

Interaktive Mikroimplantate für eine verbesserte Mensch-Technik-Interaktion (INTAKT)

Technologieatlas (aktualisierte Auflage)



Verbundkoordination:

Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik (IBMT)
Joseph-von-Fraunhofer-Weg 1, 66280 Sulzbach
Institutsleiter: Prof. Dr. Heiko Zimmermann

1 Konsortialpartner

Dem Konsortium gehörten und gehören folgende Partner an:

Tabelle 1: Konsortialpartner im Innovationscluster INTAKT

Konsortialpartner	Abkürzung
CeramTec-ETEC GmbH (Lohmar)	CT-EETEC
CTC advanced GmbH (Saarbrücken),	CTC-advanced
Fraunhofer-Gesellschaft e.V. mit Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik (Sulzbach) Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen (Erlangen) Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme (Hermsdorf)	FhG
GeSiM mbH (Radeberg)	GeSim
Glück Engineering GmbH (Neckartailfingen)	Glück
Hals-Nasen-Ohrenklinik der Charité - Universitätsmedizin - Berlin	Charité
Heraeus Deutschland GmbH & Co. KG (Hanau)	Heareus
IL Metronic Sensortechnik GmbH (Ilmenau)	IL-Met
inomed Medizintechnik GmbH (Emmendingen)	inomed
Institut für Deutsches, Europäisches und Internationales Medizinrecht, Gesundheitsrecht und Bioethik der Universitäten Heidelberg und Mannheim	UMa
Klinik für Allgemein-, Viszeral- und Transplantationschirurgie der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz	UMM
Klinik für Paraplegiologie des Universitätsklinikums Heidelberg	UKL-HD
soventec GmbH (Dannewerk)	Soventec
Technische Universität Ilmenau	TUI
VARTA Microbattery GmbH (Ellwangen)	VARTA
WILDDESIGN GmbH & Co. KG (Gelsenkirchen)	WILDDESIGN
Würth Elektronik GmbH & Co. KG (Rot am See)	WÜRTH

2 Implantat-Technologien

Die Implantat-Technologien der Projektpartner des Clusters sind in der Tabelle 2 zusammengefasst.

Tabelle 2: Implantat Technologien

Projektpartner	Technologie	Erläuterung
CTC-advanced	<ul style="list-style-type: none"> – Technische Charakterisierung – Stör- und Performancebewertung von vernetzten Mikroimplantaten – Standardisierung von Prüfverfahren 	<ul style="list-style-type: none"> – Steigerung der Branchenkompetenz – Ausbau von Prüfung und Zulassung medizinischer Elektronikprodukte/-komponenten – Übertragung auf andere Anwendungsbereiche wie Car2Car-Kommunikation/ Industrie 4.0 – Umsatzsteigerung
FhG	<ul style="list-style-type: none"> – Kontextabhängige, adaptive Energieübertragung – Optische Signalübertragung bzw. allg. robuste und sichere Kommunikation – Firmware zur echtzeitfähigen Signalübertragung – Integrierte Schaltkreise für hochsensitive Schaltungen – Analog-Digital-Umsetzer mit geringer Leistungsaufnahme – Autonome Implantate mit der Fähigkeit zur Selbstdiagnose und Kalibration – Datenschutz bei Signalübertragung – EMG-Analyse-Algorithmen – Spinell-Schlickerguss 	<ul style="list-style-type: none"> – Vertiefung der Expertise in den genannten Technologien – Basis für Technologie- und Knowhow-Transfer in die deutsche Industrie/ Wirtschaft – Ausweitung der wissenschaftlichen Reputation – Förderung der Lehre, Motivation von Nachwuchswissenschaftlern – Grundlage für weitere Forschungsarbeiten und Kooperationen – Fertigung hermetischer Implantatgehäuse aus Keramik mit polierter IR-transparenter Oberfläche
GeSim	<ul style="list-style-type: none"> – AVT – Druck von Implantaten und Teilkomponenten – Nano-Imprint-Lithografie – Montagetechnologie – Weiterentwicklung der Produktionsmaschinen 	<ul style="list-style-type: none"> – Umsatzsteigerung – Anmeldung von Gebrauchsmustern und Patenten – Neue Druckwerkzeuge, Pastensysteme – Anschlussprojekte, Kooperationen

Projektpartner	Technologie	Erläuterung
Glück	<ul style="list-style-type: none"> – Implantatelektronik – Neue/ schwer zugängliche Leiterplattentechnologien – Ausbau der hauseigenen Telemetriesysteme mit entwickelten Energieübertragungskonzepten – Miniaturisierungstechnologien: AVT, ECT, PrintedPolymer-Konzepte, Einbettung von Energiespeichern – State of the Art ASIC Entwicklung 	<ul style="list-style-type: none"> – Knowhow Aufbau/ Erweiterung des Portfolios – Kontakte in Forschung und Wissenschaft – Kooperationen mit Industriepartnern – Eröffnung neuer Märkte/Projekte – Weiterentwicklung der Elektronik für andere Anwendungsgebiete
Heraeus	<ul style="list-style-type: none"> – CerMet Durchführungen 	<ul style="list-style-type: none"> – Miniaturisierungspotential – Basistechnologie für völlig neue Therapiekonzepte – Materialsystem steigert Sicherheit, Robustheit, Zuverlässigkeit – Kosteneinsparungspotential – Erweiterung der Anwendungsbereiche – Möglichkeit der Entwicklung einer disruptiven Innovation – Umsatzsteigerung
IL-Met	<ul style="list-style-type: none"> – Miniaturisierte/ hermetisch dichte Durchführungen von elektrischen Kontakten durch Glas/ Keramiken – Galvanische Oberflächenbeschichtungen – Aktivierungs-, Markierungs- und spezielle Beschichtungstechnologien – Applikationsadaptierte Aufbau- und Verbindungstechnik 	<ul style="list-style-type: none"> – Erweiterung des technologischen Knowhows – Aufbau und Pflege technologischer Leistungspotentiale/ technischer Kernkompetenzen – Lieferant für Komponenten von Mikroimplantaten – Erhöhung der Mitarbeiterzahl durch Fertigungsausbau – Umsatzsteigerung im langfristigen Horizont
inomed	<ul style="list-style-type: none"> – System und Zubehörentwicklung – Erforschung physiologischer Regel- bzw. Steuergrößen 	<ul style="list-style-type: none"> – Ausbau der Kernkompetenzen in Soft- & Hardware Entwicklung – Erweiterung von Anwendungsgebieten

Projektpartner	Technologie	Erläuterung
	<ul style="list-style-type: none"> – Neue Produktionsmethoden und Zubehör – Methodenentwicklung Signalanalyse, u.a. Spektralanalyse – Sichere Bedienung 	<ul style="list-style-type: none"> – Zugang zu Fertigungstechnologien und Kompetenz in Elektrophysiologie – Zur Erfassung von Signalen; Online Darstellung im Bildbereich – Überprüfung neuer Bedienkonzepte „Usability“.
Soventec	<ul style="list-style-type: none"> – Mensch-Technik-Interaktion in Form von Softwareapplikationen für Desktop und Smart Devices – Hardwarenahe Softwarekomponenten – Erfahrung im Bereich Electroceuticals – Erweiterung der Kernkompetenzen Usability und Design – Medizinproduktezertifizierung und regulatorische Entwicklungs- KnowHow 	<ul style="list-style-type: none"> – Ausbau von Kernkompetenzen – Netzwerkerweiterung – Zugang zu Kompetenzen im Bereich der Electroceuticals – Zukunftssichere Verschlüsselungstechnologien – Kernsoftwaremodule zur Signalübertragung – Marktzielkorridorenerweiterung
TUI	<ul style="list-style-type: none"> – Eye-Tracking/ Blickrichtungsbestimmung – Datenanalyse, Algorithmen 	<ul style="list-style-type: none"> – Erfolgsfaktor für ophthalmologische Diagnostik bzw. Medizintechnik-Anwendungen – Ausweitung in Transport- und Überwachungssysteme sowie Psychologie und Medien – Lizenzeinnahmen – Stetige Aktualisierung der Lehre – Publikationen auf Kongressen und in Fachzeitschriften
UKL-HD	<ul style="list-style-type: none"> – Automatisierte Kalibration der Stimulationsmuster des Implantatnetzwerks für die Wiederherstellung der Greiffunktion – Datenanalyse, Klassifikation von Signalen zur Erkennung der Greifintention eines Nutzers 	<ul style="list-style-type: none"> – Erkenntnisgewinn und Machbarkeitsanalyse – Übertragbarkeit auf nichtinvasive Greifneuroprothesen – Erweiterter Patientennutzen – Lizenzeinnahmen – Planung von Folgeprojekten zur Weiterentwicklung – Publikationen in Fachzeitschriften und Präsentationen auf Fachkongressen

Projektpartner	Technologie	Erläuterung
VARTA	<ul style="list-style-type: none"> – Alkalischer Hybrid – Mikroimplantatspeicher – Power Pack Solutions 	<ul style="list-style-type: none"> – Eröffnung neuer Märkte durch Expertise hinsichtlich implantierbarer Mikroenergiespeicher. – Gegebenenfalls IP bezogen auf neuartige Konzepte biomedizinisch geeigneter Zellchemien und Packaging-Techniken sowie Massenproduktionsverfahren – Mittelfristige Standortsicherung durch Innovationsschub – Langfristig Stärkung der Wettbewerbsposition durch Knowhow-Vorsprung im medizinischen Sektor
WILDDSIGN	<ul style="list-style-type: none"> – Aufstellung, Durchführung und Überwachung des Usability Engineering Prozesses – Konzepte für die Mensch-Maschine-Interaktion – Visualisierung der Projektergebnisse zur Erhöhung der Projektreichweite – Marktfähiges und umsetzbares Industrial Design 	<ul style="list-style-type: none"> – Öffentlichkeitsarbeit für die Implementierung von Usability und Design in Forschungsprojekten – Erweiterung der eigenen Kompetenzen und damit Empfehlung für ähnliche Entwicklungsaufträge um branchenübergreifend Themen wie Gebrauchstauglichkeit zu optimieren bzw. Stigmatisierung von Anwendern zu vermeiden
WÜRTH	<ul style="list-style-type: none"> – Faltbare und flexible Platinen – Folienbasierte Implantate – Flex-/leiterplattenintegrierte Komponenten und Mikrosysteme – Conformable Technologie 	<ul style="list-style-type: none"> – Gegebenenfalls Entwicklung eines Alleinstellungsmerkmals für Implantat-technologien – Förderung von Kompetenzen zur Entwicklung neuer Komponenten und Produkte – Ausbau des Zugangs zur Medizintechnik-/Elektronikbranche durch direkten Kontakt zu Herstellern – Dadurch Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit und Sicherung von Arbeitsplätzen/ Standorten in Deutschland – Verbesserung der Öffentlichkeitsarbeit – Übertragung der Technologie in andere Anwendungsbereiche

3 Technik und Methodik

Technik und Methodik in den Anwendungsfällen sind insbesondere getragen von den medizinischen Erfordernissen. Tabelle 3, Tabelle 4 und Tabelle 5 fassen beispielhaft Ursachen und potentielle Behandlungsmöglichkeiten zusammen. Die Tabellen fokussieren sich insbesondere auf die im Projekt adressierten Anwendungsszenarien. Sie können durch weitere mit ebenfalls großer Marktdurchdringung (z.B. Schmerz) ergänzt werden.

Tabelle 3: Beispiele für Ursachen von Hörstörungen und potentielle Behandlungsmöglichkeit

Lokalisation	Krankheiten & Beschwerdesymptomatik	Stimulation
Mittelohr	Chronischer Tinnitus resultierend aus einer pathologischen Aktivierung der Hörbahn	Stimulation der neuronalen Strukturen der Cochlea sowie des Hörnervs mittels Rundfenster-Elektrode im Mittelohr
Innenohr und Hörnerv		Stimulation der neuronalen Strukturen der Cochlea sowie des Hörnervs mittels intracochleärer Elektrode
Hirnstamm		Stimulation der dorsal nucleus cochlearis und des colliculus inferior
Cortex		Stimulation der auditorischen Cortex direkt via kortikalem Implantat oder indirekt via transkraniale Stimulation (tDCS und tACS)
Nervus trigeminus		Stimulation des Trigemminusnervs
Nervus vagus		Stimulation des Vagusnervs

Die Tabelle 4 fasst Beispiele für Ursachen intestinaler Motilitätsstörungen und potentielle Behandlungsmöglichkeiten zusammen. Es wird deutlich, dass das intestinale Implantatsystem für sehr unterschiedliche Krankheiten und Beschwerde-Symptomatiken eingesetzt werden kann. Es wird eine individuelle Anpassung sowohl der Hardware (Wo wird der Stimulator implantiert? Welche Nerven- und oder Muskelaktivität soll modifiziert werden?) als auch der Softwareparameter (Stimulationsdauer, Impulse...) notwendig sein.

Tabelle 4: Beispiele für Ursachen intestinaler Motilitätsstörungen und potentielle Behandlungsmöglichkeit

	Krankheiten & Beschwerdesymptomatik	Nerven- oder Muskel-Simulation
Speiseröhre/ Magen	Dysphagie (Schluckstörung)	Stimulation der Vagus- und Glossopharynxnerven
	Achalasie (Funktionsstörung des Ösophagus)	Stimulation des Ösophagusphinkters zur Modifikation des unteren Schließmuskels und/ oder
	Nussknackerösophagus (Speiseröhrenkrämpfe)	
	Gastroösophageale Refluxerkrankung (Sodbrennen)	Stimulation der Magen Muskulatur zur Modifikation der Magen Peristaltik
	Übelkeit, Völlegefühl	

	Krankheiten & Beschwerdesymptomatik	Nerven- oder Muskel-Simulation
	Gastroparese (Erbrechen)	Stimulation zur Modifikation postprandialer Antrum-Motilität oder des Pylorus Schließmuskels
	Dumping-Syndrom (mit Brechdurchfall)	Stimulation zur Modifikation des Pylorus Schließmuskels
	Gewichtsreduktion bei Adipositas	Stimulation der Magen Muskulatur zur Modifikation der Magenperistaltik (Beschleunigung der Magenpassage)
Dünndarm/ Dickdarm	Bauchschmerzen	Stimulation der posterioren vagalen Nervenbahnen
	Blähungen	
	Diarrhö	und/ oder
	Verstopfung	Stimulation der Darm Muskulatur zur Modifikation der Magen Peristaltik
	Reizdarmsyndrom	
Mastdarm/ A- nus	Diarrhö	Stimulation des Sakralnervs zur Modifikation der Afterschließmuskeln
	Stuhl-Inkontinenz	
	Obstipation (Verstopfung)	und/ oder
	Schmerz	Stimulation der Darm Muskulatur zur Modifikation der Magen Peristaltik
Gesamtes Sys- tem	Querschnittsyndrom	Schrittmachersystem
	Intestinale Dys- oder Aganglionosen	
	Postoperative Paralyse (einzelner oder aller gastro-intestinalen Organe (Lähmungen))	
	Paralysen einzelner oder aller gastro-intestinalen Organe (Lähmungen) als Folge von Tumoren, chronischen Entzündungen, Diabetes mellitus, Alkoholismus, Vergiftungen, Multiple Sklerose, Demenz, ALS, Schlaganfall, Parkinson Diabetes	

Die Tabelle 5 geht auf Bewegungsstörungen und deren Behandlungsmöglichkeiten durch ein implantiertes Elektrostimulationsnetzwerk ein.

Tabelle 5: Beispiele für Ursachen von Bewegungsfunktionen und potentielle Behandlungsmöglichkeit

	Krankheiten & Beschwerdesymptomatik	Nerv- oder Muskelstimulation
Atmung	Lähmung des Zwerchfells bei hoher Querschnittlähmung	Stimulation des Zwerchfells oder der Nervi phrenicci
Blase	Blasenfunktionsstörung bei Querschnittlähmung oder Multipler Sklerose	Sakralwurzelstimulation, Neuromodulation durch Stimulation des Nervus pudendus
Fuß	Fallfuß nach Schlaganfall, inkompletter Querschnittlähmung oder Multipler Sklerose	Nervus tibialis Stimulation zur Fußhebungswiederherstellung
Hand	Beidseitige Greiffunktionsstörung nach hoher Querschnittlähmung	Funktionelle Elektrostimulation im Sinne einer Greifneuroprothese
	Greiffunktionsstörung nach Schlaganfall	Antispastische Stimulation zur Greiffunktionsverbesserung
	Tremor bei M. Parkinson	Tremorsuppression durch zeitgesteuerte Stimulation
Schulter	Schmerz bei Armlähmungen nach Schlaganfall oder hoher Querschnittlähmung aufgrund Subluxation	Schultermuskulaturtraining