

Hochreproduzierbares Toolwechselsystems für Nanofabrikationsmaschinen

Matthias Wolf

Fakultät für Maschinenbau

Institut für Maschinen und Gerätekonstruktion

Fachgebiet Feinwerktechnik

Verantwortlicher Hochschullehrer:

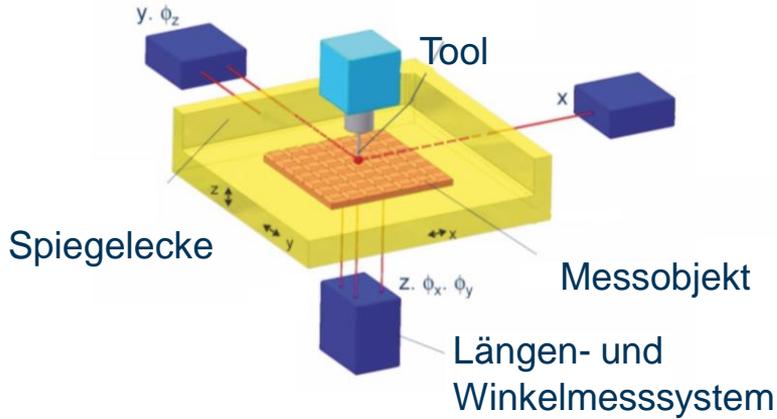
Prof. Dr.-Ing. René Theska

Betreuer:

M.Sc. Florian Weigert

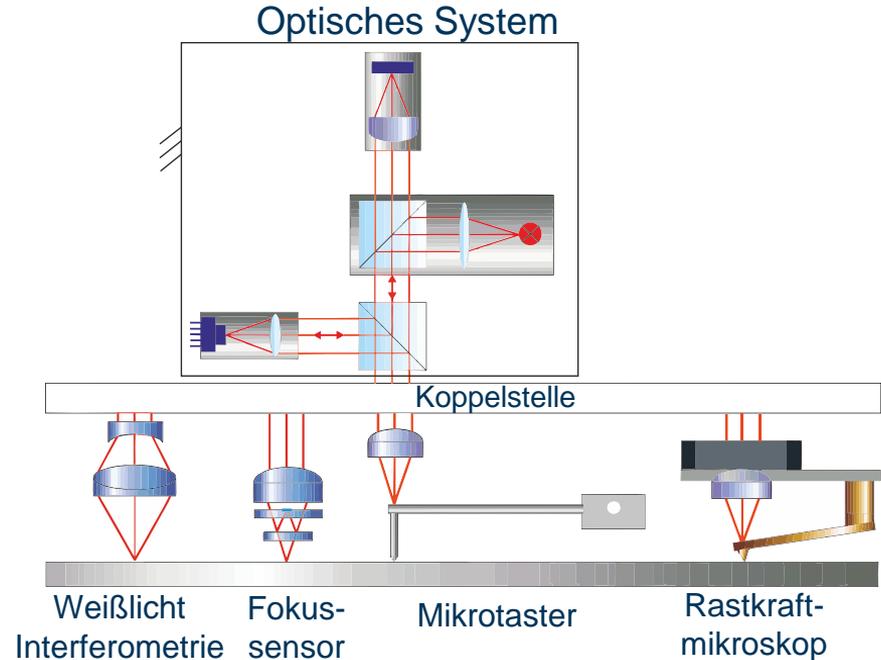
Motivation

Nanomess- und -positioniertechnik an der TU Ilmenau

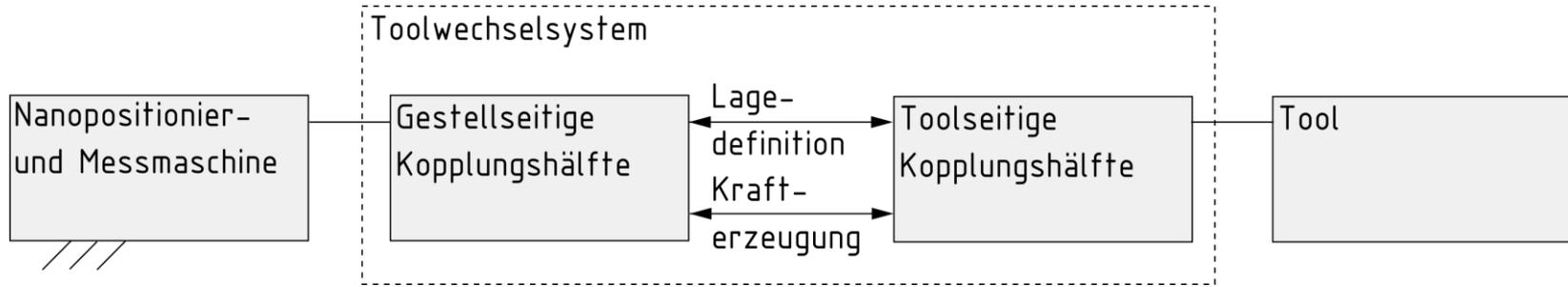


Eberhard Manske, Gerd Jäger & Tino Hausotte (2012) A Multi-Sensor Approach for Complex and Large-Area Applications in Micro and Nanometrology, NCSLI Measure, 7:2, 44-50, DOI: 10.1080/19315775.2012.11721597

Einsatz verschiedener Tools und Erweiterung zur Nanofabrikation erfordert Werkzeugwechselsystem

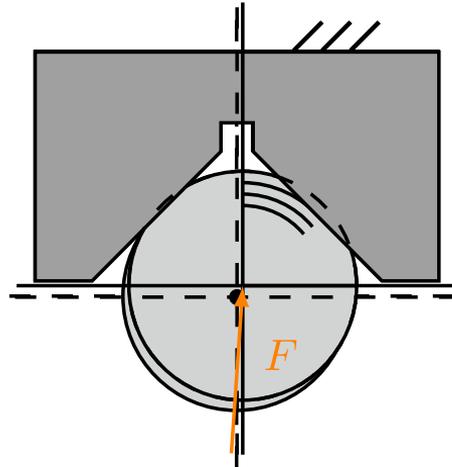
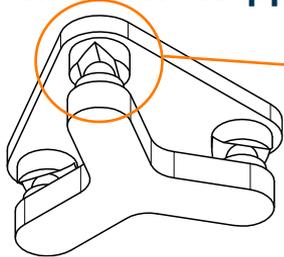


Präzisierung der Aufgabenstellung



Lagedefinition

kinematische Kopplung



Krafterzeugung

- $F = 40 \text{ N}$ zum Halten und Vorspannen des Tools
- verlustleistungsfrei
- schaltbar
- Beeinflussung der Reproduzierbarkeit $\leq 5 \text{ nm}$

→ Reproduzierbarkeit $\leq 50 \text{ nm}$

Motivation

Präzisierung der Aufgabenstellung

Prinzipsynthese Krafterzeugung

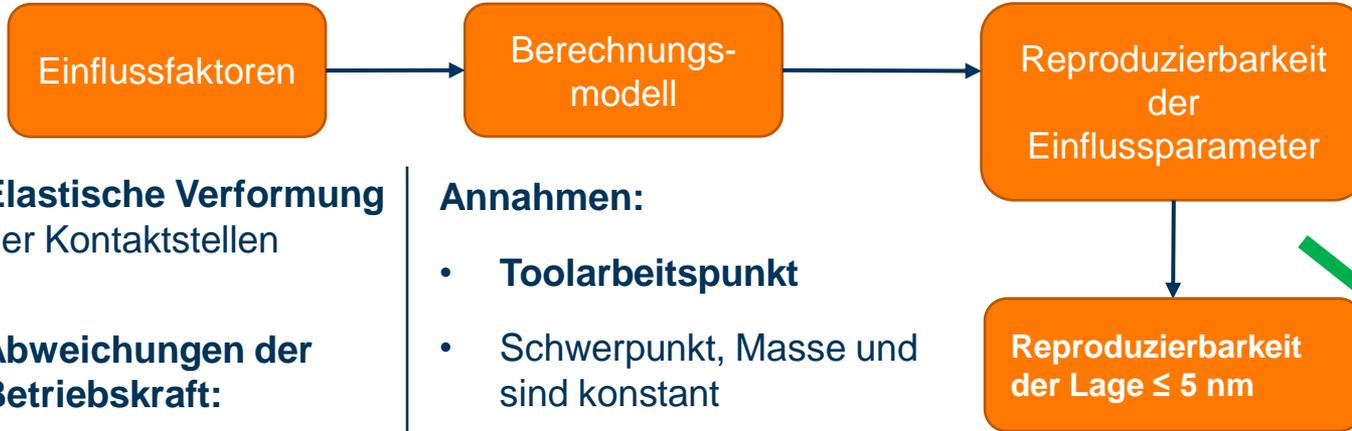
Prinzipentwicklung Krafterzeugung

Konstruktive Umsetzung

Zusammenfassung und Ausblick

Präzisierung der Aufgabenstellung

Vorbetrachtungen



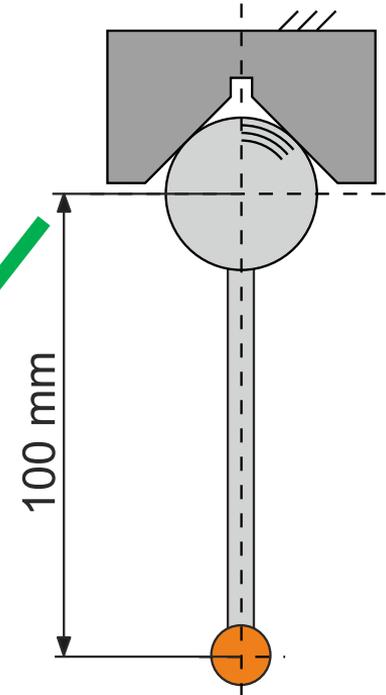
Elastische Verformung
der Kontaktstellen

Abweichungen der Betriebskraft:

- Richtung
- Betrag
- Einleitungsstelle

Annahmen:

- **Toolarbeitspunkt**
- Schwerpunkt, Masse und sind konstant
- Hertz'sche Pressung an den Kontaktstellen
- Reibung an den Kontaktstellen



Prinziipsynthese Krafterzeugung

Reproduzierbarkeiten aus dem Berechnungsmodell:

Krafrichtung $\Delta F_\varphi = 2'24''$

Kraftbetrag $|\Delta F_P| = 0,08 \text{ N}$

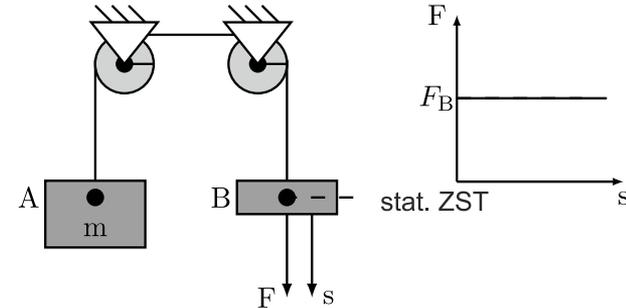
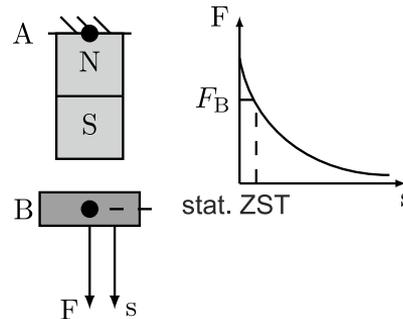
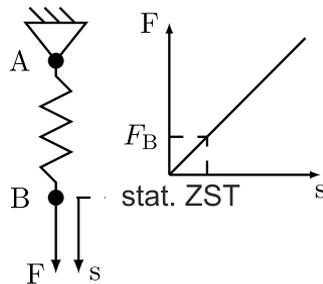
Einleitungsstelle $\Delta s = 0,016 \text{ mm}$

11 technische Prinzipie

Feder

Magnet

Gegengewicht



Motivation

Präzisierung der
Aufgabenstellung

Prinziipsynthese
Krafterzeugung

Prinzipentwicklung
Krafterzeugung

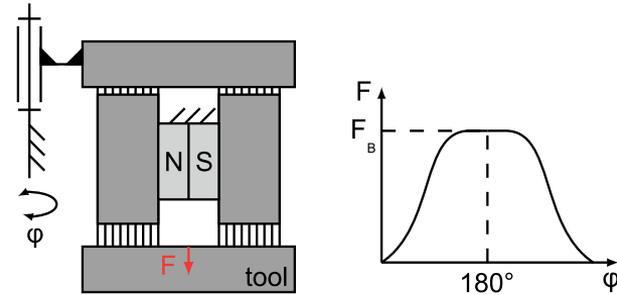
Konstruktive
Umsetzung

Zusammenfassung und
Ausblick

Prinzipsynthese Krafterzeugung

Bewertungskriterien:

- Kennlinie der Krafterzeugung
- Reproduzierbarkeit der Krafteinleitungsstellen
- Einflüsse auf Reproduzierbarkeit (Langzeit)
- Einflüsse auf Reproduzierbarkeit (Wechsel)
- Impuls durch Einkopplung
- Betätigungsaufwand zum Schalten der Kraft
- Abgeschätzter Platzbedarf
- Einfluss auf Gesamtsystem

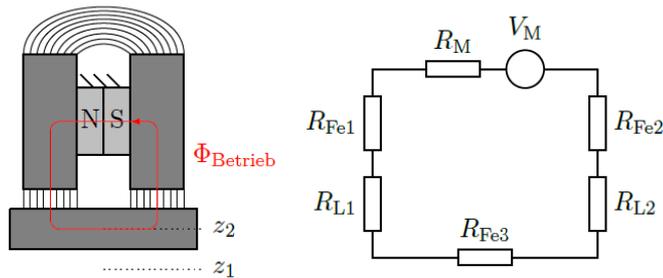


Prinzipentwicklung Krafterzeugung

Analytische Dimensionierung

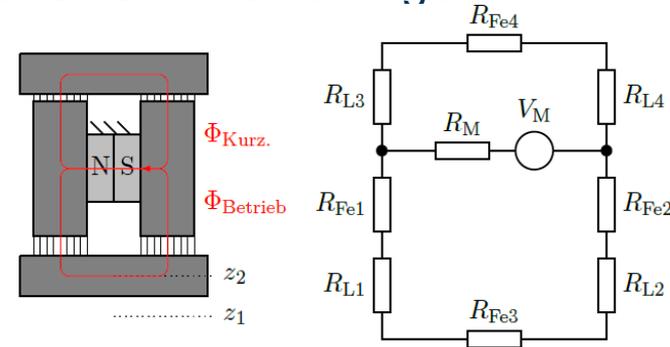
Stationärer Zustand:

- Reproduzierbare Kraftaufbringung



Zustand Kurzschluss:

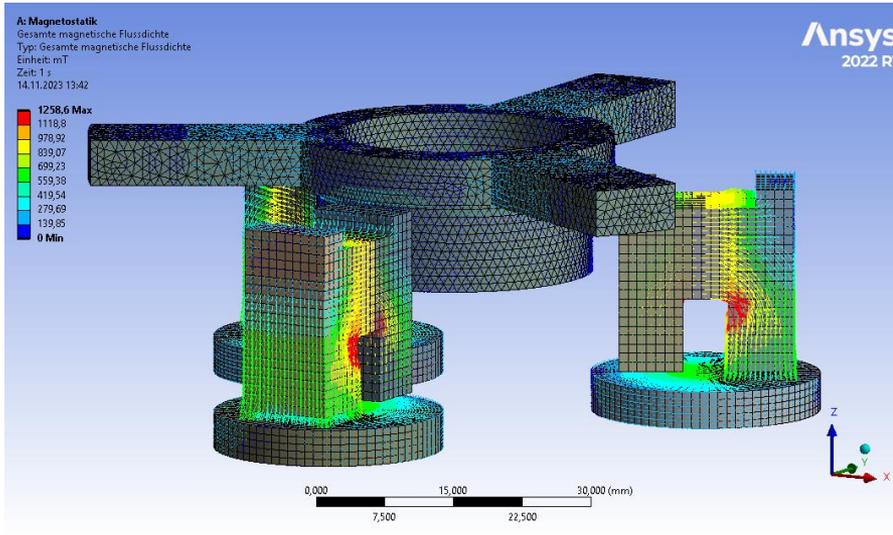
- Paralleler Magnetfluss
- Magnetfluss im Luftspalt wird verringert
- Haltekraft wird verringert



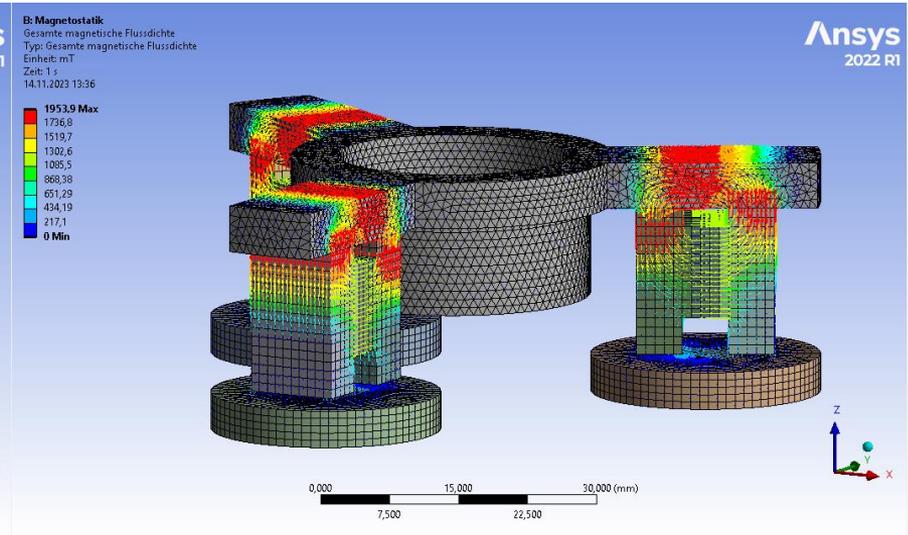
Prinzipentwicklung Krafterzeugung

Magnetostatische Simulation

Stationärer Zustand



Zustand Kurzschluss



Motivation

Präzisierung der
Aufgabenstellung

Prinzipsynthese
Krafterzeugung

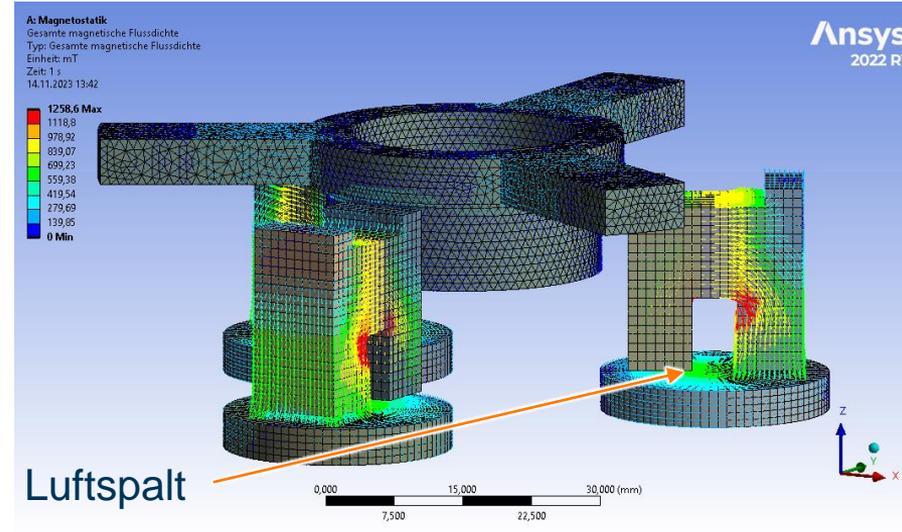
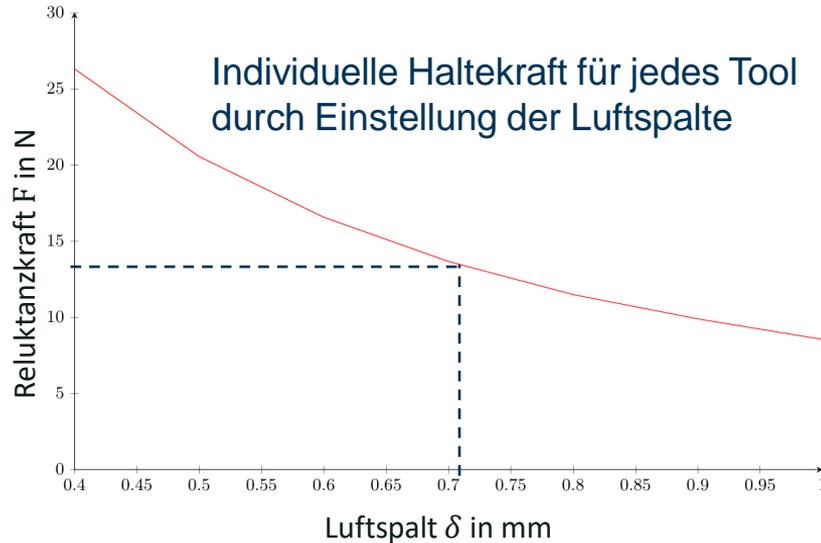
Prinzipentwicklung
Krafterzeugung

Konstruktive
Umsetzung

Zusammenfassung und
Ausblick

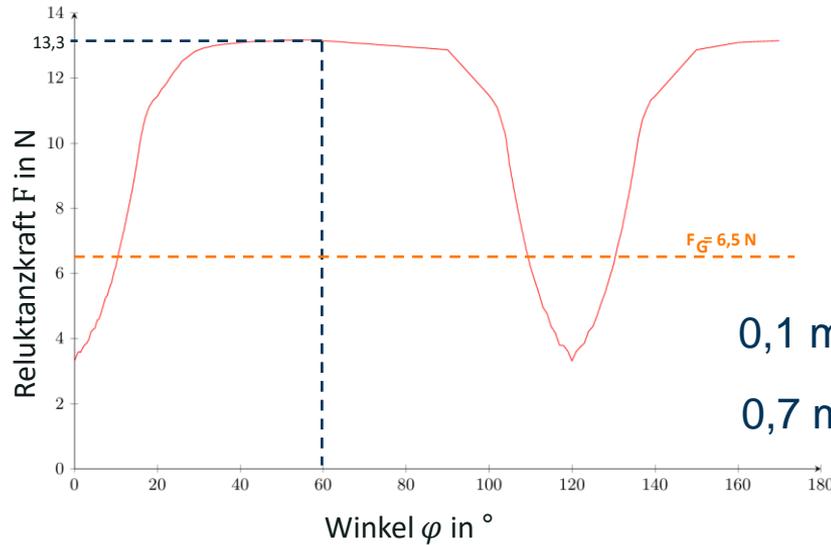
Prinzipentwicklung Krafterzeugung

Magnetkreis im stationären Zustand



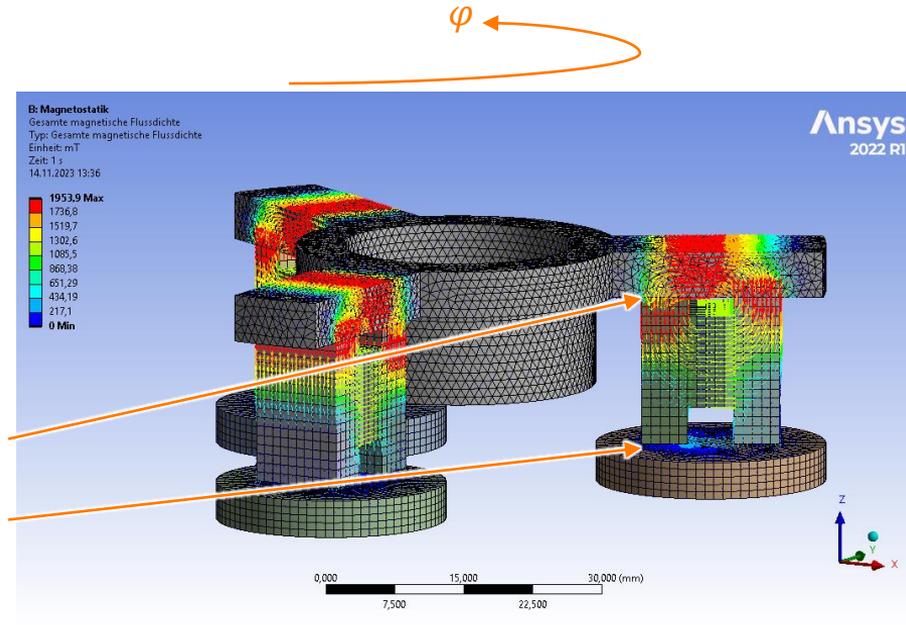
Prinzipentwicklung Krafterzeugung

Magnetkreis im Kurzschluss



0,1 mm

0,7 mm



Motivation

Präzisierung der
Aufgabenstellung

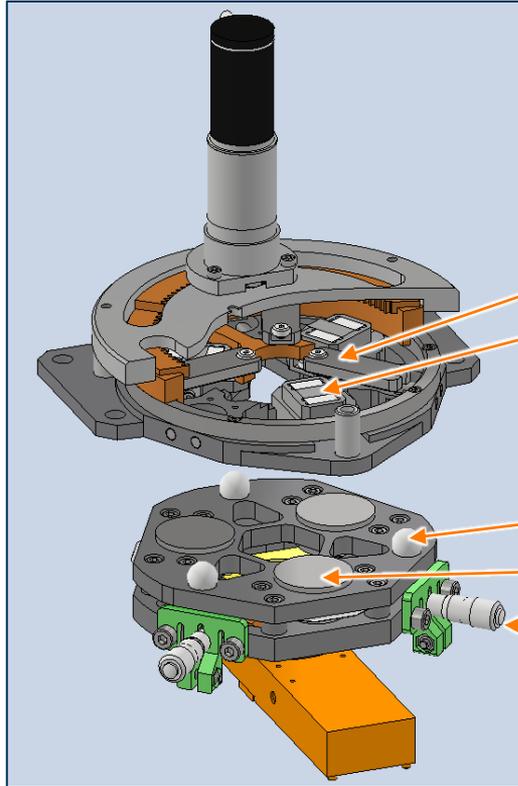
Prinzipsynthese
Krafterzeugung

Prinzipentwicklung
Krafterzeugung

Konstruktive
Umsetzung

Zusammenfassung und
Ausblick

Konstruktive Umsetzung



Gestellseitige Kopplungshälfte

Kurzschlussring mit Flusstücken

Magnetkreise

Toolseitige Kopplungshälfte

Koppelstelle zur Lagedefinition

Koppelstelle zur Krafteinleitung

Justierung Toolarbeitspunkt

Motivation

Präzisierung der
Aufgabenstellung

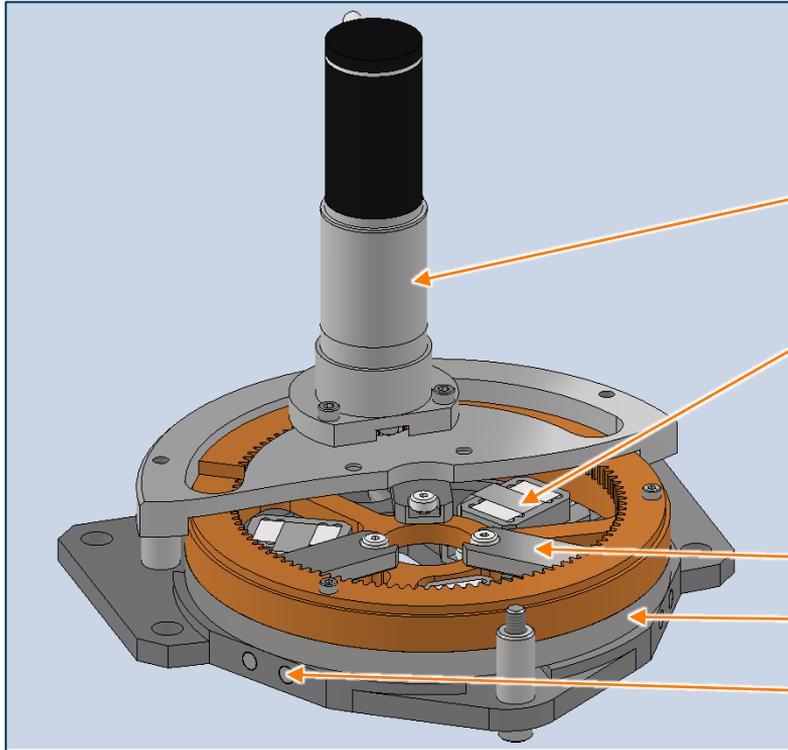
Prinzipsynthese
Krafterzeugung

Prinzipentwicklung
Krafterzeugung

Konstruktive
Umsetzung

Zusammenfassung und
Ausblick

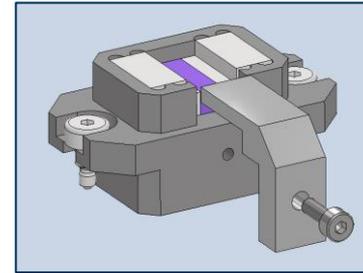
Konstruktive Umsetzung



Gestellseitige Kopplungshälfte

Motor-Getriebe Kombination

Magnetkreise



Flussstücke für den Kurzschluss

Lagerung des Kurzschlussringes

Koppelstellen zur Lagedefinition

Motivation

Präzisierung der
Aufgabenstellung

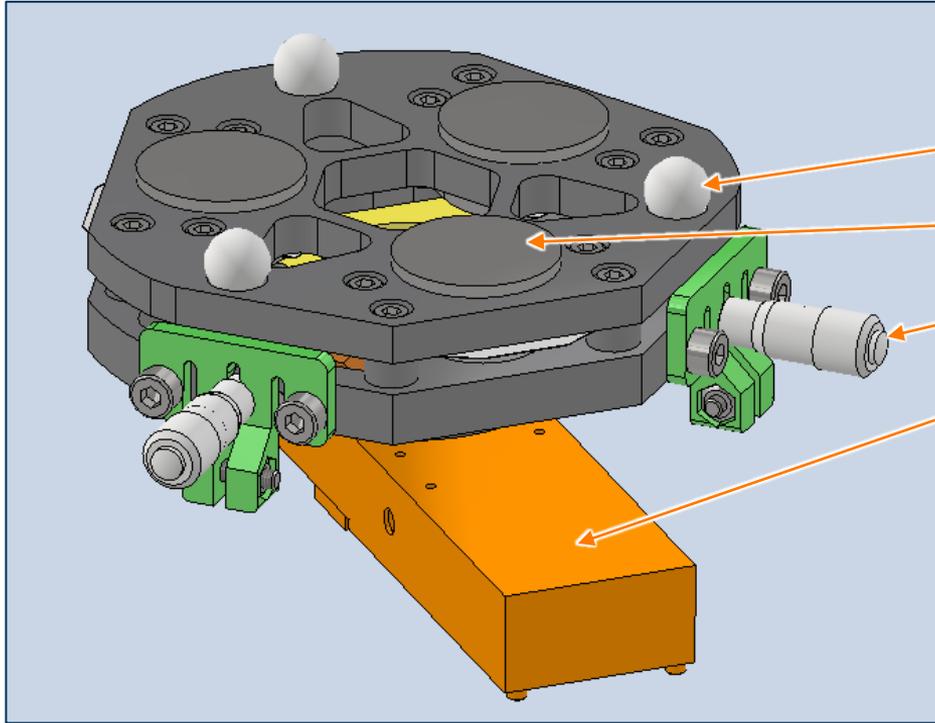
Prinzipsynthese
Krafterzeugung

Prinzipentwicklung
Krafterzeugung

Konstruktive
Umsetzung

Zusammenfassung und
Ausblick

Konstruktive Umsetzung



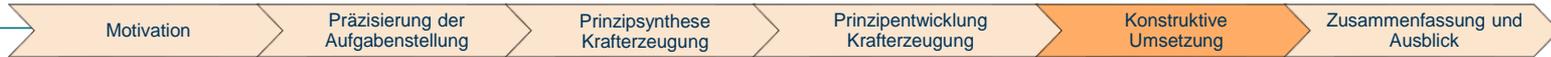
Toolseitige Kopplungshälfte

Koppelstelle zur Lagedefinition

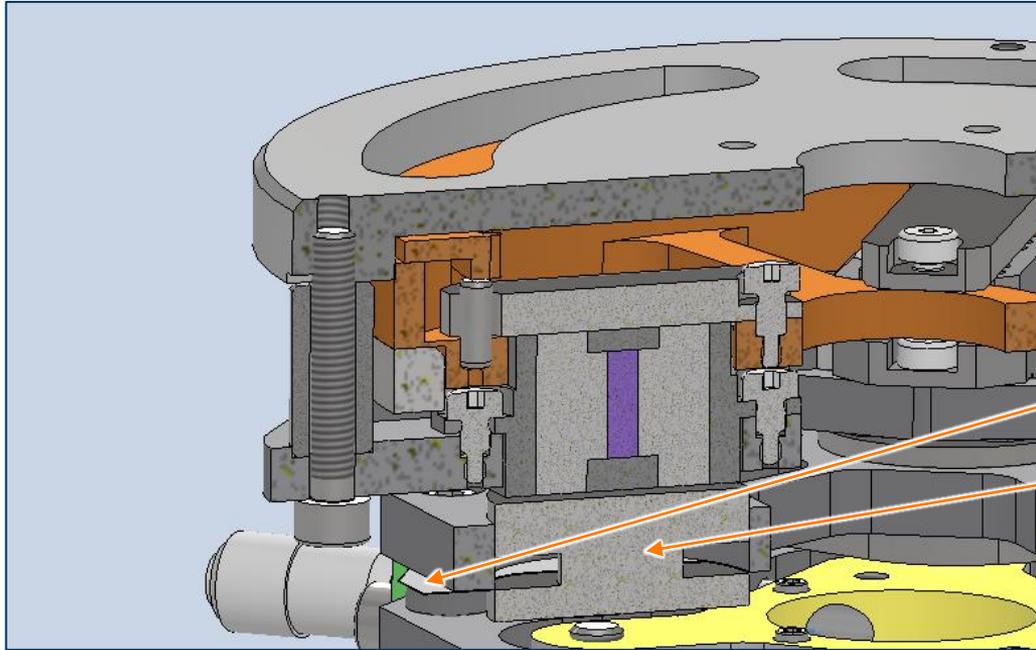
Koppelstelle zur Krafteinleitung

Justierung Toolarbeitspunkt

Tool



Konstruktive Umsetzung

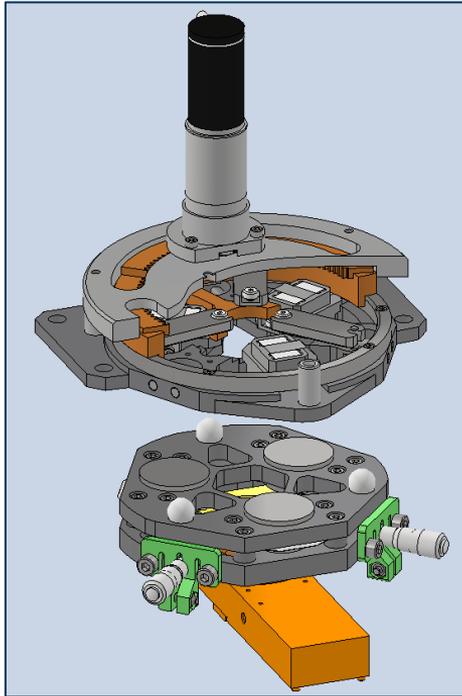


Toolseitige Kopplungshälfte

Einstellung Haltekraft

Berührungslose Krafteinleitung

Zusammenfassung und Ausblick



Aktueller Stand

- Berührungslose Krafterzeugung
- Automatisiertes Schalten der Kraft
- Einfluss auf Reproduzierbarkeit durch Krafterzeugung ≤ 5 nm

Ausblick

- Realisierung eines Prototyps
- Experimentelle Überprüfung
- Weitere konstruktive Optimierungen

Vielen Dank!

matthias.wolf@tu-ilmenau.de | www.tu-ilmenau.de/fwt

