

Warum klebt Leim?

Ohne Kleben geht beim Basteln gar nichts. Aber warum halten die Teile überhaupt zusammen? Wen kann man fragen? Zum Glück gibt es den Klebstoff-Experten Dr. Christof Brändli.



Die «at»-Bande (v.l.): Liv, Maxi, Seon, Willi, Ben, Luz, Valerie, Christiaan, Julius.



Experte Dr. Christof Brändli leitet das Labor für Klebstoffe und polymere Materialien an der ZHAW School of Engineering.

① Warum klebt der Leim überall, aber nicht in der Tube?

Diese Frage höre ich ganz häufig, aber die Antwort ist gar nicht so einfach. Sie liegt in der Chemie der Klebstoffe verborgen. Es gibt viele verschiedenartige Klebstoffe, und je nach chemischer Basis sind die Gründe dafür unterschiedlich. Beim Weissleim zum Beispiel handelt es sich um ein Gemisch aus einem Kunststoff (Polymer) und Wasser (Lösungsmittel). Der Kunststoff ist in Form von kleinen Kugeln ganz fein im Wasser verteilt. Das heisst, dass diese Kunststoffkugeln vollständig von Wasser ummantelt sind und so nicht aneinander kleben können. Der Weissleim wird erst ausserhalb der Tube fest, weil dann das Wasser verdunsten kann. Solange die Tube geschlossen ist und das Wasser nicht verdunsten kann, bleibt der Weissleim flüssig und klebt nicht an der Innenseite der Tube fest. Wenn die Tube aber offengelassen wird, kann das Wasser entweichen, und der Klebstoff härtet aus. Dies sieht man gut an der Spitze der Tube, die oft verklebt, wenn sie nicht ganz dicht verschlossen ist.

Andere Klebstoffe brauchen Feuchtigkeit aus der Luft, damit sie fest werden. Diese Klebstoffe werden feuchtigkeitshärtende Klebstoffe genannt. Beispiele hierfür sind Sekundenkleber oder Silikon-Klebstoffe. Die Silikon-Klebstoffe werden oft im Badezimmer für Fugendichtungen verwendet und härten aus, wenn sie mit der Feuchtigkeit in der Luft in Berührung kommen. «Aushärten» bedeutet für die Chemiker, dass die Moleküle miteinander zu langen Ketten und Netzwerken reagieren – sie polymerisieren. Diese Reaktion bei den Silikon dauert normalerweise einige Stunden.

Ähnliches kennt man auch von Kaugummi. In der Packung ist der Kaugummi trocken und überhaupt nicht klebrig. Sobald man ihn in den Mund nimmt und kaut, wird er gummig und klebrig. Der Speichel im Mund ist wie ein Lösungsmittel und weicht den Kaugummi auf. Er wird dehnbar und haftet auf allen möglichen Oberflächen – auch auf der Strasse. Dort dringt er in die feinen Ritzen und Furchen im Asphalt ein. Mit der Zeit verliert der Kaugummi seine Feuchtigkeit

und wird dadurch härter. So ist es fast unmöglich, ihn von Strassen und Plätzen zu entfernen.

② Wieso kleben Sekundenkleber schon in wenigen Sekunden?

Sekundenkleber bestehen aus speziellen chemischen Molekülen. Diese heissen Cyanacrylate und sind gewöhnlich sehr dünnflüssig. Es reicht schon die Feuchtigkeit in der Luft, damit eine sehr schnelle Reaktion zwischen dem Klebstoff und der Feuchtigkeit stattfindet. Die Folge dieser Reaktion ist, dass der Klebstoff aushärtet. Die Cyanacrylate vereinigen sich zu langen Ketten, die gut an Oberflächen haften. Die Reaktion von diesen Cyanacrylaten findet bei Raumtemperatur innerhalb weniger Sekunden statt, und dabei entsteht Wärme. Deshalb ist beim Verkleben von leicht brennbaren Materialien Vorsicht geboten. Mit Sekundenkleber lassen sich gut verschiedenste Kunststoffe, Metalle und Holz, aber auch schwierig zu verklebende Materialien wie Polyethylen, PET und Silikon kleben. Sogar in der Medizin werden die Sekundenkleber verwendet, um menschliche Gewebe





und Wunden schnell zu verkleben. Da die Reaktion sehr schnell ist, können auf diese Weise Blutungen gestoppt werden, was vor allem bei Unfällen und für Chirurgen von grosser Bedeutung ist.

3 Was ist der stärkste Klebstoff der Welt?

Das lässt sich nicht eindeutig beantworten, denn es gibt keine Weltmeisterschaft für Klebstoffe. Und bei weltweit über 25 000 verschiedenen Klebstoffsorten gestaltet sich eine systematische Untersuchung schwierig. Aber es finden immer wieder Weltrekordversuche statt. So konnte im Jahr 2011 mit einem Sekundenkleber ein Gabelstapler von über acht Tonnen Gewicht während einer Stunde durch einen Klebstoff auf einer Höhe von einem Meter gehalten werden. Dies wurde auch im Guinnessbuch der Rekorde vermerkt und galt als der stärkste Klebstoff der Welt. Ein Jahr später wurde der Rekord auf zehn Tonnen erhöht, und im Jahr 2013 wurde ein Lastwagen mit einem Gewicht von 16 Tonnen in die Luft gezogen. Letztes Jahr wurde dieser Rekord wiederum überboten. Dabei wurde ein Epoxidharzklebstoff verwendet. Es wurden 21 Tonnen Stahl (das entspricht dem Gewicht von drei Klein-Lastwagen) mit wenigen Gramm Klebstoff hochgezogen. Ein Test hat gezeigt, dass mit diesem Klebstoff sogar 27 Tonnen möglich gewesen wären. Man kann davon ausgehen, dass diese Weltrekordversuche auch in Zukunft zur Spielweise von Klebstoffentwicklern gehören.

4 Warum kleben Haftnotizen nicht fest?

Die Funktionsweise der Haftnotizen ist etwas ganz Spezielles. Dabei kommen Klebstoffe zum Einsatz, die für eine ganz andere Anwendung gedacht waren. Die Forscher wollten einen extrastarken Klebstoff entwickeln. Dieser haftete jedoch überhaupt nicht gut und konnte rückstandsfrei wieder abgelöst werden.

Durch Zufall wurde die Anwendung für Haftnotizen entdeckt, die es bis zu dieser Zeit noch nicht gab. Das Geheimnis der Haftnotizen besteht aus Klebstoff-Kügelchen, die in einem Klebstoff-Bett eingebettet sind. Die Klebstoff-Kügelchen sind nur etwa 30 bis 50 Mikrometer gross – das entspricht etwa einem Haar. Das Klebstoffbett besteht auch aus Klebstoffkügelchen. Diese sind aber sehr viel kleiner. Dieses Zusammenspiel zwischen grossen Klebstoffkügelchen und dem Klebstoffbett aus kleinen Kügelchen ergibt genau die gewünschten Eigenschaften. Die Haftnotizen

kleben somit nur wenig, und zwar auf den grossen Kügelchen. Dies ist auch der Grund, weshalb sich die Notizen leicht wieder lösen lassen. Die grossen Kügelchen sind auf dem Klebstoffbett zudem relativ beweglich. Es müssen daher nicht immer die gleichen Stellen aktiv sein, und so können die Zettel gut mehrfach angeklebt und wieder entfernt werden. Die Herstellung dieser Haftnotizen ist schwierig und ein Firmengeheimnis der Hersteller. Es werden auch spezielle Papiere verwendet, die beschichtet sind, damit sich die Zettel sauber und einfach voneinander lösen.

5 Stimmt es, dass in Autos viel Klebstoff vorhanden ist?

Ja, das ist wahr. Insgesamt fahren in einem Auto durchschnittlich rund 15 kg Klebstoff mit. Dabei kommen viele unterschiedliche Klebstoffe zum Einsatz. Ein paar Beispiele: Die Autoscheiben werden nicht mehr mechanisch durch einen Rahmen oder mit Schrauben befestigt, sondern nur durch einen Klebstoff festgehalten. Dabei kommt ein 1-Komponenten-Polyurethan-Klebstoff (1K-PU) zum Einsatz. Dieser Klebstoff ist deshalb schwarz, weil er mit Russ gefüllt wird. Wenn der Klebstoff an der Karosserie aufgetragen und die Scheibe eingefügt wurde, dauert das Aushärten teilweise bis zu mehrere Stunden. Anschliessend hält die Scheibe aber so stark fest, dass sie sich auch bei einem Aufprall nicht löst. Übrigens werden auch Zugscheiben mit der gleichen Technologie verklebt.

Eine andere spannende Anwendung von Klebstoff im Automobilbau sind die Epoxidharz-Klebstoffe. Der grösste Teil der Karosserie in einem Auto besteht aus Stahl und Aluminium. Die einzelnen Teile werden durch Schweißen (beim Stahl) oder Nieten (beim Aluminium) miteinander verbunden.

Seit ein paar Jahren werden anstelle oder zusätzlich zum Schweißen und Nieten Klebstoffe eingesetzt. Das hat viele Vorteile. Einerseits wird dadurch die Karosserie steifer. Dadurch kann das Auto einfacher und genauer gesteuert werden, was vor allem bei hohen Geschwindigkeiten wichtig ist. Andererseits wird bei einem Unfall durch den Einsatz des Klebstoffes mehr Energie von der Karosserie aufgenommen. Dadurch kann das Verletzungsrisiko für die Insassen reduziert werden.

Bei ganz neuen Autos werden auch Kohlenstofffaserverbund-Materialien («Carbon») eingesetzt. Diese sind besonders leicht und lassen sich gar nicht schweißen. Diese Autos werden also nur durch Klebstoffe zusammengehalten. **at**



PowerParts AG
Schareggstrasse 1
Postfach 108
CH-5506 Mägenwil
Tel. +41 62 896 70 80
Fax +41 62 896 70 88
info@powerparts.ch
www.powerparts.ch

POWER
PARTS