

# Verbindungstechniken und -elemente

Die älteste Verbindungstechnik der Welt...



## Verbindungstechnik

Die Verbindungstechnik beschreibt die Methoden des Zusammensetzens von funktionsfähigen Gebilden aus ihren Einzelteilen.

In der Regel sind Verbindungen fest. Verbindungen, die allein bewirken sollen, dass zwei oder mehr Teile beweglich miteinander verbunden sind, nennt man Gelenke.

## Typische Verbindungselemente

Büroklammer, Dübel, Klettverschlüsse, Knöpfe, Reissverschlüsse und Karabiner können zwei oder mehr Teile miteinander verbinden. Welche Verbindungselemente fallen dir noch ein? Notiere und zeichne.

Dübel

Büroklammer

Karabiner

Klettverschluss

Knopf

Reissverschluss

## Typische Verbundkonstruktionen im Alltag

Typische Verbundkonstruktionen, die wir im Alltag finden, sind z.B. die Anhängerkupplung, der Skistock mit dem eine Handschlaufe verbunden ist oder Möbel (z.B. sind Tischbeine mit der Tischplatte verbunden). Welche Verbundkonstruktionen fallen Dir noch ein? Notiere und zeichne.

# Geschichte der Verbindungen

Bereits in der Steinzeit wurden ganz unterschiedliche Verbindungs-Lösungen entwickelt: vom Steinbeil in einer Holzgabel über das Steinbeil in einem Holzloch, über das Steinbeil, welches mit einem Hornverbindungsstück und Birkenteer an einem Holzschaft befestigt war (Sollbruchstelle Hornverbindung), über das Metallbeil mit Seitenschlaufen zur Befestigung am Schaft, bis hin zum Metallbeil mit Loch.

In der ur- und frühgeschichtlichen Archäologie versteht man unter Schäftung verschiedene während der Vor- und Frühgeschichte angewendete Verbindungstechniken, vor allem aber das Anbringen eines Schaftes (Griffes). Durch die Schäftung wurde die Handhabung des Geräts ermöglicht oder die Wirksamkeit erhöht. Bei Jagdwaffen wurden Kraftwirkung und Reichweite verbessert.

Ein länglicher Werkzeugschaft wird auch Stiel genannt. In der Steinzeit bestanden Schäfte aus Holz, Geweih, Knochen, Horn oder Elfenbein. Der Schaft ist mit der Klinge oder Spitze verbunden, die ab der Bronzezeit aus Metall bestehen kann.



Zeremonialbeil, Papua-Neuguinea. Klinge aus Stein, Schaft aus Holz mit Umwicklung aus Pflanzenfasern



Geschäftete Steinaxt – Originalfund

## In der Steinzeit verwendete Materialien

- **für Spitzen und Klingen**

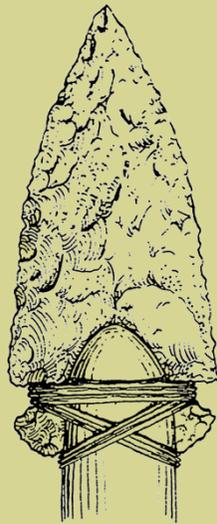
Felsstein und Mineralien, insbesondere Feuerstein, Quarz, Quarzit, Schiefer. Grundvoraussetzung war die präzise und kontrollierbare Spaltbarkeit, die eine scharfe Kante ergeben musste. Besonders begehrt war auch Obsidian.

- **für den Schaft**

Verschiedene Arten von Holz, je nach Verfügbarkeit. Das Holz musste fest und zugleich elastisch sein, ohne Neigung zu splintern und nicht zu schwer. Beliebte waren Ulme, Eibe und Esche sowie Feldahorn und Kiefer, in Ostasien auch Bambus. Die Schäfte wurden sorgfältig geglättet. Neben Holz aber auch Horn, Geweih, Knochen und Elfenbein.

- **für die Fixierung**

Stabile Pflanzenfasern, Rinden- und Lederstreifen oder kleine Äste; zudem natürlich vorkommende oder leicht herzustellende Klebemittel wie Birkenpech, Harz, später auch Leim.



Schlingenschäftung einer Pfeilspitze

- **Schäftungstypen**

Es gibt verschiedene Arten der steinzeitlichen Schäftung. Metallzeitlich kommen dieselben Schäftungstypen vor, jedoch erweitert durch Nietenschäftungen etc.

- Klemmschäftung: Die Klinge oder Spitze wird in den Schaft eingeklemmt.
- Bindschäftung: Die Klinge oder Spitze wird mit Schnüren, Lederriemen oder Sehnen am Schaft angebunden.
- Klebeschäftung: Die Klinge oder Spitze wird mit Klebemitteln am Schaft befestigt. Hauptsächliche Klebemittel waren Holzteer, Baumharze wie Birkenpech und Leim.
- Dornschäftung: Ein Schäftungsdorn an der Spitze oder Klinge wird in ein Loch am Schaftende eingeführt. Bei grösserer Länge spricht man von einer Schaftzunge.
- Tüllenschäftung: Am Ende der Spitze oder Klinge oder auch des Schaftes befindet sich eine Vertiefung oder Aushöhlung, in die das zu verbindende Teil hineingesteckt wird. Auch Zwischenstücke können mit einer Tülle verbunden werden.
- Lochschäftung: Entweder der Schaft oder die Klinge ist durchbohrt. In Klingen aus Metall können Löcher eingegossen sein. Bei metallenen Beilklingen kommen auch angegossene Ösen vor.

Verschiedene Techniken können auch kombiniert werden. Ein Beil kann zum Beispiel am Holzstiel festgeklemmt und zugleich geklebt und festgebunden sein.

### **Mein Steinzeitwerkzeug**

Erfinde dein eigenes Steinzeitwerkzeug und stelle es her. Zeichne dein Steinwerkzeug ab oder klebe ein Foto ein.

### **Mein steinzeitlicher Gebrauchs- oder Schmuckgegenstand**

Erfinde deinen eigenen steinzeitlichen Gebrauchs- oder Schmuckgegenstand (z.B. Zahnbürste, Besen, Anhänger) und stelle ihn her. Zeichne den Gegenstand ab oder klebe ein Foto ein.

# Prinzipien der Verbindungstechnik

## I Schluss: kraftschlüssig, formschlüssig, stoffschlüssig

Die Wörter kraftschlüssig, formschlüssig und stoffschlüssig beschreiben wichtige Wirkprinzipien im Bereich der Verbindungstechnik. Manchmal wirken auch verschiedene Prinzipien gleichzeitig. Ein Beispiel für das gleichzeitige Auftreten verschiedener Wirkungsarten ist die Schraubverbindung: wenn die Schraube fest angezogen ist, ist sie formschlüssig (Gewinde) und kraftschlüssig (durch die Kraft des Fest-Angezogen-Seins).

### a) formschlüssig

Zwei Bauteile können formschlüssig zusammengefügt werden.

In beide Teile wird je eine räumliche Form, wobei die Formen sich als positive und negative Gestalten ergänzen, eingearbeitet.

Ein drittes Teil wird nur verwendet, wenn verhindert werden soll, dass die Verbindung in eine bestimmte Richtung auseinanderrutschen kann.

Grösstenteils sind formschlüssige Verbindungen lösbar.

Ein paar Beispiele für formschlüssige Verbindungen:

- Haken und Öse



- Legosteine



**Finde weitere Beispiele für formschlüssige Verbindungen und notiere und/oder zeichne sie hier.**

### b) kraftschlüssig

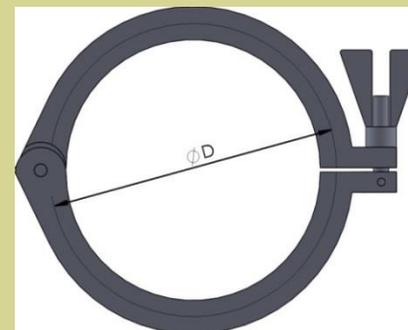
Kraftschlüssige Verbindungen entstehen durch die Anwendung von Kraft. Dazu zählen z. B. Druckkräfte oder Reibungskräfte. Der Zusammenhalt der kraftschlüssigen Verbindung wird rein durch die wirkende Kraft gewährleistet. Das Adjektiv heisst kraftschlüssig, als Nomen gibt es den Kraftschluss bzw. die Kraftschlüssigkeit.

Zwei Beispiele:

- **Wäscheklammer (lösbare, kraftschlüssige Verbindung)**



- **Schelle/Bride**



**Finde weitere Beispiele für kraftschlüssige Verbindungen und notiere und/oder zeichne sie hier.**

### **c) stoffschlüssig**

Stoffschlüssige Verbindungen werden alle Verbindungen genannt, bei denen die Verbindungspartner durch atomare oder molekulare Kräfte zusammengehalten werden. Sie sind gleichzeitig nicht lösbare Verbindungen, die sich nur durch Zerstörung der Verbindungsmittel trennen lassen:

Auch das Kleben gehört zu den stoffschlüssigen Verfahren. Der Klebstoff haftet auf der Oberfläche eines Fügeteils. Durch physikalische (selten auch chemische) Wechselwirkungen kommt es zur Verbindung der Einzelteile.

## **II Lösbarkeit**

Unterschieden werden zwei Typen:

### **a) Lösbare Verbindung**

Die Verbindung lässt sich beliebig oft herstellen oder lösen.  
Beispiel: Legosteine.

### **b) Nicht lösbare Verbindung**

Beim Wiederauftrennen dieser Verbindungen kommt es zur Zerstörung der Verbindungsteile bzw. -flächen. Beispiele: eine gemauerte Mauer abreißen, zwei zusammengeklebte Papiere auseinanderreißen.

# Blockbauweise

Blockbau (auch Blockwerk, Gewättbau, Strickbau, Flecken genannt) ist eine Bautechnik mit Massivholz. Es gibt viele Belege dafür, dass die Blockbautechnik bereits in prähistorischer Zeit eine gängige Bauweise vor allem in Mitteleuropa gewesen ist. Sie kam seit dem Neolithikum beim Brunnenbau, ab dem 2. Jahrtausend v. Chr. auch beim Hausbau zum Einsatz. Eine wichtige Fundstätte hierfür ist das schweizerische Savognin Padnal. In römischer Zeit finden sich Hinweise auf Befestigungsanlagen und Wachtürme in Blockbauweise. Die ältesten heute noch erhaltenen Blockhäuser stammen aus dem Mittelalter.

Verbreitet ist diese Bauweise vor allem in Europa und Asien und angewendet wird sie überwiegend für den Bau von rechteckigen oder quadratischen Häusern.

Die Wände entstehen, indem Hölzer liegend aufeinander geschichtet werden. Verwendet werden dabei Rundhölzer, abgeflachte oder vierkantig geflächte Hölzer oder gesägte Kanthölzer (Balken). Bei Rundholz kommt abwechselungsweise das dünnere über das dickere Ende des Stammes zu liegen, um das volle Holz auszunutzen. Die Hölzer kommen entweder dicht aufeinander zu liegen oder es wird eine Füllung zwischen den Hölzern eingestopft, z.B. Moos. Will man, dass Luft durch das Bauwerk ziehen kann (z.B. Heuschober), kann man die Balken auch auf Abstand setzen.

## Blockhaus

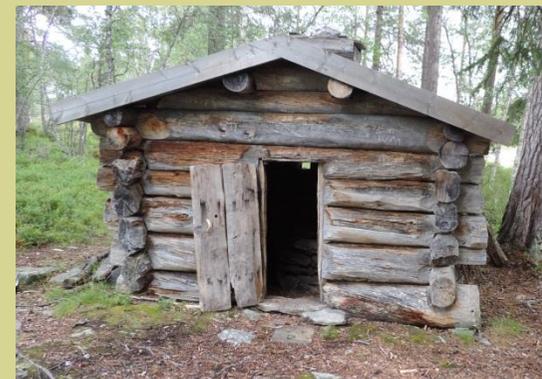
Ein Blockhaus oder eine Blockhütte ist ein in Blockbauweise errichtetes Gebäude mit Wänden aus Baumstämmen.

Man baut Blockhäuser aus

- unbehauenen Stämmen, die jedoch geschält werden („Naturstambbauweise“)
- auf Wandstärke beidseitig gesägten oder mittels eines breiten Zimmermannsbeils gehauenen Balken
- komplett profilgefrästen Stämmen, die es erlauben, die Stämme wie in einem Baukasten aufeinander zu stapeln

Die Balken werden in regelmässigem Abstand durch grosse hölzerne Dübel gesichert. Die aufeinandergelegten Stämme oder Balken werden mit u.a. Moos oder Schafwolle abgedichtet.

Bei der Verkämmung werden im oben- und untenliegenden Stamm Kerben eingefügt. Die Kerben können in unterschiedlicher Form ausgeführt werden, z.B. als Rundkerbe. Zur Verbindung gibt es auch die Technik der Verzinkung (z.B. Schwalbenschwanz-Verbindung) sowie weitere Verfahren, wie z.B. der Enkelkattsknut im schwedischen Blockhausbau oder die Azekurazukuri-Technik in Japan.

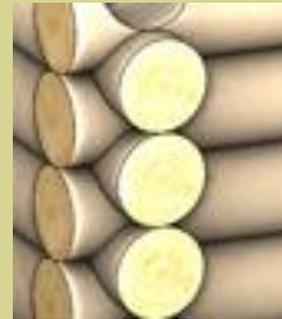


### Mein Modellblockhaus

Materialien: Modellblockhaus-Bausätze, kleine Hämmerchen - manchmal muss man leicht klopfen, damit die Teile ineinander halten, am besten man legt dabei ein kleines Holzklötzchen zwischen Blockhaus-Bauteil und Hammer; Teppichfliesen lassen sich unterlegen – das schont die Tische, vermindert die Klopfgeräusche und verhindert das Verrutschen der Bauteile

Foto oder Zeichnung des Modellblockhauses

Zeichnungen von Details, z.B. von einer Eckverbindung.



# Mauerwerk



Unter dem Mauern versteht man eine Steinbautechnik, bei der ein Bauwerk aus Steinen und Mörtel errichtet wird. Beim Hausbau haben Mauern eine tragende Funktion für das Gesamtbauwerk. Mauern haben auch die Funktion, einen bestimmten Bereich abzugrenzen bzw. räumlich abzutrennen. Oft steckt dahinter eine Schutzfunktion, z.B. Schutz vor Wind, Sichtschutz oder Schutz vor Einbruch.

Unter Mauerwerk versteht man Mauern, die aus natürlichen oder künstlichen Steinen mit oder ohne Mörtel gebaut werden. Viele Grenzwände oder Befestigungsanlagen werden als Mauer bezeichnet, auch wenn sie gar nicht gemauert sind.

Unter einem Mauerwerksverband versteht man bestimmte Füge-techniken, um aus einzelnen Steinen zusammenhängendes Mauerwerk zu bilden.

Mauerwerke sind zwar oft nicht ganz so stabil wie Betonwände, aber sie lassen sich oft schneller und günstiger bauen (keine Schalarbeiten notwendig, weniger Aushärtungszeit).

## Arten von Mauerwerk

Die Arten von Mauerwerk sind nach verschiedenen Aspekten benannt:

- nach den verwendeten Steinen (z.B. Bruchsteinmauerwerk: vor Ort vorkommende Steine werden mit Mörtel zu einer Mauer aufgeschichtet; Natursteinmauerwerk: natürliche Steine werden mit Mörtel zu einer Mauer verbaut; Ziegelmauerwerk: die Mauer wird aus Ziegeln und Mörtel gebaut)
- nach der Art des Materials für die Verfugung (z.B. Trockenmauerwerk: Mauern werden aus Natursteinen ohne Zuhilfenahme von Mörtel gefertigt; Mörtelmauerwerk: die Mauer wird aus Steinen und Mörtel gebaut).
- nach der Sichtbarkeit: Sichtmauerwerk (das Mauerwerk ist sichtbar, also nicht verputzt oder verkleidet), Verblendmauerwerk (das Mauerwerk bildet nur die äussere Hülle und hat vor allem eine dekorative Funktion)
- nach der statischen Funktion: tragendes oder nicht tragendes Mauerwerk. Nicht tragendes Mauerwerk nimmt lediglich Belastungen auf, die direkt auf die Mauer wirken sowie das Eigengewicht der Mauer, hat sonst aber keine zusätzlich stützende Funktion.
- Nach anderen Funktionen, z.B. Staumauern, Wehrmauern, Gefängnismauern, Grenzmauern, Sichtschutzmauern, Feuerschutzmauern
- Nach Zusammensetzung, z.B. homogenes Mauerwerk (das Mauerwerk besteht z.B. nur aus Sandstein, oder nur aus Kalkstein), Mörtelmauerwerk (Verbundwerkstoff aus Mauersteinen und Mörtelfugen), Trockenmauerwerk (Natursteine ohne Zuhilfenahme von Mörtel), Einsteinmauerwerk (die Wanddicke entspricht einer Steindicke), Verbandmauerwerk (die Mauer besteht aus zwei oder mehr nebeneinanderliegenden Steinreihen)

## Die Steine des Mauerwerks

Für Mauern werden verschiedene Arten von Steinen verwendet: künstliche Steine und Natursteine. Das Steinformat im Bauwesen ist für künstliche Steine zur leichteren Verwendung genormt.

- künstliche (vom Menschen gefertigte) Steine sind beispielsweise diese:
  - Lehmziegel
  - Backsteine (Mauerziegel)
  - Betonwerksteine
  - Blähtonsteine
  - Hohlblocksteine
  - Lochziegel
  - Klinker
  - Porenbeton-Steine
- Natursteine sind u.a. folgende:
  - Sedimentgesteine (z.B. Kalkstein, Sandstein)
  - Tiefengesteine (z.B. Granit)

## Mörtel

Bei bestimmten Arten von Mauerwerk wird Mörtel verwendet, der die Fugen zwischen den Steinen füllt. Der Mörtel verbindet die Steine kraftschlüssig und sorgt für eine hohe Stabilität des Mauerwerks.

Mörtel wird hergestellt aus einem Bindemittel (z.B. Kalk oder Zement), einer Gesteinskörnung mit höchstens 4mm Korngrösse und gegebenenfalls Zusatzstoffen sowie Wasser. Die Herstellung von Mörtel erfolgt entweder im Werk oder auf der Baustelle. Das Bindemittel erhärtet entweder durch physikalische (Trocknung, etwa bei Lehm) oder chemische Vorgänge.

## Geschichte des Mörtels

Mörtel wurde schon in der Antike entwickelt. Die Römer stellten ein Gemisch aus Bruchstein und Ziegelschrot (genannt Caementum), Bindemittel (genannt Mortar) und Wasser her.

## Arten von Mörtel

Nach seiner Funktion und Verwendung unterscheidet man verschiedene Arten von Mörtel:

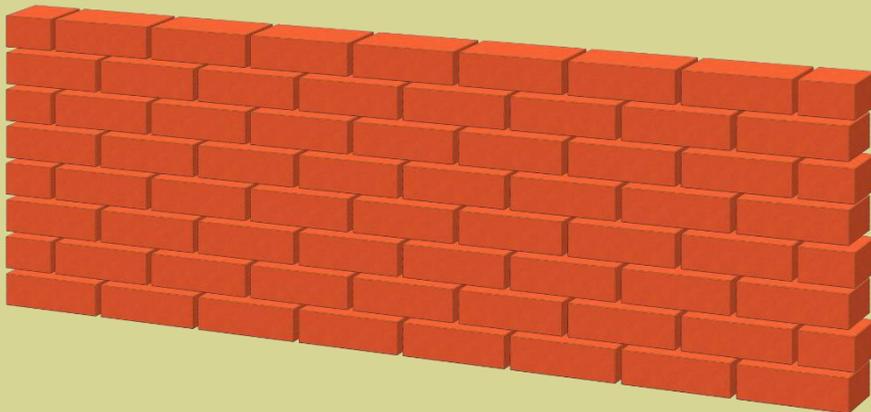
- Mauermörtel zur Herstellung von Mauerwerk
- Putzmörtel zum Verputzen von Wänden und Decken
- Brandschutzmörtel
- Fugenmörtel zum nachträglichen Ausfügen
- Estrichmörtel zur Herstellung eines Estrichs als Grundlage für den Bodenbelag

## Mauerwerksverband

Unter einem Mauerwerksverband wird die Art der Anordnung von künstlichen oder natürlichen Mauersteinen innerhalb des Mauerwerks verstanden.

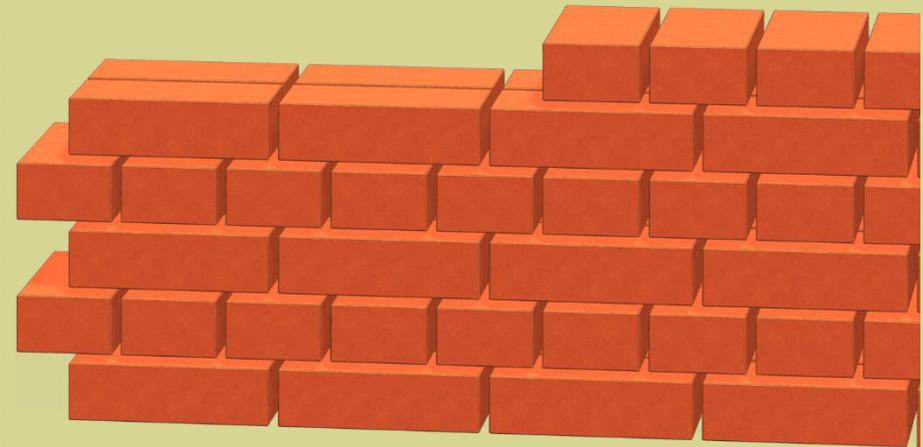
Die Art und Dicke des Mörtels in den Fugen spielen eine wichtige Rolle für das Erscheinungsbild. Es gibt verschiedene Mauerwerksverbandsarten. Diese sind oft nach den Regionen benannt, in denen sie zur Anwendung kommen (z.B. spricht man vom Holländischen Verband, vom Flämischen Verband und vom Gotischen Verband).

Prinzipiell werden die Ziegel einer Mauer nicht genau übereinandergelegt. Man sagt, sie werden gemischt versetzt. Dies geschieht, um Lasten und Kräfte gleichmässig im Mauerkörper zu verteilen und keine unbeabsichtigten Bruchstellen anzulegen.



Mauer (einfach, gemischt versetzt = im Verbund)

Bei Mauern, die mehr als eine Ziegelbreite dick sind, werden die Steine in einer Schicht längs, in der nächsten quer (usw.) gemischt verbaut.



## Bekannte Mauern

- Mauern von Babylon, eines der Sieben Weltwunder (um 600 v. Chr. fertiggestellt)
- Berliner Mauer (1961-1989)
- Chinesische Mauer (seit dem 5. Jh. v. Chr.)
- Limes, römischer Grenzwall (Baubeginn 122 n. Chr.)
- Klagemauer in der Altstadt von Jerusalem, bedeutendstes Heiligtum des Judentums

# Verbindungen erfinden – Bau eines Flaschenträgers

## Flaschenträger erfinden

Fertige einen Papierhenkel zum Hochheben einer PET-Flasche.

Welche Verbindungselemente hast du eingesetzt (z.B. Klebstoff, Klebeband, Bostitch, Schrauben)?

Zeichne deinen Flaschenträger oder klebe ein Foto ein.



# Flechten

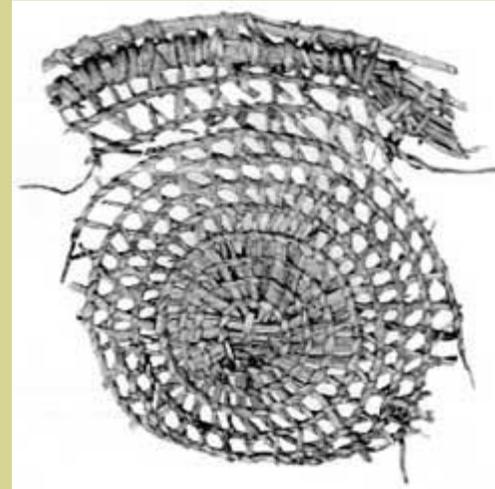
Beim Flechten werden Stränge biegsamen Materials ineinandergeschlungen. Flechten ist nicht zu verwechseln mit Weben, denn im Gegensatz zum Weben werden beim Flechten die Fäden rechtwinklig einander zugeführt. Flechten kann sowohl von Hand als auch maschinell ausgeführt werden.

Zum Flechten eignen sich viele Materialien, z.B. Bast, Weide, Reisig, Rattan, Gras, Schilf, Palmblattrippen und Binsen. Daher findet diese Methode in sehr unterschiedlichen Bereichen Verwendung. Einige Beispiele:

- das Flechten von Haaren zu einem Zopf
- das Flechten von Leder für Gürtel oder Riemen
- das Korbflechten
- das Mattenflechten
- das Schmieden von Stahlsträngen in glühendem Zustand
- das Flechten von Teigsträngen (Hefezopf, Hefering, Brezel)
- das Flechten von Seilen und Schnüren
- das Flechten von Drahtseilen
- das Flechten von Korbmöbeln und Sitzflächen
- das Flechten von Bienenkörben und von Fischreusen
- das Flechten von Heissluftballonkörben

Das Flechten gilt als eines der ältesten Handwerke der Menschheit. Dies liegt auch daran, dass man zum Flechten in der basalen Form kein Werkzeug benötigt und mit einfachen Naturmaterialien arbeiten kann. Zudem gab es das Bedürfnis, Behältnisse für Gesammeltes zu haben, u.a. für die Aufbewahrung und den Transport. Neben ausgehöhlten Pflanzenteilen, z.B. Kürbissen, eigneten sich dazu Flechtgut sowie aus Fell und Rinde angefertigte Beutel.

Es gibt archäologische Korbfunde. Auch Umhang und Schuhwerk von Ötzi wurden aus Pflanzenfasern gefertigt und sind teilweise geflochten.



Archäologische Korbfunde

Heutzutage gibt es Flechtmaschinen, die Litzen und Schnüre flechten.

## Redewendungen

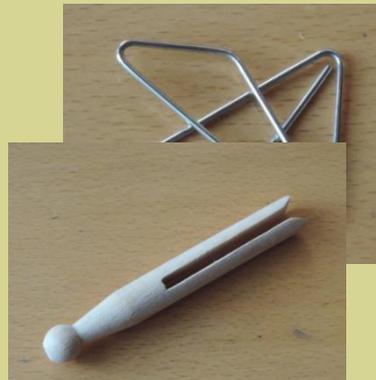
- jemandem einen Korb geben
- husch, husch ins Körbchen
- Hahn im Korb

## Körbe flechten



## Mein Korb

# Klammern



## Wäscheklammer

Mit einer Wäscheklammer befestigt man Wäsche an einer Wäscheleine. Ursprünglich wurden gespaltene oder mit einem Schlitz versehene Holzstücke verwendet, die man auf die mit einem Überschlag über die Wäscheleine gelegt Wäsche steckte.

Im Lauf der Industrialisierung begann die maschinelle Fertigung von Wäscheklammern. Für verschiedenste Modelle wurden Patente erteilt. Heute besteht die übliche Wäscheklammer normalerweise aus zwei länglichen Kunststoffschenkeln, die in der Mitte von einer Schenkelfeder aus nichtrostendem Metall zusammengehalten werden. Die Schenkelfeder sorgt für den Aufbau von Druck und hält die Einzelteile der Klammer zusammen. Drückt man die Schenkel auf einer Seite zusammen, öffnen sich die Schenkelenden auf der anderen Seite.

Verbreitet sind aktuell - auch aus Umweltschutzgründen - wieder verstärkt Klammern aus Holz, meist aus hellem, nicht färbendem und nicht harzendem Holz, z.B. Birkenholz. Wäscheklammern mit Federn in der Mitte sind erst seit ca. den 1960er Jahren als Massenprodukt verbreitet. Im Zuge von Überlegungen zur Kostensenkung bei der Produktion wird aktuell nun wieder darüber nachgedacht, wie man die Herstellungskosten senken kann, beispielsweise indem man die Feder verkleinert oder weglässt.

Wäscheklammern werden gerne in anderen Bereichen genutzt, z.B. klemmen Musiker oft ihre Noten mit Klammern am Notenständer fest. Mit Holzwäscheklammern wird auch viel gebastelt.

## Versuche, aus zwei Hölzern eine Wäscheklammer zu bauen



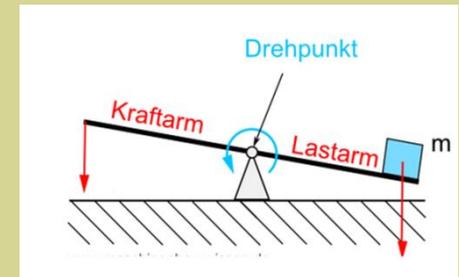
## Explorieren mit der Klammer als Hebel

Wenn ein starrer Körper mit einem Angelpunkt drehbar gelagert ist, spricht man von einem Hebel. Die mathematische Beschreibung dieses Systems lässt sich mit Hilfe des Hebelgesetzes vornehmen. Das Hebelgesetz wurde in der Antike durch Archimedes formuliert („Gebt mir einen festen Punkt im All und ich werde die Welt aus den Angeln heben“).

Mit der Hilfe von Hebeln kann man mit geringem Kraftaufwand grosse Kräfte bewirken. Von Hebelwirkungen wird u.a. Gebrauch gemacht bei Brechstangen, Scheren, Schraubenschlüsseln, Flaschenöffnern, Waagen und Wippen.

Mit Hebeln wird keine mechanische Arbeit gespart, sondern lediglich die notwendige Kraft zum Bewegen oder Heben eines Gegenstandes verringert, wobei sich der

zurückzulegende Weg vergrössert. Es gilt die „Goldene Regel der Mechanik“, dass das Produkt aus Weg und Kraft unverändert bleibt.



### Hebel - wichtige Begriffe

**Kraftarm:** auf diesen wird die Kraft ausgeübt (bei der Wäscheklammer, indem man dort drückt)

**Lastarm:** die andere Seite der Wäscheklammer (das „Maul“), das man öffnen will

**Drehpunkt (auch Angelpunkt genannt):** Punkt, um den sich der Hebel drehen kann.

## Nachdenken über die Feder in der Klammer

Die Wäscheklammer. Ein Textauszug aus dem Buch „Die Dinge - Expeditionen zu den Gegenständen des täglichen Lebens“ von Donata Elschenbroich, 2011, München: Wilhelm Goldmann Verlag, S. 157ff.

Die Wäscheklammer: ungelöste Fragen des Universums

Wir mögen sie gern. Das ist doch mal ein nützliches, sympathisches Ding. Fasst sich gut an, unverwechselbar in der Form, ist, was sie ist, nicht mehr zu optimieren. Aus Holz gefällt sie meist am besten.

Anders als das Waschbrett, das durch die Waschmaschine verdrängt wurde, hat sich die Wäscheklammer gegenüber dem Wäschetrockner behauptet. Das Ding ist offensichtlich gut im Überleben. Um sich allerdings an den Klammerbeutel zu erinnern, gar noch an den bestickten, und an das holpernde Geräusch der Klammern darin, muss man heute hochbetagt sein.

Was tun Kinder damit: Babys kann man Wäscheklammern ohne Sorge überlassen. Sie lutschen, kauen, werfen damit. Später werden Kinder heldenhaft ihre Finger einzwicken, ein wohliger Schmerz, bis zur Grenze, wo ist meine Schmerzgrenze und wo ist deine? An der gezwickten Stelle sieht die Fingerkuppe heller aus, warum? Ernsthaft verletzen kann man sich mit dem Ding kaum. In Kindergärten sind sie beliebte Bastelmodule. Man kann Muster legen, Krokodile und Schlangen bauen, mit Klammern aus Holz und Plastik. Man kann die Klammern mit Druckerschwärze oder Farbe überrollen und mit ihnen drucken. Dann weitermalen mit dem Motiv – Männchen, Bäume ...

Erwachsene erinnern sich, dass sie als Grundschüler die Klammern auseinandergenommen und zu Pistolen, „Kanonen“ umgebaut haben, sogar brennende Streichhölzer konnten die Geschicktesten damit abschiessen. Bei den Erwachsenen löst das Ding Bilder aus von der Sonne, Wind und duftend frischer Wäsche. Aber nachgefragt: Was eigentlich lässt eine Wäscheklammer funktionieren?

Da kommt Zögern auf. „Durch den Druck auf zwei Hebelarme.“ Aber warum schnellen sie zurück? „Da ist eine Spirale, eine Feder.“ Aber warum springt die Feder in ihre Ausgangsposition zurück?

Der pensionierte Grossonkel Physiklehrer wird gefragt. „Ein Ordnungssystem. Das ist durch äussere Krafteinwirkung in Unordnung geraten. Die Moleküle suchen ihre alte Ordnung.“ Und er fügt abschliessend hinzu: „Nach dem Wiederherstellungsprinzip.“ So sprach die Fachautorität. Aber was weiss man jetzt besser?

Warum springen die Arme nicht mehr zurück, wenn man die Spirale verbiegt? Was ist das genau, „verbiegen“? Was weiss das Material in seinem Inneren vom Winkel, von der rechten Bahn der Krafteinwirkung? Kann man eine verbogene Büroklammer jemals wieder zu einer perfekt funktionierenden zurückbiegen?

Das Prinzip „Feder“: Da wäre es doch schön, wenn man als Kind etwas mehr davon erkundet hätte. Mehr als nur den Bescheid „Das ist eine Feder“. Sondern wenn es, im Geist von Martin Wagenschein, ruhiges, nicht gedrängelt, nicht angetriebenes Nachdenken gegeben hätte.

Rätselhaft: Was ist Spannkraft? Was hat alles Spannkraft: eine Feder, ein Gummiband. Das muss im Material begründet sein ...

Ein anderer Physiker wird besucht, Marek Gazdzicki, ein prominenter polnischer Kernphysiker. Noch einmal die Frage: Wenn ich das Ding biegen kann, wenn es elastisch ist, was bringt es dazu, in seine ursprüngliche Position zurückzukehren?

Der Physiker spricht langsam, tastend: „Ein Ding geht dahin, wo am wenigsten von ihm gefordert wird. Wenn ich es auseinanderziehe oder zusammendrücke, verändere ich etwas in seinem Inneren. Wir Physiker sagen, ich verändere den Abstand der Atome – dieses Bild wird man wohl auch einführen müssen, wenn man mit Kindern darüber nachdenkt. Wenn ich die Energie, die ich von aussen eingegeben habe, wieder loslasse, springen die Teilchen wieder in ihre Ursprungslage zurück.“

Jetzt kann man sich schon ein bisschen mehr vorstellen. Aber sehr viel weiter geht auch er nicht hinaus über die akademische Erklärung vom Oberstufenlehrer Physik.

Ein Kind möchte wohl weiter fragen. Warum will das Ding es bequem haben, warum will es zurück, dahin zurück, wo es hergekommen ist, in seine „Ausgangslage“?

„Wir wissen das nicht“, sagt der Physiker. „Die Frage WARUM wird von der Physik nicht beantwortet. Zwei Mal, drei Mal kann ich deine Fragen auf etwas anderes, Einfacheres zurückführen. Aber dann wind wir am Ende. Dann muss ich sagen: Die Natur ist so. Oder Gott hat das so gemacht. Wir haben *Modelle*, wie die Welt funktioniert. Man darf sie nicht mit der Wirklichkeit verwechseln. Die Modelle beruhen auf unseren Annahmen. Auch der Physiker vergisst das gern.

Aber man kann mit diesen Annahmen immerhin einiges erreichen. Viele Experimente haben bestätigt, dass man mit diesen Annahmen ein gutes Stück weiter kommt, im Erkennen und auch im Anwenden. Aber es bleibt die Tatsache: Auch wenn diese Experimente bisher funktioniert haben, ist das kein eindeutiger Beweis. Es kann nicht garantieren, dass künftige Experimente ebenso funktionieren werden. Nur: Man muss ja leben, und unsere Annahmen haben uns in vielem das Leben, das vorläufige Verstehen, erleichtert. Man kann einfach nicht bei jeder Gelegenheit mmer wieder alles von Grund auf infrage stellen.“

Wir denkfaul gewordenen Erwachsenen umgehen solche Fragen. Aber anstatt auf Wäscheklammern nur nostalgische Empfindungen zu projizieren oder mit ihnen dekorativ zu basteln, können wir mit diesem Ding auch einmal die ungelösten Fragen des Universums aufrufen.

Die Physik ist eine Baustelle. Es gibt riesige Bereiche des Nichtwissens. Die soll man den Kindern nicht vorenthalten. Es wird sie nicht entmutigen. Im Gegenteil.

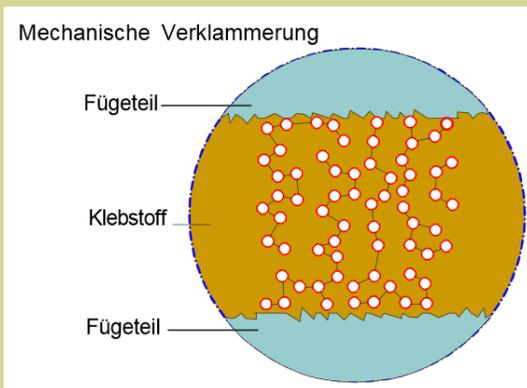
# Kleben



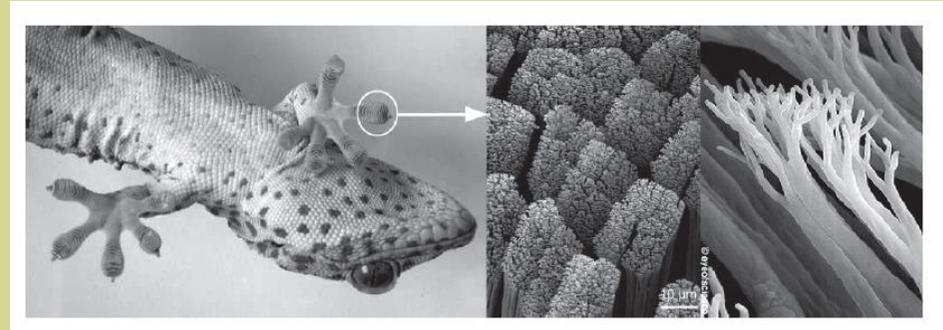
## Kleben

Kleben ist ein Fertigungsverfahren das wie das Schweißen und Löten zu den stoffschlüssigen Fügeverfahren der Verbindungstechnik gezählt wird.

Eine Klebverbindung besteht prinzipiell aus den beiden Fügeteilen und der dazwischenliegenden Klebschicht. Über 90% aller Klebstoffe funktionieren, weil der Kleber einen engen Kontakt der Fügeteile in der Art einer mechanischen Verklammerung herstellt. Dieses Phänomen der Haftung wird auch Adhäsion genannt. Klebstoffe sind meistens Kunststoffe.



Bei mechanisch bindenden Klebstoffen liegt der Klebstoff schon fertig vor (als Kettenmoleküle). Durch das Trocknen entweicht Flüssigkeit (Ablüften der Lösungsmittel) und der Klebstoff wird hart und hält die Fügeileile zusammen (die Kettenmoleküle knäueln sich eng zusammen).



Ein Vorbild für die Herstellung eines solch engen Kontakts in der Natur stellen die Füße des Geckos dar. In starker Vergrößerung betrachtet sind die Fußoberflächen des Geckos so feinstrukturiert, dass er damit extrem glatte Flächen hinaufklettern kann.

Es gibt aber auch Kleber, bei denen es zu einer chemischen Reaktion kommt. Ein typisches Beispiel ist das Aufkleben eines Flickens auf einen Fahrradschlauch. Man kann die Wärme spüren, die bei der chemischen Reaktion freigesetzt wird. Diese Klebstoffe werden fest, weil eine chemische Reaktion stattfindet. Das ist der Fall bei vielen Zwei-Komponenten-Klebstoffen: wenn man die Komponente eins mit der Komponente zwei zusammengibt, läuft die chemische Reaktion ab und wird der eigentliche Klebstoff hergestellt. Bei manchen Einkomponenten-Klebern reicht es, wenn die Komponente mit Luftsauerstoff in Berührung kommt.



## Klebstoffe

Klebstoffe unterscheiden sich u.a. in Bezug auf

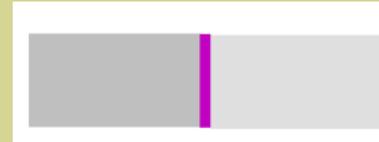
- a) Material
- b) Zähigkeit (z.B. pastös, flüssig)
- c) Beständigkeit (z.B. gegen Wasser, Öl, Vibrationen, Chemikalien, hohe Temperaturen)
- d) Mischung (z.B. Einkomponentenkleber, Mehrkomponentenkleber)
- e) Aushärtung (z.B. unter Druck, durch Verdunstung von Lösungsmittel)
- f) Festigkeit (z.B. in Bezug auf Druck, Zug, Biegung)

Kleben wird begünstigt, wenn

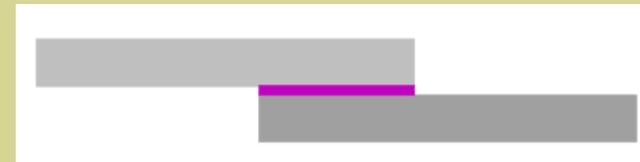
- die Fügeteile, die zusammengeklebt werden sollen, sauber sind
- die Fügeteile, die zusammengeklebt werden sollen, je nach Kleber entweder frei von Wasser oder frei von Fett sind
- die Fügeteile ggf. aufgeraut wurden
- der Kleber gleichmässig aufgetragen wird
- bei starker Zugbeanspruchung grosse Klebflächen vorgesehen werden

## Formen von Klebeverbindungen

- Stumpfstösse



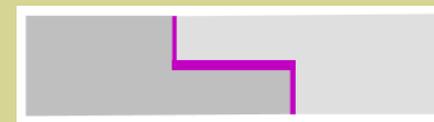
- Überlappstösse



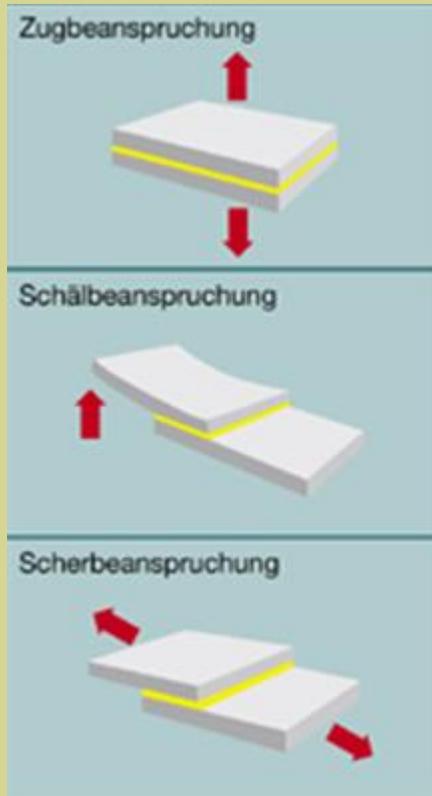
- Laschenstösse



abgesetzte Überlappung



### Typische Beanspruchungsarten



### Kleben und Fliegen



Wie strapazierfähig Klebeverbindungen sind, zeigt die Luftfahrttechnik, bei der viele Verbindungen heute durch Kleben hergestellt werden. Flugzeuge sind zu einem grossen Teil "verklebt".

## Vor- und Nachteile des Klebens

### Vorteile

- Verbindungen zwischen sehr unterschiedlichen Werkstoffen möglich
- gut geeignet für dünne sowie für grossflächige Bauteile
- die wirkenden Spannungen werden relativ gleichmässig verteilt
- Klebstoffe können neben dem Verbinden gleichzeitig auch dichten
- es müssen keine schwächenden Löcher (wie beim Schrauben) angebracht werden; die zu verbindenden Werkstücke werden nicht beschädigt
- Kleben kommt i.d.R. ohne Hitzeentwicklung daher, d.h. es treten keine temperaturbedingten Abkühlspannungen, Verzug von Material etc. auf
- Gewichtersparnis: das Kleben fügt den Fügeteilen kaum Gewicht hinzu
- Vibrationen werden gedämpft

### Nachteile

- relativ geringe Belastbarkeit
- Klebeverbindungen können bei Dauerbelastung „kriechen“
- die Temperaturfestigkeit ist gering
- es gibt keine zerstörungsfreien Prüfverfahren – man muss sich auf das Ergebnis letztlich ohne vollständige Prüfung verlassen
- die Vorbereitung des Haftgrundes ist z.T. sehr aufwändig
- z.T. gibt es lange Aushärtezeiten (stören den Fertigungsablauf)
- Klebflächen können altern. Für die Alterung sind mechanische (statische und dynamische Kräfte), chemische (Feuchtigkeit, Lösungsmittel, Reinigungsmittel, Salze, Sauerstoff, ...), physikalische (Wärme, UV- und andere Strahlung) und biologische (Schimmelpilze) Einflüsse verantwortlich.

### Technische und alltägliche Anwendungsbeispiele für Kleben

- Fenstergläser und Windschutzscheiben
- mit dem Rumpf verklebte Tragwerke bei Flugzeugen
- bei Zahnersatz: Verkleben von Brücken, Kronen, Verblendschalen und Inlays
- Pressspanplatten
- Tapeten
- selbstklebende Folien
- Tesafilm
- Verpackungen (z.B. Tetrapacks)
- Briefmarken
- Schuhsohlen
- Etiketten (z.B. auf Marmeladengläsern)

## Klebstoffe

### Holzleim

- zum Verbinden von Holzteilen
- besteht ca. zur Hälfte aus Wasser
- beim Auftragen des Klebers zieht das Wasser ins Holz ein
- später trocknet alles und die Fügebauteile kleben aneinander

### Sekundenkleber

- der Klebstoff im Sekundenkleber entsteht erst beim Kleben

### Alleskleber

- enthält wie der Holzleim Molekülketten
- diese sind aber wesentlich kürzer
- wenn die Lösungsmittel verdampfen, härtet der Kleber aus

### Haftnotizzettel

- Kombination von grossen „Klebstoff-Bällen“, die eingebettet sind in eine Klebstoff-Schicht
- Die Bälle haften nur punktuell am Untergrund, nicht flächige Klebung: selbst wenn man ein „Post-it“ fest andrückt, federn die Klebstoff-Bälle wieder zurück. Weil sie sich in gewisser Weise im Klebstoff-Bett bewegen können, muss auch nicht immer dieselbe Stelle aktiv sein – deshalb kann man die Zettel ganz gut mehrfach ankleben.

## Geschichte der Erfindung des Klebestifts

Als Erfinder gilt Wolfgang Dierichs, der als Wissenschaftler für die Firma Henkel arbeitete. Er soll in einem Flugzeug eine Frau dabei beobachtet haben, wie sie ihren Lippenstift auftrug – da hatte er einen revolutionären Einfall: könnte man nicht auch Klebstoff in diese Form gießen und so seine Handhabung vereinfachen? 1969 erschien der Klebestift auf dem Markt.

## Geschichte der Entwicklung des Tesafilms

Oskar Troplowitz hatte ein Wundpflaster zu erfinden versucht, dabei aber einen Klebstreifen aus Kautschuk entwickelt, der so stark haftete, dass der die Haut mit runterriß.

Aus diesem Misserfolgsprodukt versuchte jemand ein sog. „Lassoband“ zum Abdichten von Fahrradschläuchen herzustellen – das wurde auch ein Flop.

Am 11. Mai 1936 vermarktete Hugo Kirchberg mit dem Slogan „zum Kleben, Flickern, Basteln“ nicht mehr die Klebefolien, sondern einen Streifen unter dem Namen „Tesa-Klebefilm“, später „Tesa-Film“ – gegen den Widerstand des Vorstands von Beiersdorf (Kirchberg arbeitete auch für Beiersdorf). Als „Tesa“ funktionierte das Produkt hervorragend, wurde immer weiter entwickelt und ist inzwischen ein High-Tech Produkt.

## Gefahrenhinweis

Manche Kinder sind gegenüber gewissen Klebstoffen empfindlich – Klebstoffe sollten nicht in Augen oder Mund kommen. Auf keinen Fall mit gefährlichen Klebstoffen, die stark klebend sind (z.B. Sekundenkleber) arbeiten.

Manche Klebstoffe sind leicht entzündlich. Frischluftzufuhr in Zimmern herstellen und Klebflaschen immer nur kurz öffnen und gleich wieder verschliessen.

## Was du ausprobieren oder machen kannst:

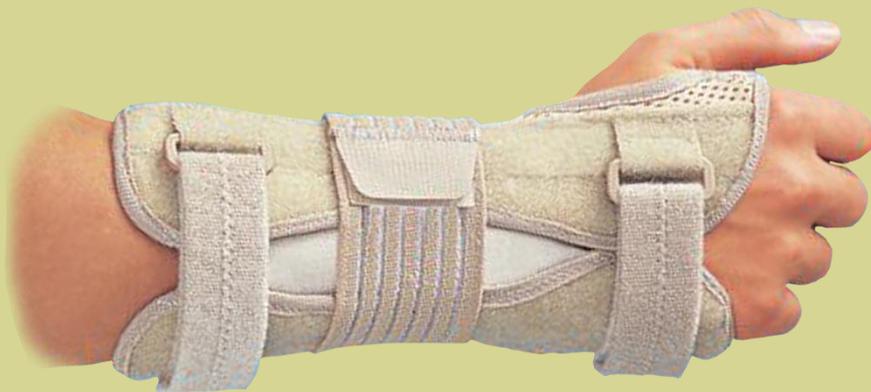
- Ausprobieren: ist Wasser ein guter Klebstoff oder nicht? Zwei Glasscheiben mit Wasser befeuchten, aufeinander kleben, Kräfte explorierend erkunden. Trocknen lassen (auf der Heizung). Aber auch: zwei Glasplatten nassmachen, in den Kühlschrank legen. Explorierend erkunden.
- Mit Puderzucker und Eiweiss ein Keks-Haus herstellen.
- Mit Baum-Harz einen Kleber herzustellen versuchen.
- Über die Geschichte von Klebstoff und dessen Bedeutung für die Menschen nachdenken und recherchieren. Hinweis: es wurde schon sehr früh (in Babylonien z.B.) Leim hergestellt, in dem man Tierknochen kochte (ca. 1400 v. Chr.); die Griechen hatten um ca. 500 n. Chr. sog. Fischleim. Zusammen mit der Erfindung des Buchdrucks (Gutenberg, 15. Jhd.) tauchte das Problem auf, Bücher zu leimen (Seiten und Buchrücken verbinden). Die erste Leimfabrik entstand 1690 in Holland.
- Verschiedene Klebemittel ansehen, lesen, was darauf steht (wie sie verarbeitet werden müssen, was damit klebbar ist, z.B. Holz oder Papier oder Kunststoff etc.; ob die Fügeteile stark angedrückt werden müssen, ob das ganze Produkt anschliessend trocknen muss, ob der Kleber auf einer oder auf beiden Seiten aufgetragen werden muss, ob der Kleber vor dem Zusammenpressen der Teile antrocknen muss oder nicht etc.).

## Klebstoffe herstellen

a) Aus Essig und Milch: Eine Tasse Milch und 1/3 Tasse Essig (sog. weissen, also durchsichtigen Essig verwenden) zusammengeben, durch Rühren mischen, danach stehenlassen bis sich zwei Schichten bilden. Die untere Schicht ist eine quarkartige Masse – diese herausfischen. Sie kann als Leim verwendet werden. Zur Erklärung: Durch die Essigzugabe wird Casein (Milcheiweiss) ausgefällt. Kurz nach Entstehung ist noch viel Wasser in die Eiweissmasse eingelagert. Dies hat zur Folge, dass die Masse sich gut an die Oberfläche von zu klebenden Teilen anpassen kann. Dadurch entsteht ein intensiver Kontakt zwischen Klebeflächen und Klebstoff. Wenn nun der Klebstoff aber flüssig bleiben würde, wäre die Verbindung nicht stabil und belastbar. Sie wird erst stabil, wenn das Wasser in der Eiweissmasse verdunstet und der Klebstoff aushärtet.

b) Aus Mehl und Zucker: Eine Tasse Mehl, 1/3 Tasse Zucker und 1 ½ Tassen Wasser verrühren. Einen Teelöffel Essig hinzugeben. Erwärmen, bis es anfängt, einzudicken, danach abkühlen lassen. Zur Erklärung: Hier ist es ganz ähnlich wie beim Zusammengeben von Milch und Essig (s.o.), mit einem entscheidenden Unterschied: Weissmehl ist im wesentlichen Stärke. Stärke kann man sich vorstellen als ein Gewirr von ganz langen Fäden. Durch den Essig und das Kochen werden die langen Stärkemoleküle in kürzere Moleküle aufgespalten – das findet als sogenannte chemische Reaktion statt. Diese kürzeren Fäden können sich besser in Oberflächenstrukturen einlagern als die langen Stärkemoleküle. Die kleinsten Teilchen von Haushaltszucker hängen sich eng an die kürzeren Stärkefäden und machen die Substanz noch klebriger. Beim Herstellen dieses Klebers findet also eine sogenannte chemische Reaktion statt. Das Kleben selbst funktioniert aber wieder rein mechanisch (physikalisch).

# Klettverschluss



## Klettverschluss

Zur Erfindung des Klettverschlusses gibt es eine wahre Geschichte. Der Schweizer Ingenieur Georges de Mestral unternahm mit seinen Hunden oft Spaziergänge in der Natur.

Immer wieder blieben einige Früchte der Grossen Klette (*Arctium lappa*) im Fell der Hunde hängen. Georges de Mestral legte die Kletten unter ein Mikroskop und entdeckte, dass sie winzige elastische Häkchen tragen, die auch dann nicht abbrechen, wenn man versucht, die Kletten gewaltsam aus Haaren oder Kleidern zu entfernen. Mestral untersuchte die Beschaffenheit der Klettfrüchte und sah eine Möglichkeit, zwei Materialien auf einfache Art reversibel zu verbinden. Er entwickelte den Klettverschluss aus Textilien und meldete seine Idee 1951 zum Patent an. Vermarktet wurde das Produkt erstmals unter dem Namen Velcro. Velcro setzt sich zusammen aus den französischen Begriffen velours ("Samt") und crochet ("Haken").

## Klettverschluss und Bionik

Klettverschlüsse werden meistens aus Textilien hergestellt. Man kann sie fast beliebig oft wieder lösen. Das Verschlussmittel beruht auf dem Prinzip von Klettfrüchten; es ist ein Prinzip, das der Natur abgeschaut wurde. Solche Übertragungen von Naturphänomenen in die Technik nennt man Bionik. Ein bekanntes Beispiel für Bionik ist Leonardo da Vincis Idee, den Vogelflug zu studieren um seine Prinzipien auf Flugmaschinen zu übertragen. Der Bionik liegt die Annahme zugrunde, dass die belebte Natur durch evolutionäre Prozesse optimierte Strukturen und Prozesse entwickelt, von denen der Mensch lernen kann. Die bionische Umsetzung besteht beim Klettverschluss in der typischen Form aus zwei Faserstreifen, wovon der eine flexible Widerhäkchen und der andere Schlaufen hat. Zusammengepresst ergeben sie einen belastungsfähigen Schnellverschluss.

## Klette



Die Kletten (*Arctium*) bilden eine Pflanzengattung innerhalb der Familie der Korbblütler (Asteraceae). Die etwa 10 bis 14 Arten sind in Eurasien und Nordafrika verbreitet.

## Verwendung von Klettverschlüssen

Man findet Klettverschlüsse u.a. an Schuhen und Bekleidungsstücken, an Blutdruckmessmanschetten, an Babywindeln, zum Fixieren von Teppichböden und Planen, an Rucksäcken und Taschen, in Autos zum Zusammenhalten von Kabeln (als Kabelbinder). Man verwendet sie auch zum Befestigen medizinischer Bandagen und Prothesen.

Klettbänder können auf Textilien genäht oder geschweisst werden, bei steifen Flächen werden die Klettbänder auch geklebt.

### Das kannst du machen:

- Suchen, wo dir im Alltag Klettverschlüsse begegnen.
- Mit der Lupe Klettverschlüsse ansehen.
- Ein Klettverschluss-Modell mit Hilfe von Schaumgummis selbst konstruieren.
- Eine Klette (Pflanze) ansehen, auch mit der Lupe. Untersuchen, auf welchem Untergrund sie haftet.



# Knöpfe



## Knöpfe

Knöpfe sind kleine, feste, meist runde Gegenstände an Kleidungsstücken. Zusammen mit einem Knopfloch oder einer Schlaufe lassen sich mit Hilfe von Knöpfen Kleidungsstücke oder Schuhe sowie Behältnisse (Taschen, Körbe etc.) schliessen.

Knöpfe gibt es seit der Antike, wo sie nicht zum Schliessen von Kleidung, sondern als Zierde Verwendung fanden. Im nächsten Entwicklungsschritt wurden Verschlüsse von Knopf und Schlaufen-Kombination erfunden. Der Knopf, fest angenäht an eine Seite des Stoffes, wird bei der Knopf-Schlaufe-Kombination durch eine in der Grösse angepasste Schlaufe auf der anderen Hälfte gezogen. Knöpfe mit Knopflöchern (gesäumter Schlitz im Stoff) wurden im 13. Jahrhundert in Deutschland erfunden. Diese Erfindung trug zu einer Mode im 14. Jahrhundert bei, die durch enganliegende Kleidungsstücke gekennzeichnet war.

Knöpfe können heute aus Kunststoff oder Metall, Holz, Horn, Glas oder Perlmutter gefertigt sein. Es gibt Knöpfe mit Schliess- bzw. Verbindungsfunktion und Zierknöpfe.

In der Mode befanden und befinden sich die Knöpfe bei Herrenbekleidung aus Sicht des Trägers in der Regel auf der rechten, die zugehörigen Knopflöcher auf der linken Seite; man spricht von einer Links-rechts-Knöpfung. Bei Damenbekleidung ist es in der Regel umgekehrt (Rechts-links-Knöpfung). Es gibt verschiedene Theorien darüber, wie diese Regel entstand. Eine Theorie besagt, dass sich Männer ihre Kleidung selbst zuknöpften, wobei bei Rechtshändern die Handhabung einer Links-rechts-Knöpfung am einfachsten ist, während die Damen von ihren Zofen begleitet wurden, und diese die Knöpfe schloss.



## Arten von Knöpfen

Knöpfe können nach dem Material unterschieden werden (z. B. Hirschhornknopf, Perlmutterknopf), nach dem Verwendungszweck oder nach der Form und Machart.

### Ösenknopf

Der Ösenknopf ist seit dem Hochmittelalter gebräuchlich. Er zeichnet sich dadurch aus, dass er auf der Rückseite eine Öse hat, durch die er an das Kleidungsstück genäht wird. Die Schauseite des Knopfes kann kugel-, kuppel-, scheibenförmig oder flach gewölbt sein. Die Öse kann an der Rückseite des Knopfes befestigt oder aber mit dem Knopf aus einem Stück gefertigt sein.

Eine Sonderform des Ösenknopfes ist der bezogene Knopf. Hierbei wird eine scheibenförmige oder gewölbte Basis mit Stoff oder Leder bezogen. Der auf der Rückseite des Knopfes zusammengeraffte Stoffüberhang dient, wie eine Öse, zur Befestigung.

Da die Öse als Abstandshalter zwischen Knopf und Trägerstoff wirkt, werden Ösenknöpfe bevorzugt bei dicken Stoffen (z. B. bei Mänteln) eingesetzt, so dass der Knopf plan auf dem Knopfloch aufliegt. Die nicht unterbrochene Oberfläche eignet sich besonders für Verzierungen, beispielsweise für Uniformknöpfe oder - bei bezogenen Knöpfen - Stickerei.

Überall dort, wo Knöpfe bei der Reinigung und sonstigen Behandlungen von Kleidungsstücken stören können (z. B. Labor- und Arztkittel), können Ösenknöpfe abnehmbar gestaltet sein. Dazu wird die Öse durch ein kleines verstärktes Loch im Stoff geführt und auf der Rückseite mit einem kleinen Splint gesichert. Zieht man den Splint heraus, kann man den Knopf entfernen.



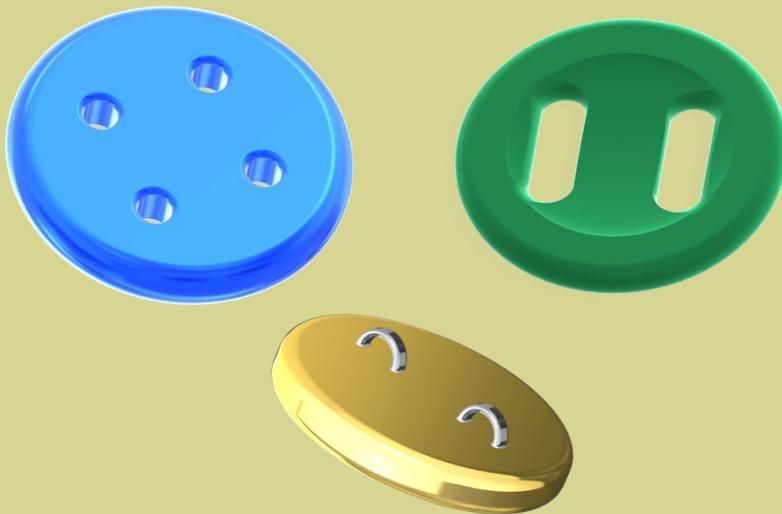
### Lochknopf

Der Lochknopf ist meist scheibenförmig - mit oder ohne Zierrand - und wird durch die Löcher hindurch, die sich in der Mitte befinden, am Stoff angenäht.

Er kommt am häufigsten als Zwei- oder Vierlochknopf an Hemden und Blusen vor. Er kann leicht maschinell befestigt werden. Wird er für dickere Stoffe verwendet, muss unter dem Kopf für das Knopfloch Platz geschaffen werden, indem man den Knopf zunächst mit überlangen Schlingen annäht und diese dann mehrfach mit dem Nähfaden umwickelt.

Für Lederhosen, deren Knöpfe mit Lederschlaufen befestigt werden, werden statt der Löcher zwei parallele Schlitzze eingefräst.

Lochknöpfe können auch so gefertigt werden, dass die Löcher auf der Vorderseite nicht sichtbar sind.



### Zwirnknopf

Beim Zwirnknopf wird Leinen- oder Baumwollgarn sternförmig um einen Metallring geführt, bis sich eine geschlossene Fläche ergibt. Da Zwirnknöpfe traditionell (mindestens seit dem 18. Jahrhundert) für Wäsche verwendet werden, findet man sie fast ausschliesslich in

### Knebel



Knebel sind eine längliche Sonderform des Knopfes und vermutlich die älteste Vorläuferform des heutigen Knopfes. Sie werden meist mit Schlaufen statt Knopflöchern kombiniert. Sie finden vor allem bei Mänteln und in der Trachtenmode Verwendung.



### Druckknopf

Ein Druckknopf besteht aus zwei Teilen. Diese Teile werden auf gegenüberliegenden Seiten des Stoffs festgenäht oder -genietet und zum Schliessen ineinandergedrückt.

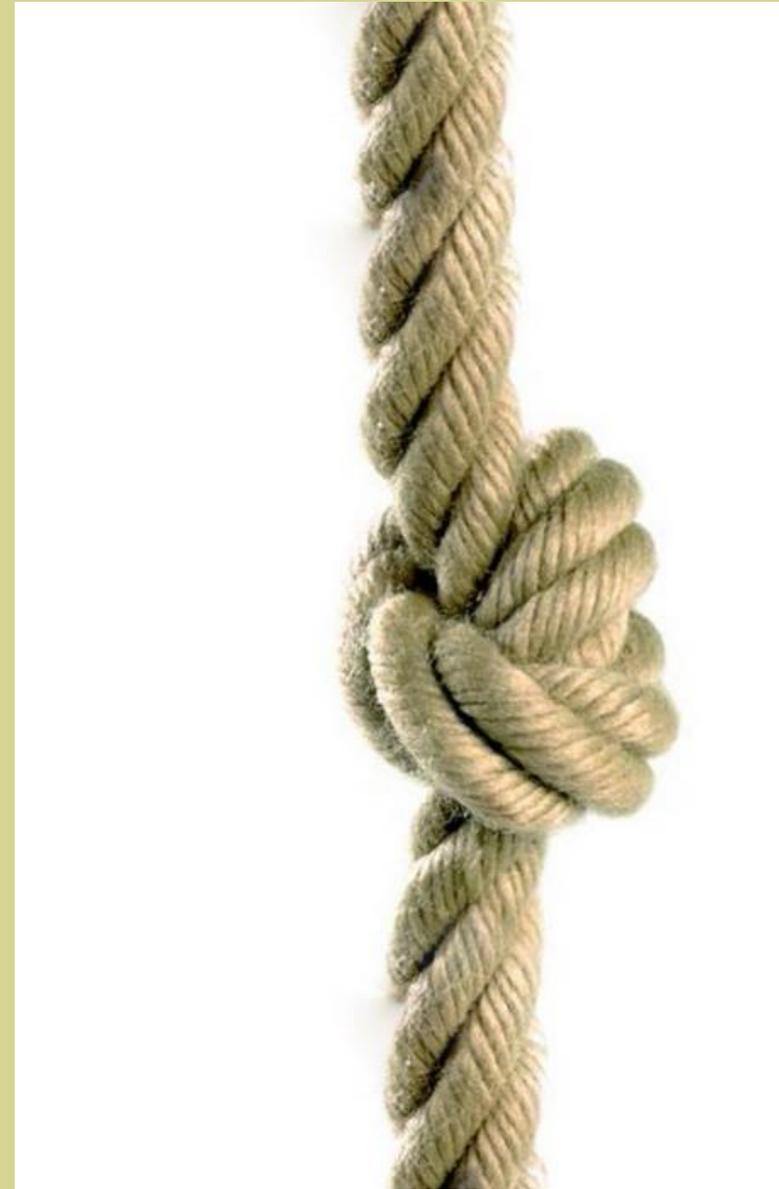
Damit der Kopf einschnappt und sich der Knopf nur bei erheblicher Zugkraft öffnet, ist in einem Teil eine Vertiefung als offener Hohlraum oder Ring geformt. Entweder die Materialelastizität des Knopfes ermöglicht das Einschnappen, oder es ist ein zusätzliches seitlich federndes Element eingebaut. Druckknöpfe sind meist aus Metall gefertigt, seltener aus Kunststoff.

1885 erfand Heribert Bauer aus Pforzheim den ersten Druckknopf der Neuzeit. Hans Pryn verbesserte 1903 den Druckknopf mit einer um den Kopfteil eingelegten Feder, die das Öffnen und Schliessen beträchtlich erleichterte. Aus rostfreiem Metall hergestellt, ist der Druckknopf in dieser Form bis heute im Handel und dient in der Regel als unauffälliger, bzw. im geschlossenen Zustand kaum sichtbarem Verschluss von Kleidungsstücken, Taschen und anderem.

### Mein Druckknopf-Armband

Hier kannst du ein Foto oder eine Zeichnung deines Druckknopf-Armbandes einkleben.

# Knoten



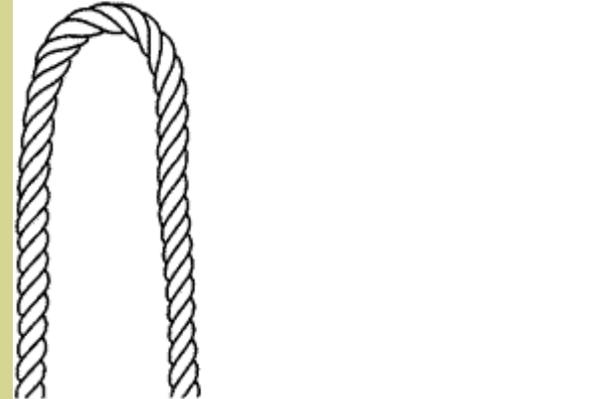
## Knoten

Knoten lassen sich nur schwer vollständig darstellen und eindeutig ordnen. Das liegt daran, dass Knoten über Jahrhunderte erfunden und entwickelt wurden.

Vermutlich wurden einige unabhängig voneinander mehrmals erfunden. Ausserdem werden Knoten in sehr verschiedenen Kontexten benutzt (u.a. in der Schifffahrt, beim Jagen, Angeln und Klettern). Daher gibt es auch keine einheitliche Fachterminologie. Der gleiche Knoten kann je nach Umgebung einen völlig anderen Namen tragen. Umgekehrt kann aber auch der gleiche Name je nach Umgebung einen völlig anderen Knoten bezeichnen. Knoten sind aber mittels Beschreibung und Bildern eindeutig identifizierbar.

### Seemännische Bezeichnungen

#### a) Bucht



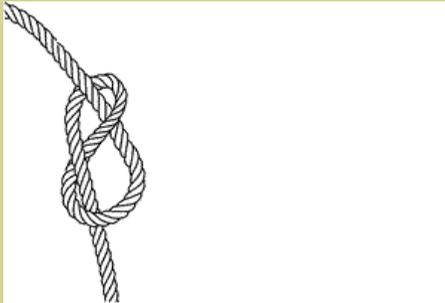
#### b) Auge



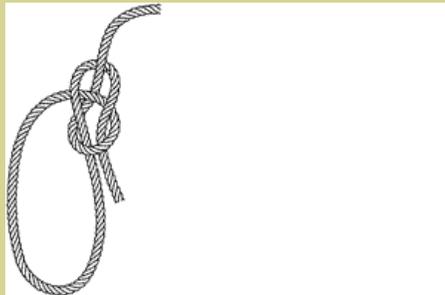
Seemännische Bezeichnung für alle Arten von Schlingen. Die Leine wird über Kreuz gelegt, so dass ein abgeschlossener Kreis entsteht.

### Basis vieler Knoten: Der Achterknoten

Mit dem Achterknoten verhindert man das Ausrauschen einer Leine aus Blöcken oder Ösen. Er spielt sowohl in der Seefahrt als auch beim Klettern eine wichtige Rolle.



### Eine Schlinge herstellen: Der Palstek

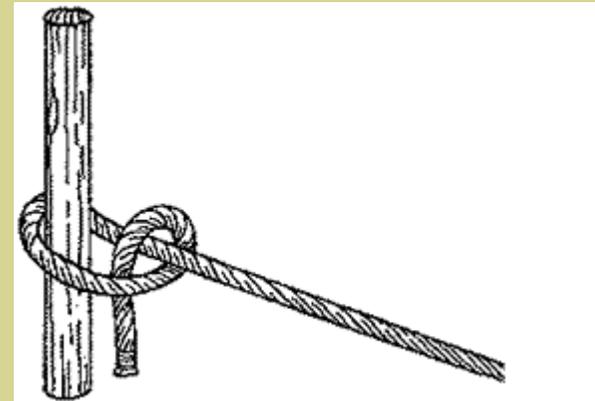


Mit dem Palstek kann man beliebig grosse Augen herstellen, die sich nicht zusammenziehen und leicht wieder öffnen lassen. Er wird vor allem zur Befestigung des Bootes am Steg oder Pollern verwendet, aber auch zum Umlegen einer Sicherheitsleine am Körper verwendet.

### Seile an etwas festmachen

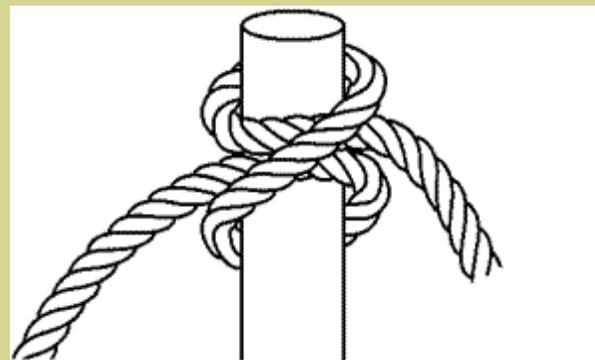
#### Webleinstek

Er dient zum Befestigen von Leinen an Pollern oder zur Befestigung von Fendern an der Reling.



#### Halber Schlag

Er dient zum Befestigen von Leinen, wenn nicht zu viel Zug auf das befestigte Ende der Leine kommt.



## Seile miteinander verbinden

### Kreuzknoten/Weberknoten



Der Kreuzknoten dient zum Verbinden zweier gleich starker Leinen.

### Einfacher Schotstek



Der einfache Schotstek wird zum Verbinden von Leinen verwendet, besonders dann, wenn die Leinen unterschiedlich stark sind. Die dünnere Leine wird immer durch die Bucht der dickeren gesteckt.

### Doppelter Schotstek

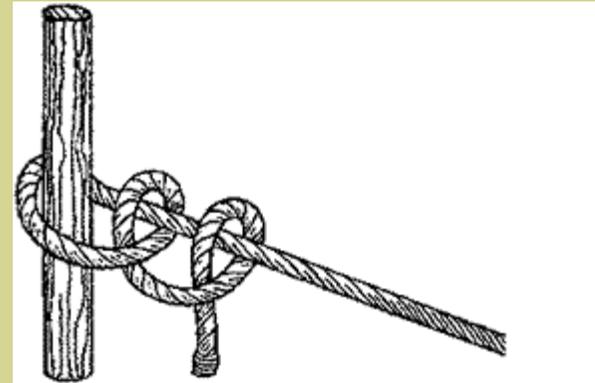


Der doppelte Schotstek ist insbesondere beim Zusammenstecken sehr unterschiedlich starker Leinen zu empfehlen.

## Befestigen von Seilen

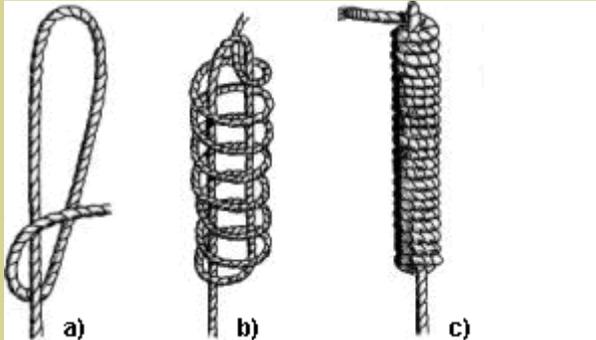
### Zwei halbe Schläge

Sie dienen zum Befestigen von Leinen, wenn nicht zu viel Zug auf das befestigte Ende der Leine kommt. Mit dem zweiten halben Schlag soll das Aufgehen des Knotens vermieden werden.



## Beschwerung von Enden

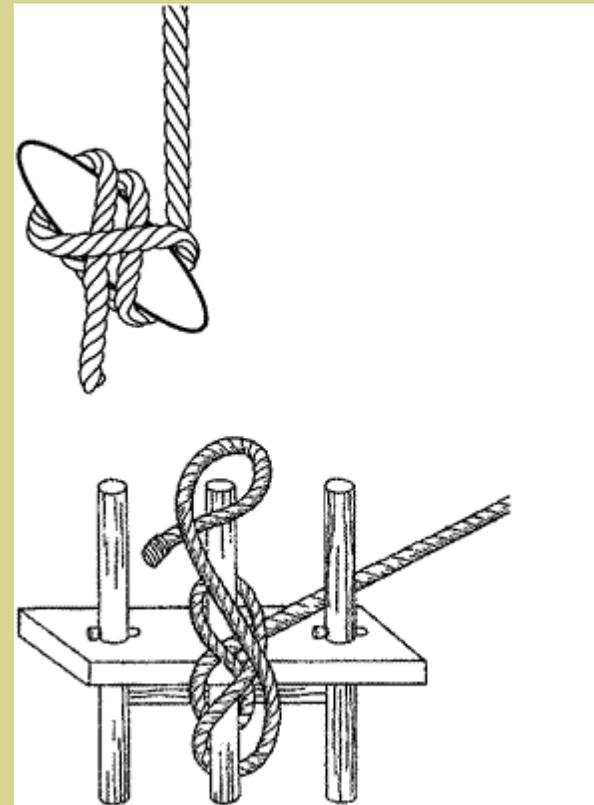
### Wurfleinenknoten



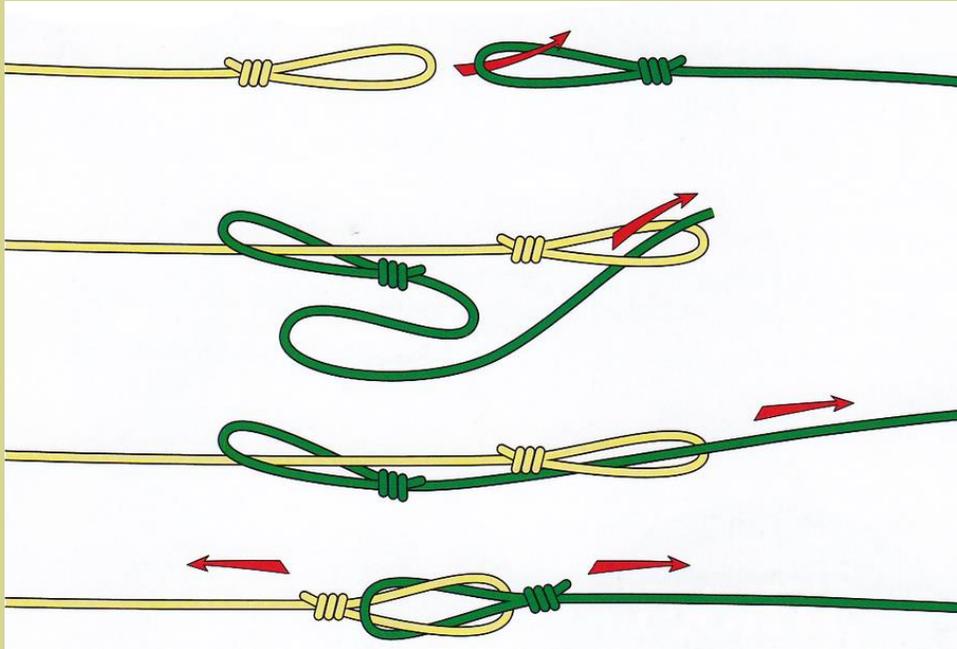
Der Wurfleinenknoten dient zur Beschwerung des freien Endes einer Wurfleine und ist meist nur Ersatz für Sandbeutel oder ähnliches.

## Belegen von Enden

Das Ende der Leine wird achtförmig um den Belegnagel gelegt, wobei zunächst mit einem Rundtörn begonnen wird, der sich nicht selbst bekneifen darf, damit das Ende der Leine gefiert werden kann. Der letzte Kreuzschlag wird zur Sicherung mit einem Kopfschlag versehen.



## Schlaufenverbindung



**Animierte Knoten (Computersimulation) findet du z.B. unter:**

[http://images.google.de/imgres?imgurl=http://people.freenet.de/kitegif/Homepageinhalte/Knotenkunde.jpg&imgrefurl=http://www.realhomepage.de/members/Drachenbaendiger/mehr9.html&usg=\\_\\_UJaM5Ghd8mUlsrBdME9NAj1aMc=&h=417&w=439&sz=43&hl=de&start=11&um=1&itbs=1&tbnid=aGn9ia0tHFYImM:&tbnh=121&tbnw=127&prev=/images%3Fq%3DKnotenkunde%26hl%3Dde%26sa%3DN%26um%3D1](http://images.google.de/imgres?imgurl=http://people.freenet.de/kitegif/Homepageinhalte/Knotenkunde.jpg&imgrefurl=http://www.realhomepage.de/members/Drachenbaendiger/mehr9.html&usg=__UJaM5Ghd8mUlsrBdME9NAj1aMc=&h=417&w=439&sz=43&hl=de&start=11&um=1&itbs=1&tbnid=aGn9ia0tHFYImM:&tbnh=121&tbnw=127&prev=/images%3Fq%3DKnotenkunde%26hl%3Dde%26sa%3DN%26um%3D1)

## Mein Lieblingsknoten

(Foto oder Zeichnung)

# Reissverschluss



## Reissverschluss

Der Reissverschluss ist ein beliebig oft zu lösendes Verschlussmittel, das auf Formschluss beruht.

Der Reissverschluss besteht aus zwei Seitenteilen mit kleinen Zähnen, sog. Krampen, und einem Schieber, auch Schlitten oder Zipper genannt (im Englischen heisst allerdings der ganze Reissverschluss Zipper). Mit dem Schieber werden die Krampen ineinander verhakt und können von ihm auch wieder gelöst werden.

Reissverschlüsse werden aus Metall und aus Kunststoff hergestellt. Es gibt auch Spezialreissverschlüsse, mit denen sich beispielsweise eine Öffnung wasserdicht verschliessen lässt. Es wird zudem unterschieden in Ein-Wege-Reissverschlüsse und Zwei-Wege-Reissverschlüsse. Der Zwei-Wege-Reissverschluss lässt sich an beiden Enden öffnen oder schliessen, der Ein-Wege-Reissverschluss entsprechend nur in eine Richtung.

Der Reissverschluss ist bei Bekleidung eines der wichtigsten Verschluss- und Verbindungselemente. Vor der Erfindung des Reissverschlusses wurden Kleidungsstücke vor allem mit Schnüren, Bändern, Knebeln und Knöpfen zusammengehalten.

Der Reissverschluss wurde von Elias Howe 1851 patentiert, fand aber zunächst keine Verwendung, weil er in seiner damaligen Form noch nicht praktikabel war. Der Amerikaner Judson entwickelte eine praktisch anwendbare Version und meldete sie 1892 und 1893 zum Patent an. Er sah vor allem Schuhe als einen Anwendungszweck und präsentierte den Reissverschluss auf der Weltausstellung in Chicago. 1905 gab es die erste Produktionsmaschine für diesen Reissverschluss, aber das Produkt genügte den Anforderungen noch nicht. Der Schwede Sundbäck optimierte den Reissverschluss und patentiert diese verbesserte Variante 1909.

1923 erwarb Marin Othmar Winterhalter aus St. Gallen das Patent für Europa, und entwickelte den Reissverschluss weiter - es entstand der heute bekannte Reissverschluss mit Rippen und Rillen. In seiner Firma in Wuppertal produzierte er diesen Reissverschluss serienmässig.

Erstmals in grossem Umfang wurden Reissverschlüsse 1917 in der US Navy bei wetterfesten Anzügen von Lotsen eingesetzt. In der Alltagskleidung werden Reissverschlüsse erst seit ca. 1925 verwendet. Inzwischen haben sie Knöpfe an vielen Stellen ersetzt. Seit Mitte der 1950er Jahre setzen sich zunehmend Kunststoffreissverschlüsse durch. Sie sind flexibler und haben eine höhere Festigkeit als Metallreissverschlüsse.

Ein Schwachpunkt bei Reissverschlüssen ist nach wie vor der Schieber. Läuft der Schieber schwergängig, kann der Zug auf ihn so gross werden, dass er bricht. Inzwischen sind Ersatzzipper erhältlich, die man nachträglich einsetzen kann.

Für Kinderkleidung, für Menschen mit eingeschränkter Motorik oder bei Benutzung von Reissverschlüssen mit Handschuhen werden die Reissverschlüsse entweder vergrössert oder mit angebrachten Bändern die Bedienung des Schiebers vereinfacht.



Reissverschluss aus Metall

## Der Erfinder des Reissverschlusses



Nachbildung eines Judson-Reissverschlusses (einer der ersten Reissverschlüsse), entwickelt vom Amerikaner Judson und angemeldet zum Patent 1892 und 1893. Die genaue Funktionsweise des Schiebers ist bis heute nicht eindeutig rekonstruiert worden.

## Verschiedene Arten von Reissverschlüssen

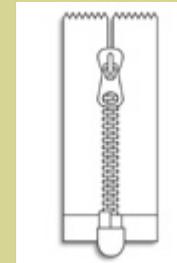
### a) nicht teilbar bzw. nicht unten aushakbar

Für Röcke, Hosen, Bettwäsche und Taschen werden nicht teilbare Reissverschlüsse genommen, sie müssen unten nicht geöffnet werden. Diese Reissverschlüsse sind i.d.R. kurz.



### b) teilbar bzw. aushakbar

Für beispielsweise Jacken und Mäntel werden teilbare Reissverschlüsse benötigt, da man sie sonst beim Ausziehen nicht vollständig öffnen könnte.



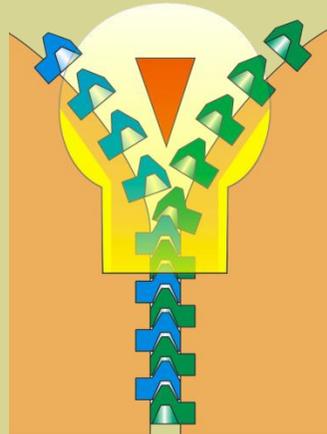
### c) Zwei-Wege-Reissverschluss

Dieser teilbare Reissverschluss besitzt einen zweiten Schieber. Damit kann Spannung im Gewebe ausgeglichen werden und der Reissverschluss von oben oder unten separat geöffnet werden. Typisches Beispiel sind die Reissverschlüsse moderner Schlafsäcke.



## Wichtige Funktionsmerkmale

- Ein Reissverschluss funktioniert rein mechanisch, durch das Ineinanderfügen bzw. Auseinanderhaken der Krampen bzw. Zähnchen. Theoretisch könnte man also einen Reissverschluss ohne Zipper, quasi von Hand, bedienen: man müsste dann manuell die einzelnen Zähnchen ineinanderstecken (um den Reissverschluss zu schliessen) oder auseinanderhaken (um ihn zu öffnen). Der Zipper bewirkt das Öffnen und Schliessen, indem er wie ein Keil den Winkel der beiden Einzelbänder verändert.



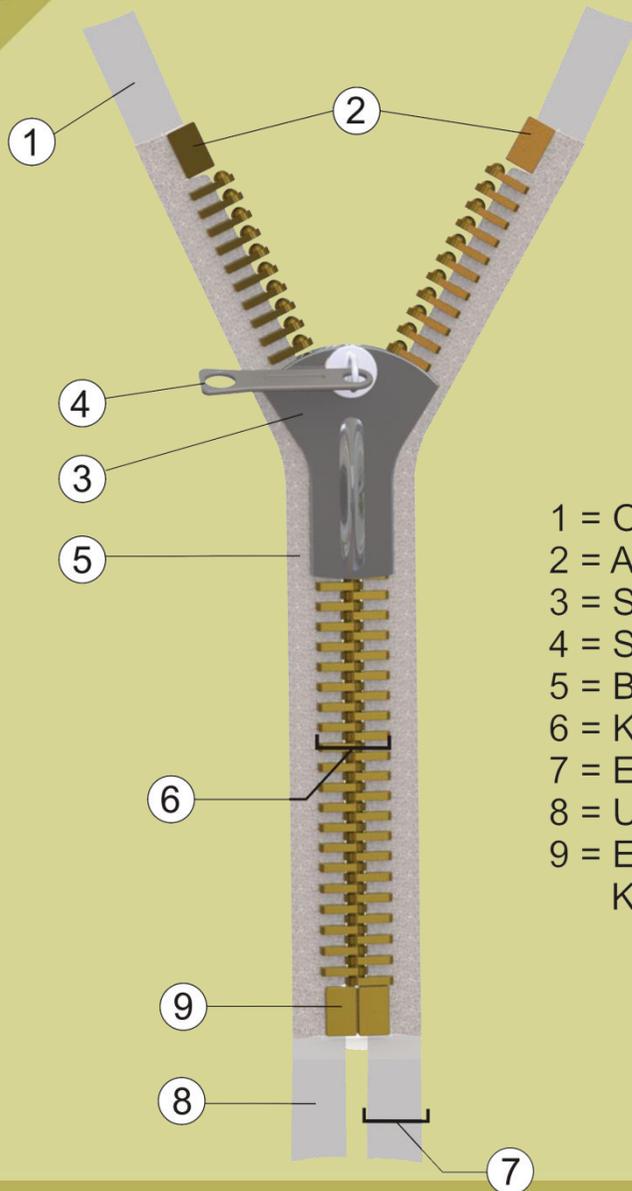
- Insbesondere bei Jeanshosen werden Zipper verwendet, die noch ein Häkchen oder eine Feder eingebaut haben. Diese Schieber bewirken, dass der Reissverschluss auch bei nicht ganz geschlossenem Reissverschluss die Position behält und sich nicht öffnet. Man kann die Federn bzw. Häkchen sehen, wenn man in den Zipper hineinschaut (ggf. mit Lupe und Lichtquelle, z.B. Taschenlampe).
- Die seitlichen Schienen können aus Zähnchen bestehen oder aus einer Kunststoffspirale.

## Der defekte Reissverschluss

Mögliche Mängel an einem Reissverschluss sind:

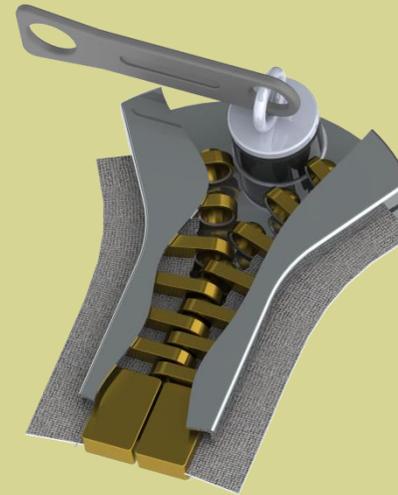
- Der Reissverschluss geht ständig auf. Ursache ist i.d.R. dass der Schieber ausgeleiert ist und sich die beiden Zähnchenreihen nicht mehr fest genug ineinander verzahnen können. Manchmal hilft es, wenn man mit einer Zange den Schieber ein wenig zusammendrückt (bei Metallschiebern).
- Der Schieber klemmt. Ursache kann sein, dass sich auf den Zähnchen ein Grat gebildet hat. Mehrmaliges Auf- und Zuziehen des Schiebers kann die Zähnchen evtl. entgraten (bei Metallzähnchen und -schieber). Oder die Zähnchen stehen nicht mehr gerade – im Fall von Metallzähnchen kann man versuchen, sie vorsichtig geradezubiegen. Metallzahn-Reissverschlüsse kann man auch ölen oder mit Graphit einschmieren (z.B. mit einem Bleistift vorsichtig über die Zähne reiben).
- Der Griff des Schiebers ist abgebrochen. Evtl. lässt sich mit einem Bändchen eine Schlaufe basteln, die als Griff fungiert.
- Der Schieber ist ganz kaputt. Es gibt Ersatzzipper, mit denen man den alten Zipper ersetzen kann.
- Zähnchen sind herausgebrochen. Der Reissverschluss muss ganz ersetzt werden.

### Einzelteile eines Reissverschlusses

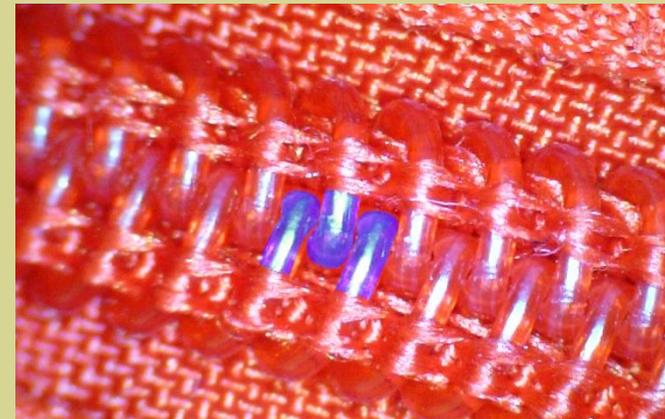


- 1 = Oberes Bandende
- 2 = Anfangsteil
- 3 = Schieber
- 4 = Schiebergriff
- 5 = Band
- 6 = Kettenbreite
- 7 = Einzel-Bandbreite
- 8 = Unteres Bandende
- 9 = Endteil bzw. Kastenteil und Steckteil

### Schieber mit Griff



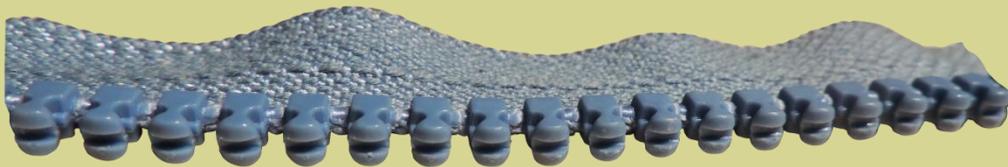
### Die Zähnchen beim wasserdichten Reissverschluss



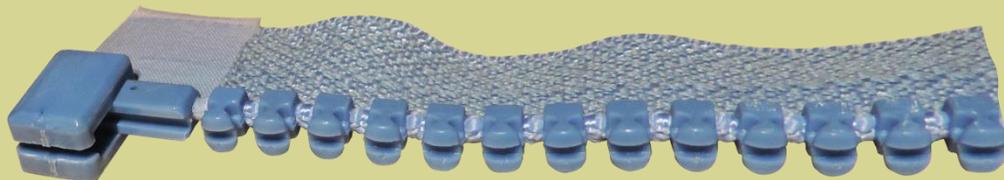
## Informationen zum Reissverschluss - Details



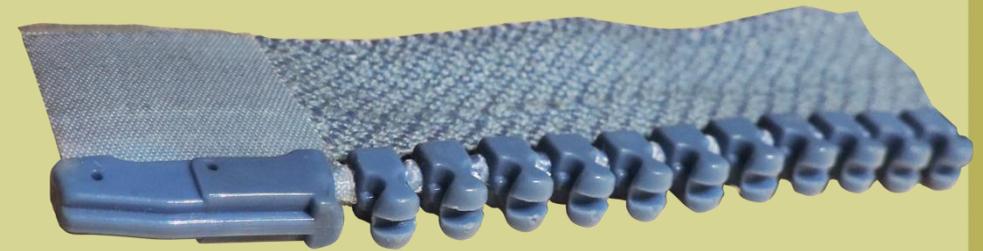
Krampenreissverschluss aus Kunststoff, teilbar



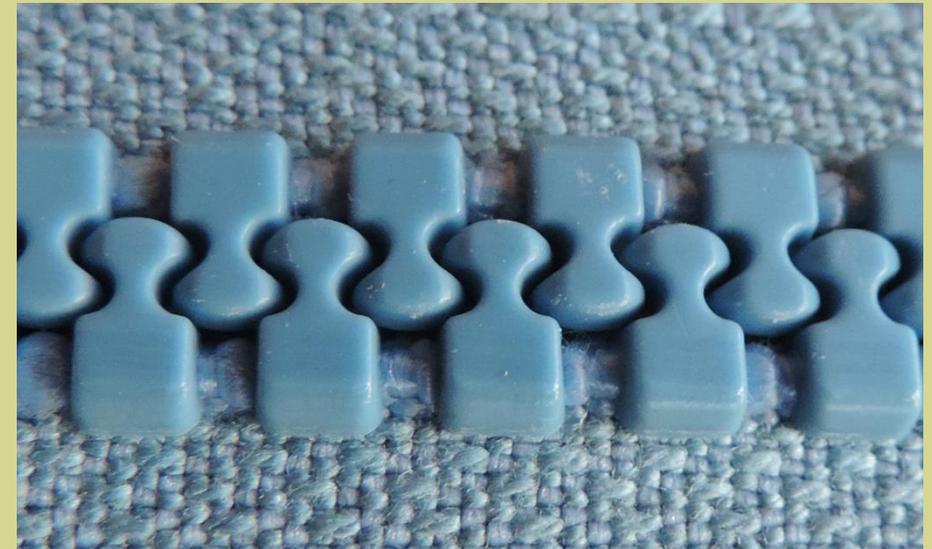
Einzeln angebrachte Krampen



Endteil einer Seite: das Kastenstück

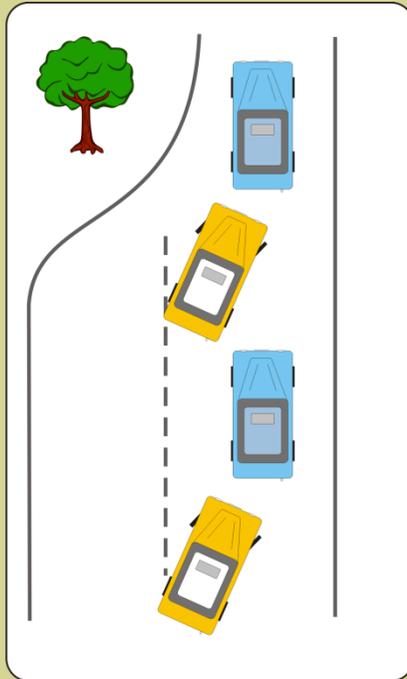


Endteil der anderen Seite: das Steckteil



Die ineinander verhakten Krampen. Durch ihre spezielle Form sind die Krampen in alle Richtungen gegen Verschieben gesichert.

## Reissverschlussverfahren im Strassenverkehr

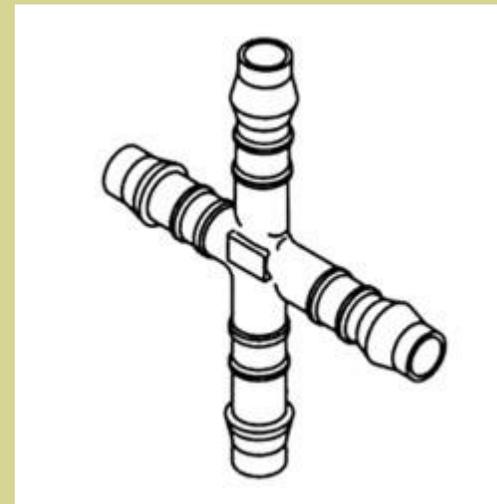
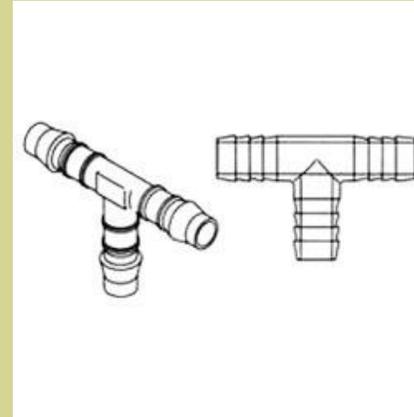
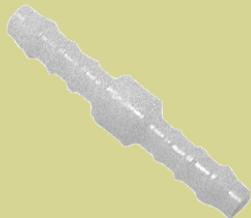


Einordnen  
nach dem  
Reissverschluss-  
Prinzip

Nach dem Funktionsprinzip des Reissverschlusses wurde das im Strassenverkehr das Reissverschlussverfahren benannt, bei dem zwei Fahrzeugkolonnen auf eine Fahrspur zusammengeführt werden. Werden zwei Fahrstreifen auf eine zusammengeführt, so müssen sich die Fahrzeuge an der Engstelle ähnlich einem Reissverschluss abwechselnd einordnen, um den Verkehr auf beiden Spuren flüssig zu halten.

## Zeichnung eines Reissverschlusses

# Schlauchverbindung



## Schlauch

Im Unterschied zum Rohr ist ein Schlauch ein flexibler länglicher Hohlkörper mit zumeist rundem Querschnitt.

Schläuche müssen sowohl mechanischen als auch thermischen und chemischen Beanspruchungen standhalten.

Schläuche dienen als Leitung dazu, feste, flüssige oder gasförmige Stoffe zu befördern. Ein Schlauch kann aber auch zur Aufbewahrung dieser Stoffe dienen – in der Antike wurden Vorräte (z.B. Wein) in Schläuchen gelagert, wobei die Schläuche aus Leder oder Tierdärmen gefertigt waren.

Neben der Leitung und Aufbewahrung von Stoffen dienen Schläuche auch als Schutzummantelung (z.B. Ummantelung von Kabeln), zur Isolation oder zur Wärmedämmung. Es gibt auch Spezialschläuche wie z.B. Filterschläuche. Diese sind porös und es wird die grosse Filterfläche der Innenwand genutzt. Hydraulikschläuche, z.B. für Bremsanlagen im Auto, halten hohen Drücken stand. Feuerwehrsaugschläuche halten grossem Unterdruck stand. Kühlwasserschläuche vertragen hohe Temperaturen. Es gibt auch Schläuche, die Säuren oder Ölen gegenüber unempfindlich sein müssen und sind.

Schläuche, die der Leitung von Stoffen dienen, haben im Unterschied zu Rohren die Eigenschaft, dass sie beweglicher sind, also flexibler umgelegt werden können und oftmals leichter und billiger sind.

Schläuche müssen vielfältigen Belastungen standhalten, dabei flexibel bleiben, nicht spröde werden, sich nicht zusammenziehen oder ausdehnen, nicht erweichen und sie müssen oft resistent gegen Chemikalien sein.

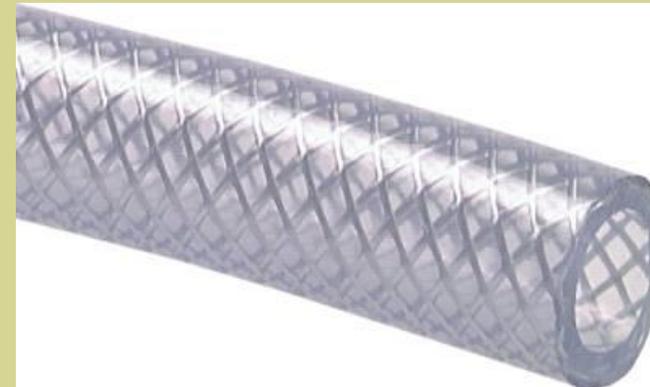
Bei der Förderung von Stoffen durch einen Schlauch treten Reibungsverluste auf. Diese sind abhängig vom zu befördernden Stoff, vom Schlauchdurchmesser, der Fördergeschwindigkeit, der Oberflächenbeschaffenheit der Schlauchinnenwand und der Verlegungsform des Schlauches.

## Schlauchherstellung

Es gibt verschiedene Methoden, Schläuche herzustellen (man sagt auch: zu extrudieren). Maschinell hergestellte Schläuche weisen meistens eine glatte Innen- und Aussenwand auf. Man nennt solche Schläuche Glattschläuche. Auf diese Weise hergestellte Schläuche werden oft zur Verstärkung innen mit einer Gewebeeinlage versehen.

Bei einem anderen Verfahren wird zuerst ein Profil (z.B. U-Profil) und anschliessend der Schlauch hergestellt, indem entlang der Kante eine Verschweissung vorgenommen wird. Bei solchen Schläuchen sind Innen- und Aussenwand häufig gewellt. Auch diese Schläuche werden in der Regel mit einer Gewebeeinlage verstärkt.

Eine weitere Möglichkeit der Schlauchfertigung ist die Herstellung von Schläuchen auf einem Dorn. Die Länge des Schlauches und sein Innendurchmesser richten sich dann nach der Länge und dem Durchmesser des Dorns. Der Dorn muss nach Fertigstellung des Schlauchs wieder entfernt werden.



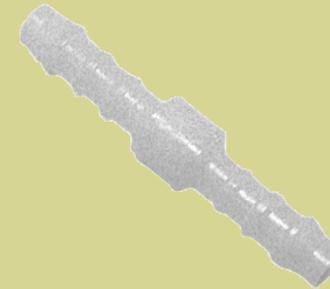
## Verwendungen von Schläuchen

Es gibt Schläuche für verschiedene Zwecke. Vielleicht am bekanntesten ist der Gartenschlauch (meist aus Kunststoff hergestellt).

Zudem gibt es Schläuche für Bewässerungssysteme (das Material besteht oft aus Recyclingprodukten aus Altreifen), Schläuche, die der Isolierung von elektrischen Leitungen dienen (meist aus Kunststoff, Gummi), Schläuche zum Leiten von Gasen (meist aus Kunststoff, Gummi, Naturfasern), Feuerwehrschräuche (aus Gummi, Kunstfasern, Naturfasern; Saugschräuche auch aus Metall) und Schläuche für Fahrzeuge (z.B. im Auto oder im Flugzeug; z.B. in der Scheibenwaschanlage, als Luftansaugschlauch, als Kühlwasserschlauch, als Kraftstoffschlauch, als Bremsschlauch, bei der Heizung und bei der Motorsteuerung als Unter- und Überdruckschräuche).



## Verbinden von Schläuchen: Der Schlauchverbinder



Ein Schlauchverbinder ist ein kurzes Rohrstück, das zur Verbindung von Schläuchen dient. Es wird in die Enden der zu verbindenden Schläuche gesteckt. Mit Hilfe von Schlauchverbindern lassen sich Schläuche verlängern, reparieren oder Ab- bzw. Verzweigungen einbauen. Der Schlauchverbinder sorgt dafür, dass die Schlauchverbindung dicht ist.

Die Verbindung ist nicht leicht zu lösen – im Unterschied dazu gibt es sogenannte Schlauchkupplungen, die sich leicht lösen und wieder verbinden lassen. Verbindungen mittels Schlauchverbindern werden an den Stellen einer Schlauchleitung verwendet, wo eine dauerhafte und fixe Verbindung benötigt wird.

Schlauchverbinder haben oft gerippte oder gewellte Enden, um ein Abrutschen des Schlauchs zu verhindern. Sie sind aus Kunststoffen oder Metallen (z.B. Edelstahl, Messing) gefertigt. Bei speziellen Schläuchen wird auch anderes Material verwendet, z.B. bestehen Schlauchverbinder bei Schläuchen, die Säuren leiten, aus Glas.

## Schlauchschellen/Briden

Schlauchschellen (auch Schlauchbinder oder Schlauchbriden genannt) befestigen die Schlauchenden an einem Anschluss oder einem Schlauchverbinder.



Schlauchschellen bestehen meistens aus einem ringförmigen Metallband (seltener aus Plastik). Zum Festziehen besitzt die Schelle meistens eine Schraube. Durch Drehen dieser Stellschraube verringert sich der Innendurchmesser der Schlauchschelle. Dadurch wird der darunter liegende Schlauch auf das Anschlussstück gepresst.

Als Erfinder der Metall-Schlauchschelle gilt Lumley Robinson, als Erfindungsjahr das Jahr 1921.

## Arten von Schlauchschellen

- **Schneckengewinde-Schellen** haben ein Metallband, das fortlaufend perforiert ist. Die Schraubwindungen der Stellschraube greifen in diese Perforierungen. Die Perforierungen fungieren wie ein Gegengewinde für die Schraube. Schneckengewinde-Schellen werden bei glatten Schläuchen benutzt. Sie sind weniger belastbar als z.B. ein normales Vollgewinde. Ein Vorteil ist der grosse Verstellbereich und die günstige Herstellung.



- **Doppeldrahtklemmen** haben zwei Drähte und eine Schraube mit Mutter zum Spannen der Drähte. Doppeldrahtklemmen werden zur Befestigung von Spiralschläuchen benutzt. Spiralschläuche werden in der Lufttechnik eingesetzt.



- **Gelenkbolzenschellen** bestehen aus einem Metallband, das zwei in das Band eingearbeitete Bolzen hat. Ein Bolzen hat ein Gewinde, der anderen ein Durchgangsloch. Mit Hilfe der Schraube werden die beiden Bolzen zueinander gezogen. Diese Schellen können oft wiederverwendet werden.



- **Feder-Schlauchschellen** stellen eine Feder dar. Sie müssen bei der Montage mit einer Zange auseinandergedrückt werden und schliessen sich aufgrund ihrer Federkraft selbsttätig um den Schlauch. Der Nachteil dieser Schellen ist, dass ihre Spannkraft meistens geringer ist als bei Schellen mit Stellschraube. Schläuche können sich in der Regel leichter wieder lösen. Für Schläuche mit hohen Innendrücken (z.B. Druckluftschläuche) sind diese Schellen also ungeeignet.



- **Nylon-Schlauchschellen** besitzen an beiden Enden sägezahnförmige Widerhaken, die beim Zusammendrücken fest einrasten.



## Meine Schlauchverbindung

Baue eine Schlauchverbindung (z.B. zwei Wasserbehälter aufstellen - Wasser soll vom obenstehenden Behälter in ein untenstehendes Fass geleitet werden).



# Schrauben und Gewinde

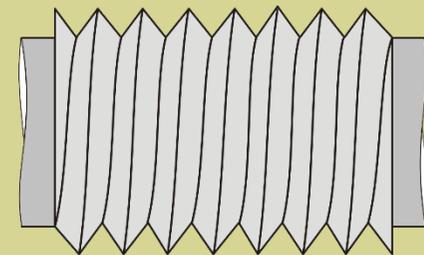
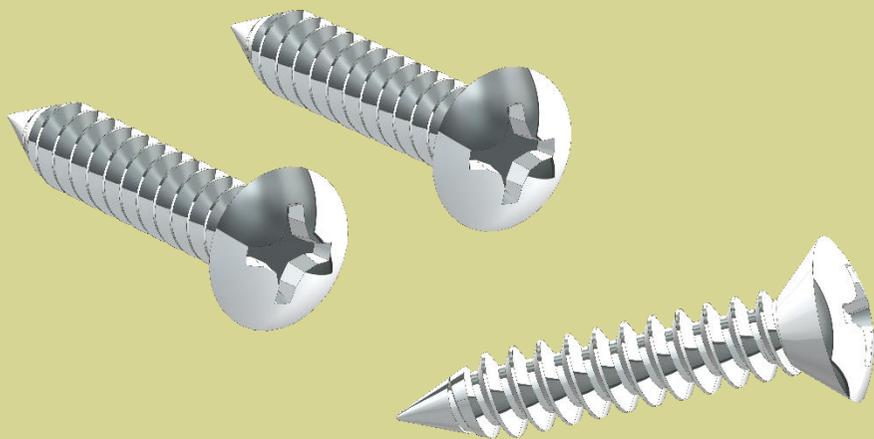


Fig. 1

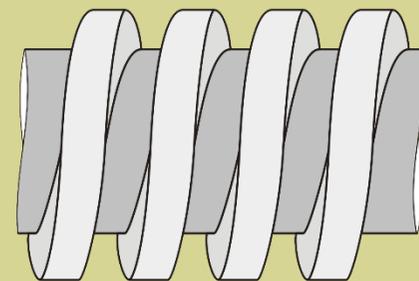


Fig. 2

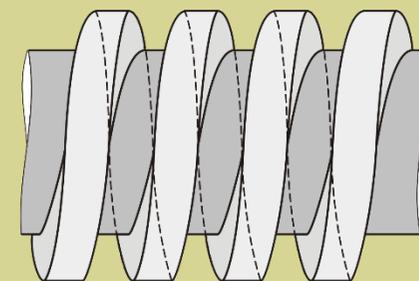
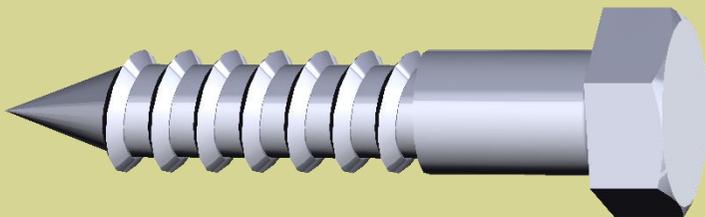


Fig. 3

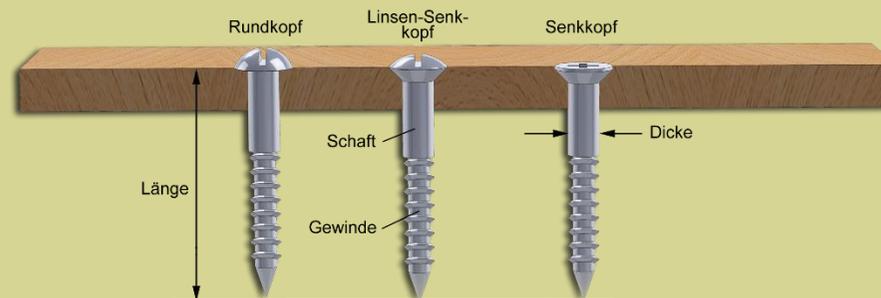
## Schrauben und Gewinde

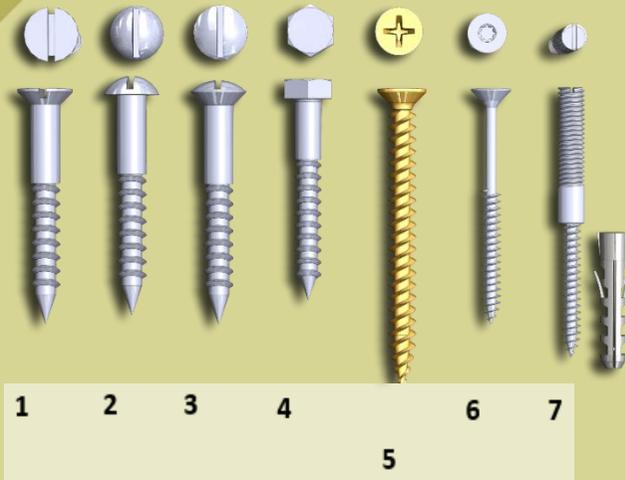


## Schrauben

### a) Schrauben für Holz

- Spitze am Gewindeende vorhanden, muss sich ins Holz fressen
- Gewinde nicht metrisch, oft sehr kompliziert
- es gibt Schrauben für Festholz und Schrauben für Spanplatten





**1. Senkkopf-Holzschraube**

Vielseitige Verbindungsschraube.

**2. Halbrundkopf-Holzschraube**

Für Befestigungen ohne Senkloch.

**3. Linsenkopf-Holzschraube**

Zum Befestigen von Schildern usw. Kopf wird bis zum Rand versenkt.

**4. Sechskant-Holzschraube**

Der Kopf wird mit einem Sechskantschlüssel angezogen.

**5. Montageschraube**

Insbesondere für Spanplatten.

**6. Montageschraube mit Schaft**

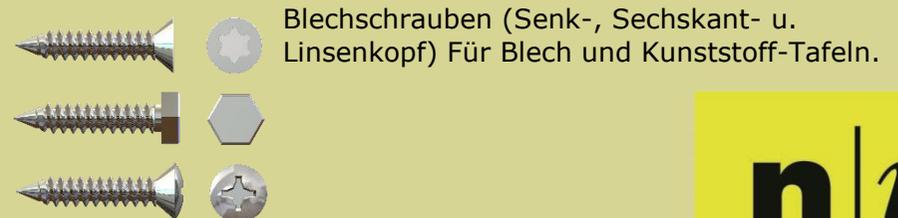
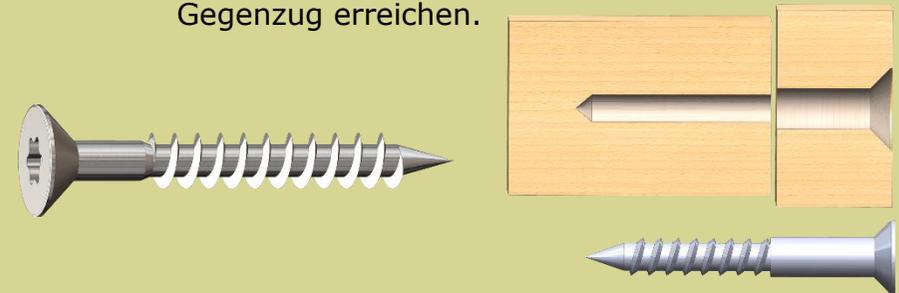
Zum Verbinden zweier Holzteile.

**7. Stockschrabe**

Insbesondere zum Befestigen von Sanitärobjekten

**b) Schrauben für Metall**

- metrisches Schraubgewinde
- Schraube wird meist in vorhandenes Schraubgewinde gedreht
- Gewinde mit Kennzeichnung „M“; Gewinde muss zu Schraube passen, daher Angabe nötig, um Kompatibilität sicherzustellen
- je feiner das Gewinde (je mehr Gewinde pro mm Länge), desto mehr Kraft/Festigkeit/Anpressdruck bringt Schraube auf; Gewinde flacher/dichter, Schneidspitze bei Metallschrauben oft variabel und interessant geformt
- Es gibt auch selbstschneidende Metallschrauben (funktioniert sogar ohne Bohren) für z.B. Blech, dann aber mit Spitze.
- Gewinde-Steigung: Holzschrauben, Metallschrauben anders.
  - Es gibt auch Schrauben, deren oberes Ende ohne Gewinde ist (Teilgewinde, im Gegensatz zu Vollgewinde). Es lässt sich fragen warum oben kein Gewinde ist. Antwort: Wenn man z.B. ein Brett gegen eine Holzunterlage schraubt kann man so Gegenzug erreichen.



Blechschraben (Senk-, Sechskant- u. Linsenkopf) Für Blech und Kunststoff-Tafeln.

## Schraubenköpfe

Sechskant- Zylinder- Senk- Rund- Linsenkopf



H-Kreuzschlitz

Kreuzschlitz  
ohne Schräge

Z-Kreuzschlitz



Inbus

Torx

TorxPlus

## Werkzeug für Schrauben

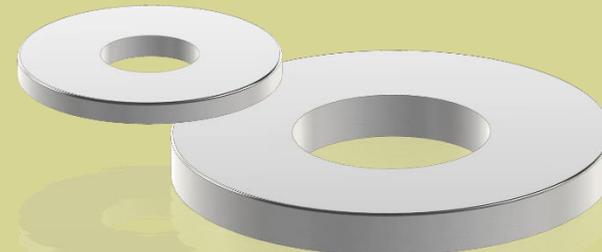


1. Schlitzschraubendreher
2. Schraubendreher mit Schraubenhalter
3. Kreuzschlitzschraubendreher

4. Kurze Schraubendreher
5. Kurzer Kreuzschlitzdreher
6. Schrauberbit-Magazin
7. Bohrmaschine mit regelbarer Geschwindigkeit

## Unterlegscheiben

Unterlegscheiben werden bei der Metallverschraubung verwendet. Bei Holz soll der Kopf der Schraube meist versenkt werden. Funktionen, die Unterlegscheiben haben, sind u.a. Abdecken des Bohrlochs und Vergrößerung der Auflagefläche. Eine Verwendung besteht auch bei drehbaren Teilen.



## Muttern

Sind zwei Teile durchbohrt, die kein Gewinde haben (nur eine Bohrung), und will man diese dann fixieren, kann man eine Mutter verwenden. Muttern werden bei Metallschrauben eingesetzt. Unter die Mutter wird i.d.R. eine Unterlegscheibe gelegt.

a) Sechskantmutter: häufigste Form.



b) Hutmutter: Ästhetisch. Und: dahinterliegendes Teil kann sich noch drehen.



c) Flügelmutter: Mit der Hand drehen können. Zum Wiederlösen bei Teilen, die häufiges Öffnen erfordern.



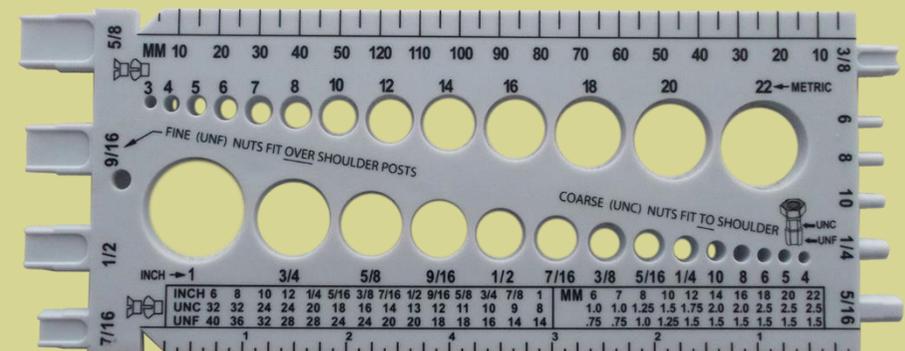
d) selbstsichernde Mutter



## Schrauben untersuchen

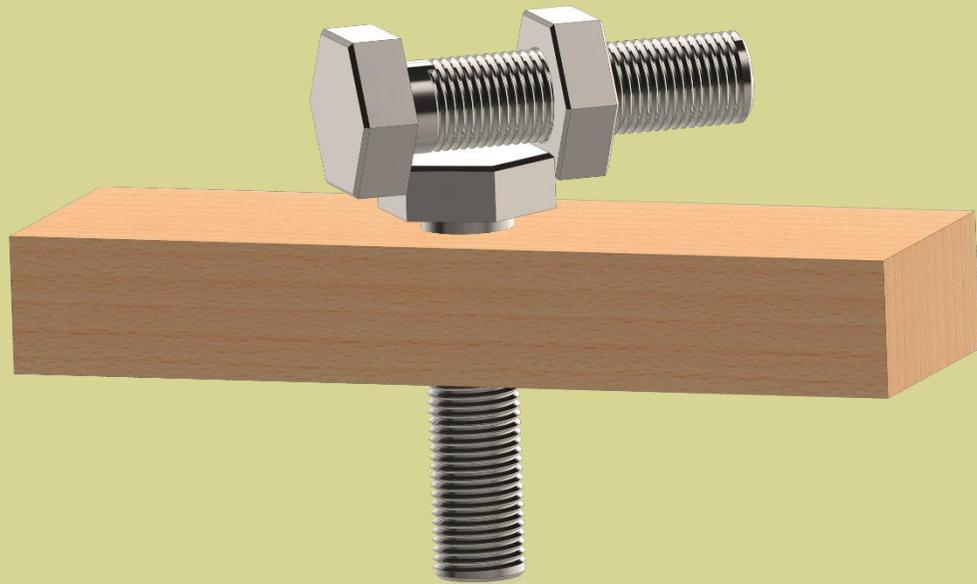
Es können verschiedene Schrauben genau untersucht werden, z.B.:

1. Länge messen (Lineal) => Länge des Schaftes (wenn vorhanden), Länge des Gewindes
2. wiegen (Feinwaage)
3. Durchmesser messen (Messinstrument = Schieblehre)
4. Beschreibung des Aussehens (Schäfte rund oder eckig, Beschaffenheit der Köpfe, z.B. Form, Schlitze) und Überlegung der Eignung/des Verwendungszwecks



### Überlege

- Wie lässt sich eine Schraube lösen, wenn einem kein passender Schlüssel zur Verfügung steht?



### Probiere

... Schrauben und Nägel in verschiedene Materialien einzudrehen (z.B. in weiches Holz, Styropor, Styrodur). Achte auf die Unterschiede.



**Eine Schraube aus Holz herstellen**



**Einen Nussknacker mit  
Schraubgewinde herstellen**



**Gewindebohrer und  
Gewindeschneider für Holz**



## Schraubverschlüsse



Schraubverschluss eines Salzstreuers



Schraubverschluss mit  
Aussengewinde



Schraubverschluss mit Schneidring (Milchverpackung)



Schraubverschluss mit Versiegelung

Ein Schraubverschluss dient dazu, Behältnisse und Gefäße (z.B. Dosen, Tuben, Gläser, Flaschen) luftdicht zu verschliessen. Die Behältnisse werden dafür mit einem Gewinde an der Öffnung versehen.



Nocken im Deckel eines  
Nockendrehverschlusses



### Das kannst du machen:

- Einen Schraubverschlussdeckel bauen, indem aus Knete oder Ton ein entsprechendes Bauteil hergestellt wird.
- Welche anderen Deckelverschlüsse (und damit Deckel-Flaschen-Verbindungen) gibt es? Beispiele finden und ansehen, z.B. Korkverschluss, Bügelverschluss.



# Wasserräder

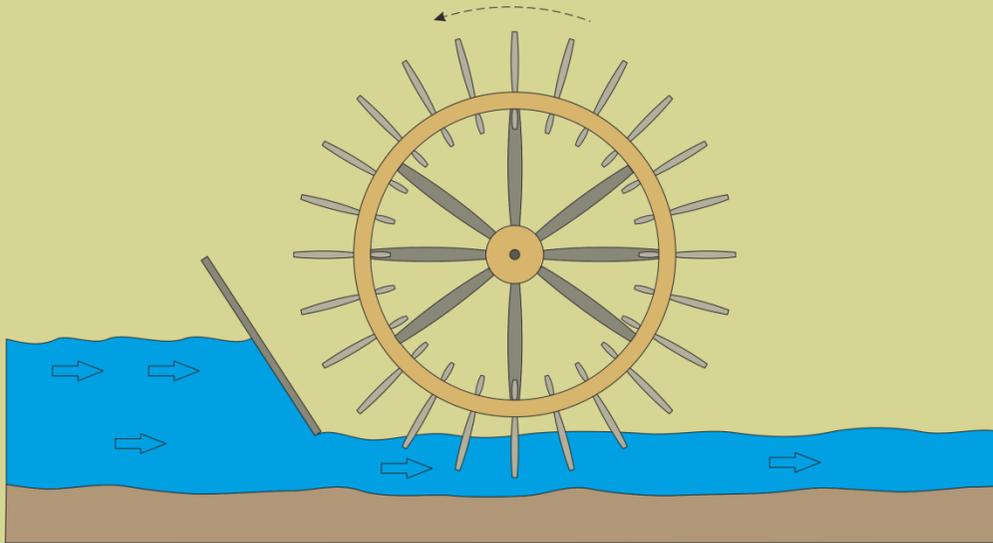


## Wasserräder

Wasserräder sind Verbundkonstruktionen – sie weisen viele Verbindungen in sich auf. Zudem treiben Wasserräder oft etwas an (z.B. Säge, Hammer) – dann muss zwischen Wasserrad und Werkzeug eine Verbindung hergestellt sein.

### Typen von Wasserrädern

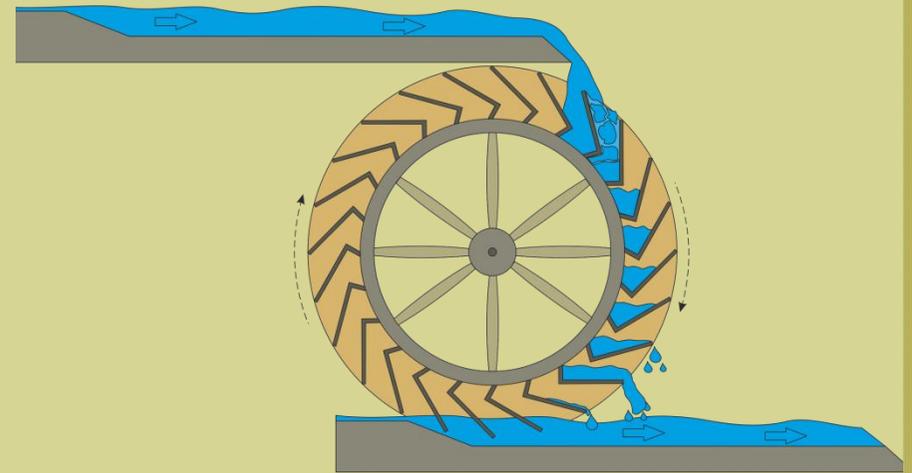
#### a) Unterschächtige Wasserräder (Stosswasserrad)



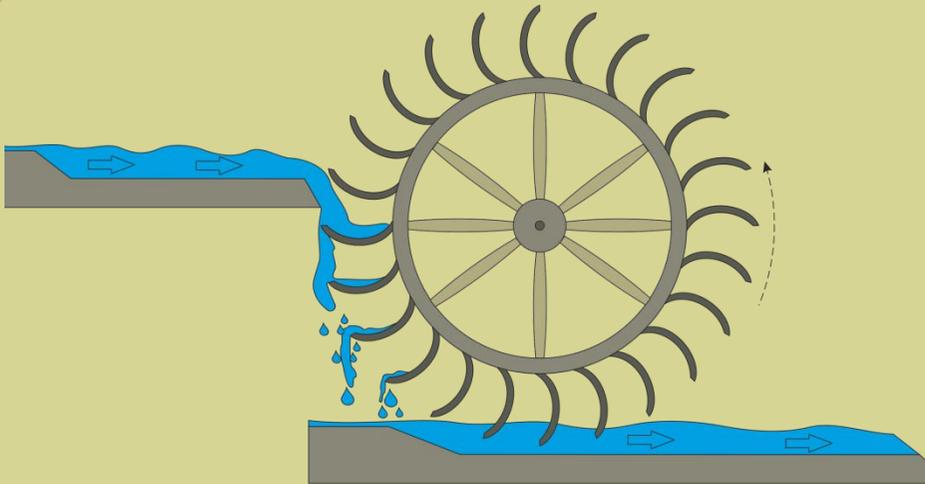
- älteste Form der Wasserräder
- kommen ohne Gefälle aus
- das Wasser strömt unter dem Rad durch
- die Kraftübertragung geschieht über Schaufeln
- nicht sehr effektiv; viel Wasser strömt seitlich vorbei
- sinnvoll an Flüssen mit wenig Gefälle und viel Wasser
- je grösser der Raddurchmesser, desto wirksamer

#### b) Oberschächtige Wasserräder

- funktionieren auch bei wenig Wasserdurchfluss
- das Wasser strömt über eine Rinne in die Schaufeln
- Schaufeln müssen so geformt sein, dass sie das Wasser möglichst lange, fast über eine halbe Raddrehung hinweg, halten, ohne es auszugliessen
- Variationsmöglichkeiten hinsichtlich der Anzahl und Dichte der Schaufeln



### c) Mittel- bzw. rückschächtige Wasserräder

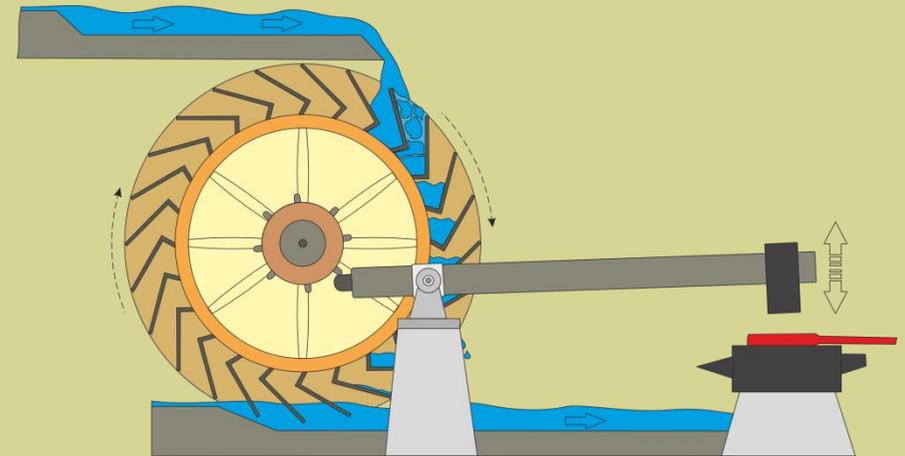


- beim mittelschächtigen Wasserrad wird das Wasserrad etwa auf Nabenhöhe beaufschlagt (vom Wasser getroffen)
- werden ähnlich wie überschächtige Räder gebaut, drehen aber in die entgegengesetzte Richtung

### Verwendung von Wasserrädern

Wasserräder sind Kraftmaschinen, mit Hilfe derer Wasserkraft in eine andere Kraftform umgewandelt wird.

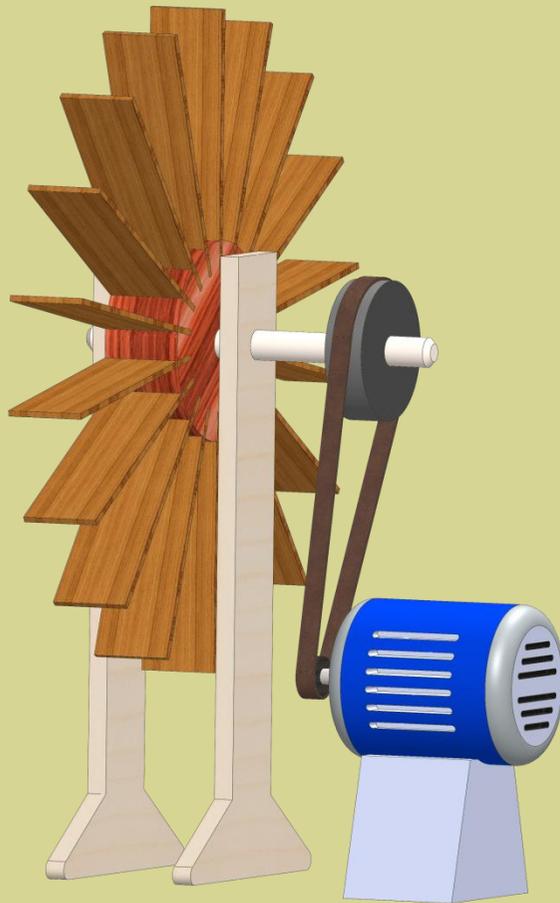
#### a) Wasserrad mit Hammer



An die Achse des Wasserrades wird an eine oder zwei Stellen ein Stift gesteckt. Dieser schlägt bei jeder Umdrehung den Hammer nach oben. Nachdem sich das Wasserrad weiter gedreht hat, fällt der Hammer nach unten und hämmert.

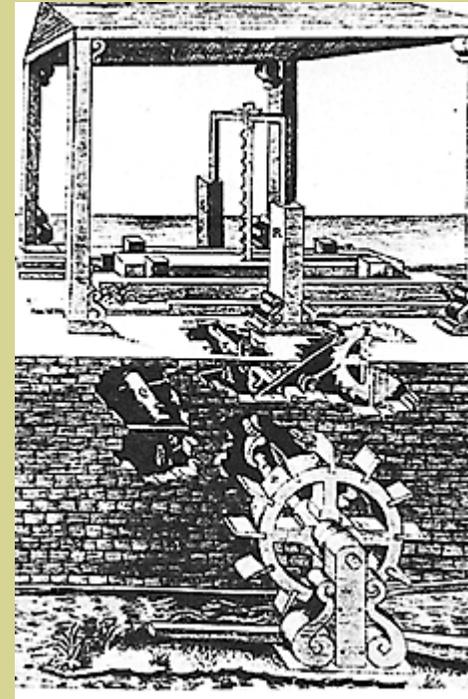
### b) Wasserrad mit Generator

Im Modell zu erkennen: Auf der Achse des Wasserrades wird zusätzlich ein zweites, gleich grosses Holzrad befestigt, auf dessen Oberfläche der Fahrraddynamo als Generator läuft.



### c) Wasserrad mit Säge

Es ist gar nicht so einfach, die Drehbewegung der Wasserradachse in eine Auf- und Ab- bzw. Vor- und Zurück-Bewegung zu verwandeln!



Entwurf für eine Sagemühle von Agostino Ramelli, 1588

## Bau von Wasserrad-Modellen

Es gibt zahlreiche Möglichkeiten, Modelle zu bauen:



## Dein Wasserrad am Bach

- Untersuchungen mit den Wasserradmodellen am Bach, z.B. Auswirkungen einer veränderten Flügelstellung auf die Drehbewegung oder -geschwindigkeit beobachten; die Auswirkung der Flügelform (z.B. flach oder becherförmig) auf den runden Lauf, die Auswirkung der Anzahl von Radschaufeln auf die Drehgeschwindigkeit erproben etc.
- Unterschiede der Konstruktionen feststellen.
- Funktionsprinzipien ermitteln. Festhalten von Einsichten (z.B. das Rad dreht sich am besten, wenn das Wasser auf das äusserste Ende der Schaufeln auftrifft; die Drehgeschwindigkeit erhöht sich, wenn der Fallweg des Wassers vergrössert wird; das Wasser fliesst von gradflächigen Schaufeln schneller ab als von becherförmigen etc.). Überlegen: wie lässt sich die Reibung vermindern?
- Nachdenken über Vor- und Nachteile von unter-, ober- oder mittelschächtigen Wasserrädern.