



© privat

## Hakan Ceylan, Dr.

Materials Science and Nanotechnology

Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme,  
Stuttgart

from September 2020 to February 2021

Born in 1988 in Ankara, Turkey

Studied Molecular Biology, Materials Science, and Nanotechnology at Bilkent University

FELLOWSHIP

College for Life Sciences

---

# Medical Microscopic Robots for Minimally Invasive Targeted Therapies

I develop microscopic soft machines that can safely navigate in the body, deliver theranostic agents, and perform interventional tasks with high precision, repeatability, and some autonomous capabilities. During my fellowship, I will explore important medical problems on which microrobots can make a disruptive or radical impact. My career aspiration is to move such disruptive medical technologies into clinics. For this purpose, I will take significant time to communicate with the medical faculty of the Charité, which is Germany's most research-oriented medical institution. One big problem of researchers who develop new cutting-edge biomedical technologies is inadequate communication with their academic fellows in clinics. As a result, a lot of time, money, and human resources are wasted on unused, impractical, or unnecessary products. As a junior researcher who is preparing to launch an independent career at the intersection of basic science, engineering, and translational research, learning the existing clinical problems from the best clinicians and developing realistic potential solutions using microrobotic technologies will give me a more tangible direction. Reciprocally, sharing my unique achievements in this emerging field can spur the clinicians to come up with previously unimagined or impossible new diagnostic or therapeutic ideas. I am enthusiastic that such discussions can also lead to future long-term collaborations around new and unexpected views, ideas, and technologies. These steps will greatly contribute to my cross-disciplinary intellectual interests and the establishment of a globally competitive and ambitious research team in the healthcare technologies.

I will benefit from the multi-disciplinary research environment in Berlin at the highest level possible. Besides the Charité, I will establish a close relationship with the Fritz Haber Institute, the Max Planck Institute for Infection Biology, the Fraunhofer Institute for Reliability and Microintegration, the Fraunhofer Institute for Applied Polymer Research, the Fraunhofer Institute for Cell Therapy and Immunology, Branch Bioanalytics and Bioprocesses, and the Leibniz Institute for Molecular Pharmacology, as I have found that the most significant research and future collaboration overlaps. I will look for opportunities to give research talks at these institutes and at the physical and life science departments of the Freie Universität Berlin and the Humboldt-Universität zu Berlin. I have also found the research topics of the Fraunhofer Institute for Industrial Engineering particularly intriguing, where I can take inspiration for completely new ideas to apply in uncharted territories.

## Recommended Reading

Ceylan, H., I. C. Yasa, O. Yasa, A. F. Tabak, J. Giltinan, and M. Sitti (2019). "3D-printed biodegradable microswimmer for theranostic cargo delivery and release." *ACS Nano* 13, 3: 3353-3362.

Yasa I. C., A. F. Tabak, O. Yasa, H. Ceylan, and M. Sitti (2019). "3D-printed microrobotic transporters with recapitulated stem cell niche for programmable and active cell delivery." *Advanced Functional Materials* 29, 17: 1808992.

Ceylan, H., I. C. Yasa, and M. Sitti (2017). "3D chemical patterning of micro-materials for encoded functionality." *Advanced Materials* 29, 9: 1605072.

## Roboter in Zellgröße für minimalinvasive gezielte Therapien

Frei bewegliche Roboter von der Größe einer einzelnen menschlichen Zelle könnten die Medizin revolutionieren. Ihre geringe Größe und kabellose Beweglichkeit kann den Zugang und die Navigation in kleinen, engen, schwer zugänglichen und empfindlichen Orten im Inneren des Körpers ermöglichen, etwa im zentralen Nervensystem, im Blutkreislauf und im Fötus. An diesen Orten können mit solch winzigen Maschinen neuartige minimalinvasive chirurgische Eingriffe durchgeführt werden, sie können für lange Zeit als Halbimplantate im Inneren verbleiben und mit großer Präzision und Wiederholbarkeit für zielgenaue Diagnosen und Therapien sorgen. Um diese Ziele zu erreichen, müssen jedoch mehrere große wissenschaftliche und technische Herausforderungen gemeistert werden. In meinem Vortrag möchte ich einige dieser großen Herausforderungen hinsichtlich der Konstruktion, Herstellung und Steuerung mobiler Roboter in Zellgröße für medizinische Anwendungen ansprechen. Ich zeige integrierte sensorische Erfassung, Reaktionen und Bewegungen - die Säulen eines Robotersystems -, bei denen vorkonfigurierte neue Materialien und Herstellungsverfahren auf mikroskopischer Ebene zum Einsatz kommen. Ich lade alternative Energiequellen und Konstruktionsprinzipien aus, die Operationen durch Roboter tatsächlich unterstützen könnten. Ich zeige medizinische Mikroroboter mit der Fähigkeit, sich umherzubewegen, lokale Informationen zur Krankheit (per Sensor) zu erfassen und darauf zu reagieren; dabei führen die Roboter durch Einsatz ihrer intelligenten Verbundmaterialien spezifische diagnostische und therapeutische Aufgaben in planmäßigen physischen Algorithmen aus. Nach Abschluss ihrer Aufgaben können die meisten der Mikroroboter, die ich entwickelt habe, unter normalen Bedingungen im Körper enzymatisch abgebaut werden. Vor dem Hintergrund des Fortschritts und des Stands auf diesem aufstrebenden Forschungsfeld zeige ich eine translationale Perspektive auf die Forschung zu medizinischen Mikrorobotern auf. Dabei verfolge ich einen anwendungsorientierten, integrativen Forschungsansatz, in dem Energieversorgung, Materialien, Herstellung, Steuerung, Lokalisation und medizinische Funktionalitäten gleichermaßen berücksichtigt werden. Ich erörtere die Komplexität der zukünftigen Herausforderungen und die möglichen Wege, wie sie überwunden werden können.

---

### PUBLIKATIONEN AUS DER FELLOWBIBLIOTHEK

Ceylan, Hakan (Weinheim,2019)

3D-printed microrobotic transporters with recapitulated stem cell niche for programmable and active cell delivery

<https://kxp.k10plus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=1725284154>

DreiD-printed microrobotic transporters with recapitulated stem cell niche for programmable and active cell delivery

<https://kxp.k10plus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=1725284154>

Ceylan, Hakan (Washington, DC,2019)

3D-printed biodegradable microswimmer for theranostic cargo delivery and release

<https://kxp.k10plus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=1724379097>

Ceylan, Hakan (Weinheim,2017)

3D Chemical Patterning of Micromaterials for Encoded Functionality

<https://kxp.k10plus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=1725291258>

DreiD Chemical Patterning of Micromaterials for Encoded Functionality

<https://kxp.k10plus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=1725291258>