

## Projekt

### **BioPACE – Biohybride für die Photon-aktivierte cardiale Erregung**

Koordinator:

Prof. Dr. Alexander Heisterkamp  
Laser Zentrum Hannover e.V.  
Hollerithallee 8  
30167 Hannover  
Tel.: 0511-2788-120  
E-Mail: a.heisterkamp@lzh.de

Projektvolumen:

2,17 Mio € (Förderquote 86%)

Projektlaufzeit:

01.07.2016 - 30.06.2021

Projektpartner:

- Laser Zentrum Hannover e.V.
- Centrum für Angewandte Nanotechnologie CAN GmbH
- LifePhotonic GmbH
- Medizinische Hochschule Hannover
- Universitätsklinikum Bonn

## Das Fundament der Photonik von Übermorgen

Die Grundlagenforschung stößt in ihrem unermüdlichen Tun auf immer neue Phänomene und Effekte die auf der Wechselwirkung des Lichts mit Materie beruhen. Für die jeweilige Grenze experimentell gewonnenen Wissens gilt dabei im Allgemeinen, dass sie auch den aktuellen Stand des technischen Vermögens definiert, solche Effekte und Phänomene überhaupt beobachtbar zu machen. Entsprechend sind die jeweiligen Experimente regelmäßig mit einem hohen Aufwand an Personal und Material verbunden.

Werden nun unter den vielen von der Forschung hervorgebrachten Erkenntnissen solche identifiziert, die ein hohes Potenzial für konkrete technische Anwendungen versprechen, so sind fast immer erhebliche Entwicklungsarbeiten erforderlich, um das im Labor beobachtete Phänomen in einer effizienten, d.h. insbesondere in einer bezahlbaren Weise für eine möglichst große Anzahl technischer Anwendungen nutzbar zu machen.

Die Projekte der Bekanntmachung „Photonik Plus – Neue optische Basistechnologien“ haben zum Ziel, Arbeiten zu solchen Erkenntnissen der optischen Grundlagenforschung zu unterstützen, die bisher nicht oder nur unterkritisch für eine praktische Anwendung erschlossen werden konnten.

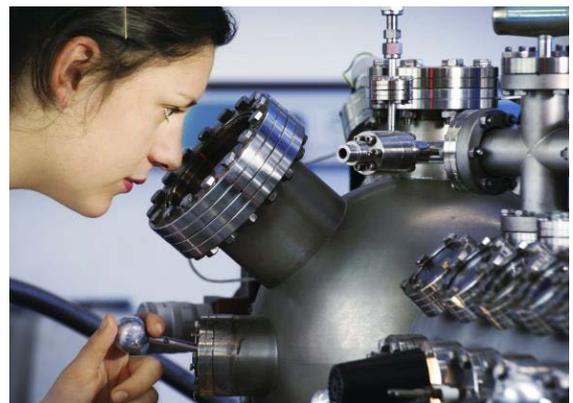


Bild 1: Neue optische Effekte erfordern zu Ihrer erstmaligen Beobachtung regelmäßig einen weit höheren Aufwand, als er für eine praktische Anwendung vertretbar wäre.  
(Quelle: iStock/Maartje van Caspel)

## Optische Schrittmacher für biohybride Muskelkonstrukte

Seit der ersten Entwicklung und Implantation eines Herzschrittmachers im Jahr 1958 wurden vielfältige Weiterentwicklungen vorgenommen, welche zum Beispiel die Elektrode oder Spannungsversorgung betreffen, sowie weitere Einsatzgebiete erschlossen. Dennoch beruhen auch moderne Herzschrittmacher auf Kontraktions-stimulation durch elektrische Impulse, die zur Behandlung eines verlangsamten bzw. beschleunigten Herzschlags (Bradykardie bzw. Tachykardie) oder einer Weiterleitungsstörung (AV-Block) eingesetzt werden. Für Arrhythmien, die sehr schnell und unregelmäßig sind, erfolgt eine kurzzeitige Defibrillation mit starken Impulsen, die für den Patienten äußerst schmerzhaft sein können und bei wiederholter Anwendung zu einer dauerhaften Schädigung des Herzmuskels führen.

Der Verbund BioPACE befasst sich im Rahmen der Photonik-Plus-Ausschreibung „Neue optische Basistechnologien“ des BMBF mit neuartigen Verfahren der synthetischen Biologie, der Optogenetik, um die Vorteile der optischen Stimulation von Muskelgewebe gegenüber einer elektrischen Anregung für einen klinischen Einsatz nutzbar zu machen. Mögliche Anwendungsgebiete sind dabei insbesondere Herzrhythmusstörungen, um aus einer Kombination von patienteneigenen Zellen und optischen Faserapplikatoren einen biohybriden Herzschrittmacher zu erproben und bestmögliche Kompatibilität des Implantats zu erreichen. Die hochauflösende optische Stimulation lässt dabei perspektivisch weitere Anwendungen im Bereich anderer Muskeln sehr attraktiv erscheinen.

### Effiziente und spezifische Muskelanregung über optisch erzeugte Erregung

Die Verbindung von Photonik, Optogenetik und Nanotechnologie zur Realisierung eines neuen therapeutischen Ansatzes in der Medizintechnik motiviert das BioPACE Konsortium zur Arbeit an dem hier vorgestellten Projekt zur Erforschung von biohybriden Implantaten für die lichtinduzierte Herzerregung, -defibrillation und Skelettmuskelstimulation.

Ziel des BioPACE-Konsortiums ist daher die Erforschung von biohybriden Implantaten für die Photon-aktivierte Herzerregung durch die Kombination von modernen Methoden der Photonik, Optogenetik und Nanotechnologie. Zentral ist dabei die Herstellung einer optischen Erregbarkeit der Herzmuskelzellen durch Arbeitsgruppen aus der Medizin und Zellbiologie sowie die Entwicklung und Bereitstellung optischer Fasertechnologien und Nanopartikel, um eine optimale Erregbarkeit tief im Gewebe zu ermöglichen, durch Partner aus der Forschung und Industrie. Die im Verbund entwickelte Hightech-Strategie soll die Photon-aktivierte Stimulation zunächst mit Schwerpunkt auf Erprobung an Herzmuskelkonstrukten erforschen, um ihre Einsetzbarkeit für die Entwicklung eines biohybriden Herzschrittmachers für Kinder und jüngere Patienten zu evaluieren. Hierfür wird die prinzipiell Anwendbarkeit dieser Technologien zur optogenetischen Herzstimulation, Defibrillation lebensbedrohlicher Herzrhythmusstörungen und Muskelstimulation anhand von isolierten Modellen getestet. Eine begleitende Erprobung für eine hochauflösende Skelettmuskelstimulation soll das perspektivisch breite Anwendungspotential auch in anderen Bereich der Medizin demonstrieren.

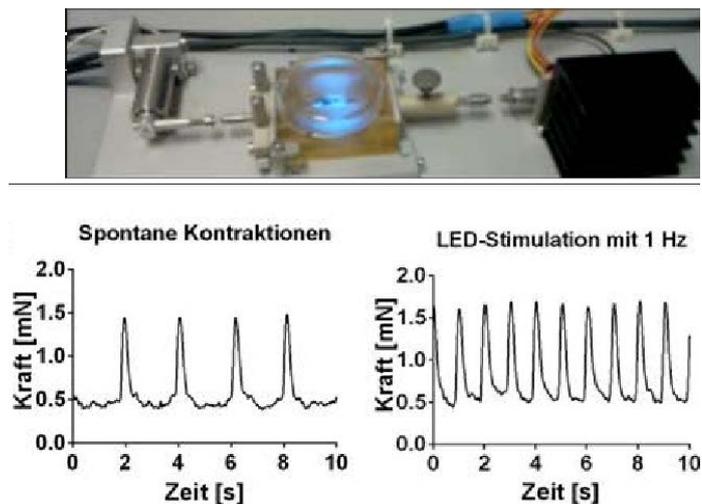


Bild 2: Bioartifizielles Herzgewebe (oben) welches im Bioreaktor mit einer 470 nm LED optogenetisch stimuliert wird. Die Kraftmessung der Kontraktionen zeigt, dass die Schlagfrequenz durch LED-Stimulation 1:1 gesteuert werden kann (unten). (Quelle: MHH)