulären Formel-1-Strecke im Abschnitt Monaco, die im März 2024 von Fürst Albert II. und Fürstin Charlene von Monaco feierlich eröffnet wurde. Die Idee einer funktionierenden Miniatur-Formel-1-Strecke wurde vor über elf Jahren geboren. Der Entwicklungsprozess war lang und herausfordernd, da es galt, eine realitätsnahe Rennstrecke im Maßstab 1 zu 87 zu schaffen. Über Jahre hinweg wurde seitens Gerrit Braun und seinem Team intensiv entwickelt, programmiert und geforscht, um die Technik zu perfektionieren. Die Strecke umfasst 21 Meter und ermöglicht realistische Formel-1-Rennen mit Überholmanövern und dem Ziehharmonika-Effekt in Kurven. Die Fertigstellung der Strecke und die

Überall im Miniatur Wunderland können Besuchende kleine Geschichten entdecken.

Foto: © Nathalie Schläpfer, privat



In der spektakulären Formel-1-Strecke stecken elf Jahre Entwicklungsarbeit.

Foto: © Miniatur Wunderland Hamburg

erfolgreiche Durchführung der ersten Rennen markierten einen bedeutenden Meilenstein in der Geschichte des Miniatur Wunderlands.

Eins ist sicher: Ohne den Einsatz von Klebstoffen wäre die Realisierung nicht möglich gewesen. So sind auf der Unterseite jedes Formel-1-Autos Halbach-Arrays - also eine spezielle Konfiguration von Permanentmagneten - verbaut, die aus jeweils 40 gegenpolig miteinander geklebten Magneten bestehen und erst eine präzise Steuerung der Fahrzeuge ermöglichen. Für eine realitätsnahe Optik sind die Rennwagen mit speziellen Nassschiebefolien und die Strecke mit einer Klebefolie beklebt. Und auch die Umgebung der Strecke, wie beispielsweise die Leitplanken, Bäume und Figuren, sind mit Klebstoff befestigt.

Klebstoffe & Modellbau: Hand in Hand

Ob Modellbau oder Technik - Klebstoffe sind im gesamten Miniatur Wunderland von zentraler Bedeutung. Vielmehr: Sie halten die gesamte Anlage zusammen und machen das Miniatur Wunderland erst möglich, da sie die verschiedenen Materialien wie Holz, Kunststoff und Metall stabil miteinander verbinden. Ohne sie wären viele Konstruktionen nicht re-

alisierbar, da Steckverbindungen oder Verschraubungen auf Grund der zu geringen Größe oft nicht umsetzbar sind. Im Gebäude- und Landschaftsbau werden Klebstoffe verwendet, um Holz, Kunststoff, Gips und andere Materialien zu verbinden. Ebenso kommen sie auch zur Befestigung von Figuren und Bäumen als auch bei der Konstruktion von Fahrzeugen und Gebäuden zum Einsatz. Epoxidharz dient manchmal sogar nicht nur als Klebstoff, sondern wird auch für realistisch wirkende Wasserflächen eingesetzt. Geht es an Reparaturen, Abdichtungen oder sonstige Wartungsarbeiten, hilft die Klebtechnik dabei, beschädigte Teile wieder zu verbinden, Bereiche abzudichten und die Anlage in einem einwandfreien Zustand zu halten.

Das Miniatur Wunderland hat auch für die Zukunft große Pläne. Anfang 2026 sollen die Abschnitte Regenwald und Anden sowie die Atacama-Wüste eröffnet werden. Ende 2027 ist die Eröffnung des Abschnitts Mittelamerika und Karibik geplant. Es bleibt spannend, welche neuen Wunderwelten in den kommenden Jahren entstehen werden und wie die Klebtechnik weiterhin eine zentrale Rolle spielen wird.

Quellen:
Miniatur Wunderland Hamburg
<https://www.miniatur-wunderland.de/>

Nachhaltigkeit

Ressourcen schonen mit Recyclingpapier*:

Auch in dieser Ausgabe der „Kleben fürs Leben“ spielt das Thema Nachhaltigkeit eine große Rolle. Das Magazin, das Sie in diesem Moment in Ihren Händen halten, trägt erneut selbst ein Stück weit zu einem umweltbewussteren Umgang mit unserer natürlichen Ressource „Holz“ bei. Das hier verwendete, hochwertige Papier besteht zu 100 Prozent aus Recyclingfasern und besitzt sowohl das Blaue Engel- als auch FSC-Siegel. Im Vergleich zu Kopierpapier wird für die Produktion von Recyclingpapier nur etwa 50 Pro-

zent an Energie und nur rund 33 Prozent der Wassermenge benötigt. Pro Kilogramm Sekundärfaserpapier werden zudem bis zu 2,2 Kilogramm Holz eingespart.* Das Recyclingpapier überzeugt ebenso durch seine Dimensionsstabilität und hervorragende Farbwiedergabe - Recycling bedeutet eben nicht gleich Qualitäts- und Haptikverlust. Auch die verwendete Klebung ist die zurzeit haltbarste und umweltfreundlichste: Der Klebstoff ist nicht nur hitze- und kälteresistent - er stört auch den Recycling-

prozess nicht. Da aller guten Dinge drei sind, steht auch das Druckverfahren im Zeichen der Umweltfreundlichkeit. Die für den Druckauftrag entstandenen CO₂-Emissionen werden durch Klimaschutzprojekte der international anerkannten Organisation ClimatePartner neutralisiert. Mit dieser Ausgabe wird das Klimaschutzprojekt „Bäume pflanzen in Deutschland“ (1111 - Klimaschutzprojekt + Baumpflanzung, ClimatePartner.com/53124-2504-1003) unterstützt.



* Einsparung gegenüber Produktion von einem Kilogramm Primärfaserpapier. Quelle: Umweltbundesamt

Grafik: © DÜLBERG/BRENDEL

Die Zukunft der Live-Performances

Ein neues Zeitalter der Unterhaltung

Mit seiner beeindruckenden Struktur und fortschrittlichen Technologie repräsentiert The Sphere in Las Vegas die Zukunft der Architektur und Unterhaltung. Das Bauwerk zeigt, wie moderne Technik und kreatives Design harmonisch zusammenwirken können, um ein unvergleichliches visuelles Erlebnis zu schaffen. Als Symbol für Innovation und Fortschritt stellt es einen faszinierenden Ausblick auf die Möglichkeiten der Zukunft dar. Natürlich mit an Bord: innovative Klebtechnik.

The Sphere ist das größte kugelförmige Entertainmentgebäude der Welt.

*Foto: © dima - stock.
adobe.com*



The Sphere in Las Vegas, auch bekannt als MSG Sphere, ist die größte kugelförmige Struktur der Welt. Mit einer Höhe von 112 Metern und einem Durchmesser von 157 Metern ragt das imposante Bauwerk in die Skyline von Las Vegas und zieht Besuchende aus aller Welt an. Der Bau des 2,3 Milliarden US-Dollar teuren Projekts startete im Jahr 2018 und dauerte fünf Jahre. Die erste Präsentation von The Sphere fand am amerikanischen Unabhängigkeitstag, dem 4. Juli 2023, statt. Offiziell für die Allgemeinheit eröffnet wurde es am 29. September 2023 mit einem Konzert der irischen Rockband U2.¹

Technologische Innovationen

Die äußere Hülle von The Sphere besteht aus rund 1,2 Millionen individuell steuerbaren LED-Elementen, die eine Fläche von rund 50.000 Quadratmetern

bedecken. Mit ihnen lassen sich alle erdenklichen Lichtanimationen darstellen - von Feuerwerken über einen Globus bis hin zu spektakulären Unterwasserwelten. Doch nicht nur die visuelle Gestaltung ist beeindruckend, auch die baulichen Details sind bemerkenswert.²

Klebtechnologie im Einsatz

Ein wesentlicher Bestandteil der Konstruktion von The Sphere sind die verbauten Isolierglaseinheiten in Form von Parallelogrammen, die mit einem Warm-Edge-System verbunden wurden. Dieses zeichnet sich durch einen thermoplastischen Abstandhalter auf Basis von Synthesekautschuk aus, der sich sowohl mit der Glasoberfläche als auch mit dem Silikon-Sekundärdichtstoff chemisch verbindet. Damit sorgt es für eine optimale thermische Isolierung und reduziert die Wärmeübertragung an den Rändern der Glaseinheiten. Dies führt zu Energieeinsparungen und verbessert den thermischen Komfort im Inneren des Bauwerks.

Technische Meisterleistung auch im Inneren

The Sphere beeindruckt nicht nur durch seine äußere Erscheinung, sondern auch durch die fortschrittliche Technik im Inneren. Es ist ein Ort für Konzerte, immersive Shows und Kinoerlebnisse, die die Grenzen der traditionellen Live-Unterhaltung sprengen. Im Inneren des Gebäudes verbirgt sich ein sogenannter Wrap-Around-Bildschirm mit 16K-Auflösung und einer Fläche

von 15.000 Quadratmetern. Ergänzt wird das durch ein hochmodernes, eigens entwickeltes Soundsystem, das bei Auftritten und Veranstaltungen eine unübertroffene Klangqualität gewährleistet. Der Klang wird so präzise verteilt, dass das Publikum das Gefühl hat, mitten im Geschehen zu sein.

Das Soundsystem besteht aus 1.600 fest verbauten Lautsprechern und 300 mobilen Modulen. Insgesamt setzt sich das System aus 167.000 individuell verstärkten Lautsprechertreibern zusammen und wiegt fast 180 Tonnen. Weitere Besonderheit: Die innovative Veranstaltungshalle bietet 17.600 Sitzplätze, von denen 10.000 mit haptischer Technologie ausgestattet sind, die Vibrationen und Bewegungen ermöglicht. Zusätzlich gibt es 4D-Features wie Temperatur, Gerüche und Wind. Bei Stehplatzveranstaltungen kann die Kapazität sogar auf 20.000 Personen erhöht werden. Die Zuschauererränge erstrecken sich über zwei Drittel des Innenraums, während das verbleibende Drittel die Bühne einnimmt.³

The Sphere in Las Vegas ist ein beeindruckendes Beispiel für die Verbindung von Architektur und modernster Fügetechnologie. Durch den Einsatz des Warm-Edge-Systems und anderer innovativer Techniken, setzt das Bauwerk neue Maßstäbe in der Welt der Unterhaltung und bietet Besuchenden ein unvergleichliches Erlebnis. Mit der Eröffnung am 29. September 2023 hat es sich als eine der führenden Attraktionen von Las Vegas etabliert und wird zukünftig noch viele Menschen aus aller Welt begeistern.

Quellen:

¹ <https://www.br.de/nachrichten/kultur/groesste-kugelkonstruktion-eroeffnung-der-sphere-in-las-vegas,TrFVZS9>

² <https://northamerica-adventures.de/sphere-las-vegas-erfahrungen/>

³ <https://www.all-electronics.de/elektronik-entwicklung/diese-deutsche-technik-steckt-in-der-sphere-in-las-vegas-443.html>



Teamgeist

Die verbindenden Champions

Internationale Sportwettkämpfe und -turniere sind mehr als nur Großereignisse. Sie stehen für den verbindenden Gedanken des Sports und spiegeln die Werte von Einheit und Zusammenhalt wider - ganz wie moderne Klebstoffe, die in vielen Sportdisziplinen eine wichtige Rolle spielen.

Klebstoffe ermöglichen leichte und dennoch robuste Boards sowie aerodynamische Kites.

Foto: © Jean van der Meulen auf Pixabay



Internationale Sportwettkämpfe sind seit jeher ein Symbol für Frieden, Freundschaft und den fairen Wettkampf. Athlet*innen aus aller Welt kommen zusammen, um ihre Fähigkeiten zu messen und die Grenzen des Möglichen durch neue Rekorde zu erweitern. Dabei steht nicht nur der sportliche Erfolg im Vordergrund, sondern auch der Gedanke der Völkerverständigung und des Miteinanders.

Kleben verbindet

Ein ebenso faszinierendes Beispiel für die Verbindung von Tradition und Innovation ist die moderne Verbindungstechnik Kleben. Sie spielt in vielen Sportarten eine entscheidende Rolle und trägt zur Leistungsfähigkeit und Sicherheit der Athlet*innen bei.

Im Kitesurfen ermöglicht die Klebtechnik beispielsweise die Herstellung von leichten und dennoch robusten Boards und aerodynamischen Kites, die den extremen Bedingungen auf dem Wasser standhalten. Beim Laufen sorgen geklebte Hightech-Schuhsohlen für optimalen Halt und Komfort, was den



Selbstklebende Kinesiotapes helfen Muskeln, Bänder und Gelenke zu stabilisieren und die Durchblutung zu fördern.

Foto: © Milan - stock.adobe.com

Athlet*innen zu Höchstleistungen verhilft. Im Fußball werden geklebte Stollen verwendet, um die Stabilität und Beweglichkeit der Spieler*innen zu verbessern. Ebenso durch Klebstoffe verbunden: Der aus einer Kunststoff-Baumwoll-Mischung gefertigte Fußball. Und auch im Fechten und Tischtennis spielt die Klebtechnik eine wichtige Rolle: Das Innere der Degen und die Beläge der Tischtennisschläger werden durch spezielle Klebstoffe fixiert, um ein einwandfreies Handling wie auch Präzision und Kontrolle zu gewährleisten. Den Sportler*innen selbst können selbstklebende Kinesiotapes helfen, Muskeln, Bänder und Gelenke zu stabilisieren und die Durch-

blutung zu fördern. All das sind nur einige von unzähligen Beispielen für Klebstoffanwendungen im Sport.

Internationale Sportereignisse und das Kleben teilen den Gedanken der Einheit und des Zusammenhalts. Beide Bereiche zeigen, wie wichtig es ist, verschiedene Elemente zu einem harmonischen Ganzen zu verbinden. Während die Sportwettkämpfe die Menschen durch den Sport zusammenbringen, sorgt die Klebtechnik dafür, dass die Ausrüstung der Athlet*innen höchsten Ansprüchen genügt. Gemeinsam stehen sie für Innovation, Fortschritt und die Kraft der Verbindung.



Klebstoffe sorgen dafür, dass die Beläge von Tischtennisschlägern hohen Belastungen standhalten.

Foto: © Sascha Düser auf Pixabay

Alternativer Rohstoff

Klebstoffe

aus dem

Hühnerstall?

Federn fallen in großen Mengen an. Sie bestehen aus dem unverdaulichen Protein Keratin. Zwar gibt es viele Verwendungsmöglichkeiten, bei denen man die Verwendung der Federn sofort erkennt. Doch was geschieht mit dem Rest? Den Federn, die nicht dekorativ und kuschelig sind?



Foto: © Pinuu auf Pixabay

Federn lassen sich vielfältig verwenden - Daunenjacken, Federbetten, Badmintonbälle oder Dekoartikel sind nur einige Beispiele. Aber was geschieht mit den vielen Federn, die hierfür nicht geeignet sind oder mit denen aus Alttextilien? Da sie schlecht brennen, ist sogar die energetische Nutzung keine gute Lösung. Häufiger Ausweg: Sie werden weltweit in großen Mengen deponiert. Sie bestehen genau wie Haare oder Fingernägel aus Keratin, einem Protein, das für komplexer strukturierte Lebewesen wie Säugetiere oder Vögel unverdaulich ist. Nichtsdestotrotz haben die Menschen über die Jahrhunderte - wie für alle Reststoffe aus der Landwirtschaft - auch für Federn Verwertungswege gefunden. Sie können beispielsweise durch Hydrolyse aufgespalten und zu sogenanntem Federmehl abgebaut werden, welches dann in Tierfutter zum Einsatz kommt. Es stellt sich jedoch die Frage, ob durch gezielte chemische Modifikation nicht

auch deutlich höherwertige Anwendungen möglich sind. So bestehen viele traditionelle Klebstoffe aus Proteinen, z. B. Knochenleim. Und auch Milch- oder Erbsenproteine lassen sich zu Klebstoffen verarbeiten. Das Keratin aus Federn für die Herstellung von Klebstoffen zu nutzen, könnte also ein großes Potential in sich tragen.

In einer Kooperation des Fraunhofer Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung (IFAM) in Bremen, der Universität Pau und der Adour-Region haben sich Forschende dieser Fragestellung angenommen. Als Beispiel dienten Entenfedern, welche in der Bretagne in großen Mengen anfallen. Die Untersuchungen sind gleichermaßen auf alle Arten von Federn übertragbar. Zunächst stellte sich die Frage, welche Art von Klebstoff sich idealerweise und für welche Anwendung herstellen lassen würde. Die Entscheidung fiel auf ein wässriges System zum Kle-

ben von Holz, da keine Lösemittel eingesetzt werden sollten und traditionelle Holzklebstoffe oft aus Proteinen bestehen.

Nachdem der Hydrolyseprozess optimiert wurde, konnte das Abbauprodukt des Keratins extrahiert, gereinigt und direkt zum Kleben von Holz verwendet werden. Hierzu wurden die Holzstücke nach dem Klebstoffauftrag verpresst, so wie man es von der Verwendung von Weißleim kennt. Bei der anschließenden mechanischen Prüfung der Klebverbindungen konnte eine überzeugende Klebkraft bestätigt werden. Weitere interessante Erkenntnis: Der federbasierte Klebstoff brennt ausgesprochen schlecht. Zukünftige Untersuchungen werden zeigen müssen, ob man diese Eigenschaft nutzen kann, um den Brandschutz von Holzprodukten zu verbessern.

Auch wenn bereits gute Klebergebnisse erzielt wurden, steht die

Wissenschaft noch ganz am Anfang ihrer Forschung für federbasierte Holzleime. Es müssen nicht nur die Laborprozesse auf große Dimensionen skaliert, vielmehr muss auch die Wasserbeständigkeit der Klebverbindungen optimiert und die brandhemmende Wirkung eingehender untersucht werden. Für beide Aspekte gibt es bereits Konzepte, so dass federbasierte Holzleime in wenigen Jahren auf dem Markt verfügbar sein könnten - eine biobasierte und bioabbaubare Alternative zu synthetischen Holzleimen.

Quellen:

<https://www.featherfolio.com/blog/five-million-tonnes-of-feathers-wasted-what-to-do>

Nidal Del Valle Raydan, Katharina Richter, Bertrand Charrier, Andreas Hartwig, Eduardo Robles, *Materials Today Sustainability* 27 (2024) 100905, "Cold-set, crosslinker-free wood adhesives: A comparative study of ultrasound-extracted duck feather keratin and traditional food proteins"



Mit federbasiertem Klebstoff geklebte Prüfkörper aus Holz nach der mechanischen Prüfung. Der Holzaustriss zeigt, dass der Klebstoff stärker ist als das Holz.

Foto: © Nidal Raydan, Universität Pau



Der Hyperloop steht für eine Zukunft mit schneller, effizienter und umweltfreundlicher Mobilität.

Foto: © TUM Hyperloop

Hyperloop

Transport der Zukunft

In weniger als einer Stunde von München nach Berlin reisen - und das ganz ohne den Stress und die Verzögerungen des herkömmlichen Verkehrs: Der Hyperloop, ein revolutionäres Transportsystem, verspricht genau das. Mit Geschwindigkeiten von bis zu 1.200 km/h und einer umweltfreundlichen Technologie könnte der Hyperloop den Verkehr der Zukunft grundlegend verändern. Eine Studenteninitiative der Technischen Universität München (TUM) ist mit ihrem Projekt dem Ziel bereits ein Stückchen nähergekommen.

Der Hyperloop ist ein innovatives Hochgeschwindigkeitstransportsystem-Konzept, bei dem Passagierkapseln durch nahezu luftleere Röhren gleiten. Der Clou: Die Technologie basiert auf magnetischer Levitation und einem Vakuum, um den Luftwiderstand zu minimieren und hohe Geschwindigkeiten zu ermöglichen. Die Kapsel schwebt also

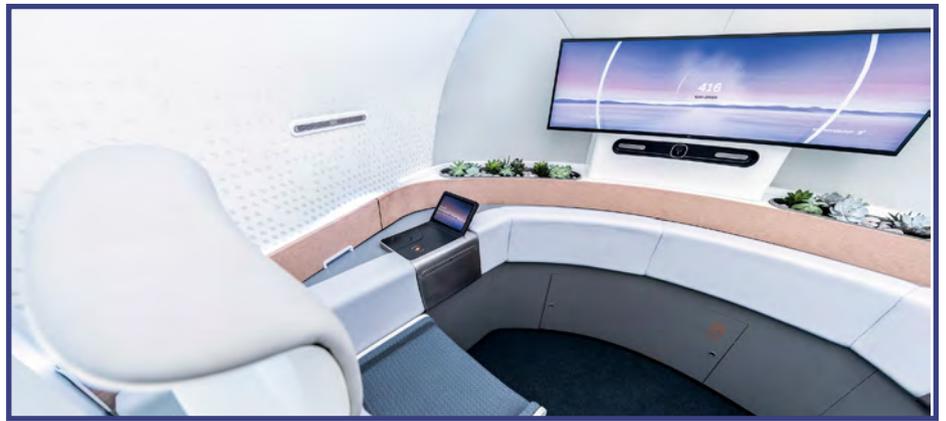
förmlich durch magnetische Kräfte gehalten in der Röhre. Die TUM arbeitet bereits aktiv an der Entwicklung und Umsetzung des Konzepts.

Das TUM-Hyperloop-Projekt

Das Hyperloop-Projekt an der TUM wurde 2019 ins Leben gerufen, nachdem die TUM Hyperloop

Studierendeninitiative bei der internationalen „Hyperloop Pod Competition“ von SpaceX mehrfach erfolgreich war. Ziel des Forschungsprogramms war zunächst der Entwurf und Bau einer ersten europäischen Teststrecke in Echtgröße mit Passagiertauglichkeit. Seitdem wurden bedeutende Fortschritte erzielt - darunter

die Inbetriebnahme des ersten Testsegments einer vakuumfähigen Röhre inklusive Fahrzeug im Sommer 2023. Die gesamte Anlage wurde vom TÜV zertifiziert und erlaubte somit die erste bemannte Fahrt trainierter Passagiere in einem Hyperloop-Fahrzeug durch die Vakuumumgebung. Dabei schwebte das Fahrzeug wie geplant kontaktlos durch Elektromagnete und wurde ebenfalls kontaktlos über einen in der Strecke verbauten Linearmotor angetrieben.



Im Interieur sind viele Baugruppen aus Einzelkomponenten zusammengesetzt und durch Klebstoffe verbunden.

Foto: © TUM Hyperloop

Die Rolle der Klebstoffe

Im Hyperloop-Konzept spielt der Leichtbau eine zentrale Rolle für die Funktionalität, weshalb Faserverbundmaterialien, Aluminium und andere Leichtbauwerkstoffe verwendet werden. Diese Materialien können ausschließlich mithilfe von Klebstoffen miteinander verbunden werden, sodass die Materialeigenschaften erhalten bleiben. Dabei kommen unterschiedlichste Klebstoffe zum Einsatz, um den hohen Anforderungen in der Vakuumumgebung gerecht zu werden. Dies sind zum Beispiel epoxid-,

polyurethan- und silikonbasierte Klebstoffe sowie schnellhärtende reaktive Klebstoffe. So werden beispielsweise tragende Strukturkomponenten wie die Verbindung der Druckkapsel aus Aluminium mit Türsystem und Aussteifungselementen aus faserverstärkten Kunststoffen mit Klebstoff langfristig beständig verbunden. Ebenso werden viele Baugruppen des Interieurs aus Einzelkomponenten zusammengesetzt und geklebt. Klebstoffe werden teilweise auch als Ausgleichsmittel zur Positionierung bestimmter Bauteile genutzt.

Zukunftsaussichten des Projekts

Aktuell stehen die Studierenden der TUM vor der Herausforderung, die Technologie weiterzuentwickeln und eine längere Teststrecke zu planen, um höhere Geschwindigkeiten zu erreichen und neue Systemkomponenten zu testen. Ziel ist es, eine kurze, aber komplette Reise mit einem Hyperloop-System abzubilden – inklusive Ein- und Ausstieg.

Die ersten kommerziellen Anwendungsstrecken des Hyperloop könnten je nach geplanter Anwendung und Länge dann schon innerhalb der nächsten zehn Jahre Realität werden. Denn die Technologie bringt das Potenzial mit, den Transportsektor nachhaltig zu verändern und eine umweltfreundliche Alternative zu herkömmlichen Verkehrsmitteln zu bieten.

Der Hyperloop steht somit für eine Zukunft, in der Mobilität schneller, effizienter und umweltbewusster wird. Die Entwicklung dieser Technologie ist ein beeindruckendes Beispiel für Teamgeist und Innovation, bei der Klebstoffe eine entscheidende Rolle spielen. Mit weiteren Fortschritten könnte der Hyperloop in Zukunft Teil des täglichen Lebens werden.



Zu den größten Erfolgen des Projekts zählen die Fertigstellung und Zertifizierung der Teststrecke als auch die erste bemannte Fahrt im Vakuum im Sommer 2023.

Foto: © TUM Hyperloop

Quelle:
TUM Hyperloop (<https://tumhyperloop.com/>)

Die Zukunft der Energiegewinnung

Neue Solarzellen aus dem 3D-Drucker

Solarenergie könnte zukünftig als Meterware aus dem 3D-Drucker kommen: Forschenden der Universität Swansea (Wales, Vereinigtes Königreich) ist es gelungen, Perowskit-Solarzellen mittels 3D-Druck herzustellen. Diese Innovation könnte in Zukunft zu flexiblen, kostengünstigen und effizienten Solarzellen in Form von Folien führen, die in unterschiedlichsten Anwendungen eingesetzt werden. Heute oder morgen: Klebtechnik sorgt für ihre einfache und sichere Befestigung auf unterschiedlichsten Oberflächen.

Solarzellen aus Perowskit, ein relativ häufig vorkommendes Mineral, gelten als vielversprechende Alternative zu herkömmlichen Silizium-Solarzellen. Forschende der Universität Swansea haben nun einen Weg gefunden, diese Art von Solarzellen mittels 3D-Druck herzustellen. Der entscheidende Durchbruch für den Erfolg war die Identifizierung der richtigen Lösemittelmischung zum Beschichten. Bisher musste die erste Druckschicht aufwändig bearbeitet werden. Die neu entwickelte Mischung trocknet als Film, ohne die darunterliegende Schicht aufzulösen, so dass die Schicht kontinuierlich und kompatibel mit den darunterliegenden Schichten bei hoher Temperatur und niedriger Geschwindigkeit während des Drucks aufgetragen werden kann. Bisher hat das Team der Forschenden rund 20 Meter der neuartigen Folie gedruckt.

Im nächsten Schritt soll das Material in Solarpaneelen verbaut und an

Gebäuden installiert werden, um die Funktionsfähigkeit der Innovation un-

ter Beweis zu stellen. Und wer weiß: Zukünftig könnte eine voll funktions-



Dr. David Beynon (links) und Dr. Ershad Parvazian mit der neu entwickelten Solarfolie.

Foto: © Swansea University

fähige Perowskit-Solarfolie schnell und wirtschaftlich in Massenfertigung produziert und in einer Vielzahl von Anwendungen eingesetzt werden. Von der Energieversorgung von Gebäuden über die Integration in Fahrzeuge bis hin zu tragbaren Geräten wie Smartphones - die Möglichkeiten sind vielfältig.

Der Anfang ist schon gemacht

Während gebrauchsfertige Solarfolien aus Perowskit noch Zukunftsmusik sind, gibt es Folien aus sogenannten organischen Solarzellen bereits in Serienproduktion. So hat beispielsweise das Dresdener Unternehmen Heliatek Solarfolien auf einer Fläche von 5.000 Quadratmetern produziert und entwickelt. Es wird parallel daran gearbeitet, dass das Produktionsvolumen Schritt für Schritt erhöht wird. Noch werden die ultraleichten, flexiblen und nur wenige Millimeter dicken Folien an Kunden*innen aus der Industrie geliefert. Doch zukünftig sollen sie auch für Privatkund*innen zum Verkauf stehen.

Solarfolien & Klebstoffe? Perfekt Match!

Ob Perowskit-Solarzellenfolien aus dem 3D-Drucker in der Zukunft oder schon etablierte und in Serie produzierte Folien aus sogenannten organischen Solarzellen - eine schnelle und sichere Befestigung auf verschiedenen Oberflächen findet mit Klebstoffen statt. Neben der einfachen Installation sorgt das Kleben für ein nahtloses und unauffälliges Design sowie Flexibilität und Anpassungsfähigkeit, da die Folien problemlos auf Glas, Kunststoff oder Metall aufgebracht werden können.

Die bisherigen Entwicklungen im Bereich Solarfolien zeigen: Die Zukunft der Solarenergie sieht durch immer neue Innovationen auf diesem Gebiet sehr vielversprechend aus - und Klebstoffe sind immer mit dabei.

Quellen:

<https://www.mdr.de/wissen/solarzellen-einfach-drucken-perowskit-solar-folie-rolle-organisch-100.html>
<https://www.swansea.ac.uk/press-office/news-events/news/2023/03/swansea-university-academics-develop-worlds-first-completely-roll-to-roll-printable-perovskite-solar-cell.php>

Infokasten

Forschende der Universität Linköping (Schweden) haben eine Methode entwickelt, um Perowskit-Photovoltaik-Module vollständig zu recyceln. Das Team setzte dabei Wasser als Lösungsmittel zum Abbau der zerfallenen Perowskite ein. Diese können anschließend aus der Wasserlösung recycelt werden und in einer neuen Solarzelle ohne Wirkungseinbußen wiederverwendet werden. Im nächsten Schritt wollen die Forschenden eine Recycling-Methode für den großtechnischen Einsatz in einem industriellen Prozess entwickeln.

Quelle:

<https://www.mdr.de/wissen/naturwissenschaften-technik/perowskit-solarzellen-wasser-recycling-solarmodul-solarenergie-100.html>,
<https://www.nature.com/articles/s41586-024-08408-7>



Weltraumklebstoffe

Helden der Raumfahrt

Das Weltall übt seit jeher eine besondere Faszination auf die Menschheit aus. Die unendlichen Weiten, die geheimnisvollen Planeten und die unzähligen Sterne inspirieren Wissenschaftler*innen und Forschende immer tiefer in die Geheimnisse des Kosmos vorzudringen. Doch die Erforschung des Weltraums stellt enorme technische Herausforderungen dar. Eine dieser ist die Entwicklung von Materialien, die den extremen Bedingungen im All standhalten können - unter anderem Weltraumklebstoffe.

Klebstoffe, die auf der Erde verwendet werden, müssen eine Vielzahl von Anforderungen erfüllen, wie etwa Temperaturbeständigkeit, Flexibilität und Haftkraft. Im Weltraum jedoch sind die Bedingungen noch extremer: Temperaturen schwanken zwischen -150 Grad Celsius und +150 Grad Celsius, die Strahlung ist intensiver und das Vakuum stellt die Technik vor zusätzliche Herausforderungen. Klebstoffe für Weltraumtechnologien - wie Satelliten, Rover oder Raumsonden - werden daher speziell entwickelt, um diesen extremen Bedingungen standzuhalten.

Anwendungsbeispiele für Weltraumklebstoffe

Weltraumklebstoffe sind unverzichtbare Materialien, die in der Raumfahrt vielfältige Anwendungen finden. Bei der Montage von Satelliten wird Klebtechnik eingesetzt, um Komponenten wie Antennen

und Sensoren sicher zu verbinden. Diese Verbindungen müssen extremen Temperaturschwankungen und Vibrationen standhalten, um die Funktionalität der Satelliten zu gewährleisten. Auch die Befestigung von Solarzellen auf Satelliten und Raumsonden erfolgt mit speziellen Klebstoffen, die nicht nur mechanische Stabilität bieten, sondern auch die elektrische Leitfähigkeit sicherstellen.

Darüber hinaus dienen Weltraumklebstoffe als thermische Schnittstellenmaterialien, die die Wärmeableitung in elektronischen Bauteilen verbessern und so eine Überhitzung verhindern. Die strukturelle Integrität von Raumfahrzeugen wird durch sie gewährleistet und verschiedene Materialien wie Metall und Verbundwerkstoffe miteinander verbunden. Zudem werden Klebstoffe als Dichtungsmaterialien verwendet, um das Eindringen

von Staub und anderen Partikeln in Raumfahrzeuge und Satelliten zu verhindern.

Eine weitere wichtige Anwendung von Weltraumklebstoffen ist die Montage und der Betrieb von Roboterarmen, die für verschiedene Aufgaben im Weltraum eingesetzt werden. Hier spielen sie eine entscheidende Rolle, um die Funktionalität und Zuverlässigkeit der Roboterarme sicherzustellen.

Die Entwicklung von Weltraumklebstoffen ist ein faszinierendes und hochspezialisiertes Feld, das kontinuierlich Fortschritte macht. Mit jeder neuen Mission und jedem neuen Projekt werden die Anforderungen an diese unsichtbaren Helden der Raumfahrt weiter steigen. Die Zukunft der Weltraumforschung hängt maßgeblich von der Innovationskraft und Zuverlässigkeit dieser Hochleistungsklebstoffe ab.

Nachhaltige Klebstoffe

Das Geheimnis liegt in der Molke

*Molke als alternativer Rohstoff für die
Herstellung von Klebstoffen.*

Foto: © Madeleine Steinbach - stock.adobe.com



Molke, ein oft unterschätztes Nebenprodukt der Käseherstellung, könnte bald eine Schlüsselrolle in der Produktion biobasierter Klebstoffe spielen. Forschende des Fraunhofer Instituts für Keramische Technologien und Systeme (IKTS) und der Technischen Universität Dresden haben ein biotechnologisches Verfahren entwickelt, bei dem Molke in Ethylacetat umgewandelt wird - ein wichtiger Schritt hin zu biobasierten Klebstoffen.

Für jedes Kilogramm Käse fallen etwa neun Kilogramm Molke an. In Deutschland summiert sich das auf beeindruckende 12,6 Millionen Tonnen jährlich. Bisher wird Molke zum Teil direkt zu Trinkmolke mit Fruchtzusatz oder anderen Mischgetränken weiterverarbeitet. Die Proteine können aber auch abfiltriert und als Eiweißquelle zum Beispiel für Eiweiß-Shakes verwendet werden. Zurück bleibt ein Filtrat, das große Mengen an

Laktose enthält und als Ausgangsstoff für die biotechnologische Produktion wichtiger Plattformchemikalien genutzt werden kann.

Die Innovation: Ethylacetat aus Molke

Forschende des Fraunhofer IKTS und der TU Dresden haben ein Verfahren entwickelt, bei dem das Molke-Filtrat als alternative Rohstoffquelle für die Herstellung von Ethylacetat verwendet wird. Ethylacetat wiederum kann für die Formulierung von Klebstoffen, Druckfarben und Lacken verwendet werden und wird normalerweise aus fossilen Rohstoffen wie Erdgas und Erdöl synthetisiert.

Der Prozess im Detail

Der Prozess beginnt mit der Fermentation in einem Bioreaktor. Hefen der Gattung *Kluyveromyces* wandeln die Laktose in Ethylacetat um, das gasförmig aus dem Fermentationsmedium austritt und leicht mittels Membranen abgetrennt werden kann. Das Ergebnis: biobasiertes Ethylacetat.

Vorteile und Perspektiven

Das aus Molke gewonnene Ethylacetat ist ein gelungenes Beispiel für die Nutzung von Restströmen hin zu einer bedeutenden Plattformchemikalie. Und dabei wird nicht nur die Wertschöpfung erhöht, es entfällt auch die aufwendige Entsorgung der Reststoffe. Die Forschenden wollen im nächsten Schritt Fermentationsvolumina und Membranmodule hochskalieren, um die innovative Technologie für den industriellen Einsatz möglich zu machen.

Das Forschungsprojekt ist einmal mehr ein Beweis dafür, dass innovative Technologien immer neue Wege zu kreislauffähigen Lösungen ermöglichen. Während die Forschung weiter voranschreitet, könnten Klebstoffe aus alternativen Ressourcen in nicht allzu ferner Zukunft zum Standard werden und damit die Abhängigkeit von fossilen Rohstoffen verringern.

Quelle:
<https://www.fraunhofer.de/de/presse/presseinformationen/2022/september-2022/gruene-klebstoffe-aus-molke.html>



Revolutionäre Spinnenseide

Super-Fasern für Textilien

Die Natur ist immer wieder Quelle der Inspiration für innovative Materialien. Ein weiteres bemerkenswertes Beispiel: Spinnenseide. Forschenden der Washington University in St. Louis (Missouri, USA) ist es gelungen, künstliche Spinnenseide mithilfe eines klebrigen Muschelfuß-Proteins in größerer Menge zu entwickeln. Diese bahnbrechende Entdeckung könnte in ferner Zukunft für die Textilindustrie und andere Bereiche von großem Interesse sein und eine Alternative zu herkömmlichen Kunstfasern darstellen.

Forschenden ist es gelungen, Spinnenseide nach dem Vorbild der Natur in größerer Menge künstlich herzustellen.

Foto: © Markus Kammermann auf Pixabay

Spinnenseide ist ein bemerkenswertes Material, das sich durch seine außergewöhnliche Festigkeit und Elastizität auszeichnet. Im Verhältnis zum Gewicht ist sie sogar fünfmal belastbarer als Stahl und dabei wesentlich flexibler.¹ Diese Eigenschaften machen sie zu einem attraktiven Werkstoff für zahlreiche Anwendungen, wie zum Beispiel in der Medizin für Wundverbände oder Nähte. Voraussetzung dafür ist jedoch, dass die wertvolle Seide in ausreichender Menge zur Verfügung steht. Doch lassen sich Spinnen im Gegensatz zu Seidenraupen nicht in Massen halten.²

Ein Team von Forschenden der Washington University in St. Louis nahm die Herausforderung an und schaffte es 2018, künstliche Spinnenseide im Labor zu erzeugen. Dazu integrierten die Wissenschaftler*innen den genetischen Bauplan der Seidenproteine in Bakterien, die dann das Grundmaterial für die Fasern produzierten. Ein Problem blieb jedoch bestehen: die geringe Menge des gewonnenen Materials. Dies lag an der begrenzten Fähigkeit der Bakterien, sehr langkettige Proteine

herzustellen, auf denen die herausragenden Eigenschaften der natürlichen Spinnenseide basieren.²

Klebriges Muschelprotein verhilft zum Durchbruch

Mittlerweile hat das Team auch diese Herausforderung erfolgreich gemeistert. Ihre Idee war, dass die Bakterien kleinere Seidenprotein-Stücke produzieren, die sich anschließend verketteten. Ein klebriges Protein aus Muscheln, bekannt für seine Haftfähigkeit unter Wasser, erwies sich dabei als Game Changer. Dieses Protein konnte das Team bereits zuvor ebenfalls mithilfe genetisch modifizierter Bakterien im Labor herstellen. Dabei hatten sie festgestellt, dass die Muschelfuß-Proteine untereinander eine starke Bindungskraft aufweisen - eine Eigenschaft, die sie für das Spinnenseidenprojekt nutzten. Indem sie jeweils ein Muschelfuß-Protein-Stück an die Enden einer verkürzten Spinnenseidenprotein-Sequenz setzten, verketteten sich die kürzeren Fusionsproteine miteinander. So entstand der Grundstoff zur Herstellung der neuartigen Spin-

nenseiden-Fasern. Beeindruckend: Aus einem Liter Bakterienkultur konnten acht Gramm Fasermaterial gewonnen werden - eine weitaus größere Ausbeute als zuvor. Zudem konnten die Forschenden in Tests eine verbesserte Leistungsfähigkeit der sogenannten btMSilk-Fasern nachweisen.²

Die Super-Faser zeigt eindrucksvoll, wie die Natur als Inspirationsquelle für innovative Materialien dienen kann. Sollte es zukünftig gelingen, die synthetische Spinnenseide in industriell nutzbaren Mengen zu produzieren, könnte sie einen wichtigen Beitrag zur Herstellung leistungsstarker biobasierter Materialien - beispielsweise für die Textilindustrie - leisten und Fasermaterialien wie Nylon oder Polyester ersetzen. Obwohl die Forschung in diesem Bereich noch in den Kinderschuhen steckt, sind die bisherigen Ergebnisse vielversprechend und lassen auf eine spannende Zukunft hoffen.

Quellen:

¹ <https://www.wissenschaft.de/technik-digitales/kuenstliche-spinnenseide-hergestellt/>

² <https://www.wissenschaft.de/technik-digitales/kuenstliche-spinnenseide-dank-muschel-kleber/>



Smart-Home-Technologien sind in 46 Prozent der deutschen Haushalte zuhause.

Foto: © Halfpoint - stock.adobe.com

Das vernetzte Zuhause

Smart mit

Klebstoffen

Die Digitalisierung macht auch vor den eigenen vier Wänden nicht halt: Immer mehr Haushalte in Deutschland setzen auf Smart-Home-Technologien, die den Alltag komfortabler, sicherer und energieeffizienter gestalten. Dabei spielt die Klebtechnik eine entscheidende Rolle, um die Funktionalität und Zuverlässigkeit dieser Geräte zu gewährleisten.

Smart-Home-Technologien sind längst kein Nischenprodukt mehr. Laut einer aktuellen Studie des Digitalverbands Bitkom nutzen bereits 46 Prozent der deutschen Haushalte mindestens eine Smart-Home-Anwendung. Besonders beliebt sind smarte Lampen und Leuchten, die in 41 Prozent der Haushalte im Einsatz sind, gefolgt von intelligenten Heizkörperthermostaten (36 Prozent) und smarten Steckdosen (31 Prozent). Diese Technologien bieten nicht nur Komfort, sondern tragen auch zur Energieeinsparung bei.¹

Smart-Home-Geräte finden in nahezu allen Bereichen des Hauses Anwendung. Sie werden in Wohnzimmer, Küchen, Schlafzimmern und sogar im Garten eingesetzt. Die Steuerung dieser Geräte erfolgt meist über Smartphone-Apps (90 Prozent), Sprachassistenten (65 Prozent) sowie Apps auf dem Tablet. Diese vielfältigen Steuerungsmöglichkeiten machen die Nutzung von Smart-Home-Technologien besonders flexibel und benutzerfreundlich.

Von der Beleuchtung bis zur Sicherheit

Die Bandbreite der Smart-Home-Anwendungen ist groß. Neben den bereits erwähnten smarten Lampen und Thermostaten unterstützen auch Staubsauger-Roboter, die in jedem vierten Haushalt zu finden sind, und intelligente Rasenmäher, die eigenständig den Garten pflegen, den Alltag vieler Menschen. Besonders im Bereich der Sicherheitstechnik gibt es zahlreiche Innovationen: Smarte Alarmanlagen und Überwachungskameras sorgen für mehr Sicherheit in unserem Zuhause.

KI: Der nächste Schritt

Ein besonders spannender Aspekt der Smart-Home-Entwicklung ist der Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI). Laut Bitkom-Studie zeigen

sich 80 Prozent der Deutschen offen für KI-gesteuerte Smart-Home-Tools.² Diese Technologien könnten zukünftig nicht nur die Wohlfühltemperatur in unseren Wohnräumen automatisch anpassen, sondern auch vorausschauend Wartungen veranlassen und Schäden erkennen. Die Integration von KI verspricht, das Smart-Home noch intuitiver und effizienter zu machen.

Wünsche und Sorgen der Nutzenden

Die Hauptgründe für die Nutzung von Smart-Home-Anwendungen sind der Wunsch nach mehr Komfort und Lebensqualität (78 Prozent), erhöhter Sicherheit (69 Prozent) und Energieeffizienz (62 Prozent). Viele Nutzende schätzen die Möglichkeit, ihre Geräte ortsunabhängig zu steuern und dadurch Zeit und Geld zu sparen. Allerdings gibt es auch Bedenken: Datenschutz und Datensicherheit sind für viele Nutzer*innen zentrale Sorgen. Nur 36 Prozent der Verbraucher*innen sind mit dem Schutz ihrer Daten bei vernetzten Produkten zufrieden. Hersteller*innen sind daher gefordert, hier transparenter zu agieren und Sicherheitsmaßnahmen zu verstärken.¹

Klebtechnik und Smart-Home

Ein oft übersehener, aber entscheidender Faktor für die Funktionalität

und Zuverlässigkeit von Smart-Home-Geräten ist die Klebtechnik. High-tech-Klebstoffe spielen eine zentrale Rolle bei der Miniaturisierung und Leistungssteigerung von Smart Devices. Sie werden beispielsweise zur Klebung von Minilautsprechern, Kameramodulen und Sensoren verwendet. Diese Klebstoffe sorgen nicht nur für eine stabile Verbindung der Komponenten, sondern schützen zusätzlich auch vor Feuchtigkeit und mechanischen Belastungen. Ohne Klebtechnik wären viele der heutigen Smart-Home-Anwendungen nicht denkbar.

Die zunehmende Verbreitung von Smart-Home-Technologien zeigt, dass diese Innovationen aus dem modernen Zuhause nicht mehr wegzudenken sind. Sie bieten nicht nur Komfort, sondern tragen auch zur Energieeinsparung bei. Mit der fortschreitenden Entwicklung und Integration von Künstlicher Intelligenz wird das Smart-Home noch smarter werden. Dank der Klebtechnik können diese Technologien auch in Zukunft zuverlässig und effizient funktionieren.

Quellen:

¹ <https://www.bitkom.org/sites/main/files/2024-08/240822-Bitkom-Charts-Smart-Home-2024.pdf>

² <https://www.haustec.de/gebaeudehuelle/gebaeudeautomation/smart-home-studie-wachstumsschub-durch-ki>



*Ob jung oder alt -
Smart-Home ermöglicht
Komfort und
Lebensqualität.*

*Foto: © Syda Productions -
stock.adobe.com*

Klebstoffe machen den Unterschied

Die Akustik eines Raumes beeinflusst maßgeblich unser Hörerlebnis - ob zu Hause oder im Büro. Doch wie wird eine optimale Klangqualität erreicht? Ein oft übersehener Faktor: Klebstoffe, die eine entscheidende Rolle bei der Gestaltung und Verbesserung der Raumakustik spielen.

Die Akustik eines Raumes ist ein wesentlicher Bestandteil unseres täglichen Lebens - sei es in Konzertsälen, Kinos, Büros oder Wohnräumen. Eine gute Raumakustik sorgt dafür, dass Klänge klar und angenehm wahrgenommen werden, während schlechte Akustik zu störenden Echos und unangenehmen Geräuschen führen kann. Um eine optimale Akustik zu erreichen, kommen verschiedene Materialien und Techniken zum Einsatz. Ebenso unverzichtbar: Klebstoffe.

Klang und Kleben

Klebstoffe werden in der Raumakustik verwendet, um akustische Paneele, Schaumstoffe und andere schallabsorbierende Materialien sicher und dauerhaft miteinander zu verbinden. Diese Materialien helfen, Schallwellen zu kontrollieren und unerwünschte Reflexionen zu minimieren. Durch den Einsatz von Klebstoffen können diese akustischen Elemente präzise und unauffällig angebracht werden, ohne die Ästhetik des Raumes zu beeinträchtigen.

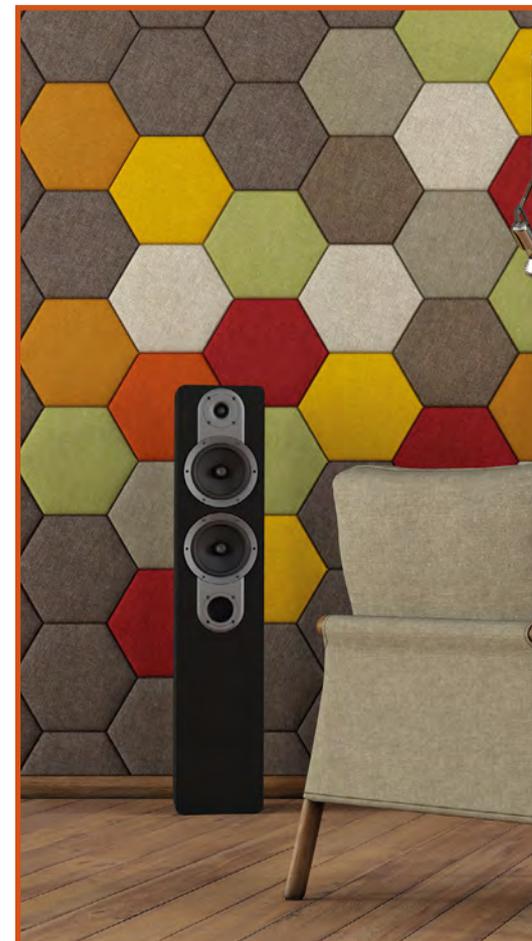
Ein Beispiel für den Einsatz von Klebstoffen in der Raumakustik ist die Befestigung von Akustikplat-

ten an Wänden und Decken. Diese Platten bestehen oft aus speziellen schallabsorbierenden Materialien, die den Schall dämpfen und so die Raumakustik verbessern. Klebstoffe sorgen dafür, dass diese Platten sicher und dauerhaft an Ort und Stelle bleiben - selbst unter schwierigen Bedingungen wie hoher Luftfeuchtigkeit oder Temperaturschwankungen.

Ein vollflächig geklebter Parkettboden kann die Raumakustik ebenfalls positiv beeinflussen. Im Gegensatz zu schwimmend verlegtem Parkett, das eine gewisse Bewegungsfreiheit und damit potenziell mehr Geräusche bietet, sorgt vollflächig geklebter Parkett für eine stabile und feste Verbindung mit dem Untergrund. Diese feste Verbindung minimiert Vibrationen und Resonanzen, die durch Schritte oder andere Bewegungen entstehen können. Dadurch wird der Schall weniger reflektiert und die Übertragung von Geräuschen in angrenzende Räume reduziert. Zudem kann die gleichmäßige Oberfläche des geklebten Parketts dazu beitragen, störende Echos zu minimieren und eine angenehmere Klangqualität im Raum zu schaffen. Dies ist besonders vorteilhaft in Wohnräumen und Büros,

wo eine ruhige und klare Akustik erwünscht ist.

Darüber hinaus spielt die Klebtechnik eine wichtige Rolle bei der Herstellung von akustischen Möbeln und Einrichtungsgegenständen. Diese Möbelstücke sind so konzipiert, dass sie die Akustik im Raum posi-



tiv beeinflussen. Das Kleben ermöglicht, verschiedene Materialien wie Holz, Stoff und Schaumstoff miteinander zu verbinden, um funktionale und ästhetisch ansprechende Lösungen zu schaffen.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Verwendung von Klebstoffen in mobilen akustischen Lösungen, wie zum Beispiel Trennwänden und Raumteilern. Diese Elemente können flexibel eingesetzt werden, um die Akustik in verschiedenen Räumen schnell und einfach zu verbessern. Auch hier verbinden sie die einzelnen Komponenten stabil und sicher miteinander.

Raumakustik In Büros

In modernen Büros spielt die Raumakustik eine entscheidende Rolle für die Produktivität und das Wohlbefinden der Mitarbeitenden. Hier einige konkrete Beispiele, wie Klebstoffe zur Verbesserung der Akustik beitragen:

Akustikpaneele an Wänden & Decken:

In Großraumbüros werden häufig Akustikpaneele eingesetzt, um den Lärmpegel zu reduzieren und eine angenehme Arbeitsatmosphäre zu schaffen. Sie werden mit Klebstoffen befestigt, die eine dauerhafte und sichere Anbringung gewährleisten.

Schallabsorbierende Trennwände:

Um in offenen Bürolandschaften individuelle Arbeitsbereiche zu schaffen, werden oft schallabsorbierende Trennwände verwendet. Diese bestehen aus Materialien wie Filz oder Schaumstoff, die mit Klebstoffen verbunden sind, um eine stabile und effektive Schallabsorption zu gewährleisten.

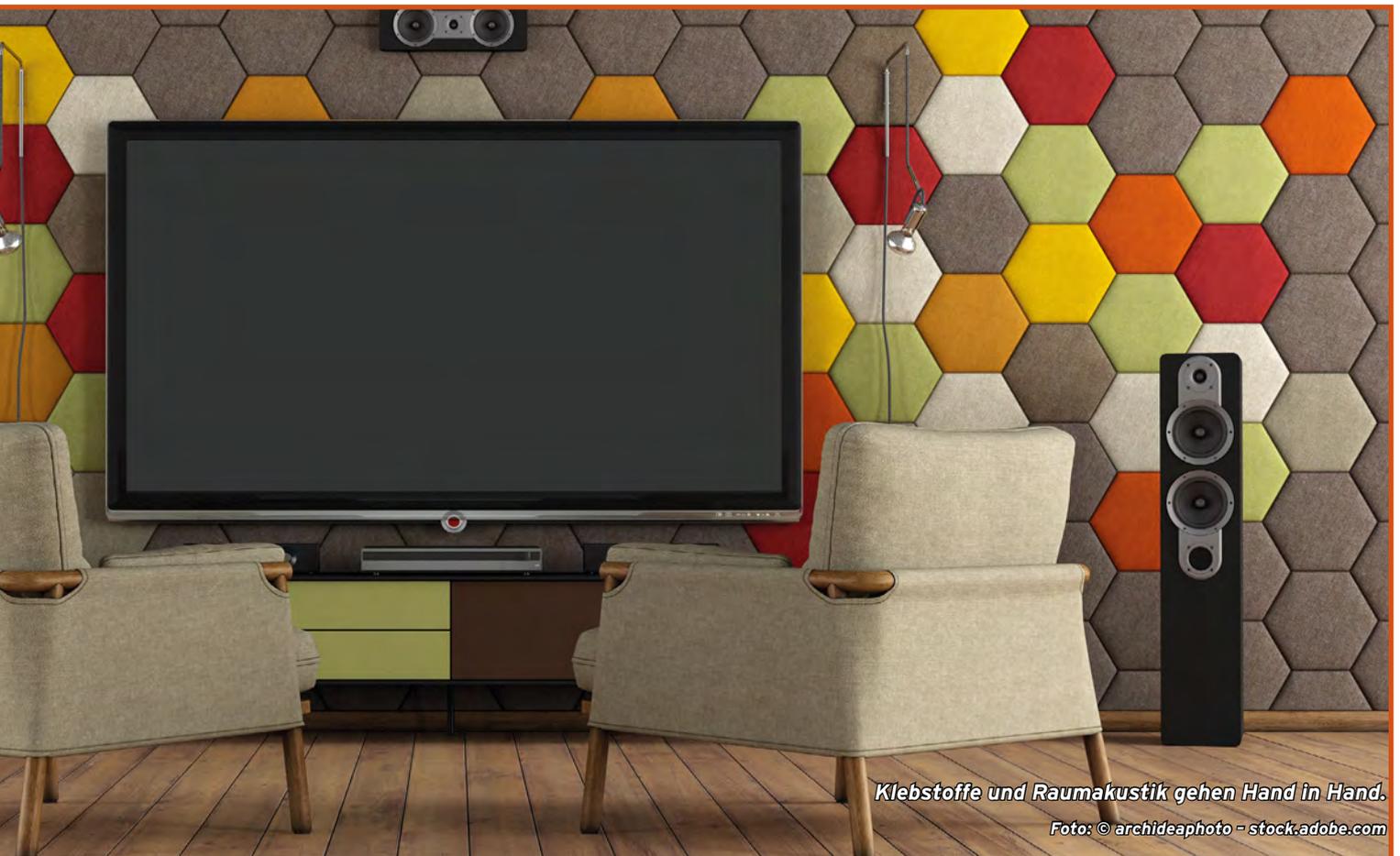
Akustische Möbel:

Möbelstücke wie schallabsorbierende Sofas, Stühle und Raumteiler tragen zur Verbesserung der Raumakustik bei. Klebstoffe spielen eine wichtige Rolle bei der Herstellung dieser Möbel, indem sie die verschiedenen Materialien miteinander verbinden.

Deckensegel:

In Büros mit hohen Decken werden oft Deckensegel eingesetzt, um den Schall zu dämpfen und die Akustik zu verbessern. Diese Segel werden mit speziellen Klebstoffen befestigt, die eine sichere und unauffällige Anbringung ermöglichen.

Die Bedeutung von Klebstoffen in der Raumakustik wird oft unterschätzt. Dabei sind sie die stillen Helfer, die dafür sorgen, dass akustische Materialien effektiv eingesetzt werden können. Ohne ihre verbindenden Eigenschaften wären viele der heutigen akustischen Lösungen nicht realisierbar. Sie tragen maßgeblich dazu bei, dass wir in den Genuss einer optimalen Klangqualität kommen und unser Hörerlebnis in verschiedenen Räumen verbessert wird. In der Welt der Raumakustik sind Klebstoffe die unsichtbaren Verbindungen, die alles zusammenhalten und für perfekten Klang sorgen.



Klebstoffe und Raumakustik gehen Hand in Hand.

Foto: © archideaphoto - stock.adobe.com

Von der E-Gitarre bis zum Synthesizer

Geklebte

Harmonien und

Klänge

Elektrische und elektronische Musikinstrumente haben die Musiklandschaft revolutioniert. Von der E-Gitarre bis zum Keyboard - diese Instrumente sind aus der modernen Musik nicht mehr wegzudenken. Doch wie haben sie sich entwickelt und welche Rolle spielen Klebstoffe bei ihrer Herstellung und für die Akustik?



Bei einer E-Gitarre werden mechanische Schwingungen von Tonabnehmern erfasst und in elektrische Signale umgewandelt.

Foto: © congerdesign auf Pixabay

Die Geschichte der elektrischen Musikinstrumente beginnt im späten 19. Jahrhundert. Eines der ersten bekannten Instrumente war das Telharmonium, entwickelt von Thaddeus Cahill im Jahr 1897.¹ Dieses riesige Instrument wog bis zu 200 Tonnen und erzeugte Töne durch rotierende Zahnräder und elektromagnetische Induktion. In den folgenden Jahrzehnten wurden weitere elektromechanische Instrumente entwickelt, darunter die Hammond-Orgel, die heute allseits beliebte E-Gitarre und viele mehr. Genauer hingesehen, gibt es in der Funktionsweise jedoch den ein oder anderen Unterschied.

Elektrische Musikinstrumente mit Tonabnehmern

Elektrische Musikinstrumente erzeugen Töne beispielsweise durch mechanische Schwingungen, die von Tonabnehmern in elektrische Signale umgewandelt werden – wie bei einer E-Gitarre. Hier schwingen die Saiten und erzeugen mechanische Schwingungen, die von elektromagnetischen Tonabnehmern erfasst und in elektrische Signale umgewandelt werden. Ein weiteres Beispiel ist das E-Piano, bei dem Hämmer auf Metallzungen schlagen, deren Schwingungen ebenfalls von Tonabnehmern erfasst werden. Auch die elektrische

Violine und der elektrische Kontrabass gehören zu dieser Kategorie.²

Klänge aus reiner Elektronik

Im Gegensatz zu elektrischen Instrumenten erzeugen elektronische Musikinstrumente Töne ausschließlich durch elektronische Schaltkreise wie beim Keyboard. Hier werden Töne durch sogenannte Oszillatoren erzeugt, die elektrische Signale produzieren, die dann verstärkt und über Lautsprecher hörbar gemacht werden. Andere Beispiele sind Synthesizer und Drum Machines, die eine Vielzahl von Klängen und Rhythmen erzeugen können. Ebenso das Theremin, das ohne Berührung gespielt wird.²

Geklebte Klänge

Ob elektrisch oder elektronisch: Klebstoffe spielen eine entscheidende Rolle bei der Herstellung und Akustik von Musikinstrumenten. Für E-Gitarren werden Klebstoffe verwendet, um verschiedene Holzteile des Korpus und des Halses zu verbinden. Diese Verbindungen müssen stabil sein, um den mechanischen Belastungen beim Spielen standzuhalten und eine optimale Schwingungsübertragung zu gewährleisten. Und auch bei elektronischen Instru-

menten wie Keyboards sind Klebstoffe unverzichtbar. Sie werden verwendet, um elektronische Bauteile zu fixieren und zu isolieren, was die Langlebigkeit und Zuverlässigkeit der Instrumente erhöht. Bei der Herstellung von Synthesizern und Drum Machines sorgen geklebte Verbindungen dafür, dass die komplexen elektronischen Komponenten sicher und präzise montiert sind.

Eins ist sicher: Elektrische und elektronische Musikinstrumente haben die Art und Weise, wie Musik gemacht und erlebt wird, grundlegend verändert. Von den ersten elektrischen Instrumenten bis zu den modernen elektronischen Geräten – die Entwicklung dieser Instrumente ist eine faszinierende Reise durch die Geschichte der Musiktechnologie. Klebstoffe spielen dabei eine oft unterschätzte, aber wichtige Rolle, indem sie die strukturelle Integrität sicherstellen und akustische Qualität der Instrumente unterstützen.

Quellen:

¹ <https://www.spiegel.de/geschichte/erster-synthesizer-der-welt-das-200-tonnen-telharmonium-a-1154581.html>

² <https://de.cultura10.com/elektrische-Musikinstrumente/>



Ein Keyboard – ohne Klebstoffe nicht möglich.

Foto: © Gundula Vogel auf Pixabay



Ob zuhause oder in VR-Arcades: Gemeinsam in neue Welten eintauchen und interaktive Abenteuer erleben.

Foto: © xamnex - stock.adobe.com

Von Gaming bis Medizin

Neue Welten entdecken

Virtual Reality (VR) hat sich in den letzten Jahren rasant entwickelt und ist längst nicht mehr nur ein Thema für Technik-Fans im Gaming-Bereich. Sie findet auch zunehmend Anwendung in anderen Lebensbereichen und erschließt völlig neue Potenziale. Nicht zu vergessen: Erst Klebstoffe ermöglichen es, dass wir in die virtuellen Welten eintauchen können.

Virtual Reality hat sich von einer futuristischen Vision zu einer greifbaren Realität entwickelt. Kein Wunder: Das Interesse an VR-Brillen ist in Deutschland stark gestiegen. Laut einer Umfrage besitzen mittlerweile bereits 3,7 Millionen Menschen

solch eine Brille und weitere 4,7 Millionen planen die Anschaffung.¹ Dabei schreitet die technologische Entwicklung stetig voran: Moderne VR-Brillen bieten heute hochauflösende Displays und fortschrittliche Sensoren, die die Grenzen zwischen

der realen und der virtuellen Welt verschwimmen lassen.

Gemeinsam in neue Welten eintauchen

Besonders im Gaming-Bereich hat VR einen festen Platz gefunden.

Infokasten

Virtual Reality ist mehr als nur ein Trend – sie ist eine Technologie, die das Potenzial hat, unsere Welt grundlegend zu verändern. Der weltweite Markt für VR-Gaming wird bis 2032 voraussichtlich auf 189,17 Milliarden US-Dollar anwachsen, was einer durchschnittlichen Wachstumsrate von 30,4 Prozent entspricht.² Von der Medizin über die Industrie bis hin zur Unterhaltung: Die Einsatzmöglichkeiten sind nahezu unbegrenzt. Es bleibt spannend zu beobachten, wie sich diese faszinierende Technik in den kommenden Jahren weiterentwickeln wird – auch dank Klebtechnik.

Spieler*innen können gemeinsam zuhause oder in sogenannten VR-Arcaden in dreidimensionale Welten eintauchen und interaktive Abenteuer erleben, die weit über traditionelle Spiele hinausgehen. Neben den VR-Brillen selbst gibt es dabei weitere entscheidende Technologien, die das VR-Erlebnis vervollständigen. Dazu gehören:

Controller und Eingabegeräte: Sie ermöglichen die Interaktion mit der virtuellen Welt, erfassen Bewegungen und übertragen sie in die VR-Umgebung, sodass Nutzer*innen und Nutzerinnen Objekte greifen und Aktionen ausführen können.

Tracking-Systeme: Diese Systeme verfolgen die Position und Bewegung der Nutzer*in im Raum. Sie sorgen dafür, dass die virtuelle Welt sich entsprechend der realen Bewegungen anpasst, was das Erlebnis noch verstärkt.

Audio-Technik: Hochwertige Kopfhörer und räumliches Audio sind essenziell, um ein vollständiges Eintauchen in die virtuelle Welt zu ermöglichen. Sie schaffen eine rea-

listische Klangkulisse, die das visuelle Erlebnis ergänzt.

Haptische Feedback-Geräte: Diese Geräte geben physische Rückmeldungen wie Vibrationen oder Druck, um Interaktionen in der virtuellen Welt spürbar zu machen. Sie erhöhen das Gefühl der Präsenz und Interaktivität.

VR in weiteren Lebensbereichen

Auch wenn der Gaming- und Film-Bereich nach wie vor die Hauptanwendungsgebiete darstellen, gehen die Einsatzmöglichkeiten schon heute weit darüber hinaus. Zum Beispiel werden VR-Brillen zunehmend für Bildungszwecke genutzt, etwa um komplexe Sachverhalte anschaulich zu vermitteln oder virtuelle Exkursionen zu ermöglichen. Auch in der Medizin gewinnt VR zunehmend an Bedeutung. Hier werden VR-Brillen beispielsweise genutzt, um Chirurg*innen bei komplexen Operationen zu unterstützen. Durch die Projektion von 3D-Modellen können sie noch präziser arbeiten. Und auch in der Industrie ermöglicht VR effizientere Planungen und Wartungen. Ingenieur*innen können virtuelle Modelle von Maschinen und Produktionslinien erstellen und diese in einer simulierten Umgebung testen, bevor sie in der Realität umgesetzt werden.

VR – nur mit Klebstoffen!

Ob VR-Brillen oder sonstige VR-Technologie – ohne Klebtechnik wären sie nicht möglich. Klebstoffe spielen eine entscheidende Rolle bei der Herstellung und Funktionalität verschiedenster VR-Technologien. Sie verbinden verschiedene Bauteile wie Linsen, Displays und Gehäuse sicher und

dauerhaft, was die strukturelle Integrität und Langlebigkeit der Geräte gewährleistet. Durch den Einsatz von Klebstoffen anstelle von mechanischen Befestigungen kann das Gewicht der VR-Brillen reduziert werden, was den Tragekomfort erhöht. Zudem helfen Klebstoffe, Vibrationen und Stöße zu dämpfen, wodurch die Lebensdauer der elektronischen Komponenten verlängert und das Nutzungsergebnis verbessert wird. Sie bieten auch Schutz vor Feuchtigkeit, Staub und anderen Umwelteinflüssen, die die empfindlichen elektronischen Bauteile beschädigen könnten. Einige der verwendeten Klebstoffe haben wärmeleitende Eigenschaften und tragen dazu bei, die Wärme von den elektronischen Komponenten abzuleiten, um Überhitzung zu vermeiden. Diese vielfältigen Funktionen machen Klebstoffe zu einem unverzichtbaren Bestandteil bei der Herstellung moderner VR-Technologien.

Quellen:

¹ <https://www.game.de/naechstes-level-fuer-die-virtuelle-realitaet/>

² <https://www.fortunebusinessinsights.com/de/industrie-berichte/virtual-reality-gaming-markt-100271>

Bereits 3,7 Millionen Menschen in Deutschland besitzen mittlerweile eine VR-Brille.

Foto: © Achin bm auf Pixabay





Erfolgreich Kleben funktioniert am besten mit Erfahrung und dem richtigen Zubehör.

Foto: © Innotech Marketing und Konfektion Rot GmbH, 2025

Schlüsselkompetenz für Qualität & Innovation

Klebtechnische Weiterbildungen

Die Klebtechnik hat sich zu einer essenziellen Verbindungstechnologie in zahlreichen Industrien etabliert - von der Automobil- und Luftfahrtindustrie bis hin zur Medizintechnik und Elektronik. Dank ihrer Vielseitigkeit ersetzt das Kleben zunehmend traditionelle Fügeverfahren wie Schrauben oder Schweißen. Damit Unternehmen die Potenziale dieser Technologie optimal nutzen können, ist eine fundierte Ausbildung des Personals unerlässlich. Denn fehlerhafte Klebungen führen nicht nur zu Qualitätsmängeln, sondern auch zu hohen Kosten durch Reklamationen und Produktionsausfälle.

Fehlerhaft ausgeführte Klebungen können gravierende Folgen haben – von Produktionsmängeln über Materialversagen bis hin zu kostspieligen Rückrufaktionen. Die Hauptursache liegt oft nicht im Klebstoff selbst, sondern in seiner unsachgemäßen Anwendung. Entscheidend sind dabei die richtige Oberflächenvorbereitung, eine präzise Dosierung und eine korrekte Aushärtung.

Ein häufiges Problem besteht darin, dass viele Anwendende nur den Klebstoff als Produkt betrachten, jedoch nicht das gesamte Klebsystem berücksichtigen. Hier setzen strukturierte Schulungsprogramme an, indem sie praxisnahes Wissen vermitteln, das direkt in der Produktion angewendet werden kann.

Weiterbildungsstufen in der Klebtechnik

Die Komplexität der Klebtechnik erfordert qualifizierte Fachkräfte, um eine zuverlässige Qualitätssicherung zu gewährleisten. Daher gibt es strukturierte Weiterbildungsprogramme, die sowohl grundlegende als auch fortgeschrittene Kenntnisse vermitteln. Diese Programme bieten praktisches Know-how und orientieren sich an internationalen Standards.

Ein zentrales Element der klebtechnischen Weiterbildung ist die Kombination aus Theorie und Praxis. Teilnehmende an Schulungen durchlaufen systematische Versuchsreihen, um den Klebprozess in all seinen Facetten zu verstehen. Erfahrungsberichte aus der Praxis zeigen, dass Teilnehmende besonders von den praktischen Übungen profitieren, da diese die theoretischen Inhalte nachhaltig vertiefen.

Die Qualifizierung im Bereich der Klebtechnik erfolgt nach einem strukturierten Stufenmodell, das sich an den Richtlinien des deutschen Verbands für Schweißen und verwandte Verfahren und der European Welding Federation (DVS®/EWF) orientiert¹:

Grundstufe: DVS/EWF-Klebpraktizierende (EAB) – Die Basisqualifikation für Fachkräfte

Diese einwöchige Grundlagenschulung richtet sich an Facharbeitende aus Industrie und Handwerk, die Klebungen nach Vorgaben fachgerecht und eigenständig durchführen müssen. Der Kurs vermittelt Wissen über Klebstofftypen, Oberflächenvorbereitung und Sicherheitsstandards. Praktische Übungen helfen, ein tiefes Verständnis für den gesamten Klebprozess zu entwickeln.

Mittlere Qualifikationsstufe: DVS/EWF-Klebfachkraft (EAS) – Für überwachende Tätigkeiten

Für Mitarbeitende mit überwachender Funktion – etwa in der Qualitätssicherung oder als Meister*in – bietet die dreiwöchige Ausbildung zur Klebfachkraft tiefgehendes Fachwissen. Die Teilnehmenden lernen, Klebprozesse zu planen, Fehlerquellen zu identifizieren und die Einhaltung der relevanten Normen sicherzustellen.

Höchste Qualifikationsstufe: DVS/EWF-Klebfachingenieur*innen (EAE) und Klebtechnologie (ABT) – Experten für komplexe Anwendungen

Diese achtwöchige Schulung richtet sich an technische Führungskräfte, die für die strategische Planung und Überwachung von Klebprozessen verantwortlich sind. Absolvent*innen sind qualifiziert, Klebprozesse gemäß den höchsten industriellen Standards zu steuern.

Relevanz der Weiterbildung für Unternehmenszertifizierungen

Die Weiterbildung in der Klebtechnik hat eine zentrale Bedeutung für die Qualitätssicherung. Beim Kleben handelt es sich um einen speziellen Prozess, sprich, die Qualität der Klebung ist nicht vollständig zerstörungsfrei prüfbar und Fehler bei der Herstellung

lassen sich häufig erst durch Rückläufer und Beschwerden von Kund*innen identifizieren.

Neben der direkten Qualitätssteigerung in der Produktion ist die klebtechnische Weiterbildung auch für Unternehmen essenziell, die sich nach der DIN 6701 bzw. EN 17460 im Schienenfahrzeugbereich oder DIN 2304 bzw. ISO 21368 in der allgemeinen Industrie zertifizieren lassen möchten. Diese Normen stellen hohe Anforderungen an die Qualifikation des klebtechnischen Personals und tragen dazu bei, die Qualität und Sicherheit von Klebungen langfristig zu gewährleisten.

Eine besondere Bedeutung kommt der ISO 9001 zu, die das Kleben als „speziellen Prozess“ definiert. Diese Norm fordert präzise Anweisungen und Kontrollen, um Fehler präventiv zu vermeiden. Gut ausgebildetes Fachpersonal spielt dabei eine Schlüsselrolle.

Mit der Weiterentwicklung der deutschen DIN-Normen DIN 6701 und DIN 2304 hin zur EN 17460 bzw. ISO 21368 werden diese Qualitätsstandards zunehmend international anerkannt. Sie erleichtern Unternehmen den Zugang zu globalen Märkten und gewährleisten einheitliche Vorgaben für klebtechnische Prozesse.

Angesichts des Fachkräftemangels und der steigenden Anforderungen an die Qualitätssicherung ist die Weiterbildung in der Klebtechnik ein entscheidender Faktor für den Unternehmenserfolg. Unternehmen, die in die Qualifizierung ihres Personals investieren, minimieren Fehlerquellen, steigern die Effizienz und sichern ihre Marktposition in einem zunehmend wettbewerbsintensiven Umfeld.

Quellen:

Almanach rund um Kleben und Dichten, 7. Auflage, 2025

<https://www.innotech-rot.de>

<https://www.weiterbildung.ifam.fraunhofer.de/de/klebtechnik.html>

¹<https://www.dvs-home.de/bildung/kleben/>

Eine starke Verbindung ...



Industrieverband Klebstoffe e.V.:

3M Deutschland GmbH ◊ **Adchem GmbH** ◊ **ADEKA Europe GmbH** ◊ **Adtracon GmbH** ◊ **AKEMI chemisch technische Spezialfabrik GmbH** ◊ **Alberdingk Boley GmbH** ◊ **ALFA Klebstoffe AG** ◊ **Arakawa Europe GmbH** ◊ **ARDEX GmbH** ◊ **ARLANXEO Deutschland GmbH** ◊ **ASTORPLAST Klebtechnik GmbH** ◊ **BASF SE** ◊ **BCD Chemie GmbH** ◊ **Berger-Seidle GmbH** ◊ **Biesterfeld Spezialchemie GmbH** ◊ **Bilgram Chemie GmbH** ◊ **Bona GmbH Deutschland** ◊ **Bostik GmbH** ◊ **Brenntag SE** ◊ **Bühnen GmbH & Co. KG** ◊ **BYK-Chemie GmbH** ◊ **Cabot GmbH** ◊ **Celanese Sales Germany GmbH** ◊ **certoplast Technische Klebebänder GmbH** ◊ **Chemetall GmbH** ◊ **ChemQuest Inc. Europe** ◊ **CHT Germany GmbH** ◊ **Clariant Verwaltungsgesellschaft mbH** ◊ **CNP Polymer GmbH** ◊ **Coim Deutschland GmbH** ◊ **Coroplast Fritz Müller GmbH & Co. KG** ◊ **Covestro Deutschland AG** ◊ **CPH Adhesives GmbH** ◊ **CTA GmbH** ◊ **Cyberbond Europe GmbH** ◊ **DEKA Kleben & Dichten GmbH** ◊ **DELO Industrie Klebstoffe GmbH & Co. KGaA** ◊ **DOW Deutschland Anlagengesellschaft mbH** ◊ **Drei Bond GmbH** ◊ **DUNLOP TECH GmbH** ◊ **DuPont Speciality Products GmbH & Co. KG** ◊ **Dymax Europe GmbH** ◊ **ELUID Adhesive GmbH** ◊ **EPOXONIC GmbH** ◊ **EUKALIN Spezial-Klebstoff Fabrik GmbH** ◊ **Evonik Industries AG** ◊ **Evonik Operations GmbH** ◊ **Fenos AG** ◊ **Fermit GmbH** ◊ **fischerwerke GmbH & Co. KG** ◊ **Follmann GmbH & Co. KG** ◊ **Forbo Eurocol Deutschland GmbH** ◊ **FSKZ e.V.** ◊ **Gludan (Deutschland) GmbH** ◊ **GLUKON GmbH** ◊ **Grünig KG** ◊ **Gustav Grolman GmbH & Co. KG** ◊ **H&H Maschinenbau GmbH** ◊ **H.B. Fuller Deutschland GmbH** ◊ **H.B. Fuller Adhesives Deutschland GmbH** ◊ **H.B. Fuller Deutschland Produktions GmbH** ◊ **HANSETACK GmbH** ◊ **Henkel AG & Co. KGaA** ◊ **Hinterwaldner Consulting** ◊ **HOBUM Oleochemicals GmbH** ◊ **Huntsman Advanced Materials (Dtschld.) GmbH** ◊ **IFAM Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung** ◊ **IGK Isolierglasklebstoffe GmbH** ◊ **IMCD Deutschland GmbH** ◊ **Innotech Marketing und Konfektion Rot GmbH** ◊ **Intoplan GmbH Bauchemie** ◊ **ISGATEC GmbH** ◊ **Isochem Kautschuk-GmbH** ◊ **Jowat SE** ◊ **Jowat Klebstoffe GmbH** ◊ **Kaneka Belgium N.V. Deutschlandvertretung Werner Hollbeck GmbH** ◊ **Keil Anlagenbau GmbH & Co. KG** ◊ **Keyser & Mackay KG** ◊ **Kiesel Bauchemie GmbH u. Co. KG** ◊ **Kisling Deutschland GmbH** ◊ **Kissel + Wolf GmbH** ◊ **KLEBTECHNIK Dr. Hartwig Lohse e.K.** ◊ **Kleiberit SE & Co. KG** ◊ **Kömmerling Chemisch Fabrik GmbH** ◊ **KRAHN Chemie GmbH** ◊ **Kraton Polymers GmbH** ◊ **L&L Products Europe GmbH** ◊ **LANXESS Deutschland GmbH** ◊ **Lohmann GmbH & Co. KG** ◊ **LOOP GmbH** ◊ **LUGATO GmbH & Co. KG** ◊ **MAPEI GmbH** ◊ **Minova CarboTech GmbH** ◊ **Möller Chemie GmbH & Co. KG** ◊ **MORCHEM GmbH** ◊ **Murexin GmbH** ◊ **Nordmann, Rassmann GmbH** ◊ **Omya GmbH** ◊ **Organik Kimya A.S.** ◊ **Hermann Otto GmbH** ◊ **Panacol-Elosol GmbH** ◊ **Parker Hannifin Manufacturing Germany GmbH & Co. KG** ◊ **PCI Augsburg GmbH** ◊ **Planatol GmbH** ◊ **Plasmatreat GmbH** ◊ **POLY-CHEM GmbH** ◊ **Poly-clip System GmbH & Co. KG** ◊ **Polytec PT GmbH Polymere Technologien** ◊ **PolyU GmbH** ◊ **Rain Carbon Germany GmbH** ◊ **RAMPF Polymer Solutions GmbH & Co. KG** ◊ **Ramsauer GmbH & Co. KG** ◊ **Reka Klebetechnik GmbH & Co. KG** ◊ **RENIA Ges. mbH chemische Fabrik** ◊ **Rhenocoll-Werk eK.** ◊ **RILIT Coatings GmbH** ◊ **RJ Consulting GbR** ◊ **Robatech GmbH** ◊ **Rocholl GmbH** ◊ **Röhm**

GmbH ◊ **RUDERER KLEBTECHNIK GMBH** ◊ **Saint-Gobain Weber GmbH** ◊ **Schill + Seilacher „Struktol“ GmbH** ◊ **SCIGRIP Europe** ◊ **Sika Automotive Hamburg GmbH** ◊ **Sika Deutschland GmbH** ◊ **Sika Deutschland GmbH Kleben + Dichten Industrie** ◊ **Sopro Bauchemie GmbH** ◊ **STAUF Klebstoffwerk GmbH** ◊ **Stockmeier Urethanes GmbH & Co. KG** ◊ **Synthopol Chemie Dr. rer. pol. Koch GmbH & Co. KG** ◊ **TER Chemicals GmbH & Co. KG** ◊ **tesa SE** ◊ **TSRC (Lux.) Corporation S.a.r.l.** ◊ **Türmerleim GmbH** ◊ **UHU GmbH & Co. KG** ◊ **Uzin Utz SE** ◊ **VINAVIL S.p.A. Vertretung Deutschland** ◊ **VITO Irmes GmbH & Co. KG** ◊ **Wacker Chemie AG** ◊ **Wakol GmbH** ◊ **Weber & Schaer GmbH & Co. KG** ◊ **WEICON GmbH & Co. KG** ◊ **Weiss Chemie + Technik GmbH & Co. KG** ◊ **WEKEM GmbH** ◊ **Wöllner GmbH** ◊ **Worlée-Chemie GmbH** ◊ **WULFF GmbH & Co. KG** ◊ **ZELU CHEMIE GmbH**



**Fachverband der Chemischen Industrie Österreichs,
Berufsgruppe Bauklebstoffe:**

Ardex Baustoff GmbH ◊ **Botament Systembaustoffe GmbH & Co. KG** ◊ **Henkel Central Eastern Europe GmbH** ◊ **Knauf GesmbH** ◊ **Mapei Austria GmbH** ◊ **Murexin GmbH** ◊ **PCI Augsburg GmbH** ◊ **Sika Österreich GmbH** ◊ **Sopro Bauchemie GmbH** ◊ **UZIN Utz Österreich GmbH** ◊ **Wakol GmbH** ◊ **WS INSEBO GmbH**



Fachverband Klebstoff-Industrie Schweiz:

ALFA Klebstoffe AG ◊ **APM Technica AG** ◊ **Artimelt AG** ◊ **ASTORtec** ◊ **Avery Dennison - Materials Europe GmbH** ◊ **BFH Architektur, Holz und Bau** ◊ **Collano AG** ◊ **Distona AG** ◊ **EMS-CHEMIE AG** ◊ **ETH Zürich** ◊ **FHNW Hochschule für Technik Institut für Kunststofftechnik** ◊ **GYSO AG** ◊ **H.B. Fuller Europe GmbH** ◊ **Henkel & Cie. AG** ◊ **JOWAT Swiss AG** ◊ **KDT AG** ◊ **Kisling AG** ◊ **merz+benteli ag** ◊ **Nordmann Switzerland AG** ◊ **Ostschweizer Fachhochschule, IWK Institut für Werkstofftechnik und Kunststoffverarbeitung** ◊ **Pontacol AG** ◊ **Sika Schweiz AG** ◊ **Sika Technology AG** ◊ **Specialty Electronic Materials Switzerland GmbH** ◊ **Uzin Utz Schweiz AG** ◊ **Wakol GmbH** ◊ **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:

Nathalie Schlößer · PR-Redakteurin · Industrieverband Klebstoffe e. V.



Druckprodukt mit finanziellem

Klimabeitrag

ClimatePartner.com/53124-2504-1003

www.klebstoffe.com