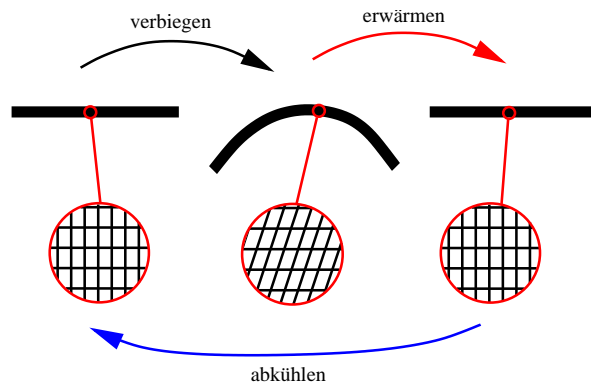
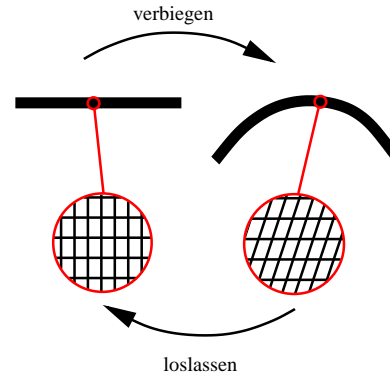


Wenn wir mit einem richtig guten Mikroskop, einem so genannten Elektronenmikroskop, in ein Metall hineinschauen, dann sehen wir, dass ein Metall aus kleinen Bausteinen aufgebaut ist, die aussehen wie Schuhkartons. Dabei reiht sich ein “Schuhkarton” an den anderen. Aus unserem bisherigen Leben wissen wir, dass es sehr viele verschiedene Schuhkartons gibt: Die einen sind groß und die anderen sind klein. Darüber hinaus gibt es weiche und feste Schuhkartons. Genauso verhält es sich auch mit den kleinsten Bausteinen, aus denen die Metalle bestehen. Normalerweise würden die “Schuhkartons”, aus denen die Metalle aufgebaut sind, einfach nur aufeinander abgleiten, wenn ein Metall verbogen wird. Dadurch entstehen die bleibenden Verbiegungen, die Fachleute als Plastizität bezeichnen. Am einfachsten könnt ihr diesen Effekt an einer Büroklammer studieren. Bei den Metallen mit Gedächtnis passiert etwas anderes: Die kleinsten Bausteine eines Gedächtnismetalls können nämlich verbogen werden, so dass jeder “Schuhkarton” seinen Nachbarn behält. Wenn ich dann das Metall mit Gedächtnis wieder los lasse, bleibt es bei einer bestimmten Temperatur einfach krumm. Wenn es jedoch erwärmt wird, dann richten sich die “Schuhkartons” wieder auf und das Metall erinnert sich an seine eingeprägte Form. Das heißt, die schiefen Kartons werden durch Erwärmen wieder gerade. Diesen Effekt nennen wir das *thermische Gedächtnis*.



Wenn es etwas wärmer ist, dann zeigt das gleiche Metall einen anderen Effekt: Wir können es nämlich verbiegen

und nach dem Loslassen erinnert es sich sofort an seine ursprüngliche Form. Diesen Effekt nennen wir das *mechanische Gedächtnis*.



### Was kann ich mit NiTiNOL machen?

Mittlerweile gibt es ziemlich viele Anwendungen, in denen NiTiNOL verwendet wird. Beispielsweise kann das mechanische Gedächtnis für Brillengestelle verwendet werden. Dadurch hält so eine NiTiNOL-Brille viel länger als eine normale Brille, weil man sich schon mal draufsetzen kann, ohne dass sie kaputt geht. Macht das aber bitte nicht mit eurer normalen Brille, denn die würde dadurch sofort kaputt gehen.

Das thermische Gedächtnis wird beispielsweise eingesetzt, um Lasten zu heben. Dabei ist NiTiNOL wahrlich so stark wie Herkules, da es sogar in der Lage ist einen Felsen zu teilen. Es kann zudem große Bewegungen erzeugen, so dass es anstelle von Elektromotoren verwendet wird. Beispielsweise war ein Antrieb aus NiTiNOL, der zum Durchführen von Experimenten benötigt wurde, bei der Mars Mission Pathfinder dabei. Eine weitere Anwendung ist das clevere Hemd, bei dem NiTiNOL-Fäden in einen gewöhnlichen Stoff eingewebt wurden. Hierdurch kann das Hemd durch Föhnen gebügelt werden und bei Sonnenschein krempeeln sich auch noch die Ärmel hoch.

Email: [Dr.DirkHelm@uni-kassel.de](mailto:Dr.DirkHelm@uni-kassel.de)

WWW: <http://www.ifm.maschinenbau.uni-kassel.de/~helm>

# Metalle mit Gedächtnis

Skript zur Vorlesung  
von

**Dr.-Ing. Dirk Helm**

Institut für Mechanik  
Fachbereich Maschinenbau  
Universität Kassel



**U N I K A S S E L**  
**V E R S I T Ä T**

1. Kasseler Kinder-Universität

Liebe Studentinnen und Studenten,



ich hoffe, dass euch die heutige Vorlesung zur 1. Kasseler Kinder-Universität viel Freude bereitet hat. In meiner Vorlesung habe ich euch einen kleinen Einblick in die faszinierende Welt der

### Metalle mit Gedächtnis

gegeben. Damit ihr euren Eltern und

Großeltern sowie euren Freunden von den außergewöhnlichen Metallen berichten könnt, habe ich für euch ein kleines Vorlesungsmanskript geschrieben. So ein Skript gibt es auch zu vielen anderen Vorlesungen an einer Universität. Darin sind noch einmal die Antworten auf die wichtigsten Fragen enthalten. Allerdings wäre das reine Nachlesen natürlich ziemlich langweilig: Deswegen habe ich euch auch ein kleines Stück „Zauberdraht“ aus einem Nickel-Titan-Gedächtnismetall beigelegt, so dass ihr in eurem eigenen „Labor“, natürlich **nur** unter der Aufsicht und mit der Erlaubnis eurer Eltern, damit experimentieren könnt.

Viel Spaß dabei!

Dirk Helm

### Wer hat das Metall mit Gedächtnis erfunden?

Als William J. Buehler 1959 in seinem Labor (Naval Ordnance Laboratory, USA) aus den beiden Metallen Nickel und Titan ein neues Metall erschmolz, erahnte er nicht, welche Fähigkeiten in diesem Material steckten. In einem einfachen Laborexperiment merkte er jedoch sofort, dass dieses Metall, das er auf den Namen **NiTiNOL** taufte, etwas Besonderes war: Er ließ ein kaltes und ein warmes Stück NiTiNOL auf den Boden fallen. Das warme Stück hörte sich genauso an, wie ein gewöhnlicher Metalllöffel. Dagegen klang das kalte Stück NiTiNOL, das er zudem sehr leicht verbiegen konnte, sehr dumpf. Einige Zeit später nahm er an einer Sitzung teil, um für neue Forschungsgelder

zu werben. Während dieser Sitzung wurde ein Stück NiTiNOL-Draht herumgereicht und jeder der Teilnehmer bestaunte die leichte Verbiegbarkeit. Einer der anwesenden Direktoren war Pfeiffenraucher und führte ein wichtiges Experiment durch: Er erhitzte den Draht mit seiner Pfeife und dann geschah es: Der verbogene Draht erinnerte sich an seine ursprüngliche Form. Diese Beobachtung machte NiTiNOL weltweit sehr schnell berühmt. Wie sich später herausstellte, besitzt NiTiNOL nicht nur ein *thermisches Gedächtnis* sondern ebenfalls ein *mechanisches Gedächtnis*: Bei bestimmten Temperaturen erinnert sich NiTiNOL – nachdem es verbogen wurde – von alleine an seine ursprüngliche Form.

### Das Haus vom Nikolaus

Das Haus vom Nikolaus kennt jedes Kind und auch Mathematikliebhaber haben viel Freude an ihm: Das Haus vom Nikolaus ist nämlich nichts anderes als ein Euler-Weg. Aber das wisst ihr garantiert aus dem Mathematikunterricht und die 44 verschiedenen Möglichkeiten das Haus vom Nikolaus zu zeichnen kennt wahrscheinlich auch jeder von euch. Eine Lösung habe ich in einen Nickel-Titan-Draht eingepreßt. Das war gar nicht mal so einfach. Bei Raumtemperatur könnt ihr den Draht nahezu beliebig verbiegen. Wenn ihr ihn erwärmt, erinnert er sich blitzschnell an seine eingepreßte Form: Das Haus vom Nikolaus.

So funktioniert das Experiment, dass ihr **nur** mit der **Erlaubnis und unter der Aufsicht eurer Eltern** durchführen dürft:

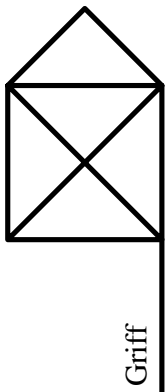
1. Verbiegt den Nickel-Titan-Draht bei Raumtemperatur in eine beliebige Form. Passt dabei auf, dass ihr euch an den spitzen Enden des Drahtes nicht verletzt.

**Zusatzinformation: Der Draht besteht aus Nickel und Titan. Aufgrund seiner besonders guten Verträglichkeit für den menschlichen Körper wird dieses Metall in zahlreichen medizinischen Anwendungen (z.B. Zahnsparren**

**und Brillengestellen) verwendet. Menschen mit Nickel-Allergie sollten als Vorsichtsmaßnahme jedoch auf den direkten Kontakt mit dem beiliegendem Nickel-Titan-Draht verzichten, um eventuell mögliche allergische Reaktionen zu vermeiden.**

2. Legt den Draht auf einen Teller mit einem Rand.

3. Um den Draht an seine ursprüngliche Form zu erinnern, bittet ihr eure **Eltern**, ein wenig heißes Wasser (ca. 60°C; ein paar Tropfen genügen) über den Draht in den Teller zu gießen. Schaut dabei genau zu: Der Draht erinnert sich blitzschnell an seine ursprüngliche Form. **Nehmt den Draht erst wieder in die Hand, wenn das Wasser abgekühlt ist, denn an 60°C heißem Wasser könnt ihr euch sehr leicht verbrennen.** Damit ihr das Haus vom Nikolaus besser greifen könnt, habe ich für euch einen kleinen Griff angebracht.



### Warum haben manche Metalle ein Gedächtnis?

Täglich kommen wir mit Metallen in Berührung: z.B. benutzen wir Metallbesteck zum Essen und Fahrräder sowie Straßenbahnen, um uns fortzubewegen. Wir sind also wirkliche Experten auf diesem Gebiet: Daher wissen wir beispielsweise, dass Metalle undurchsichtig sind, dass sie häufig eine glänzende Oberfläche besitzen und dass sie sehr gut verbiegbare sind. Aber dass Metalle ein Gedächtnis besitzen, das wussten wir bisher nicht: Oder?