

Entwicklung einer einstellbaren Drossel für implantierbare Infusionspumpen

Y. S. Mutlu, J. Leenen, V. Schmitz, B. Nestler, St. Klein

Medizinische Sensor- und Gerätetechnik, Fachhochschule Lübeck

Einleitung

- Im Projekt „VarioPump“ wird eine Drossel zur Regelung der Medikamentendosis einer implantierbaren und gasbetriebenen Infusionspumpe entwickelt.
- Die Infusionspumpe findet ihren Einsatz in der Schmerztherapie und Spastik. Als Medikamente werden Baclofen, Morphin und Ziconotid eingesetzt.
- Mit dem neuen Drosselkonzept soll die Medikamentenabgabe zukünftig zwischen 70 nl/min und 4 µl/min individuell dem Schmerzempfinden des Patienten angepasst werden.

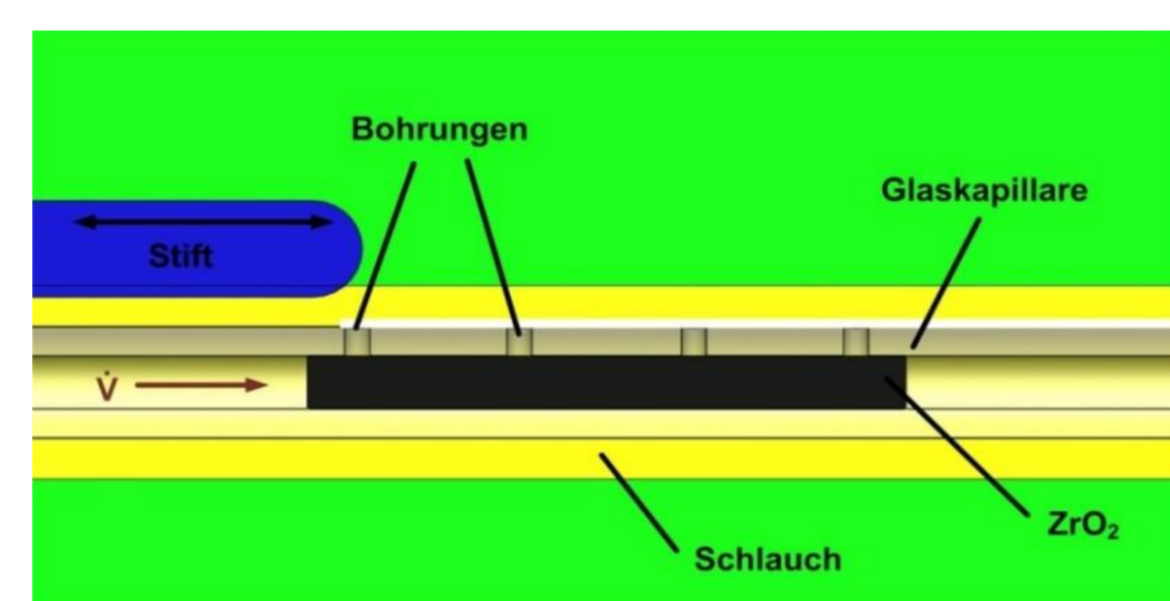
Lösungskonzept A: Zylinder

- Ein poröser ZrO_2 -Vollzylinder (0,2 µm Porengröße) wird in eine Glaskapillare eingeschmolzen.



- In die Glaskapillare werden Austrittsbohrungen eingebracht, die mit einem elastischen Schlauch abgedeckt werden. Die einzelnen Bohrungen werden mit einem axial beweglichen Stift nacheinander verschlossen bzw. geöffnet.
- Der Medikamentenflow wird durch die Anzahl der offenen Austrittsbohrungen bestimmt.
- Die Austrittsbohrungen werden wie folgt gefertigt:

- Methode I: Laser und Schleifen
- Methode II: Konventionelles Bohren
- Methode III: Diamantbohrer
- Methode IV: Ultraschallbohrer

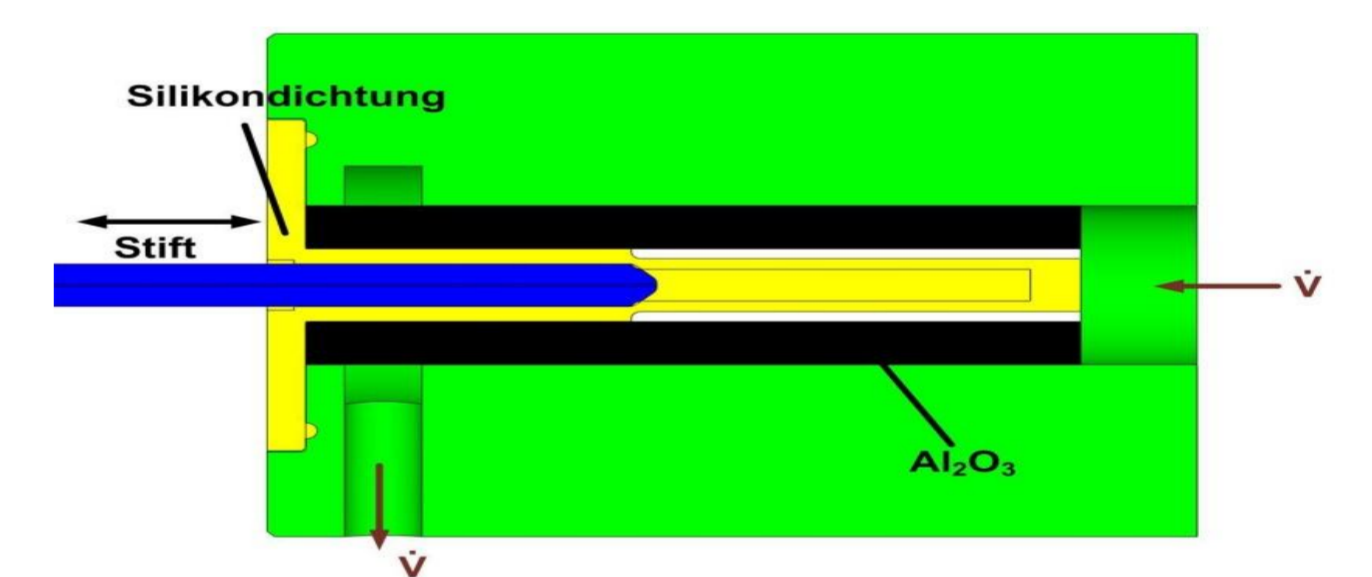


Lösungskonzept B: Röhrrchen

- Ein poröses Al_2O_3 -Röhrrchen (0,1 µm Porengröße) wird in das Drosselgehäuse eingeklebt. In den Hohlraum des Al_2O_3 -Röhrrchens wird eine elastische Dichtung eingeführt.

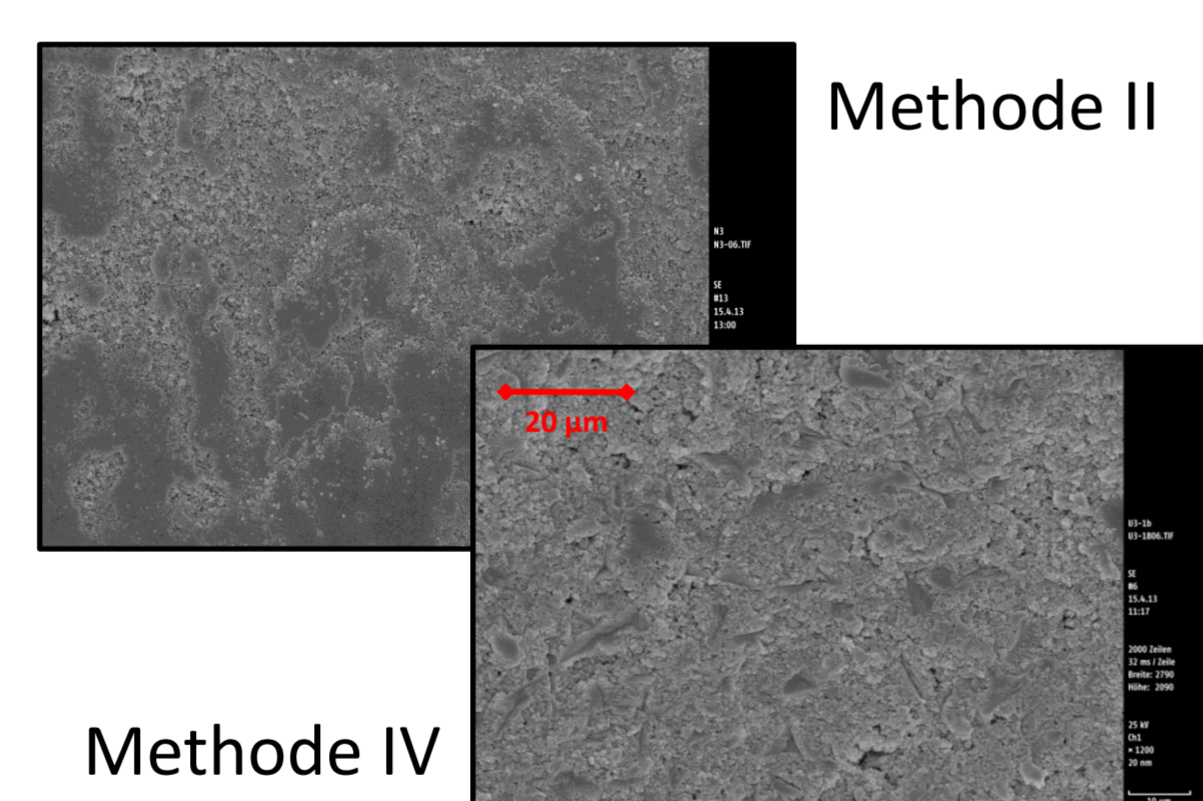
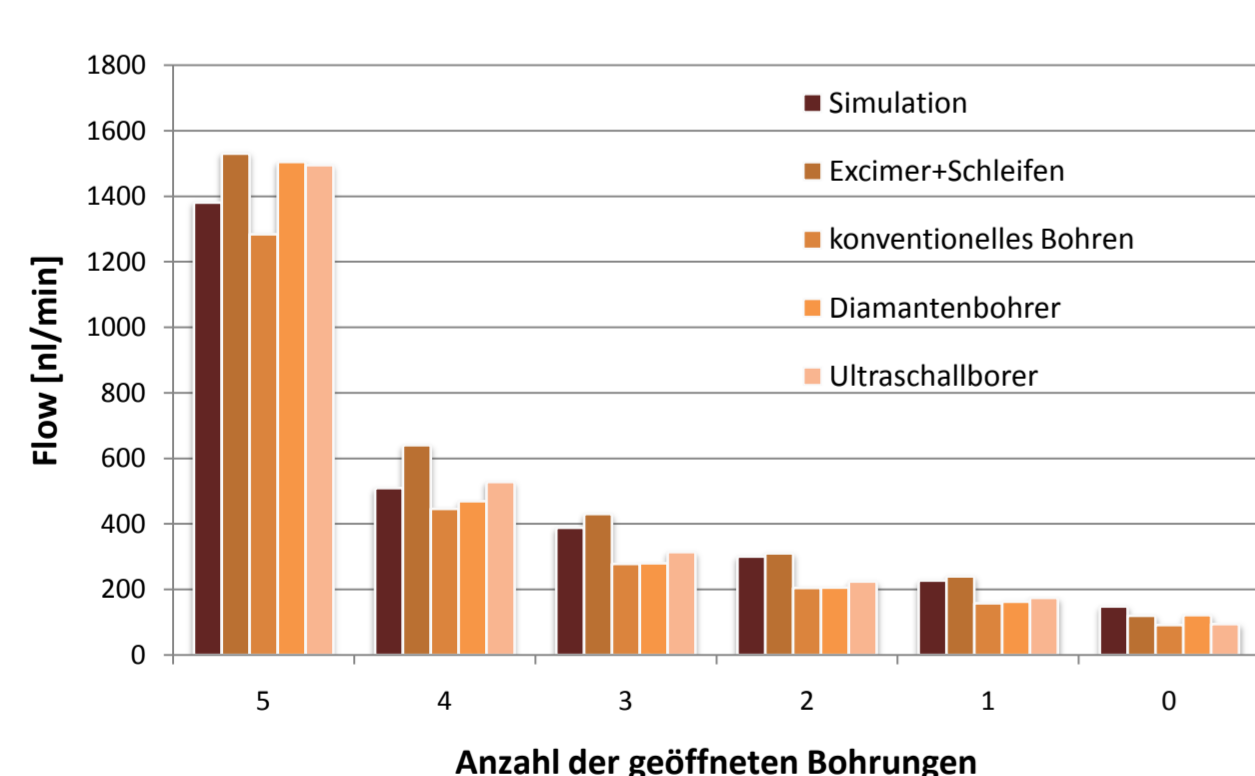


- Mit einem Stift kann diese Dichtung an das Al_2O_3 -Röhrrchen angepresst werden. Das Medikament kann bis zur angepressten Stelle durch den widerstandsarmen Spalt fließen, ansonsten fließt es durch Poren der Keramik.
- Die Durchflussrate ist abhängig von der Weglänge durch die Keramik.
- Zur Verstärkung der Drosselung werden die Poren durch ein Infiltrationsprozess mit 3 nm ZrO_2 -Partikeln verkleinert.



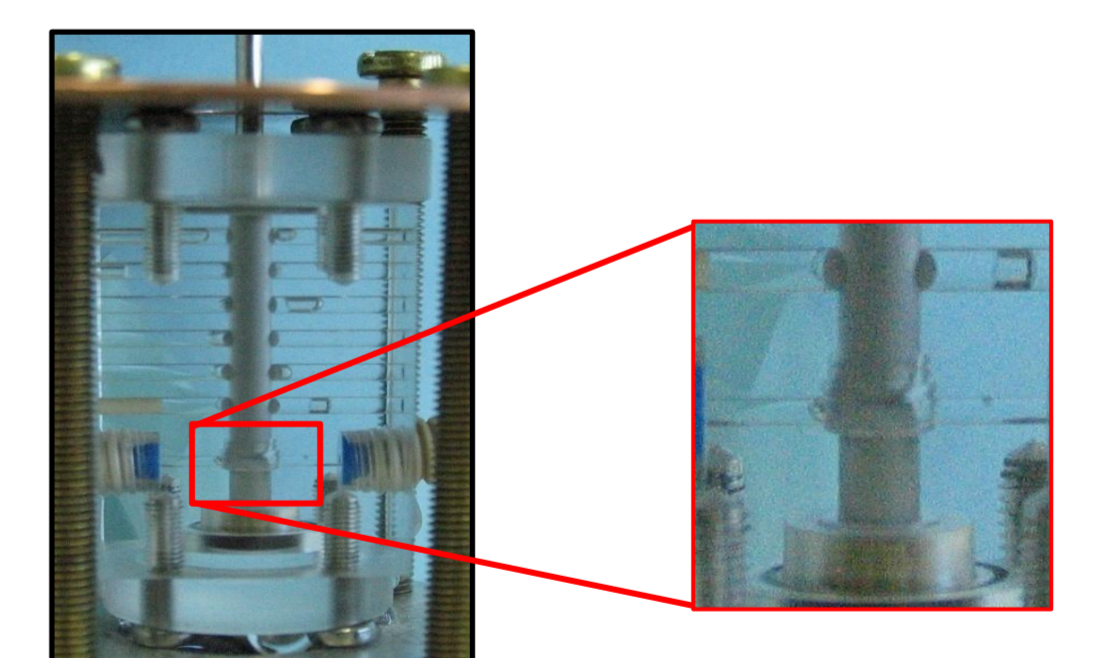
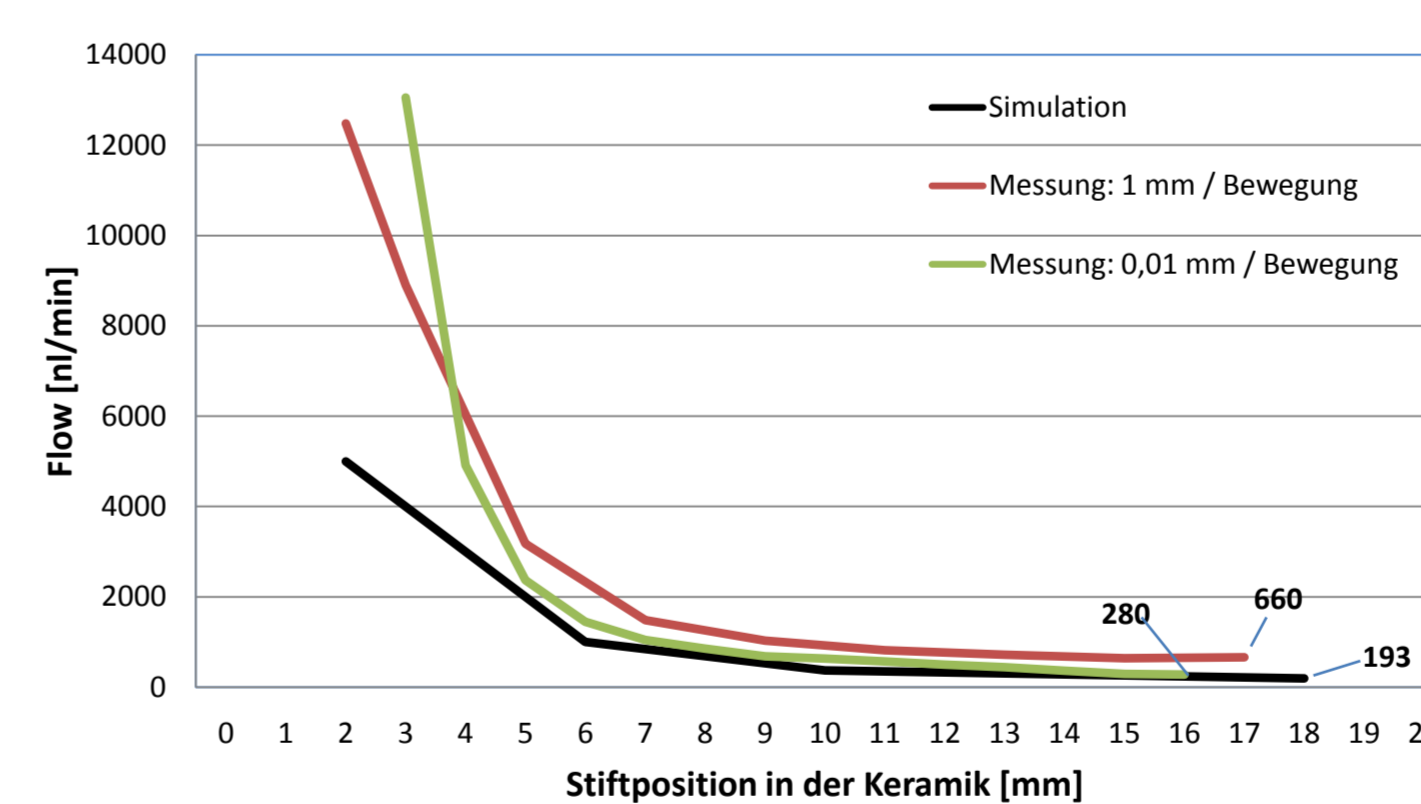
Ergebnisse und Merkmale

Konzept A



- Mit den vier Methoden entstehen am Bohrungsgrund unterschiedliche Oberflächen. Der Flow kann stufenweise von ca. 1500 nl/min bis 100 nl/min reduziert werden. Die Labormessungen weichen leicht vom Referenzwert aus der Simulation ab.
- Die Methode IV zeigt in REM-Untersuchungen den homogensten offenporigen Bohrungsgrund. Aufgrund hoher Toleranzen der Bohrungsgeometrien weichen die Proben dieser Methoden untereinander stärker ab als bei anderen Methoden.
- Methode III erzielt die homogensten Flow-Ergebnisse.

Konzept B



- Mit unterschiedlichen Bewegungsschritten (1 mm bzw. 0,01 mm) des Stiftes und anschließenden Ruhepause werden verschiedene Flowwerte erzielt.
- Der Grund hierfür ist die Belastungsart der Polymerdichtung. Es kommt zu verschiedenartigen Stauchungen und Dehnungen, die an unterschiedlichen Stellen Abdichtung zur Folge haben.
- Ausblick: Die Belastung der Polymerdichtung soll charakterisiert werden, um anschließend diese Problematik zu lösen.