

## Beanspruchung von Klebstoffen – Zugbeanspruchung

### Informationen

Ein wichtiger Aspekt bei der Entwicklung von Klebstoffen ist die Prüfung auf Beanspruchung der Klebestelle unter verschiedenen Bedingungen. Hier sind unterschiedliche Faktoren relevant, von der Belastbarkeit der Klebung durch unterschiedliche mechanische Beanspruchungen bis hin zur Beeinflussung durch Witterungseinflüsse oder Chemikalien. Die Abbildung zeigt die verschiedenen mechanischen Beanspruchungsformen einer Klebestelle. In diesem Versuch wird aufgezeigt, wie man die Zugbeanspruchung eines Klebstoffs prüfen kann.

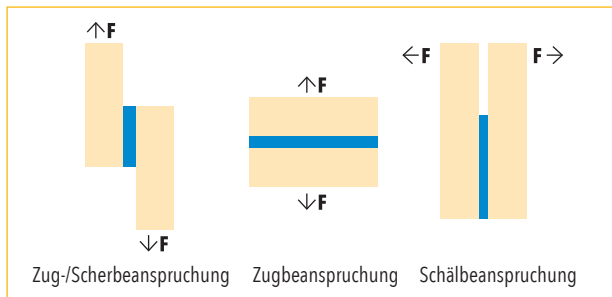


Abbildung 1: Beanspruchungsformen einer Klebestelle

Die Versuchsbeschreibung erfolgt in Anlehnung an Böschen et al. (2012).

### Arbeitsaufträge

1. Führen Sie den folgenden Versuch nach der Anweisung durch.
2. Notieren Sie alle Beobachtungen.
3. Erstellen Sie ein Prüfprotokoll

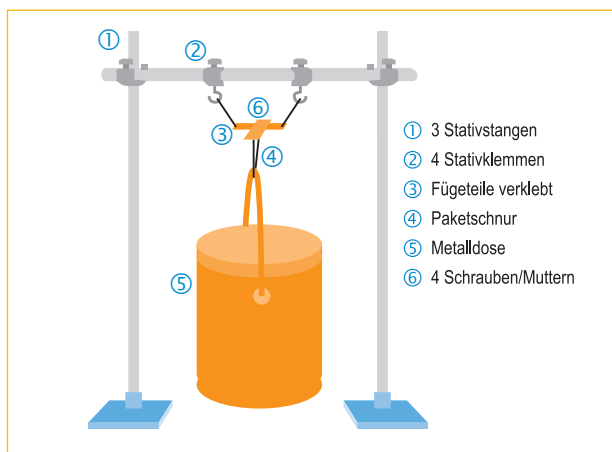


Abbildung 2: Versuchsaufbau (Quelle: Böschen et al. 2012)

### Material und Chemikalien

4 Stativklammern, 3 Stativstangen, 4 Schrauben ( $d = 2-3 \text{ mm}$ ) mit Muttern, 1 Metaldose/-schale (Fassungsvermögen etwa 10 l), Paketschnur, Sand (etwa 20 kg), Uhr, 2 Bechergläser (400 ml), Leitungswasser, Waage (z. B. Personenwaage), Fügeiteile aus Holz, Kunststoff (PE und PVC), Glas, Plexiglas (PMMA), Metall; Wasser, verschiedene Klebstoffe,

	Piktogramme		H-Sätze	P-Sätze	E-Ratschläge (GUV-SR 2004, Vers. 8, 2010)
Brennspiritus		Gefahr	225	210-241-280-240-303+361+353-501	

## Beanspruchung von Klebstoffen – Zugbeanspruchung

### Durchführung

- Reinigen Sie Fügeteile unterschiedlicher Materialien an den jeweiligen Flächen zunächst mit Ethanol und Küchenpapier.
- Bringen Sie auf eine mittige Klebefläche von 1 cm<sup>2</sup> einen dünnen Klebstofffilm auf, legen Sie die Fügeteile aufeinander und pressen Sie sie mit Hilfe eines mit Leitungswasser gefüllten Becherglases mit einem Gesamtgewicht von 400 g zusammen (Becherglas auf die verklebten Fügeteile stellen).
- Lassen Sie die Klebestelle für mindestens einen Tag trocknen.
- Der Versuch wird laut Skizze (s. oben) aufgebaut. Dazu werden die Bohrungen der Fügeteile mit Schrauben und Muttern versehen und mit Hilfe von Paketschnur an den Stativklammen befestigt.
- Befüllen Sie die Metalldose nun nach und nach mit Sand. Geben Sie alle 15 Sekunden ca. 350–400 g Sand in die Metalldose.
- Um das Gesamtgewicht zu erhöhen, kann der Sand mit Leitungswasser getränkt werden.
- Die Masse der Metalldose bestimmen Sie dann, wenn die Klebverbindung bricht oder es zum Bruch der Fügeteile kommt.

### Beobachtung

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## SEITE FÜR LEHRENDE

### Beanspruchung von Klebstoffen – Zugbeanspruchung

Sek I	Sek II
x	x

#### Zeitdauer

Ca. 60 Minuten für das Testen von drei Klebstoffen an drei verschiedenen Materialien (ohne vorbereitende Verklebungen der Fügeteile)

#### Hinweis

Der naturwissenschaftliche Unterricht soll den Schülerinnen und Schülern eine Orientierung für naturwissenschaftlich-technische Berufsfelder ermöglichen. Dabei geht es darum, Möglichkeiten aufzuzeigen, wie Tätigkeiten und Aufgaben im Unterricht mit einer gleichzeitigen beruflichen Orientierung verknüpft werden können (Bösch et al., 2012). Häufig kommt diese Zielsetzung jedoch im alltäglichen Unterricht aufgrund der Zeitknappheit und mangelnden Erfahrung der Lehrkräfte zu kurz. (Thoma, 2010). Es muss verdeutlicht werden, dass es nicht um eine Addition von berufsorientierenden Inhalten zusätzlich zum Fachunterricht geht, sondern um eine lernzielbestimmte Integration in die bestehenden Unterrichtsfächer (Butz, 2008). Die Chemie und Physik von Klebstoffen ist ein gutes Beispiel, mit dem diese Integration erreicht werden kann.

#### Erläuterungen

##### Herstellung der Fügeteile

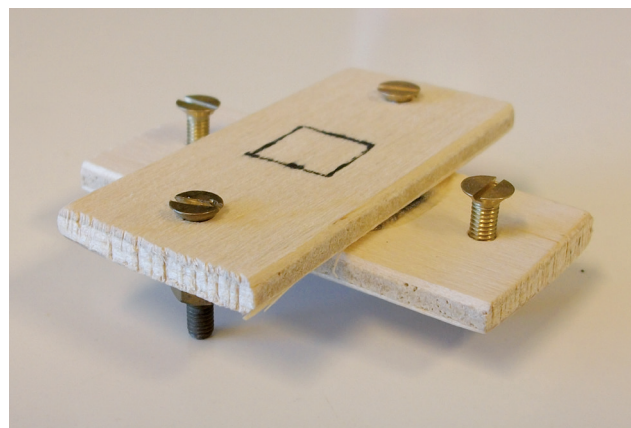
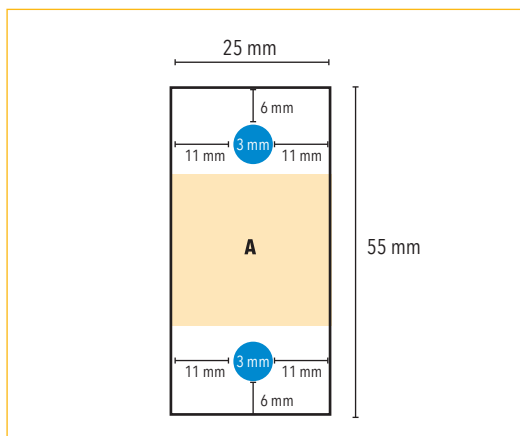


Abbildung 3a: Schemazeichnung eines Fügeteils mit zwei Bohrungen mit jeweils 3 mm Durchmesser und der resultierenden Klebefläche A.

Abbildung 3b: Verklebte Fügeteile aus Holz mit bereits eingesetzten Schrauben und Muttern zur Befestigung. (Quelle: Bösch et al., 2012)

#### Beobachtungsbeispiele (Es können auch andere Klebstoffe verwendet werden.)

Klebstoff Material	UHU-Der- Alleskleber®	Pattex-Kleben-statt- Bohren®	Pattex-Multi- Alleskleber®	Spezialklebstoffe
Plexiglas	0,196	0,174	0,275	0,201
Kunststoff (PE)	0,064	0,052	0,148	0,063
Kunststoff (PVC)	0,091	0,121	0,191	> 0,278
Holz	> 0,235	0,170	> 0,275	> 0,278
Metall	0,049	0,126	> 0,275	> 0,278
Glas	0,177	> 0,270	0,199	0,237

Tabelle 1: Beobachtungen zum Experiment „Zugbeanspruchung“ (auf der Basis einer Klebefläche von  $A = 625 \text{ mm}^2$ , die sich nach dem Zusammenpressen der Fügeteile im Durchschnitt ergibt. Quelle: Bösch et al., 2012)

SEITE FÜR LEHRENDE

Beanspruchung von Klebstoffen – Zugbeanspruchung

Hinweise zur Auswertung

Der Versuch lehnt sich eng an das industrielle Prüfungsverfahren zur Messung der Zugbeanspruchungen an. Die Zugfestigkeit wird in Megapascal ermittelt (Tabelle 2).

Zur Berechnung der Zugfestigkeit  $T_{\text{Zug}}$  wird in dieser Versuchsanordnung folgender Zusammenhang benötigt:

Beispielhaft ergibt sich somit für die Zug-Klebfestigkeit  $T_{\text{Zug}}$  von UHU-Der Alleskleber® auf Plexiglas:

$$\tau_{\text{Zug}} = \frac{F_{\text{max}}}{A_{\text{Klebefläche}}} \quad \left[ \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = \text{MPa} \right]$$

$$F_{\text{max}} = m \cdot \vec{g} \quad \left[ \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} = \text{N} \right]$$

$$\tau_{\text{Zug}} = \frac{m \cdot \vec{g}}{A_{\text{Klebefläche}}} \quad \text{mit } \vec{g} = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\tau_{\text{Zug}} = \frac{m(\text{Messung}) \cdot \vec{g}}{A_{\text{Klebefläche}}}$$

$$\tau_{\text{Zug}} = \frac{12,5 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{625 \text{ mm}^2}$$

$$\tau_{\text{Zug}} = 0,196 \text{ MPa}$$

Je nach Leistungsstärke der Lerngruppe können solche Berechnungen von den Schülergruppen selbst oder aber mittels eines vorbereiteten Excel-Arbeitsblatts auch am PC durchgeführt werden.

Klebstoff Material	UHU-Der- Alleskleber®	Pattex-Kleben-statt- Bohren®	Pattex-Multi- Alleskleber®	Spezialklebstoffe
Plexiglas	0,196	0,174	0,275	0,201
Kunststoff (PE)	0,064	0,052	0,148	0,063
Kunststoff (PVC)	0,091	0,121	0,191	> 0,278
Holz	> 0,235	0,170	> 0,275	> 0,278
Metall	0,049	0,126	> 0,275	> 0,278
Glas	0,177	> 0,270	0,199	0,237

Tabelle 2: Berechnete Werte für die Zug-Klebfestigkeit  $T_{\text{Zug}}$  verschiedener Klebstoffe auf verschiedenen Materialien (alle Werte in MPa) (Quelle: Böschen et al., 2012)

Ein zusätzlicher Versuch zur Schälbeanspruchung ist im Artikel von Böschen et al. (2012) beschrieben.

Entsorgung:

Alle Materialien können im Hausmüll entsorgt werden.

Literatur

Böschen, W; Haucke, K. & Parchmann, I. (2012). Klebstoffe – ein Thema zur Vernetzung von Erkenntnisgewinnung und Berufsorientierung, MNU 65/4, 219–230.

Butz, B. (2008): Grundlegende Qualitätsmerkmale einer ganzheitlichen Berufsorientierung. In G.-E. Famulla – B. Butz – S. Deeken – U. Michaelis – V. Möhle – B. Schäfer (Hg.): Berufsorientierung als Prozess. Persönlichkeit fördern, Schule entwickeln, Übergang sichern. Hohengehren: Schneider Verlag, Band 5, 42–62.

Thoma, G. (2010): Die Kluft zwischen Schule und Arbeitswelt und Ansätze zu ihrer Überwindung. Wirtschaft und Berufserziehung, 6, 22–27.