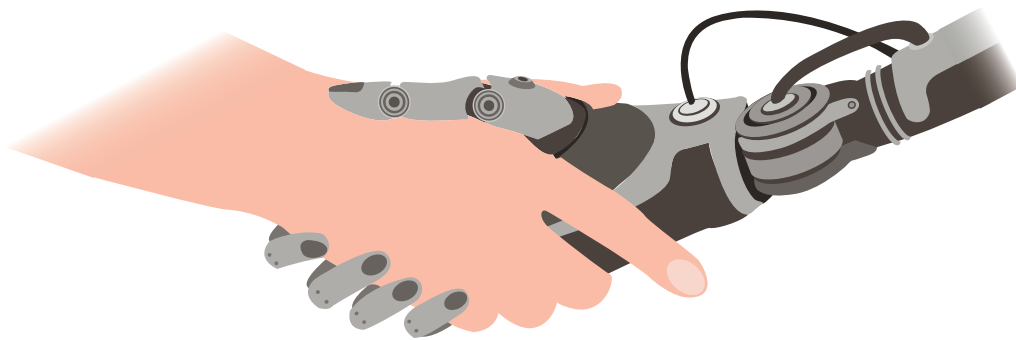
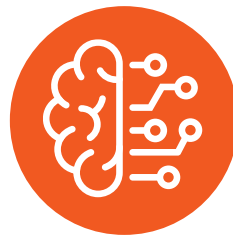


# Whitepaper

NervenSinneTechnik.NRW

20  
18



**Mehr Teilhabe durch Mensch-Technik-Interaktion**  
zur Unterstützung und Wiedererlangung motorischer,  
sensorischer und kognitiver Fähigkeiten

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	<b>3</b>	C.3 Translations-, Transfer- und Kooperationspotenziale .....	9
<b>Einleitung</b> .....	<b>4</b>	C.4 Derzeitige Projekt- und Entwicklungsschwerpunkte in NRW .....	10
<b>A Trends</b> .....	<b>5</b>	C.5 Chancen für Nordrhein-Westfalen .....	11
A.1 Steigender Versorgungsbedarf bei neurogenen Störungen .....	5	<b>D Empfehlungen: Landesinitiative NervenSinneTechnik.NRW</b> .....	<b>12</b>
A.2 Erkenntnisgewinne in den Neurowissenschaften .....	5	D.1 Förderschwerpunkte der Projektentwicklung .....	12
A.3 Mensch-Technik-Interaktion in Alltag und Therapie.....	5	D.1.1 Neurorobotale Systeme zur Verbesserung sensomotorischer Fähigkeiten	12
A.4 Lernprozesse und die Veränderung der Rolle von Patient und Heilberufler .....	6	D.1.2 Brain-Computer-Interface .....	13
<b>B Herausforderungen</b> .....	<b>7</b>	D.1.3 Neurostimulation .....	13
B.1 Vertiefung neurowissenschaftlicher Grundlagen .....	7	D.1.4 IT-basierte Systeme, Telemedizin und neue Medien .....	14
B.2 Anwendungsspezifische technische Lösungen .....	7	D.1.5 Gaming, Virtual und Augmented Reality .....	14
B.3 Über Gebrauchstauglichkeit hinaus zu ganzheitlichen Versorgungskonzepten .....	7	D.2 Strukturbildende Schwerpunkte .....	15
B.4 Nutzerakzeptanz und ethischer Diskurs .....	7	D.2.1 Aus- und Weiterbildung von Gesundheitsfach- bzw. Heilberufen .....	15
B.5 Patient Empowerment.....	8	D.2.2 Zukunftsweisende Versorgungsstrukturen.....	15
B.6 Empowerment der Heilberufe .....	8	D.2.3 Versorgungsintegrierte Referenzzentren für innovative Unternehmen .....	15
B.7 MTI-Innovationen und Umbrüche in den Versorgungsstrukturen .....	8	D.3 Kommunikation und kritischer Diskurs .....	16
<b>C NRW: Status und Perspektiven</b> .....	<b>9</b>	<b>Impressum</b> .....	<b>17</b>
C.1 Bevölkerung und Gesundheitsstandort NRW.....	9		
C.2 Hervorragende neurowissenschaftliche Forschung .....	9		

# Vorwort

Das vorliegende Whitepaper „NervenSinneTechnik.NRW – Mehr Teilhabe durch Mensch-Technik-Interaktion“ wurde vom Cluster InnovativeMedizin.NRW initiiert und verfasst. Der vom Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes Nordrhein-Westfalen beauftragte Cluster widmet sich profilbildenden innovativen Schwerpunkten in der Medizin des Landes – und dies zusammen mit maßgeblichen Akteuren aus medizinischer Versorgung, Wissenschaft und Wirtschaft. So beruht auch dieses Whitepaper auf Beratungen mit einem Kreis von Experten, die sich in einem mehrmonatigen Prozess mit ihren Diskussionsbeiträgen wie auch mit einer Vielzahl von Vorschlägen und konstruktiven Einwänden zur inhaltlichen Ausgestaltung des Dokumentes beteiligt haben. Die „NervenSinneTechnik.NRW“-Konferenz am 15. Juni 2018 stellt den vorläufigen

Abschluss dieses Prozesses dar. Im Anschluss geht es zum einen darum, die Anregungen und Vorschläge des Whitepapers in politische Erörterungen und Prozesse einzuspeisen. Zum anderen sieht sich der Cluster selbst gefordert, Vorhaben und Maßnahmen in Angriff zu nehmen, die der im Whitepaper skizzierten Roadmap entsprechen. Darüber hinaus fungiert das Whitepaper als Impuls und Plattform für das sich herausbildende NervenSinneTechnik-Netzwerk in NRW, das der Cluster auch in Zukunft moderieren wird. Das Whitepaper versteht sich somit übergreifend als ein Dokument für den Austausch zwischen Politik und den in medizinischer Versorgung, Wissenschaft und Wirtschaft tätigen Akteuren. Denn die Beförderung praktischer Innovationen und die Weiterentwicklung politischer Rahmenbedingungen müssen Hand in Hand gehen.

# Einleitung

Interaktive Lösungen zwischen Mensch und Technik durchdringen immer stärker unsere Lebenswelten und eröffnen insbesondere auch neue Möglichkeiten in der Gesundheitsversorgung. Allen voran durch die Digitalisierung werden Mensch-Technik-Interaktionen immer verfügbarer, unauffälliger und auch selbstverständlicher in der Nutzung. Im Vergleich zu Lösungen in der Arbeitswelt, in der Mobilität oder dem Alltag haben MTI-Lösungen für die hier betrachteten Gesundheitsanwendungen das Ziel, nicht nur Werkzeuge bzw. Hilfsmittel, sondern Begleiter, Assistent oder Therapieunterstützer zu sein.

Die therapeutische Besonderheit bei der Interaktion im Bereich der Nerven und Sinnesorgane: Immer geht es um Lernprozesse und eine aktive Beteiligung des Patienten in seinem Versorgungsprozess. Mehr Teilhabe zu erreichen und das selbstständige Üben zu ermöglichen, stellen übergeordnete Ziele dar. Unter anderem mit Neurostimulation und Neurofeedback, Exoskeletten und Neurorobotik, virtueller Realität und Telerehabilitation ergeben sich neue Chancen für die Patienten, aber auch für die ökonomischen Herausforderungen bei der Versorgung chronischer (neurogener) Erkrankungen. Damit geht es ganz klar nicht nur um technologische Entwicklungen,

sondern um die Ausgestaltung und Nutzung von neuen Versorgungsprozessen – und damit verbunden um die Rollen von Heilberufen und Patienten in diesen Prozessen.

Neben den angesprochenen Möglichkeiten der Digitalisierung werden aber auch Fortschritte in der Robotik, den Materialwissenschaften und in den Neurowissenschaften die Entwicklungen im Themenfeld beschleunigen.

Um an dieser gesundheitspolitisch, gesundheitswissenschaftlich wie auch gesundheitswirtschaftlich hoch bedeutsamen Entwicklung teilzuhaben und sie offen wie zielgerichtet mitgestalten zu können, muss man sich jetzt strategisch aufstellen. Von großer Bedeutung sind dabei die Nutzung der neurowissenschaftlichen Forschungsbasis und ihre Verknüpfung mit entsprechenden Versorgungsinnovationen sowie mit der Aus- und Weiterbildung der Akteure. Nordrhein-Westfalen hat hierfür hervorragende Voraussetzungen und kann – nicht nur aufgrund größtmöglicher Versorgungs- und Ausbildungszahlen – maßgebliche Beiträge dazu leisten. Das im Land noch nicht ausgeschöpfte Entwicklungspotenzial soll in einer NervenSinneTechnik-Initiative gebündelt werden. Für eine derartige – strategische wie auch praktische – Konzertierung plädiert dieses Whitepaper.

# A Trends

## A.1 Steigender Versorgungsbedarf bei neurogenen Störungen

Die Fallzahlen neurogener, also nervlich bedingter Störungen des Bewegungsapparates wie auch der Sinnesorgane und der Psyche steigen in Deutschland und in anderen Industrienationen deutlich an. Diese Entwicklung ist zwar indikationsspezifisch zu differenzieren, allen Differenzierungen gemeinsam sind aber zwei wesentliche Trends: Neben dem demografischen Wandel und einem entsprechenden Anstieg altersassoziierter neurogener Störungen sorgen auch verbesserte Überlebensraten (z. B. in der Schlaganfallversorgung) für diese Zunahme. Das übergeordnete Ziel bei der Versorgung der Betroffenen ist es, Teilhabe zu ermöglichen oder zu verbessern. Diesem Anspruch wird auch rechtlich mit dem Bundesteilhabegesetz<sup>1</sup> seit Anfang 2017 (mit beschlossenen Erweiterungsstufen) Nachdruck verliehen.

Neben den individuellen Auswirkungen für die Betroffenen und Angehörigen haben die steigenden Fallzahlen auch enorme gesundheitsökonomische Konsequenzen. Zu den zum Teil erheblichen direkten Diagnostik-, Behandlungs- und Therapiekosten kommen erhebliche Kosten durch den Ausfall der Berufs- und Erwerbsfähigkeit hinzu.

## A.2 Erkenntnisgewinne in den Neurowissenschaften

Das Verständnis des Aufbaus und der Funktionsweise des Nervensystems bildet die Grundlage, um neurogene Störungen zu diagnostizieren und zu therapieren. Unser Wissen über grundlegende Vorgänge wie Bewegungssteuerung, Wahrnehmung, Kognition und Emotion ist in den letzten Jahren rasant angewachsen. Der enorme Erkenntnisgewinn in den Neurowissenschaften ist unter anderem modernen bildgebenden und molekularbiologischen Verfahren zu verdanken. Auch die Beteiligung verschiedener Disziplinen – wie der

Psychologie, Medizin, Sportwissenschaft, Mathematik und Informatik – hat neue Einblicke in die Funktionsweise unseres Nervensystems gebracht. Zum anderen bieten technologische Innovationen neue Möglichkeiten, auf die Funktionsweise des Nervensystems Einfluss zu nehmen bzw. Störungen neuronaler Funktionen zu kompensieren.

Diese Entwicklungen machen die Neuromedizin zum am schnellsten wachsenden medizinisch-therapeutischen Fachgebiet<sup>2</sup>. Die Erkenntnisse der Neurowissenschaften haben auch ihre Auswirkungen auf die therapeutische Anwendung gefunden: Grundlage dafür ist die Neuroplastizität, also die Fähigkeit von Gehirn und Nervensystem, durch molekulare und Netzwerk-Reorganisation auf Schädigungen reagieren und Funktionsverluste dadurch zumindest teilweise zurückgewinnen zu können.

Darüber hinaus besteht aber auch das enge Wechselspiel mit der künstlichen Intelligenz: Künstliche neuronale Netze bilden Strukturen des Nervensystems nach bzw. simulieren und verändern dieses. Sie sind ein Zweig der künstlichen Intelligenz und haben die Entwicklung vorangetrieben. Umgekehrt braucht es die Methoden der Neuroinformatik, um die mit entsprechenden Gedanken verknüpften Hirnaktivitäten zu entschlüsseln und damit unter anderem auch Grundlagen für sog. „Brain-Computer-Interfaces“ zu legen.

## A.3 Mensch-Technik-Interaktion in Alltag und Therapie

Unser persönlicher Umgang mit technischen Systemen unterliegt aktuell einem starken Wandel. Der Siegeszug von Smartphones und Tablets in einer vergleichsweise kurzen Zeit von weniger als 10 Jahren verdeutlicht die Auswirkungen des Me-

1 Gesetz zur Stärkung der Teilhabe und Selbstbestimmung von Menschen mit Behinderungen

2 Die Neurologie hat sich von einer vornehmlich diagnostischen zu einer aktiv therapierenden Fachdisziplin gewandelt. [...] die Zahl der berufstätigen Neurologinnen und Neurologen wächst kontinuierlich um etwa 6 Prozent pro Jahr; [...] positiven Zulauf junger Mediziner und überdurchschnittlich weiblich geprägt. (siehe DGN)

gatrends der Digitalisierung auf unser Leben und ist ein Indikator für das Veränderungspotenzial, das Systeme der Mensch-Technik-Interaktion auf viele Lebensbereiche haben werden. Neben Fortschritten in den Informations- und Kommunikationstechnologien treiben Weiterentwicklungen der Sensorik, der Miniaturisierung, der Robotik sowie der 3D-Technologien die Innovationen der Mensch-Technik-Interaktion voran.

Innovative Ansätze im Bereich der Mensch-Technik-Interaktion bergen großes Anwendungspotenzial in der Gesundheitswirtschaft und können dazu beitragen, den oben geschilderten Versorgungsbedarf zu decken. Anwendungsbeispiele reichen von interaktiven Implantaten (Cochlea-Implantate, Hirnschrittmacher) über neurorobotale Trainingssysteme bis hin zu Assistenz- oder Telemedizin-Systemen per App oder Therapie-Szenarien mit Virtual Reality/Augmented Reality. Das Entscheidende dabei ist, dass die technischen Systeme nicht nur Geräte, Maschinen oder Hilfsmittel sind, sondern zu Begleitern, Assistenten oder gar lernenden Systemen werden.

### **A.4 Lernprozesse und die Veränderung der Rolle von Patient und Heilberufler**

Das übergeordnete Ziel in der Behandlung neurogener Störungen ist, verloren gegangene bzw. eingeschränkte menschliche Funktionen so weit wie möglich wiederherzustellen oder durch Assistenzsysteme zu ersetzen. Lernprozesse des Patienten spielen eine zentrale Rolle für den therapeutischen Erfolg und stehen damit im Fokus der Mensch-Technik-Interaktion. Dabei spielt die Neuroplastizität – also die funktionelle und strukturelle Anpassungsfähigkeit des Nervensystems an physiologische Anforderungen oder Schädigungen – eine entscheidende Rolle. Aber auch die Akzeptanz und der Umgang des Patienten mit den technischen Systemen, die Gebrauchstauglichkeit eben dieser sowie die Adhärenz zu Therapie und Training bedingen ihre besondere Rolle in diesem Prozess (siehe B3).

Dies hat gleichzeitig auch Auswirkungen auf die Rolle der medizinischen, therapeutischen und pflegenden Gesundheitsberufe und ihren Umgang mit den technischen Systemen. Dabei sollen Systeme der Mensch-Technik-Interaktion professionelles menschliches Handeln nicht ersetzen, sondern vielmehr unterstützen, ergänzen oder Raum für neue Therapieansätze geben.

# B Herausforderungen

## B.1 Vertiefung neurowissenschaftlicher Grundlagen

Die Fortschritte beim Verständnis zu Vorgängen des menschlichen Nervensystems wecken große Erwartungen, wenngleich die komplexen Mechanismen bei weitem nicht gänzlich verstanden sind und noch großer Forschungsbedarf besteht. Beispielhaft seien hier nur Hirnschrittmacher genannt, die zwar bereits in der Anwendung für Morbus Parkinson und Epilepsie etabliert, deren genaue Funktionsweise jedoch noch nicht vollständig aufgeklärt ist.

Für ein umfassenderes Verständnis der Funktionsweise oder gar der Diagnose und Therapie von Krankheiten ist die gemeinsame interprofessionelle Anstrengung vieler Disziplinen wie der Psychologie, der Medizin und auch der Geistes-, Natur- und Ingenieurwissenschaften notwendig. Bei dem dafür notwendigen Fortschritt spielt insbesondere auch die moderne Informatik eine wichtige Rolle („Computational Neuroscience“).

## B.2 Anwendungsspezifische technische Lösungen

Es existieren bereits zahlreiche erfolgversprechende Ansätze zu Mensch-Technik-Interaktionslösungen für spezielle neurogene Störungen. Diese haben ihre spezifischen technologischen Herausforderungen, die es noch zu lösen oder zu verbessern gilt: Dies reicht exemplarisch von der Biokompatibilität bei Neuroimplantaten über die Realisierung von Leichtbaulösungen bei einem Exoskelett bis zur Betriebs- und Datensicherheit bei IT-basierten Systemen. Viele dieser Herausforderungen können nicht zuletzt von dem Megatrend der Digitalisierung und den damit einhergehenden Fortschritten in den Informations- und Kommunikationstechnologien profitieren. Insgesamt bedarf es der Erarbeitung kontextspezifischer Lösungen, die in interprofessionellen Teams umgesetzt werden.

## B.3 Über Gebrauchstauglichkeit hinaus zu ganzheitlichen Versorgungskonzepten

Neben diesen spezifischen Herausforderungen, für die es anwendungs- und produktbezogene Lösungen zu entwickeln gilt, existieren aber auch einige übergreifende Herausforderungen:

Mit dem oben beschriebenen Fokus auf Lernprozessen adressieren die technischen Lösungen unmittelbar den Patienten. Daher spielen Gebrauchstauglichkeit („Usability“) und Technikakzeptanz eine entscheidende Rolle. Oft wird diese noch sehr aus der Perspektive der Sicherheit und Zuverlässigkeit eines Medizinproduktes betrachtet. Aber neben dem sicheren Einsatz im Alltag spielen für den Patienten auch Motivation und eigenständige Nutzung eine wichtige Rolle.

Die Zielgruppe kann in Bezug auf Geschlecht und Alter aber mitunter sehr heterogen sein, sodass hier differenzierte Lösungen gefragt sind. Insgesamt sollten nicht nur die Auswirkungen auf Lebensweise und soziales Umfeld sowie die damit verbundenen persönlich-biografischen Entscheidungen berücksichtigt werden. Dies sollte schließlich in integrierte und am Lebenslauf orientierte bio-psycho-soziale Versorgungskonzepte münden, die neben der Medizin auf die Lebensqualität und soziale Teilhabe im Alltag zielen und dabei über das bisherige sozialrechtliche Rehabilitationsverständnis hinausgehen.

## B.4 Nutzerakzeptanz und ethischer Diskurs

In dieser Fokussierung auf die Verknüpfung der Interaktionen mit dem Nervensystem und den damit verbundenen Lernprozessen werden zum Teil sehr ambitionierte und tiefgreifende Mensch-Technik-Interaktionen adressiert. Nicht nur im extremen Fall von Hirnstimulatoren und Gehirn-Computer-Schnittstellen haben diese Interaktionen auch Auswirkungen auf Persönlichkeit und Identität. Damit sollte auch eine intensive ethische Diskussion einhergehen und neben der oben genannten Nutzerakzeptanz auch die

gesellschaftliche Akzeptanz dieser Technologien diskutiert werden. Auch wenn die Übergänge zu Anwendungen in der Arbeitswelt oder gar militärischen Anwendungen aus der technologischen Perspektive fließend sind, sollte die Diskussion fokussiert auf die medizinische und gesundheitliche Dimension erfolgen.

### **B.5 Patient Empowerment**

Der hohe und spezifische Bedarf einer patientenorientierten Gestaltung, Einbringung und Mitwirkung ergibt sich bei der Mensch-Technik-Interaktion insbesondere deshalb, weil es sich in der Regel

- ▶ um längerfristig angelegte therapeutische und rehabilitative Prozesse
- ▶ mit einer hohen Bedeutung von Lernprozessen (generell und in Bezug auf die Neuroplastizität)

▶ und einer nachhaltigen Bedeutung für Persönlichkeit, Lebenslauf und Lebensweise handelt. Patienten müssen daher in die Lage versetzt werden, diese Systeme zu verstehen und korrekt zu nutzen. Gleichzeitig dürfen die Systeme ihre Anwender nicht überfordern oder Ängste auslösen. Bei der Entwicklung entsprechender Trainings- und Nutzungsstrategien sind somit auch Aspekte der Psychoedukation und der Selbstwirksamkeit zu berücksichtigen.

### **B.6 Empowerment der Heilberufe**

Systeme der Mensch-Technik-Interaktion haben nicht den Anspruch, Ärzte, therapeutische und pflegende Fachkräfte zu ersetzen, sondern sollen vielmehr deren Tätigkeiten unterstützen und den Versorgungsprozess verbessern. Angesichts der Knappheit dieser Fachkräfte bieten derartige Systeme zwar die Möglichkeit, die Versorgungsqualität bei dem zur Verfügung stehenden Personal und bei steigendem Bedarf aufrecht zu halten oder im günstigsten Fall sogar zu verbessern. Die umfassende Nutzung ihrer therapeutischen Potenziale erfordert aber eine Ausweitung des Einsatzes von Fachkräften unter Aufwertung ihrer Kompetenzen. Die Fachkräfte als Anwender müssen daher in die Lage versetzt werden, die technischen Lösungen in Verbindung mit Trainingsmethoden und Lernprozessen zu verstehen,

korrekt und sicher zu nutzen und zu ihrer Weiterentwicklung beizutragen. Eine der großen Herausforderungen dürfte in der Frage liegen, wie sich MTI-unterstützte Therapien sinnvollerweise auf das Zusammenwirken von ärztlichen, therapeutischen und sonstigen Berufsbildern auswirken. Die fortschreitende Akademisierung insbesondere der therapeutischen Gesundheitsfachberufe und Team-orientierte Versorgungslösungen sind in diesem Kontext zu sehen.

### **B.7 MTI-Innovationen und Umbrüche in den Versorgungsstrukturen**

Systeme der Mensch-Technik-Interaktion zeichnen sich dadurch aus, dass sie ihre Wirksamkeit in hohem Maße in sektorübergreifenden Versorgungsprozessen und sozialräumlichen Kontexten entfalten. Die entsprechenden Versorgungsstrukturen befinden sich aber faktisch und sozialrechtlich im Umbruch (s. jüngst das Bundesteilhabegesetz). Die entscheidende Herausforderung besteht darin, dass akutmedizinische Behandlung, stationäre Rehabilitation, wohnortnahe teilstationäre und ambulante Versorgung, Nachsorge und alltägliches Selbstmanagement der Betroffenen sowie Setting-spezifische Maßnahmen ineinandergreifen müssen – und zwar in langfristig angelegten, intersektoralen und gut zu bewältigenden Versorgungsprozessen. Diese Nejustierungen stehen noch am Anfang. Aber dies ist auch eine Chance, grundlegende Strukturinnovationen in der Versorgung mit technologisch basierten MTI-Innovationen zu verbinden: Sie können sich gegenseitig befördern und beflügeln.

Wichtige Voraussetzung ist allerdings eine Klärung von Kosten- und Vergütungsfragen, die allzu häufig offen bleiben, sodass zahlreiche Projekte den Status eines Modellprojekts nicht überschreiten, obwohl ein Versorgungsbedarf gegeben ist. Dabei sind die Potenziale zur Effizienzsteigerung im Versorgungsprozess bei manchen MTI-Systemen nur durch – in der Regel hohe – Investitionen und neue Infrastrukturen zu realisieren. Der Einsatz neurorobotaler Therapiesysteme dürfte ohne spezialisierte Zentren nicht möglich sein und telemedizinische Versorgungsansätze benötigen häufig vernetzte Infrastrukturen oder Telemedizinzentren.



# C NRW: Status und Perspektiven

## C.1 Bevölkerung und Gesundheitsstandort NRW

Soziodemografisch gesehen bietet Nordrhein-Westfalen beste Voraussetzungen für die Gesundheitsforschung und darauf basierende Versorgungsinnovationen. Der hohen Bevölkerungsdichte entspricht eine ebenso dichte Versorgungs- und Kliniklandschaft. Gleichzeitig verfügt das Land aber auch mit Blick auf seine ländlichen Räume und in Bezug auf Alters- und Sozialstrukturen (inkl. der Migrationsanteile) über eine komplexe, die Situation im Bund weitgehend widerspiegelnde Struktur. Dies ist im Prinzip ein ideales Umfeld für MTI-Innovationen, die in hohem Maße in sektorenübergreifenden Versorgungsprozessen und sozialräumlichen bzw. arbeits- und lebensweltlichen Kontexten wirksam werden. Mit Blick auf den für ein derartig strukturiertes großes Flächenland eher geringen NRW-spezifischen Versorgungsanteil<sup>3</sup> in der Rehabilitation von nordrhein-westfälischen Patienten besteht aber sicherlich noch Entwicklungspotenzial für den hiesigen Gesundheitsstandort, dessen Erschließung durch eine Initiative „NervenSinneTechnik.NRW“ befördert werden könnte.

## C.2 Hervorragende neurowissenschaftliche Forschung

Die innovative Medizin in NRW kann auf eine enorm starke neurowissenschaftliche Forschungsbasis zurückgreifen. Zu deren Kernelementen zählen folgende Einrichtungen:

- ▶ Die Ruhr-Universität Bochum mit dem „Research Department of Neuroscience“, dem SFB 874 „Integration and Representation of Sensory Processes“ und SFB 1280 „Mechanismen des Extinktionslernens“, in dessen Kontext in den kommenden Jahren der Forschungskomplex THINK realisiert werden soll.

- ▶ Das Institut für Neurowissenschaften und Medizin am Forschungszentrum Jülich erforscht im Rahmen des Programms „Decoding the Human Brain“ die räumliche und zeitlich skalierte Organisation des menschlichen Gehirns und verknüpft diese Arbeiten im Rahmen von JARA Brain auch mit der klinischen Expertise des UK Aachen.
- ▶ Das mit der Max-Planck-Gesellschaft assoziierte neurowissenschaftliche Institut „caesar“ in Bonn (zelluläre Signalverarbeitung und die neuronalen Grundlagen des Verhaltens)
- ▶ Das Deutsche Zentrum für neurodegenerative Erkrankungen in der Helmholtz-Gesellschaft mit zentralem Sitz in Bonn
- ▶ Universitätskliniken und eine Vielzahl weiterer Krankenhäuser mit ausgewiesenen indikations-spezifischen neurologischen und neuropsychiatrischen Expertisen

Ergänzend zu der neurowissenschaftlichen Forschung ist der Exzellenzcluster CITEC an der Universität Bielefeld für das Themenfeld hoch relevant. Hier werden kognitive Interaktionstechnologien erforscht, um für den Menschen intuitiv und leicht bedienbare technische Systeme zu entwickeln. Hieraus ergibt sich ein hohes Transferpotenzial in neuromedizinische Anwendungsfelder.

## C.3 Translations-, Transfer- und Kooperationspotenziale

Trotz der genannten guten Voraussetzungen gibt es in NRW noch großes Potenzial, die translations- und transferorientierte Dynamik zu beschleunigen:

- ▶ In der medizinisch orientierten Mensch-Technik-Interaktion existiert ein erhebliches Forschungs- und Entwicklungspotenzial an den Hochschulen des Landes. Allerdings müssen die Übergänge zwischen Ingenieurwissenschaften

<sup>3</sup> Aktuell werden nur 51 % der Reha-Patienten aus NRW auch hier behandelt.

und neuromedizinisch anwendbaren Schwerpunkten deutlich verstärkt werden – auch mit Blick auf die bislang eher schwache Positionierung von neurotechnologischen Unternehmen in NRW.

- ▶ In den Rehabilitations- und Therapiewissenschaften ist NRW zwar an vielen Standorten gut positioniert, aber es wäre sinnvoll, sie in Verbindung mit der Arbeits- und Sozialmedizin wie auch mit den angewandten Neurowissenschaften zu einem übergreifenden Schwerpunkt der Versorgungsforschung auszubauen. Damit würde auch ein hervorragendes Umfeld für therapeutisch, rehabilitativ und Teilhabe-orientierte Lösungen in der Mensch-Technik-Interaktion entstehen.
- ▶ Interdisziplinäre und interprofessionelle Strukturen sind das A und O. Dies gilt für die Verknüpfung von Neuro-, Gesundheits-, Ingenieur- und Sozialwissenschaften ebenso wie für das Zusammenwirken unterschiedlicher Heil- und Sozialberufe, insbesondere auch von medizinischen und psychologischen Kompetenzen. Auch bundesweit einzigartige Forschungseinrichtungen wie die Deutsche Sporthochschule Köln, die sich mittels eines solchen inter- und transdisziplinären Ansatzes mit Fragen der körperlichen Gesundung beschäftigt, sollten aufgegriffen werden.
- ▶ Mit den gerade auf dem Gebiet neurogener Störungen in NRW stark positionierten Selbsthilfeorganisationen (Liz-Mohn-Stiftung Schlaganfall, Deutsche Multiple Sklerose Gesellschaft, Deutsche Parkinsonvereinigung u. a.) verfügt das Land zudem über gute Voraussetzungen, um die Patientenorientierung in den erforderlichen Translations-, Transfer- und Kooperationsprozessen zu gewährleisten.

### C.4 Derzeitige Projekt- und Entwicklungsschwerpunkte in NRW

Gleichwohl gibt es ein interessantes und entwicklungsfähiges Portfolio von Projekten und Initiativen, von denen eine „NervenSinneTechnik“-Roadmap ausgehen kann. Es handelt sich um eine

wachsende Zahl sowohl Technologie-basierter als auch versorgungsorientierter Ansätze und damit verbundener Gründungen und Ansiedlungen im Umfeld der Wissenschaftsstandorte und/oder in Verbindung mit innovativen Versorgungseinrichtungen (Sanitätshäuser, ambulante Reha-Einrichtungen, Rehakliniken u. a.). Dazu zählen:

- ▶ Neurorobotale Systeme zur Verbesserung sensorischer Fähigkeiten. Hier haben sich in NRW interessante Referenz- und Pilot-Anwendungszentren von oft internationalen Herstellern etabliert, die sowohl aus Sicht von Versorgungsinnovationen als auch damit verbundener Dienstleistungs- oder Vertriebsniederlassungen relevant sind.<sup>4</sup>
- ▶ Neben einer guten Basis an breit gestreuten telemedizinischen Projekten in NRW (siehe auch E-Health-Projekte in NRW<sup>5</sup>), haben sich in jüngster Vergangenheit insbesondere im Bereich von Sprach-, Sprech- und Hörtherapie Projektschwerpunkte entwickelt, die neben der Einbindung von spezialisierten (Software-) Unternehmen<sup>6</sup> insbesondere auch durch die Federführung der akademisierten Gesundheitsfachberufe in diesen Projekten interessante neuen Perspektiven bieten.<sup>7</sup>

Besondere Entwicklungspotenziale, die auch die beiden schon bestehenden Innovationskerne befruchten können, bestehen zum einen auf dem Gebiet der Brain-Computer-Interfaces – dies aufgrund von Alleinstellungsmerkmalen (v. a. in der invasiven Sensorik) und der ausgeprägten Verbindung zu Neurochirurgie und Neuroinformatik. Zum anderen können mit der Entwicklung therapeutischer MTI-Systeme neue Möglichkeiten eröffnet werden, wenn sie in die nordrhein-westfälische Digitalisierungsstrategie eingebettet werden. Da IT-Lösungen auch in der hier vorliegenden

---

4 Zentrum neurorobotales Bewegungstraining mit Cyberdyne; Ambulanticum und Helios Hattingen mit Hocoma, weiterhin Kinovarobotics, RWTH mit Kuka, SNAP mit diversen Partnern u. a.

5 Siehe <http://egesundheit.nrw.de/>

6 SpeechCare (LEV), Phoenix Software (BN) u. a., Kampmann Hörsysteme

7 Projekte wie Diatrain, AVATAR, train2hear, ISI Speech von der Hochschule für Gesundheit in Verbindung mit weiteren Partnern aus der Region wie das Kath. Klinikum Bochum, die FH Dortmund, Ruhr-Universität Bochum

Fokussierung auf neurogene Störungen den wohl wichtigsten Enabler für viele MTI-Innovationen darstellen, wird diese Einbettung sehr empfohlen.

### C.5 Chancen für Nordrhein-Westfalen

Nordrhein-Westfalen kann dank

- ▶ seiner hervorragenden Position in der neurowissenschaftlichen Forschung,
  - ▶ seinen Stärken in vielen für die MTI technologisch relevanten Segmenten,
  - ▶ seinen – insbesondere akademischen – Aus- und Weiterbildungsstandorten für MTI-affine therapeutische Berufe,
  - ▶ seiner Vielzahl spezialisierter Kliniken, die auch als Referenzeinrichtungen für industrielle Partner fungieren sowie
  - ▶ seinen Potenzialen in der Neustrukturierung von rehabilitativ und Teilhabe-orientierten Versorgungsprozessen
- eine führende Position bei der Entwicklung und Verbreitung innovativer MTI-Systeme und der darauf basierenden Behandlung neurogener Störungen einnehmen.

Die nachfolgenden Empfehlungen für die Innovationspolitik in Nordrhein-Westfalen bilden die Eckpunkte für eine Roadmap, die auf folgenden Komponenten beruht:

- ▶ Im Mittelpunkt stehen interprofessionelle Projektentwicklungen. Sie zielen im Kern darauf, ausgehend von NRW und über die verschiedenen Translationsstufen hinweg vielversprechende Systeme der Mensch-Technik-Interaktion zu entwickeln, zu evaluieren und in Versorgungsinnovationen zu überführen.
- ▶ Begleitend dazu sind entsprechende Strukturen zu schaffen bzw. auszubauen, mit denen derartige Projekte in die Versorgungs- und Forschungslandschaft eingebettet werden können. Dazu braucht es entsprechende Maßnahmen und Strukturen entlang der Wertschöpfungskette bzw. des Innovationsprozesses.

- ▶ Um geeignete Rahmenbedingungen zu schaffen und der besonderen Rolle des Patienten gerecht zu werden, müssen wichtige ethische, rechtliche und soziopolitische Fragen kritisch diskutiert und bei der Implementierung technischer Systeme einbezogen werden.

Zur Konzertierung der empfohlenen und im Folgenden erläuterten Aktivitäten sollte eine Landesinitiative NervenSinneTechnik.NRW eingerichtet werden, welche in NRW vorhandene Kompetenzen der Mensch-Technik-Interaktion für den Einsatz bei neurogenen Störungen bündelt. Partner aus Wissenschaft, Industrie und dem Gesundheitswesen sollen in diesem Rahmen in Innovations- und Systempartnerschaften zusammengeführt, durch den Cluster InnovativeMedizin.NRW betreut und im nationalen und internationalen Kontext befördert werden.

# D Empfehlungen: Landesinitiative NervenSinneTechnik.NRW

## D.1 Förderschwerpunkte der Projektentwicklung

Unter dem übergeordneten Ziel der Teilhabe werden die Fähigkeiten zur Mobilität (bzw. körperlichen Gesundheit), zur Kommunikation, Wahrnehmung, Kognition und zur psychischen Gesundheit adressiert. Entsprechende Projektentwicklungen zielen auf zum Teil technologische und neurowissenschaftliche Herausforderungen der Mensch-Technik-Interaktion, zum Teil aber auch auf Dimensionen der Patienten- bzw. Nutzerorientierung sowie die versorgungsorientierte Anwendung entsprechender Technologien.

### D.1.1 Neurorobotale Systeme zur Verbesserung sensomotorischer Fähigkeiten

Prominente Beispiele für neurorobotale Systeme sind Exoskelette: In den letzten Jahren gab es weltweit große technische Fortschritte und es wird auch weiterhin eine hohe Entwicklungsdynamik vorausgesagt. Nutzungsszenarien sowohl als Therapie- bzw. Trainingsgeräte als auch als reine Assistenzsysteme sowie außerhalb des Gesundheitswesens (von der Arbeitswelt bis zum Militär) treiben die Nachfrage voran.

Die Hersteller sind in der Regel außerhalb NRWs bzw. Deutschlands angesiedelt, dennoch besteht das Potenzial, neben der Wertschöpfung in der Versorgung mittelfristig auch wirtschaftliche Potenziale durch die Schaffung von Referenzzentren und durch Weiterentwicklungen zu heben. Angestrebt werden sollte eine Abkehr von den aktuell starren Exoskeletten zu mehr flexibel im Alltag einsetzbaren Systemen. Dabei sollte unter einem neurobiologischen Aspekt die Grundkonzeption der Exoskelette mit einer vom Patienten intentional steuerbaren Biosignal-abhängigen Trigger-Schleife bevorzugt werden, da dies einen effektiveren repetitiven Trainingseffekt verspricht. Die hierzu in NRW existierenden relevanten Aktivitäten gilt es entsprechend auszubauen und ggf. zu bündeln. Die Weiterentwicklung erfordert das Zusammenführen neurowissenschaftlicher/neuro-

biologischer Kompetenz mit dem Bereich Maschinenbau-/Produktionstechnik.

---

*Folgende Themen für Förderschwerpunkte lassen sich identifizieren:*

- ▶ *Anwendungs- und Versorgungsstudien, um den Einsatz, die Effektivität und die gesundheitsökonomische Effizienz neurorobotaler Systeme in breiteren Anwendungsszenarien bei Bewegungsstörungen zu evaluieren*
- ▶ *Projekte zum erweiterten Einsatz neurorobotaler Systeme (über die Exoskelette hinaus): Nutzung und Transfer zahlreicher bestehender Projektinitiativen (z. B. BMBF) sowie Generierung neuer Ansätze*
- ▶ *mögliche „Wildcard“: Weiterentwicklung der Exoskelette bzw. vergleichbarer Systeme in Bezug auf patientenspezifische Anpassungen (Nutzung der lokalen Orthopädietechnik in Verbindung mit FabLabs und MakerSpaces) oder material- und produktionstechnische Fertigung (Nutzung der Forschungskompetenzen im Bereich Produktionstechnik und Leichtbau)*

---

### D.1.2 Brain-Computer-Interface

In enger Verbindung mit den neurorobotalen Systemen stehen Schnittstellen zwischen dem Gehirn und dem Computer (Brain-Computer-Interfaces, BCI). Auch wenn die Forschung hier noch in den Kinderschuhen steckt, handelt es sich um ein hoch dynamisches Feld, in dem in den nächsten Jahren Durchbrüche erwartet werden. Technologisch werden sowohl Ansätze mit externen Sensoren (über EEG) als auch mit implantierbaren Elektroden verfolgt. Die invasiven Methoden kommen eher bei grundlagen- und erkenntnisorientierten Fragestellungen und zahlenmäßig kleinen Patientenkollektiven (Tetraplegiker) in Betracht. In NRW gibt es zurzeit aktuell singuläre, aber aussichtsreiche Aktivitäten dazu. Um eine breitere Einsatzmöglichkeit langfristig zu erreichen, erscheint

die Entwicklung nicht invasiver BCI-Modelle erfolgversprechender. Hierzu muss eine enge Verzahnung neurowissenschaftlicher Grundlagenforschung mit Computertechnik und Elektrotechnik herbeigeführt werden.

*Interessante Ansätze ggf. zu fördernder Schwerpunkte sind:*

- ▶ *Aufbau eines Brain-Computer-Interface-Schwerpunktes, um die Alleinstellungsmerkmale im Bereich invasiver BCI auszubauen und auch in Verbindung mit nicht invasiven Methoden zu nutzen*
- ▶ *Dies in enger Verbindung mit der neurowissenschaftlichen Grundlagenforschung in NRW, um neuronale Signale besser zu verstehen und digitale Informationen für die Verarbeitung im Gehirn und für die Steuerung externer Devices nutzbar zu machen („Computational Neuroscience“). Hier sollten auch Fragen Ethik und der Akzeptanz aufgegriffen werden.*
- ▶ *Um dies zu erreichen, sind modernste maschinelle Lernalgorithmen wie Deep Learning notwendig, sodass sich hohe Synergiepotenziale zur KI-Forschung ergeben.*

### **D.1.3 Neurostimulation**

Je nach verwendeter Systematik werden die verschiedenen Verfahren und Produkte im Bereich der Neurostimulation wie hier zusammengefasst oder auch in Einzelbereiche wie Neuroprothesen, bioelektrische Medizin (peripheres Nervensystem) oder Neuromodulation aufgeteilt. Bei der Neurostimulation geht es darum, mit elektrischen Impulsen die Erregungsweiterleitung von Nerven gezielt zu modulieren. Zu unterscheiden sind dabei Verfahren mit externen oder mit implantierten Stimulatoren. Die bislang eingesetzten Verfahren sind im Vergleich zur hoch komplexen Anatomie und dem Signalmuster des menschlichen Nervensystems noch relativ grob. Trotzdem gibt es schon einige klinisch erfolgreich eingesetzte Produkte, allen voran Cochlea-Implantate und Hirnschrittmacher.

Ein breiter Einsatz der Neurostimulation im Rahmen von neurorehabilitativen Prozessen kann darüber hinaus nur über nicht invasive Verfahren erfolgen. Eine Verbesserung der nicht invasiven

Stimulatoren über Miniaturisierung oder über verbesserte Stimulationstechniken sollte daher experimentell evaluiert werden, um die Möglichkeiten auszuloten. Dazu sind gezielt Studien im Zusammenwirken der klinischen und technischen Kompetenzen notwendig.

*Relevante Innovationsfelder in diesem Bereich sind:*

- ▶ *Anwendungs- und Versorgungsstudien zur Effektivität und zur gesundheitsökonomischen Effizienz von externen Neurostimulatoren, die mit vergleichsweise geringen Kosten und nicht invasiv in der Schmerztherapie oder auch in der sensomotorischen Bewegungstherapie eingesetzt werden (siehe NRW-Unternehmen wie Bosana oder Bomedus)*
- ▶ *Versorgungsorientierte Projekte, die interprofessionelle Prozesse der Nachsorge (z. B. durch niedergelassene Neurologen und Neuropsychologen nach dem Einsatz eines Hirnschrittmachers) und der Rehabilitation (z. B. durch Phoniater und Logopäden nach Einsatz eines Cochlea-Implantats) untersuchen*
- ▶ *Einsatz neuer neurostimulativer Verfahren zur Verbesserung der Teilhabe nach akuten, aber auch bei chronisch-progredienten Funktionsverlusten, auch in Verbindung mit der Entwicklung und dem Einsatz von neuer Sensorik für das Monitoring entsprechender Erkrankungen*
- ▶ *Projekte, die Grundlagenforschung mit anwendungsorientierter Forschung verknüpfen, z. B.*
  - 1.) *die morphologische und funktionelle Kartierung des peripheren Nervensystems und der Innervierung aller Organe*
  - 2.) *die Identifizierung und Aufklärung therapeutisch relevanter neuronaler Schaltkreise und Aktivitätsmuster sowie*
  - 3.) *die Weiterentwicklung der Nerv-/Elektronik-Schnittstellen und die Miniaturisierung der Implantate<sup>8</sup>*

<sup>8</sup> Siehe auch VDE-Expertenbericht Biomedizinische Technik – Bioelektrische Medizin;; diese Innovationsfelder haben überregionale Gültigkeit.

### **D.1.4 IT-basierte Systeme, Telemedizin und neue Medien**

Weiterhin bieten die technologischen Fortschritte im Rahmen der Digitalisierung enormes Potenzial zur Verbesserung von Teilhabe im Bereich der Mobilität, der Kommunikation und der kognitiven Fähigkeiten. Hier bestehen hohe Synergieeffekte zu den Cluster-Initiativen SmartHealthData.NRW und MobileConnectedHealth.NRW.

Wichtige Merkmale dieses Innovationsfeldes sind die Möglichkeiten, durch IT das selbstständige (aber überwachte oder angeleitete) Üben im Rehabilitationsprozess oder die Bewältigung von Alltagsaufgaben zu unterstützen. IT-Lösungen durchdringen ohnehin schon unseren Alltag und werden zunehmend ubiquitär. Sie ermöglichen unter anderem eine hohe Therapie-Adhärenz, größere Alltagsnähe und den Therapie-Transfer auf teilhaberelevante Tätigkeiten sowie hohe Wiederholungszahlen und Chancen zur Realisierung kosteneffizienter Lösungen. Für die konkrete Zusammenarbeit zwischen medizinischen und therapeutischen Experten und technischen Entwicklern gibt es trotz einiger Modellvorhaben sehr großen Bedarf, auch zur längerfristigen Zusammenarbeit in etablierten Strukturen und Zentren.

---

*Wichtige Innovationsfelder sind:*

- ▶ *Software-basierte Lösungen zur Unterstützung der motorischen, sensorischen oder kognitiv-sprachlichen Rehabilitation: durch App-basierte oder telemedizinische Lösungen kann bspw. im Rahmen der Sprach-, Sprech- und Hör-Rehabilitation das Üben mit hohen Wiederholungszahlen in den häuslichen Ablauf integriert werden.<sup>9</sup>*
- ▶ *Mobile Lösungen zum Monitoring und langfristig auch zur Therapiebegleitung von neurogenen Störungen oder Krankheiten, die mit entsprechenden Störungen assoziiert sind<sup>10</sup>*
- ▶ *Telemedizinische Therapien oder die Nutzung von Assistenzsystemen im Bereich psychischer*

---

<sup>9</sup> Vorhandene Ansätze in NRW hierzu: Diatrain, AVATAR, train2hear, ISI Speech mit Akteuren wie Kampmann, HSG, Kath. Klinikum Bochum, FH Do, RUB, SpeechCare (LEV), Phoenix Software (BN) u. a.

<sup>10</sup> Vgl. laufende NRW-Projekte wie Parkinson-Companion oder EPItect (Epilepsie)

*Gesundheit: bei psychischen Erkrankungen oder Psychotherapie per Telemedizin; hier sollten sowohl spezifische Lösungen entwickelt und evaluiert als auch der Einsatz von Standard-Applikationen geprüft werden, um niederschwellige Einstiegsangebote zu nutzen (z. B. „Alexa“ als Erinnerungsfunktion).*

---

### **D.1.5 Gaming, Virtual und Augmented Reality**

Neue Medien aus der Computer- und Unterhaltungselektronik entwickeln sich rasant weiter und bilden mittlerweile einen eigenen Markt mit hohen Wachstumsraten (siehe Messen wie die „Gamescom“ in Köln). Die potenziellen Anwendungsmöglichkeiten sind vielfältig und liegen in der direkten Adressierung von Lernprozessen in der virtuellen Realität in häuslicher Umgebung. Die Vorteile der Immersion (des „Eintauchens in Situationen“) und des Embodiments (Beziehung zwischen Körperlichkeit und Psyche) können hier genutzt werden. Konkrete Beispiele für VR-/AR-Anwendungen sind Therapieoptionen bei Höhenphobie in der Psychotherapie oder im Rahmen der Schmerztherapie – vergleichbar der Spiegeltherapie zur Desensibilisierung bei neuropathischen Schmerzen.

Weiterhin können Gaming-basierte Therapieansätze die Motivation und damit die Therapie-Adhärenz der Patienten beim notwendigen Training mit hohen Wiederholungszahlen maßgeblich verbessern. In diesem Fall muss der Spielcharakter (anders als in der Gaming-Branche) auf die therapeutischen Zwecke abgestimmt werden. Ebenso stellt der interaktive Ansatz mit den Patienten eine besondere Herausforderung dar. Eine weitere Herausforderung für die Spiele-/Software-Entwickler stellt das hoch regulierte Umfeld des Gesundheitsmarktes dar. Die Förderung einer gezielten Branchen- bzw. disziplinübergreifenden Zusammenarbeit (Cross Innovation) ist die Grundvoraussetzung für solche Ansätze der Gamification.

In diesem Zusammenhang sollten Ansätze wie Positive Computing<sup>11</sup> aufgegriffen und ausgebaut werden, um Erkenntnisse und Methoden aus den Forschungsfeldern der Psychologie, des Design und der Technologiewissenschaften gemeinsam mit den gesundheitswissenschaftlichen Fächern zu nutzen.

---

<sup>11</sup> Siehe Hochschule Ruhr West

## D.2 Strukturbildende Schwerpunkte

### D.2.1 Aus- und Weiterbildung von Gesundheitsfach- bzw. Heilberufen

Systeme der Mensch-Technik-Interaktion müssen mit den zugrunde liegenden neurowissenschaftlichen und neurotechnologischen Erkenntnissen sowie mit den einhergehenden Veränderungen in der Strukturierung von Lern- und Trainingsprozessen einen systematisch stärkeren Eingang in die Aus- und Weiterbildung von Gesundheitsfachberufen finden. Dies betrifft zum einen die inhaltliche Ausgestaltung von Curricula, zum anderen die interprofessionelle und transdisziplinäre Ausrichtung der Aus- und Weiterbildung und zum dritten die Formen, in denen sie stattfindet.

Die fortschreitende Akademisierung der – insbesondere therapeutischen – Gesundheitsfachberufe an den Fachhochschulen (in NRW besonders prominent mit der Hochschule für Gesundheit in Bochum) sollte weiter vorangetrieben und mit einer Weiterentwicklung der Berufsbilder in Richtung eines professionellen, reflektierten und patientenorientierten Technikeinsatzes verknüpft werden. Dabei soll es nicht zu einer Vermischung oder Kompetenzüberschneidung mit den bestehenden akademischen Gesundheitsprofessionen kommen, sondern zu einer sinnvollen Ergänzung und zu eigenständigen Profilen.

Weiterhin wäre es zweckdienlich, den an verschiedenen Einrichtungen schon praktizierten „Living bzw. Skills Labs“ eine landesweite Perspektive zu bieten – sowohl mit geeigneten Infrastrukturen (Versuchsständen, Simulationslaboren u. a.), als auch mit möglichen Nutzungen für Forschungs- und Entwicklungsarbeiten. Derartige Lehr- und Lernlabore eignen sich besonders gut für Systeme der Mensch-Technik-Interaktion und für therapeutische Ansätze, deren Transfer in die Versorgungspraxis von besonderer Komplexität gekennzeichnet ist.

### D.2.2 Zukunftsweisende Versorgungsstrukturen

Der Bedarf an sektor- und auch SGB-übergreifenden Konzepten wird gerade mit Blick auf die Versorgung von Menschen zunehmen, die mit chronischen Krankheiten und damit verbundenen Störungen umgehen müssen. Systeme der

Mensch-Technik-Interaktion sind in dem Maße wegweisend und hilfreich, wie sie in derartigen, langfristig angelegten wohnortnahen und alltagsorientierten, von den Patienten soweit wie möglich selbst gesteuerten Versorgungsprozessen zum Einsatz kommen.

Um innovative Projektentwicklungen in die Regelversorgung zu überführen, sollten in einem Zwischenschritt in NRW regionalisierte Versorgungskonzepte ins Auge gefasst bzw. modelliert werden – vorzugsweise auf dem Gebiet neurogener Störungen und damit verbundener Rehabilitations- und Teilhabemöglichkeiten (z. B. in Bezug auf die Integration in das Arbeitsleben oder die selbständige Teilhabe in konkreten Settings). Damit könnte sich das Land – zusammen mit den wissenschaftlichen Schwerpunkten – auch als Referenzmarkt für innovative MTI-Lösungen profilieren. Essenziell wäre es hierfür, wenn es unter Einbeziehung der Rehabilitationswissenschaften, der Arbeits- und Sozialmedizin und der angewandten Neurowissenschaften zu einer begleitenden Schwerpunktsetzung in der Versorgungsforschung kommen könnte.

### D.2.3 Versorgungsintegrierte Referenzzentren für innovative Unternehmen

Die Einbettung in Versorgungsstrukturen ist auch mit Blick auf gesundheitswirtschaftliche Entwicklungen und innovative Unternehmenskonzepte in NRW von essenzieller Bedeutung. Dies zeigt sich schon jetzt, wenn sich in NRW junge Unternehmen auf dem Feld „NervenSinneTechnik“ in enger Verbindung mit klinischen Partnern entwickeln und ausländische Unternehmen hiesige Einrichtungen als Referenzpartner für den deutschen bzw. europäischen Markt nutzen (bis hin zu eigenen Dependancen). Derartige Ansätze sollten systematisch verstärkt und mit Blick auf die unter D.1 skizzierten Projektschwerpunkte spezifiziert werden. Ein mögliches Instrument sind Referenzzentren, in denen Unternehmen an spezialisierten klinischen und anderen Versorgungszentren ihre Entwicklungen erproben, implementieren und evaluieren lassen können. Mittelfristig bietet dies auch Perspektiven für die Generierung nordrhein-westfälischer Wertschöpfung.

### **D.3 Kommunikation und kritischer Diskurs**

Das Land sollte für die soziale, kulturelle und ethische Einbettung der mit NervenSinneTechnik.NRW verbundenen Entwicklungen ein Kommunikationsprogramm realisieren, das betroffene Patienten, interessierte Bürger wie auch die diversen Akteure aus der Medizin, den Gesundheits- und Ingenieurwissenschaften und sonstigen Bezugsdisziplinen adressiert. Der Diskurs zur Mensch-Technik-Interaktion sollte aus ethischer und gesundheitsökonomischer Sicht erfolgen.

Das Spektrum an Lösungen im Bereich der MTI reicht von teuren Hightech-Prothesen oder neurorobotalen Systemen, die erhebliche Kosten verursachen – aber große Therapieerfolge für den Einzelnen versprechen – bis zu „Consumer Electronics“ oder gar Do-it-yourself-Ansätzen, um preiswerte oder nicht kommerzielle Lösungen zu generieren. Eine Finanzierung im Rahmen der GKV-Kostenerstattung erfordert einen Nachweis zur Evidenz und Wirtschaftlichkeit, damit die Kosten im System finanzierbar bleiben. Andererseits ist dieser Nachweis im Falle komplexer neurologischer Störungen zum Teil schwierig zu realisieren, da neurologische Erkrankungen oder Ereignisse wie bspw. Schlaganfälle in der Regel zu individuell sehr unterschiedlichen Beeinträchtigungen führen. Hierzu braucht es neben der genannten intensiven Versorgungsforschung (inklusive der Methodenentwicklung bspw. im Bereich von Einzelfallstudien) auch die Diskussion darum, was der Gesellschaft Teilhabe und Inklusion wert ist. Darüber hinaus werden langfristig Neurotechnologien auch in den Bereich von Alltagshilfen vordringen, indem Neuroprothesen und -implantate die körperliche Leistungsfähigkeit steigern oder die geistige Performance optimieren. Diese Grenzen zwischen medizinischer Intervention oder therapeutischer Maßnahme einerseits und beruflicher oder alltagsbezogener Leistungssteigerung andererseits erfordern einen differenzierten ethischen und zukunftsweisenden Diskurs.



## Impressum

### Herausgeber:

Cluster InnovativeMedizin.NRW  
GbR MedLife GmbH,  
MedEcon Ruhr GmbH,  
HRCB Projekt GmbH  
Clustermanagement  
Merowingerplatz 1a  
40225 Düsseldorf

Telefon: +49 (0)211 / 73 27 89 81

Fax: +49 (0)211 / 73 27 89 85

E-Mail: [kontakt@cimed-nrw.de](mailto:kontakt@cimed-nrw.de)

Internet: [www.innovative-medizin-nrw.de](http://www.innovative-medizin-nrw.de)

© Juni 2018

**Layout:** skrober.de

**Bildnachweis:** © Anna\_zeni / shutterstock.com

© Glukhova / shutterstock.com

## **Kontakt**

Cluster InnovativeMedizin.NRW

Merowingerplatz 1a

40225 Düsseldorf

Telefon: +49 (0)211 / 73 27 89 81

E-Mail: [kontakt@cimed-nrw.de](mailto:kontakt@cimed-nrw.de)

Internet: [www.innovative-medizin-nrw.de](http://www.innovative-medizin-nrw.de)

Gefördert durch:



EUROPÄISCHE UNION  
Investition in unsere Zukunft  
Europäischer Fonds  
für regionale Entwicklung