



Geförderte Projekte

der Bekanntmachung „Molekulare Bionik“ des
Ministeriums für Wissenschaft, Forschung und Kunst
Baden-Württemberg

Prof. Dr. Oliver Betz, Prof. Dr. Klaus Albert, Prof. Dr. James Nebelsick, alle Universität Tübingen, PD Dr. Andreas Hartwig, Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung

Komplexe Haftsekrete wirbelloser Organismen als Vorbild für biomimetisch inspirierte Adhäsionssysteme



Abb. links: Seepocken haften unter Wasser auf fast allen Untergründen – eine technisch nahezu ungelöste Fragestellung (Quelle: Fraunhofer IFAM). Rechts: Fossile Seepocken auf einer Seeigelschale – ca. 18 Millionen Jahre alt (Quelle: J. Nebelsick, Univ. Tübingen)

In vielen biologischen Haftsystemen spielen chemische Haftsekrete eine zentrale Rolle. In einer interdisziplinären Kooperation wollen Zoologen, Paläontologen und Chemiker zu einer chemischen und mikromechanischen Charakterisierung von Adhäsionssekreten gelangen, die von Meerestieren zur permanenten Festhaftung beziehungsweise von Insekten zur reversiblen Adhäsion beim Laufen eingesetzt werden.

Da es sich bei biologischen Haftsekreten um komplexe Vielstoffmischungen handelt, soll besonderes Augenmerk darauf gelegt werden, welche bionischen Lerneffekte sich aus solchen Heterogenitäten ergeben. Auf der Basis der gewonnenen Grundlagen-Erkenntnisse soll in Kooperation mit industrienahen Forschungseinrichtungen und mittelständischen Unternehmen die Machbarkeit einer technischen Umsetzung der gefundenen Prinzipien evaluiert werden.

Prof. Dr. Oliver Betz (Koordination), Zoologisches Institut der Universität Tübingen, Abteilung Evolutionsbiologie der Invertebraten, Auf der Morgenstelle 28E, Tel: 07071/29-72995; Fax: 07071/29-4634, E-Mail: oliver.betz@uni-tuebingen.de, www.uni-tuebingen.de/agbetz

Prof. Dr. Klaus Albert, Institut für Organische Chemie der Universität Tübingen, Universität Tübingen, Auf der Morgenstelle 18, Tel: 07071/29-75335; Fax: 07071/29-5875, E-Mail: klaus.albert@uni-tuebingen.de, www.uni-tuebingen.de/uni/cok

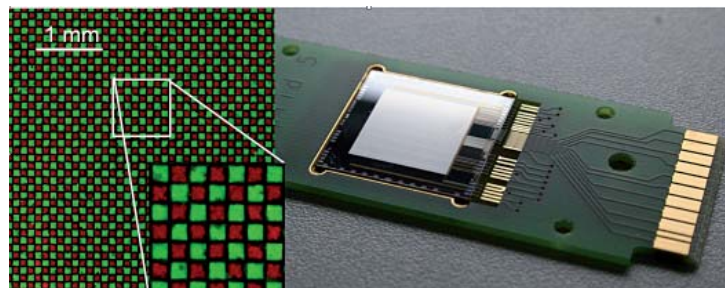
Prof. Dr. James Nebelsick, Institut für Geowissenschaften der Universität Tübingen, Abteilung für Invertebratenpaläontologie und Paläoklimatologie, Sigwartstr. 10, Tel: 07071/2977546; Fax: 07071/295727, E-Mail: nebelsick@uni-tuebingen.de www.ifg.uni-tuebingen.de/departments/bio_pal/Invertebrate_Palaeontology_and_Palaeoclimatology/index.html

PD Dr. Andreas Hartwig, Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung, Wiener Str. 12, 28359 Bremen, Tel: 0421/2246-470, E-Mail: har@ifam.fraunhofer.de, www.ifam.fraunhofer.de

Die Projekte wurden von einer Jury aus 18 Einsendungen ausgewählt und werden seit Juli 2009 durch das Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg gefördert. Die hier wiedergegebenen (teilweise bearbeiteten) Kurzbeschreibungen der Themen und Bilder wurden uns von den Koordinatoren freundlicherweise zur Verfügung gestellt; die Bildrechte sind im Besitz der jeweiligen Personen.

Peptidbasierte Dioden als Basis eines Bionik-inspirierten synthetischen Photosystems

Wir wollen eine Peptid-basierte Diode finden, die Elektronen bevorzugt in einer Richtung durch eine Membran-ähnliche Struktur leitet. So gefundene Peptiddioden wollen wir mit π -Elektronensystemen konjugieren, um einen zentralen Teilprozess des Photosystems nachzubilden und neuartige Solarzellen herzustellen. Um dieses Ziel zu erreichen,



wird werden wir sehr viele unterschiedliche Peptide auf den Goldpads einzelner Pixelelektroden eines Computerchips anbinden und diese mit Hilfe selbstaggregierender Monolagen in eine robuste Membran-ähnliche Struktur einbetten. Dadurch kann für jeden Pixel gesondert bestimmt werden, ob einzelne der Peptide die Funktion einer Diode vermitteln. Die Vielzahl der für diese Screeningversuche benötigten unterschiedlichen Peptide wird mit Hilfe einer Partikel-basierten kombinatorischen Synthese von Peptidarrays hergestellt.

Abb: Kombinatorische Synthese eines Peptidarrays mit einem Computerchip. Links: Pixelelektroden zeigen ein Färbemuster mit zwei verschiedenen Antikörpern, rechts: Platine mit gebondetem Chip

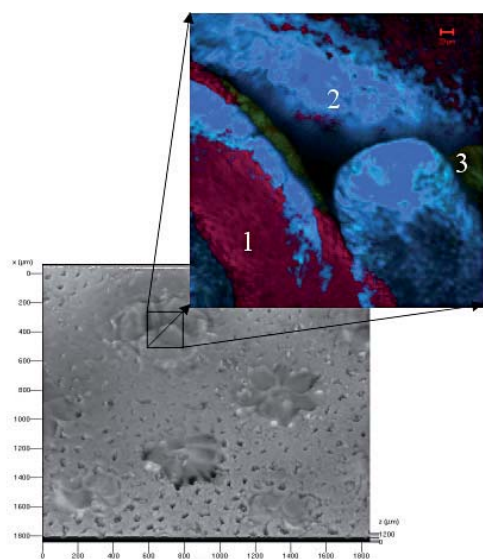
PD Dr. Frank Breitling (Koordination), PD Dr. Alexander Nesterov-Müller, Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ), Abteilung Chipbasierte Peptidbibliotheken, Im Neuenheimer Feld 580, 69120 Heidelberg, Tel: 06221 42-1543, Fax: -1744, E-Mail: f.breitling@dkfz.de

Dr. Harald Richter, Institut für Mikroelektronik Stuttgart (IMS), Allmandring 30a, 70569 Stuttgart, Tel: 0711/ 21855-240, Fax: -111, E-mail: richter@ims-chips.de

Prof. apl. Dr. Reiner Dahint, Universität Heidelberg, Angewandte Physikalische Chemie, Arbeitsgruppe Biosensorik und Biomaterialien, Angewandte Physikalische Chemie, Im Neuenheimer Feld 253, 69120 Heidelberg, Tel: 06221/54-4922, Fax: -6199, E-mail: reiner.dahint@urz.uni-heidelberg.de

Prof. Dr. Raimund Hibst, Prof. Dr. Alwin Kienle, Dr. Angelika Rück, Institut für Lasertechnologien in der Medizin und Meßtechnik an der Universität Ulm

Strategien zum optimierten Lichtmanagement am Beispiel mariner Symbionten



Die Natur hat mit der Photosynthese den wichtigsten Mechanismus zur Nutzung von Sonnenenergie entwickelt. In dem vorgeschlagenen Projekt sollen erstmals am Beispiel der besonders vielversprechend erscheinenden Symbiose aus marinen Organismen und Algen die der eigentlichen photochemischen Energiewandlung vorgeschalteten optischen Funktionen erforscht und hinsichtlich einer bionischen Umsetzung analysiert werden.

Dazu gehört die Leitung oder Streuung von Licht durch spezielle Nano- oder Mikrostrukturen, im Wechselspiel mit absorbierenden / fluoreszierenden Molekülen. Mögliche Anwendungen sind Schichten, die den Wirkungsgrad von Photovoltaikanlagen erhöhen, Strukturen, die die Effizienz von Bioreaktoren steigern, optische Baumaterialien oder ein neuartiger UV-Schutz.

Prof. Dr. Raimund Hibst (Koordination), Prof. Dr. Alwin Kienle, Dr. Angelika Rück, Institut für Lasertechnologien in der Medizin und Meßtechnik an der Universität Ulm, Helmholtzstraße 12, 89081 Ulm, <http://www.uni-ulm.de/ilm>

Abb: Korallenoberfläche mit Polypen. Insert: Fluoreszenz eines Polypen (1: Chlorophyll; 2: Chlorophyll und Protein; 3: Protein)

Leichte Energiespeicher für mobile und fliegende Systeme

In den letzten Jahren hat das Institut neuartige Flugkörper entwickelt, die Flüge über Tage und Wochen in der Stratosphäre ermöglichen. Bisher ist es aber international nicht gelungen, genügend solare Energie für die Nacht zu speichern. Gelänge dies, so wären prinzipiell erstmals beliebig lange Flugmissionen möglich (Eternal Flight).

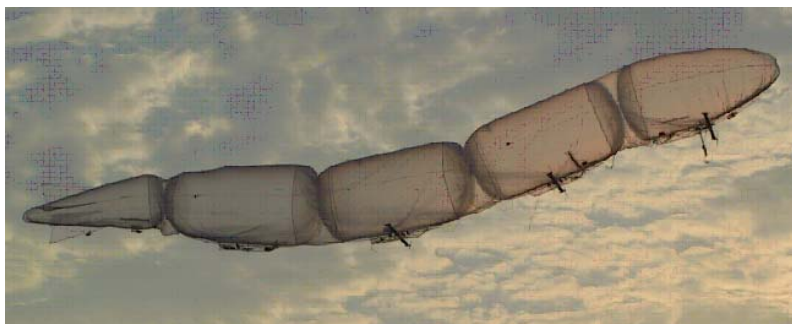


Abb: Neuartiges Flugkonzept für wochenlange Flüge in der Stratosphäre

In diesem Vorhaben soll für diese Aufgabe ein neuartiger, regenerativer Energiespeicher nach bionischem Redox-Flow-Vorbild entwickelt werden, der den Wirkungsgrad klassischer elektrochemischer Konzepte durch die Nutzung der enormen Oberflächen nanoskaliger tubulärer Biopolymere drastisch erhöht. Die Vision ist eine Hybrid-Flow-Batterie, die nur noch feste und gasförmige elektroaktive Komponenten besitzt und wesentlich verbesserte Leistungen aufweisen wird.

Prof. Dr.-Ing. Bernd Kröplin, Institut für Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen, Universität Stuttgart, Pfaffenwaldring 27, 70569 Stuttgart. Tel: 0711/685 63612, Fax 0711/685 63706, E-Mail: office@isd.uni-stuttgart.de

Prof. Dr. Sabine Laschat, PD Dr. Günter Tovar, beide Universität Stuttgart, Prof. Dr. Joachim P. Spatz, Max-Planck-Institut für Metallforschung, Dr. Daniela Pufky-Heinrich, Fraunhofer Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik

Desmosin-Mimetika für die Entwicklung eines synthetischen Elastinersatzes

Die Entwicklung innovativer Materialien für den Einsatz in der Medizintechnik ist von hoher gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Relevanz. Die Verwendung synthetischer Systeme zum Aufbau gewebeähnlicher Strukturen kann langfristig die aufwendige und ethisch umstrittene Gewinnung von Materialien natürlicher Herkunft ersetzen. Das hier skizzierte interdisziplinäre Projekt verfolgt die Entwicklung neuartiger bionischer Materialien, die dem molekularen Aufbau des natürlichen Elastins nachempfunden sind. Ausgehend von der charakteristischen Desmosineinheit des Elastins werden synthetische Elastin-Mimetika für die Anwendung als dreidimensionale künstliche Gewebestrukturen entwickelt.

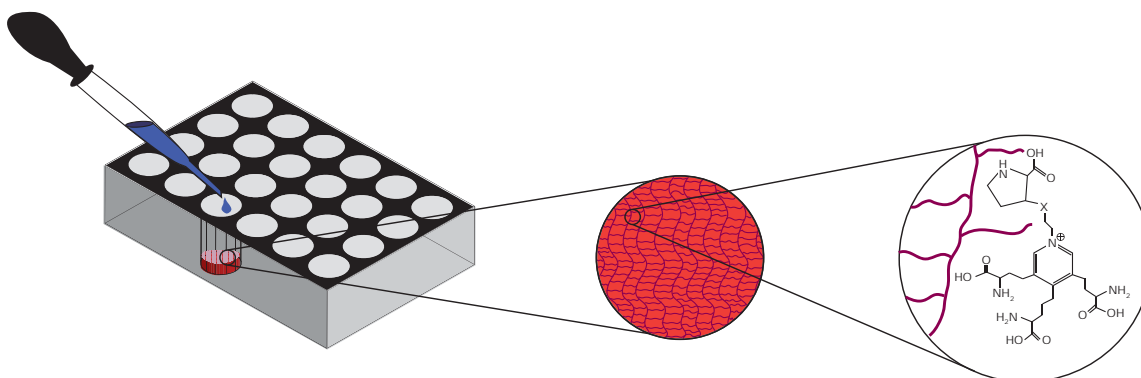


Abb: Aufbau dreidimensionaler künstlicher Gewebestrukturen aus organischen Struktureinheiten: ein innovativer bottom-up Ansatz von Desmosin-Mimetika über polymere Netzwerke hin zu synthetischen Zellkultursubstraten

Prof. Dr. Sabine Laschat (Koordination), Universität Stuttgart, Institut für Organische Chemie, Pfaffenwaldring 55, 70569 Stuttgart, Tel: 0711/685 64565, Fax: 0711/685 64285 E-Mail: sabine.laschat@oc.uni-stuttgart.de, <http://www.uni-stuttgart.de/occhem>

PD Dr. Günter Tovar, Universität Stuttgart, Institut für Grenzflächenverfahrenstechnik, Nobelstr. 12, 70569 Stuttgart, Tel: 0711/970 4109, Fax: 0711/970 4200, E-Mail: guenter.tovar@igvt.uni-stuttgart.de, <http://www.uni-stuttgart.de/igvt>

Prof. Dr. Joachim P. Spatz, Max Planck Gesellschaft, Institut für Metallforschung, Heisenbergstr. 3, 70569 Stuttgart, Tel: 0711/689 3610, Fax: 0711/689 3612, E-Mail: spatj@mf.mpg.de <http://www.mf.mpg.de/de>

Dr. Daniela Pufky-Heinrich, Fraunhofer Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik, Nobelstr. 12, Tel: 0711/970 4100, Fax: 0711/970 4200, E-Mail: daniela.pufky-heinrich@igvt.uni-stuttgart.de, <http://www.igb.fraunhofer.de>

Molekulare Bionik als Grundlage für die Entwicklung form- und stoffschlüssiger, intelligenter Klebenverbindungen

Manche Kletterpflanzen wie der Wilde Wein besitzen Haftorgane, die eine extrem starke Haftung mit dem Untergrund gewährleisten. Die Ursache hierfür liegt in der (Mikro-)Struktur der Haftorgane und in der Biochemie der Haftsekrete. Im Rahmen dieses Projekts werden der chemische Aufbau der Haftsekrete sowie die (Mikro-)Mechanik und Funktionsmorphologie ausgewählter Pflanzen untersucht. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen zur Entwicklung von form- und stoffschlüssigen, intelligenten Klebeverbindungen genutzt werden. Ein weiteres Ziel ist es, im Rahmen der reversen Bionik Erkenntnisse und Methoden aus der technisch-bionischen Umsetzung für ein noch weitergehendes und vertieftes Verständnis der biologischen Vorbildstrukturen zu nutzen.

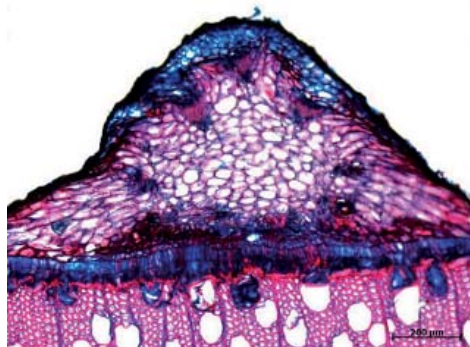


Abb: Haftscheibe von wildem Wein

Prof. Dr. Thomas Speck (Koordination), Plant Biomechanics Group Freiburg / Botanischer Garten der Universität Freiburg und Freiburger Materialforschungszentrum, Schänzlestr. 1, 79104 Freiburg; Tel: 0761/203-2875, Email: thomas.speck@biologie.uni-freiburg.de, www.botanischer-garten.uni-freiburg.de, www.kompetenznetz-biomimetik.de

Prof. Dr. Oliver Kraft und Dr. Ruth Schwaiger, Institut für Materialforschung II – Forschungszentrum Karlsruhe / Institut für Zuverlässigkeit von Bauteilen und Systemen, Universität Karlsruhe, FZ Karlsruhe, Hermann-von-Helmholtz Platz 1, 76344 Eggenstein-Leopoldshafen, Tel: 07247/4815, Email: oliver.kraft@imf.fzk.de, www.botanischer-garten.uni-freiburg.de

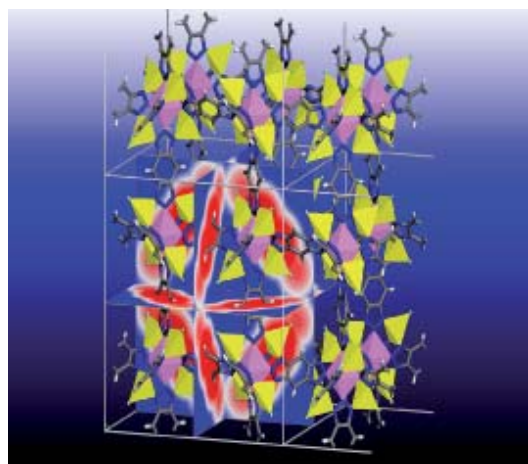
Prof. Dr. Rolf Mülhaupt, Institut für Makromolekulare Chemie, Universität Freiburg und Freiburger Materialforschungszentrum, Stefan-Meier-Str. 31, 79104 Freiburg, Tel: 0761/203-6270, Email: rolf.muelhaupt@makro.uni-freiburg.de, http://portal.uni-freiburg.de/muelhaupt, www.fmf.uni-freiburg.de

Prof. Dr. Günter Reiter, Experimentelle Polymerphysik, Universität Freiburg und Freiburger Materialforschungszentrum, Hermann-Herder-Str. 3, 79104 Freiburg, Tel: 0761/203-5857, Email: guenter.reiter@physik.uni-freiburg.de, http://frs106.physik.uni-freiburg.de

Prof. Dr. Dirk Volkmer, Universität Ulm, Prof. Dr.-Ing. Elias Klemm, Universität Stuttgart

Entwicklung biomimetischer Katalysatoren zur Methanolsynthese

Für unsere zukünftige Energieversorgung werden neben langfristigen Konzepten, wie „Wasserstoff aus Solarenergie“ oder „Kernfusion“ auch mittelfristig realisierbare Technologien benötigt, die auf eine effiziente Nutzung bislang unerschlossener fossiler Energiequellen zielen. In einem Gemeinschaftsprojekt der Universitäten Ulm (Prof. Dirk Volkmer, Anorganische Chemie) und Stuttgart (Prof. Elias Klemm, Technische Chemie) werden neuartige Katalysatoren entwickelt, die bislang Unerreichtes ermöglichen sollen, nämlich die Direktumwandlung von Methan („Erdgas“) in



Methanol unter Energie- und ressourcenschonenden Bedingungen. Das Funktionsprinzip wollen sich die beiden Forscherteams von der Natur abschauen: Das Katalysatordesign imitiert die sogenannte Methan-Monooxygenase, ein kupferhaltiges Enzym aus methanotrophen Bakterien, die Methan als natürliche Energiequelle nutzen.

Methanol könnte zukünftig eine zentrale Bedeutung als Energieträger und als Grundbaustein für die organische Synthese erlangen. Ein weiteres Projektziel ist die Entwicklung effizienter Verfahren zur Einführung von Sauerstoff in reaktionsträge organische Verbindungen.

Abb: Gerüststruktur von MFU-4l (Metal-Organic Framework Ulm University-4). Mit solchen oder ähnlichen Festkörperlatalysatoren soll zukünftig Methanol (CH_3OH) aus Methan (CH_4 , Hauptbestandteil von Erdgas) und Luftsauerstoff unter milden Bedingungen hergestellt werden.

Prof. Dr. Dirk Volkmer (Koordination), Universität Ulm, Anorganische Chemie II, Albert-Einstein-Allee 11, 89081 Ulm, Tel: 0731/50-23921, E-Mail: dirk.volkmer@uni-ulm.de, http://www.uni-ulm.de/nawi/nawi-anorg2.html

Prof. Dr.-Ing. Elias Klemm, Universität Stuttgart, Institute of Chemical Technology, D-70550 Stuttgart, Tel: 0711/685-65590, E-Mail: elias.klemm@itc.uni-stuttgart.de, http://www.itc.uni-stuttgart.de

Biomimetische Aptamer-Co-Polymere als künstliche, strukturbildende Extrazellulärmatrix für die regenerative Medizin

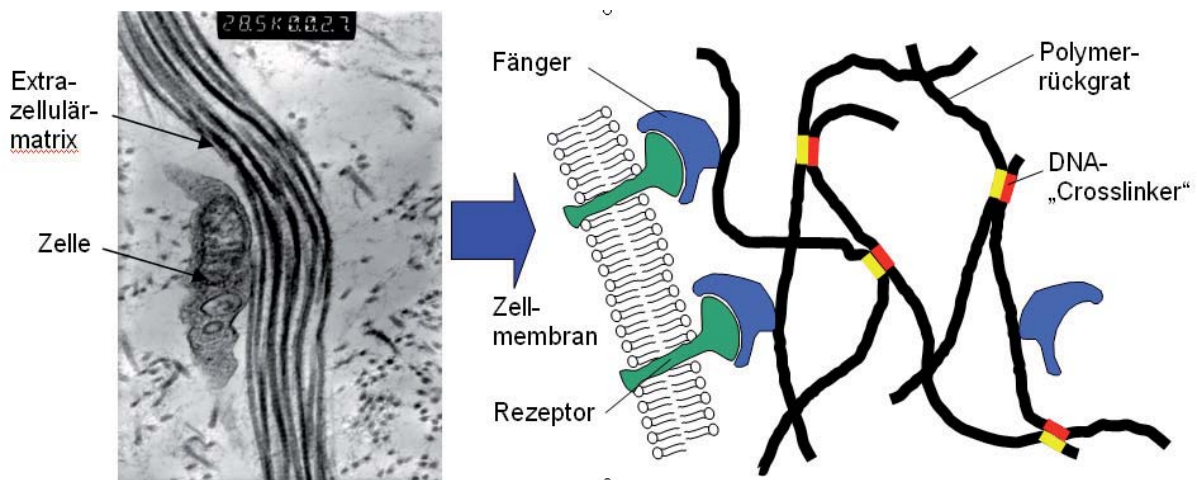


Abb: Biomimetische DNA-Co-Polymere als strukturbildende, künstliche Extrazellulärmatrix für die regenerative Medizin

Ziel des Projektes ist die Synthese von zellspezifischen Erkennungsmolekülen, den DNA-Biopolymeren mit sogenannten Fängermolekülen (den Aptameren). Diese bilden eine extrazelluläre Matrix. Wenn Oberflächen von beispielsweise Implantaten mit dieser beschichtet sind, können die Fängermoleküle dieser Matrix selektiv eine Ansiedelung von körpereigenen Stammzellen auf den Oberflächen induzieren.

Derart modifizierte Oberflächen imitieren damit ein von der Natur abgeschautes Selbstheilungssystem, wobei die Oberfläche nicht als Fremdkörper erkannt wird. Dieser Mechanismus eröffnet vielfältigste Möglichkeiten für das in vivo Tissue Engineering, d. h. in der regenerativen Medizin direkt im Patienten. Zellselektive Fängermoleküle sollen mittels eines chipbasierten Selektionsverfahrens identifiziert und aufgereinigt werden.

PD Dr. Hans Peter Wendel (Koordination), Universitätsklinikum Tübingen (UKT), Klinik für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie, Klinisches Forschungslabor, Calwerstr. 7/1, 72076 Tübingen, Tel: 07071/2986605, Fax: 07071/295369, E-Mail: hans-peter.wendel@med.uni-tuebingen.de

Prof. Dr. Andreas Marx, Universität Konstanz, Fachbereich Chemie, Universitätsstrasse 10, 78457 Konstanz, Tel.: 07531 /885139, Fax: 07531/ 885140, E-Mail: andreas.marx@uni-konstanz.de

Dr. Martin Stelzle, NMI Naturwissenschaftliches und Medizinisches Institut an der Universität Tübingen, AG BioMEMS & Sensorik, Markwiesenstraße 55, 72770 Reutlingen, Tel.: 07121 51530 75, Fax: 07121 51530 62, E-Mail: martin.stelzle@nmi.de

★★★