

Sonderheft Medizintechnik

Hinrich Habeck Vorwort	Seite 3	Christian Stark, Felix Fiedler, Stefan Müller Optische Konzentrationsbestimmung von Laktat in Blutplasma mittels NIR-Spektroskopie	Seite 41
Henrik Botterweck, Stefan Fischer Der BioMedTec Wissenschaftscampus Lübeck - mehr als Bio, Med und Tec?	Seite 4	Benjamin Weber, Bodo Nestler Kalibration von Pulsoxymetern durch direkte Spektralmodulation	Seite 45
Christian Buj, Jens Horstmann, Ralf Brinkmann Kontaktfreie Photoakustische Tomographie	Seite 7	Matthias Weber, Klaas Bente, Anselm v. Gladiß, Matthias Graeser, Thorsten M. Buzug Magnetische Partikelbildgebung mit einer feldfreien Linie	Seite 50
Felix Fiedler, Christian Stark, Stefan Müller Magnetophorese zur Trennung der Blutbestandteile für die optische Bestimmung von Laktat	Seite 10	Christian Bollmeyer, Martin Mackenberg, Hartmut Gehring, Horst Hellbrück Entwicklung einer kompakten Sensorplattform für den prototypischen Einsatz in der Medizintechnik	Seite 53
Jens Hagenah, Michael Scharfschwerdt, Achim Schweikard Von Herzchirurgie und Support Vector Maschinen: Wie ein lernender Algorithmus helfen kann, Herzklappenprothesen zu individualisieren	Seite 14	Jürgen Grein, Mathias Beyerlein Ophthalmotechnologie in der Biomedizintechnik – „Sehen“ meets „Technik“	Seite 58
Stephan Klein, Lutz Wunsch, Sean Luenz, Hala El-Shaffey, Franziska Hainer Eine neue Repositionshilfe für die Kinderchirurgie	Seite 19	Bodo Nestler Horizontenerweiterung: Ein Forschungssemester am Technion in Haifa	Seite 60
Tobias Klepsch, Henrik Botterweck Gefäß-Gewebe-Transport von Wirkstoffen beschichteter Implantate: Modellierung der Transportvorgänge	Seite 22	Stephan Klein, Farina Steinert, Wen-Huang Wang, Stefanie Wichmann, Heike Wachenhausen, Folker Spitzenberger, Rolf Granow Online-Lehre für die Medizintechnik im Bereich Regulatory Affairs	Seite 63
Jan Krieger, Christian Damiani, Christian Hübner, Stephan Klein Gefäß-Gewebe-Transport von Wirkstoffen beschichteter Implantate: Phänomenologische Modellierung	Seite 26	Jürgen Tchorz, Markus Kallinger Der Studiengang Hörakustik an der FH Lübeck	Seite 66
Lars Kreutzburg, Vit Dolezal, Christian Hübner Dynamik nanoskaliger Partikel an Gefäßwänden	Seite 30	Silke Venker, Thorsten M. Buzug, Stephan Klein Der gemeinsame internationale Master-Studiengang Biomedical Engineering in Lübeck	Seite 69
Roma Kusche, Steffen Kaufmann, Ankit Malhotra, Paula Klimach, Martin Ryschka Wearable zur Langzeitbestimmung der arteriellen Gefäßsteifigkeit	Seite 34	Ullrich Wenkebach Kurz zurücklehnen und dann weiter... vorgestellt von Henning Schwarz Neuerscheinungen	Seite 71 Seite 74
Benjamin Redmer, Bodo Nestler Optische Messung von Hämoglobinderivaten in nicht-hämolyisiertem humanem Vollblut	Seite 38	Impressum	Seite 78



20. Jahrgang - März 2017

ISSN: 1618-5528

impulse

Aus Forschung und Lehre



FACH
HOCHSCHULE
LÜBECK

University of Applied Sciences

www.fh-luebeck.de

HORIZONTERWEITERUNG: EIN FORSCHUNGSSEMESTER AM TECHNION IN HAIFA

BODO NESTLER

15. Februar 2016, 7:00 Uhr, machen wir uns auf den Weg nach Hamburg. Temperatur um die null Grad und Schnee auf den Straßen und Feldern. Von Hamburg geht der Flug nach Tel Aviv und dann mit dem Mietwagen weiter nach Haifa. Frühlingshafte 20 Grad. 20:30 Uhr stehen wir vor dem West Gate des Technions und versuchen den wachhabenden Soldaten klarzumachen, dass wir auf diesem gesicherten Gelände das nächste halbe Jahr arbeiten und wohnen wollen. Wozu und Warum? Ich erkläre dem Wachpersonal, dass ich ein "visiting professor" aus Lübeck/ Deutschland bin und im Bereich Biomedizintechnik speziell Mikrofluidik arbeite und hier ein Forschungssemester am Institut für Biomedical Engineering BME Technion / Haifa bei der Arbeitsgruppe um Prof. Dr. Josue' Sznitman verbringen werde. Nach gründlicher Prüfung der offiziellen Einladung und einigen Telefonaten bekommen wir einen Schlüssel für unsere Gästewohnung. Nun kann man sich fragen warum gerade Haifa. Vier Gründe:

- Eine andere Umgebung und Abstand vom Alltagsgeschäft kann inspirierend sein.
- Israel gehört zu den technologisch führenden Nationen und das Technion – Israel Institute of Technology (Hebrew: *אוניברסיטת תל אביב* – *אוניברסיטת תל אביב*, *haTehkhnion* – *Makhon tekhnologi le'Israel*) ist die Technische Universität Israels und hat seinen Sitz in Haifa.
- Schon Albert Einstein hat das Technion besucht, also ein Muss für alle Physiker.
- Professor Stephan Klein aus unserer Gruppe hat 2014 die Arbeitsgruppe von Professor Josue' Sznitman besucht und festgestellt, dass sie, wie wir auch, auf Gebieten der Mikrofluidik forscht.

Einige Informationen zum Technion

Der Campus des Technion befindet sich am nordöstlichen Stadtrand von Haifa. Er wurde in den frühen 1950er Jahren von Premierminister David Ben Gurion ausgewählt und hat eine Größe von 1,325 km², wovon ein Drittel (ca. 0,438 km²) mit 100 Gebäuden bebaut ist. In den Studentenwohnheimen auf dem Campus können 4.000 Studenten wohnen.

Die Medizinische Fakultät befindet sich nicht auf dem Campus, sondern im Stadtteil Bat Galim, in der Nähe des Rambam-Krankenhauses.

Am Technion studierten im Jahre 2015 insgesamt 13.900 Studenten bei ca. 600 Dozenten. Die Lehrsprache ist (leider) Hebräisch.

Selbstdarstellung - Institute Biomedical Engineering BME

„Biomedical Engineering (BME) at the Technion began as early as the mid 1940's, when the body's bio-electric phenomena were studied in the Department of Electrical Engineering. The interest and enthusiasm generated by this new field of studies grew so rapidly that by 1968 over forty ongoing biomedical projects were underway at various Technion departments. In 1969, the Julius Silver Institute was set up to house all the Technion's biomedical engineering research, and the interdisciplinary Department of Medical and Biological Engineering was formally established with the mission of developing a program for graduate studies. Today, the Department of Biomedical Engineering is involved in wide ranging research, both basic and applied. The varied novel engineering techniques and state-of-the-art technological, scientific and medical know-how generated by the Department have, over the years, proved both useful and beneficial to Israel's medical community.

Biomedical engineering utilizes traditional engineering disciplines for the development of medical systems and devices for clinical diagnosis and therapy, and the investigation of the physiological basis of diseases. With the rise in life expectancy and improvement in the quality of life, there has come an increasing demand for better health-related products and services. The biomedical industry is characterized by innovation and sophistication, and the constant search for new challenges. It provides artificial organs, implant devices, cardiac assist devices, diagnostics and therapeutics, catheterization and imaging equipment. Biomedical companies are also involved in molecular and cellular engineering, tissue engineering, plasma engineering, intracellular physiological control mechanisms, drug regulation and drug delivery systems, rehabilitation engineering, and aids for the feeble and the disabled.

Our graduates have integrated remarkably well into Israel's biomedical industry. These, and other industries, have employed the Department's graduates in key positions in research and development, production, marketing, and medical applications. In the past few years our graduates have become involved in many start-up companies, and more than 45% of Israel's start-ups are in this sphere. In addition to the biomedical industry, the Department's alumni are found in the foremost research

institutes and academic institutions, both in this country and abroad, where their know-how and expertise are highly valued.

The Department's program of studies provides high quality education in biomedical engineering at the undergraduate and graduate levels. Its graduates are equipped to meet the diverse needs of biomedical research and its industrial applications.

The **Undergraduate Program** (B.Sc.). Launched in October 1999, our new undergraduate program offers a B.Sc. degree in BME. This is a four year program which provides its graduates with the qualifications for employment in the high-tech BME engineering profession, and/or continuation of studies towards higher degrees. The biomedical engineering program equips the students with a basic and in-depth background in basic sciences, and a broad knowledge in engineering, and in the life sciences and medicine. The program encourages participation in undergraduate courses from other engineering, life sciences and medical sciences disciplines, and integration of the knowledge acquired in the project courses. Three subspecialties are offered in the undergraduate curriculum: medical equipment and imaging; movement, rehabilitation engineering and artificial organs; and biomaterials and biotechnology.

The **Graduate Programs**. The Department's well established graduate program develops the student's skills and the insight needed to provide effective solutions to current medical challenges. This is accomplished by broadening and deepening the student's knowledge and providing specialization in BME education. Although candidates who graduated the BME undergraduate program are the natural candidates for our higher degree studies, graduates from other disciplines can be also accepted. The Department confers the Masters of Science degree for biomedical engineering sciences, as well as the Master's degree in Engineering (M.E.) for which no research thesis is required. The Higher Ph.D. Degree program prepares the graduate student for a career in scientific research. Ph.D. students must complete a research project consisting of an original contribution to the BME sciences.

The high-quality basic and applied research program contributes significantly to the know-how of the biomedical engineering sciences and of related and relevant fields of research and education. The research-oriented atmosphere also attracts clinicians to join research projects and provides them with up-to-date advances in the exact sciences and technology.

The Department's Faculty members include twelve full time and nine affiliated members who are engaged in teaching, and in research and development in BME. Their innovative research activities focus on biomechanics and orthopedics, tissue engineering, rehabilitation engineering, neural engineering and neural interfaces, biological signal processing and imaging,

biomaterials, and the cardiovascular system. Additionally, there are nine adjunct faculty members from the BME industry and clinical environment who take part in the teaching efforts of the Department" [1].

Vorstellung der Arbeitsgruppe v. Prof. Dr. Josue' Sznitman

Research interests [2]:

- Biofluid mechanics; physiological flows
- Pulmonary fluid dynamics; Inhalation therapy; microcirculation
- Low Reynolds number flows; microfluidics
- Experimental flow visualization; particle image velocimetry (PIV); particle tracking

Research focus:

The Technion Biofluids Laboratory examines fluid flows relevant to biology and physiology. Our interdisciplinary research interests include

- respiratory flows in the lungs in association with particle inhalation and deposition (e.g. therapeutics),
- animal locomotion and motility phenotyping in model organisms (e.g. disease quantification, drug screening, genetic basis of behavior, etc.), and
- small-scale physiological flows using microfluidic techniques (e.g. transport in micro-networks such as in blood micro-circulation and the pulmonary acinus of the lung).

In Haifa angekommen müssen wir erstmal richtig ankommen. Anderes Wetter, andere Umgebung andere Schrift und Sprache. Die Wohnung ist klein aber praktisch, und glücklicherweise gibt es IKEA in der Nähe, so können wir all das besorgen, was eine Wohnung etwas gemütlicher macht: Lampen, Teppiche, Badezimmermatten usw. Als nächstes die passenden Märkte und Supermärkte finden und ganz viel fragen, denn die Bezeichnungen sind mit ganz wenigen Ausnahmen alle auf Hebräisch, und Kaffee mit Buttermilch statt Milch ist wirklich kein Vergnügen. Für Haifa spezifisch ist der sehr hohe russische Bevölkerungsanteil, der besonders im Dienstleistungsbereich und Verkauf sichtbar ist. Die aus Russland kommenden Juden (ca. 1 Million Menschen) lernen hier zwar Hebräisch, sprechen aber kaum Englisch. Unser Problem ist, dass wir nicht einmal das hebräische Alphabet beherrschen. Dadurch bekommt man eine kleine Ahnung, wie es z.B. Syrern in Deutschland geht. Wir entscheiden uns dennoch, kein Hebräisch zu lernen, denn die Zeit dazu ist zu kurz und außerdem sprechen auf dem Campus fast alle Englisch. Für Verwaltungsangelegenheiten,

wie zum Beispiel Zufahrtsberechtigung, Gästerausweis oder Visumverlängerung fühlt man sich fast wie zu Hause, man braucht hier mindestens genauso viel Geduld und Formulare wie in Deutschland.

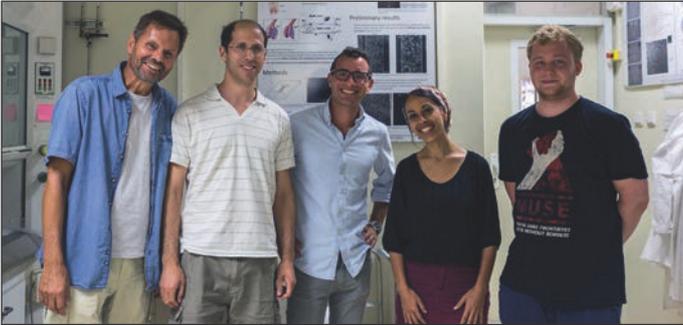


Abbildung 1. Gruppenfoto (v. r. n. l.): Benjamin Redmer, Hagit Stauder, Prof. Sznitman, Dr. Ramy Fischler, Prof. Nestler

Für die Zeit hier, fernab der Alltagsgeschäfte in Lübeck, habe ich verschiedenste Arbeitspakete und Ziele in meinem Koffer mitgebracht, und man staunt, wie schnell so ein Forschungssemester vergeht. Da sind fünf Konferenzbeiträge für zwei internationale Tagungen in diesem Jahr in Mailand und Basel einzureichen, eine Veröffentlichung in der Fachzeitschrift der DGBMT (Biomedical Engineering/ Biomedizinische Technik) zu platzieren, die Zwischenberichte für das BMBF Projekt „Flowpuls“ und das BMWi Projekt „Oximetrie“ fertigzustellen, zusammen mit Prof. Stephan Klein den MSGT-Teil Antrag für den FH-Impuls Antrag bis zum 24. Mai thematisch zu erarbeiten und fertigzustellen und außerdem Benjamin Weber in der Endphase seiner Dissertation zu begleiten. Dies bedeutet beinahe tägliche Gespräche via Skype mit den Kollegen und Mitarbeitern. Das Hauptziel dieses Forschungssemesters ist jedoch, die Arbeitsgruppe von Prof. Sznitman kennenzulernen und die Basis für eine Kooperation im Bereich der Fluidik zu legen. Hilfreich dazu sind die wöchentlichen Besuche der Arbeitsgruppenbesprechungen und der Besuch des Institutsseminars. Die einzelnen Gespräche mit Prof. Sznitman und seinen Doktoranden und Postdoktoranden zeigten gemeinsame Felder, auf denen wir etwas zusammen gestalten können, aber auch dass ihre Labore sehr stark ausgelastet sind. Dennoch nahmen sie sich Zeit für mich, um Strömungsversuche mit Blut in von Ihnen entwickelten Mikrokanälen durchzuführen, die das Gravitationsverhalten von Erythrozyten bei Querströmungen untersuchten. Diese Versuche untermauern die Aussagen eines vom Autor angemeldeten Patentes. Des Weiteren waren sie bereit, uns Ende Juni Ihre Laboraufbauten für zwei Tage zur Verfügung zu stellen und uns bei den Messungen und Auswertungen zu unterstützen. Um diese Zeit optimal zu nutzen, musste Benjamin Redmer (einer meiner Doktoranden) unter Hochdruck Testküvetten für sein Projekt entwickeln und fertigen. Ausgestattet mit noch

einigen weiteren Komponenten für den Versuchsaufbau kam Benjamin Redmer nach Haifa, um mich dann sehr kompetent bei den Versuchen zu unterstützen. Mit der Hilfe von Dr. Ramy Fischler und Hagit Stauder konnten wir beide alle geplanten Versuche erfolgreich durchführen. Diese Zusammenarbeit hat sehr viel Spaß gemacht. Um die Kooperation noch zu vertiefen haben Prof. Sznitman und ich beschlossen, dass sein nächster Doktorand uns im Herbst in Lübeck besuchen wird. Da ein wichtiges Thema sich mit der Beatmung von Säuglingen beschäftigt, haben wir auch gleich den zuständigen Leiter für Innovation der Fa. Dräger, Herrn Thomas Glöckner, nach der Möglichkeit eines Besuchs bei den entsprechenden Abteilungen angefragt. Sie sind herzlich willkommen.

Ein mehr privates Ziel für diesen Aufenthalt war, dieses widersprüchliche Land ein wenig zu erfahren, zu erspüren und etwas besser zu verstehen. So besuchten wir von Eilat (im Süden) bis Rosh HaNikra (im Norden) viele politisch und historisch interessante Orte, ließen für fünf Tage Jerusalem auf uns wirken, badeten im Jordan, im See Tiberias, im Mittelmeer, im Toten und auch im Roten Meer. Wir beobachteten die Menschen Haifas beim Autofahren, beim Einkaufen, beim Friseur, auf dem Markt, am Strand und diskutierten mit den verschiedensten Menschen: Messianische Juden, christliche Araber, Atheisten, liberale Juden und orthodoxe Juden. Hier in Haifa scheint das Zusammenleben zu funktionieren, aber im Untergrund und an den politischen (Tel Aviv) und religiösen (Jerusalem) Brennpunkten spürt man die Spannungen, die das Leben Israels prägen. Unsere Wohnung befindet sich in einem Studentenwohnheim für graduierte Studierende, die durch ihre Kleidung, ihre Haartracht und ihre Kopfbedeckung zeigen, welche Überzeugungen sie vertreten. Unsere Umgebung ist zu ca. 80 % orthodox, und es ist nicht ganz leicht, Zugang zu diesen jungen Menschen zu bekommen. Das hätten wir in einer Technischen Hochschule nicht erwartet.

Abschließend möchte ich feststellen, dass dieses Forschungssemester für mich in jeder Hinsicht ein großer Gewinn ist.

Quellen

- [1] <http://bme.technion.ac.il/about/>, Zugriff: 29.10.2016
 [2] <http://sznitmanlab.net.technion.ac.il/>, Zugriff: 29.10.2016

Autor

Prof. Dr. rer. nat. Bodo Nestler

Fachhochschule Lübeck

Medizinische Sensor- und Gerätetechnik

Mönkhofer Weg 239

23562 Lübeck

E-Mail: nestler@fh-luebeck.de

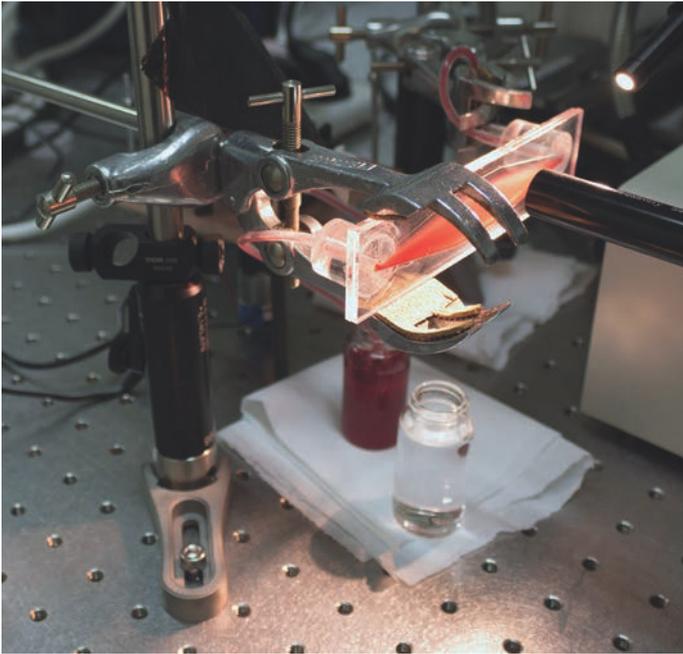


Abbildung 2. Versuchsaufbau zur Charakterisierung des Strömungsfeldes von Blut



Abbildung 3. West Gate des Technions



Abbildung 4. Kampf um die spirituelle Lufthoheit

ONLINE-LEHRE FÜR DIE MEDIZINTECHNIK IM BEREICH REGULATORY AFFAIRS

STEPHAN KLEIN, FARINA STEINERT, WEN-HUANG WANG, STEFANIE WICHMANN, HEIKE WACHENHAUSEN, FOLKER SPITZENBERGER, ROLF GRANOW

Zusammenfassung

Im Rahmen des Projektes LINA VO¹ werden an der FH Lübeck mehrere online-Studiengänge entwickelt, einer davon im Kompetenzfeld „Medizintechnik“. Medizintechnik ist eine inhaltlich sehr heterogene Branche, in der praktisch alle Natur- und Ingenieurwissenschaften interdisziplinär zusammenarbeiten. Das Spektrum der Medizinprodukte reicht vom Einmalartikel (z. B. Zungenspatel) bis zum Investitionsgut (z. B. Magnetresonanztomograph). Trotz der Heterogenität haben sie eine Gemeinsamkeit: Medizinprodukte müssen sicher, funktional wirksam und zuverlässig sein. Gleichzeitig unterliegen sie anspruchsvollen Regularien.

Daher fokussiert sich der hier vorgestellte Master-Studiengang auf ein Themenfeld, das alle Unternehmen der Branche gleichermaßen betrifft und mit dem Schlagwort „Regulatory Affairs“ bezeichnet wird. Dieser Bereich umfasst die Steuerung und Koordination aller gesetzlich geregelten und normativen Tätigkeiten, die bei der Markteinführung von Medizinprodukten

zunächst zu berücksichtigen sind, tatsächlich aber den ganzen Produktlebenszyklus von der Entwicklung über die Fertigung, den Vertrieb und den Gebrauch bis zur Abkündigung vom Markt umfassen.

Der Studiengang hat einen Umfang von 90 ECTS-Kreditpunkten und richtet sich an Ingenieure/innen und Naturwissenschaftler/innen. Die geplante Zielzahl beträgt 25 Einschreibungen jährlich.

Bedarfsanalyse

Neben der Arbeit in speziellen Abteilungen werden selbst in Entwicklungsabteilungen medizintechnischer Unternehmen z.T. mehr als ein Drittel der Personalressourcen aufgewendet, um den hohen regulatorischen Sicherheitsstandards gerecht zu werden, die im Zulassungsprozess benötigt wird. Wissen und Erfahrungen im Umgang mit regulatorischen Fragestellungen sind für die ganze Branche der Medizintechnik wertvoll. Daher wurde das Themenfeld „Regulatory Affairs“ ausgewählt,

1 - Lernen im Netz - Aufstieg vor Ort. https://de.offene-hochschulen.de/public_pages/48. Letzter Zugriff: 10.11.2016

bildlich gesprochen, vom Kopf zu den Füßen, indem sie nach Kopfverletzungen und Verletzungen der Wirbelsäure, nach Thoraxverletzungen und solchen des Abdomens schließlich mit Verletzungen der Extremitäten enden. Jedes Kapitel ist zudem in sich strukturiert. Stets folgt einer Beschreibung der jeweiligen Anatomie eine Analyse der Verletzungen und, wo möglich, ein Abschnitt zur Prävention. Den Schluß bilden jeweils eine Zusammenfassung mit Aufgaben und ein zumeist umfangreiches Literaturverzeichnis. Am Ende des Buches finden sich die Lösungen der gestellten Aufgaben sowie ein vergleichsweise kurz gehaltenes Sachverzeichnis. Der untadelige Text wird, fast überflüssig zu betonen, durch eine Vielzahl sehr anschaulicher Bilder und Graphiken unterstützt. Selbst der Einband unterscheidet sich wohltuend von so mancher heute leider immer öfter anzutreffenden Seitenverpackung. Fest, robust und dauerhaft tritt dieser Band dem Leser entgegen, der ihn getrost nach Hause tragen kann in der Gewißheit, eine Fülle an Inhalt schwarz auf weiß zu besitzen.

IMPRESSUM

HERAUSGEBER

Präsidium der Fachhochschule Lübeck
Mönkhofer Weg 239
23562 Lübeck
www.fh-luebeck.de

REDAKTION

Autoren/-innen
Schlussredaktion:

Prof. Dr.-Ing. Stephan Klein
Labor für Medizinische Sensor- und Gerätetechnik
Fachhochschule Lübeck
www.msgt.fh-luebeck.de

Frank Mindt, M.A.
Pressestelle
Fachhochschule Lübeck
Telefon: 0451 300 - 5305
Fax: 0451 300 - 5470
E-mail: presse@fh-luebeck.de

SATZ UND LAYOUT

Thowo - Thorben Wolkowski
E-mail: info@thowo.de
www.thowo.de

FOTOS

Autoren/-innen, Pressestelle

ISSN 1618 5528

AUFLAGE
600 Exemplare