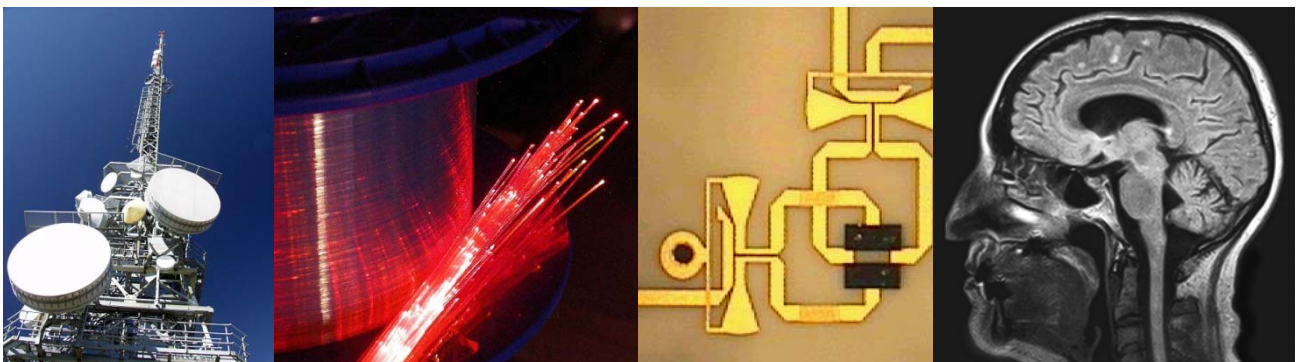


Informationen zur Studienplanung Bachelor- und Master-Studium EEI

- **Studienrichtung Allgemeine Elektrotechnik**
 - Kernmodule, Vertiefungsmodule, Praktika, Seminare
- **Lehrangebot am Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik**
- **Vorschläge für Studienmodelle basierend auf**
 - Allgemeine Elektrotechnik
 - Informationstechnik
- **Infos zur Hochfrequenztechnik und Photonik**



Der Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik

- Gegründet 1969
- Forschung und Lehre im Bereich Hochfrequenztechnik und Photonik in voller Breite
- Heute einer der weltweit führenden Forschungsinstitute im Bereich Hochfrequenztechnik
- Derzeit über 50 Mitarbeiter, davon ca. 90% Wissenschaftler
- Mehr als 1200 betreute Abschlussarbeiten und 60 Promotionen
- Ca. 800 wissenschaftliche Publikationen, 100 erteilte Patente, zahlreiche Auszeichnungen

Studienrichtung "Allgemeine Elektrotechnik"

Die Studienrichtung "Allgemeine Elektrotechnik" eröffnet mit ihrem breit angelegten Pflichtfachkatalog die Möglichkeit, das Basiswissen der ersten vier Semester zu vertiefen und zu erweitern. Auf dieser fundierten Grundlage kann dann mit Hilfe der Kern- und Vertiefungsmodule in sehr flexibler Weise eine Spezialisierung in einer oder zwei Richtungen erfolgen.

Für das spätere Berufsleben ist damit sichergestellt, dass neben den rascher veraltenden Spezialkenntnissen ein genügend **breites Fundament an beständigem Grundlagenwissen** vorhanden ist, das eine schnelle und flexible Einarbeitung in verschiedenste Fachbereiche ermöglicht. Besonders wichtig ist dies bei der Übernahme einer beruflichen Position, die **Kompetenz und Urteilsvermögen in einem erweiterten Aufgaben- und Wissensbereich** erfordert.

Für diese Studienrichtung steht der LHFT beratend zur Verfügung. Ansprechpartner sind:

Prof. Dr.-Ing. M. Vossiek, Tel. 09131 / 8527214, martin.vossiek@fau.de

Dr.-Ing. R. Engelbrecht, Tel. 09131 / 8527230, rainer.engelbrecht@fau.de

Kernmodule der Studienrichtung "Allgemeine Elektrotechnik"

Fach		LS	SWS	ECTS	Semester	
					WS	SS
B1	Hochfrequenztechnik	LHFT	2+2	5	X	
B2	Photonik 1	LHFT	2+2	5	X	
B3	Sensoren und Aktoren der Mechatronik	LSE	2+2	5		X
B4	Leistungselektronik	EMF	2+2	5	X	
B5	Elektromagnetische Verträglichkeit	EMF	2+2	5		X
B6	Analoge elektronische Systeme	LTE	3+1	5	X	

- Bachelor: Auswahl von 10 ECTS Kernmodule aus der gewählten Studienrichtung
- Master: 30 ECTS Kernmodule aus der Studienrichtung. Dabei können bereits im Bachelor besuchte Kernmodule durch Kern- oder Vertiefungsmodule aller Studienrichtungen der EEI ersetzt werden. Durch gleiche Studienrichtungen im Bachelor und Master vergrößert sich so die Wahlmöglichkeit von Lehrveranstaltungen.

Katalog der Vertiefungsmodule für "Allgemeine Elektrotechnik"

Fach		LS	SWS	ECTS	Semester	
					WS	SS
V1	Sensorik	LSE	2+2	5	X	
V2	Computerunterstützte Messdatenerfassung	LSE	2+2	5	X	
V3	CAE von Sensoren und Aktoren	LSE	2+2	5	X	
V4	Verfahren zur Lösung elektrodyn. Probleme	EMF	2+2	5		X
V5	Numerische Feldberechnung	EMF	2+2	5	X	
V6	Induktive Komponenten	EMF	2	2,5		X
V7	Angewandte EMV	EMF	2	2,5	X	
V8	Antennen	LHFT	2+2	5	X	
V9	Mikrowellenschaltungstechnik	LHFT	2+2	5	X	
V10	HF-Schaltungen und Systeme	LHFT	2+2	5		X
V11	Photonik 2	LHFT	2+2	5		X
V12	Komp. optischer Kommunikationssysteme	LHFT	2+2	5	X	
V13	Entwurf von Mixed-Signal-Schaltungen	LTE	3+1	5		X
V14	Digitale elektronische Systeme	LTE	3+1	5		X
V15	Architekturen der digitalen Signalverarbeitung	LTE	3+1	5	X	
V16	Technische Akustik/Akustische Sensoren	LSE	2+2	5		X
V17	EMV-Messtechnik	EMF	2+2	5		X
V18	Radarsysteme	LHFT	3+1	5	X	
V19	Int. Schaltungen für Mobilfunkanwendungen	LTE	2+2	5	X	
V20	Ausgewählte Kapitel der Technischen Akustik	LSE	2	2,5	X	

- Bachelor: Auswahl von 5 ECTS Vertiefungsmodulen aus dem Katalog der Vertiefungs- oder Kernmodulen der Studienrichtung
- Master: Auswahl von 30 ECTS Vertiefungsmodulen aus der Studienrichtung

Praktika und Seminare für "Allgemeine Elektrotechnik"

Praktikum		LS	SWS	ECTS	Semester	
					WS	SS
P1	Elektromagnetische Verträglichkeit	EMF	3	2,5	X	X
P2	Leistungselektronik	EMF	3	2,5	X	
P3	Sensor-Technologie	LSE	3	2,5	X	
P4	Sensorik	LSE	3	2,5		X
P5	HF-Technik/Mikrowellentechnik 1(WS) oder 2(SS)	LHFT	3	2,5	X	X
P6	Photonik/Lasertechnik 1(WS) oder 2(SS)	LHFT	3	2,5	X	X
P7	High-Performance Analog- und Umsetzer-Design	LTE	3	2,5		X
P8	Syst. Entwurf programmierbarer Logikbausteine (PLD)	LTE	3	2,5	X	X

Seminar		LS	SWS	ECTS	Semester	
					WS	SS
S1	Elektromagnetische Felder	EMF	2	2,5		X
S2	Elektromagnetische Verträglichkeit	EMF	2	2,5	X	
S3	Ausgewählte Kap. der Schaltnetzteiltechnologie	EMF	2	2,5	X	X
S4	Ausgewählte Kap. der angewandten Sensorik	LSE	2	2,5	X	X
S5	Sensorik und regenerative Energien	LSE	2	2,5		X
S6	Hochfrequenztechnik/Mikrowellentechnik	LHFT	2	2,5	X	X
S7	Photonik/Lasertechnik	LHFT	2	2,5	X	X
S8	Medizintechnik (mit Themen aus HF und Photonik)	LHFT	2	2,5		X
S9	Technische Elektronik	LTE	2	2,5	X	X
S10	Medizinelektronik und elektronische Assistenzsysteme des Alltags	LTE	2	2,5	X	X

- Bachelor: Auswahl von je einem Seminar und Praktikum aus der Studienrichtung
- Master: Auswahl von je einem oder zwei Seminaren und Praktika aus der Studienrichtung

Bitte beachten Sie stets auch die aktuellen Tabellen im Studienführer und in der Fachprüfungsordnung EEI.

Link: www.eei.studium.uni-erlangen.de

Vom LHFT empfohlene Studienmodelle

Für eine Spezialisierung auf einem der **hochfrequenztechnischen Arbeitsgebiete** oder einer **fächerübergreifenden Kombination** aus inhaltlich nahestehenden Gebieten werden hier exemplarisch Modelle mit einer Auswahl aus den verfügbaren Kern- und Vertiefungsmodulen vorgestellt. Ergänzend wird auf geeignete Praktika und Seminare verwiesen.

Diese Modelle mit den ausgewählten Fächerkombinationen haben natürlich beispielhaften Charakter und können durchaus nach eigenem Ermessen verändert oder kombiniert werden. Aus Sicht des LHFT führen sie aber in Verbindung mit sinnvoll ausgewählten Bachelor- und Masterarbeiten zu einem fachlichen Profil, das von der Wirtschaft auch längerfristig benötigt wird und sehr gut für eine weitergehende Qualifikation innerhalb und außerhalb der Universität geeignet ist.

Aufbau des Bachelor-Studiums, 5. und 6. Semester: (ab WS11/12)

Modul		Umfang SWS	Verteilung der ECTS- Punkte		Schriftl. Prüfung, Dauer in Minuten	
Nr.	Bezeichnung		5. S	6. S		
		V	Ü	P		
18	Regelungstechnik A (Grundlagen) (FSP)	2	2	0	5	90
23	Nachrichtentechnische Systeme (FSP)	5	1	0	7,5	120
25	Elektromagnetische Felder II (FSP)	2	2	0	5	90
27	Technische Wahlfächer	2	2	0	5	bSL, 90/60
28	Studienrichtung: Kernmodule	4	4	0	10	siehe Katalog
	Vertiefungsmodul	2	2	0	5	
	Laborpraktikum	0	0	3	2,5	uSL
	Hauptseminar	0	2	0	2,5	bSL, Pfp
	Industriepraktikum				10	uSL
	Bachelorarbeit incl. Vortrag				10	Pfp

Aufbau des Master-Studiums: (ab Beginn Masterstudium WS12/13)

Modul	Umfang und Wahlmöglichkeit
Kernmodule	30 ECTS aus der Studienrichtung
Vertiefungsmodul	30 ECTS aus der Studienrichtung
Wahlmodule	15 ECTS aus der FAU
Zwei Seminare	2,5 ECTS aus der Studienrichtung
	2,5 ECTS aus der Studienrichtung oder TechFak
Zwei Laborpraktika	2,5 ECTS aus der Studienrichtung
	2,5 ECTS aus der Studienrichtung oder TechFak
Forschungspraktikum	5 ECTS Forschungspraktikum an einem Lehrstuhl der EEI
Masterarbeit	30 ECTS, 6 Monate

Modell „Hochfrequenz- und Mikrowellentechnik“

Basis: Studienrichtung Allgemeine Elektrotechnik

Mit neuen Standards und Systemen im Bereich der Mobilkommunikation, Richtfunktechnik, Radarsensorik und Transpondertechnik hat der **Frequenzbereich von 1 GHz bis 100 GHz** insbesondere im kommerziellen Bereich in den letzten Jahren erheblich an Bedeutung gewonnen.

Vielfältige Aufgabenstellungen von der **Systemauslegung** bis zur **Halbleiterentwicklung**, von der **Forschung** über **Produktion** bis zum **Vertrieb** erfordern sehr gut ausgebildete Ingenieure mit vertieften Kenntnissen auf dem Gebiet der Mikrowellentechnik und angrenzenden Bereichen wie Elektromagnetische Verträglichkeit, Elektronik und Werkstoffe der Elektrotechnik. Für die Entwicklung von **Radarsystemen, Antennen und Geräten der Kommunikationstechnik** ist ebenfalls eine fundierte Ausbildung in der Hochfrequenztechnik erforderlich. Dieses Modell eignet sich in Verbindung mit Wahlvorlesungen aus anderen Fachrichtungen auch für eine Vertiefung in der **Medizintechnik**.

Damit steht eine umfassende, auch **langfristig beständige Wissensbasis** zur Verfügung, die eine erfolgreiche Bearbeitung von Projekten auf allen Teilgebieten der Hochfrequenztechnik ermöglicht und im Berufsleben einen flexiblen Einstieg in Entwicklung, Projektierung, Forschung und auch in Führungspositionen eröffnet.

Bachelor-Studium, 5. und 6. Semester:

Fach	ECTS im Semester	
	5.	6.
Pflichtmodule für alle		
Regelungstechnik A	5	
Nachrichtentechnische Systeme	7,5	
Elektromagnetische Felder II	5	
Kernmodule		
Hochfrequenztechnik	5	
Analoge elektronische Systeme	5	
Vertiefungsmodul		
HF-Schaltungen und Systeme		5
Praktika und Seminare		
Praktikum HF/Mikrowellentechnik 1	2,5	
Seminar HF/Mikrowellentechnik		2,5
Technisches Wahlfach		
Wellenausbreitung und Fernerkundung		5
Industriepraktikum	10	
Bachelorarbeit		10

Modell „Hochfrequenz- und Mikrowellentechnik“

Basis: Studienrichtung Allgemeine Elektrotechnik

Weitere Profilbildung im Master-Studium:

	ECTS im Semester			
	1.	2.	3.	4.
Kernmodule	20			
Photonik 1	5			
Leistungselektronik	5			
Elektromagnetische Verträglichkeit		5		
Sensoren und Aktoren der Mechatronik		5		
Wahlmodule für Kernmodule aus dem BA	10			
Satellitenkommunikation (aus IT)		5		
Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen (aus IT)			5	
Vertiefungsmodule	30			
Computergestützte Messdatenerfassung	5			
Mikrowellenschaltungstechnik	5			
Antennen	5			
Sensorik			5	
Radarsysteme			5	
Eigene Auswahl:	5			
Praktika und Seminare, Studienrichtung	5			
Praktikum HF/Mikrowellentechnik 2		2,5		
Seminar Photonik/Lasertechnik			2,5	
Wahlmodule	15			
Hochfrequenzmesstechnik	5			
Bildgebende Verfahren der Medizintechnik			2,5	
Radarfotografie mit Satelliten		2,5		
Eigene Auswahl (z.B. Sprachen, Softskills etc.)				
Weitere Praktika und Seminare	5			
z.B. Praktikum Elektromagnetische Verträglichkeit			2,5	
z.B. Seminar Technische Elektronik			2,5	
Forschungspraktikum			5	
Masterarbeit				30

Modell "Photonik und Optische Kommunikationstechnik"

Basis: Studienrichtung Allgemeine Elektrotechnik

Photonische Systeme, die Lichtwellen mit Trägerfrequenzen von mehreren hundert Terahertz aufweisen, runden das Gebiet der Hochfrequenztechnik zu höchsten Frequenzen hin ab. Wirtschaftlich besonders bedeutend ist hierbei die **optische Kommunikationstechnik über Glasfasern** mit Datenraten über eine Glasfaser bis zu einigen Tbit/s. In diesem Bereich werden einerseits mit dem Licht einer Laserdiode sehr hohe Trägerfrequenzen verwendet, andererseits verlangt die Aufprägung der Daten die Beherrschung breitbandiger elektrischer Signale mit einer oberen Grenzfrequenz von derzeit 40 GHz.

Photonik, Lasertechnik und optische Technologien sind weiterhin Schlüsseltechnologien für eine Vielzahl an Technik- und Wissenschaftsbereichen. Beispiele sind die **Entwicklung** und Optimierung von Laserstrahlquellen und optisch-photonischen Systemen als auch deren Anwendung in der Produktion (z.B. Laserstrahlschneiden u. –schweißen), in der **optischen Messtechnik und Sensorik** (z.B. Laser-Entfernungs- u. Geschwindigkeitsmessung, Umwelt- und Spurenanalytik, optische Messtechnik in Glasfaser-Netzen), **Medizintechnik** (z.B. Augenheilkunde und Dermatologie), **Mikrosystemtechnik** (z.B. mechanisch-optische Mikrospiegel für optische Schalter und Displays) und **optische Datenübertragung**. Diese Themen sind von einem hohen Maß an **interdisziplinärem Denken** geprägt und werden entsprechend stark aus der Industrie nachgefragt.

Bachelor-Studium, 5. und 6. Semester:

Fach	ECTS im Semester	
	5.	6.
Pflichtmodule für alle		
Regelungstechnik A	5	
Nachrichtentechnische Systeme	7,5	
Elektromagnetische Felder II	5	
Kernmodule		
Photonik 1	5	
Analoge elektronische Systeme	5	
Vertiefungsmodul		
Photonik 2		5
Praktika und Seminare		
Praktikum Photonik/Lasertechnik 1	2,5	
Seminar Photonik/Lasertechnik		2,5
Technisches Wahlfach		
z.B. Laserbasierte Prozesse in Industrie und Medizin		5
Industriepraktikum	2,5	7,5
Bachelorarbeit		10
Summe	30	30

Modell "Photonik und Optische Kommunikationstechnik"

Basis: Studienrichtung Allgemeine Elektrotechnik

Weitere Profilbildung im Master-Studium:

	ECTS im Semester			
	1.	2.	3.	4.
Kernmodule	20			
Hochfrequenztechnik	5			
Leistungselektronik	5			
Elektromagnetische Verträglichkeit		5		
Sensoren und Aktoren der Mechatronik		5		
Wahlmodule für Kernmodule aus dem BA	10			
Optische Übertragungstechnik		5		
Eigene Wahl aus EEI	5			
Vertiefungsmodule	30			
Komponenten optischer Kommunikationssysteme	5			
Sensorik	5			
HF-Schaltungen und Systeme		5		
Antennen			5	
Computerunterstützte Messdatenerfassung			5	
Eigene Auswahl:	5			
Praktika und Seminare, Studienrichtung	5			
Praktikum Photonik/Lasertechnik 2		2,5		
Seminar Medizintechnik (mit Photonik-Thema)		2,5		
Wahlmodule	15			
Optik und optische Technologien (LPT)	2,5			
Medizinische Anwendungen der Photonik		5		
Optische Kommunikationsnetze (LIT)			2,5	
Laser Technology (LPT)			5	
Weitere Praktika und Seminare	5			
Praktikum HF/Mikrowellentechnik 1	2,5			
Seminar Hochfrequenz/Mikrowellentechnik			2,5	
Forschungspraktikum am LHFT			5	
Masterarbeit				30

Modell „Hochfrequenz- und Informationstechnik“

Basis: Studienrichtung Informationstechnik

Hochfrequenztechnik und Photonik können sinnvoll auch in den Studienplan anderer Studienrichtungen integriert werden, wie hier am Beispiel der Studienrichtung Informationstechnik.

Im Zeitalter der Informationstechnik spielen nachrichtentechnische Anlagen bei hohen Frequenzen eine immer größere Rolle. Diese Systeme sind entweder leitungsgebunden (z.B. Glasfasernetze) oder über Funkfelder miteinander gekoppelt (z.B. Mobilfunksysteme, Richtfunk für TV und Datendienste). Ihre Entwicklung erfordert übergreifende Kenntnisse auf den Gebieten der Hochfrequenz- und Informationstechnik.

In diesem Studienmodell werden daher Kenntnisse über **Konzepte und Hardware-Realisierungen auf der Sende- und Empfangsseite** einerseits und komplexe **Modulations- und Signalverarbeitungsverfahren** andererseits erworben, die für die **Erarbeitung und Umsetzung von Systemkonzepten** benötigt werden.

Bachelor-Studium, 5. und 6. Semester:

Fach	ECTS im Semester	
	5.	6.
Pflichtmodule für alle		
Regelungstechnik A	5	
Nachrichtentechnische Systeme	7,5	
Elektromagnetische Felder II	5	
Kernmodule		
Hochfrequenztechnik	5	
Digitale Signalverarbeitung	5	
Vertiefungsmodul		
Antennen	5	
Praktika und Seminare		
Praktikum HF-Technik/Mikrowellentechnik 1	2,5	
Seminar Technische Elektronik		2,5
Technisches Wahlfach		
Eigene Wahl aus dem Lehrangebot der TechFak		5
Industriepraktikum		10
Bachelorarbeit		10

Modell „Hochfrequenz- und Informationstechnik“

Basis: Studienrichtung Informationstechnik

Weitere Profilbildung im Master-Studium:

	ECTS im Semester			
	1.	2.	3.	4.
Kernmodule	20			
Kommunikationsnetze 1	5			
Kommunikationselektronik	5			
Informationstheorie	5			
Digitale Übertragung		5		
Wahlmodule für Kernmodule aus dem BA	10			
Photonik 1	5			
HF-Schaltungen und Systeme		5		
Vertiefungsmodule	30			
Sprach- und Audiosignalverarbeitung	5			
Kanalcodierung			5	
Optische Übertragungstechnik		5		
Digitale elektronische Systeme		5		
Grundlagen der Mobilkommunikation I			5	
Eigene Auswahl:	5			
Praktika und Seminare, Studienrichtung	5			
Praktikum Mobilkommunikation			2,5	
Seminar Ausgewählte Kapitel der Nachrichtentechnik			2,5	
Wahlmodule	15			
Wellenausbreitung und Fernerkundung		5		
Optische Kommunikationssysteme			2,5	
Radarsysteme	5			
Radarfernerkundung mit Satelliten		2,5		
Weitere Praktika und Seminare	5			
Praktikum HF/Mikrowellentechnik 2		2,5		
Seminar Photonik/Lasertechnik			2,5	
Forschungspraktikum am LHFT			5	
Masterarbeit				30

Modell "Medizintechnik"

Basis: Studienrichtung Allgemeine Elektrotechnik

Elektrotechnische und elektronische Komponenten und Systeme sind **zentrale Bestandteile in Geräten und Verfahren der Medizintechnik**. Auf Basis der Studienrichtung Allgemeine Elektrotechnik ist sehr gut eine Vertiefung im Bereich solcher Inhalte möglich, die in Produkten der Medizintechnik eingesetzt werden. Viele **Vertiefungsmodul der AET haben große Relevanz** für medizintechnische Systeme, und im Wahlbereich können Lehrveranstaltungen anderer Studiengänge oder Fakultäten mit medizinischem Hintergrund eingebracht werden.

Schwerpunkte des vorgeschlagenen Modells sind Grundlagen **medizintechnischer Systeme für Diagnostik und Therapie**. Ein Beispiel aus der Diagnostik sind **Magnetresonanztomographen** ("Kernspin"), bei denen mittels hochfrequenter elektromagnetischer Felder Schnittbilder aus dem Körperinneren gewonnen werden. Im Bereich der **Tumorthherapie** werden Teilchenbeschleuniger eingesetzt, die mit leistungsstarken HF-Feldern betrieben werden. Auch die drahtlose Datenübertragung im Bereich des **Patientenmonitorings** spielt eine immer größere Rolle im Gesundheitswesen. Hierfür sind solide Kenntnisse im Bereich der **Hochfrequenztechnik** erforderlich. Optische Technologien und Methoden der **Photonik** werden z.B. in der Korrektur von Fehlsichtigkeiten **des menschlichen Auges** mittels Laserstrahlung eingesetzt. Mit laserangeregter **Fluoreszenzdiagnostik** können Veränderungen des Körpergewebes rechtzeitig erkannt werden. Weitere Themengebiete sind die **Ultraschalltechnik** sowie die Sensorik.

Bachelor-Studium, 5. und 6. Semester:

Fach	ECTS im Semester	
	5.	6.
Pflichtmodule für alle		
Regelungstechnik A	5	
Nachrichtentechnische Systeme	7,5	
Elektromagnetische Felder II	5	
Kernmodule		
Photonik 1	5	
Hochfrequenztechnik	5	
Vertiefungsmodul		
HF-Schaltungen und Systeme		5
Praktika und Seminare		
Praktikum Photonik/Lasertechnik 1 oder HF/Mikrowelle 1	2,5	
Seminar Medizintechnik		2,5
Technisches Wahlfach		
Medizinische Anwendungen der Photonik		5
Industriepraktikum	2,5	7,5
Bachelorarbeit		10

Modell "Medizintechnik"

Basis: Studienrichtung Allgemeine Elektrotechnik

Weitere Profilbildung im Master-Studium:

	ECTS im Semester			
	1.	2.	3.	4.
Kernmodule	20			
Analoge elektronische Systeme	5			
Leistungselektronik	5			
Elektromagnetische Verträglichkeit		5		
Sensoren und Aktoren der Mechatronik		5		
Wahlmodule für Kernmodule aus dem BA	10			
Digitale elektronische Systeme (aus AET)		5		
Medizinelektronik (aus IT)		5		
Vertiefungsmodule	30			
Sensorik	5			
Computerunterstützte Messdatenerfassung	5			
Photonik 2		5		
Techn. Akustik/Akust. Sensoren		5		
Antennen			5	
Eigene Auswahl:	5			
Praktika und Seminare, Studienrichtung	5			
Praktikum HF/Mikrowelle 1 oder Photonik/Lasertechnik 1			2,5	
Seminar Photonik/Lasertechnik			2,5	
Wahlmodule	15			
Anatomie und Physiologie für Nicht-Mediziner	5			
Medizinische Anwendungen der HF-Technik	5			
Ultraschalltechnik (LSE)		2,5		
Bildgebende Verfahren der Medizintechnik			2,5	
Weitere Praktika und Seminare	5			
Praktikum HF/Mikrowelle 2 oder Photonik/Lasertechnik 2		2,5		
Seminar Hochfrequenz/Mikrowellentechnik			2,5	
Forschungspraktikum am LHFT			5	
Masterarbeit				30

Die Lehrveranstaltungen des LHFT im Überblick

Stand: Juni 2014. Bitte stets **aktuelle Ankündigungen** beachten:

- **Vorlesungsverzeichnis im UniVIS:** www.univis.uni-erlangen.de
- **Homepage des Lehrstuhls:** www.lhft.eei.uni-erlangen.de

Pflichtfächer EEI			
Fach	SWS (V+Ü)	ECTS	Semester
Grundlagen der Elektrotechnik 2	2+2	5	SS
Grundlagenpraktikum Elektrotechnik 2	1	2,5	WS
Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten	2+2	5	SS

Kern- und Vertiefungsfächer, je nach Studienrichtung, auch als Wahlfächer			
Fach	SWS (V+Ü)	ECTS	Semester
Hochfrequenztechnik	2+2	5	WS
HF-Schaltungen und Systeme	2+2	5	SS
Mikrowellenschaltungstechnik	2+2	5	WS
Antennen	2+2	5	WS
Radarsysteme	3+1	5	WS
Photonik 1	2+2	5	WS
Photonik 2	2+2	5	SS
Komponenten optischer Kommunikationssysteme	2+2	5	WS
Optische Übertragungstechnik	2+2	5	SS
Entwurf+Analyse von Schaltungen für hohe Datenraten(*)	2+2	5	SS
Modellierung+Simulation von Schaltungen+Systemen(*)	2+2	5	WS

Wahlfächer			
Fach	SWS (V+Ü)	ECTS	Semester
Hochfrequenz-Messtechnik	2+2	5	WS
Wellenausbreitung und Fernerkundung (= Drahtlose Sensoren und Identifikationssysteme)	2+2	5	SS
Radarfernerkundung mit Satelliten	2+0	2,5	SS
Medizinische Anwendungen der Hochfrequenztechnik	2+2	5	WS
Medizinische Anwendungen der Photonik	2+2	5	SS
Bildgebende Verfahren in der Medizin-Technik	2+0	2,5	WS
Kommunikation in Technik-Wissenschaften	2+0	2,5	WS
Test Integrierter Schaltungen (*)	2+0	2,5	SS

Praktika			
Fach	SWS	ECTS	Semester
Hochfrequenztechnik/Mikrowellentechnik 1	3	2,5	WS
Hochfrequenztechnik/Mikrowellentechnik 2	3	2,5	SS
Photonik/Lasertechnik 1	3	2,5	WS
Photonik/Lasertechnik 2	3	2,5	SS

Seminare			
Fach	SWS	ECTS	Semester
Hochfrequenz/Mikrowellentechnik	3	2,5	WS/SS
Photonik/Lasertechnik	3	2,5	WS/SS
Medizintechnik	3	2,5	SS
Entwurf und Test von Schaltungen (*)	3	2,5	WS/SS

(*) Professur für Rechnergestützten Schaltungsentwurf (Prof. Dr. Helmreich)

Forschungspraktika, Bachelor- und Masterarbeiten

Die Arbeiten am LHFT umfassen in der Regel eine gemischt theoretisch-experimentelle Aufgabe. Je nach Themenstellung kann der Schwerpunkt aber auch im mathematisch-numerischen, im konstruktiven, im schaltungstechnischen oder im messtechnischen Bereich liegen.

Die benötigte Literatur wird angegeben. Materialien, Messgeräte, Bauteile oder Rechner werden selbstverständlich zur Verfügung gestellt. Da die Themen immer im Umfeld aktueller Forschungsarbeiten am Lehrstuhl liegen, ist eine intensive Betreuung durch die Aufgabensteller sichergestellt.

Forschungspraktika haben einen Umfang von 5 ECTS und sind im Rahmen einer abgeschlossenen Aufgabenstellung eine gute Möglichkeit, vor der Masterarbeit die Messgeräte, experimentellen Aufbauten, mathematischen Methoden und Simulationswerkzeuge eines Forschungsgebietes kennenzulernen.

Bachelorarbeiten haben einen Umfang von 10 ECTS und sind in ihren Anforderungen so gestaltet, dass sie in 300 Stunden abgeschlossen werden können. Dies entspricht einer reinen Bearbeitungszeit von ca. 2,5 Monaten Vollzeit. Da die Bachelor-Arbeit in der Regel parallel zu anderen Lehrveranstaltungen im letzten Abschnitt des Bachelor-Studiums angefertigt wird, kann sich die Zeitdauer von der Themenvergabe bis zum Abschluss der Arbeit entsprechend verlängern und darf maximal fünf Monate betragen. Voraussetzung für die Zulassung zur Bachelor-Arbeit ist, dass bereits 140 ECTS gemäß Fachprüfungsordnung erbracht sind.

Masterarbeiten haben einen Umfang von 30 ECTS und dürfen eine Dauer von sechs Monaten nicht überschreiten. Die Zulassung zur Masterarbeit kann frühestens zu Beginn des 4. Semesters im Master-Studium erfolgen und/oder falls mindestens 80 ECTS der anderen Leistungen gemäß Fachprüfungsordnung erbracht sind.

Themen am LHFT sind z.B.:

- Entwicklung von Geräten und Systemen (wie Radar, HF-Sender und Empfänger, Laser)
- Untersuchung von Verfahren (z.B. Signalverarbeitung bei Radar und Lasermesstechnik)
- Messung von Materialeigenschaften und von hochfrequenter Beeinflussung (EMV)
- Mikrowellen- und Millimeterwellen-Bauelemente bis 600 GHz, Integrierte Schaltungen
- Messtechnik im Terahertz-Frequenzbereich, z.B. zur zerstörungsfreien Materialprüfung
- Bildgebende Radar und Radiometrie-Verfahren für Sicherheitsanwendungen
- Hochgenaue Funkortungssysteme und RFID-Transpondertechnologie
- Medizinische Anwendungen: Magnetresonanz-Tomografie (MRT), Strahlentherapie
- Photonik und Lasertechnik: Entwicklung von Faser-Lasern, Glasfaser-Technologie
- Optische Messtechnik zur Gasanalyse und zur Messung physikalischer Größen
- Photonik in der Medizintechnik: Augenheilkunde, Tumordiagnose
- Hochbitratige optische Datenübertragung / Optisches Signalregeneration

Aktuelle Themen finden Sie auf der Homepage www.lhft.eei.uni-erlangen.de sowie an den Anschlagtafeln des LHFT im 5. Stock, Cauerstr. 9. In den Gängen des Lehrstuhls können Sie sich an Schautafeln auch über die aktuellen Arbeits- und Forschungsgebiete informieren.

Beratung zu Arbeiten am LHFT: Dr.-Ing. R. Engelbrecht, Zi. 5.26, Tel. 85-27230

Auskunft erteilen auch:
 Prof. L.-P. Schmidt (Tel. 85-27215)
 Prof. M. Vossiek (Tel. 85-20773)
 Prof. B. Schmauß (Tel. 85-27213)

Information über das Fachgebiet Hochfrequenztechnik

Was ist Hochfrequenztechnik?

Mit Hochfrequenztechnik wird die **Elektrotechnik der schnellen Vorgänge** oder **hohen Frequenzen** bezeichnet, bei der Phänomene wie Wellenausbreitung, Stromverdrängung, Laufzeit- und Quanten-Effekte eine bedeutende Rolle spielen:

- Entlang einer Drahtverbindung oder sogar innerhalb einer Bauelemente-Elektrode ändern Ströme bzw. Spannungen ihre Amplitude oder sogar ihre Richtung, wenn die Abmessungen in der Größenordnung oder (viel) größer als die Wellenlänge (**Wellenausbreitungseffekt**) sind.
- Im Querschnitt eines metallischen Leiters ist der Strom nicht mehr gleichmäßig verteilt, sondern drängt ab in die Randzonen (**Skin-Effekt**).
- In Halbleitern, Gas- oder Vakuumsystemen folgen die Ladungsträger infolge Trägheit den antreibenden Feldern nicht mehr genügend schnell (**Laufzeit-Effekt**).
- Bei genügend niedrigen Pegeln der elektromagnetischen Energie und entsprechend tiefen Temperaturen der Schaltung überwiegt die eigene Quantisierung des elektromagnetischen Feldes gegenüber dem Wärmerauschen (**Quanten-Effekt**).

Wann immer einer dieser Effekte in einer Schaltung eine bedeutende Rolle spielt, spricht man von einem **hochfrequenten Verhalten**, das für die Analyse oder Synthese zu berücksichtigen ist. Da heute für viele elektrotechnische Anwendungen "hohe Frequenzen" gerne und sinnvoll genutzt werden (z.B. in der Funk-Nachrichtenübertragung, in der Medizin oder beim Mikrowellenherd) wurde es nötig, Elektrotechnik auch beim Auftreten von Wellen-, Skin-, Laufzeit- oder Quanteneffekten systematisch zu betreiben. Dies ist das Arbeitsfeld der Hochfrequenztechnik. Da die Phänomene a) bis c) unabhängig von den Anwendungen auftreten, zählt die Hochfrequenztechnik insofern zu den **Grundlagen-Fachgebieten**. Das schließt nicht aus, dass einige charakteristische Anwendungen insbesondere messtechnischer Art (wie Radar und Radiometrie) unmittelbar von der Hochfrequenztechnik "betreut" werden. Hochfrequentes Verhalten tritt aber nicht nur bei elektrischen sondern auch bei akustischen Phänomenen auf (z.B. beim Ultraschall), weshalb dieser Bereich ebenfalls oft bei der Hochfrequenztechnik angesiedelt ist. Photonik, Lasertechnik und die optische Kommunikationstechnik über Glasfasern sind ebenfalls eng verwandte Arbeitsgebiete bei höchsten (optischen) Frequenzen.

Warum sind hohe Frequenzen nützlich?

- weil sich **nur damit** Energie und Information **drahtlos** übertragen lässt
- weil sich damit über weite Strecken Energie gut bündeln lässt, z.B. als Richtfunk oder Laserstrahl
- weil sich damit **viel** Information **gleichzeitig** und **schnell** übertragen lässt
- weil sich damit auch ohne sichtbare Beleuchtung gut **Bilder** erstellen lassen, z.B.:
 - aus dem menschlichen Körper „live“, z.B. mit Ultraschall oder HF/MR (Medizin)
 - von Teilen der Erde aus Satelliten und durch Wolken (Umwelt)
 - aus den Stern-Zwischenräumen über die „dunkle“ Materie (Astronomie/Forschung)
- weil bei manchen hohen Frequenzen die Natur spezifisch reagiert, wie z.B. Reflexion von Kurzwellen an der Ionosphäre, Absorption von Mikrowellen durch Wasser oder Luftsauerstoff, Signal-Emission von Atomkernen aus biologischem Gewebe (**Kernspin-Tomographie**).

Anwendungen: Hochfrequenztechnik und Informationsübertragung:

Für die drahtlose Übertragung von Informationen ist die hochfrequente Trägerwelle der „Zug“, auf den Sprache, Musik, Bild- oder Computerdaten als Modulation aufgepackt werden. Der Träger mit Modulation wird als elektromagnetische Welle mittels Antennen oder Wellenleitern vom Sender zum Empfangsgerät übertragen, welches verschiedene Trägerwellen an der Frequenz unterscheiden kann.

Beispiel: Fernseh-Rundfunk

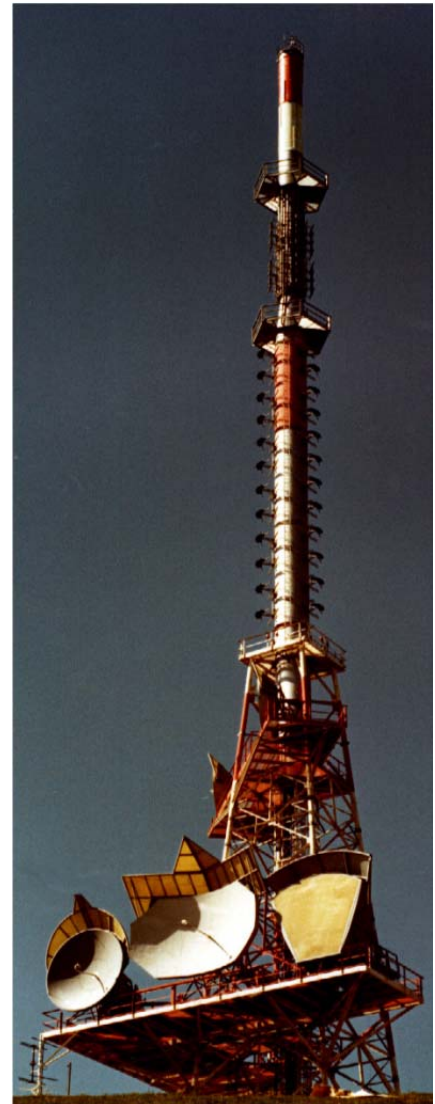
Beim terrestrischen Fernsehfunk (z.B. DVB-T) werden Bild- und Ton-Informationen auf eine Trägerwelle von einigen 100 MHz aufmoduliert und dann rund um den Sendeturm abgestrahlt, damit viele Empfänger gleichmäßig empfangen können.

Beispiel: Mobilfunk

Ein Netzwerk von Feststationen (Mobilfunktürme) sendet auf verschiedenen Frequenzen in der Nähe von 800 MHz / 900 MHz / 1800 MHz (D-/E-Netz, LTE) bzw. 1,9 - 2,1 GHz (UMTS) an die mobilen Endgeräte. Diese senden während des Gesprächs an die Feststationen, die direkt oder über Richtfunk und Glasfasern mit dem Festnetz verbunden sind.



Satelliten-Bodenstation Usingen



Sendeturm mit Fernseh- und UKW-Rundstrahl-Antenne oben und Richtfunk-Antennen unten

Beispiel: Terrestrischer und Satelliten-Richtfunk

Mit großflächigen Parabolschalen lassen sich elektromagnetische Wellen gut bündeln, so dass eine Übertragung nur zwischen zwei Stationen entsteht, z.B. auf der Erde zwischen Richtfunk-Türmen oder zwischen einer Bodenstations-Antenne und „ihrem“ Satelliten. Ein Nachrichten-Satellit kann über mehrere Richtantennen mit vielen Bodenstationen Kontakt halten und Informationen übertragen, also z.B. ein Satellit über dem Atlantik mit Europa, Afrika, Süd- und Nordamerika.

Beispiel: Optische Nachrichtenübertragung mit Lasern und Glasfasern

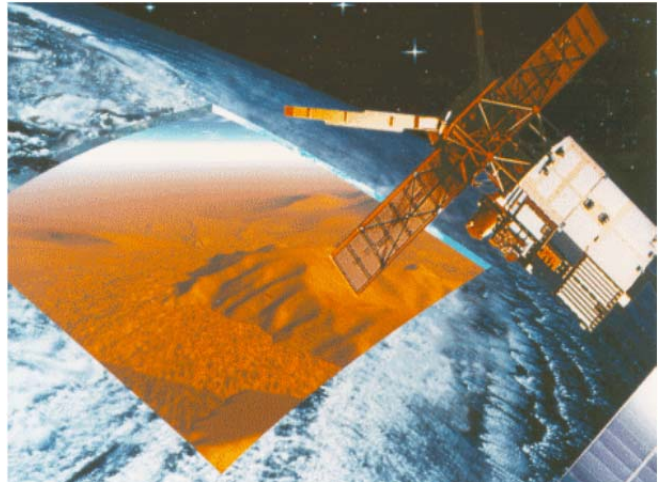
Durch dünne Fasern aus speziellem Quarzglas lassen sich über weite Strecken (50 km) ohne Zwischenverstärkung extrem große Informationsmengen (> 1 Tbit/s) gleichzeitig übertragen. Für längere Strecken zu lande und für transkontinentale Verbindungen durch Ozeane werden optische Lichtverstärker verwendet, um rein optisch Wege von 6000 km zu überbrücken. Die mit Lasern erzeugten Trägerfrequenzen liegen dabei im Infrarot. Die optische Nachrichtenübertragung ist die Schlüsseltechnologie, die Sprach- und Datenübertragung im heute üblichen Umfang und damit auch das Internet erst möglich macht.

Anwendungen: Hochfrequenztechnik bei bildgebenden Messverfahren:

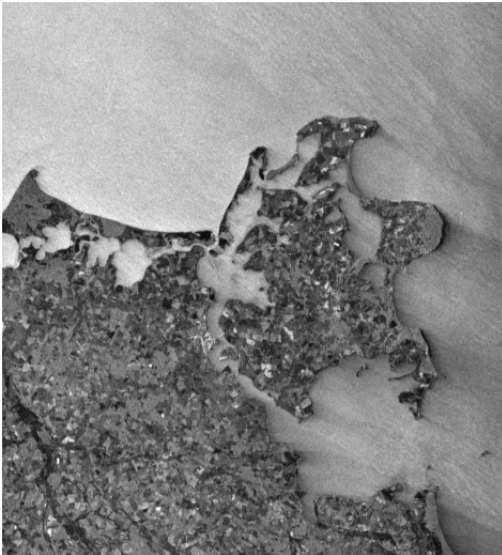
Beispiel: Umwelt-Messtechnik

Der europäische Fernerkundungs-Satellit ERS 1 ermittelt seit 1991 fortlaufend Daten zur **Klima-Beobachtung** wie z.B.

- Temperatur von Land und See,
- Windfelder über See,
- Höhen / Gestalt von Eisbergen,
- Boden / Vegetationszustände.



Der Satellit ERS 1. Skizziert ist der in einem Moment beobachtete Ausschnitt der Erdoberfläche.



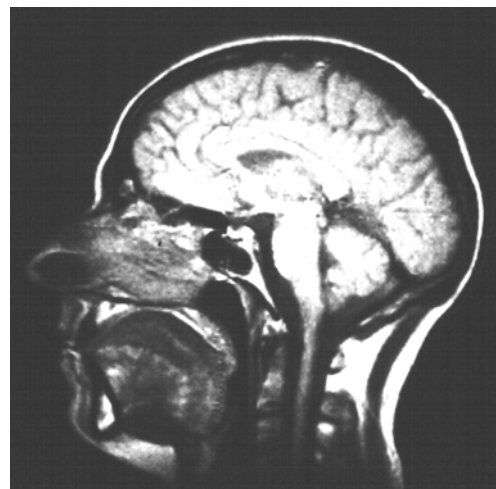
Das Radarbild aus 800 km Höhe **durch eine dichte Wolkendecke** zeigt die Insel Rügen. Man erkennt den Windschatten rechts neben den Landgebieten. Die Aufnahme wurde von einem Radar mit synthetischer Apertur erstellt und **kann Details in einer Größe von nur 30 m auflösen**.

Beispiel: Medizinische Diagnostik

Jeder Stoff enthält Atome und Atomkerne. Im biologischen Gewebe ist der Wasserstoff-Kern (Proton) besonders häufig vorhanden. Sein magnetischer Dipol (Spin) kann mit einem starken Magnetfeld mit Gleich- und Hochfrequenzanteilen „angestoßen“ werden und strahlt dann eine für die Gewebe-Umgebung charakteristische Strahlung ab. Diese wird mit Empfangsantennen außerhalb des Körpers gemessen. Aufgetragen über dem Ort der Messung lassen sich so beliebige und **aussagekräftige Schnittbilder aus dem Körperinneren** erzeugen.



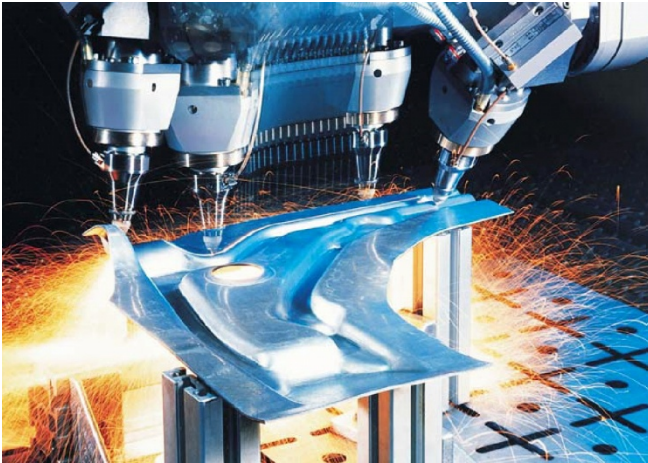
Diese „Kopfspule“ dient zur Erstellung von besonders detail-reichen Kopf-Schnittbildern mit dem Kernspin-Tomograph



Kernspin-Tomographie: Längsschnittbild durch einen Kopf

Anwendung: Laser in Materialbearbeitung und Medizintechnik

Beispiel: Schneiden und Schweißen von Blechen in der Automobil-Industrie



Das Licht eines Lasers kann aufgrund der hohen Kohärenz und der gebündelten Abstrahlung auf sehr kleine Durchmesser fokussiert werden. Im Fokus ("Brennpunkt") erhitzt die absorbierte Lichtleistung das Werkstück weit über den Schmelzpunkt. Mit Lichtleistungen von einigen Watt bis etwa 20 kW bei Wellenlängen zwischen 10 μm (Infrarot) und 0,1 μm (Ultraviolett) können große Teile oder auch feine Details bearbeitet werden.

Bild: Schneiden von Edelstahl mit einem CO₂-Laser

Beispiel: Strukturierung von Halbleitern in der Halbleiter-Produktion

Für moderne Computer-Prozessoren und Speicher-Bausteine werden Halbleiter-Strukturen mit einer Größe von nur wenigen Zehntel Mikrometern benötigt. Um diese mit Hilfe photolithografischer Verfahren wirtschaftlich erzeugen zu können, werden leistungsstarke und spektral reine Lichtquellen im ultravioletten Spektralbereich benötigt. Der Excimer-Laser, ein Gaslaser mit einer Edelgas-Halogen-Mischung, ist hierfür sehr gut geeignet.

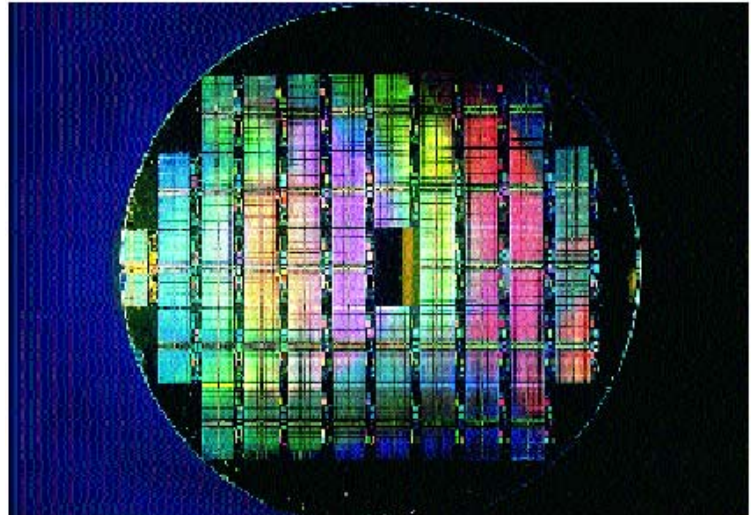


Bild: Silizium-Wafer mit Speicher-Chips

Beispiel: "Bearbeitung" von biologischem Gewebe: Laser in der Medizintechnik

Der Einsatz des Lasers in der Medizintechnik ermöglicht eine Reihe neuer Therapie-Methoden. Dabei ist weniger der Ersatz des klassischen Skalpells durch den Laser interessant, sondern Verfahren, die die spezifischen Eigenschaften des Laserlichtes ausnützen. In der Augenchirurgie können beispielsweise mit den extrem kurzen, aber leistungsstarken Pulsen eines Excimer-Lasers sehr dünne Schichten der Hornhaut gezielt abgetragen werden. Auch starke Fehlsichtigkeiten können damit korrigiert werden. Die Aberrationen, d.h. der optische Fehler des Auges wird vor der Behandlung mit laseroptischen Methoden bestimmt.

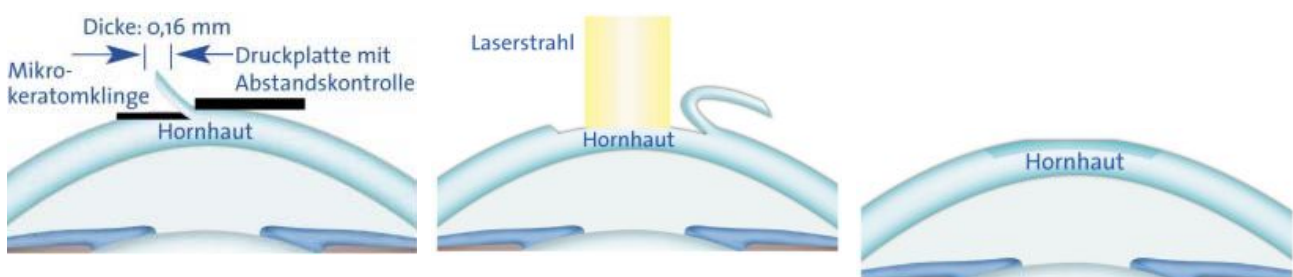


Bild: Laser-Augenchirurgie "LASIK" (Laser in-situ Keratomileusis)

Berufliche Perspektiven im Bereich Hochfrequenztechnik und Photonik

- In **Industriebetrieben**
wie z.B. der Informations- und Kommunikationstechnik, Messtechnik, Navigationstechnik, Medizintechnik, Verkehrstechnik, Energieversorgung und in der nichtelektrotechnischen Industrie
- Bei **Dienstleistungsunternehmen, Netzbetreibern und Betriebseinrichtungen**:
wie z.B. für Mobil- und Festnetz-Kommunikation, Internet-Provider, Rundfunk, Flugsicherung, Raumfahrt (ESA, NASA)
- In **Forschungseinrichtungen** (neben Industrie und Hochschule)
wie z.B. Max-Planck-Instituten (MPI), Instituten der Fraunhofer-Gesellschaft (FhG), dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) oder CERN, DESY und anderen.

Der Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik im Überblick

Der Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik (LHFT) ist einer der 14 Lehrstühle des Departments für Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (IEEI) an der Technischen Fakultät der Universität Erlangen-Nürnberg. Der LHFT deckt in Forschung und Lehre das Themengebiet der Hochfrequenztechnik und Photonik in einem weiten Frequenzbereich bis hin zu optischen Frequenzen ab.

Hochschullehrer

- Prof. Dr.-Ing. Lorenz-Peter Schmidt (Vorstand)
- Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek (Vorstand)
- Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schmauß (Professur für Optische Hochfrequenztechnik und Photonik)
- Prof. Dr.-Ing. Klaus Helmreich (Professur für Rechnergestützten Schaltungsentwurf)
- Prof. em. Dr.-Ing. Hans H. Brand
- Prof. i.R. Dr.-Ing. Siegfried Martius

Der LHFT in Zahlen

- Gegründet 1969
- ca. 50 wiss. und nichtwiss. Mitarbeiter sowie Stipendiaten
- 4 externe Lehrbeauftragte
- Über 1200 betreute Studien- und Diplomarbeiten
- Über 50 Dissertationen und 2 Habilitationen
- Über 800 wissenschaftliche Publikationen

Forschungsschwerpunkte

- Bildgebende Radar- und Radiometriesysteme, Funkortung, RFID-Systeme
- Antennen, Wellenleiter und Quasioptik
- Millimeterwellen- und THz-Messtechnik
- Hochbitratige optische Kommunikationssysteme,
- Faseroptik, Laserentwicklung und optische Messtechnik
- Medizintechnik, Ophthalmologie und MR-Tomografie

Laborausstattung/apparative Ausstattung

- Antennen- und EMV-Messkammer, Radar- und Radiometrie-Labor
- CAD-Labor für Schaltungs-, System- und Feldsimulation
- Vektorielle Mikrowellenmesstechnik bis 450 GHz, skalare THz-Messtechnik
- Laser- und Photonik-Labor, Lichtwellenmesstechnik und Glasfasertechnik
- Laser-Plotter für Rapid-Prototyping planarer Mikrowellenschaltungen

Homepage des Lehrstuhls: www.lhft.eei.uni-erlangen.de

Adresse und Kontakt:

Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik, Cauerstr. 9, 91058 Erlangen
Telefon/Sekretariat: 09131/8527214, Email: lhft@lhft.eei.uni-erlangen.de