

Mechanik begreifen

C. Mattheck, K. Bethge, I. Tesari

KIT Karlsruher Institut für Technologie

Institut für Angewandte Materialien

Postfach 3640

D- 76021 Karlsruhe

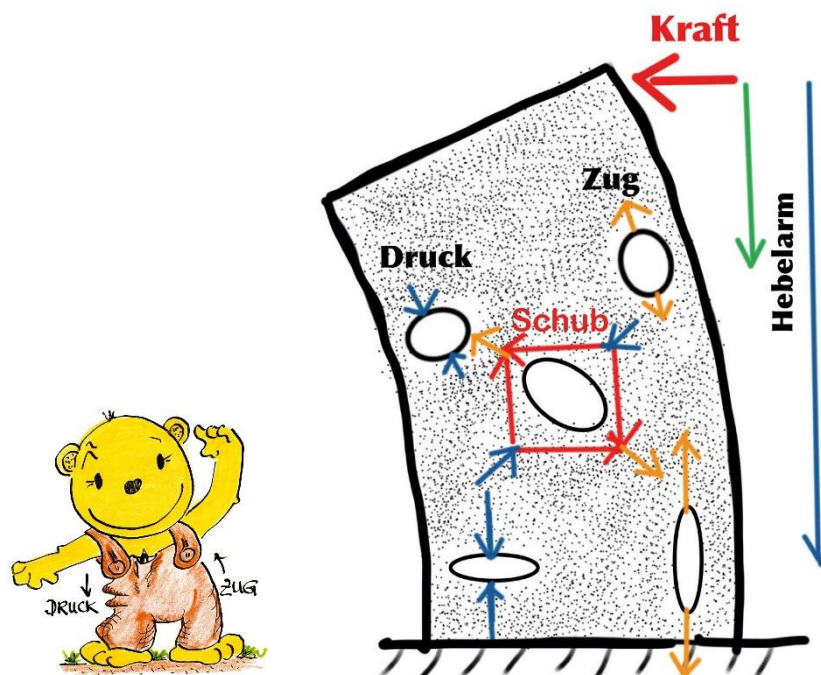
Mit den Denkwerkzeugen der Natur haben Prof. Dr. Claus Mattheck und seine Kollegen vom KIT Modelle erstellt, mit denen man formelfrei zum belastbaren Bauteil kommt. Hier stellen sie Lehrhilfen vor, die sich jeder selbst basteln kann.

Um Mechanik zu verstehen, bedarf es keiner Formelmonster, weil die quantitative Beschreibung zumeist erst für die Dimensionierung und den Sicherheitsnachweis erforderlich ist. Hier stellen Prof. Dr. Claus Mattheck und seine Kollegen vom KIT eine Sammlung von Lehrmaterialien vor, die aus ihrer Volksmechanik geboren wurden und die sich jeder selbst basteln kann.

Auch komplexe mechanische Vorgänge lassen sich mit anschaulichen Modellen leichter erfassen. Die Denkwerkzeuge und Modelle fügen sich zu einer Volksmechanik zusammen, die dem Formelängstlichen ein einladendes Tor zum Garten des mechanischen Verständnisses öffnet, die aber auch die Formeln des theoretischen Mechanikers beleben und leichter fassbar machen kann. Beide müssen es nur wollen.

www.mattheck.de

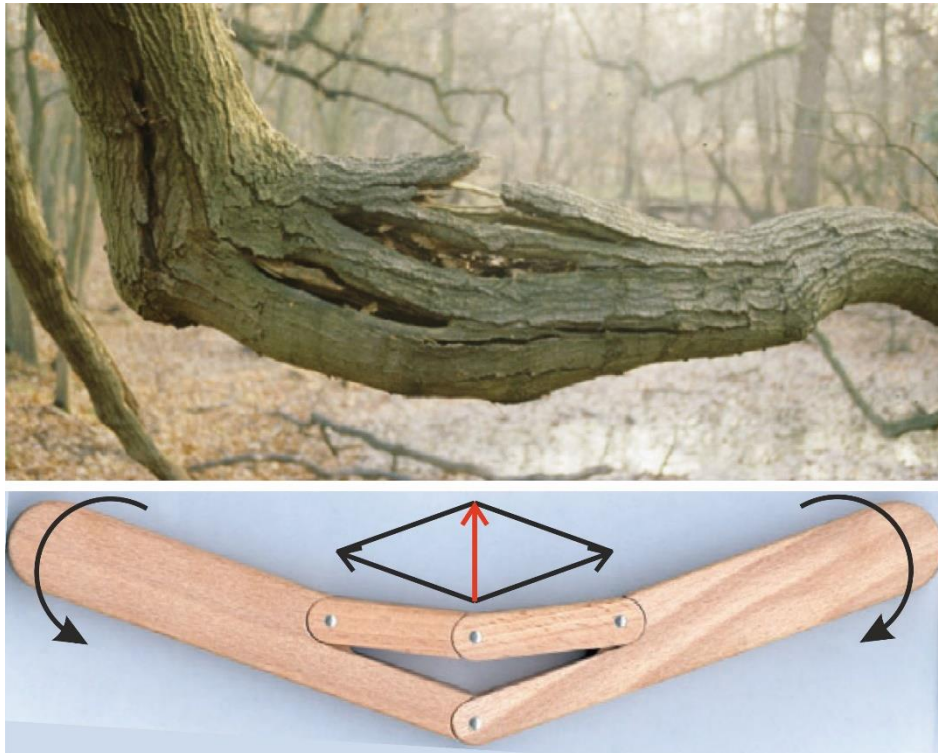
(mz)



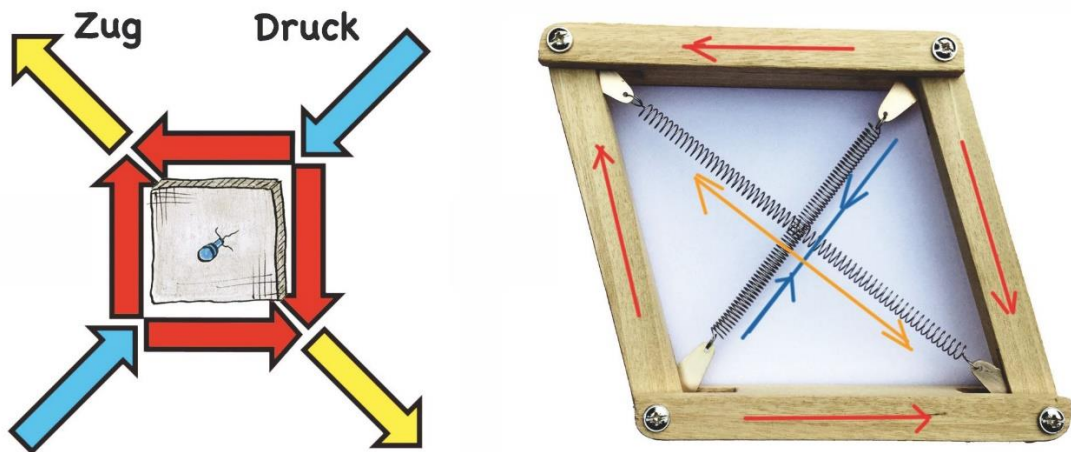
Gezogene Kreislöcher werden lang, gedrückte Kreislöcher werden flach, das Loch in der Mitte wird durch Schub schräg gestellt. Mit dem Hebelarm nehmen die Biegespannungen nach unten zu.



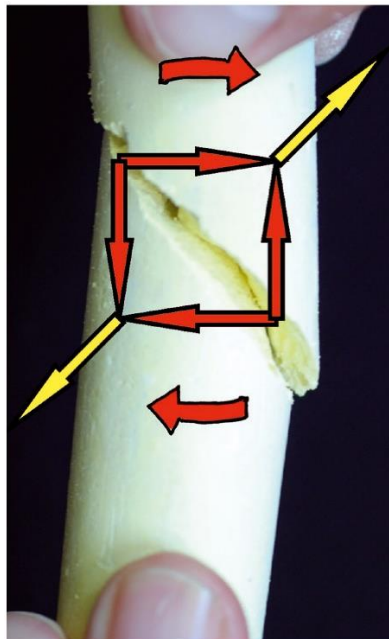
Falten in der Alufolie geben die Richtung der Zugspannungen an.



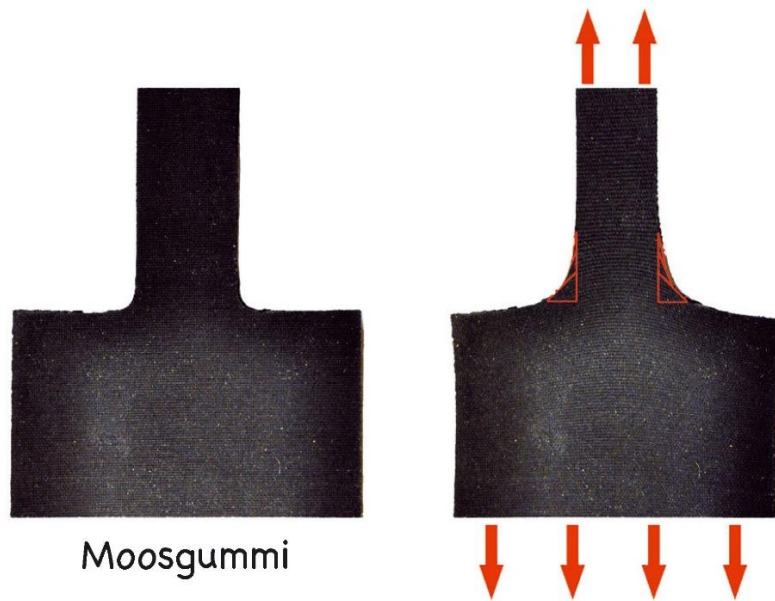
Auch Querspannungen, die sich aus dem Vektorparallelogramm ergeben, können insbesondere Faserverbunde spalten, wie dieser „Unglücksbalken“ zeigt. Eingebachte Querfasern können dies verhindern.



Das Schubviereck zeigt die Gleichheit von Längs- und Querschub und dass diese sich rechtwinklig kreuzendem Zug und Druck gleichwertig sind (Idee: zwei Seminarteilnehmer).

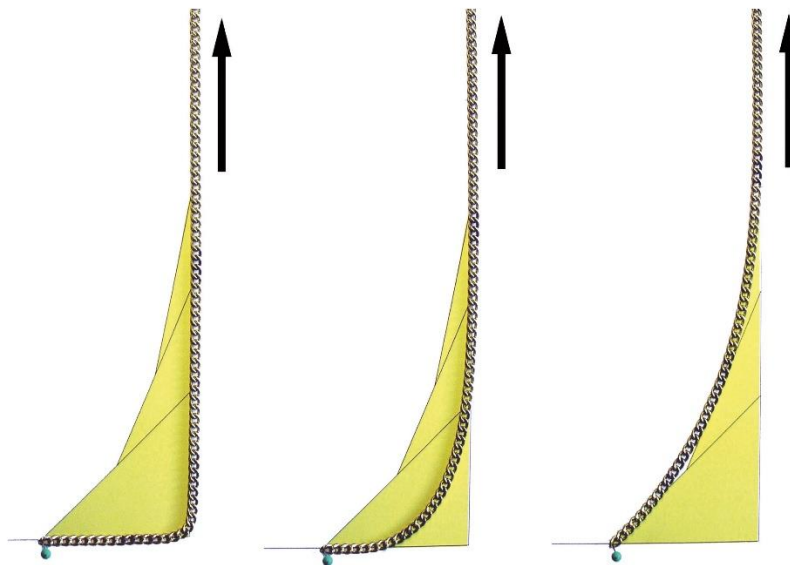


Hier erklären wir mit dem Schubviereck den Torsionsriss, der senkrecht zum Zug entsteht, anhand eines Stückes Kreide, dem man den Hals umgedreht hat.

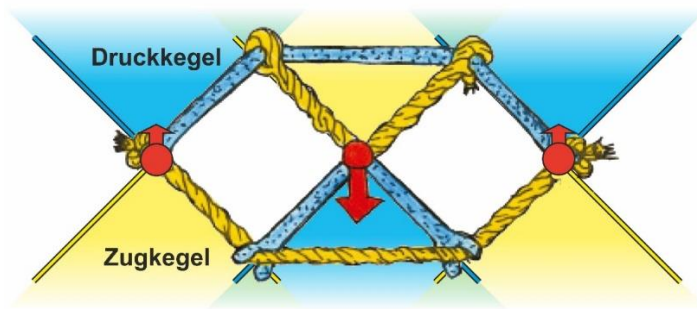


Moosgummi

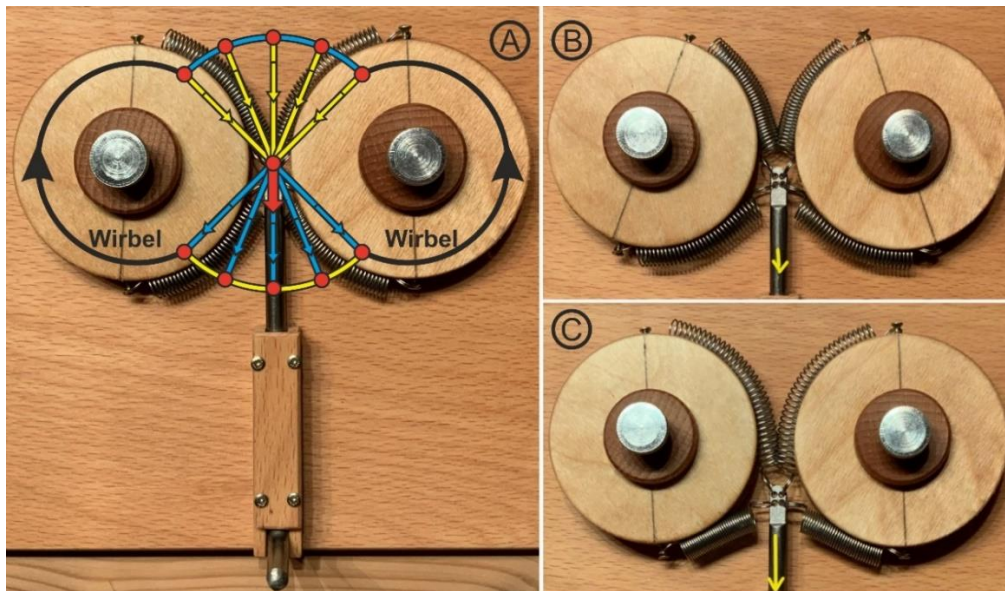
Eine zugbelastete Balkenschulter macht aus den Viertelkreiskerben die Zugdreiecks-kontur allein durch Verformung und erzeugt so selbst eine bessere Kerbform mit we-niger Kerbspannungen, die Kontur der Zugdreiecke.



Die Form der Zugdreiecke stellt sich auch ein, wenn man eine Kette rechtwinklig auf eine Unterlage legt und zieht. Optimierung durch Verformung, aber nur für diese Zu-richtung! Zieht man später quer, wird die Optimierung zur Sabotage.

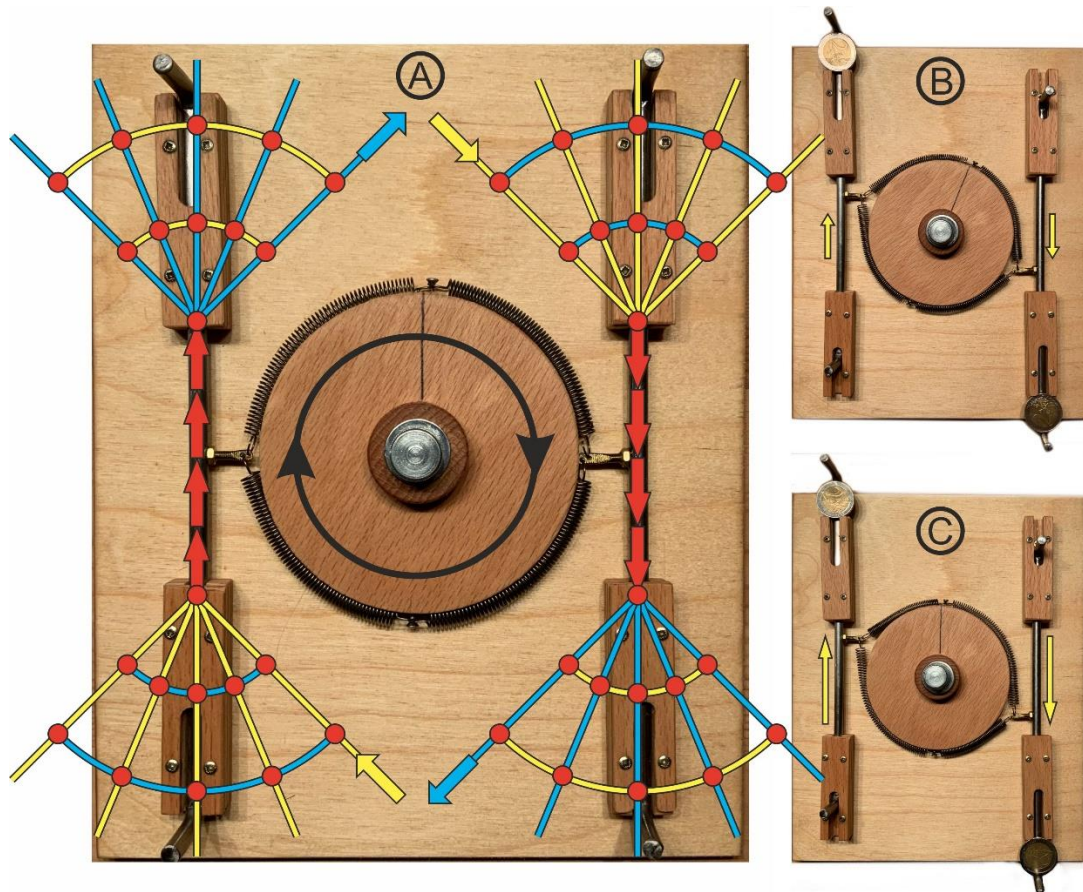


Mit der Methode der Kraftkegel lassen sich Designvorschläge entwerfen, die dann später noch rechnerisch dimensioniert werden können.



Wirbel in festen Körpern sind der Robin Hood der Mechanik und schaufeln Material aus dem verdichteten blauen Druckkegel in den ausgedünnten gelben Zugkegel, also

von den „Reichen zu den Armen“. Das Modell (A) zeigt, dass die Federn bei drehbaren Wirbelrädern (B) weniger gedehnt werden als bei mit Rändelmutter fixierten Wirbelrädern (C). Dieser Materialausgleich durch Wirbel verzögert das Versagen im Zugkegel.



Antiparallele Kräfte: Musste bei der Einzelkraft der Materialfluss eine weite Bahnkurve beschreiben, so ist es beim antiparallelen Kräftepaar (A) ein kurzer Weg vom Material ausatmenden Druckkegel zum einatmenden Zugkegel gleich um die Ecke. Das Wirbelrad dreht sich bereitwillig und die Federn dehnen sich kaum (B). Fixiert man das Wirbelrad, kommt es zu hohen Federdehnungen und -stauchungen (C). In der Realität sind die Wirbelbewegungen durch die jeweilige Steifigkeit begrenzt, aber insbesondere in plastischen Fließzonen deutlich ausgeprägt und bei großen Verformungen mit bloßem Auge erkennbar.

Literatur:

- [1] C. Mattheck, (2017) Die Körpersprache der Bauteile - Enzyklopädie der Formfindung nach der Natur, Karlsruher Institut für Technologie
- [2] Warum alles kaputt geht, Seminar am 27.10.2020 im Fortbildungszentrum für Technik und Umwelt des Karlsruher Institut für Technologie und Lehrvideos auf www.mattheck.de

Die Autoren danken Herrn Gerhard Thun für den Bau der Modelle.