51 Neuroprothetik

»Neuroprothetik« bezeichnet die Verbindung des Nervensystems *mit* oder die Steuerung durch Gehirn- oder Nervensignale *von* einer Prothese (abgeleitet vom altgriech. *pro-* »vor, anstatt« und *thesis* »setzen«), d. h. eines künstlichen Körperteils.

In der Medizin bezeichnen Prothesen heute Hilfsmittel, die ein fehlendes oder geschädigtes Körperteil oder Organ in Struktur und/oder Funktion vollständig oder teilweise (Teilprothese) ersetzen. Je nachdem, ob eine Prothese äußerlich angebracht ist oder im Körper eingesetzt wird, spricht man zur genaueren Zuordnung auch von Exo- bzw. Endoprothesen. Neben einfachen mechanischen »Ersatzteilen« wie Zahnersatz oder künstlichen Hüftgelenken werden in den letzten Jahren zunehmend komplexere funktionelle Prothesen entwickelt, z. B. zur Wiederherstellung motorischer Funktionen von Gliedmaßen bis hin zur Handmotorik.

Historisch finden sich, neben frühen Zahnprothesen in der mitteleuropäischen Eisenzeit (Seguin u. a. 2014), bereits in den antiken ägyptischen und griechisch-römischen Imperien erste mechanische Prothesen zur Funktionswiederherstellung nach Verlust einer Gliedmaße (Finch 2011). Abgesehen von den frühen neurophysiologischen Versuchen im 18. und 19. Jahrhundert wird als erste Neuroprothese im modernen Sinn oft das erste elektrische Hörgerät von Ernest Wever und Charles Bray genannt. Es dauerte jedoch bis 1957, als mit der Erfindung des Cochlea-Implantats (und dessen klinischer Anwendung ab Anfang der 1970er Jahre) ein erstes Gerät zur direkten Interaktion zwischen Nervensystem und Prothese zur Verfügung stand und bis in die 1980er Jahre, bis die ersten Neuroprothesen zur Steuerung künstlicher Gliedmaße entwickelt wurden (Finn/LoPresti 2002).

Heutzutage ist die Neuroprothetik ein etabliertes und wachsendes Forschungsfeld in dem in den letzten Jahren durch die Fortschritte in der Mikrosystemtechnik und Algorithmik immer mehr Anwendungsfelder erschlossen werden. Neben verbesserten Cochlea-Implantaten sind hierbei insbesondere implantierbare (Mikro-)Elektrodensysteme zur Steuerung von Ge-

hirn-Computer-Schnittstellen (Brain-Computer Interface, BCI) zu nennen. So konnte zuletzt neben einem Nadelelektroden-Array, welches in die Gehirnoberfläche eingebracht wird (Gilja u. a. 2015), auch ein erstes System zur Ableitung und drahtlosen Signalübertragung von bioelektrischen Signalen mit einem auf der Gehirnoberfläche liegenden Elektroden-Array für ein BCI bei einer schwergelähmten Patientin angewandt werden (Vansteensel u. a. 2016). Auch im Bereich von eigentlichen, der Funktion einer Gliedmaße nachempfundenen, Prothesen konnten zuletzt deutliche Fortschritte erzielt werden. So gelang es Forschern, erste Prothesen zu entwickeln, die über Sensoren Tastempfindungen an das Gehirn der Nutzer erfolgreich zurückmelden können (Tan u. a. 2014).

Mit der weiteren Miniaturisierung der Elektroden-technologie, dem Einsatz neuer Werkstoffe (wie beispielsweise Graphen) und der Verbesserung der Dekodierung relevanter neurophysiologischer Signale ist in den nächsten Jahren ein weiterer Entwicklungsschub im Bereich der Neuroprothetik zu erwarten.

Literatur

- Finch, Jacqueline: The ancient origins of prosthetic medicine. In: *Lancet* 377/9765 (2011), 548–549. DOI: 10.1016/S0140-6736(11)60190-6.
- Finn, Warren E./LoPresti, Peter G: *Handbook of Neuroprosthetic Methods*. Boca Raton 2002.
- Gilja, Vikash/Pandarinath, Chethan/Blabe, Christine H. u. a.: Clinical translation of a high-performance neural prosthesis. In: *Nature Medicine* 21 (2015), 1142–1145. DOI: 10.1038/nm.3953.
- Seguin, Guillaume/d’Incau, Emmanuel/Murail, Pascal u. a.: The earliest dental prosthesis in Celtic Gaul? The case of an Iron Age burial at Le Chêne, France. In: *Antiquity* 88/340 (2014), 488–500. DOI: 10.1017/S0003598X00101139.
- Tan, Daniel W./Schiefer, Matthew A./Keith, Michael W. u. a.: A neural interface provides long-term stable natural touch perception. In: *Science Translational Medicine* 6/257 (2014), 257ra138. DOI: 10.1126/scitranslmed.3008669.
- Vansteensel, Mariska J./Pels Elmar G. M./Blechner, Martin G. u. a.: Fully Implanted Brain-Computer Interface in a Locked-In Patient with ALS. In: *New England Journal of Medicine* 375 (2016), 2060–2066. DOI: 10.1056/NEJMoa1608085.

Philipp Kellmeyer