

Besuch bei Fraunhofer

Der Wahl-Kurs „Junior-Ingenieur-Akademie“ der Jahrgangsstufen 8 und 9 des Georg-Christoph-Lichtenberg-Gymnasiums hat am 17.12.2018 das Fraunhofer Institut für angewandte Materialforschung im Rahmen einer gemeinsamen Kooperation besucht. Hierbei sind sieben Schülerinnen und Schüler gemeinsam mit zwei Lehrkräften in die Hanse-Stadt Bremen gereist, um die Präsentation ihrer Forschungsergebnisse zu selbstentwickelten Klebmaterialien im Bereich der Klebstoffentwicklung durchzuführen.

Allgemeine Informationen zur Fraunhofer-Gesellschaft e.V.

Die Fraunhofer-Gesellschaft ist mit mehr als 70 Instituten und 25.000 Mitarbeitern die größte Organisation für angewandte Forschung in Europa. Sie befasst sich mit den Bereichen:

Gesundheit, Sicherheit, Kommunikation, Mobilität, Produktion, Energie und Umwelt.

Im Jahr 2017 betrug das Forschungsvolumen der Fraunhofer-Gesellschaft 2,3 Milliarden Euro.

Informationen zum Fraunhofer Institut in Bremen

Das Fraunhofer Institut in Bremen forscht in den Bereichen Fertigungstechnik und Materialforschung. Mit 400 Mitarbeitern ist die IFAM (Institut Für Angewandte Materialforschung) mit dem Institutsteil „Klebeteknik und Oberflächen“ die europaweit größte, unabhängige Forschungseinrichtung auf dem Gebiet der industriellen Klebeteknik.

Die Aktivitäten reichen von der Grundlagenforschung über die Fertigung bis zur Markteinführung neuer Produkte.

Unsere Vorbereitungen in Kassel

Der Wahlunterricht, der sich mit den Grundlagen der Ingenieurwissenschaften beschäftigt, hat sich im Verlauf des zurückliegenden Halbjahres mit Klebstoffen der Natur befasst und selbst Klebstoffe hergestellt.

Dabei informierten wir uns zuerst über die Klebstoffe der Natur, die ihren Klebstoff selber herstellt. Wir erstellten zu unterschiedlichen Themen (wie z.B. dem Klebstoff der Schwalben oder der Seepocken) Präsentationen, welche wir uns dann gegenseitig vortrugen.

Mit zuvor recherchierten Anleitungen und Rezepten zur Herstellung von Klebstoffen mit möglichst einfachen Zutaten haben wir in Gruppen versucht, einen möglichst starken Klebstoff zu entwickeln. Unser Ziel war es einen Klebstoff zu entwickeln, welcher sowohl einfach herzustellen ist, als auch möglichst viel Masse tragen kann. Hierzu haben wir die Rezepte von z.B. Dextrin-Klebstoff, Milch-Klebstoff, Mehl-Klebstoff oder Glukose-Klebstoff als Grundlagen genutzt, und die Rezepte dann teilweise verändert.

Unser Tag in Bremen



Abbildung 1 Informationen von Fraunhofer über die Fraunhofer-Gesellschaft

Im Anschluss an einen netten Empfang durch Frau Theuerkauff und Herrn Hofmann haben unsere Kontaktpersonen für uns ein Referat mit Allgemeinen Informationen zu der Fraunhofer-Gesellschaft und zu dem Fraunhofer Institut in Bremen vorgetragen.

Nach einem leckeren Mittagessen in der Mensa unterstützten sie unsere Präsentationen durch konstruktive Kritik. Anschließend zeigten sie uns, wie man die Klebefläche unserer Proben ausmisst. Danach wechselten wir in das Prüflabor.



Abbildung 2 Präsentation der Ergebnisse beim Milch-Klebstoff



Abbildung 3 Präsentation der Ergebnisse beim Dextrinklebstoff

Das Messverfahren

Die Stärke unserer Kleber haben wir mit Hilfe des Zugscherverfahrens gemessen.

Dafür haben wir einen Prüfstand verwendet. Dies ist eine Maschine, die unsere Proben auseinanderzog und dabei gemessen hat, wie viel Kraft man dafür benötigt.

Hierfür spannt man die Zugscherproben in zwei Spanner (einer oben, einer unten) ein.

Anschließend trägt man die Daten (wie zum Beispiel den Flächeninhalt der Klebefläche) in den Computer ein, der mit der Maschine verbunden ist. Die Maschine zieht nun langsam an der Zugscherprobe, bis diese auseinanderreißt. Hierbei wird die maximale Kraft gemessen, daraus automatisch die Zugscherfestigkeit errechnet und als Wert angegeben.



Abbildung 4 Erklärungen zum Prüfstand

Die Maschine zieht nun langsam an der Zugscherprobe, bis diese auseinanderreißt. Hierbei wird die maximale Kraft gemessen, daraus automatisch die Zugscherfestigkeit errechnet und als Wert angegeben.



Abbildung 5 Konzentriertes Arbeiten am Prüfstand



Abbildung 6 Eingabe von Prüfdaten

Berechnung der Zugscherfestigkeit und der maximalen Zugkraft

Für die Berechnung der Zugscherfestigkeit sind die maximale Zugkraft (in N) und die Klebefläche der Probe (in mm²) wichtige Versuchsparameter.

Um die Zugscherfestigkeit zu berechnen, verwendet man folgende Formel

$$\text{Zug (in MPa)} = \frac{\text{maximale Zugkraft (in N)}}{\text{Klebefläche (in mm}^2\text{)}}$$

oder kurz

$$Z = \frac{F}{A},$$

wobei die Variablen für folgendes stehen

Z = Zugscherfestigkeit,
F = Maximalkraft,
A = Klebefläche.

Die Klebefläche ist die Überlappungsfläche zweier Proben und wird mit Breite mal Länge in Millimeter (mm) ausgerechnet.



Abbildung 7 Vermessung der Klebefläche



Abbildung 8 Dokumentation der Klebeflächeninhalte

Wenn man bei bekannter Zugscherfestigkeit die maximale Kraft berechnen möchte, muss man die Formel $Z = \frac{F}{A}$ zu $F = Z \cdot A$ umformen.

Zur Veranschaulichung folgt eine Beispielrechnung mit fiktiven Werten.

Gegeben: Zugscherfestigkeit $Z = 5,667 \text{ MPa}$, Überlappungsfläche $A = 312,094 \text{ mm}^2$

Um die Maximalkraft zu berechnen, stellt man die Formel um, indem man mit der Fläche multipliziert.

$$Z = \frac{F}{A} \quad | \cdot A$$

$$Z \cdot A = F \quad \text{Werte einsetzen}$$

$$5,667 \text{ MPa} \cdot 312,0394 \text{ mm}^2 = F$$

$$F = 1768,33 \text{ N}$$

Um die Maximalkraft in ein ihr entsprechendes Gewicht umzurechnen, dividiert man durch 10 N/kg

$$1.768,33 \text{ N} : 10 \text{ N/kg} \hat{=} 176,83 \text{ kg} .$$

Das bedeutet, dass man bei der Maximalkraft ($1.768,33 \text{ N}$) ein Maximalgewicht von $176,83 \text{ kg}$ an die Klebefläche der Probe hängen kann, ohne dass sie reißt.

Es folgt eine Tabelle mit den Werten unserer eigenen Klebstoffe. Hierbei ist jeweils noch ein Vergleich zur Visualisierung angefügt.

Klebstoff	Aluminiumchlorid-Klebstoff	Milch-Klebstoff	Milch-Klebstoff	Mehl-Klebstoff
Kraft	2900 N	400 N	320 N	770 N
Zug	9,35 MPa	1,3 MPa	1 MPa	2 MPa
Gewicht	290 kg	40 kg	32 kg	77 kg
Vergleich	4 Monate altes Elefantenkalb	Emu	Pinguin	erwachsene Frau

Klebstoff	Dextrin-Klebstoff A	Dextrin-Klebstoff B+	Dextrin-Klebstoff B-	Zinkchlorid-Klebstoff
Kraft	724 N	698 N	1239 N	3000 N
Zug	2,32 MPa	294 MPa	3,52 MPa	10 MPa
Gewicht	72 kg	70 kg	123 kg	300 kg
Vergleich	erwachsene Frau	Erwachsene Frau	Löwin	4 Monate altes Elefantenkalb

Wir haben drei verschiedene Dextrin-Klebstoffe hergestellt. Der mit „A“ gekennzeichnete Klebstoff wurde unter Verwendung von industriellem Dextrin hergestellt. Bei dem mit „B+“ markierten Klebstoff wurden selbsthergestelltes Dextrin sowie Traubenzucker und Glukose verwendet, bei „B-“ wurde selbsthergestelltes Dextrin genutzt, aber auf Traubenzucker und Glukose verzichtet.

Klebstoff	UHU	UHU Allplast	Holzklebstoff	Pritt
Kraft in N	3000 N	1000 N	930 N	770 N
Zug	10 MPa	3,23 MPa	3 MPa	2 MPa
Gewicht	300 kg	100 kg	93 kg	77 kg
Vergleich	4 Monate altes Elefantenkalb	Anakonda	weiblicher Strauß	erwachsene Frau

Mit dem Zinkchlorid-Klebstoff haben wir es tatsächlich geschafft, einen Klebstoff mit einem einfachen Klebstoff Rezept herzustellen, der mit herkömmlichem UHU mithalten kann.

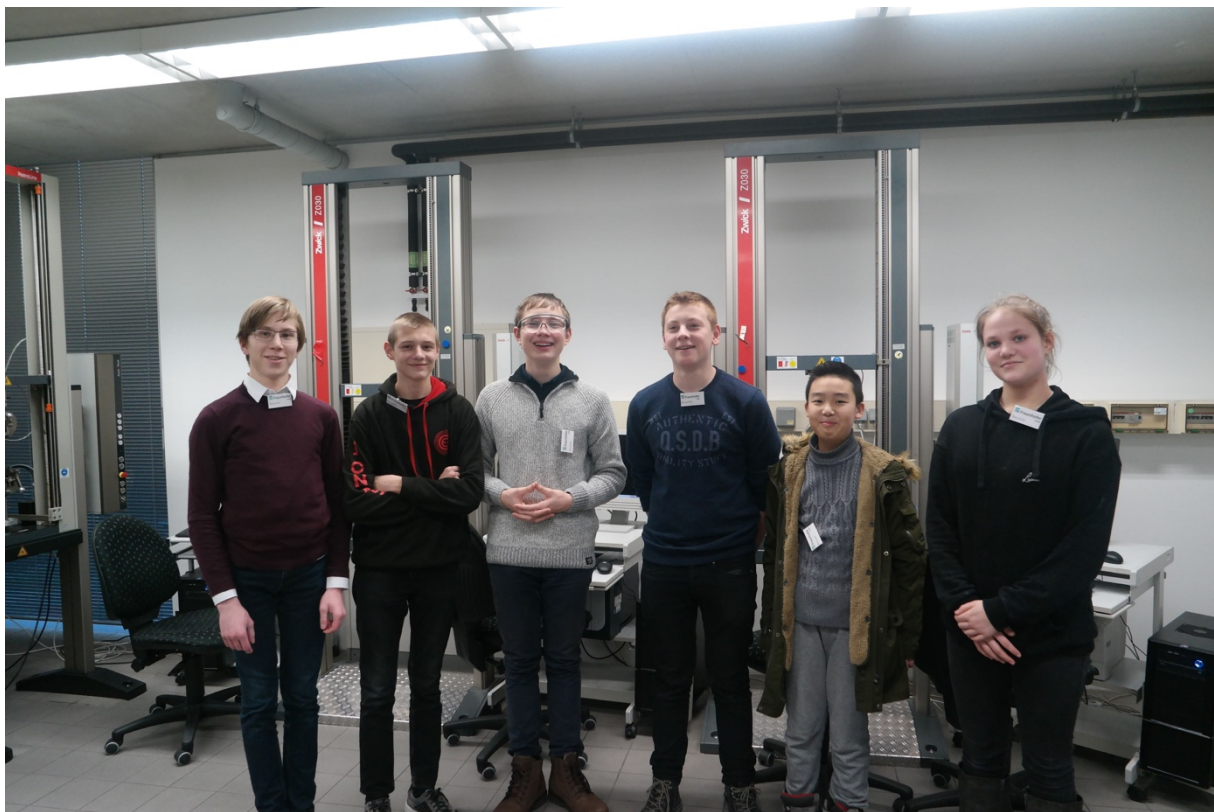


Abbildung 9 Gruppenbild beim gemeinsamen Abschluss vor dem Prüfstand

Dies war der Bericht zu unserem Besuch bei Fraunhofer IFAM in Bremen.

Wir danken auch an dieser Stelle noch einmal unseren Kontaktpersonen Frau Brede, Frau Theuerkauff und Herrn Hoffmann, sowie dem Fraunhofer Institut IFAM für die Kooperation.