

## Grundlagen

- Punktion bezeichnet in der Medizin das Einstechen in ein Körpergewebe.
- Ein Ansatz zur Reduzierung der Einstichkraft ist dem Stechmechanismus von Mücken nachempfunden. Dieses Verfahren basiert auf der Vibration des einstechenden Saugrüssels einer Mücke. Eine vorherige Hautdehnung, eine kontrollierte Einstichgeschwindigkeit und eine Vibration von 200 bis 400 Hz des Saugrüssels ermöglichen das Reduzieren der benötigten Einstichkraft bis zu 40 % [1].
- Verschiedene Faktoren haben Einflüsse auf der Erfolgsrate der Punktion: Die Einstichgeschwindigkeit, Die Vibrationsbewegung (die Vibrationsfrequenz und -amplitude), Der Einstichswinkel, Die Nadelgeometrie (die Nadelspitzen, der Nadeldurchmesser), Die Gewebeat.

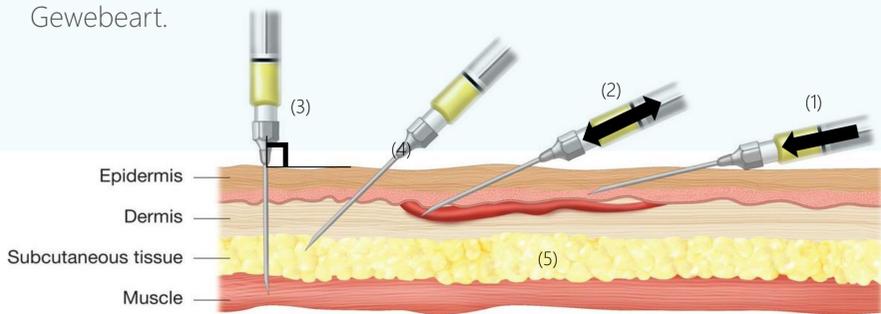


Abbildung 1: Winkel verschiedener Arten von Punktionen [2].

## Ziel

- Entwicklung eines Punktiergerätes, das eine Kanüle mit einstellbaren konstanten linearen Einstichgeschwindigkeiten und axialen Vibrationsfrequenzen mit vordefinierter Amplitude und verschiedenen Einstichswinkeln in künstliches Gewebe punktiert, um die Einstichkraft zu messen.

## Charakterisierung und Tests

- Ein kostengünstiges und funktionsintegriertes Punktiergerät, mit veränderbarem Einstichwinkel, konstanter Einstichgeschwindigkeit und Vibrationsfrequenz ist entwickelt worden.
- Das Punktiergerät wurde charakterisiert und in Bezug auf Nadelbewegung in axialer Richtung bei Vibrationsfrequenzen von 15 Hz bis 400 Hz getestet.

Tabelle 1: Parameter für die Charakterisierung des Punktiergerätes.

Parameter	Wert
Effektive Hublänge	72 mm
Einstichgeschwindigkeit	0-20 mm/s variabel
Vibrationsfrequenz	0-400 Hz
Vibrationsamplitude	Weniger als 1 mm



Abbildung 2: Schematische Darstellung der Nadelbewegung in axialer Richtung.

- Die Kraft wurde bei verschiedenen Parametern mit einer Einstichtiefe von 20 mm in ein künstliches Gewebe getestet [3]:
  - konstante Einstichgeschwindigkeiten von 1, 5 und 20 mm/s.
  - Vibrationsfrequenzen von 15, 50, 150 und 400 Hz.
  - Einstichwinkel von 30° und 90°.

## Fazit

- Durch die Implantation der axialen Vibrationsfrequenz wurde die Einstichkraft bei einer Einstichtiefe von 20 mm und Einstichwinkel von 90° reduziert.
- Fertigung des Vibrationserzeugers und -überträgers aus hitzebeständigem Material mit geringeren Reibungskoeffizienten um die Verformung des Vibrationserzeugers und -überträgers (Bruchfestigkeit PLA: 65 MPa) bei hohen Vibrationsfrequenzen ab 150 Hz zu vermeiden.
- Ein DC-Motor mit größerem Drehmoment und kleinerer Baugröße sollte implementiert werden, um die Eigenvibration und Lärmpegel des DC-Motors bei hohen Frequenzen.

## Konstruktion

- Produktentwicklung nach VDI 2222.
- Es wurden mehrere Iterationsschritte durchlaufen um die Anforderung der Sensorik bei der Gestaltung des Punktiergerätes zu erfüllen.
- Additive Fertigung wurde eingesetzt, um die Vibrationsüberträger und Vibrationserzeuger, sowie andere Bauteile für das Punktiergerät sind aus PLA zu drucken.
- Verschiedene Versionen von Vibrationserzeuger und -überträger wurden getestet.
- Der Scotch-Yoke-Mechanismus mittels ein DC-Motor ist zuständig für die Erzeugung axialer Vibration.
- Die konstante Einstichgeschwindigkeit ist durch einen Schrittmotor mit Gewindespindel bereitgestellt.
- Das Anbringen der Nadel an den Vibrationsüberträger erfolgt durch eine Luer-Lock-Verbindung.

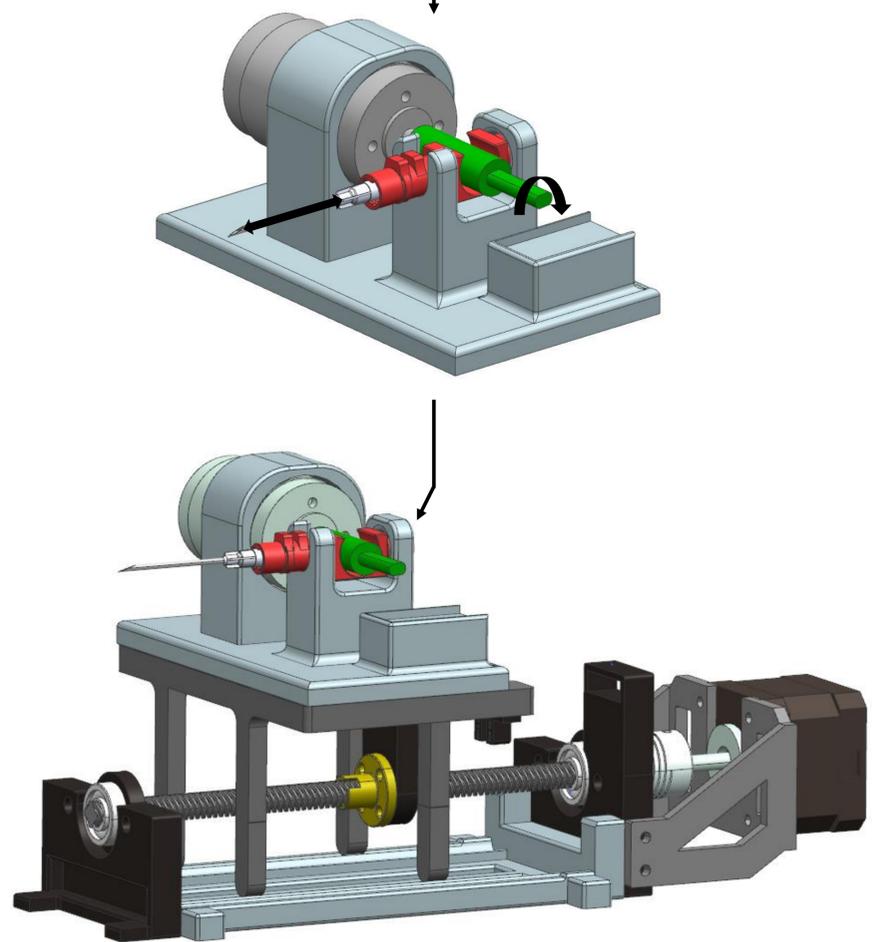


Abbildung 3: Gesamtentwurf des Punktiergerätes.

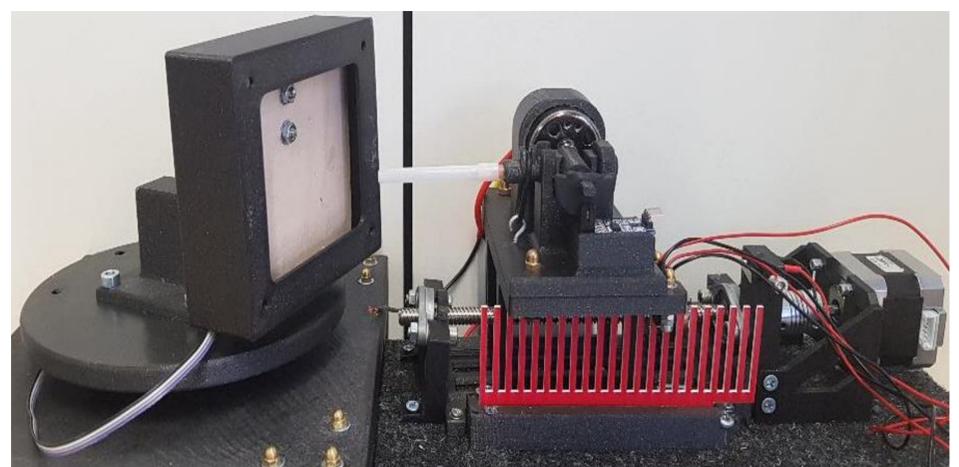


Abbildung 4: 3D-gedrucktes Punktiergerätes mit der einstellbaren Scheibe für verschiedene Einstichswinkel.

## Literatur

1. M. Yang und J. D. Zahn, „Microneedle insertion force reduction using vibratory actuation“ (eng), Biomedical microdevices, Jg. 6, Nr. 3, S. 177–182, 2004.
2. Internet-Quelle: <https://twitter.com/ubatohubat/status/886221563804213248> - Zugriff am: 12.09.2019
3. Eni Zaganjori, „Entwicklung der Sensorik eines Punktiergerätes für vibratorische Nadelinsertionen“, 2019.