

Übung 3: Von Der Bionik zur Medizin

Gestaltung eines Pendelhubbohrers für die orthopädische Chirurgie

Stand: 02.01.2014

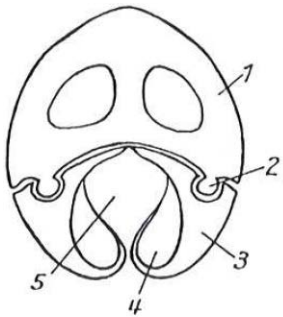
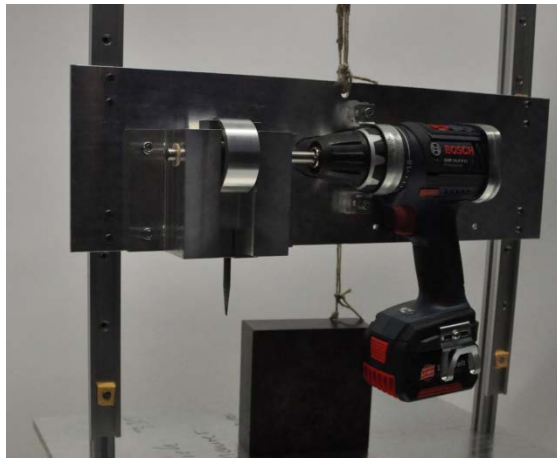


Abb. 5. Querschnitt durch den eigentlichen Stachel. 1: Stachelrinne mit den beiden Kanälen; 2: Gleitrippen für die Stechborsten; 3: Stechborsten; 4: Stechborstenkanälchen; 5: Eiausführgang



Technische Umsetzung des Bohrers



Riesenholzwespe (*Urocerus gigas*), ♀, bei der Eiablage

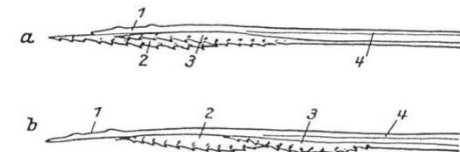
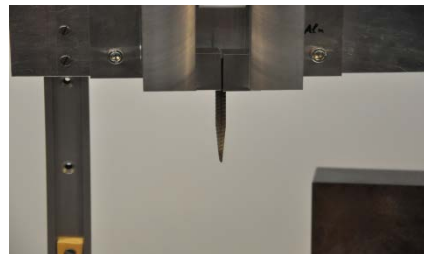
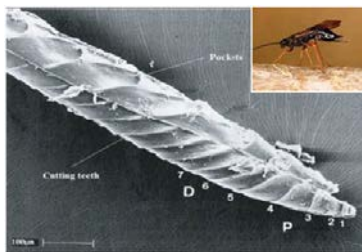
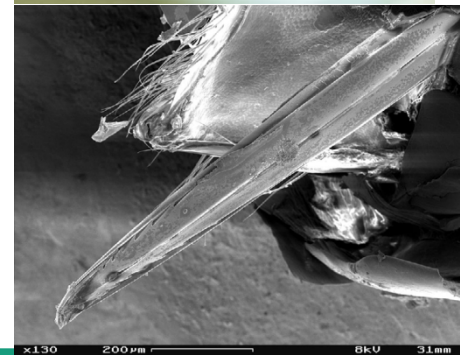


Abb. 6. Der distale Teil der Stachelrinne und der Stechborsten von der Seite (nach einer Fotografie angefertigt). 1: Spitze der Stachelrinne; 2: Sägeblatt der dem Beschauer abgewandten Seite; 3: Sägeblatt der anderen Seite; 4: Ventrale Kante der Stachelrinne. Weitere Erklärung im Text

Der Stachel der Wespen

Fast alle weibliche Tiere der Wespen- und Bienenarten besitzen einen Stachel am Hinterleib. Die Funktion des Stachels unterscheidet sich allerdings je nach Art voneinander. Zum einen kommt er als Stichwaffe mit Gift zum Einsatz, um sich zu verteidigen. Zum anderen ist er, wie bei den Holzwespen-Arten, für die Eiablage konzipiert. Daher fehlt bei den Holzwespen-Arten (Urocerus, Sirex, Paururus, Tremex und Xeris) ein Giftstachel.

Allerdings haben die Schlupfwespen-Arten neben einem Legebohrer eine Giftdrüse, um ihre Wirtlarve zu lähmen.



Hymenoptera - Hautflügler

In die Ordnung* der H. gehören u.a. Wespen, Hornissen, Hummeln, Bienen und Ameisen.

Die H. werden in die folgenden Unterordnungen unterteilt: Taillenwespen (Apocrita) und die Unterordnung der Pflanzenwespen (Symphyta) zu letzteren unsere Bohrvorbilder die sog. *Holzwespen* (Siricidae) mit weltweit ca. 100 Arten gehören, die Nadel und Laubholz befallen, gehören.

Die *Schlupfwespen* (Ichneumonidae), bohren ebenfalls in Holz. Sie leben parasitär, d.h. sie haben es auf die Larven, die im Holz leben, abgesehen, in welche sie ihre Eier legen. Sie gehören zur Unterordnung der Taillenwespen

*die Insekten werden in ca. 33 Ordnungen eingeordnet, s. nächste Seite:

Einschub: Die Insektenordnungen (nicht zum Auswendiglernen, nur zur Übersicht!)

Ordnung Diplura – Doppelschwänze

Ordnung Protura - Beintastler

Ordnung Collembola - Springschwänze

Ordnung Archaeognata - Felsenspringer

Ordnung Zygentoma – Fischchen (Silberfischchen)

Ordnung Ephemeroptera - Eintagsfliegen

Ordnung Odonata - Libellen

Ordnung Plecoptera- Stein- oder Uferfliegen

Ordnung Embioptera - Fuß- oder Tarsenspinner

Ordnung Dermaptera - Ohrwürmer

Ordnung Mantodea - Fangschrecken

Ordnung Blattodea - Schaben

Ordnung Isoptera - Termiten

Ordnung Phasmida - Gespenst- oder Stabschrecken

Ordnung Ensifera - Langfühlerschrecken

Ordnung Caelifera - Kurzfühlerschrecken

Ordnung Psocoptera - Staubläuse

Ordnung Mallophaga - Feder- oder Kieferläuse

Ordnung Anoplura - Echte Läuse

Ordnung Thysanoptera - Fransenflügler

Ordnung Heteroptera - Wanzen

Ordnung Homoptera - Gleichflügler

Ordnung Heteroptera - Wanzen

Ordnung Homoptera - Gleichflügler

Beispiel der taxonomischen Einordnung der Riesenholzwespe

HYMENOPTERA

UROCERUS GIGAS

RIESENHOLZWESPE

ORDNUNG

Hymenoptera (Hautflügler)

UNTERORDNUNG

Symphyta (Pflanzenwespen)

FAMILIE

Siricidae (Holzwespen)

GATTUNG

Urocerus

KÖRPERLÄNGE

♂12 - ♀40 mm

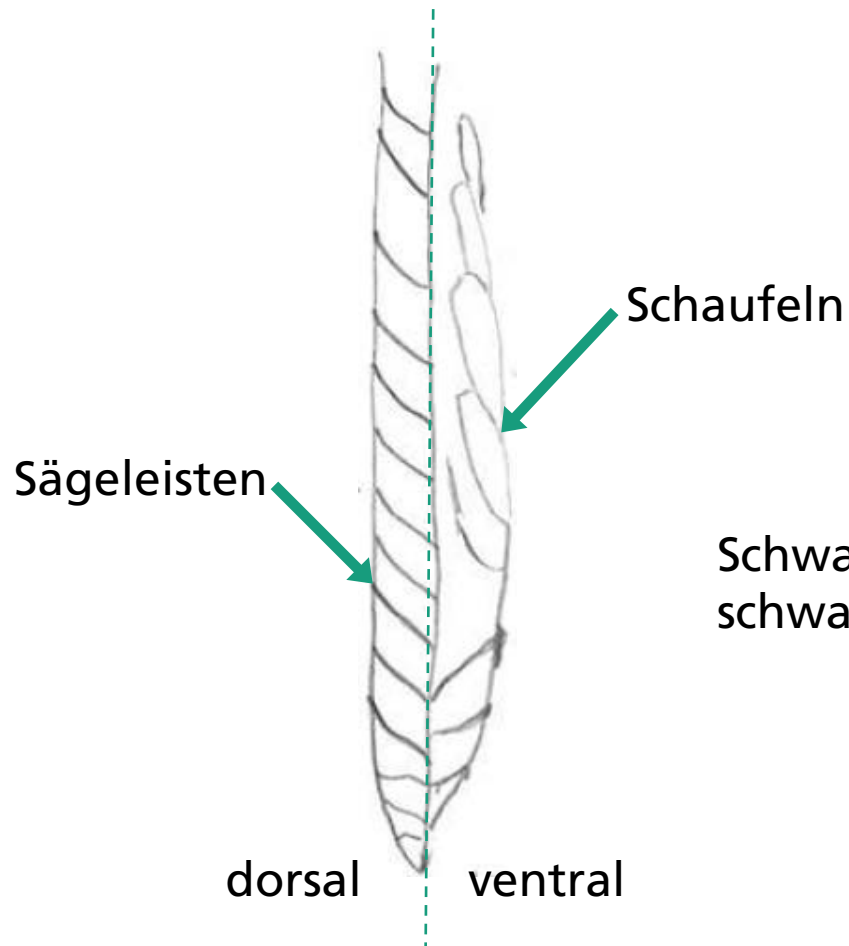
VERBREITUNG

Nadelwälder Europas und gemäßigte
Zonen Asiens

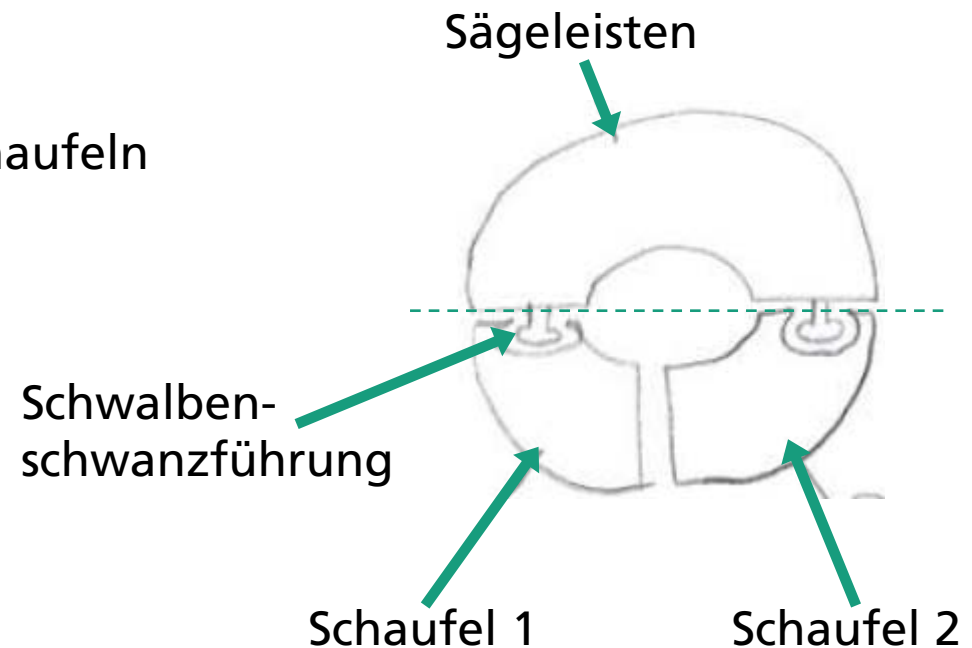


Funktionsprinzip und Aufbau des Stachels

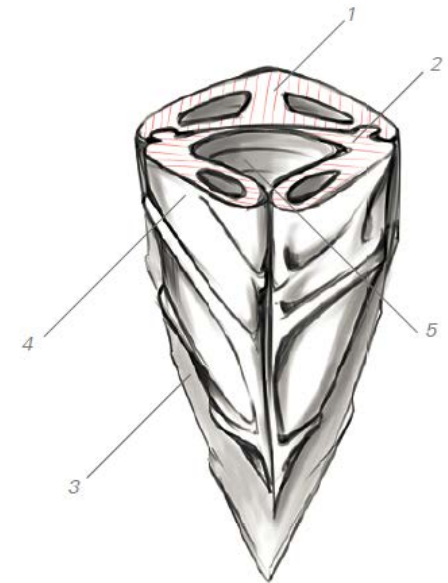
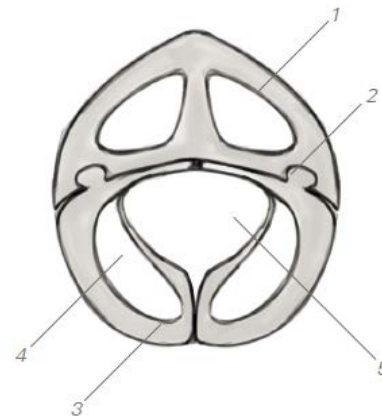
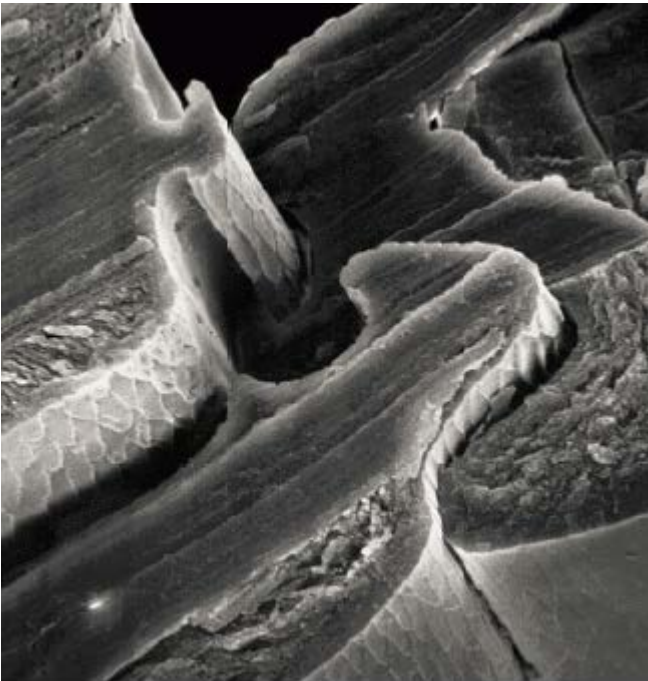
Seitenansicht:



Querschnitt:



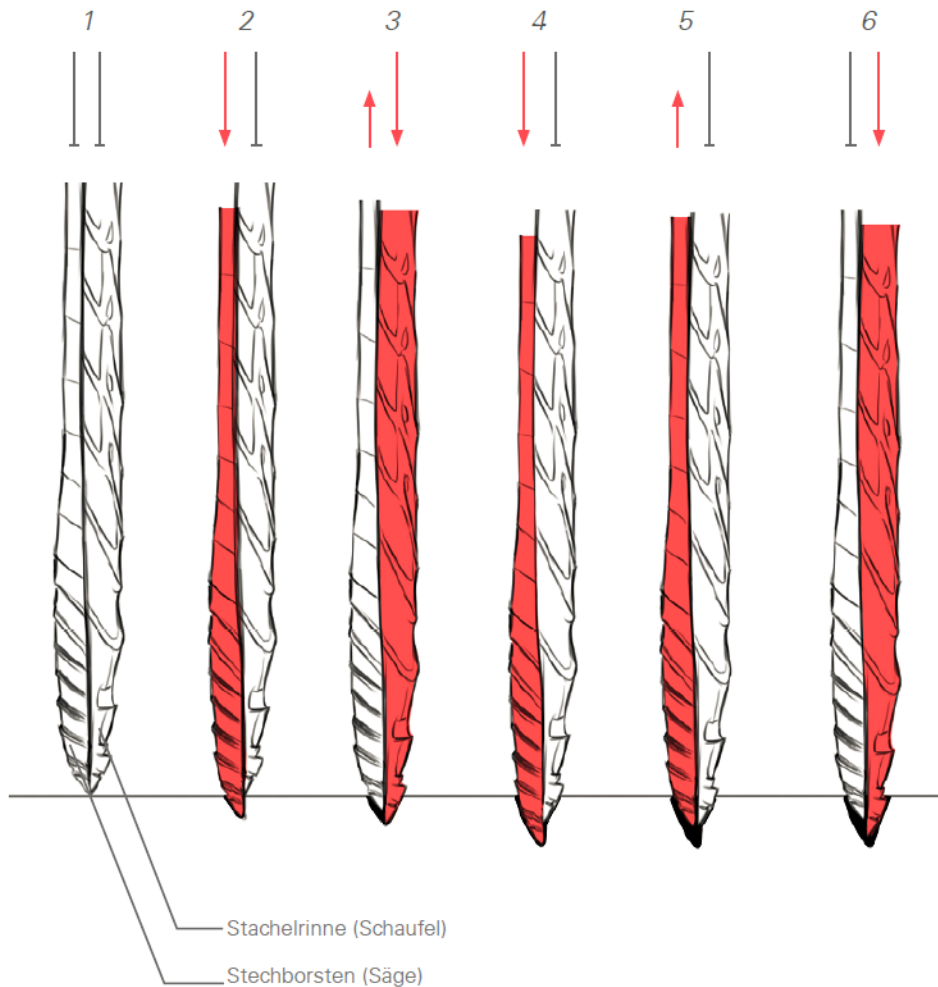
Schwalbenschwanzführung der Bohrerteile-



LÄNGSSCHNITT-DARSTELLUNG

- 1. Stachelrinne mit den beiden Kanälen
- 2. Gleitrippen für die Stechborsten
- 3. Stechborsten
- 4. Stechborsten-Kanälchen
- 5. Eiausführungsgang

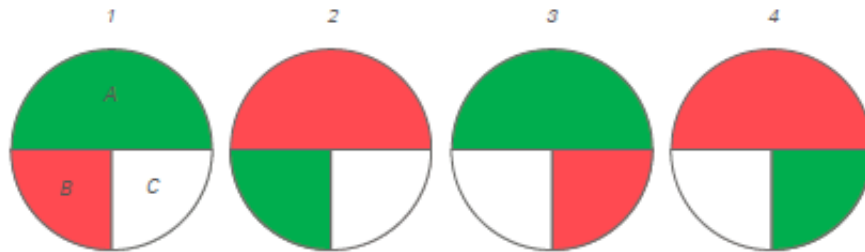
Ablauf des Bohrprozesses (1)



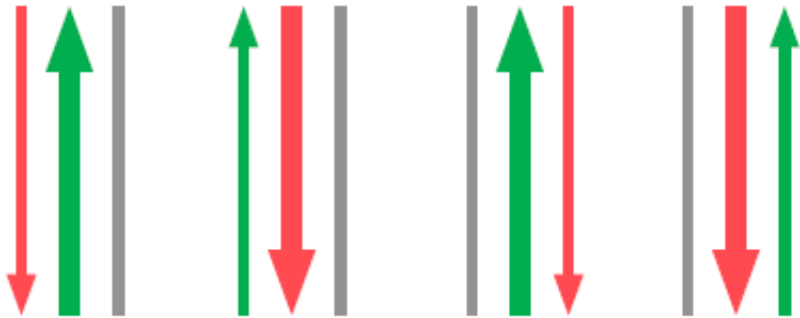
FUNKTION DER SCHAUFEL

Durch die Aufwärtsbewegung der Sägeleiten wird das Holz abgerieben. Die dabei entstehenden Holzspäne werden bei der Aufwärtsbewegung durch die Schaufeln nach oben bzw. nach außen befördert. So arbeitet sich der Bohrer immer tiefer in das Holz hinein.

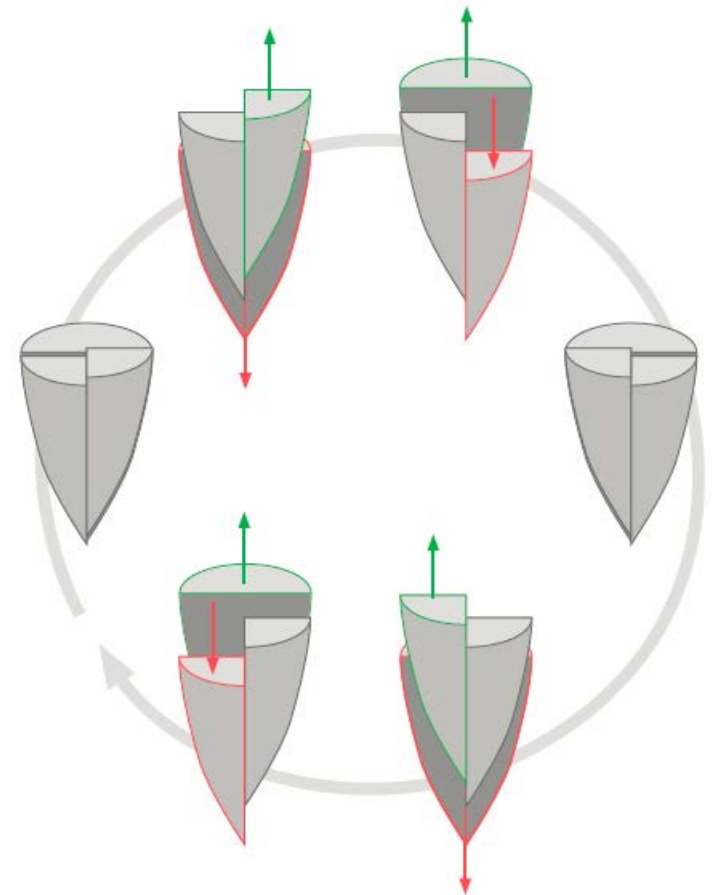
Ablauf des Bohrprozesses (2)



B A C



A = Stachelrinnen (Schaufeln)
 b = Stechborsten 1 (Säge)
 C = Stechborsten 2

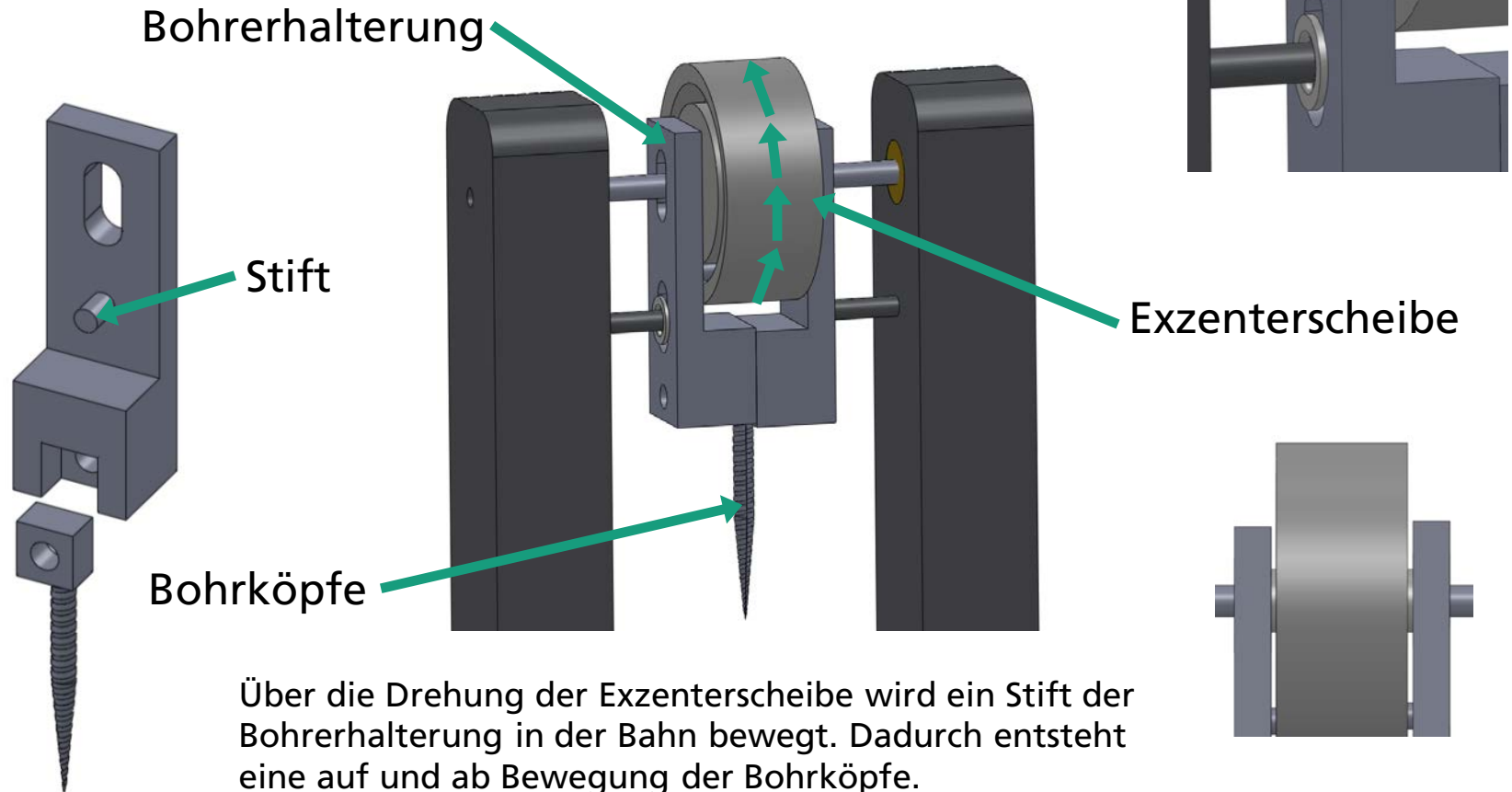


Anforderungen an die Konstruktion

- Der Bohrer muss durch eine vertikale Auf- und Abbewegung bohren können.
 - deshalb muss der Bohrer aus mindestens zwei Hälften bestehen.
- Der Aufbau muss absenkbar sein, um sich mit dem Bohrer mit zu bewegen.
 - deshalb muss eine Schienenführung zur Absenkung benutzt werden.
- Umdrehungszahlen von 600 -1500 Umdrehungen pro Minute sollten ansteuerbar sein.
- Möglichst leichte Auswechselbarkeit der Bohrköpfe.
- Kostengünstige Ausführung des Projekts.

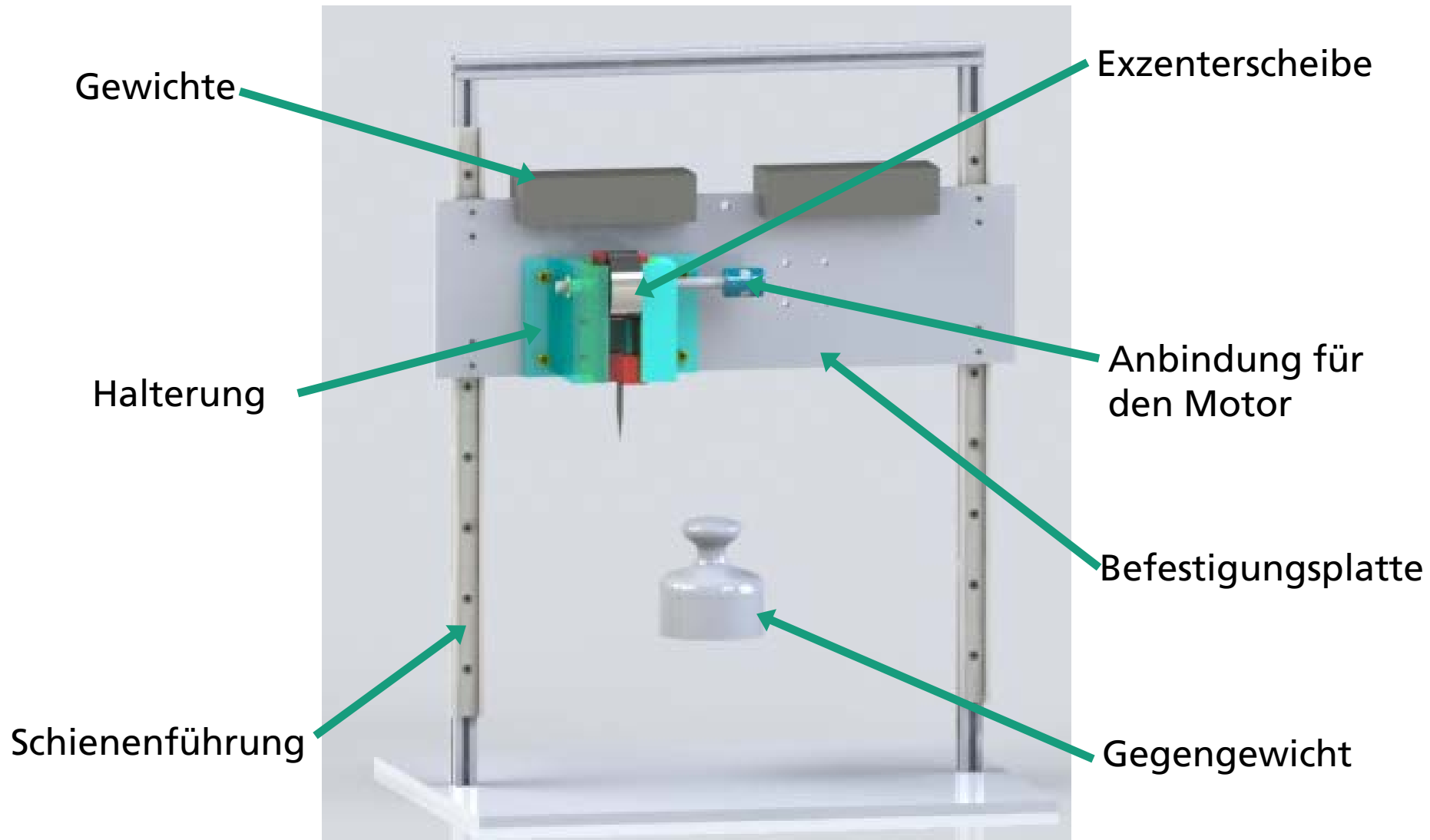
Konzepte

Antrieb über eine Exzentrerscheibe



Entwurf Luiz Fabre

Weiterentwicklung des Konzepts



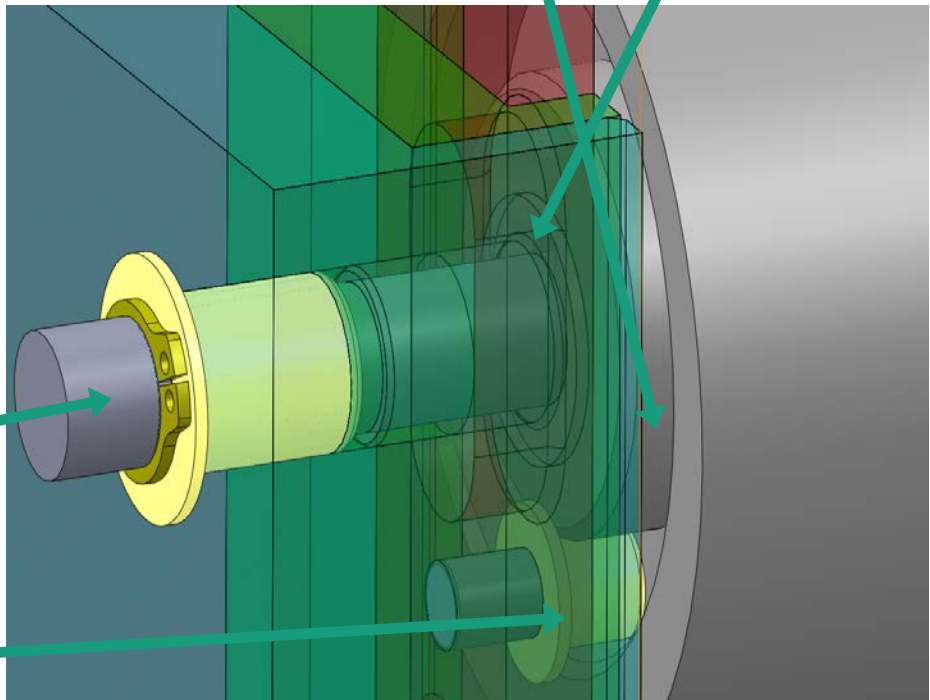
Mechanische Umsetzung

IGUS Schienenführungen um die auf und abwärts Bewegung zu realisieren.

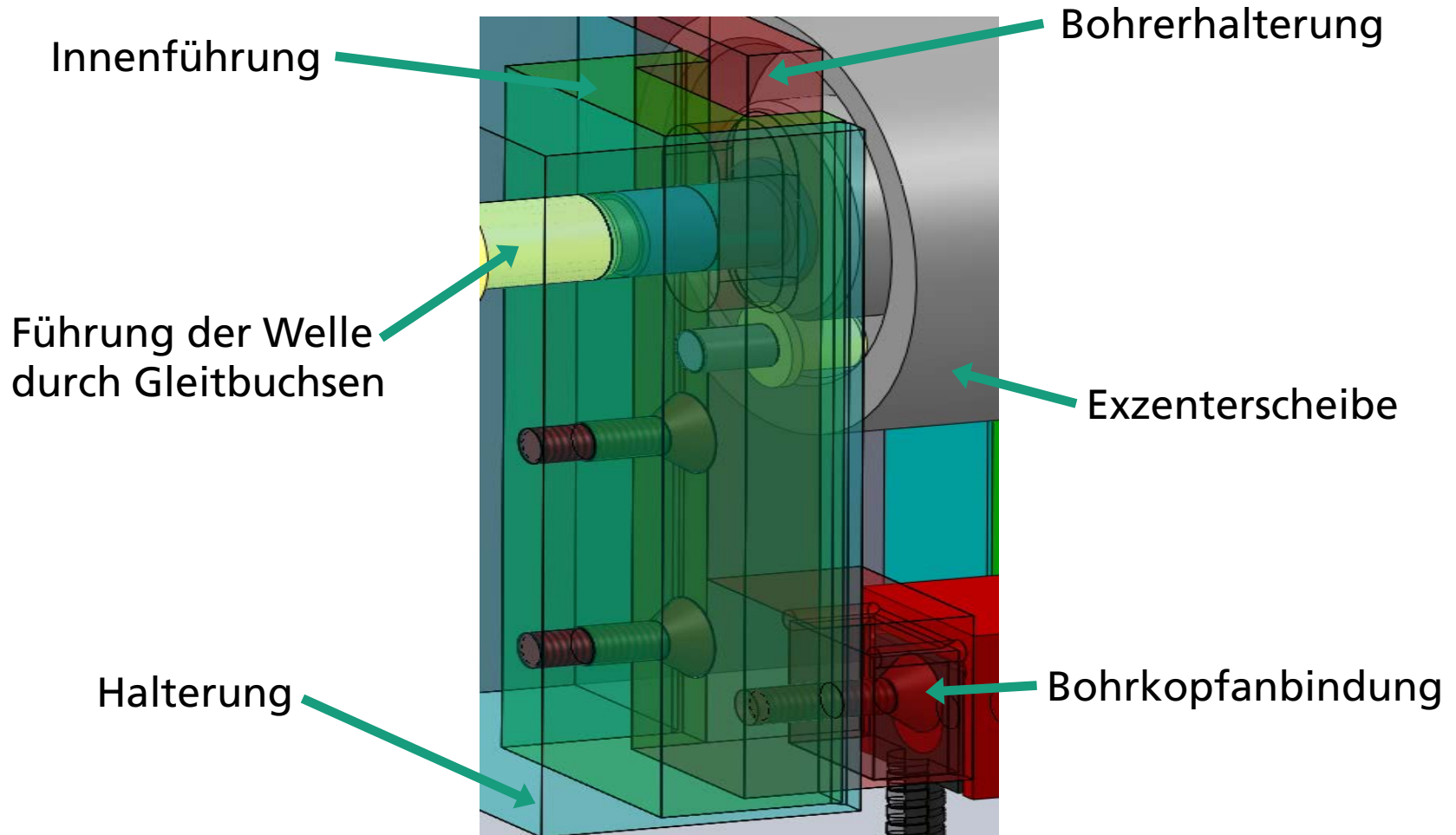
Laufbahn in der Exzentrerscheibe Passfeder

Welle

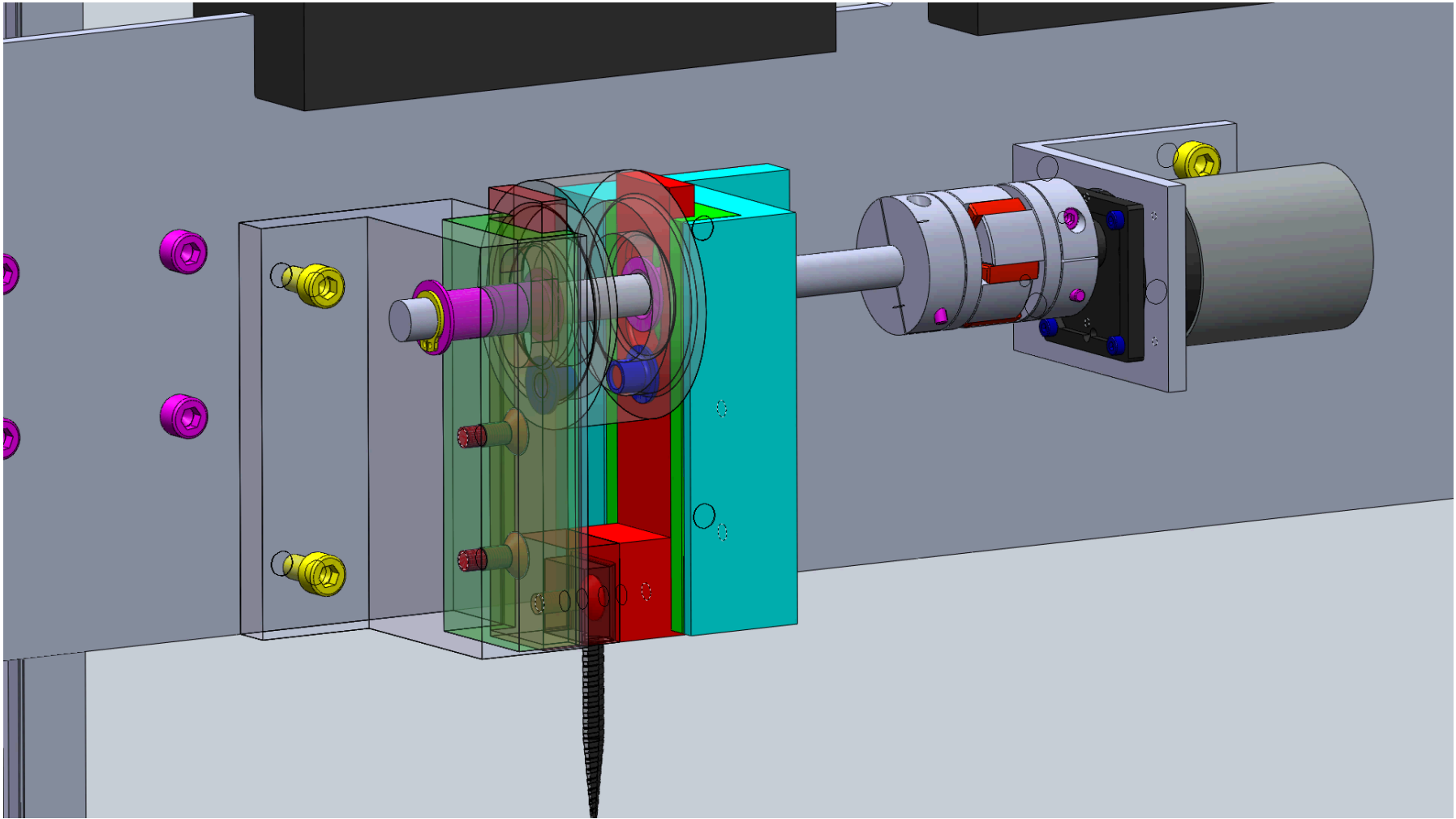
Gleitbuchse



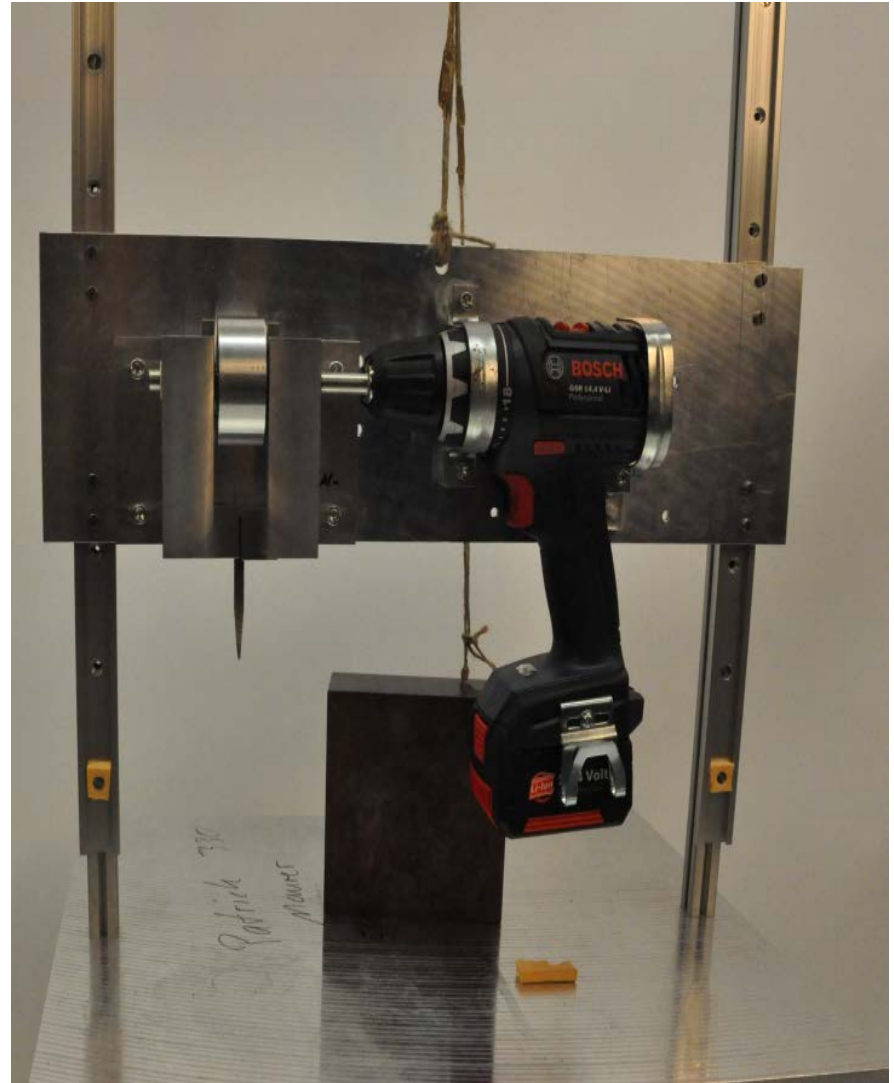
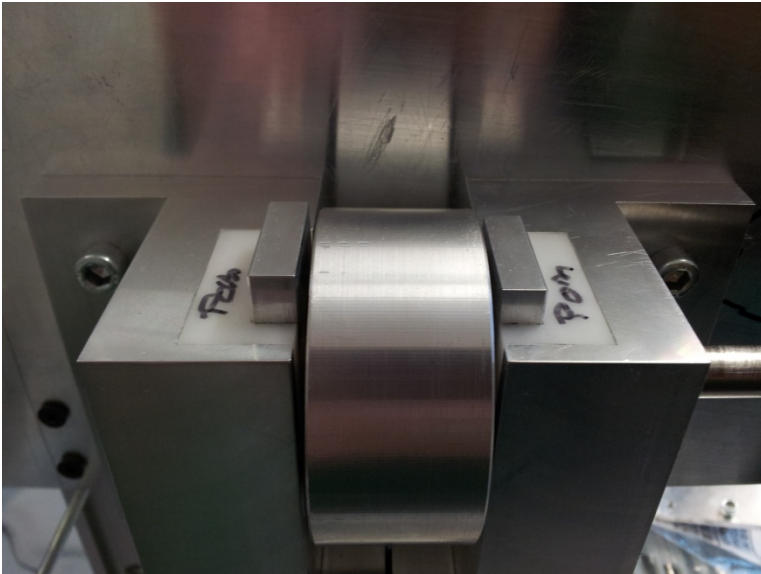
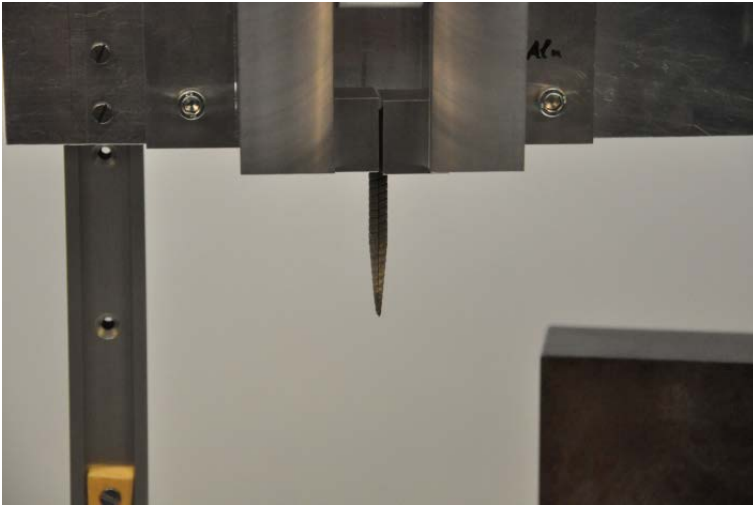
Mechanische Umsetzung



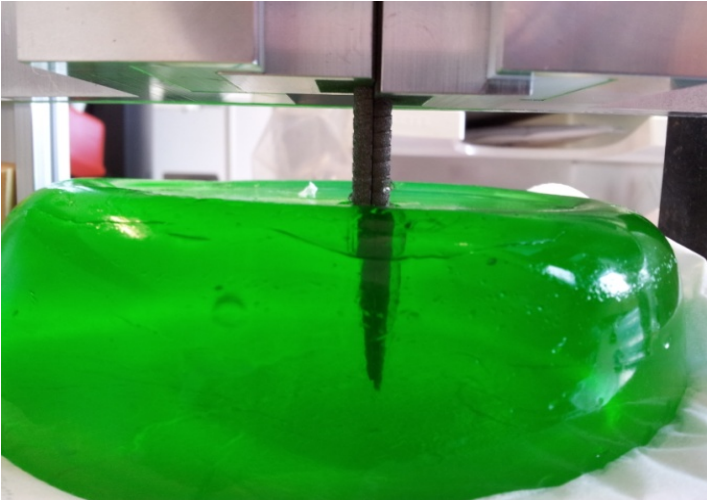
Video – Konstruktion mit Motor



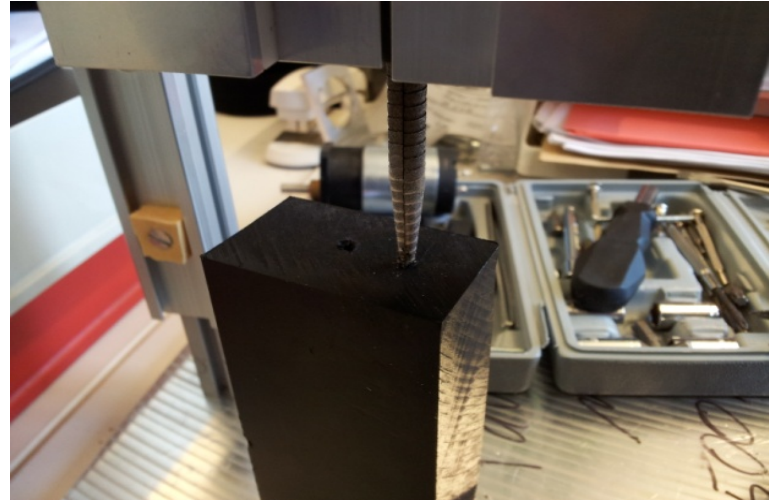
Bilder der fertigen Konstruktion des 1.Funktionsmusters



Bilder der Versuche



Test mit ballistischem Gel



Test mit Kunststoff



Test mit Holz

Testergebnisse:

→ Je weicher / spröder der getestete Stoff ist, desto besser funktioniert der Bohrer

→ Der Bohrer ist selbst für Knochen und Gewebe relativ gut geeignet.

Vergleich von Pendelhubbohrer und drehender Bohrer



WENIG AXIALKRAFT (DRUCK) ERFORDERLICH

Da sich der Bohrer selbst in das Loch „eingräbt“, benötigt man beim Bohren weniger Kraft.

WENIG HITZEENTWICKLUNG

Der Pendelhub-Bohrer arbeitet nur mit Auf- und Abbewegung bei relativ langsamer Arbeitsgeschwindigkeit. Verglichen mit einem Spiralbohrer könnte die Hitzeentwicklung geringer ausfallen.

VERSCHIEDENE LOCHFORMEN MÖGLICH

Durch den dreiteiligen Bohrer ist es möglich ein Loch mit einer anderen Geometrie als einem Kreis zu bohren.

KEIN DREHMOMENT AUF DEM WERKSTÜCK

Da sich der Bohrer nicht dreht, wird kein Drehmoment auf das Werkstück übertragen.

FLEXIBLES BOHREN MÖGLICH

Manche Schlupfwespenarten besitzen einen sehr flexiblen Ovipositor und können ihn über 90°, nur mit ihrer Muskelkraft, biegen.



(ZU) STARKE KONKURRENZ: SPIRALBOHRER

Das Prinzip des Spiralbohrers ist einfach und effizient. Beim Vergleich schneidet der Spiralbohrer meist besser ab als ein Pendelhubbohrer. Z.B. bei der Arbeitsgeschwindigkeit, Präzision, Leistung oder Flexibilität (viele modulare Aufsätze).

LANGSAME ARBEITSGESCHWINDIGKEIT

Die Arbeitsgeschwindigkeit wird langsamer sein als bei einem Spiralbohrer.

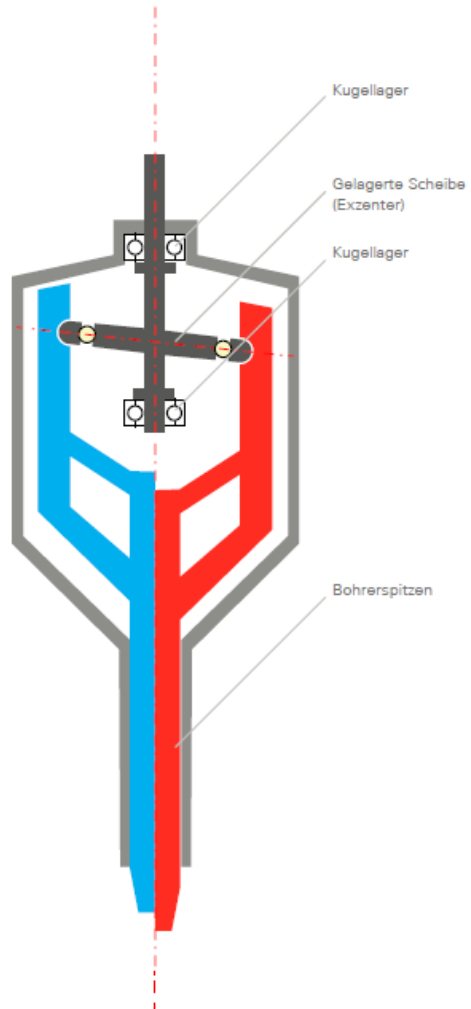
KOMPLIZIERTE BOHRERGEOMETRIE

Die Form des Ovipositors der Holzwespen ist sehr komplex. Dies könnte bei der Herstellung und Materialwahl einen Nachteil darstellen.

KOMPLIZIERTE MECHANIK

Da es sich um einen kleinen Bohrer mit drei Spitzen handelt, stellt die technische Umsetzung eine große Herausforderung dar.

Weitere Technische Verbesserung/Umsetzung des Pendelhubprinzips



Anpassung auf das Fräsen von Kavitäten im Obereschenkelknochen (Femur) für den Schaft von Hüftimplantaten

Außengeometrie

Die Außengeometrie der Raspel ist an eine zementfreie TEP (Langschaft-Modell: SPC-Schaft CCD 135°/14 in Größe 10) angepasst.

