

Masterstudiengang Allgemeiner Maschinenbau **Spezialisierung Medizintechnik**

Klaus Radermacher / Lukas Theisgen

Lehrstuhl für Medizintechnik
der Fakultät für Maschinenwesen der RWTH Aachen

Helmholtz-Institut für Biomedizinische Technik der RWTH Aachen

Pauwelsstrasse 20

52074 Aachen

Email: meditec@hia.rwth-aachen.de

Internet: www.meditec.hia.rwth-aachen.de



MAM: Spezialisierung Medizintechnik (max. 29 CPs)

88 765 Allgemeiner Maschinenbau (HG-NRW/2011, Masterstudium, laufend)

Studienplan

Studienjahr 2019/20

GEHE ZU

Anzeige [Aktualisieren](#)
 Darstellung [Studienplan](#) [Semesterplan](#)
 Knotenfilter [Alle](#) [Prüfungstermin](#)
 Studienjahr [2019/20](#)

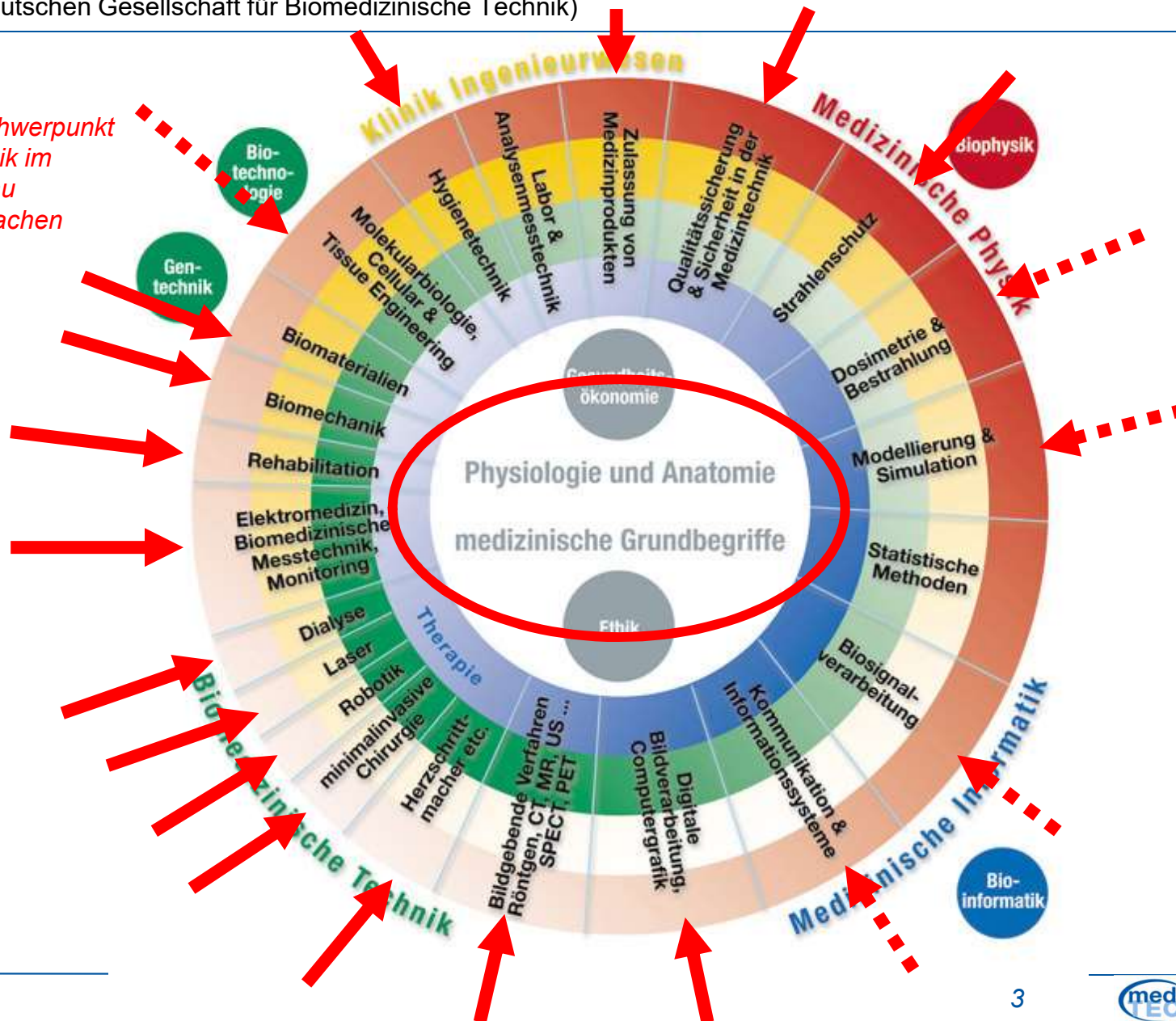
Knotenfilter-Bezeichnung	empf. Sem. (W/S)	ECTS Cr.	Dauer	GF
- [2011] Allgemeiner Maschinenbau		90	3	1
+ Technisch-Naturwissenschaftliches Modul				1
+ Allgemeiner Maschinenbau				1
- Module aus bis zu 2 Spezialisierungen				1
- Spezialisierung Medizintechnik				1
+ [4017421] Additive Fertigungsverfahren		6	4	1
+ [4020490] Additive Fertigungsverfahren 2		6	4	1
+ [4018564] Advanced Robotic Kinematics and Dynamics		5	4	1
+ [4011601] Bewegungstechnik		6	4	1
+ [4011555] Biologische und Medizinische Strömungstechnik I		3	3	1
+ [4011690] Biologische und Medizinische Strömungstechnik II		3	3	1
+ [4010852] Biomechanikseminar		1	1	1
+ [4011679] Bioprozesskinetik		6	3	1
+ [4010883] Bioreaktortechnik		4	3	1
+ [4016359] Computational Systems Biotechnology 2		5	5	1

- (ggf. Hiwi-Tätigkeit)
- Masterarbeit im Bereich Medizintechnik

Spektrum der Medizintechnik (und Grenzgebiete)

(Quelle: Gegenstandskatalog Medizintechnik / Biomedizinische Technik und Klinikingenieurwesen der Deutschen Gesellschaft für Biomedizinische Technik)

Angebote
im Studienschwerpunkt
Medizintechnik im
Maschinenbau
der RWTH Aachen



2 FAQs zum Studium der Medizintechnik



- Was macht man als Maschinenbauer in der Medizintechnik ?
- Spezialisieren sich zu sehr / legen sich zu sehr fest ?

Medizinprodukte – ein weites Feld



Röntgensysteme



Herzklappe



Dentalbohrer



Osteosyntheseplatte



Knieendoprothese



Beatmungsmaske



Einmalspritzen



Skalpelle



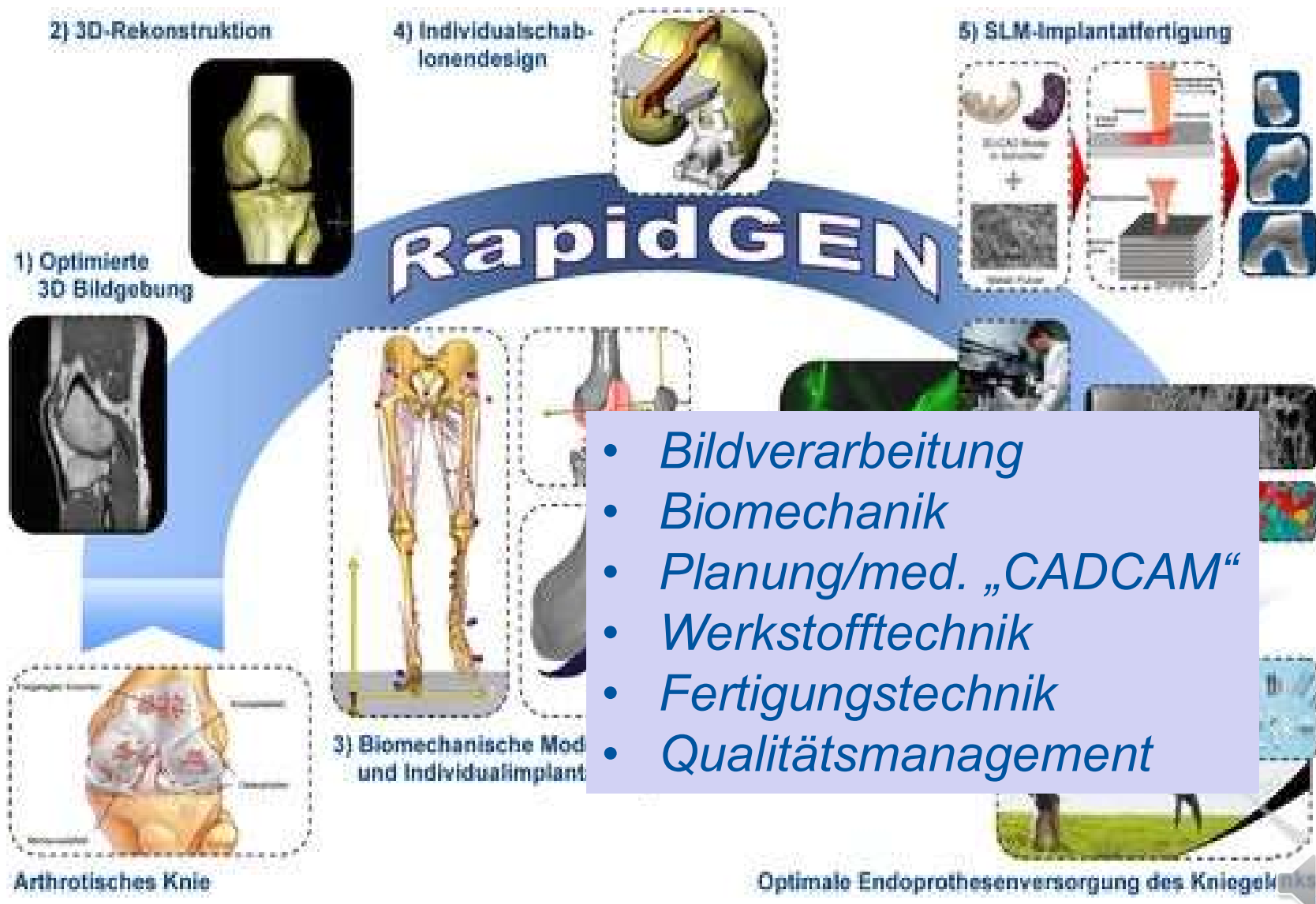
Nadelhalter



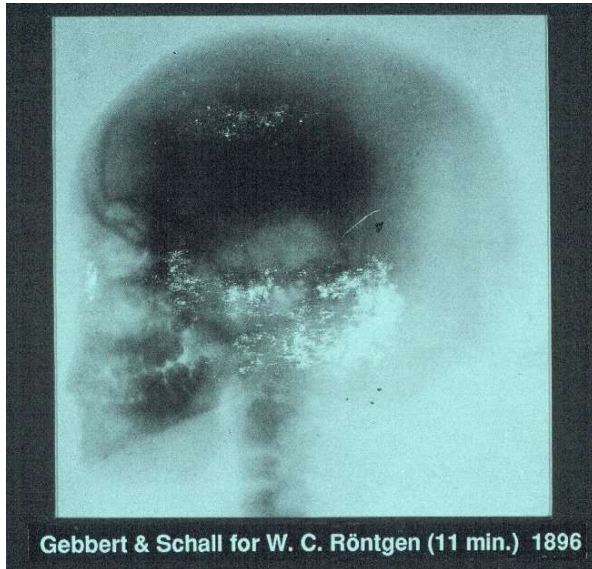
Ultraschallgerät

Beispiel: Ziel2-Projekt RapidGEN

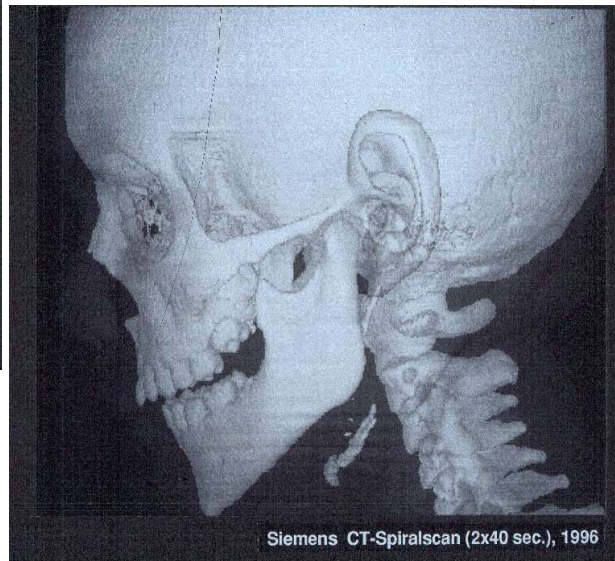
(<http://www.meditec.hia.rwth-aachen.de/index.php?id=51>)



Beispiel Röntgen-Bildgebung



1896



1996

2006

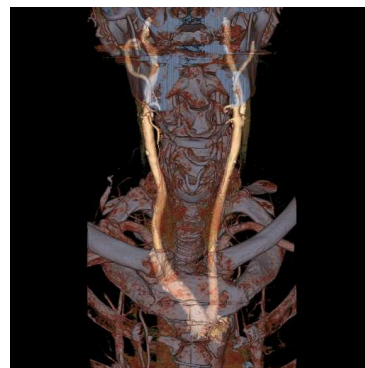


Aufgaben für den Maschinenbau?

Fortschritte in der Röntgen-Bildgebung



- Beispiel 2006: CT-Scanner
GE LightSpeed VCT (64 Zeilen)
- Voxelgröße 0,35 mm (isotrop)
($\approx$ räumliche Abbildungsgenauigkeit)
- Helical Scan
(40 mm Vorschub /Umdrehung)
- Röntgenröhrenleistung 100 kW
 - 120 kV, 5 Sekunden mit 800 mA
900 Schichten (= 550 mm)
- Ganzkörperscan in 15 Sekunden
- Röhrenstrom-Modulation (Dosis) in
Abhängigkeit von Gewebedicke

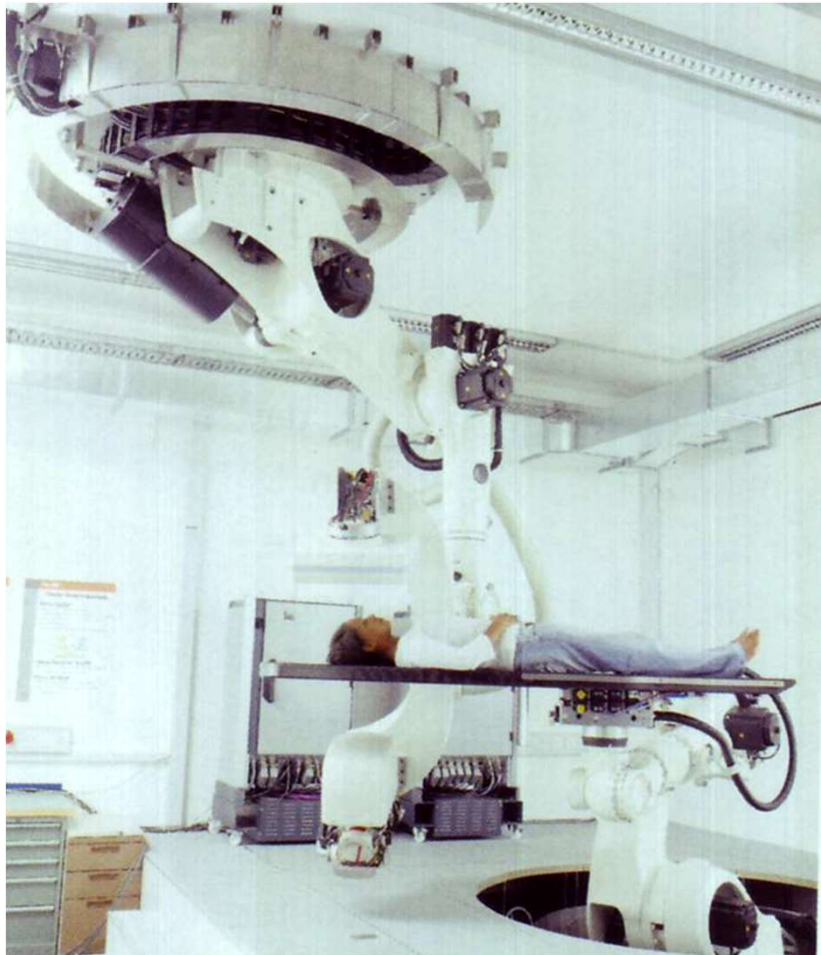


Fortschritte in der Röntgen-Bildgebung



- erf. mechanische 3D-Genauigkeit
< 35-100 μm (gesch.)
- röntgentransparente CFK
Patientenliege (Ausraglänge bei
Ganzkörperscan, Patientengewicht !)
- Rotationszeit 350 msec
- Abstand Röhre-Drehzentrum
1.100 mm
- Röhrengewicht 104 kg
(=> ca. 40.000 N Fliehkraft)
- Leistungsübertragung
100 kW Röntgenröhre
- (Datenübertragung)

Beispiel: Robotik in der bildgeführten Therapie



Source: Siemens, 2007

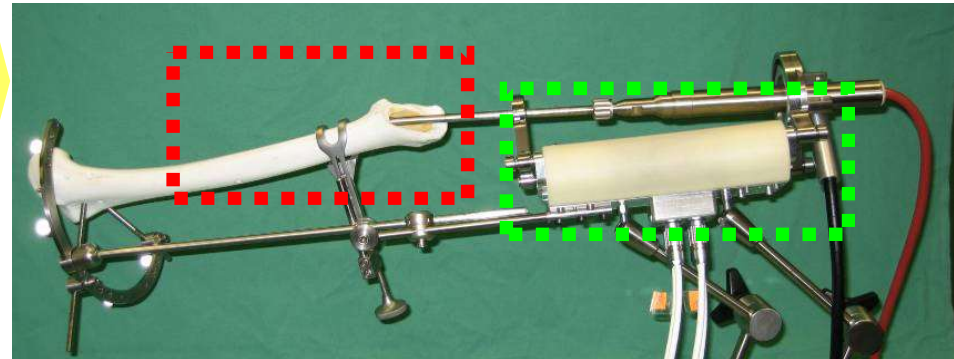


Source: IMP u. Siemens, 2010

Beispiel: Miniaturisierte Chirurgieroboter



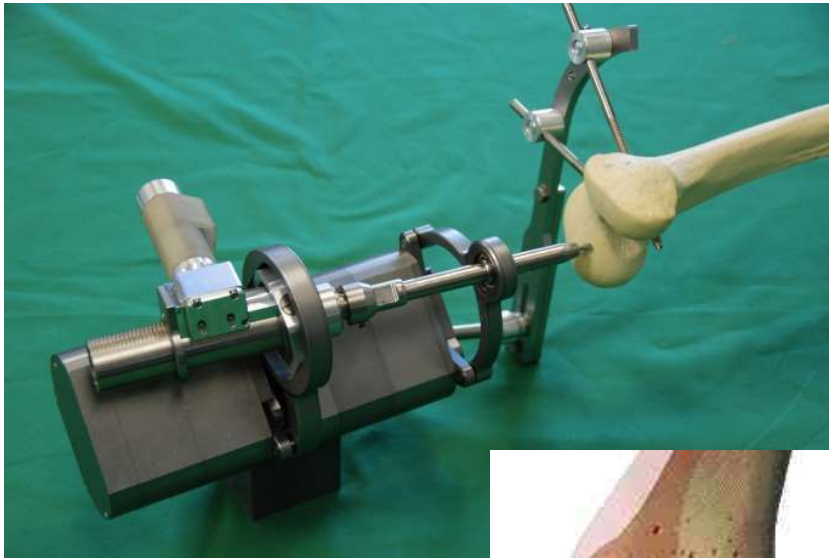
6DOF System
350 kg



5 DOF MINARO System
(for Total Hip Revision Surgery)

3,5 kg !

Beispiel: Miniaturisierte Chirurgieroboter



*MINARO 5 DOF
Fräsroboter
3,5 kg
(mediTEC/RWTH Aachen)*

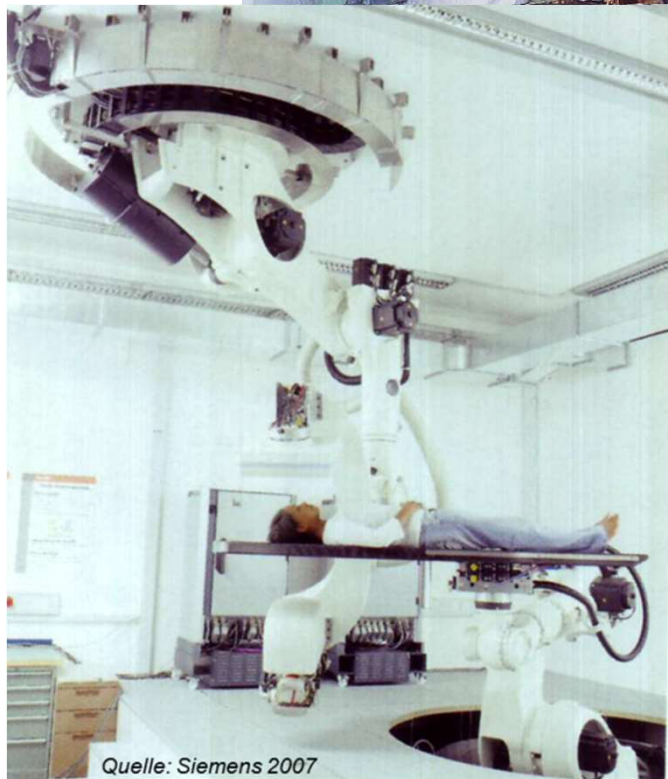


*MAZOR Semiactive Robotic Toolguide
(ca. 150 g !)*



Zunehmende Komplexität von Medizintechnik

Beispiel: Roboter in der Medizin

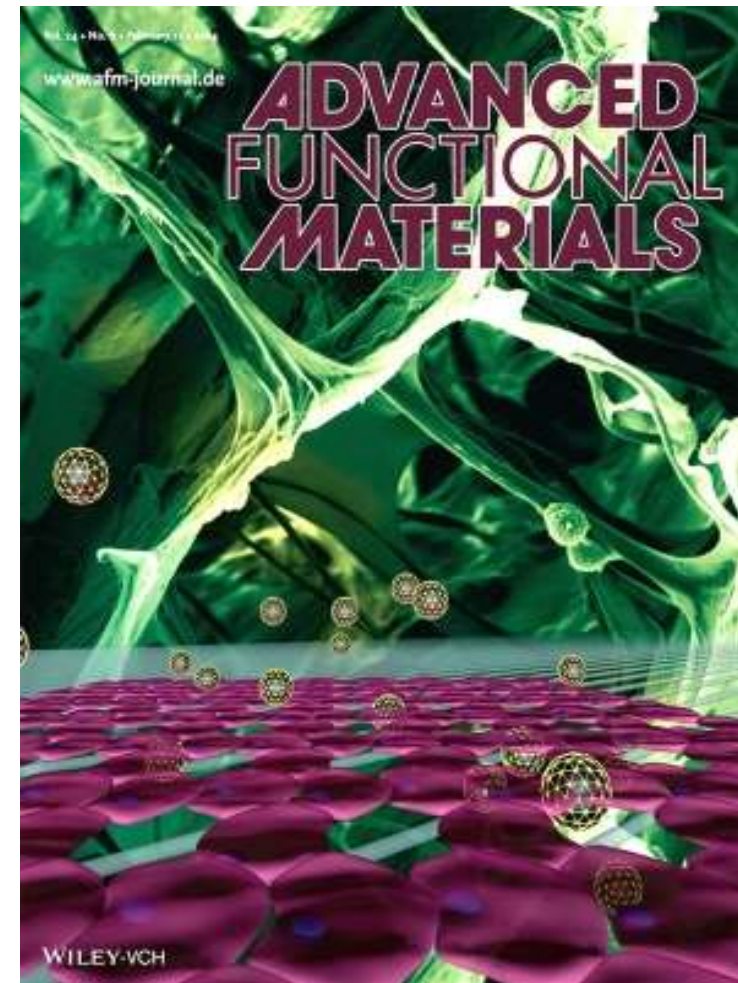
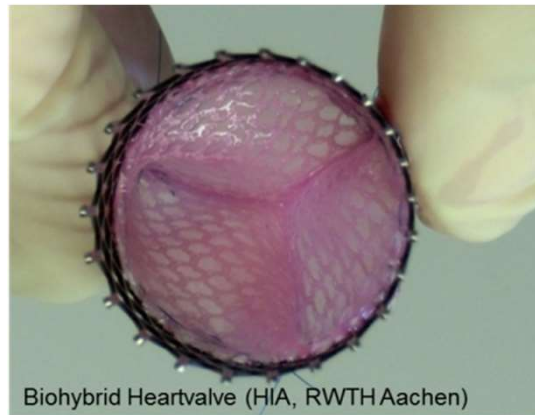


Quelle: Siemens 2007



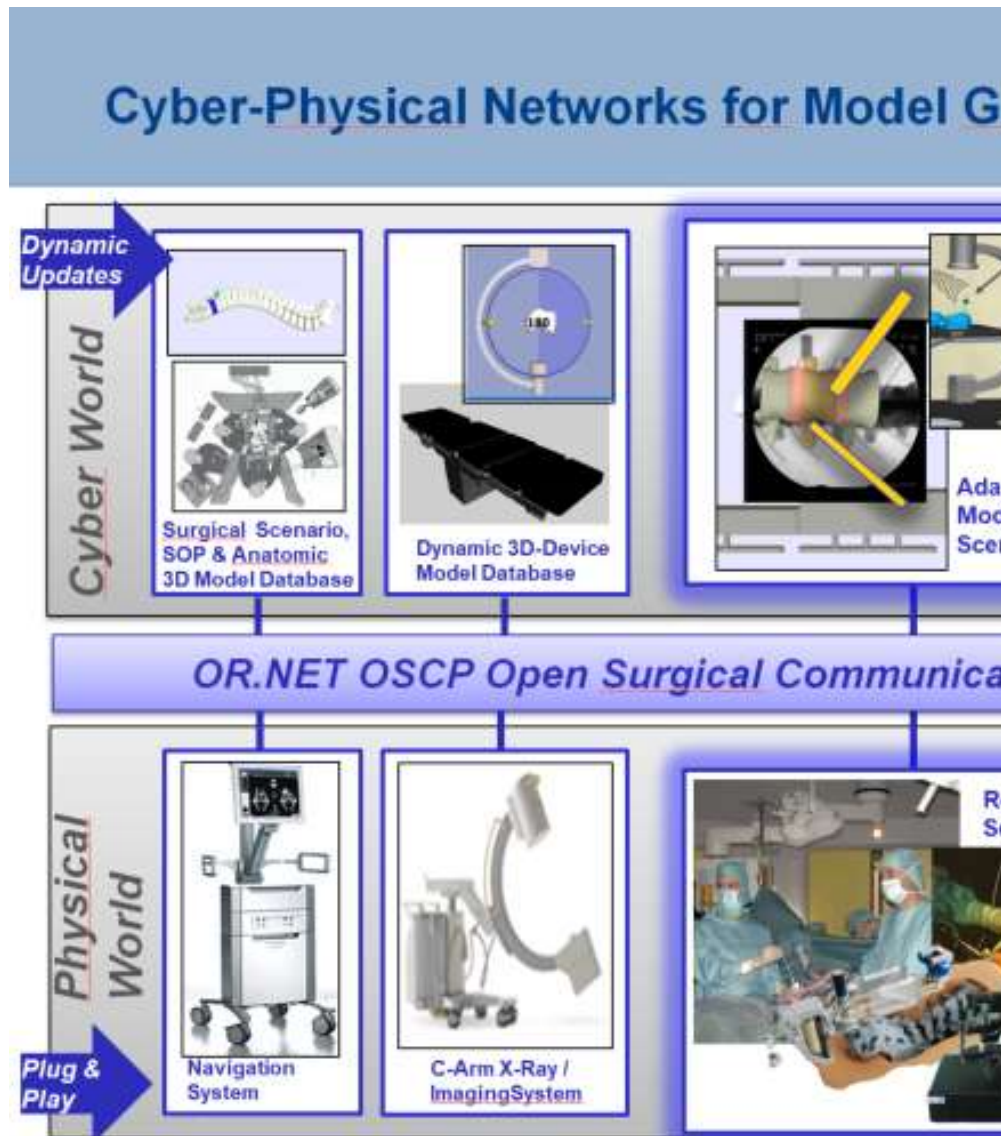
Zunehmende Komplexität von Medizintechnik

Biohybride Implantate und In-vitro-Diagnostika



Zunehmende Komplexität von Medizintechnik

Vernetzte Med-IT-Systeme und das Internet-of-Things



AUS FORSCHUNG UND TECHNIK

Der Operationssaal OP 4.0

Für mehr Sicherheit und Effizienz durch offene Vernetzung in Operationssälen und Kliniken der Zukunft



Im Gesundheitswesen findet seit geraumer Zeit ein Paradigmenwechsel statt - weg von Insel-Lösungen hin zu standardisierten, offenen vernetzten Lösungen. So sind Integration und Vernetzung im Bereich der medizinischen IT und dem Operationssaal bereits seit Jahren ein großes Thema. Stand heute sind nur herstellerspezifische, proprietäre Integrationslösungen verfügbar. Das BMBF-Leuchtturmprojekt OR.NET hat die wissenschaftlichen und technischen Grundlagen für eine herstellerunabhängige Interoperabilität von vernetzten Medizingeräten gelegt.

Im Operationssaal kennen die meisten Akteure (Betreiber, Operateure und Pflegepersonal) die Probleme der fehlenden oder unzureichenden Integration und offenen Standards. Die Akteure im OP-Saal sind umgeben von

einer Flut an hoch spezialisierter Technik. Die Geräte stammen alle von unterschiedlichen Herstellern und jedes Gerät folgt dabei seiner eigenen Bedienlogik. Der Chirurg trägt die Verantwortung im Saal und muss somit alle Geräte und deren Parametereinstellung in direkter Kontrolle behalten und während der Operation ggfs. deren Einstellungen ändern. Der Opera-

teur möchte gerne selbst Werte an einem Gerät justieren, kann dies aber oftmals nicht, da das Gerät mehr als eine Armlänge von ihm entfernt steht und nur unsteil zu bedienen ist. Also bittet er die OP-Pflege um Hilfe und erklärt an welchem Gerät welcher Parameter einzustellen ist. Die Kontrolle, ob der Wert richtig eingestellt ist, hat er meist auch nicht,

da baulich bedingt viele Geräte in seinem Rücken im unsterilen Bereich stehen. Eine missliche Situation. Fehlbedienungen der spezialisierten Gerätetechnik führen für den Patienten aber auch für ihn persönlich oder das OP-Team potentiell zu Gefährdungen. Beispielsweise bei der Verstellung des OP-Tisches fällt es auf, dass oftmals die Anweisung des

Autoren:

Frank Beger, Armin Janß,
Martin Kasparick und
Andreas Besting



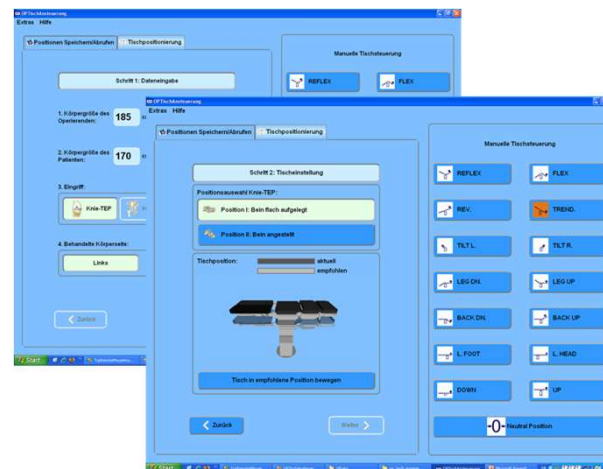
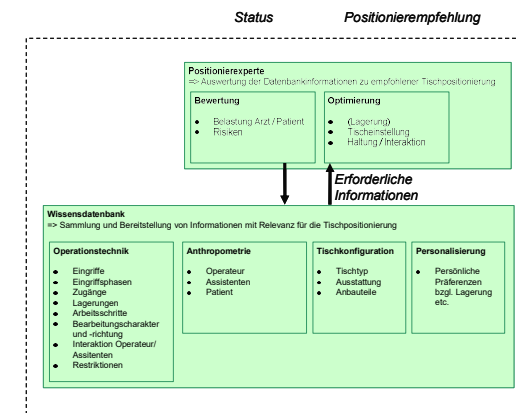
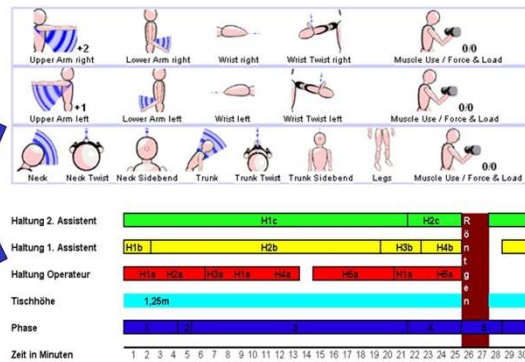
Funktionsgruppenansicht Anästhesie-Arbeitsplatz

20

meditronic-journal 4/2011

(Ergonomie- und Arbeitsprozeß-) Beispiel: Wissensbasierte OP-Tischsteuerung

- Körperhaltungs- und Arbeitsprozessanalysen
- Entwicklung einer Wissensbasis und einer zentralen Benutzungsschnittstelle
- Koordinierte Bewegung des Patientenlagerungssystems und z.B. Röntgensystems



Ingenieuraufgaben in der Medizin

- 
- **Analyse** - mittels ingenieurwissenschaftlicher Methoden und Techniken (Arbeitsabläufe, Belastungsanalyse, Signalanalyse, Merkmalsextraktion (Diagnoseunterstützung),...)
 - **Modellierung** – Beschreibung medizinischen Wissens mittels ingenieurwissenschaftlicher Methodik (als Grundlage für Systemoptimierung bzw. Systementwurf)
 - **Simulation** – natürliche und/oder technische Vorgänge mittels technischer Simulationswerkzeuge zum Verständnis und zur Vorhersage (human-)biologischer oder technischer Vorgänge
 - **Systematische Lösungssuche und Systementwurf** mittels ingenieurwissenschaftlicher Methoden (Systemtechnik, Konstruktion, Regelungsentwurf, Abläufe,...)
 - **Bereitstellung** durch Anwendung technologischer Verfahren und ingenieurwissenschaftlicher Methodik (Herstellung, Qualitätsmanagement, Arbeitsorganisation, Logistik,...)

Ingenieuraufgaben in der Medizin

- Einsatz naturwissenschaftlichen und technischen Wissens für die Problem-/Systemanalyse, Systementwicklung und –bereitstellung in interdisziplinären Teams



- Werkstofftechnik (Metalle, Keramik, Kunststoff, Verbünde/Hybride,...)
- Konstruktionstechnik/Konstruktionssystematik
- Mess- und Regelungstechnik
- Informationstechnik
- Fertigungstechnik
- Antriebs- und Getriebetechnik, Robotik
- Strömungstechnik
- (Bio-)Mechanik
- Verfahrenstechnik
- Arbeitsorganisation, Logistik, Qualitätsmanagement
- Ergonomie

Goldene Regel: Folgen Sie Ihren Interessen...!

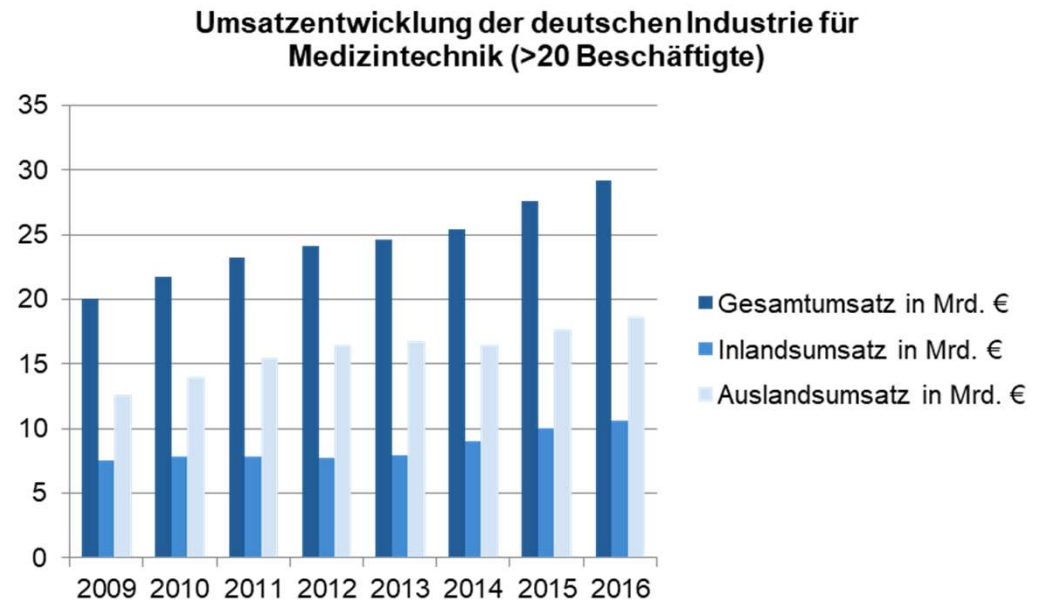
(im Rahmen der Regeln der Studienrichtung)

Stellenwert der Medizintechnik

- Weltmarkt Medizinprodukte (ohne IVD) ca. 320 Mrd US\$
- in Deutschland 2017 insgesamt >210.000 Beschäftigte
- Exportquote ca. 65 Prozent
- Umsatzwachstum Ø ca. 5-6%
- KMU-geprägt: 92% (ca. 1200) der Medizintechnik-Unternehmen < 250 Mitarbeiter

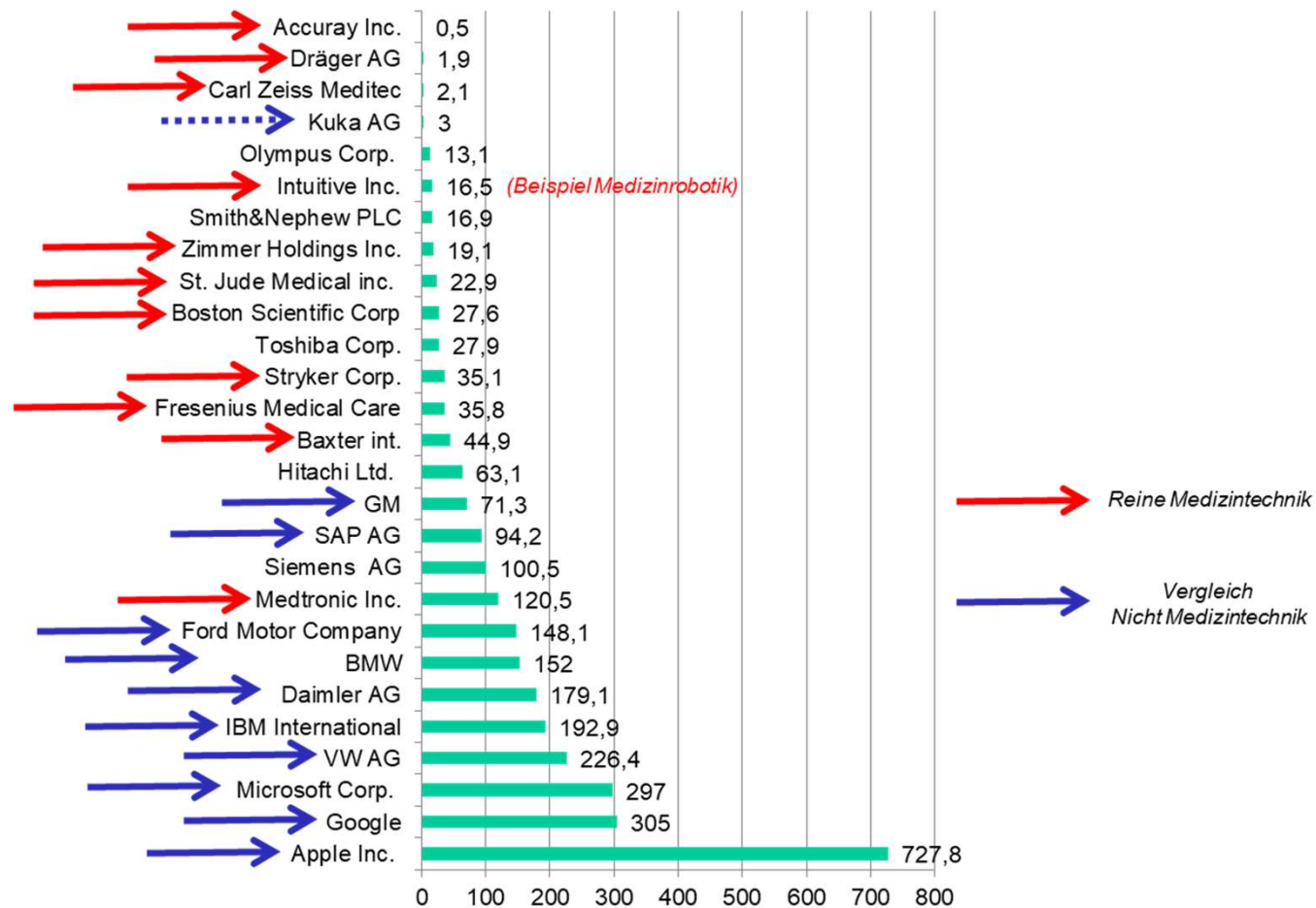
- Innovationkraft: Ca. ein Drittel des Umsatzes erzielen die deutsche Medizintechnikhersteller mit Produkten, die nicht älter als 3 Jahre sind
Medizintechnik unter Technologiebereiche mit 12.263 weltweiten Patentanträgen (eingereicht beim Europäischen Patentamt) auch 2016 führend. Deutschland liegt mit 1.323 Patentanmeldungen hinter den USA (4.606) und vor Japan (1.102) auf Platz 2.
- Durchschnittlich fließen ca. 9% des Umsatzes in Forschung und Entwicklung
(Chemieindustrie 5% verarbeitenden Industrie insgesamt 3,8% (FAZ vom 26.4.2005, S. 13)).

(Quellen: BVMED 2017, Statistisches Bundesamt, Spectaris, BMBF, 2016/17)



Stellenwert der Medizintechnik

Unternehmensbewertung 2015 (Quelle: <http://www.infinancials.com>) in Mrd. US\$



Medizinprodukte – ein weites (Anwendungs-)Feld



Medizinproduktesicherheit ...!
10.000 Todesfälle in den USA p.a. in der Medizin
bedingt durch elektrische Medizinprodukte
(= 1 Absturz Airbus A380 pro Monat) (Gruchmann/Reitz 2012)

Bildquelle: BVMed

Medizinproduktesicherheit



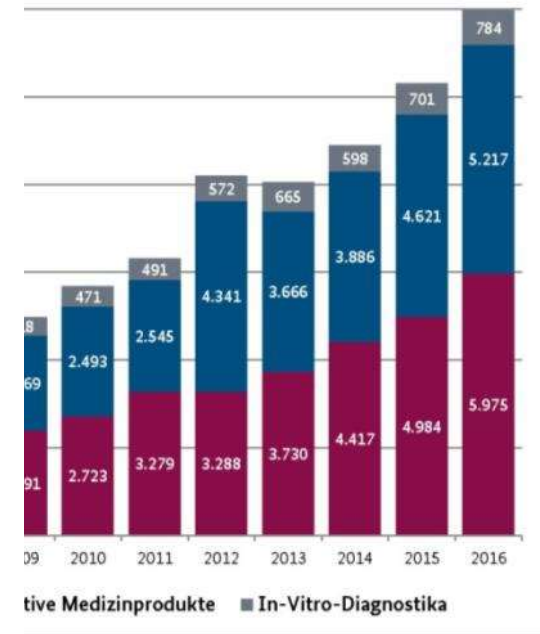
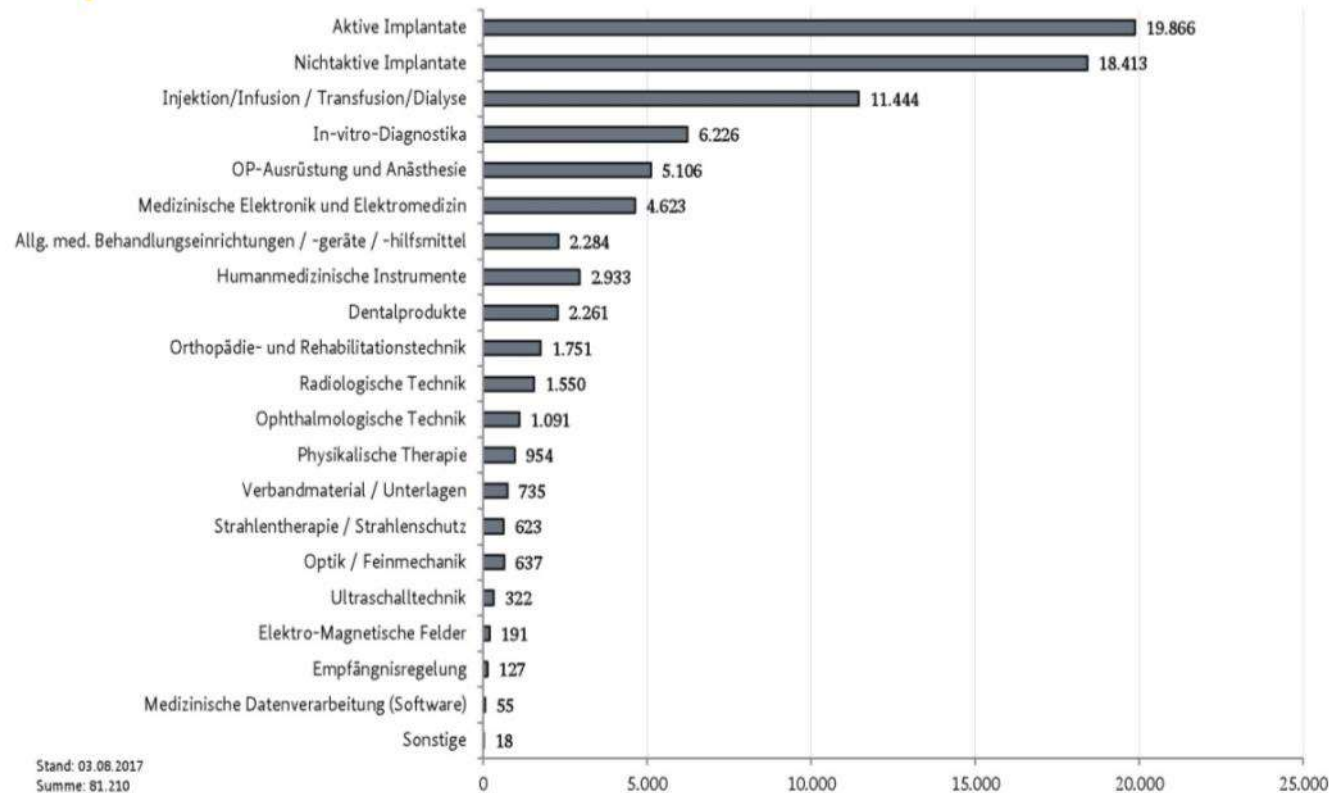
Informationen über Risiken durch Medizinprodukte Anzahl Risikomeldungen

Gesamtzahlen:



Statistische Auswertung der im Zeitraum 01.01.2005 bis 31.12.2016 verarbeiteten Vorkommismeldungen

Anzahl der Risikomeldungen nach Produktgruppen



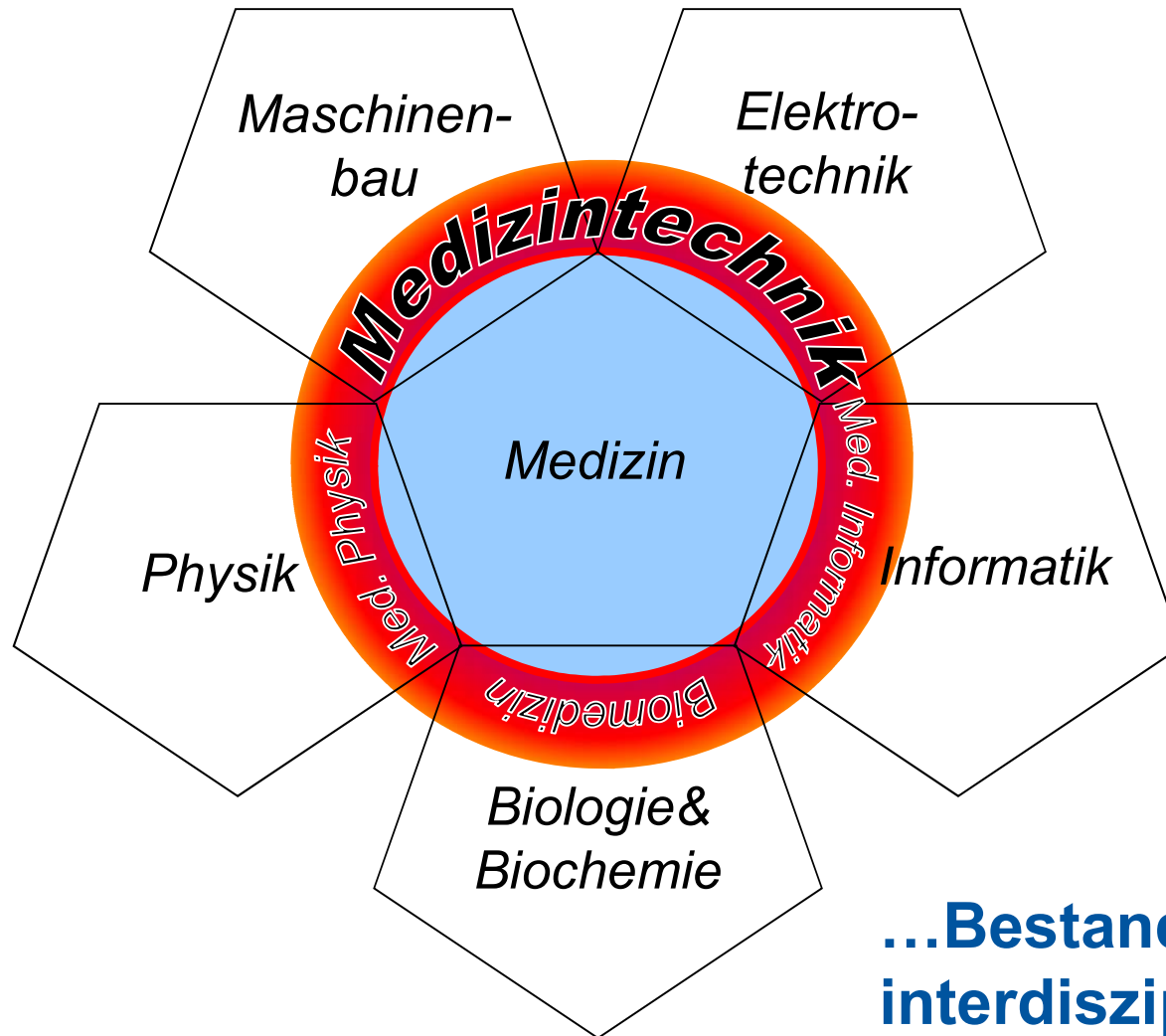
Forschungspotentiale und Zukunftsfelder

■ Forschungs-Trends u.a.

- Biohybride Systeme (Organersatz, regenerative Medizin...)
- Miniaturisierung und Integration
- Medizintechnik & IT Integration (Digitalisierung, Cyber-Physical Systems, IoT,...)
- Medizinproduktesicherheit (Vigilanz, Risikomanagement komplexer neuartiger Systeme inkl. Medical device -IT, Biohybrid Medical Devices, Pharmako-MedDev.)
Automatisierung und Rationalisierung
(Qualitätssicherung und Entlastung von zeitaufwändigen Routineaufgaben
(Labormedizin, Intensivmedizin/Monitoring, Pflege, Rehabilitation,...))
- Minimalinvasive Therapieverfahren mit geringer Morbidität und kurzer Rekonvaleszenz (Reduzierung Arbeitsausfallzeiten bzw. - bei älteren Menschen – rasche Wiederherstellung von Mobilität und Autonomie (reduzierte Pflege/Rehakosten)
- Altersgerechte Medizin(technik) (spezifische Funktionalität und Gebrauchstauglichkeit im Arbeitsleben und Ruhestand)
- Modellgestützte Individualisierte / Personalisierte (patientenspezifische) Medizin(-technik) (insbesondere i.d. Therapie; Funktionalität, Design,...)
- ...

Demographische Entwicklung !

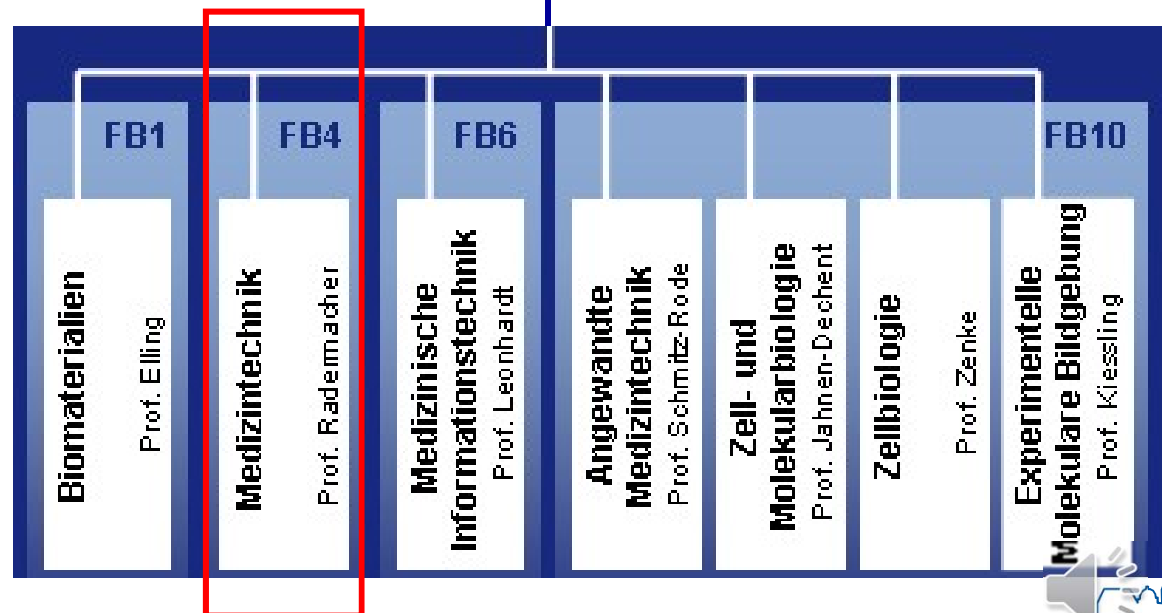
Maschinenbau und Medizintechnik ...



**...Bestandteil einer
interdisziplinären Kooperation**

Helmholtz-Institut für Biomedizinische Technik der RWTH Aachen

- 7 Lehrstühle
- 4 Fakultäten
- >250 Mitarbeiter
- interdisziplinäre Forschung
- >80% Drittmittel
- nationale & internationale Netzwerke
- Spin-off-Untern. m. ca. 500 Mitarbeitern



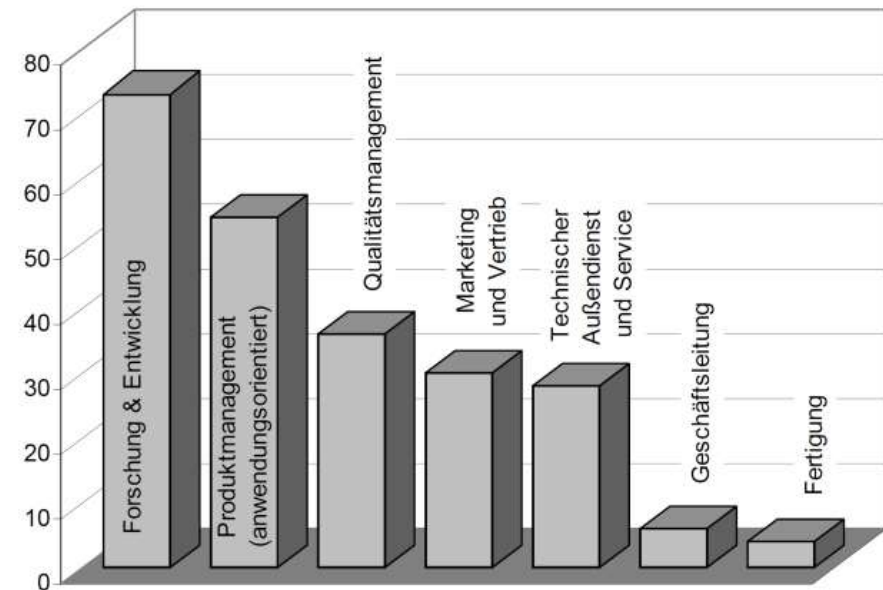
2 FAQs zum Studium der Medizintechnik

- Was macht man als Maschinenbauer in der Medizintechnik ?
 - Ein breites Spektrum interessanter Tätigkeitsgebiete in interdisziplinären Teams
 - Studienrichtung Allgemeiner Maschinenbau/Medizintechnik primär für berufliche Tätigkeit in Forschung und Entwicklung (sowie ggf. Marketing und Qualitätsmanagement)
- **Spezialisiere ich mich zu sehr / lege ich mich zu sehr fest ?**

Stellenwert der Medizintechnik – in der Lehre

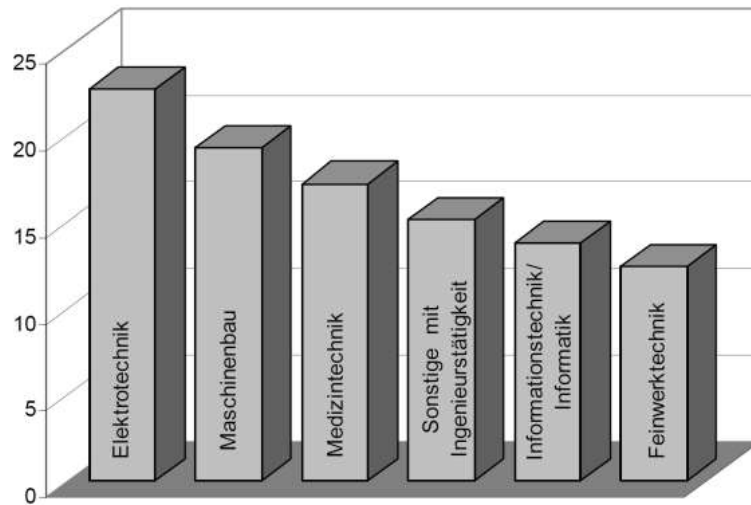
Relative Anteile aller Ingenieure in den Unternehmen
nach Art des Ingenieurstudiums
In %

	alle Hersteller (46) in %	Hersteller mit > 1000 Mitarb. (11)	Hersteller mit > 100 Mitarb. (10)	Hersteller mit > 20 Mitarb. (13)	Hersteller mit < 20 Mitarb. (12)	(Prüfstellen (6))
Berufsakademie	15	22	17	14	6	10
Universität	36	36	38	31	38	45
Fachhochschule	49	42	45	56	56	45

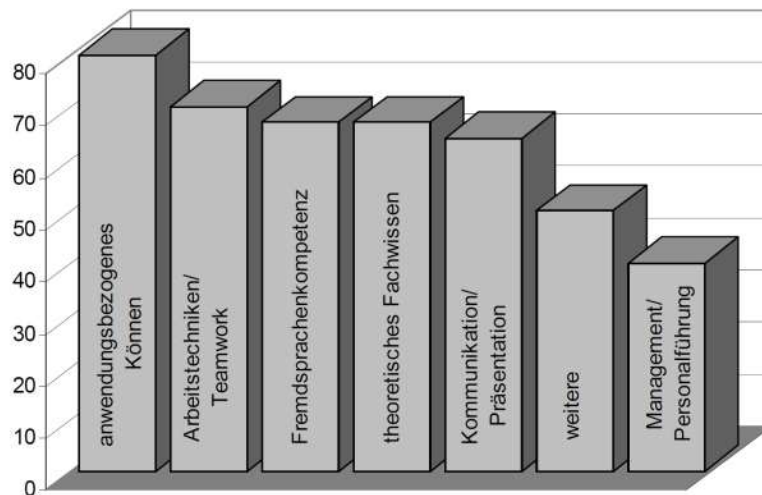


Einsatz von Medizintechnikingenieuren (alle Hersteller)

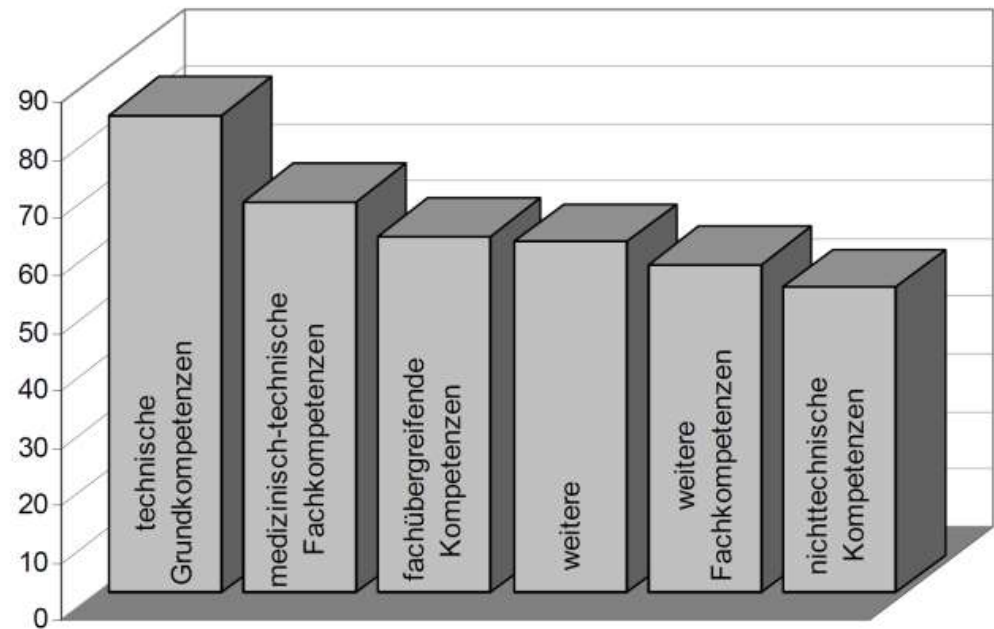
Stellenwert der Medizintechnik – in der Lehre



Anteile aller Ingenieure nach Studienrichtung in % (alle Hersteller)



Wichtige Fähigkeiten und Fertigkeiten (alle Hersteller)



usbildungsziele für Medizintechnikingenieure (alle Hersteller)

Medizintechnik als Studienschwerpunkt ?

Spezialisiere ich mich zu sehr / lege ich mich zu sehr fest ?

- Empfehlung max. 25 (von 60) CPs mit medizintechnischem Bezug (mit Wahlmöglichkeit)
 - Rest: Grundlagen & Vertiefung allgemeine Ingenieurwissenschaften
- >>> **Ziel:** Interessen berücksichtigen und spezifisches Vorwissen erwerben ohne jedoch „Fachidioten“ zu produzieren !
- Hintergrund: Die **medizintechnische Industrie sucht KandidatInnen**
 - 1) mit einer soliden ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung, ...
 - 2) offensichtlichem Interesse an der Medizintechnik, ...
 - 3) Vorkenntnissen im Bereich Medtech (0,5-1 Jahr Einarbeitung = ca. 50-120k€ p.a.)
- Medizintechnikbranche wächst konstant (8-12% p.a.) und bietet gute Berufschancen in unterschiedlichsten Tätigkeitsschwerpunkten
- *Medizintechnik braucht gute IngenieurInnen ! - Gute IngenieurInnen sind überall gefragt ! **Sie sind also nicht festgelegt !***
- **Wichtig in jedem:** Nachweis praktischer Erfahrungen durch ingenieurmäßige Projektarbeit (problemorientiertes Lernen – „training on the job“) Bachelor- und Masterarbeiten (sowie als Hiwis !!!) im Bereich !!!



Masterstudiengang Allgemeiner Maschinenbau - Betreuung und Beratung -

Studiengangbetreuer und -beratung:

Prof. Dr.-Ing. K. Radermacher

Lehrstuhl für Medizintechnik
Helmholtz-Institut für Biomedizinische Technik
der RWTH Aachen
Pauwelsstrasse 20
52074 Aachen
meditec@hia.rwth-aachen.de

Sprechstunde Dienstags 10:30 – 11:30 Uhr
(nach Terminvereinbarung über meditec@hia.rwth-aachen.de)

Vertretung Studienberatung:

Lukas Theisgen, M.Sc. (studienberatung@hia.rwth-aachen.de)

Telefonsprechstunde (www.meditec.rwth-aachen.de) **für formelle Fragen**

Vertretung Studiengangbetreuung (nur in Notfällen):

Prof. Dr.-Ing. P. Jeschke

Institut für Strahlantriebe und
Turboarbeitsmaschinen
Templergraben 55, 52062 Aachen

