www.think-ing.de

Ausgabe 8 | 2009

THINK ING.

kompakt

Jeden Monat neue Infos aus der Welt der Ingenieure

Thema: Medizintechnik

»» ZUKUNFTSBRANCHE

Die richtige Medizin für Nachwuchsingenieure

Ein heißer Tipp für Studium und Karriere: mit Medizintechnik Geräte, Produkte und Verfahren zum Wohle der Patienten erzeugen

© Foto oben: B.Braun AG

Neue Computertomographen ermöglichen eine immer bessere medizinische Bildgebung und damit auch eine zuverlässigere Diagnose

© Siemens AG

Als moderner Mensch muss man eigentlich nur kurz in den Spiegel schauen und das Leben ein wenig Revue passieren lassen. Mit hoher Wahrscheinlichkeit lächelt einen da ein gutes Beispiel für Medizintechnik an. Vielleicht schon mal beim Sport umgeknickt und die Bänder gerissen, das Kreuzband oder gar den Meniskus? Der Schneidezahn – ein Implantat, eine Krone oder fesch gerichtet mit der passenden Zahnspange? Das Handgelenk – schon mal gebrochen oder nur verstaucht? Die Narbe neben dem Bauchnabel – ein alter Kratzer oder die Blinddarm-OP? Die Brille auf der Nase oder chice Kontaktlinsen – hat man auch hier den richtigen Durchblick nur durch Medizintechnik?

Ob durchleuchtet mit Röntgengeräten, Ultraschall oder Computertomographie, narkotisiert mit modernsten Anästhesie-Geräten, operiert mit Hightech und OP-Besteck, therapiert mit Schienen, Verbänden, Salben, Prothesen, Reizstrom und Bewegungsapparaten oder einfach nur kerngesund – wie auch immer, selbst der Gesunde erlangt diese Gewissheit meist erst durch eine aufwendige Vorsorgeuntersuchung mit modernsten medizintechnischen Geräten.

Ganz egal, ob Prävention, Diagnose, Therapie oder Rehabilitation – die Medizintechnik ist jedem von uns schon mal begegnet. Jüngeren in Form eines einfachen Wundpflasters, mit der Tetanus-Impfung, einer routinemäßigen Blutuntersuchung oder mit dem Bohrer beim Zahnarzt. Älteren durch komplizierte Operationstechniken, Herzschrittmacher, Insulinpumpen, Herz-Lungen-Maschinen, Hörgeräte, Augen-Laser-Behandlungen, Implantate oder künstliche Gelenke. Wen und was es auch betrifft, die Medizintechnik hilft heilen. Ohne sie wäre Medizin von heute nicht mehr vorstellbar. Dazu benötigt man nicht nur Ärzte, die Technik gezielt anwenden und bedienen können, sondern – und mindestens genauso wichtig – auch die vielen Ingenieure, die in dieser großen Querschnittsdisziplin ihr Know-how aus ganz unterschiedlichen naturwissenschaftlich-technischen Bereichen einbringen und »» weiter S. 2

»» INTRO

Science Fiction ist längst Wirklichkeit

Aus Filmen kennt man das ja: Anakin Skywalker verliert bei einem Duell die Hand und erhält eine Superprothese aus Titan, der Sieben-Millionen-Dollar-Mann bekommt bionische Gliedmaßen und George Clooney alias Dr. Doug Ross aus Emergency Room lässt sowieso jeden Toten wieder auferstehen. Noch atemberaubender als Hollywood ist allerdings die Realität, denn die Entwicklungen der Medizintechnik sind rasant. Spektakuläre Erfolge der Chirurgie, egal ob es um Gehirnoperationen, Hauttransplantationen, die Verpflanzung einer Niere oder das Annähen einer kompletten Hand geht, aber auch weniger wahrgenommene Neuerungen wie detailgenaue Diagnosemethoden, Unfallbehandlungen, umfassende Software zu Patientenstatistik, Geriatrieprodukte für mehr Lebensqualität im Alter oder einfach nur ein Pflaster, das beim Abreißen nicht mehr weh tut. Medizin war schon immer die Kombination aus bewährten Methoden und althergebrachten Erfahrungen plus konsequenter Suche nach Neuem. Dabei hilft Technik. Innovative Medizintechnik. Und die wird von Ingenieuren entwickelt. Wer sich vorstellen kann, ingenieurwissenschaftliche Prinzipien und Regeln auf das Gebiet der Medizin zu übertragen, der ist hier genau richtig. Denn in dieser Fachrichtung wird Technik entwickelt, die Gesundheit schafft. //

© privat

»» PORTRÄT

Technik trifft Medizin

Dr. Heiko Visarius hat als Wirbelsäulen-Spezialist das Wohl der Patienten im Sinn. Der 43-jährige Bauingenieur berichtet über ein bewegtes Studien- und Arbeitsleben, in dem er in verschiedenen Ländern viele Menschen kennenlernte. »» weiter S. 3

© B.Braun AG

»» PRODUKTE

Ständig neu, stets innovativ

Ob Diagnosen oder Operationen – Hightech hat in der Medizin Einzug gehalten. Schrauben, die sich im Körper auflösen, WLAN-Herzschrittmacher oder Kameras in Sandkorngröße sind nur einige der vielen Innovationen. »» weiter S. 4

»» Fortsetzung von S. 1: Die richtige Medizin für Nachwuchsingenieure

© Siemens AG

Ähnlich einem GPS-System haben Ingenieure für Operationen die interventionelle Radiologie entwickelt – damit kann im Körper des Patienten navigiert werden

immer auf der Jagd nach medizintechnischen Innovationen sind.

Und die Prognose ist günstig – dank Medizintechnik. Nicht nur für Patienten, sondern auch für Studenten dieses speziellen Fachgebietes. Immerhin bezeichnet das Bundesministerium für Forschung und Bildung „die Medizintechnik als einen der großen Wachstumsmärkte für Deutschland und den gesamten Globus." Die Bundesrepublik ist nach den USA und Japan schon jetzt der weltweit drittgrößte Produzent von Medizintechnik. Seit Jahren wächst der Auslandsumsatz hierzulande stärker als der Inlandsumsatz. So lag die Exportquote 2008 bei über 60 Prozent. Erstaunlich, denn die über 1.250 deutschen Medizintechnikhersteller sind in hohem Maße kleinere und mittelständische Betriebe. Was sie herstellen ist absolute Spitzentechnologie. Möglich wird das durch ständige Innovationskraft und unablässige Forschungen – die berühmten zwei Buchstaben: F&E.

© B.Braun AG

Moderne Knieprothese aus einem speziellen Edelstahl (Crom-Cobalt-Molybdän-Legierung)

Denn die Ausgaben für Forschung und Entwicklung gemessen am Gesamtumsatz lagen im vergangenen Jahr bei neun Prozent und rund 15 Prozent der Beschäftigten in den Unternehmen sind im F&E-Bereich tätig. Da wundert es nicht, dass der Umsatzanteil der Produkte, die jünger als drei Jahre sind, bei fast 32 Prozent liegt. Ebenso beeindruckend ist die Quote, die das Europäische Patentamt für Neuanmeldungen der Medizintechnikhersteller registriert hat. Sie lagen mit 17.000 eingereichten Patenten im Jahr 2008 europaweit an der Spitze. An zweiter Stelle folgte die Nachrichtentechnik mit 14.850 Einreichungen, dann die Datenverarbeitung mit 9.520 und der Bereich Elektrische Bauteile mit 8.900.

Schwer innovativ also, diese Branche. Verantwortlich dafür sind die Ingenieure der Medizintechnik. Sie beherrschen ein breites wissenschaftliches Spektrum. Naturwissenschaften wie Mathematik, Biologie und Physik sowie Ingenieurwissen aus Informatik, Elektrotechnik und Mechatronik kombinieren sich mit Mikrosystem-, Feinwerk- und Nanotechnik, aber auch speziellere Bereiche wie Laserforschung oder Werkstoffwissenschaften sind gefragt. Hinzu kommen natürlich unabdingbare Kenntnisse der Medizin und der menschlichen Physiologie. Außerdem sollte man interdisziplinär denken und teamfähig sein, denn oft genug weisen erst Arbeitsgruppen und Gespräche mit Ärzten, Klinikpersonal oder Patienten den richtigen Weg zu neuen Lösungen und bahnbrechenden Health-Care-Produkten. Zudem etablieren sich in der Medizin ständig neue Teilbereiche, in denen geforscht und entwickelt wird: Biomechanik, Systemanalyse, medizinische Informatik oder die Erstellung von 3D-Modellen des menschlichen Körpers.

Wer sich für ein Ingenieurstudium und -beruf an dieser Schnittstelle zwischen Medizin und Technik sowie Praxis und Forschung interessiert, dem winkt ein intellektuell anspruchsvoller, ethisch herausfordernder und gesellschaftlich überaus akzeptierter Arbeitsbereich, in dem es einzig und allein darum geht, Technik zum Wohle des Menschen zu entwickeln.

© B.Braun AG

Auch eine Infusionsnadel ist Hightech

Asklepios, Gott und Urvater der Heilkunde in der griechischen Mythologie, hätte diesen Vorsprung durch Medizintechnik seinerzeit bestimmt auch gern gehabt… //

Studien-Links

Wer in die Zukunftsbranche Medizintechnik eintauchen will, findet an Unis, FHs und Akademien eine Vielzahl von Studienangeboten. Die Hochschullandschaft hat auf die Anforderungen und die guten Prognosen für diese Wachstumsbranche reagiert und bietet Medizintechnik nicht nur als Vertiefungsrichtung in den weitergehenden Semestern eines Maschinenbau- oder Elektrotechnikstudiums an, sondern vielfach auch eigenständig und besonders speziell. Das Ganze nennt sich dann oft nicht mehr nur klassisch Medizintechnik, sondern kann auch Biomedizinische Technik, Biomedical Engineering, Medizinische Systeme oder Scientific Instrumentation heißen.

32 eigenständige Bachelor- und 21 spezielle Masterstudiengänge aus unterschiedlichen Bereichen der Medizintechnik listet beispielsweise das Branchenportal *www.gate2medtech.de*. Sowohl Unis, als auch Fachhochschulen und Hochschulen finden sich dort.

Nicht nur die Branche boomt, sondern auch die Studiengänge. Wer als Ingenieur mitmischen will in der Medizin, für den gibt's hier eine kleine Auswahl aus dem großen Campusangebot:

Medizintechnik, Hochschule Mannheim, B.A.
www.medizintechnikmannheim.de

Biomedizinische Technik, HTW Saarbrücken, B.A. + M.A.
www.htw-saarland.de

Mediziningenieurwesen, TU Hamburg-Harburg, M.A.
www.tu-harburg.de

Medizintechnik, TU München, B.A. + M.A.
www.mw.tum.de

Medizintechnik und Sportmedizinische Technik, FH Koblenz, B.A.
www.rheinahrcampus.de

Mikro- und Medizintechnik, FH Gelsenkirchen, B.A.
www.fh-gelsenkirchen.de

Medizininformatik und Biomedizintechnik, FH Stralsund, B.A. + M.A.
www.fh-stralsund.de

Medizinische Physik, Uni Halle-Wittenberg, B.A.
www.uni-halle.de

Rescue Engineering, HAW Hamburg, B.A.
www.haw-hamburg.de

»» PORTRÄT

Visionäre Technik zum Wohl des Patienten

Dr. Heiko Visarius berichtet über sein bewegtes Studien- und Arbeitsleben: Vom Bauingenieur zum Spezialisten für Wirbelsäulen

Dr. Heiko Visarius – in seiner Hand eine künstliche Bandscheibe

© pixel

Der Patient liegt auf dem OP-Tisch, der Chirurg macht sich mit einer Palette an Operationsinstrumenten an die Arbeit – beobachtet von einem Ingenieur. Es kommt nicht selten vor, dass sich Dr. Heiko Visarius orthopädische Eingriffe wie eine Wirbelsäulenoperation anschaut und hinterher mit den Ärzten über neue Ideen und Ansätze der Medizintechnik diskutiert. Als Business Director im Bereich der Wirbelsäulen sorgt der 43-Jährige bei der Medtronic GmbH dafür, dass die Technik den Medizinern immer bessere Hilfsmittel und Methoden an die Hand gibt. „Eigentlich bin ich durch Zufall in die Medizintechnik gekommen. Aber die Verbindung von Patientenfokus und Technik liegt mir sehr."

Dabei waren es gleich mehrere Momente im Leben des gebürtigen Witteners Heiko Visarius, die seinen beruflichen wie privaten Lebensweg prägten. In seinem Bauingenieurstudium sprach ein renommierter Orthopäde 1988 seinen Professor an, ob er denn nicht eine Lösung wisse, wie man eine Schraube in einer Wirbelsäule verankern könnte. Der Professor holte Visarius daraufhin in eine kleine Arbeitsgruppe, die sich der Aufgabe annahm und zur Keimzelle der Biomechanik der Ruhr-Universität Bochum wurde. „Da haben sich zwei Fachbereiche getroffen. Die Medizin und die Technik. Darauf hatte ich nur gewartet – diese Gelegenheit habe ich mir nicht entgehen lassen."

Drei Jahre später folgte Visarius seinem Mentor, Professor Nolte, in die USA. Und dort legte er in der ersten Woche gleich zwei bedeutende Grundsteine: Er bekam ein Stipendium zur Promotion, wobei er neue, heute noch immer verwendete Wirbelsäulen von Crashtest-Dummies entwickelte, und er lernte seine heutige Frau Theresa kennen. Gemeinsam mit ihr, einer US-Amerikanerin, kehrte er zurück nach Europa und setzte seine Forschungstätigkeiten am M.E.-Müller-Institut für Biomechanik in Bern fort. Den Technologiepreis der Schweiz gewannen die beiden Pioniere Visarius und Nolte, indem sie das Verfahren der computerunterstützten Chirurgie entwickelten. „Es ging darum, wie man eine fünf Millimeter dicke Schraube in einen sechs Millimeter dünnen Knochen bohrt – mit präziser Führung durch ein Computersystem", sagt Visarius: „Das nennen wir Navigation für Chirurgen."

Der Weg von der Wissenschaft in die Industrie lag nah und es ging im Eiltempo weiter. Nach acht Jahren bei der Synthes-Gruppe (siehe Kasten MBA-Studium) kam er über einen Headhunter zu Medtronic, einem bekannten Hersteller von Herzschrittmachern, der die Wirbelsäule als weiteres Kerngeschäft erkannte. Heiko Visarius war für den Aufbau der technischen Produktpalette in diesem Bereich zuständig, zunächst als Marketingdirektor Europa, dann in den sogenannten Emerging Markets Lateinamerika, Südafrika, Mittlerer Osten und Indien.

Die enorme Reisetätigkeit war dem Familienvater, der mit seiner Frau Theresa, Alexander (7) und Isabella (3) im Norden von Bern wohnt, dann doch irgendwann zu viel und seitdem pendelt er „nur noch" innerhalb Europas. Gemeinsam mit 170 Mitarbeitern sorgt er dafür, dass die Ärzte die richtige Technik in der Hand haben; zudem nimmt er in Diskussionen mit Medtronic-Führungskräften Einfluss auf die weitere Entwicklung des Unternehmens. Und in ruhigen Minuten stellt er hin und wieder fest, wie weit er sich doch von seinem Studienfach – zur Erinnerung: Bauingenieurwesen – entfernt hat. //

MBA-Studium als Zusatzqualifikation

Wie schnell sich der Markt für Medizintechnik entwickelt, lernte Dr. Heiko Visarius gleich bei seiner ersten Position in der Industrie kennen. Die Synthes-Tochter Medivision führte er vom kleinen Start-up innerhalb von drei Jahren zu einem bedeutenden Unternehmen in der computergestützten Operations-Navigation, zuletzt als CEO (Chief Executive Officer: Geschäftsführer). „Hier lernte ich aber auch die Grenzen meines Ingenieurstudiums kennen, gerade was Personalführung, Investitionsplanung und Marketing betrifft. Deswegen machte ich noch einen MBA (Master of Business Administration) in Zürich und New York. Das Wissen daraus konnte ich direkt anwenden." //

Links

- Der Bundesverband für Medizintechnologie vertritt über 220 Unternehmen der Branche. *www.bvmed.de*
- Die DGBMT ist eine Fachgesellschaft für biomedizinische Technik im Rahmen des VDE. *www.vde.com/de/fg/DGBMT*
- Spectaris heißt der Verband der Hightech-Industrie – darunter findet sich auch der Fachverband Medizintechnik. *www.spectaris.de/medizintechnik.html*

Schüler im Science Center Medizintechnik

©Otto Bock HealthCare

Spielerisch lernen im Science Center

Berlin, Ebertstraße. Zwischen Potsdamer Platz und Brandenburger Tor. Auf den ersten Blick eine lustige Spielerei, auf den zweiten eine technisch ausgefeilte Illumination mit wissenschaftlichem Hintergrund: 15 Leuchtpunkte formen sich zu einem verblüffend charakteristischen menschlichen Gangbild. Die Lichtinstallation „Walker" macht ab Einbruch der Dunkelheit schon von weitem aufmerksam auf das Science Center Medizintechnik, deren markante Fassade tagsüber die Struktur von Muskelfasern darstellt.

Das Science Center Medizintechnik, vom Weltmarktführer im Bereich Prothetik Otto Bock HealthCare in diesem Jahr eröffnet, lädt unter dem Motto „Begreifen, was uns bewegt" ein zu interaktiven Erlebnissen und ermöglicht Wissensvermittlung an multimedialen Installationen. Der Besucher lernt spielerisch, wie komplex scheinbar selbstverständliche Bewegungsabläufe wie das Gehen oder das Greifen sind. Dort wird anschaulich verdeutlicht, wie das Verständnis biologischer Abläufe die Forschung und Entwicklung in der Medizintechnik inspiriert. Praktische Beispiele geben Einblick in die menschliche Anatomie und die Bionik. Ein weiterer Themenschwerpunkt ist die Bedeutung von medizintechnischen Innovationen für Menschen mit Handicap. Die Gäste im Science Center Medizintechnik erleben unmittelbar die Funktionalität von Prothesen, Orthesen oder Rollstühlen, wie zum Beispiel auf einem virtuellen Parcours über den Pariser Platz in Berlin.

Der Ausstellungsbereich ist jeweils donnerstags bis sonntags von 10 bis 18 Uhr geöffnet. Für Besuchergruppen sind Anmeldungen nach Absprache auch zu anderen Zeiten möglich.
www.sciencecenter-medizintechnik.de //

»» KURZ-INTERVIEW

10 Antworten in 10 Sätzen

© Aesculap AG

Olaf Hegemann (31 Jahre) studierte Maschinenbau mit der Vertiefungsrichtung Biomedizinische Technik an der TU Berlin. Seit Dezember 2006 arbeitet er bei der Aesculap AG als Projektmanager in der Applikationsentwicklung Chirurgie. Dort ist er für die Betreuung von Entwicklungsprojekten im Bereich Neurochirurgie und hier besonders für den Kontakt zu den klinischen Anwendern verantwortlich.

Ein guter Arbeitstag beginnt mit …
dem Weg zur Arbeit und guter Musik.

An der Medizintechnik fasziniert mich …
die Möglichkeit, die sie dem Arzt eröffnet, Behandlungen optimal planen und durchführen zu können.

Es macht mich wahnsinnig, wenn …
Projekte schlecht laufen und die Lösung besonders in verbesserter Kommunikation zu finden wäre.

Die Ingenieurausbildung in Deutschland …
ist sehr umfangreich und fachlich auf einem hohen Niveau.

Ohne medizinische Geräte wäre die Welt …
ein Ort, an dem ich lieber nicht krank sein möchte.

Entspannung finde ich …
besonders beim Sport unter freiem Himmel und auf meiner Dachterrasse.

Die Weltwirtschaftskrise hat für unsere Branche…
Auswirkungen, die in der Medizintechnik je nach Produktportfolio sehr unterschiedliche Ausprägung zeigen oder noch zeigen werden.

An meiner Tätigkeit gefällt mir…
die große Abwechslung, die internationale Ausrichtung und, dass es immer wieder Herausforderungen gibt, die es zu meistern gilt.

Ein Studium des Maschinenbaus ist …
eine optimale Grundlage für ein sehr weites Spektrum an Tätigkeiten und es wert, es anzugehen.

Als Rentner werde ich …
Dinge tun, die ich jetzt noch nicht weiß und vielleicht auch noch nicht kenne.

»» PRODUKTE

Tiefe Blicke, starke Diagnosen, Mini-Instrumente und schnelle Heilung

Ingenieure der Medizintechnik sorgen mit ihrem interdisziplinären Wissen und immer spezielleren Produkten für ungeahnte Behandlungs- und Heilungsmöglichkeiten

Blick bis in die kleinste Zelle - mit dem Biograph mCT führt Siemens die „molekulare Computertomographie“ ein

© Siemens AG

Komplizierte Knochenbrüche wurden bisher mit Titanplatten und -schrauben stabilisiert. Nachteil: Die Platten sind schwer zu platzieren und müssen, wenn die Fraktur verheilt ist, in einer zweiten OP wieder entfernt werden. Nun gibt es **selbstauflösende Pins** aus dem Basismaterial PDLLA (Poly-D-L-Laktid Acid). Sie werden mit Ultraschallfrequenzen in Schwingungen versetzt und mit einfacher OP-Technik dreidimensional und superstabil mit dem Knochen verschweißt. Das Beste dabei: Der menschliche Körper entfernt die Pins selbst – das synthetische Material wird rasch und komplikationslos biologisch abgebaut.

Neue **WLAN-Herzschrittmacher** halten die Ärzte über ihre Patienten auf dem Laufenden. Völlig kabellos werden die aktuellen kardiologischen Daten dabei an eine Überwachungsstation gesendet und über das Internet zum behandelnden Arzt weitergeleitet. Auch andere physiologische Parameter können mit dem System erfasst werden.

Im August dieses Jahres wurde die weltkleinste **medizinische Videokamera** vorgestellt. Das Gerät erschließt der Endoskopie völlig neue Anwendungsbereiche und misst inklusive Gehäuse lediglich 1,2 mal 5 Millimeter. Der darin verbaute CMOS-Bildsensor ist lediglich 0,7 mal 0,7 Millimeter klein.

Minimalinvasive Operationen sind der neue Trend in der Chirurgie. Wo früher große Schnitte nötig waren, genügt nun ein zentimetergroßes Loch. Per Videokamera und mit spezieller Technik werden auf diese Art erkrankte Nieren ersetzt, Tumore entfernt oder Implantate eingesetzt. Neue Computer- und Kamerasysteme sowie Skalpelle und Instrumente im Miniformat machen's möglich. Vorteil für den Patienten: Die Eingriffe sind weniger belastend und die Heilung verläuft viel schneller.

Die **Molekulare CT** eröffnet neue Horizonte der Diagnostik. Entwickelt wurde diese – auch PET-CT genannte – Technik von Siemens Medical Solutions. PET bedeutet Positronen-Emissions-Tomographie. Schwach radioaktive Verbindungen liefern aussagekräftige Bilder biochemischer Funktionen des menschlichen Körpers. Mit dieser Kombination aus PET und Computertomographie (CT) in einem Gerät erhält man gleichzeitig Informationen zu Stoffwechselfunktionen und zur Anatomie. So lässt sich gesundes und krankes Gewebe besonders genau lokalisieren und beurteilen. //

»» FACHBEGRIFFE

Medizindeutsch & Arztlatein

» Biomechatronik
Dieses Brückenfach verbindet die Mechatronik mit der Biologie und der Medizin. Ziel ist die Entwicklung technischer Produkte durch biologisches, ingenieurwissenschaftliches und medizinisches Wissen. Dazu werden auch mikrosystemtechnische Lösungen herangezogen. Ergebnis: Herzschrittmacher, Stimulatoren für die Muskulatur, Hörgeräte, Dosiersysteme oder mikrochirurgische Werkzeuge.

» PACS/RIS
Abkürzungen aus der Medizininformatik. RIS meint Radiologie-Informationssysteme und PACS steht für Picture Archiving and Communication System, also Bild-Archivierung und Kommunikation. Beides spielt in der Radiologie eine wichtige Rolle.

» Zellbiologische Bildgebung
Biologische und molekulare Prozesse beim Menschen können durch Verfahren wie Magnetresonanz-, Radionuklid-, Positronen-Emissions-Tomographie oder Marker, Sonden und 4D-Bilder optisch dargestellt werden. So lassen sich Krankheiten früher entdecken, molekulare Ursachen erkennen und Therapieerfolge kontrollieren.

» e-Health
Gemeint sind Dinge wie die europäische elektronische Patientenakte per Software und Computer, Internet-Infrastrukturen und neue Kommunikationstechnologien für Kranke oder das Fern-Monitoring der Vitalwerte von Patienten im eigenen Haus. Vernetztes und globales Denken wird im Gesundheitsbereich immer wichtiger.

»» IMPRESSUM
Verantwortlicher Herausgeber:
Arbeitgeberverband Gesamtmetall
Wolfgang Gollub · Leiter Nachwuchssicherung/THINK ING.
Postfach 060249 · 10052 Berlin
www.think-ing.de