

Technische Anpassungen zur Verbesserung eines Bandscheibenbioreaktors

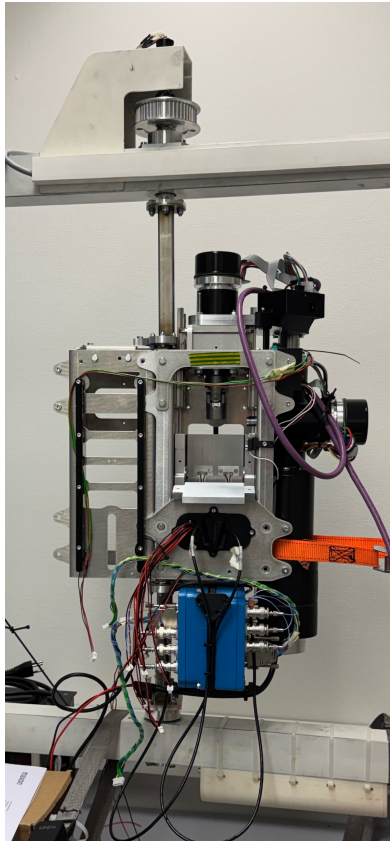


Abb. 1: Bandscheibenbioreaktor

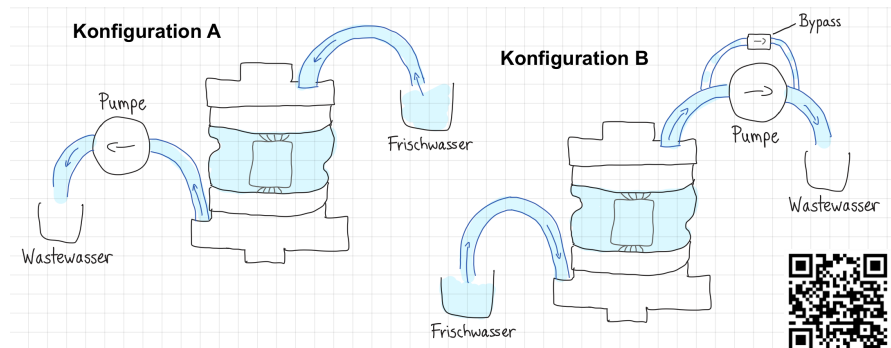
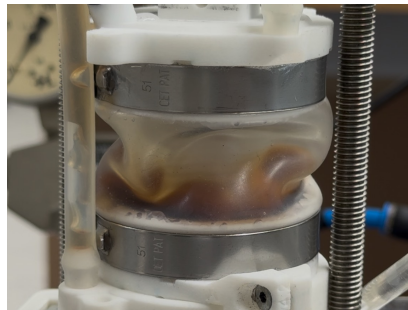


Abb. 2: Konfigurationen Mediumsaustausch

Abb. 3:
Mediumsaustausch Konfiguration BAbb. 4:
Mediumsaustausch Konfiguration B (RPM)

Problemstellung

Rückenschmerzen zählen zu den häufigsten Beschwerden in der Schweiz und verursachen jährliche Kosten von schätzungsweise 6–9 Milliarden Franken. Da pathologische Veränderungen der Bandscheiben eng mit ihrer mechanischen Belastung verknüpft sind, ist deren Erforschung von grossem Interesse – besonders unter Schwerelosigkeit, wo das Risiko eines lumbalen Bandscheibenvorfalles bei Astronauten 4.3-mal höher ist als in der Allgemeinbevölkerung. [1,2]

Das Institut für Medizintechnik (IMT) verfügt über einen funktionierenden Prototyp eines Bandscheibenbioreaktors, der in Kombination mit einer Random Positioning Machine (RPM) Mikrogravitation simuliert. Im aktuellen Entwicklungsstand bestehen jedoch Mängel bei der Firmware des Expander PCBs sowie bei der Energieversorgung über die rotierende Plattform, welche die Implementierung komplexer Lastprofile unter simulierter Schwerelosigkeit verhindern.

Lösungskonzept

Systemarchitektur: Die Systemarchitektur und Kommunikationsstruktur wurden aus den Vorarbeiten zusammengeführt und konsolidiert dokumentiert. Anschliessend erfolgte eine systematische Fehlersuche in Firmware und Leiterplatte des Expander PCBs.

Energieversorgung: Die Energieversorgung über die RPM wurde mittels Anforderungsanalyse und Marktrecherche für Schleifringe konzeptionell gelöst.

Mediumsaustausch: Die Inkubationskammer wurde in einer separaten Hilfsvorrichtung hinsichtlich Mediumsaustausch und Temperaturstabilität experimentell validiert.

Ergebnisse

Systemarchitektur: Im Expander PCB wurden drei voneinander unabhängige Softwarefehler identifiziert und behoben, wodurch eine korrekte Registerkommunikation über den CANopen-Bus hergestellt wurde. Im Gesamtsystem verbleiben zwei ungelöste Hardwareprobleme.

Energieversorgung: Es wurde ein elektrisch geeignetes Schleifringkonzept identifiziert, das aufgrund des limitierten Wellendurchmessers eine konstruktive Anpassung erfordert.

Mediumsaustausch: Unter RPM-Betrieb ist mit Konfiguration B bei 30 % PWM ein zuverlässiger Mediumsaustausch erzielbar. Die Kammer bleibt dabei innerhalb der Toleranz von $37\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ und erreicht die Solltemperatur nach kurzer Aufheizphase wieder.

Manuel Klaus

Hauptbetreuer
Prof. Dr. Marcel Egli

Experte
PD Dr. Philipp Stämpfli

Kooperationspartner
IMT Hergiswil

Ansprechperson
Reto Bischof

Quellenverzeichnis

- [1] Rheumaliga Schweiz, «Grosser Rückenreport 2020», Rheumaliga Schweiz. Zugriffen: 21. Mai 2026. [Online].
Verfügbar unter: <https://www.rheumaliga.ch/medien/grosser-rueckenreport-2020>
- [2] G. Marfia u. a., «Microgravity and the intervertebral disc: The impact of space conditions on the biomechanics of the spine», *Front. Physiol.*, Bd. 14, März 2023, doi: 10.3389/fphys.2023.1124991.