

universität freiburg

M.Sc. Mikrosystemtechnik Einführungsveranstaltung

Prof. Dr.-Ing. habil. Bastian E. Rapp

Freiburg, 12. Oktober 2023

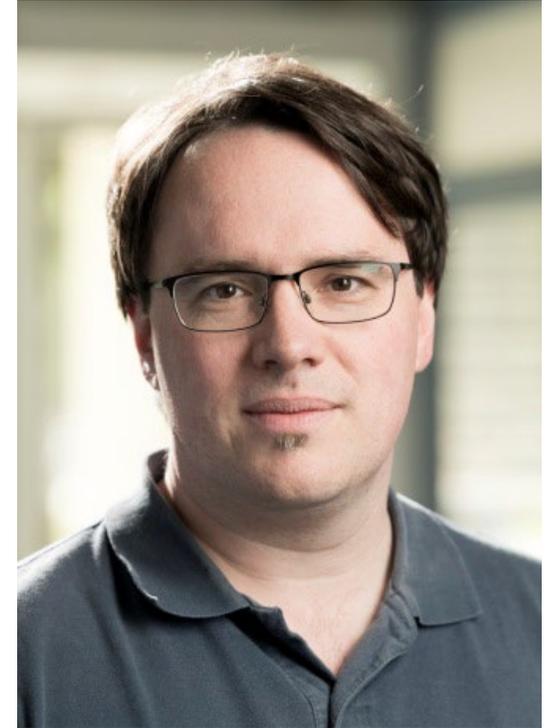


About me

Prof. Dr.-Ing. habil. Bastian E. Rapp

- 2005, mechanical engineering
University of Karlsruhe
- 2008, PhD in Microfluidics and Biosensors
University of Karlsruhe
- 2017, Habilitation on fluid mechanics and microfluidics
Karlsruhe Institute of Technology (KIT)
- 2018, Full Professor Process Technology
IMTEK, University of Freiburg
- 2018, Founding CEO and current CTO of Glassomer GmbH
- several industry/academic awards (selection):
GMM, Edison Award, Südwestmetallförderpreis, 2 of my former PhD students won the *Deutsche Studienpreis*
- since WS 2023/2024: Dean of Studies of IMTEK

Full Professor,
Laboratory of Process Technology
Department of Microsystem Technology (IMTEK)
University of Freiburg

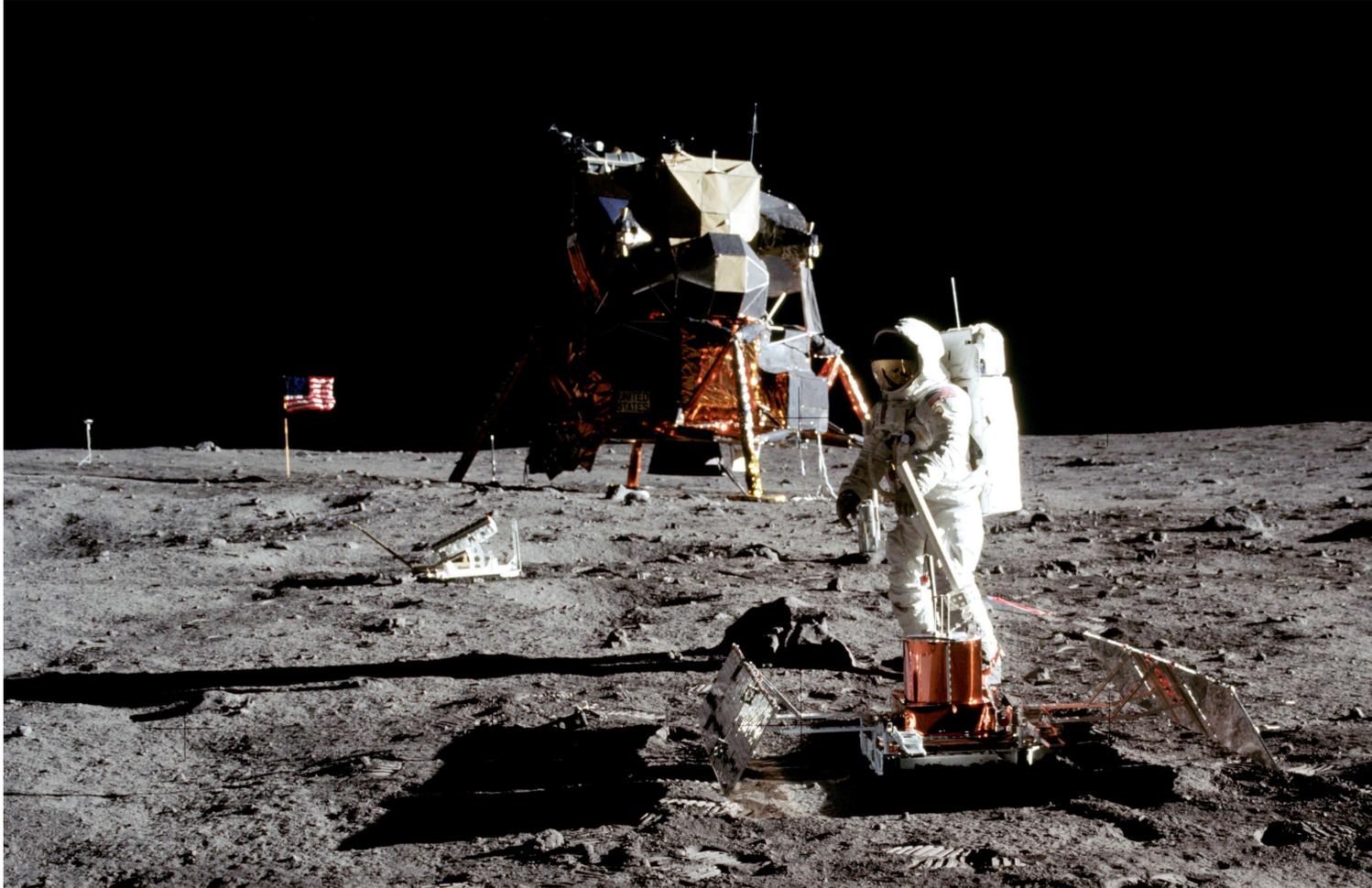


bastian.rapp@neptunlab.org
bastian.rapp@imtek.de
www.NeptunLab.org

Das Studium – Wo geht's hier lang?



One of the greatest achievements of mankind

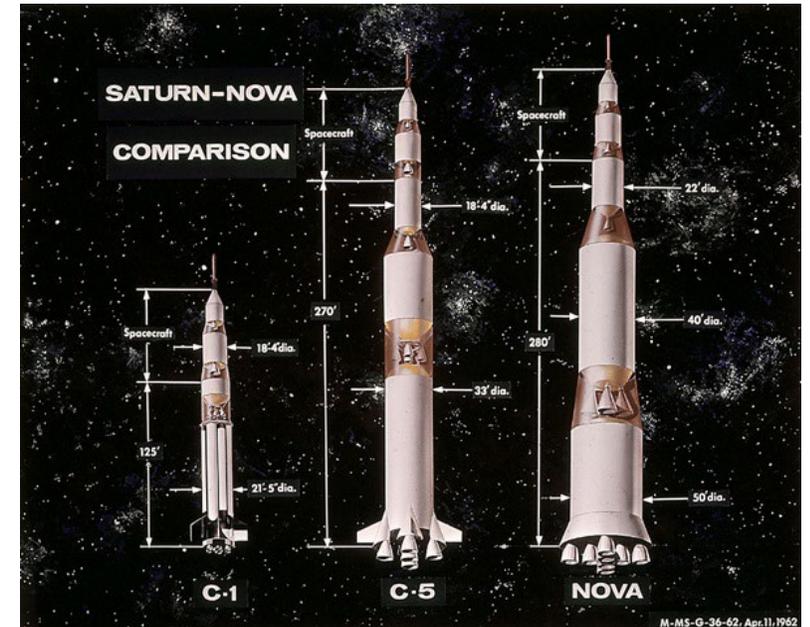
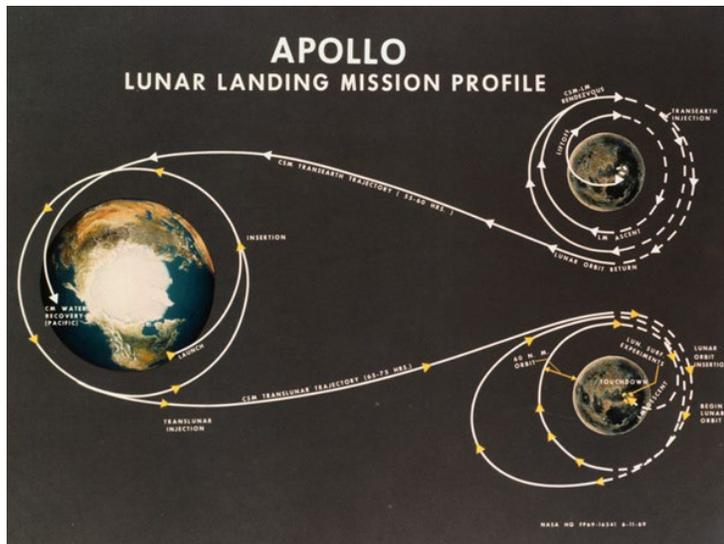


- the lunar landing of *Apollo 11* on July 20th, 1969
- you all know the story but how much do you know about the technology behind *Apollo*?



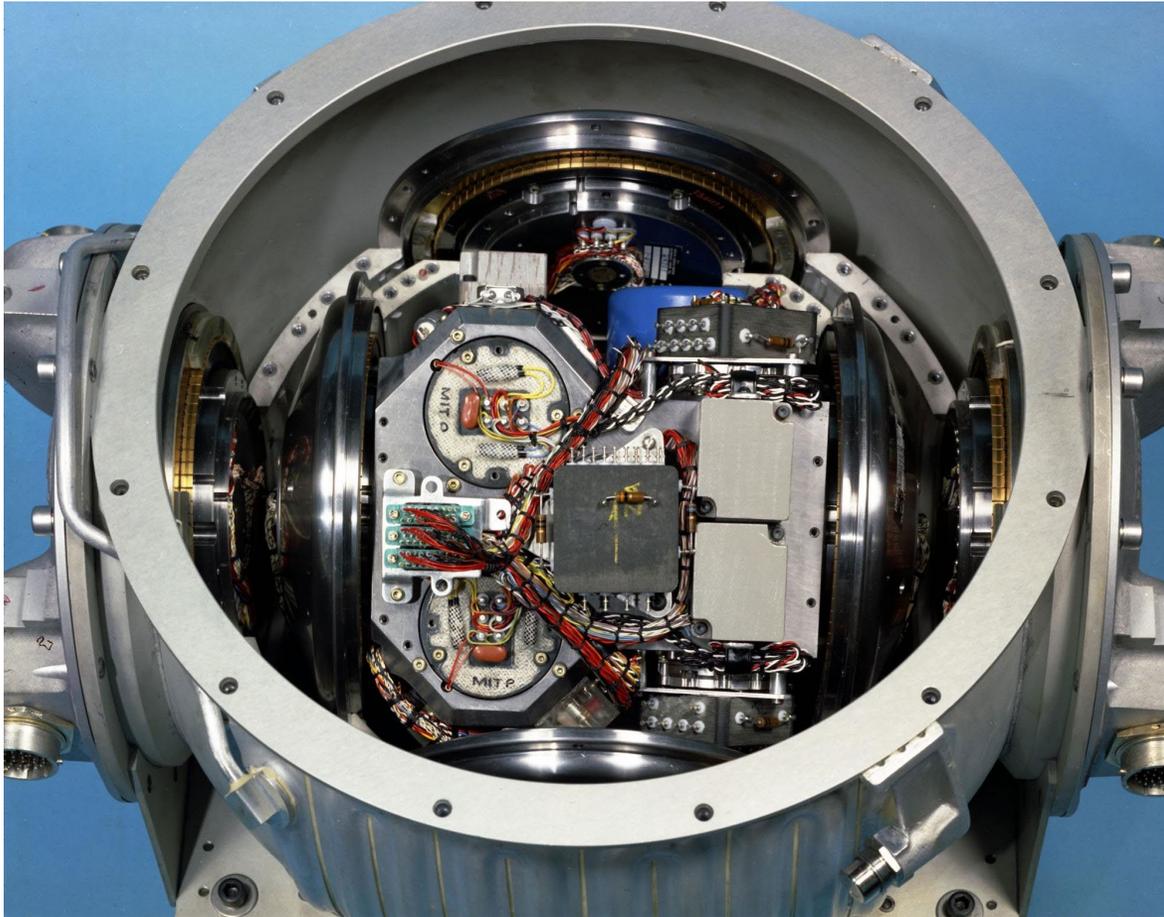
How do you actually get to the moon? In 1969?

- in order to reduce the rocket size NASA chose the so-called *Lunar orbit rendezvous* configuration instead of building a *Nova* rocket
- this meant that the Apollo 11 not only had to get to the moon (a 3-day = 300,000 miles journey) but also dis-engage (and later re-engage) the landing module

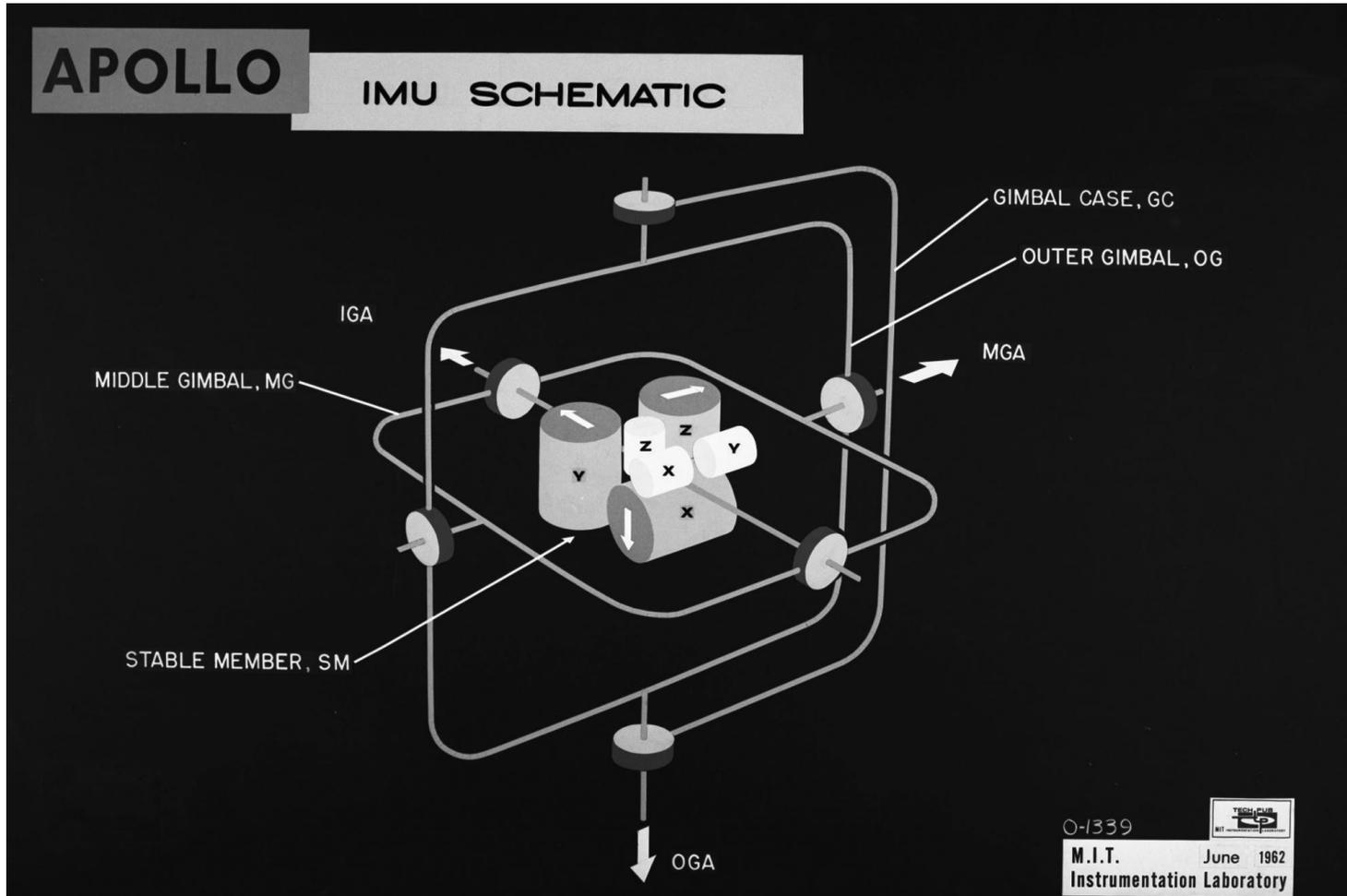


- how to you navigate that precisely, so far away from earth in 1969?
- satellites → out of range
- GPS → not invented yet
- the stars → way to imprecise

This is how you do this: But what exactly is this?

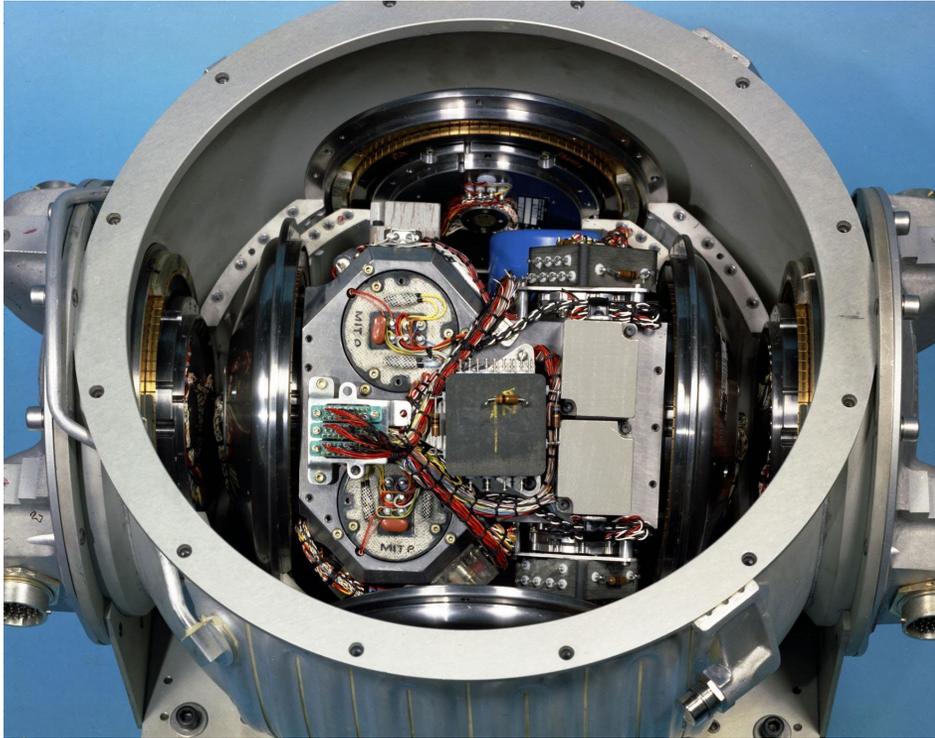


The Inertial Measurement Unit (IMU) via a sketch by Draper himself



- by precisely measuring the orientation (with a gyroscope) and the acceleration (using an accelerometer) you can precisely calculate your position
- this is because
$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{t} = \frac{d^2\vec{s}}{dt^2}$$
- if you integrate the acceleration you will always know your position
- you need to integrate constants:
 - $\vec{s}_0 =$ location of Cape Canaveral
 - $\vec{v}_0 = 0$

How do we navigate today? IMUs to the rescue again! However



Ultra-low-power
6-axis industrial-grade IMU



- 50 years later, the fridge-sized instruments is about the size of your pinky's nail
- accelerometers can be shrunk to the size of needle pin

Need proof? Phones out!

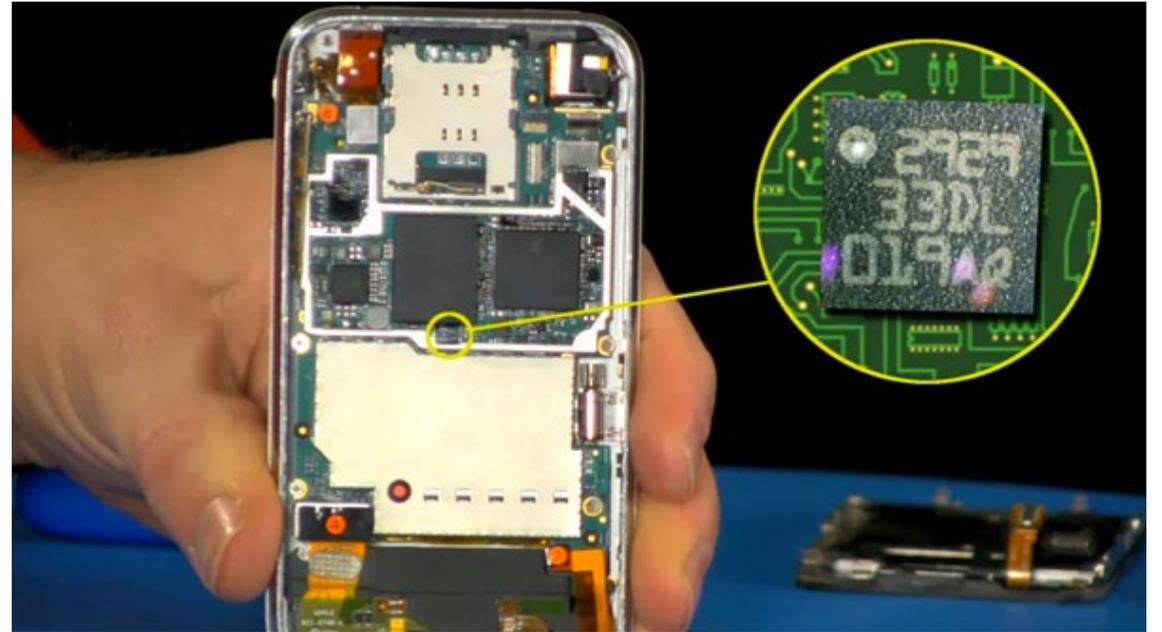
- this is an IMU which outperforms Apollo's on-board IMU by two orders of magnitude!
- and this image is from 2012!
- costs? 0.08 Euro 😊

So how did we get from a fridge-sized devices to something which we all carry in our pockets?

Ladies and Gentlemen: Microsystems Technology

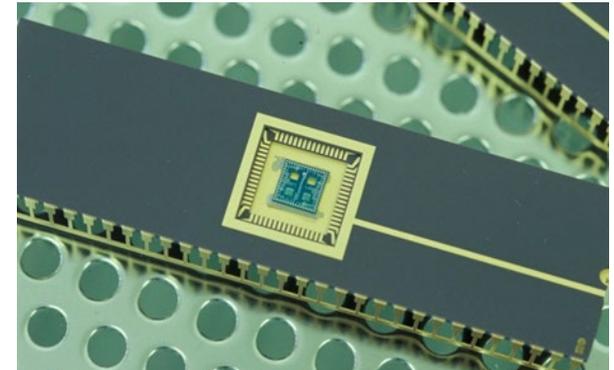
Next time somebody asks you what exactly you study, you could tell them:

We put space science in your pocket – and help return mankind to the moon (and beyond) – among many, many, many other things.



Technische Kenntnisse

- **Was müssen Sie als MSTlerin und MSTler können?**
 - Ihre Technik von der Idee zum Produkt betreuen
- Ihre Fähigkeiten:
 - Problemdefinition
 - Lösungen & Evaluation
 - Design & Entwicklung
 - Fabrikation
 - Charakterisierung & Optimierung
 - Aufbautechnik
 - Systemtest & Qualifikation
 - Transfer zur Produktion
 - Marketing



Nicht-technische Kenntnisse

- Nicht nur technische Exzellenz...
 - ...aber auch soziale:
 - Teamfähigkeit
 - Soziale Kompetenz
 - Kreativität
 - Offenheit für neue Ideen
 - Sicheres Auftreten
 - Kommunikationsfreude
 - Unternehmungsgeist
 - Leistungsfähigkeit & Selbstmotivation
 - Führungsstärke



MSc-Studiengang MST

• Umfang des MSc in MST

- 4 Semester
- 120 ECTS
- Sprachen: Deutsch und Englisch

• Struktur

- 2 Pflichtmodule
- 3 aus 4 Wahlmodulen
- 4 Vertiefungsbereiche
- Individuelle Ergänzung und Vertiefung
- 1 Semester Masterarbeit
- Forschungsqualifikation
- Labortechniken
- Fähigkeit zu Präsentation, Publikation, Berichtswesen



MSc-Programm in MST

- **Grundlegende Regelungen**
 - Ca. 30 ECTS pro Semester
 - Ca. 30 Stunden Arbeitsaufwand pro ECTS-Punkt
 - Pflichtveranstaltungen werden jedes 2. Semester angeboten
 - Prüfungen werden jedes Semester angeboten



Prüfungssystem

Studienleistungen

- Berichte, Übungen, Protokolle, ...
- Benotung ist nicht endnotenrelevant
- Beliebig oft wiederholbar

Prüfungsleistungen

- Meistens Klausuren oder mündliche Prüfungen
- Immer benotet
- Gehen immer in die Endnote ein
- Begrenzte Anzahl von Wiederholungsversuchen

Benotung

- Endnote berechnet sich aus dem nach ECTS-Punkten gewichteten Durchschnitt der Modulnoten



Studienplan I + II

Modul	Semester	Art	ECTS
Pflichtmodule			42
Mikroelektronik	1	VÜ	6
Mikromechanik	1	VÜ	6
Mastermodul =Thesis+Präsentation	4		30=27+3

Wahlpflicht-Module	Semester	Art	18
Aufbau- und Verbindungstechnik	1	VÜ	6
Mikrofluidik	1	VÜ	6
Mikrooptik	1	VÜ	6
Sensorik	1	V+Pr	6
Es müssen 3 der 4 Wahlpflicht-Module gewählt werden!			

V = Vorlesung, Ü = Übung, Pr= Praktikum

Studienplan III

Modul	Semester	Art	ECTS
Bereich Vertiefung/Spezialisierung			48
Schaltungen und Systeme	1-4	PL	1. Vert. ≥ 30
Materialien und Herstellungsprozesse	1-4	PL	
Biomedizinische Technik	1-4	PL	
Photonik	1-4	PL	
Bereich Individuelle Ergänzung	1-4		12
Lehrangebot anderer Studiengänge der ALU		SL	
Lehrangebot MSc MST		PL	
			60
Gesamtes Studium			120

Vertiefungsmodule MST/MSE

Schaltungen und Systeme

1. Angewandte Sensorschaltungstechnik
2. Bayesian Methods for Sensing
3. CMOS MEMS
4. Wireless Sensor Systems
5. Energy harvesting
6. Analog CMOS Circuit Design
7. Mixed-Signal CMOS Circuit Design
8. Flight Control Laboratory
9. Advanced Assembly and Packaging Technology
10. Advanced Microcontroller Lab
11. Power Electronics for E-Mobility
12. Micro Acoustical Transducers
13. Microcontroller Techniques - Praktikum
14. Model Predictive Control and Reinforcement Learning
15. MST Design Lab II for Microsystems Engineering
Numerical Optimal Control in Engineering - Project
16. Numerical Optimization
17. Numerical Optimization Project
18. Race Car Control Laboratory
19. RF- and Microwave Devices and Circuits
20. RF- and Microwave Circuits and Systems
21. RF- and Microwave Systems- Design Course
22. Sensors and actuators circuit technology
23. State Space Control Systems
24. Thermoelektrik und thermische Messtechnik
25. Wind Energy Systems
26. Reliability Engineering

Materialien und Herstellungsprozesse

1. Computational physics: material science
2. Disposable sensors
3. Electrochemical energy applications: fuel cells and electrolysis
4. Electrochemical Methods for Engineers
5. Energy storage and conversion using fuel cells
6. Fortgeschrittene Siliziumtechnologie / Advanced Silicon Technology
7. Functional Safety, Security and Sustainability: Active Resilience
8. Hardware Design with the Finite-Element-Method
9. Ceramic Materials for microsystems
10. Contact, Adhesion, Friction
11. Continuum mechanics I with exercises
12. Continuum mechanics II with exercises
13. Physics of Failure
14. Lithography
15. Materials for Electronic Systems
16. Mechanical Properties and Degradation Mechanisms
17. Methods of Material Analysis
18. Nanomaterials
19. Nanotechnology
20. Nano - Laboratory
21. Surface Analysis
22. Surface Analysis Laboratory
23. Optimierung
24. Advanced engineering
25. Polymer Processing and Microsystems Engineering
26. Quantum Mechanics for Engineers
27. Clean Room Laboratory for Engineers
28. Quantification of Resilience
29. Solar Energy
30. Techniken zur Oberflächenmodifizierung / Surface coating Techniques
31. Compound semiconductor devices
32. From Microsystems to the Nanoworld
33. Dynamics of Materials: Material Characterization

Vertiefungsmodule MST/MSE

Biomedizinische Technik

1. Analyse von Life Science Hochdurchsatzdaten mit Galaxy
2. Selected Problems in Biosignal Processing
3. Biofunctional Materials - for medical microsystems and healthcare
4. Biomedical Instrumentation I
5. Biomedical Instrumentation II
6. Biomedical Instrumentation - Laboratory
7. BioMEMS
8. Bionic Sensors
9. Biophysics of cardiac function and signals
10. Biophysik - Grundlagen und Konzepte
11. Biotechnologie für Ingenieure I: Einführung, Molekular-Biotechnologie for Engineers I: Introduction, Molecular- and Microbiology
12. Biotechnology for Engineers II
13. Ethical Aspects of Neurotechnology
14. Fundamentals of electrical stimulation
15. Introduction to data driven life sciences
16. Introduction to physiological control systems
17. Machine Learning
18. Microfluidics II: Miniaturize, automate and parallelize biochemical analysis: From idea to product launch
19. Microsystems technology in Medicine
20. Nanobiotechnology
21. Neurophysiology - Laboratory
22. Neuroprosthetics
23. Neuroscience for Engineers
24. Signal processing and analysis in brain signals
25. Silicon-based Neural Technology
26. Implant Manufacturing Technologies
27. Implant Manufacturing Technologies - Laboratory
28. Biointerfaces I - Basics for Bioanalytical Systems

Photonik

1. Advanced Topics in Micro-Optics
2. Lasers
3. Basic Optics Lab
4. Basic and Advanced Optics Lab
5. Optical Materials
6. Optical Properties of Micro and Nano Structures
7. Optical Trapping and Particle Tracking
8. Optical MEMS
9. Optical Measurement Techniques
10. Optical Micro-Sensors
11. Optoelectronics
12. Photonic Microscopy
13. Photovoltaic Energy Conversion for engineers
14. Photovoltaic Energy Conversion for engineers II
15. Spektroskopische Methoden
16. Wave Optics

Gesamtangebot: 26 + 33 + 28 + 16= 103Module

Spezialisierung

Es ist eine Vertiefung mit mindestens 30 ECTS-Punkten zu wählen

- Dieser Vertiefungsbereich kann auch zusätzlich als „Spezialisierung“ gewählt werden
- Dazu muss zusätzlich auch das Thema der Masterarbeit aus dem betreffenden Vertiefungsbereich gewählt werden (wird bei Themenvergabe festgelegt.)
- Die Spezialisierung wird auch in der Urkunde ausgewiesen, z.B.:

***„Master of Science mit der
Spezialisierung in Biomedizinischer Technik“***

Prüfungen-die wichtigsten Regeln

- Zusätzlich zur [Belegung eines Moduls](#) müssen Sie sich immer für die [Prüfung anmelden](#). Auch bei Hausarbeiten als PL!
- Jede Prüfung kann **einmal** wiederholt werden.
Zwei Prüfungen können **zweimal** wiederholt werden
- Bei einer nicht bestandenen Prüfung wird man automatisch für die Wiederholung im nächsten Semester angemeldet
- Prüfungsabmeldung im Erstversuch bis zu 7 Tage vor dem Prüfungstermin über HISinOne
- Lesen Sie die [Prüfungsordnung](#), dies sind ihre AGB!
- Weitere wichtige Infos rund um das Thema Prüfungen finden Sie unter <https://www.tf.uni-freiburg.de/de/studium-lehre/a-bis-z-studium/pruefungen>
- Bitte vormerken: Einführungsveranstaltung des Prüfungsamts, Einladung folgt per Mail. Teilnahme absolut empfohlen!

Plagiate

Plagieren ist:

Die Benutzung von Texten, Bildern, Berichten, Daten, Lösungen usw. anderer....

... ohne die Quelle anzugeben

Quellen sind:

– Bücher, das Internet, KommilitonInnen, ...

Um es klar zu stellen:

– Plagieren ist illegal, d.h. eine Straftat

Einfache „if...then“ Schleifen:

IF: Wenn Sie plagieren...(einmal)

...THEN: Fallen Sie durch die Prüfung

IF: Wenn Sie mehrmals plagieren (≥ 2)

... THEN: Ist Ihre akademische Karriere beendet.



Vorsicht auch bei AI-generierten Texten – das sind nicht Ihre eigenen Gedanken

- Die Dozenten verwenden Tools zum Auffinden von Plagiaten und AI-generierten Texten
- Diese Tools sind sehr gut (> 98 % Trefferrate)

Masterarbeit

Zulassung zur Master-Arbeit, wer mindestens 72 ECTS-Punkte erworben hat

- Master-Arbeit ist innerhalb eines Zeitraums von maximal 6 Monaten zu erstellen
- Masterarbeit (27) und die Präsentation ihrer Ergebnisse (3) haben einen Gesamtumfang von 30 ECTS-Punkten
- Master-Arbeit muss in Englisch oder Deutsch verfasst werden
- Abgabe erfolgt ausschließlich digital als PDF-Datei an das Prüfungsamt, nur noch eine gebundene Ausgabe (Archivexemplar) spätestens vier Wochen nach dem Abgabetermin per Post einzureichen oder persönlich nach Terminvereinbarung
- Präsentation vor zwei Prüfern und einem Beisitzer, hochschulöffentlich
- Für die Master-Arbeit und die Präsentation wird eine Gesamtnote gebildet

Auslandssemester

Wozu?

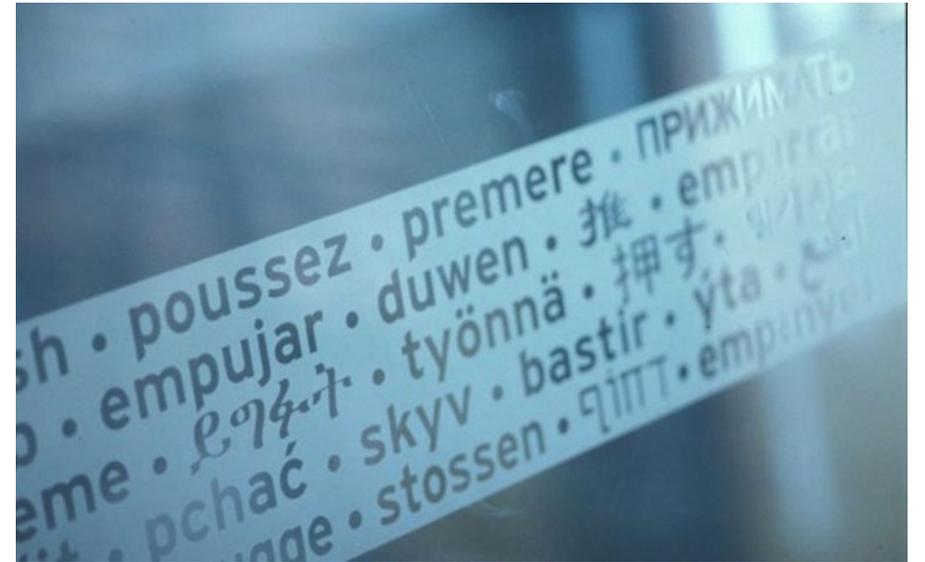
- Horizont erweitern
- Sprachen und Kulturen
- Arbeitgeber legen Wert darauf

Wie?

- ERASMUS
- Früh planen
- <https://www.tf.uni-freiburg.de/de/studium-lehre/a-bis-z-studium/auslandsstudium>

Ansprechpartner IMTEK

Dr. Frank Goldschmidtboing, studienberatung@imtek.de



IMTEK-Professor*innen



IMTEK-Professuren

Anwendungs- entwicklung R. Zengerle	Bio-und Nanophotonik A. Rohrbach	Biomedizinische Mikrotechnik T. Stieglitz	Biomikrotechnik U. Egert	Chemie und Physik von Grenzflächen J. Rühle	Konstruktion von Mikrosystemen P. Woias	Messtechnik u. Eingebettete Systeme S. Rupitsch
Gas- sensoren (FhG-IPM) J. Wöllenstein	Material- prozess- technik T. Hanemann	Mikro-und Werkstoff- mechanik C. Eberl	Mikroaktoren U. Wallrabe	Mikroelektronik M. Kuhl	Mikrooptik H. Zappe	Materialien der Mikrosystem- technik O. Paul
Optische Systeme (FhG-IPM) K. Buse	Prozess- technologie B. Rapp	Simulation L. Pastewka	Systemtheorie M. Diehl	Smart Systems Integration A. Dehé	Sensoren A. Daus	Soft Machines E. Milana

Mentoring

Ist freiwillig

- Bachelorabsolventen des IMTEK behalten ihren Mentor
- Neue Studenten bekommen einen Mentor zugeteilt

Kontaktstelle für:

- Probleme, Fragen, Klarstellungen, Berufsberatung, Stellensuche, Gutachten und Empfehlungen oder generelle persönliche Hilfestellung



Nach dem Abschluss

Doktorarbeit als wiss. Assistent*in

- Führen Sie Ihr eigenes Forschungsprojekt durch!
- Suchen Sie sich eine offene Stelle!
- Bewerben Sie sich!
- Sie werden für Ihre Arbeit bezahlt
- Übernehmen Sie Verantwortung als Projektmitarbeiter!
- Unterstützen Sie Ihren Professor bei der Lehre!
- Dauer: 3-5 Jahre

Arbeitsstelle in der Industrie

- Überlegen Sie sich, was Ihnen Spaß machen könnte
- Lesen sie frühzeitig Stellenanzeigen
- Bewerben Sie sich frühzeitig
- Bewerben Sie sich auch bei Firmen, die nicht Ihre „A-Wahl“ sind
- Wenn Sie Rat möchten, fragen Sie Ihre Mentor*innen oder gehen Sie zum Hochschulteam der Agentur für Arbeit im SCS oder bei uns an der TF (**immer dienstags von 13:00-16:00 Uhr**)

Kontaktpersonen I

■ Studiendekan

- Prof. Dr.-Ing. habil. Bastian E. Rapp
 - 203 7350
 - bastian.rapp@imtek.uni-freiburg.de



■ Studiengangkoordinatorin

- Svenja Andresen
 - studiengangkoordination.mst@imtek.uni-freiburg.de
 - 203 97940



■ Studienberater

- Dr. Jochen Kieninger
 - 203 7265
- Dr. Oswald Prucker
 - 203 7164
- studienberatung@imtek.de



Kontaktpersonen II

Prüfungsamt

Susanne Stork

pruefungsamt@tf.uni-freiburg.de

203 8087



Anne-Julchen Müller

pruefungsamt@tf.uni-freiburg.de

203 8083



Fachschaft der Technischen Fakultät

<https://fachschaft.tf.uni-freiburg.de/>



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

