



# 50 JAHRE

Fakultät für  
**Elektrotechnik und Informationstechnik**  
der TU Graz

Manfred Kaltenbacher  
Bernhard A. Reismann









50 Jahre Fakultät für  
Elektrotechnik und Informationstechnik  
der TU Graz

Manfred Kaltenbacher  
Bernhard A. Reismann

## Impressum

Herausgeber: Manfred Kaltenbacher, Bernhard A. Reismann

Lektorat: Christopher Schaffer

Umschlaggestaltung: TU Graz

Layout und Satz: Christina Fraueneder, [www.studio-chf.at](http://www.studio-chf.at)

Druck: Medienfabrik Graz, [www.mfg.at](http://www.mfg.at)

2026 Verlag der Technischen Universität Graz

[www.tugraz-verlag.at](http://www.tugraz-verlag.at)

ISBN (print) 978-3-99161-028-1

ISBN (e-book) 978-3-99161-029-8

DOI 10.3217/978-3-99161-028-1



Dieses Werk ist lizenziert unter der Creative Commons

Namensnennung 4.0 International (CC BY 4.0) Lizenz.

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>

Diese CC-Lizenz gilt nicht für das Cover, Materialien von Dritten (anderen Quellen zugeschrieben) und anderweitig gekennzeichnete Inhalte.

## Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://www.dnb.de> abrufbar.



50  
JAHRE

Fakultät für  
**Elektrotechnik und Informationstechnik**  
der TU Graz

Manfred Kaltenbacher  
Bernhard A. Reismann

# Inhalt

---

Vorworte	9
----------	---

---

Impulsvorträge	21
----------------	----

Automatisierung im Wandel – von klassischer Regelungstechnik zu KI-gestützter Autonomie	22
Mehr Technikerinnen!	24

---

Historische Entwicklung der Elektrotechnik an der TU Graz	27
---	----

Streiflichter auf die Geschichte der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule und Technischen Universität Graz bis zum Jahr 2000	28
Erste Vorlesungen aus Elektrotechnik	29
Die Ausgestaltung des elektrotechnischen Laboratoriums und die versuchte Errichtung einer eigenen Lehrkanzel für Elektrotechnik	31
Räumliches	33
Das „Schlüsseljahr“ 1920 und die Ära Karl Koller bis 1938	35

1938 bis 1945. Die Grazer Elektrotechnik während der Jahre des Dritten Reiches	37
Neuanfang 1945 und Entwicklung bis 1975	38
1975 bis 2000: Die Elektrotechnik an der Technischen Universität Graz und ihre Entwicklung	41
Die Dekane der Fakultät von 1976 bis 2025	44
Die einzelnen Institute bis zum Jahr 1999 – und ein kleiner Ausblick auf die weitere Entwicklung	44
Neue Institute ab dem Jahr 2000	65

---

Die Fakultät	69
--------------	----

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik	70
Highlights und Erinnerungen	76

---

Fields of Expertise (FoE) und Research Centers mit Beteiligung der Fakultät	87
---	----

Fields of Expertise	88
Leadprojekte	89
Research Centers (RCs)	90
Die Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik in den FoEs	92
Die Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik in Research Centers	95

---

## Institute der Fakultät 99

Institut für Elektrische Antriebe und Leistungselektronische Systeme	100
Institut für Elektrische Anlagen und Netze	106
Institut für Hochspannungstechnik und Systemmanagement	114
Institut für Elektrizitätswirtschaft und Energieinnovation	121
Institut für Grundlagen und Theorie der Elektrotechnik	127
Institut für Elektronik	134
Institut für Kommunikationsnetze und Satellitenkommunikation	140
Institut für Signalverarbeitung und Sprachkommunikation	144
Institut für Regelungs- und Automatisierungstechnik	155
Institut für Technische Informatik	160
Institut für Hochfrequenztechnik	167
Institut für Elektrische Messtechnik und Sensorik	172

---

## Studienrichtungen der Fakultät 181

Die Studienrichtungen an der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik	182
Bachelorstudium Electrical and Electronics Engineering (EEE)	185

Masterstudium Elektrotechnik bzw. Electrical and Electronics Engineering (EEE)	187
Masterstudium Elektrotechnik-Wirtschaft	187
Bachelor- und Masterstudium Information and Computer Engineering (ICE)	188
Bachelor- und Masterstudium Elektrotechnik-Toningenieur (ET-TI)	192
Bachelor- und Masterstudium Digital Engineering (DE)	200
Masterstudium Space Sciences and Earth from Space (SSES)	203
Doctoral School Elektrotechnik	207
Doctoral School Informations- und Kommunikationstechnik	210

---

## Zeichensäle der Fakultät 215

Dynamobauzeichensaal	216
Hochspannungszeichensaal	221

---

## Beiträge von Absolvent\*innen und Studierenden der Fakultät 227

Absolvent*innen und ihr Werdegang	228
Interviews mit aktiven Studierenden	249



# Vorworte

Die Herausgeber der Festschrift  
Manfred Kaltenbacher, Institut  
für Grundlagen und Theorie der  
Elektrotechnik, und Bernhard A.  
Reismann, Archiv der Technischen  
Universität Graz.



Maurer



Schrotter

Mit der vorliegenden Festschrift wird das 50-jährige Jubiläum der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik gewürdigt, die 1975 aus der Fakultät für Maschinenwesen und Elektrotechnik entstand. Ein halbes Jahrhundert voller wissenschaftlicher Innovationen, akademischer Exzellenz und technischer Fortschritte liegt hinter uns – eine Erfolgsgeschichte, die durch das Engagement der zahlreichen Mitarbeiter\*innen geprägt wurde. Dieses Jubiläum bietet die Gelegenheit innezuhalten, auf die Errungenschaften zurückzublicken und zugleich mit Optimismus in die Zukunft zu schauen. Die Festschrift ist aber nicht nur ein Rückblick auf wissenschaftliche und akademische Erfolge, sondern auch eine Hommage an all jene, die die Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik geprägt haben. Sie soll Erinnerungen bewahren, Inspiration bieten und Motivation für die kommenden Generationen sein.

Die Geschichte der Elektrotechnik reicht an der Technischen Universität Graz weit zurück – genauer gesagt über 170 Jahre. Ein besonders prägendes Kapitel dieser Entwicklung begann im Jahr 1975 mit der Gründung der eigenen Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik, die seither kontinuierlich gewachsen ist und sich zu einer der führenden Institutionen auf diesem Gebiet entwickelt hat.

Diese Festschrift widmet sich nicht nur der bewegten Geschichte der Fakultät, sie legt einen besonderen Fokus auf deren aktuelle Struktur und gegenwärtigen Stand. Neben der Vorstellung der verschiedenen Fields of Expertise und der Research Centers der TU Graz, die in enger Verbindung mit der Fakultät stehen, wird auch ein detaillierter Einblick in die zwölf Institute und ihr Wirken gegeben. Jedes dieser Institute widmet sich hochaktuellen Forschungsfeldern und trägt mit innovativen Projekten und Kooperationen maßgeblich zur wissenschaftlichen und technologischen Weiterentwicklung bei.

Darüber hinaus werden die verschiedenen Studienrichtungen präsentiert, die Studierenden eine fundierte akademische Ausbildung bieten und sie optimal auf die Herausforderungen der modernen Technik- und Informationswelt vorbereiten. Besondere Aufmerksamkeit gilt dabei den beiden renommierten Zeichensälen – Dynamobau und Hochspannung – die seit vielen Jahren als traditionsreiche Lern- und Arbeitsräume für Studierende dienen und eine enge Vernetzung zwischen Theorie und Praxis ermöglichen.

Ein zentraler Bestandteil dieser Darstellung sind auch die oftmals seit Jahrzehnten bestehenden, engen Verbindungen der Fakultät zur Industrie. Viele führende Unternehmen kooperieren mit den

Instituten, fördern den Wissensaustausch und bieten Studierenden wertvolle Einblicke in die Praxis. In diesem Zusammenhang kommen nicht nur Vertreter\*innen von Unternehmen zu Wort, sondern auch Absolvent\*innen, die über ihre beruflichen Erfahrungen berichten und den Einfluss ihres Studiums auf ihre Karriere schildern.

Ergänzend dazu runden persönliche Beiträge und Rückblicke der letzten drei Dekane das Bild ab. Sie reflektieren ihre Amtszeiten, beleuchten zentrale Entwicklungen und Herausforderungen und geben wertvolle Einblicke in die strategische Ausrichtung der Fakultät in den vergangenen Jahren.

Diese umfassende Betrachtung von Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft zeigt eindrucksvoll, wie sich die Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik zu einer tragenden Säule der TU Graz entwickelt hat und welche wichtigen Impulse sie für Forschung, Lehre und Innovation setzt.

Ein solches Werk wie dieses kann nur entstehen, wenn viele engagierte Menschen zusammenarbeiten und ihren Beitrag dazu leisten. Das gilt insbesondere für das Dekanatsteam Alexandra Zavec, Astrid Pessler, Robert Binder und Edith Lanz sowie Student Emanuel Brandl, die mit unermüdlichem Einsatz und ihrer professionellen Arbeit wesentlichen Anteil an dieser Festschrift haben.

Ein besonderer Dank geht auch an den Verlag der TU Graz, der durch Gabriele Groß und Sara Parker dieses Buchprojekt höchst professionell abwickelte. Für die ansprechende grafische Gestaltung und das mit viel Einfühlungsvermögen umgesetzte Layout zeichnete in bewährter Weise Christina Fraueneder verantwortlich, das Lektorat und Korrektrat besorgte mit viel Umsicht und Akribie Christopher Schaffer vom Verlag Sublilium Schaffer.

Danken möchten wir aber auch all jenen Menschen, die in den vergangenen Monaten mitgedacht und mitgeplant haben, die neben ihrer alltäglichen beruflichen Tätigkeit noch schriftlich aktiv dazu beigetragen haben, dass diese Festschrift entstehen konnte, all jenen, die Artikel beigesteuert haben, die in ihren Bildarchiven gesucht haben, die in diesem Zusammenhang viel Zeit und

Herzblut investiert haben und damit gezeigt haben, dass ihnen „Ihr Institut“, „Ihre Einrichtung“ und die gesamte Fakultät ein besonderes Anliegen sind! Dies gilt insbesondere für alle Institutsleiter\*innen und deren engagierte Mitarbeiter\*innen, die Studierenden, die Interviews gegeben und ausgewertet haben und die Beitragenden aus den Zeichensälen. Das gilt aber auch für alle Absolvent\*innen, die in ihren Beiträgen ausschließlich mit Freude an ihr Studium an der Fakultät zurückdenken und für alle Personen von Partnerfirmen, die dieses Werk mit Beiträgen bereichert haben.

Fünzig Jahre sind ein guter Zeitpunkt, um auf Geleistetes zurückzublicken, Gegenwärtiges festzuhalten und Wege in die Zukunft zu öffnen. Das alles manifestiert sich in dieser Festschrift. Wir hoffen – und glauben, dass die geballte positive Energie, die in der Arbeit am Zustandekommen dieser Festschrift steckt, und der gute Geist des Miteinanders an unserer Fakultät beim Lesen auch auf Sie überspringen. Wenn Sie bei der Lektüre einige spannende oder gar staunende Momente erleben, wenn Sie sich beim Lesen vielleicht sogar selbst wiederfinden, wiedererkennen oder wenn gute Erinnerungen an die eigene Studienzeit in Graz geweckt werden, wenn Sie nach der Lektüre gar einen guten Überblick über die Entwicklung, das breite Spektrum, die hohen Leistungen und die innovative Zukunftsorientierung unserer Fakultät gewonnen haben, dann hat dieses Werk seinen Zweck und Sinn voll erfüllt!

Graz, im März 2025  
Manfred Kaltenbacher und  
Bernhard A. Reismann



# 50

Jahre Fakultät für Elektrotechnik  
und Informationstechnik –  
ein Grund zur Freude und zum Feiern!

Angesichts globaler Herausforderungen wie Klimawandel, Energiewende oder auch fortschreitender Digitalisierung ist die exzellente Forschungsarbeit der Fakultät mit ihren zwölf Instituten Garant für zukunftsfähige Energieversorgungssysteme, innovative Weiterentwicklungen in der Mikro- und Nanoelektronik, Fortschritte in der Kommunikation zwischen Mensch und Maschine sowie moderne Satellitenkommunikation. Ihre Forschungsstärken in den Bereichen nachhaltige Energiesysteme, Electronic Based Systems (EBS) und Informations- und Kommunikationstechnik genießen national wie auch international großes Renommee.

Durch die enge Vernetzung mit Gesellschaft und Industrie gelingt der Fakultät zudem ein effizienter Technologietransfer, durch den Forschungsergebnisse rasch angewendet werden können. Erfolgreiche Projekte in Christian Doppler Labors, enge Zusammenarbeit mit den Silicon Austria Labs und die Beteiligung an Kplus-Kompetenzzentren wie Pro2Future oder Virtual Vehicle Research GmbH sind nur einige Belege dieser Stärke.

Besonders hervorheben möchte ich auch die wichtige Rolle der Fakultät in der Ausbildung der Fachkräfte von morgen. Mit ihrem Fokus auf der Verbindung von Theorie und Praxis sowie auf interdisziplinären Ansätzen bereitet sie Studierende auf die kom-

plexen Anforderungen der Zukunft vor. Ein positives Beispiel dafür sind die Bachelor- und Masterstudien „Digital Engineering“, die Inhalte aus den Bereichen Elektrotechnik, Maschinenbau und Informatik kombinieren und Absolvent\*innen dazu befähigen, technologische Herausforderungen an diesen interdisziplinären Schnittstellen zu meistern.

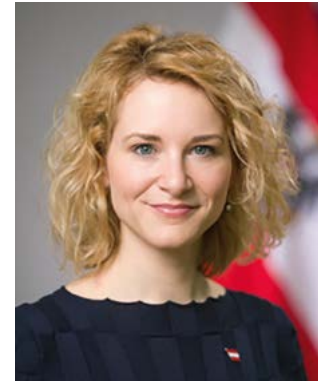
Diese Festschrift bietet einen faszinierenden Einblick in die Bandbreite an Errungenschaften, die die Fakultät in den vergangenen fünf Jahrzehnten hervorgebracht hat. Gleichzeitig dokumentiert sie die weitreichenden Entwicklungen der Elektro- und Informationstechniken in den letzten Jahren.

Ich bin überzeugt, diese Fakultät wird auch weiterhin wesentliche Impulse für die gesellschaftlichen und technologischen Entwicklungen in Österreich und darüber hinaus setzen. Daher wünsche ich allen hier Wirkenden die notwendige Tatkraft und Entschlossenheit, um die anstehenden Herausforderungen zu bewältigen. Möge dabei die Freude an der Arbeit nie zu kurz kommen!

Alles Gute für die kommenden 50 Jahre!  
Ihre Eva-Maria Holzleitner

Eva-Maria Holzleitner,  
Bundesministerin für  
Frauen, Wissenschaft  
und Forschung.

Fotoservice des BKA





Elke Kahr  
Bürgermeisterin der  
Stadt Graz.

Foto Fischer - Stadt Graz

**S**ehr geehrte Damen und Herren!

Es ist mir eine große Ehre, anlässlich des 50-jährigen Bestehens der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik der TU Graz einige Worte an Sie richten zu dürfen. Dieses Jubiläum ist nicht nur ein bedeutender Meilenstein für die Fakultät und die Universität, sondern auch ein Anlass, die enge Verbindung zwischen Wissenschaft, Forschung und unserer Stadt Graz hervorzuheben.

Seit ihrer Gründung im Jahr 1975 hat sich die Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik zu einem herausragenden Zentrum für Lehre und Forschung entwickelt. Sie hat zahlreiche Generationen von Studierenden geprägt, ausgebildet und durch ihre bahnbrechenden Innovationen zur technologischen Weiterentwicklung in Österreich und darüber hinaus beigetragen. Diese Erfolgsgeschichte verdient höchsten Respekt und unsere Anerkennung.

Graz ist nicht nur eine historische Kulturstadt, sondern auch ein dynamisches Bildungs- und Forschungszentrum. Die TU Graz spielt dabei eine Schlüsselrolle und trägt maßgeblich dazu bei, den Standort Graz als Knotenpunkt für technische Innovationen zu stärken. Besonders die Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik hat durch ihre Expertise und ihre internationalen Kooperationen maßgeblich dazu beigetragen, dass Graz heute als attraktiver Wirtschafts- und Wissenschaftsstandort gilt.

Die Bereiche Elektrotechnik und Informationstechnologie prägen unseren Alltag in einer Weise, die noch eine Generation vor uns kaum denkbar gewesen wäre. Hinter jeder technologischen Errungenschaft stehen kluge Köpfe, engagierte Forscher\*innen sowie engagierte Lehrende. Dank ihrer Arbeit hat Graz nicht nur wichtige Impulse in der akademischen Welt gesetzt, sondern auch konkrete Verbesserungen im Leben der Menschen ermöglicht. Von energieeffizienten Lösungen in der Stadtentwicklung bis hin zu wichtigen Neuerungen in der Mobilität – die Innovationskraft der Fakultät zeigt sich in vielen Bereichen ganz konkret in unserer Stadt.

Es ist daher kein Zufall, dass zahlreiche Unternehmen aus der Hightech- und Innovationsbranche ihre Wurzeln in Graz haben oder sich hier angesiedelt haben. Das zeigt die fruchtbare Zusammenarbeit von Forschung, Lehre, Wirtschaft und vielen anderen Bereichen der Gesellschaft, die in unserer Stadt eine lange Tradition hat und von der wir auch in Zukunft profitieren werden.

Ein solches Jubiläum ist jedoch nicht nur ein Anlass, auf Erfolge zurückzublicken, sondern auch ein Moment, um in die Zukunft zu blicken. Themen wie die Energiewende, Digitalisierung und Nachhaltigkeit erfordern breit gedachte Lösungsansätze und eine starke Verbindung zwischen Wissenschaft, Politik und Gesellschaft. In diesem Sinne wünsche ich der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik weiterhin viel Erfolg und Mut, neue Wege zu beschreiten, um mitzuhelfen, Antworten auf die großen Fragen unserer Zeit zu finden.

Im Namen der Stadt Graz gratuliere ich Ihnen herzlich zu diesem besonderen Jubiläum. Mein Dank gilt allen, die durch ihre Arbeit und ihren Einsatz zur beeindruckenden Geschichte und Gegenwart der Fakultät beigetragen haben: den Lehrenden, Forschenden, Studierenden, Mitarbeiter\*innen sowie allen Kooperationspartnern. Ihre Leistungen sind ein wertvoller Beitrag für die Weiterentwicklung unserer Stadt und darüber hinaus.

Ich wünsche Ihnen eine festliche Jubiläumsveranstaltung, bereichernde Begegnungen und vor allem Zuversicht und Inspiration für die kommenden Jahre.

Mit herzlichen Grüßen und den besten Wünschen  
Elke Kahr

Die Geschichte der Elektrotechnik an der TU Graz ist lange und mit herausragenden Persönlichkeiten verbunden. Seit fünfzig Jahren besteht eine eigene Fakultät für Elektrotechnik, die heutige Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik (ETIT). Sie ist international höchst angesehen. Waren die Institute der Fakultät lange Jahre über die gesamte Stadt verstreut, wurde der Campus Inffeldgasse in den letzten zwei Jahrzehnten zum Herzen der Fakultät, wobei sich der Bereich in jüngster Zeit infrastrukturtechnisch und thematisch stark vergrößerte. Am Campus Inffeldgasse stehen die Baukräne nicht mehr still. Das Center für Electronic Based Systems und der Hauptsitz der Silicon Austria Labs bieten seit Kurzem Raum für exzellente Forschung und Vernetzung.

Im Bereich der Studien und Lehre war und ist die Fakultät ETIT österreichweit Vorreiterin bei der Etablierung interdisziplinärer und interuniversitärer Studien. Das Studium Elektrotechnik-Toningenieur wurde als erstes interuniversitäres Studium überhaupt in Österreich eingerichtet, ist international bekannt und nachgefragt. Mit dem Studienversuch Telematik gelang früh eine einzigartige Verbindung zwischen Elektrotechnik und Informatik. Digital Engineering vermittelt seit einigen Jahren Inhalte der Elektrotechnik, des Maschinenbaus und der Informatik. Dazu kommen zahlreiche Weiterbildungsinitiativen wie zuletzt GreenChips-EDU in der Mikroelektronik.

Die Qualität in der Lehre genießt eine hohe Priorität. Mitglieder der Fakultät wurden von der TU Graz mit dem Preis für exzellente Lehre und dem Staatspreis „ars docendi“ ausgezeichnet. Sichtbare Ergebnisse sind Absolvent\*innen, die beruflich national wie international höchst erfolgreich sind und in Spitzenpositionen Unternehmen und ihre Innovationen vorantreiben. Zudem wurden mehrere Studierende der Fakultät ETIT unter den Auspizien des österreichischen Bundespräsidenten promoviert.

Die Studierenden finden ein inspirierendes Umfeld mit verschiedenen Zeichensälen und Maker Spaces vor. In unseren Studienteams setzen sie erlerntes Wissen und ihre Fähigkeiten unmittelbar ein, wobei Elektro- und Informationstechniker\*innen äußerst gefragt sind: Sie sind entscheidend für die internationalen

Horst Bischof,  
Rektor der TU Graz.

Lunghammer – TU Graz



Erfolge der Teams, von Robotik über Raketen- und Satellitenbau bis hin zu verschiedenen Autorennbewerben.

Institute der Fakultät ETIT veranstalten zahlreiche internationale bedeutende Konferenzen und renommierte Großevents. Besonders wertvoll ist die Mitarbeit von Fakultätsmitgliedern in universitären Gremien und im Universitätsmanagement, etwa im Senat und in dessen Vorsitz. Die Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik lebt unsere Mission, unsere Werte und die Ziele der TU Graz somit sehr vielschichtig.

In diesem Sinne danke ich allen früheren und gegenwärtigen Fakultätsmitgliedern für das kooperative Klima, für ihre Begeisterung und Erfolge. Herzlichen Glückwunsch zum großartigen Jubiläum und für die Zukunft nur das Allerbeste – ad multos annos!

Horst Bischof



Andrea Höglinger,  
Vize Rektorin für Forschung.

Lunghammer – TU Graz

Die Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik (ETIT) ist forschungsstark, bestens vernetzt und international sichtbar. Leuchttürme haben sich im Bereich der Nachhaltigen Energiesysteme, der Electronic Based Systems und der Informations- und Kommunikationstechnik herauskristallisiert. Die wissenschaftliche Interdisziplinarität sucht Ihresgleichen und geforscht wird in Größenordnungen von Atto bis Zetta oder, um die Vorstellung konkret werden zu lassen: von kleinsten elektronischen Bauteilen bis in die Tiefen des Universums. In vielen dieser Bereiche ist die Fakultät ETIT österreichweit sowie international führend, man denke nur an die erste österreichische Weltraummission und diverse Satellitenprojekte.

Die Fakultät ETIT besticht durch starke Grundlagenforschung sowie industrierelevante und anwendungsorientierte Forschung. Viele Forschungslabore und eine Versuchsanstalt bieten neben modernster Computer- und Simulationstechnologie auch physisch den Raum für exzellente Forschung. Die Forschungszusammenarbeit mit namhaften Unternehmen ist hervorragend und inkludiert sowohl Global Player als auch innovative Klein- und Mittelbetriebe und Start-ups. Neue Gebäude und Infrastrukturen am Campus der TU Graz sollen die Vernetzung intensivieren, indem sich dort auch universitäre Spin-offs sowie Klein- und Mittelbetriebe aus dem Fachbereich einmieten können. Dadurch entsteht ein inspirierendes erweitertes Forschungsumfeld.

Besonders erfolgreich ist die Zusammenarbeit mit Industrie und Wirtschaft im Bereich der renommierten Christian Doppler (CD) Labors. Mehr als 40% unserer derzeit eingerichteten CD-Labors sind an der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik angesiedelt, mit über die letzten Jahre stark steigender Tendenz. Die Beteiligung der Fakultät ETIT an Förderschienen der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft FFG und insbesondere im COMET-Programm ist intensiv und vielseitig.

Exzellente Forschungsergebnisse spiegeln sich in hochkarätigen Forschungsprojekten inklusive ERC Grants, einem internationalen Spezialforschungsbereich des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (FWF), und großem Erfindungsreichtum wider. Die Nikola Tesla-Medaille der TU Graz wurde bereits zwei Mal an ETIT-Fakultätsmitglieder verliehen.

Die Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik bringt sich stark in unsere TU Graz Forschungsinitiativen ein, darunter in unsere Fields of Expertise, die Leadprojekte und die neuen TU Graz Research Centers (federführend im Bereich Energie). Als zukünftiges Themengebiet tut sich besonders die Akustik auf.

An den Erfolgen und Errungenschaften der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik wurde in den letzten fünfzig Jahren konsequent und hart gearbeitet. Dahinter stehen visionäre Persönlichkeiten, dahinter steckt das Engagement vieler – herzlichen Glückwunsch zum Erreichten! Mögen auch die kommenden Jahre neue und wertvolle Impulse bringen. Alles Gute auf dem Weg in die Zukunft!

Andrea Höglinger

Sehr geehrte Damen und Herren!

Vor einem halben Jahrhundert, im Jahr 1975, wurde die Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik (ETIT) an der Technischen Universität Graz gegründet. Seither hat sie sich zu einer bedeutenden Institution entwickelt, die durch exzellente Forschung und Lehre in den Bereichen Elektrotechnik und Informationstechnik national und international Anerkennung gefunden hat.

Die Fakultät umfasst heute zwölf Institute, die in vielfältigen Disziplinen tätig sind. Die Aktivitäten reichen von Grundlagenforschung bis hin zu angewandten Projekten, die im Sinne einer forschungsgeleiteten Lehre Einfluss auf die Lehrinhalte der Fakultät nehmen. Die Aktivitäten spiegeln die dynamische Entwicklung der Elektrotechnik und Informationstechnik wider. Die Fakultät arbeitet an zukunftsweisenden Projekten, die von der Entwicklung moderner Lokomotiven über Beiträge zu Weltraummissionen bis hin zu Innovationen in der medizinischen Diagnostik reichen.

Die Curricula der Fakultät sind darauf ausgerichtet, Studierende auf die Anforderungen einer sich ständig wandelnden Welt vorzubereiten. Mit einer soliden theoretischen Ausbildung und praxisnahen Projekten fördern die Studieninhalte die Entwicklung von Fachkompetenz und kreativer Problemlösungsfähigkeit. Heute betreibt die Fakultät mehrere Bachelorstudiengänge, darunter Electrical and Electronics Engineering, Information and Computer Engineering, Elektrotechnik-Toningenieur sowie Digital Engineering. Im Bachelorstudium Electrical and Electronics Engineering erwerben Studierende grundlegende Kenntnisse in Elektrotechnik und Naturwissenschaften und haben Zugang zu modernen Laboren. Das Bachelorstudium Information and Computer Engineering kombiniert Elektrotechnik, Informatik und Mathematik. Das Bachelorstudium Elektrotechnik-Toningenieur basiert auf einer mathematischen und physikalischen sowie musiktheoretischen und -praktischen Grundausbildung mit Fachwissen in den Bereichen Elektrotechnik, Signalverarbeitung, Akustik und Informatik. Im Bachelorstudium Digital Engineering lernen Studierende, interdisziplinäre technische Problemstellungen mathematisch zu formulieren, systematisch zu lösen und technisch umzusetzen. Die

Stefan Vorbach  
Vizerektor für Lehre.

Lunghammer – TU Graz



Fakultät legt Wert auf eine fundierte ingenieurwissenschaftliche Grundausbildung, die sowohl Berufsvorbereitung wie auch Basis für weiterführende wissenschaftliche Studien ist. Darüber hinaus werden auch attraktive Masterstudien angeboten, die hohes Ansehen in der Industrie, in Forschungsinstituten und öffentlichen Einrichtungen genießen.

Anlässlich des 50-jährigen Jubiläums möchte ich aber nicht nur auf die bisherigen Erfolge zurückblicken, sondern auch den Blick in die Zukunft richten. Die rasante Entwicklung von Technologien wie Künstlicher Intelligenz, Internet der Dinge und erneuerbaren Energien stellt uns vor neue Herausforderungen und bietet zugleich immense Chancen. Ich bin überzeugt, die Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik ist bestrebt, diese Entwicklungen aktiv mitzugestalten und durch exzellente Forschung und Lehre einen Beitrag zur Lösung globaler Probleme zu leisten.

Anlässlich des runden Jubiläums möchte ich mich bei allen bedanken, die in den vergangenen fünf Jahrzehnten zum Erfolg der Fakultät beigetragen haben – den Studierenden, Lehrenden, Forschenden, allen Mitarbeitenden an den Instituten und dem Dekanat sowie allen Partnern und Förderern. Gemeinsam blicken wir mit Zuversicht und Enthusiasmus in die Zukunft und freuen uns darauf, die nächsten Kapitel der Geschichte der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik an der TU Graz zu schreiben.

Mit herzlichen Grüßen  
Stefan Vorbach



Martin Horn,  
Dekan der Fakultät für  
Elektrotechnik und  
Informationstechnik.

Lunghammer – TU Graz

Liebe Leserin, lieber Leser,

als Dekan der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik freut und ehrt es mich sehr, für die Festschrift anlässlich des 50. Geburtstags unserer Fakultät ein Vorwort zu verfassen. Zunächst möchte ich meinem lieben Kollegen Manfred Kaltenbacher ganz besonderen Dank aussprechen. Seiner Initiative und seinem unermüdlichen Engagement ist die Festschrift in der vorliegenden Form zu verdanken. Er wurde vom gesamten Dekanatsteam tatkräftig unterstützt und auch hierfür möchte ich mich natürlich ganz herzlich bedanken.

Ein Geburtstag, noch dazu ein runder, ist eine willkommene Gelegenheit, um eine Bestandsaufnahme zu machen und ein Resümee zu ziehen. Die Fakultät hat in den letzten Jahren einen großen Wandel durchlebt. Sie umfasst zwölf Institute, etliche davon mit mehreren Professuren, das wissenschaftliche und administrative Personal hat einen Höchststand erreicht. Im Hinblick auf qualitätsvolle Lehre und Spitzenforschung ist diese Entwicklung sehr positiv zu bewerten.

Im Gegensatz zur Entwicklung im Personalbereich ist die Zahl der Studienanfänger\*innen, ähnlich wie in anderen klassischen Ingenieurdisziplinen, in den letzten Jahren leider rückläufig. Diese Diskrepanz ist in mehrfacher Hinsicht problematisch. Der zu erwartende Rückgang an Absolvent\*innen befeuert nicht nur den bereits jetzt akuten Fachkräftemangel in der Industrie, auch der in der Öffentlichkeit deutlich weniger thematisierte Mangel an Forschungsnachwuchs stellt ein zunehmendes Problem dar. Und schließlich spielt die Zahl der (hinreichend fleißigen) Studierenden auch eine zentrale Rolle bei der Universitätsfinanzierung.

Ein wesentliches Ziel der vergangenen und auch der nächsten Jahre ist daher die nachhaltige Stabilisierung der Studierendenzahlen auf einem vernünftig hohen Niveau. Dafür bedarf es zahlreicher Maßnahmen. Zunächst gilt es, die zentralen Kernaufgaben der Universitäten, Lehre und Forschung, weiterhin in hoher Qualität zu erfüllen. Hierfür benötigt man nicht nur exzellent qualifiziertes Personal, auch die technische Ausstattung der für Ingenieurwissenschaften äußerst wichtigen Labore spielt eine zentrale Rolle. Darüber hinaus unternimmt die Fakultät seit Jahren große Anstrengungen, Jugendlichen das attraktive und zukunftsorientierte Studienangebot der Fakultät näherzubringen und das oft fehlinterpretierte Berufsbild von Absolvent\*innen eines Elektrotechnikstudiums zurechtzurücken. Die gesetzten Maßnahmen sind mannigfaltig, exemplarisch seien Schulbesuche, Teilnahme an Studien- und Berufsmessen, Marketing über Social Media Kanäle und die „Graz Electrical Engineering Days“ genannt. Mit dem voraussichtlichen Inkrafttreten des neuen, englischsprachigen Masterprogrammes „Electrical and Electronics Engineering“ im Oktober 2025 wird das Elektrotechnikstudium an der TU Graz nun auch für internationale Studierende deutlich attraktiver, ein Anstieg der Studierendenzahlen ist hier zu erwarten.

Ich bin überzeugt, dass die bereits umgesetzten Maßnahmen sowie die laufenden und zukünftigen Aktivitäten zu einer Trendumkehr bei den Studierendenzahlen führen werden. Erste Indizien dafür gibt es bereits. So berichtet der OVE, der österreichische Dachverband für Elektrotechnik, vom großen Erfolg einer österreichweiten Imagekampagne der Elektrotechnik-Branche, die Jugendlichen die vielfältigen Themen der Elektrotechnik auf span-

nende Weise näher bringt<sup>1</sup>. Laut OVE ist bei Lehrberufen und an HTLs bereits ein deutlicher Aufwärtstrend bei den Neueinsteigern zu beobachten. Auch in unserer Fakultät zeigt die Zahl der Elektrotechnikstudierenden im ersten Semester seit etlichen Jahren erstmals wieder einen Aufwärtstrend.

Angesichts dieser durchaus positiven Ausblicke bin ich der festen Überzeugung, dass die Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik in den kommenden Jahren weiterhin eine sehr positive Entwicklung durchlaufen wird und eine zentrale Rolle bei der Ingenieurausbildung an der TU Graz spielen wird. Die Elektrotechnik ist und bleibt das Rückgrat moderner Technologien und ist treibende Kraft für Innovationen mit höchster gesellschaftlicher Relevanz.

In diesem Sinne wünsche ich unserer Fakultät alles Gute zum runden Geburtstag, den Leser\*innen wünsche ich viel Spaß bei der Lektüre der Festschrift.

Martin Horn

---

<sup>1</sup> <https://www.ove.at/presse/detail/erfolgreiches-jahr-fuer-branchenkampagne-join-the-future-verbessert-image-der-elektrotechnik/>





Florian Schneider,  
Vorsitzender der Studien-  
vertretung Elektrotechnik.

Richard Schneider



Markus Pelzl,  
Vorsitzender der Studien-  
vertretung Information and  
Computer Engineering.

Markus Pelzl

**S**ehr geehrte Damen und Herren!

Es ist schon etwas Besonderes, ein solches Jubiläum als Student mitfeiern zu dürfen. Einst Teil einer Gemeinschaft mit Maschinenbau und Verfahrenstechnik, konnte sich ein immer wichtiger werdender Zweig der TU Graz voll entfalten. Sicher wenige Bereiche der Technik haben sich in den letzten Jahrzehnten so stark verändert – von der dominierenden Energietechnik bis hin zu neueren Bereichen wie Mikroelektronik und Automatisierung. Die internationale Bekanntheit der Fakultät und die umfangreichen Kooperationen mit Firmen ermöglichen spannende Projekte. Das spüren wir täglich und es erfüllt uns mit Stolz, Teil dieser Gemeinschaft zu sein. Trotz abnehmender Zahlen engagieren sich stets Studierende in Gremien, um das Studium im Hintergrund mitzugestalten. Besonders hervorzuheben ist dabei nicht nur die hervorragende Kommunikation zwischen Studierendenvertretung und Fakultät, sondern auch zwischen Studierenden und Lehrenden – nicht ohne Grund zählen einige Lehrende der Fakultät zu den Preisträgern für exzellente Lehre.

Florian Schneider

**E**s ist uns eine besondere Ehre, als Studienvertretung Information and Computer Engineering (ICE) Teil der Feierlichkeiten zum 50-jährigen Jubiläum der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik zu sein. Dieses bedeutende Ereignis würdigt nicht nur die beeindruckende Geschichte und Entwicklung der Fakultät, sondern auch die Leistungen und das Engagement all jener, die sie geprägt haben.

Als interdisziplinärer Studienzweig vereinen wir in ICE moderne Informationstechnologie und klassische Elektrotechnik. Trotz der aktuellen Herausforderungen wie dem Rückgang der Studierendenzahlen bleibt der Einsatz der Studierenden in Gremien und anderen Bereichen unverändert hoch. Gemeinsam setzen wir uns dafür ein, das Studium kontinuierlich weiterzuentwickeln und aktiv mitzugestalten.

Wir sind stolz darauf, mit unserer Forschung und Lehre einen Beitrag zur Zukunft unserer Disziplinen leisten zu können. Diese Festschrift spiegelt die Vielfalt, den Innovationsgeist und die Verbundenheit unserer Fakultät wider. Wir danken allen, die dieses Jubiläum möglich gemacht haben und blicken mit Zuversicht auf die kommenden, sicherlich erfolgreichen Jahrzehnte.

Markus Pelzl





Anna Lipnik,  
Studienvertretung  
Elektrotechnik-  
Toningenieur.

Anna Lipnik



Florian Hohl,  
Vorsitzender der  
Studienvertretung  
Digital Engineering.

Florian Hohl

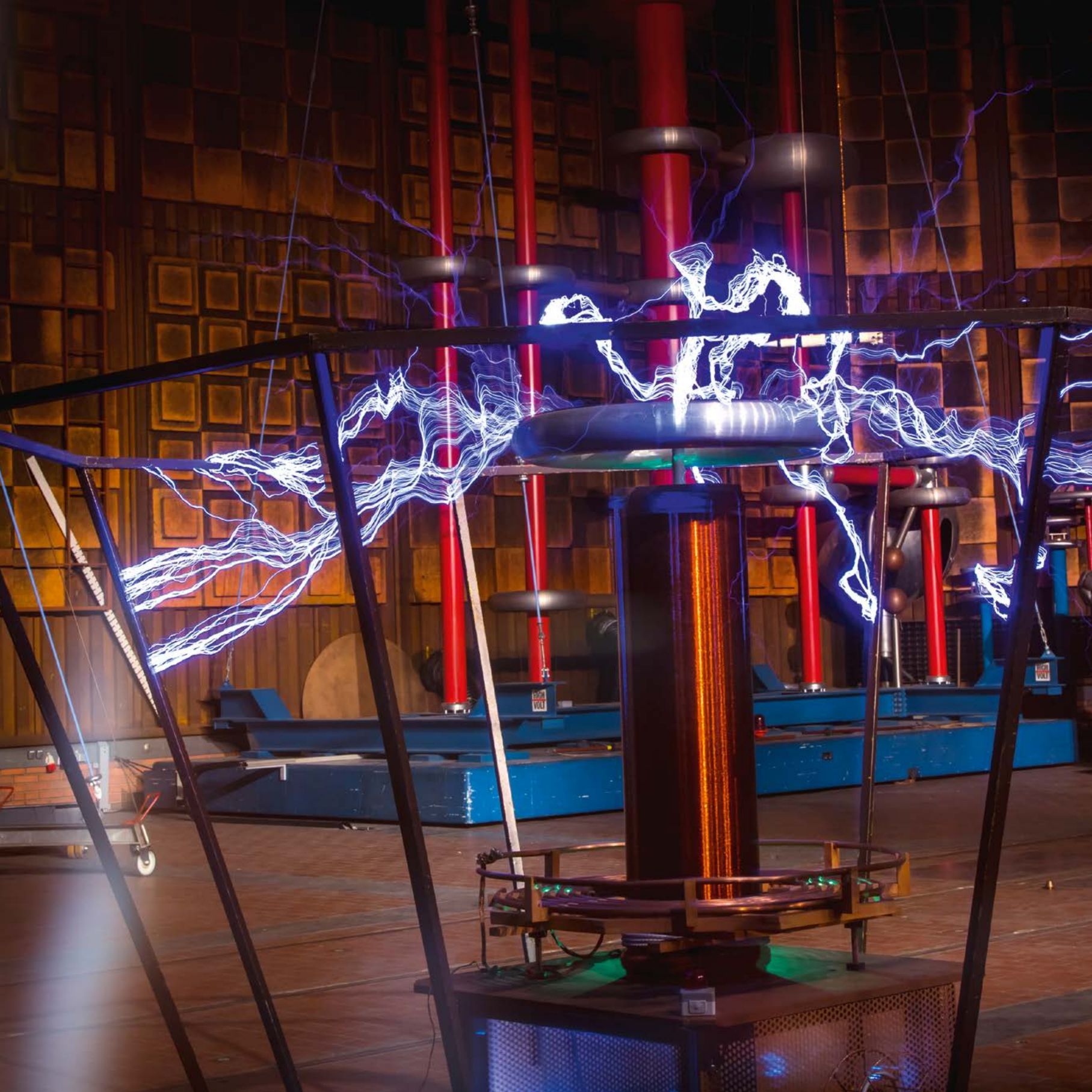
Das interuniversitäre Studium Elektrotechnik-Toningenieur, das von der TU Graz gemeinsam mit der Kunstuniversität Graz angeboten wird, ist ein eindrucksvoller Beweis für das anhaltende Engagement der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik für die interdisziplinäre Forschung und Lehre. Wir sind äußerst dankbar für die starke Unterstützung dieses einzigartigen Studiums und die Vielfältigkeit der Fakultät, die das ermöglichen. Die Schnittstellen zwischen Elektrotechnik, Informationstechnik und verwandten Disziplinen schaffen ein fruchtbares Umfeld, in dem innovative Ideen entstehen und wachsen können.

Unser Studium steht für die Verbindung von technischer Präzision und künstlerischer Kreativität. Dabei bildet die Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik das unverzichtbare Rückgrat für die ingenieurwissenschaftliche Ausbildung. So profitieren wir von dem umfassenden Lehrangebot, das Themen wie Signalverarbeitung, Regelungstechnik, Hochfrequenztechnik und Akustik abdeckt – all jenen Grundlagen, die notwendig sind, um innovative Lösungen in der Welt des Tons und der Medien zu entwickeln.

Anna Lipnik

1975 – Niki Lauda wird zum ersten Mal Formel-1-Weltmeister und IBM stellt mit dem IBM 5100 den ersten tragbaren Computer vor. Im selben Jahr wurde auch die Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik (ETIT) der TU Graz gegründet. 2025 sind mobile Geräte mit ständigem Internet allgegenwärtig und selbst die Autos fahren elektrisch. Sämtliche Fachbereiche der Fakultät ETIT sind heute aktueller denn je und zu unserem Glück existiert ein solches Kompetenzzentrum hier in Graz an der TU. Ein großer Teil unseres Studiums Digital Engineering findet an der Fakultät ETIT statt und ohne diese große Beteiligung würde unser Studium definitiv nicht existieren. Somit freut es mich, als Vorsitzender der Studienvertretung Digital Engineering herzlich zum 50. Jubiläum gratulieren zu dürfen. Ob bei organisatorischen oder fachlichen Themen – hier wird uns immer ein offenes Ohr geboten. Auch einmal Danke dafür!

Florian Hohl







Lunghammer - TU Graz



# Impulsvorträge

# Automatisierung im Wandel – von klassischer Regelungstechnik zu KI-gestützter Autonomie

## IMPULSVORTRAG KURZFASSUNG

In den letzten fünfzig Jahren hat sich die Automatisierungs- und Regelungstechnik grundlegend gewandelt – sowohl in ihren Zielen als auch in den zugrundeliegenden Konzepten. Während früher vor allem Effizienzsteigerung und Massenproduktion im Mittelpunkt standen, sind heute der Fachkräftemangel, Energie- und Ressourceneffizienz sowie die steigenden Anforderungen an Flexibilität und Adaptivität bis hin zur Losgröße 1 die zentralen Treiber. Diese neuen Anforderungen erfordern Konzepte, Methoden und Algorithmen, die weit über klassische Regelungs- und Steuerungstechnik hinausgehen.

Die Regelungstechnik hat sich von einer Disziplin der Systemanalyse und des Reglerentwurfs hin zu einer umfassenden Wissenschaft des Systemdesigns entwickelt. Neben Sensorik, Aktorik, Software und domänenspezifischem Wissen spielen nun Daten, maschinelles Lernen und Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI) eine entscheidende Rolle. Dieser Wandel hat weitreichende Konsequenzen: Automatisierungssysteme sind nicht mehr nur hierarchisch strukturierte, starre Regelkreise, sondern adaptive, kognitive Systeme, die Wahrnehmung, Analyse und Entscheidung

intelligent verknüpfen. Durch fortschrittliche Optimierungs- und Regelungsalgorithmen können moderne Systeme sich in Echtzeit selbstständig geänderten Umgebungsbedingungen anpassen, nichtlineare Effekte systematisch beherrschen und kontinuierlich am optimalen Arbeitspunkt operieren. Der Reifegrad dieser KI-gestützten Systeme bestimmt, in welchem Maße sie autonom agieren – von teleoperierten über teilautonome bis hin zu vollautonomen Systemen.

Diese Entwicklung wurde in den letzten Jahrzehnten maßgeblich durch vier technologische Treiber vorangetrieben – allesamt geprägt durch Fortschritte in der Elektrotechnik: Leistungsfähige Elektronik mit hoher Rechenleistung, energieeffizienter Hardware und kostengünstigem Speicher ermöglicht komplexe Berechnungen in Echtzeit. Hochintegrierte Sensorik erlaubt eine präzise, kostengünstige und vernetzte Erfassung des Systemverhaltens und der Umgebung. Echtzeitfähige Kommunikationstechnologien sorgen für eine drahtlose, latenzarme und sichere Datenübertragung über größere Entfernungen. Fortschritte in der Algorithmik, insbesondere in der Bildverarbeitung, Optimierung, Regelungstechnik, im maschinellen Lernen und in der Künstlichen Intelligenz, erweitern die Möglichkeiten der Automatisierung erheblich.

Anhand konkreter Beispiele – von autonomen Maschinen über neue Prozessautomatisierungslösungen in der Stahlindustrie bis hin zu innovativen Regelungsverfahren für quantenmechanische Experimente – wird der Vortrag diesen Wandel veranschaulichen. Abschließend wird ein Ausblick auf mögliche zukünftige Entwicklungen gegeben und die zentrale Rolle der Elektrotechnik als Schlüsseltechnologie für die nächste Generation der Automatisierung betont.

## Andreas Kugi

ist seit Juli 2023 der Wissenschaftliche Leiter des AIT Austrian Institute of Technology und seit Juni 2007 Professor für komplexe dynamische Systeme an der Technischen Universität Wien. Von 2007 bis 2023 war er zudem Institutsvorstand des Instituts für Automatisierungs- und Regelungstechnik (ACIN) der TU Wien.

Er studierte Elektrotechnik an der TU Graz (1986–1992, Diplom mit Auszeichnung) und promovierte 1995 mit Auszeichnung an der Johannes Kepler Universität (JKU) Linz, wo er sich 2000 im Fach Regelungstechnik habilitierte. Nach einer Professur für Systemtheorie und Regelungstechnik an der Universität des Saarlandes (2002–2007) folgten Rufe an die TU Dresden und das Karlsruher Institut für Technologie.

Seine Forschungsschwerpunkte liegen in der Modellierung, Regelung und Optimierung komplexer dynamischer Systeme. In Kooperation mit über vierzig Unternehmen arbeitete er an unterschiedlichen Anwendungen in der Automobilindustrie, Robotik, Antriebstechnik und der Prozessautomatisierung. Sein Ziel ist die Verbindung fortgeschrittener systemtheoretischer Konzepte mit industriellen Herausforderungen.

Er ist Autor von über 400 wissenschaftlichen Publikationen, darunter mehr als 180 in SCIE-Journalen, sowie Miterfinder von 167 Patenten in 48 Patentfamilien. Zudem betreute er mehr als

55 Dissertationen als Hauptbetreuer. Seine Arbeiten wurden mit siebzehn Best Paper Awards ausgezeichnet und er hielt elf Plenar- bzw. Semiplenarvorträge auf internationalen Konferenzen. Zu seinen Ehrungen zählen die Goldene Stefan-Ehrenmedaille des OVE (2023) und der IFAC Mechatronic Systems Outstanding Investigator Award (2022).

Von 2014 bis 2021 leitete er das Christian Doppler Labor für modellbasierte Prozessregelung in der Stahlindustrie, von 2017 bis 2023 das Center for Vision, Automation & Control am AIT. Er war Editor-in-Chief des IFAC Journals Control Engineering Practice (2010–2017) und ist aktuell Honorary Editor. Zudem ist er Wirkliches Mitglied der Österreichischen Akademie der Wissenschaften und Mitglied der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften (acatech).

AIT/Peter Rigaud



# Mehr Technikerinnen!

## IMPULSVORTRAG

### Werte Festgäste!

Herzlichen Dank für die Einladung zu Ihrer Jubiläumsfeier. Es ist mir eine große Freude, Ihnen zum 50. Jahrestag der Eigenständigkeit als Fakultät zu gratulieren. Die Elektrotechnik hat es wirklich verdient, sich zu etablieren und ihren eigenen Weg zu gehen. Wir durften und dürfen als OVE diese Entwicklung begleiten und haben vor fast dreißig Jahren in enger Zusammenarbeit mit der Fakultät sogar eine eigene Geschäftsstelle in Graz aufgebaut. Die enge Beziehung besteht nach wie vor.

Dem OVE liegen als unabhängiger Branchenplattform mehrere Bereiche sehr am Herzen: die Normung, die Zertifizierung, die Blitzortung als unsere Kernbereiche, aber auch die Weiterbildung und die Vermittlung unserer Begeisterung für Elektrotechnik. Ich möchte heute über diese „Begeisterung“ sprechen, die wir an den Nachwuchs weitergeben möchten. Vor uns liegen große Herausforderungen in der Gestaltung der Energie- und Mobilitätswende. Neue Technologien müssen für eine nachhaltige Zukunft entwickelt und zur Marktreife gebracht werden. Und wir brauchen junge Menschen, die wir für die Elektrotechnik gewinnen können.

Ich bin fest davon überzeugt, dass wir die Jugend neugierig auf Technik machen müssen. Sei es mit Veranstaltungen wie unserem Girls! TECH UP oder unserer Branchenkampagne „Join the future“. Damit gelingt es uns, junge Menschen zu erreichen. Doch damit nicht genug, sind wir als Eltern, Studierende oder Lehrende gefordert, die Jugend zu fördern und ihr die Angst vor technischen Berufen zu nehmen. Doch warum Angst?

Schlechte Schulerfahrungen mit den Fächern Mathematik und Physik, kein schulischer Bezug zur Elektrotechnik (mit Ausnahme der HTLs), das Fehlen von Vorbildern und konkreten Berufsbildern – es gibt viele mögliche Gründe für eine gewisse Scheu vor der Elektrotechnik. In letzter Zeit wird viel über die Generation „Z“ gesprochen und geschrieben. Sie sei eher bequem und auf die „work-life-balance“ bedacht. Ich teile diese Einschätzung nicht, sondern sehe vielmehr eine Generation junger Menschen heranwachsen, die einfach anspruchsvoller ist und den Sinn der eigenen Arbeit erkennen will. Die nicht einfach das „... haben wir schon immer so gemacht...“ akzeptiert, sondern eigene Ideen einbringen will. Und seien wir ehrlich, haben wir uns nicht selbst auch schon oft gefragt, warum innerhalb einer großen Organisation die Beschaffung von Werkzeug oder Ähnlichem länger dauert als der Weg zum nächsten Fachhändler oder eine Online-Bestellung? Nehmen wir also bitte jede Generation wie sie ist und strengen uns selbst mehr an, sie in den Unternehmen und Universitäten bestmöglich auszubilden und zu entwickeln.

Auch die Themen Aus- und Weiterbildung werden uns in den nächsten Jahren viel stärker beschäftigen. Wir brauchen Lehrlinge, Werkmeister\*innen, Ingenieur\*innen und Doktor\*innen der Technik und glauben sie mir, das wird eine sehr große Herausforderung. Viele von uns 60er-Jahrgängen wechseln in den nächsten zehn Jahren in den Ruhestand und es kommen deutlich

weniger Jugendliche nach. Und wir brauchen für die Elektrotechnik einen größeren Anteil davon und auch deutlich mehr Frauen. Warum? Weil unterschiedliche Herangehensweisen in gemischten Teams die Produktivität erhöhen und Frauen in männerdominierten Berufen das Arbeitsklima deutlich verbessern. Wir als Unternehmer\*innen und Universitäten können viel dazu beitragen und eines ist sicher: Mit „\*“ oder „I“ alleine wird das nicht gelingen, wir brauchen echte Chancengleichheit und keine Willkür.

Wir müssen uns also gemeinsam anstrengen, die Universitäten, die Unternehmen und die Verbände. Partnerschaften sind notwendig, um Fragestellungen der Unternehmen wissenschaftlich zu beantworten und Forschung zu unterstützen. Für uns als OVE ist die Zusammenarbeit mit der Fakultät seit Jahrzehnten äußerst produktiv, gemeinsame Forschungsprojekte, unsere „e+i“, unsere gemeinsamen Veranstaltungen oder unsere sehr aktiven „Young Engineers“ hier in Graz zeigen das eindrucksvoll. Viele Kolleginnen und Kollegen der Fakultät bringen sich sehr aktiv in die Gremien des OVE ein und gestalten den Verband damit wesentlich mit. Im Bereich der Normung ist der Input der Kolleg\*innen aus Graz immer sehr gefragt. Normung ist das Fundament unserer Arbeit, um neue Produkte entwickeln und perfektionieren zu können.

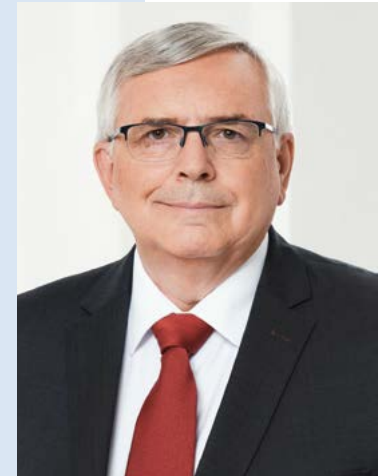
Als Unternehmer freue ich mich, dass ich viele Elektrotechniker\*innen aus Graz im Team habe und ich konnte überaus zufrieden feststellen, dass

## Gerhard Fida

ist seit 2015 Geschäftsführer der Wiener Netze GmbH, davor war er unter anderem fünf Jahre als Geschäftsführer der Fernwärme Wien GmbH bei den Wiener Stadtwerken tätig. Der diplomierte Ingenieur der Elektrotechnik ist für die Geschäftsbereiche Netztechnik, Planung und Betrieb für die Sparten Strom, Gas und Fernwärme zuständig.

Als Vorsitzender der Geschäftsführung ist er außerdem für den Bereich HR verantwortlich.

Im Juni 2024 wurde er von den Mitgliedern zum Präsidenten des OVE gewählt.



Gerhard Fida

sie an der TU Graz nicht nur fachlich top ausgebildet wurden, sondern auch sehr gut ins Team passen.

Werte Festgäste, große Herausforderungen liegen vor uns und ich bin zuversichtlich, dass wir sie meistern werden. Die Elektrotechnik und die Informationstechnik sind nicht nur der Motor einer nachhaltigen Zukunft der Energieversorgung, sie ist auch der „Enabler“ im gesamten Bereich der Digitalisierung und Automatisierung. In diesem Sinne wünsche ich Ihnen, der Fakultät, den Studierenden und Lehrenden alles Gute zum 50. Jubiläum und freue mich auf die weitere Zusammenarbeit.

Glück auf und ad multos annos!









Breitenhuber



# Historische Entwicklung der Elektrotechnik an der TU Graz

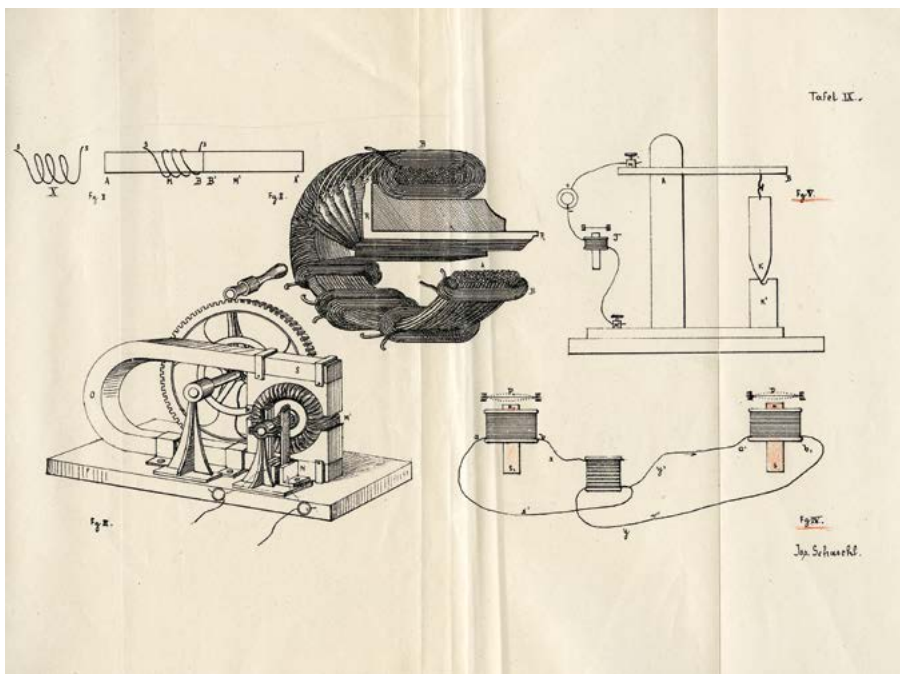
# Streiflichter auf die Geschichte der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule und Technischen Universität Graz bis zum Jahr 2000

Bernhard A. Reismann

## Einleitung

Die Befassung mit später als „elektrotechnisch“ bezeichneten Inhalten bildete bereits in der Frühzeit der Technischen Hochschule Graz einen Schwerpunkt der Lehre im Bereich des Physikstudiums. Ab der Zeit Jakob Pöschls, seit 1855 Professor für Experimentalphysik und Technische Physik, wurde dieser Fachbereich verstärkt unterrichtet. Bereits 1865 wurden sechs galvanische Elemente nach Meidinger zur *Erzeugung eines lang anhaltenden constanten Stromes* angekauft, 1866 ein *Regulator für elektrisches Licht nach Dubosque*. Im Studienjahr 1873/1874 las Pöschl Themen aus „angewandter Electricitätslehre“.<sup>1</sup>

Unter Jakob Pöschls Studenten befand sich Nikola Tesla, geboren am 10. Juli 1856 in Smiljan an der kroatischen Militärgrenze als Sohn des serbisch-orthodoxen Priesters Milutin Tesla und dessen Ehefrau Georgina. Tesla studierte vom September 1875 bis Ende 1877 an der Technischen Hochschule in Graz. Er besuchte Pöschls Vorlesungen über Experimentalphysik und legte die Prüfung mit ausgezeichnetem Erfolg ab. Im Studienjahr 1876/1877 besuchte er Pöschls Vorlesung über „Elemente der Wellentheorie“, legte aber keine Prüfung mehr ab. Der Grund dafür könnte eine Meinungsverschiedenheit zwischen Pöschl und Tesla während einer Vorlesung Anfang 1877 gewesen sein. Pöschl hatte soeben aus Paris einen „Gramme-Dynamo“ erhalten, den der belgische Physiker Zénobe Gramme kurz zuvor erfunden hatte. Als Pöschl den Dynamo in der Vorlesung vorführte, wurden an den Bürsten Funkenüberschläge und damit laute Geräusche erzeugt. Tesla meinte dazu, dass es möglich sein müsste, den Motor auch ohne die Bürsten zu betreiben. Professor Pöschl entgegnete, dass dies wohl nicht realistisch sei und schloss mit einer Bemerkung



Der Gramme-Dynamo nach dem Skriptum „Technische Physik“ Jakob Pöschls aus dem Jahr 1878.

Bibliothek TU Graz

ab, die in Teslas Autobiographie als Zitat enthalten ist: *Herr Tesla mag große Dinge erreichen, aber dieses sicherlich niemals. Das wäre so, als wenn eine in gerade Richtung wirkende Kraft wie die Schwerkraft in eine auf einer Kreisbahn wirkende umgewandelt würde. Das wäre dem Perpetuum mobile vergleichbar, eine unmögliche Idee.*<sup>2</sup>

## Erste Vorlesungen aus Elektrotechnik

Es war Werner von Siemens, der am 20. Dezember in Berlin 1879 mit Heinrich von Stephan den „Elektrotechnischen Verein“ gründete und in diesem Zusammenhang das Wort „Elektrotechnik“ prägte.<sup>3</sup> Und es war ein junger Grazer, der die Idee der Elektrotechnik nach Graz transferierte: Franz Streintz. Wer war dieser Franz Streintz?

Geboren am 6. November 1855 als Sohn eines Kaufmannes in Graz, legte er 1872 in Graz die Gymnasialmatura ab und studierte anschließend an der Universität Graz zunächst Medizin, bald jedoch, unter anderem bei Ludwig Boltzmann und August Toepler, Physik, und wurde an dieser Universität im Mai 1877 zum Dr. phil. promoviert. Anschließend setzte er an der Universität Graz seine praktischen Forschungsarbeiten fort. Daran schloss sich im Wintersemester 1879/1880 ein Forschungsaufenthalt an der Universität Berlin, wo er unter anderem bei Hermann von Helmholtz am Physikalischen Institut arbeitete. Von 1880 bis 1881 war Streintz Assistent an der Lehrkanzel für Physik am königlich sächsischen Polytechnikum in Dresden. Dort war er mit der Leitung der Laboratoriumsarbeiten ebenso betraut wie mit der Vorbereitung der Experimentalvorlesungen. Streintz habilitierte sich 1881 bei Ludwig Boltzmann an der Universität Graz und gab seine Karriere in



Ludwig Boltzmann und Assistenten in Graz im Jahr 1876. Hintere Reihe, zweiter von links: Franz Streintz, vordere Reihe, zweiter von links: Albert von Ettingshausen (Elektrotechnik und Maschinenbau, 30. 3. 1930).

Bibliothek TU Graz

Deutschland zu Gunsten seiner steirischen Heimat auf. Er habilitierte sich Anfang 1882 mit einer Probevorlesung an der Technischen Hochschule Graz neuerlich für Mechanische Wärmetheorie und Elektrizitätslehre. Ab 1882 arbeitete Streintz als Privatdozent unter Professor Pöschl am Physikalischen Institut der Technischen Hochschule Graz.<sup>4</sup>

Franz Streintz las ab dem Studienjahr 1882/1883 „Ausgewählte Capitel aus der Electricitäts-Lehre“, hielt ab dem Studienjahr 1883/1884 jeweils zweistündige Kurse zur Elektrotechnik und Elektrometrie, und im Studienjahr 1884/1885 die Vorlesung „Die physikalischen Grundlagen der Elektrotechnik und Galvanometrie und Elektrometrie“.<sup>5</sup> Wohl war Streintz ab 1883 ständig mit Vorlesungen und Kursen zu dieser Thematik betraut, und der 1888 als o. Professor für Physik an die Grazer Technik berufene Albert von Ettingshausen las erstmals im Wintersemester 1889/1890 dezidiert „Elektrotechnik“, all das jedoch im Rahmen des Physikstudiums. Eine eigene Lehrkanzel für Elektrotechnik konnte in Graz erst 1920 unter Karl Koller etabliert werden. Das dafür nötige Fachwissen wäre freilich bereits 1881 vorhanden gewesen.

1 54. Jahresbericht des steiermärkisch-landschaftlichen Joanneums zu Gratz über das Jahr 1865, Graz 1866, S. 10, 55. Jahresbericht des steiermärkisch-landschaftlichen Joanneums zu Gratz über das Jahr 1866, Graz 1867, S. 11 und Programm der Technischen Hochschule am steiermärkisch-landschaftlichen Joanneum in Graz für das Studienjahr 1873/1874, Graz 1873, S. 11.

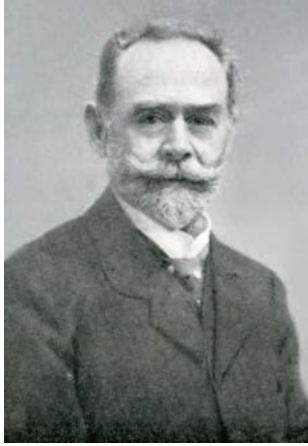
2 Dan M. Mrkich: Nikola Tesla. The European years, Ottawa 2003, S. 7, übersetzt aus dem Englischen.

3 [https://de.wikipedia.org/wiki/Elektrotechnischer\\_Verein](https://de.wikipedia.org/wiki/Elektrotechnischer_Verein), abgefragt am 8. 1. 2025.

4 Bernhard A. Reismann: Streintz, Franz (1855–1922), Typoskript, Graz 2024.

5 Lehrveranstaltungsverzeichnisse der Technischen Hochschule Graz für die Studienjahre 1882/1883 bis 1884/1885, Graz 1982 bis 1884.





Albert von Ettingshausen  
um 1910.

Archiv der TU Graz

Nur nebenbei sei erwähnt, dass bereits im Oktober 1883 in Graz eine „Elektrotechnische Anstalt“ der Herren Wlatnigg und Schaschl eröffnet wurde. Beide waren durch ihre Verbindung mit der Firma Siemens & Halske in der Lage, *alle in das elektrotechnische Gebiet einschlagenden Unternehmungen auszuführen*.<sup>6</sup> Josef Schaschl hatte übrigens zeitgleich mit Nikola Tesla bei Jakob Pöschl studiert und 1878 ein Skriptum zu Pöschls Vorlesung aus „Technischer Physik“ zusammengestellt. Ein Anfang war damit in Graz also auch im gewerblichen Bereich bereits gemacht. Doch zurück an die Technische Hochschule.

Albert von Ettingshausen, geboren 1850 in Wien, studierte von 1867 bis 1870 an der Universität Graz Physik und Mathematik. Er wurde 1872 an der Universität Graz promoviert und war anschließend bis 1876 als Assistent bei Ludwig Boltzmann an der dortigen physikalischen Lehrkanzel tätig. 1874 für Physik habilitiert, wurde er mit 28. August 1876 zum a. o. Professor für Physik an der Universität Graz ernannt und wechselte im März 1888 an die Technische Hochschule in Graz. Seinen Lehrstuhl bekleidete er schließlich bis zu seiner Emeritierung im Jahr 1920.<sup>7</sup>

Mit seiner Berufung als Ordinarius an die Lehrkanzel für Allgemeine und Technische Physik wurde Albert von Ettingshausen 1888 verpflichtet, auch Vorlesungen und Übungen aus Elektrotechnik zu halten. Der Vorlesungsbetrieb begann im Studienjahr 1889/1890 mit zunächst sechs Wochenstunden und erhöhte sich bis zur Wende zum 20. Jahrhundert durch die allmähliche Einführung von Spezialvorlesungen und Übungen auf zwanzig Wochenstunden pro Jahr. Zunächst waren die elektrotechnischen Vorlesungen Teil der allgemeinen Grundausbildung, die die Studierenden aller Abteilungen, der Vorläufer der heutigen Fakultäten, zu absolvieren hatten.<sup>8</sup>

Bedeutende Mitarbeiter Ettingshausens waren unter anderem die bekannten Forscher und Lehrenden Karl Pichlmayer, später Professor für Elektromaschinenbau, oder Johann Ossana. Als Volonteur und Konstrukteur wirkte bei Ettingshausen von 1901 bis 1907 Otto Nußbaumer. Wichtige Studenten Ettingshausens waren unter anderem die steirischen „Elektropioniere“ Franz Pichler (ELIN Weiz) und Cornel Kawann. Gerade über Franz Pichler stellte Ettingshausen schon damals hervorragende Kontakte zur elektrotechnischen Praxis im Land her und leistete als Gutachter und Ratgeber über Jahrzehnte Außerordentliches für den Ausbau der elektrischen Anlagen im Land.<sup>9</sup>

Konstrukteur Otto Nußbaumer befasste sich vor allem mit der drahtlosen Telegrafie. So kam er auf den Gedanken, mit Hilfe des singenden Lichtbogens nach Duell einen Braun'schen Funksender zu betreiben, womit er annähernd gedämpfte Schwingungen erzeugen konnte. Diese wurden mit einem Mikrofon moduliert, das induktiv an den Schwingkreis des Lichtbogens angekoppelt war. Noch wichtiger war aber, dass es ihm gelang, durch die Füllung des Fritters mit Eisenoxidspänen eine Kontrakt-detektorwirkung zu erzielen. Auf diese Weise konnte er die menschliche Stimme und Musik übertragen. Am 15. Juni 1904 übermittelte er auf diese Weise durch mehrere Räume der „Alten Technik“ hindurch die steirische Landeshymne. Es war, wenn man so möchte, die erste „Radioübertragung“ der Welt. Trotz Anratens seines Lehrers Albert von Ettingshausen verabsäumte es Nußbaumer, seine Erfindung patentieren zu lassen. Die Subvention von 20.000 bis 30.000 Kronen für weitere Versuche, um die Ettingshausen vorstellig wurde, lehnte das Ministerium für Cultus und Unterricht in Wien übrigens ab, da man dort die Arbeit als Spielerei betrachtete und daher nicht in der Lage sei, dem Ersuchen Folge zu leisten, wie es hieß.<sup>10</sup>



Nachstellung der Versuchsanordnung vom 14. Juni 1904. Links im Bild Albert von Ettingshausen, in der Bildmitte Otto Nußbaumer.

Archiv der TU Graz

## Die Ausgestaltung des elektrotechnischen Laboratoriums und die versuchte Errichtung einer eigenen Lehrkanzel für Elektrotechnik

Bereits 1884 versuchte das Professorenkollegium der Technischen Hochschule Graz (Vorläufer des heutigen Senats) erstmals – und erfolglos – beim Ministerium in Wien die Errichtung einer eigenen Lehrkanzel für Elektrotechnik zu erreichen.<sup>11</sup> Seit seiner Berufung nach Graz im Jahr 1888 unternahm auch Albert von Ettingshausen mehrfach den Versuch, eine eigene Lehrkanzel für Elektrotechnik zu etablieren. Deren Errichtung wurde vom Ministerium für Kultus und Unterricht bis zum Jahr 1914 aber nicht bewilligt. Für die Ausstattung des elektrotechnischen Laboratoriums, das unter der

Leitung von Professor Albert von Ettingshausen stand, genehmigte das Ministerium mit Erlass vom 17. Dezember 1913 aber für das erste Halbjahr 1914 als erste Rate eine außerordentliche Dotation in Höhe von 1.000 Kronen, für das Budgetjahr 1914/1915 am 15. Juli 1914 eine weitere außerordentliche Dotation von 2.000 Kronen.<sup>12</sup>

Im Februar 1914 erfolgte ein neuerlicher Anlauf. Das gesamte Professorenkollegium ersuchte das Ministerium diesmal dringendst, *die Systemisierung einer ordentlichen Lehrkanzel für Elektrotechnik an der Grazer Technischen Hochschule vorzunehmen* und spätestens mit Beginn des Studienjahres 1915/1916 den Wiener Dr. Karl Czeja als o. Professor für dieses Fach zu ernennen.<sup>13</sup> Dazu trat man im Juni 1915 erneut an das Ministerium für Kultus und Unterricht heran.<sup>14</sup> Erst am 16. September 1916 reagierte dieses, und zwar negativ. Dabei führte man die gesetzlich erlassene

6 Grazer Volksblatt, Nr. 235/1883, 14. 10., S. 3.

7 Bernhard A. Reismann: Ettingshausen, Albert von (1850–1932), Typoskript, Graz 2021.

8 Manfred Rentmeister: Historischer Rückblick auf die Entwicklung der „Elektrotechnik“ an der Technischen Hochschule bzw. Technischen Universität Graz. In: 50 Jahre Elektrotechnik an der Technischen Universität Graz, herausgegeben von Manfred Rentmeister, Kurt Friedrich und Wolfgang Wallner (= ÖVE-Schriftenreihe, Band 5), Wien 1999, (in der Folge: Rentmeister, historischer Rückblick), S. 7.

9 Bernhard A. Reismann: Ettingshausen, Albert von (1850–1932), Typoskript, Graz 2021.

10 Bernhard A. Reismann: Nußbaumer, Otto (1876–1932), Typoskript, Graz 2019.

11 Rentmeister, historischer Rückblick, S. 7.

12 Archiv der TU Graz (ATUG), Rektoratsakte 32/1914, Schreiben der k. k. Statthalterei Graz vom 29. 12. 1913 und Rektoratsakte 1107 ex 1914, Schreiben des Ministeriums für Kultus und Unterricht vom 15. 7. 1914.

13 ATUG, Rektoratsakte 253/1914, ex offo-Schreiben vom 20. 2. 1914.

14 ATUG, Rektoratsakte 649 ex 1915, Sitzungsprotokoll des Professorenkollegiums vom 24. 6. 1915.

Zurückstellung aller vermeidbaren Auslagen während des Krieges ins Treffen. Diese Entscheidung wurde der Statthalterei in Graz allerdings erst am 11. Dezember 1916 mitgeteilt, und das Professorenkollegium erfuhr von dieser *abweislichen Entscheidung* überhaupt erst am 8. März 1917. In seiner Begründung ging das Ministerium auf die sachliche Notwendigkeit einer eigenen Lehrkanzel für Elektrotechnik in Graz erst gar nicht ein, sondern wies nur den Ernennungsantrag für das betreffende Budgetjahr zurück. Rektorat und Professorenkollegium reagierten mit Befremden und Unverständnis, zumal an der Technischen Hochschule in Brünn – sowohl vor als auch nach dem ablehnenden Entscheid für Graz – die Professoren Vinzenz Baier und Heinrich Fanta auf neu systemisierte Stellen berufen worden waren. Außerdem führte ein in dieser Angelegenheit eingerichteter Ausschuss des Grazer Professorenkollegiums ins Treffen, dass in den Entwürfen für die Ausgestaltung der Technischen Hochschule in Graz durch das Ministerium für öffentliche Arbeiten bereits 1915 Räumlichkeiten für eine eigene Fachabteilung für Elektrotechnik, bestehend aus zwei Lehrkanzeln, eine für allgemeine und eine für konstruktive Elektrotechnik, vorgesehen worden waren. Im darauffolgenden Entwurf für den Neubau in der Brockmannngasse nahm das Institut für Elektrotechnik überhaupt den gesamten linken Flügel des Bauwerkes ein.

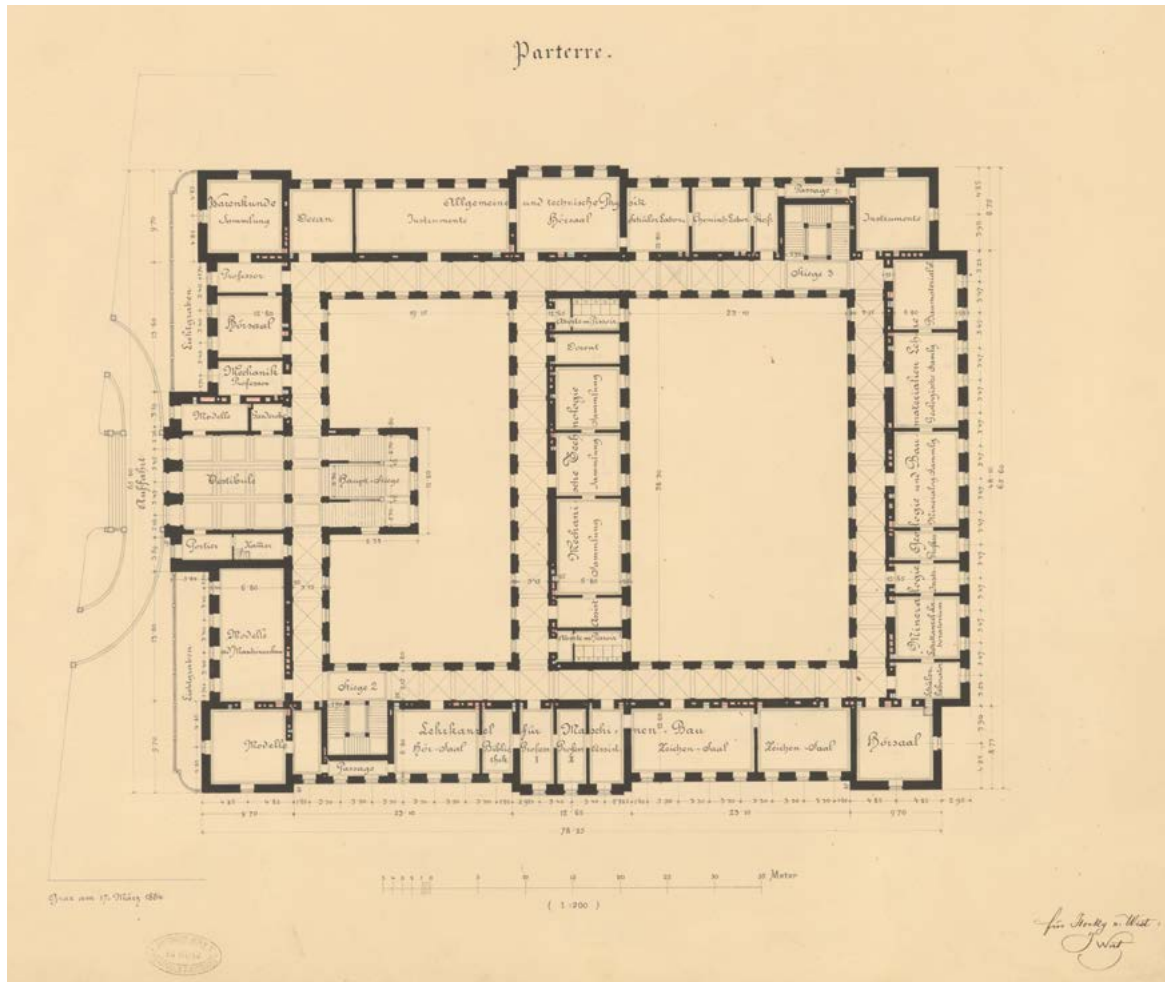
Im Vergleich mit den elektrotechnischen Instituten der anderen Technischen Hochschulen der österreichischen Reichshälfte kam der Ausschuss in Graz zum Schluss:

*Schon aus diesen Gegenüberstellungen der Lehrpläne und der Anzahl der systemisierten Lehrkräfte geht hervor, wie stiefmütterlich die Grazer Technische Hochschule ausser in anderen Fä-*

*chern, auch im elektrotechnischen Fache bedacht ist. Durch die ... ausserordentliche Wichtigkeit für die Wiederaufrichtung der Staatswirtschaft nach dem Kriege und bei dem überaus grossen Bedarf wissenschaftlich hochschulmässig gebildeter Techniker sowohl jetzt schon im Kriege als noch mehr nach demselben ist die Notwendigkeit der baldigen Errichtung wenn schon nicht sofort einer Fachabteilung, so doch wenigstens einer Lehrkanzel für Elektrotechnik an der technischen Hochschule in Graz wohl ausreichend begründet.*

Die Planausarbeitung für den Neubau in der Brockmannngasse sei mittlerweile in ein Stadium getreten, in dem die endgültige Klarstellung über die Gestaltung der Institute getroffen werden müsse, die Pläne im Ministerium für öffentliche Arbeiten seien schon beinahe baureif ausgearbeitet. Außerdem erreiche Professor Ettingshausen trotz aller beneidenswerten Frische und Arbeitsfreudigkeit doch demnächst die akademische Altersgrenze, und so bestünde auch in dieser Hinsicht die Notwendigkeit einer endgültigen Regelung der ganzen Angelegenheit.

Schließlich stellte der Ausschuss den Antrag, das Grazer Professorenkollegium möge beschließen, an das Ministerium für Kultus und Unterricht das dringende Ersuchen zu richten, nun endlich eine Lehrkanzel für Elektrotechnik zu systemisieren und die nötigen Gelder dafür wenigstens in den Staatsvoranschlag 1919/1920 einzustellen, zumal die Grazer Technik mittlerweile die einzige technische Hochschule der Monarchie war, an der noch keine eigene Lehrkanzel für Elektrotechnik existierte. Dieser Antrag wurde in der Sitzung des Professorenkollegiums vom 13. Mai 1918 einstimmig genehmigt.<sup>15</sup> Zur Systemisierung dieser Lehrkanzel kam es schließlich aber erst einige Jahre nach dem Ende des Ersten Weltkrieges.



Nach den Plänen der Alten Technik vom März 1884 waren die elektrotechnischen Vorlesungen und Übungen im Parterre gegen die Technikerstraße hin im Bereich der Allgemeinen und technischen Physik angesiedelt.

Archiv der TU Graz

## Räumliches

Auch die räumlichen Gegebenheiten waren unzureichend. Die Lehrkanzel war zunächst im Parterre der soeben eröffneten „Alten Technik“ in der Rechbauerstraße untergebracht.<sup>16</sup>

Durch das rasche Anwachsen der Studierendenzahlen ab dem Jahr 1890 ergaben sich im Hauptgebäude der Grazer Technischen Hochschule enorme Raum- und Platzprobleme, wobei die Notmaßregeln, wie es eine Denkschrift aus dem Jahr 1914 ausführt, bereits 1902 bei einem Stand von

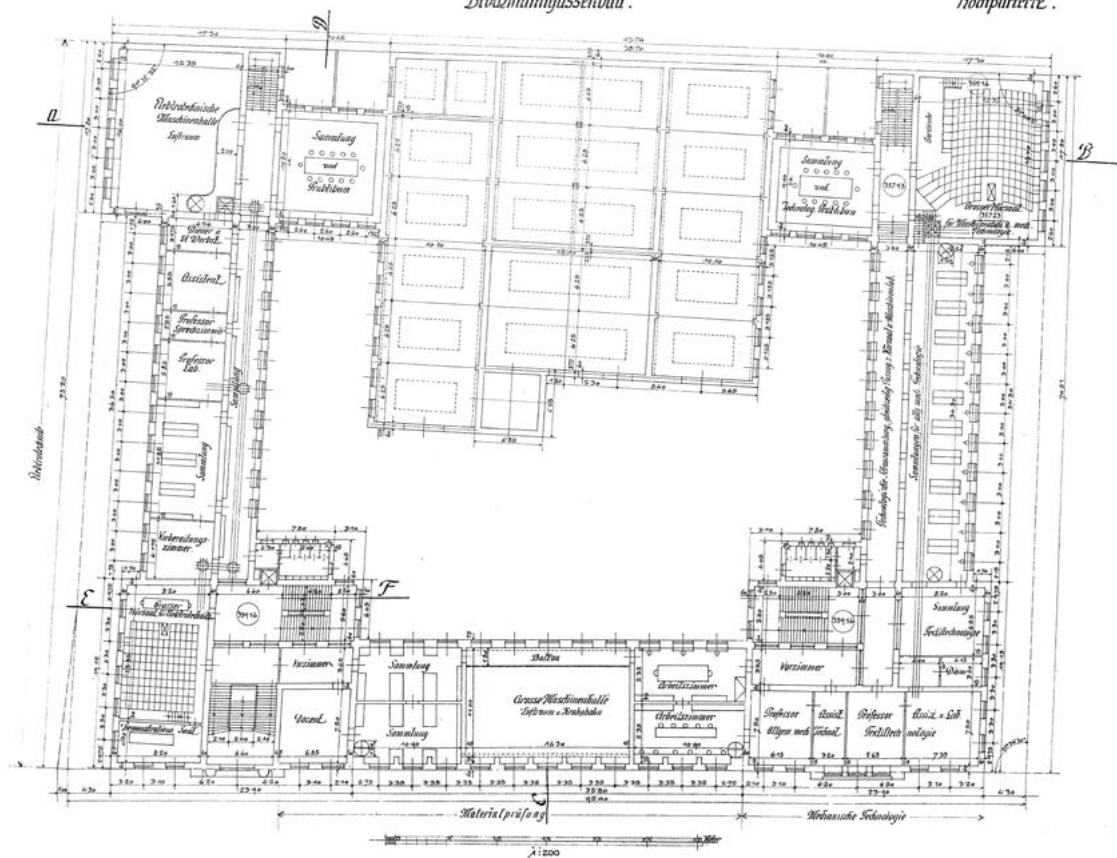
426 Hörern begannen. Unter anderem mussten für Unterrichtszwecke damals bereits die Gänge vor den einzelnen Institutsräumlichkeiten herangezogen werden, erneut kam es zu Zumietungen. *Endlich muß erwähnt werden, daß die Technische Hochschule in Graz der wichtigen Lehrkanzel für Elektrotechnik und eines elektrotechnischen Institutes noch immer ermangelt*, wurde weiters ausgeführt.

Bereits 1901 war Rektor Cecerle von Seiten des Landes Steiermark eine Beihilfe zum Ankauf eines 6.500 m<sup>2</sup> großen Grundstückes in der Brock-

<sup>15</sup> ATUG, Rektoratsakte 732 ex 1918, Schreiben des Rektorats samt Ausschussbericht vom 25. 5. 1918.

<sup>16</sup> Rentmeister, historischer Rückblick, S. 7.





Karl Koller,  
erster Ordinarius  
für Elektrotechnik  
von 1920 bis 1938.

Archiv der TU Graz

In der Planung der Neuen Technik aus dem Jahr 1915 nahmen die Räume des Instituts für Elektrotechnik den gesamten linken Flügel des Bauwerkes ein. Links die geplanten Institutsräume im Hochparterre.

Österreichisches Staatsarchiv

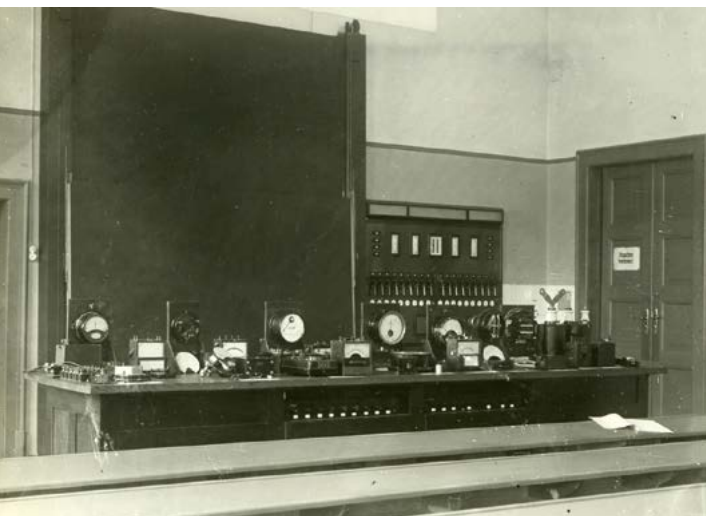
manngasse zugestanden worden, das grundsätzlich für das zu schaffende elektrotechnische Institut sowie für die Lehrkanzel für Maschinenbau und die maschinentechnischen und hydrotechnischen Laboratorien bestimmt war. Noch im selben Jahr wurde dem Ministerium für Kultus und Unterricht in Wien ein vollständig ausgearbeitetes Bauprojekt für die Brockmanngasse vorgelegt, zunächst allerdings ohne Erfolg.

Im Studienjahr 1909/1910 war es an Rektor Friedrich Emich, die Ausgestaltung der Grazer Hochschule nach Kräften zu fördern. Nun kam endlich Bewegung in die gesamte Angelegenheit. Das Ministerium forderte das Grazer Professorenkollegium im Frühling 1910 dazu auf, seine Wünsche betreffend den Ausbau der Technischen Hoch-

schule vorzulegen, was 1911 tatsächlich geschah. Dieses Bauprogramm wurde vom Ministerium im Februar 1913 allerdings abgelehnt. Baurat Golitschek vom Ministerium forderte das Professorenkollegium auf, einen Bauausschuss einzusetzen, der auch mit Beamten der Statthalterei zu besetzen sei, und ein neues Bauprogramm vorzulegen.<sup>17</sup>

Der Bauausschuss der Technischen Hochschule legte ein neues Konzept vor, das auch von den Wiener Ministerienvertretern wohlwollend aufgenommen wurde. Es wurden drei Bauperioden geplant, deren erste mit den Bauten für Maschinenbau und Elektrotechnik mit zwei Jahren berechnet wurde. Die Gesamtkosten wurden mit mehr als vier Millionen Kronen berechnet, eine endgültige Lösung dieser Fragen war also vom Finanzministerium ab-





Versuchsanordnung in einem Elektrotechnik-Hörsaal der Technischen Hochschule Graz um 1930.

Archiv der TU Graz

hängig.<sup>18</sup> Dann kam der Erste Weltkrieg dazwischen. Dennoch wurde weiterverhandelt, und am 5. Mai 1916 hatte die Statthalterei namens des k. k. Ärars das Ansuchen um baubehördliche Genehmigung der Widmung der Realität EZ 820, KG Jakomini, als Bauplatz für die Erbauung eines elektrotechnischen und maschinenbautechnischen Institutes der k. k. technischen Hochschule in Graz gestellt. Dabei handelte es sich um das Grundstück Ecke Brockmannngasse-Kopernikusgasse. Die Augenscheinverhandlung für diese Widmung fand am 4. Juni 1917 um 9 Uhr 30 vormittags statt, und dem daraufhin abgeschlossenen Übereinkommen der Statthalterei mit den Grundeigentümern Professor i. R. Dr. Peter Mitteregger und Gattin erteilte das Ministerium für öffentliche Arbeiten am 23. September 1917 die Genehmigung.<sup>19</sup>

## Das „Schlüsseljahr“ 1920 und die Ära Karl Koller bis 1938

Es sollte bis in die Frühzeit der Republik Österreich dauern, dass tatsächlich eine eigene Lehrkanzel für Elektrotechnik in Graz entstand. Besetzt wurde sie mit Beginn des Studienjahres 1920/1921 mit Karl Koller als erstem Ordinarius. Angegliedert wurde diese Lehrkanzel der Fakultät für Maschinenbau. Koller, zuvor Chefkonstrukteur der Siemens-Schuckert-Werke in Wien, war von 1923 bis 1925 und nochmals interimistisch 1938 Dekan der Abteilung für Maschinenbauwesen und bekleidete darüber hinaus im Studienjahr 1926/1927 das Amt des Rektors.<sup>20</sup>

Unterrichtet wurden unter Koller die allgemeinen theoretischen Grundlagen der Elektrotechnik. Dazu kamen Vorlesungen über die Wirkungsweise der Elektromaschinen, ohne aber auf deren Berechnung und Konstruktion näher einzugehen. Dieser Bereich konnte erst einbezogen werden, nachdem im Studienjahr 1936/1937 ein entsprechendes Laboratorium samt kleiner Werkstätte fertiggestellt worden war. Dieses Laboratorium war damals bereits dermaßen fortschrittlich geplant worden, dass es noch 25 Jahre später den Anforderungen entsprach.<sup>21</sup>

Kollers Schwerpunkte in Lehre und Forschung waren die Wirkungsweise der Elektromaschinen und insbesondere Forschungen zum Gleichlauf asynchroner Motoren, zu Zündspulen und zur Beeinflussung der Wellenform und Wirbelstrombremsen.<sup>22</sup>

Die neuen Räume des Instituts konnten nach der Fertigstellung der „Neuen Technik“ in der Kopernikusgasse im Jahr 1930 bezogen werden. Zunächst fand man Platz in jenen Räumen, die um das Jahr 2000 das Institut für Elektrische Maschinen und Antriebstechnik beherbergten.<sup>23</sup>

17 ATUG, Rektoratsakte 59/1914, Denkschrift vom 26. 3. 1914 und Rektoratsakte 1312 ex 1914, Schreiben der Statthalterei vom 30. 9. 1914.

18 ATUG, Rektoratsakte 1068 ex 1915, Bericht und Protokoll vom 26. 11. 1915 und ATUG, Rektoratsakte 1069 ex 1915, Sitzungsprotokoll des Professorenkollegiums von 31. 7. 1915.

19 ATUG, Rektoratsakte 386 ex 1917, Schreiben des Stadtrates Graz, Abteilung V vom 16. 5. 1917 und Rektoratsakte 1013 ex 1917, Schreiben der Statthalterei vom 23. 10. 1917.

20 Rentmeister, historischer Rückblick, S. 7.

21 Alfred Grabner: Institut für Allgemeine Elektrotechnik und Elektromaschinenbau. In: Die Technische Hochschule in Graz. Festschrift zur 150. Wiederkehr des Gründungstages der Technischen Hochschule in Graz, herausgegeben von der Technischen Hochschule Graz, Graz 1961, S. 83.

22 N. N.: Institut für Elektrische Maschinen und Antriebstechnik. In: 50 Jahre Elektrotechnik an der Technischen Universität Graz, herausgegeben von Manfred Rentmeister, Kurt Friedrich und Wolfgang Wallner (= ÖVE-Schriftenreihe, Band 5), Wien 1999, S. 37 (in der Folge. N. N.: Institut für Elektrische Maschinen und Antriebstechnik).

23 Rentmeister, historischer Rückblick, S. 7.



#### 114. Elektrotechnik:

1. Teil: Allgemeine theoretische Grundlagen. Das elektrische Feld. Der elektrische Strom und seine Wirkungen. Das magnetische Feld. Induktion. Dynamische Wirkungen. Elektrotechnische Maße. Veränderliche Vorgänge. Wechselströme. Mehrphasensysteme. Messgeräte. Messverfahren.

2. Teil: Maschinen und Apparate der Starkstromtechnik. Wicklungen. Der magnetische Kreis mit einfacher und mehrfacher Erregung. Drehmoment. Elektromotorische Kraft. Stromwendung. Theorie, Bauart und Eigenschaften der einzelnen Maschinenarten. Erwärmung. Apparatereihen und Wirtschaftliches. Regelung der Maschinen. Die wichtigsten Apparate zum Schalten, Anlassen, Regeln und zur Sicherung von Maschinen und Anlagen. Sicherheitsvorschriften. 4 1/2 St. W.S. 4 1/2 St. S.S.

Prof. Ing. Koller.

115. Elektrotechnik. Praktische Übungen I: Gebrauch und Eichung der Messgeräte. Messung von Widerständen, Isolationswerten, Selbstinduktionen, Kapazitäten und von Wechselstromgrößen, Lichtmessungen. Untersuchung von Bauteilen hinsichtlich ihrer magnetischen und elektrischen Eigenschaften. 4 St. S.S.

Prof. Ing. Koller.

116. Elektrotechnik. Praktische Übungen II: Messungen und Untersuchungen an elektrischen Maschinen, Apparaten, Akkumulatoren und Stromverbrauchern. Ermittlung von Fehlern und Störungsursachen. Isolationsmessung und Fehlerbestimmung in Regeln. Erste Hilfeleistung bei Unfällen. 4 St. W.S.

Prof. Ing. Koller.

117. Enzyklopädie der Elektrotechnik (für die Hörer der Fakultäten für Bauingenieurwesen und Chemie.) Überblick über die Grundgesetze, Messtechnik, Einteilung, Wirkungsweise und Eigenschaften der elektrischen Maschinen und Akkumulatoren; Einteilung und Zweck der elektrischen Apparate; Arbeitsübertragung und elektrische Beleuchtung. 2 St.

Prof. Ing. Koller.



Links: Diese Ansichtskarte der soeben fertiggestellten „Neuen Technik“ aus dem Jahr 1929 bezeichnet das Gebäude hochtrabend und nicht ganz richtig als „Technische Hochschule für Elektrotechnik u. Maschinenbau“.

Mitte: Die im Studienjahr 1929/1930 von Karl Koller angebotenen elektrotechnischen Lehrveranstaltungen.

Archiv der TU Graz

Rechts: Honorarprofessor Ernst Schobert um 1933.

Archiv der TU Graz

Die elektrotechnische Grundausbildung für die Studierenden aller Fakultäten blieb zunächst weiter bei der Lehrkanzel für Physik angesiedelt. Die Lehrkanzel für Elektrotechnik bot während dieser Jahre in der Regel Vorlesungen und Übungen im Ausmaß von 24 Wochenstunden pro Studienjahr an.<sup>24</sup>

Zur Bewältigung des ständig wachsenden Lehrumfanges wurde die Errichtung einer zweiten Lehrkanzel notwendig. Sie wurde 1930 zwar erstmals zugesagt, die Zusage als Folge der Weltwirtschaftskrise im Jahr 1931 aber widerrufen.

Nach den Ereignissen des sogenannten „Juliputsches“ der österreichischen Nationalsozialisten im Jahr 1934 wurde ein Sondergesetz über Maßnahmen an den österreichischen Hochschulen erlassen, mit dem die Technische Hochschule Graz und die Montanistische Hochschule Leoben zur „Technischen und Montanistischen Hochschule Graz-Leoben“ zusammengelegt wurden. Die Umsetzung dieses Gesetzes brachte auch die Umwandlung der bisherigen Fakultät für Maschinenwesen in die „Fakultät für Maschinenwesen und Elektrotech-

nik“ mit sich. Die Elektrotechnik war inzwischen aber bereits an vier Fakultäten vertreten. Neben der Lehrkanzel für Elektrotechnik Professor Kollers existierte ab dem Jahr 1934 eine eigene Lehrkanzel für berg- und hüttenmännische Elektrotechnik. Dazu kamen Vorlesungen über elektrische Eisen- und Straßenbahnen sowie über Wasserkraftanlagen an der Fakultät für Bauingenieurwesen. Die Elektrochemie schließlich war an der Fakultät für Chemie angesiedelt. Die Lehrkanzel für berg- und hüttenmännische Elektrotechnik fiel 1937 wieder weg, als die Montanistische Hochschule Leoben erneut ihre Selbstständigkeit erlangte.<sup>25</sup>

Die ersten Vorlesungen aus dem Bereich der Elektrizitätswirtschaft wurden ab dem Jahr 1935 von Honorarprofessor Ernst Schobert angeboten, seit 1927 Generaldirektor des Grazer Gas- und Elektrizitätswerkes.<sup>26</sup> Schobert hatte zuvor schon ab dem Jahr 1928 an der Montanistischen Hochschule Leoben als Dozent für Elektrizitätswirtschaft unterrichtet und gehörte ab 1933 der Kommission zur Abhaltung der Zweiten Staatsprüfung aus dem Chemisch-technischen Fach an der Technischen Hochschule Graz an.<sup>27</sup>

## 1938 bis 1945. Die Grazer Elektrotechnik während der Jahre des Dritten Reiches

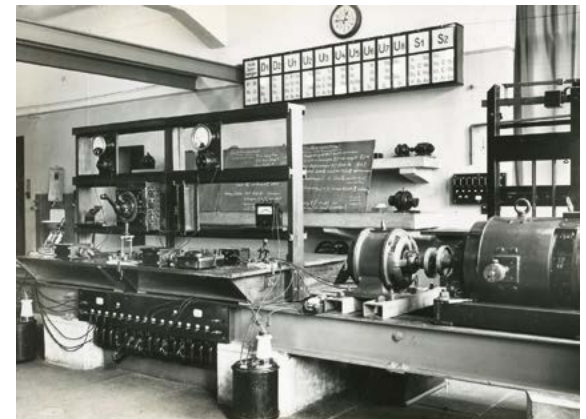
Mit der Neuorganisation der Technischen Hochschule Graz als Folge des „Anschlusses“ Österreichs an das Dritte Reich im März 1938 wurde an der Fakultät für Maschinenwesen und Elektrotechnik eine eigene „Abteilung Elektrotechnik“ errichtet. Karl Koller wurde noch 1938 pensioniert. Damit im Zusammenhang wurde auch die Errichtung einer zweiten und dritten Lehrkanzel für Elektrotechnik beantragt. Diese wurden im Lauf des Jahres 1940 tatsächlich genehmigt und besetzt. Der Lehrstuhl für Elektrotechnik wurde nun in „Allgemeine Elektrotechnik“ umbenannt, neu dazu kamen die Lehrstühle für Elektromaschinenbau sowie für Elektroanlagen und Hochspannungstechnik. Beide Lehrkanzeln wurden im dritten Stock der Kopernikusgasse in den Räumen des späteren Instituts für Grundlagen und Theorie der Elektrotechnik untergebracht.

Nach den „reichseinheitlichen deutschen Studienvorschriften“ wurde ab 1940 mit der Errichtung der Studienrichtung Elektrotechnik, Zweig Starkstromtechnik begonnen, wobei diese Studienrichtung als erste an einer Hochschule des Dritten Reichs entstand. Im Frühling 1941 nahm diese Studienrichtung de facto ihren Betrieb auf.<sup>28</sup>

Karl Schäfer, geboren 1892 in Wien, hatte an der dortigen Technischen Hochschule Elektrotechnik studiert und promoviert. Er wurde nach 1918 an der Lehrkanzel für Dynamobau dieser Hochschule als Assistent angestellt und habilitierte sich 1938, um im Februar 1939 an der Technischen Hochschule Wien als Privatdozent für Theorie und Bau elektrischer Maschinen und Umformer angestellt zu werden. Schäfer wurde mit 5. Jänner 1940 als

a. o. Professor für Allgemeine Elektrotechnik und Meßkunde an die Technische Hochschule Graz berufen und nahm regen Anteil am Ausbau der neu geschaffenen Abteilung für Elektrotechnik. Er schuf die organisatorischen Grundlagen für die neuen Studienpläne in diesem Bereich, verstarb aber nach langer, schwerer Krankheit bereits am 25. April 1944 in Vorau.<sup>29</sup>

Anton Höpp, 1891 in Wien geboren, legte 1919 an der Technischen Hochschule Wien die Zweite Staatsprüfung ab und trat noch im selben Jahr als Berechnungsingenieur und Leiter des Prüffeldes in die Elin A.G. Weiz ein. Dort arbeitete er bis 1928 und wirkte anschließend bis 1932 als beratender Ingenieur derselben Firma in Wien I. Am 15. Juli 1933 an der Technischen Hochschule in Wien zum Dr. techn. promoviert, arbeitete er von 1934 bis 1940 erneut als Leiter des Prüffeldes und der Maschinenberechnung bei der Elin-AG in Weiz. Höpp wurde mit 1. April 1940 als o. Professor für Elektromaschinenbau an die Technische Hochschule in Graz berufen, hielt am 22. April seine Antrittsvorlesung und wurde im Spätherbst des



Das elektrotechnische Labor um 1941.

Archiv der TU Graz

24, 25, 26  
Rentmeister, historischer  
Rückblick, S. 7.

27 Bernhard A. Reismann:  
Schobert, Ernst (1893–1944),  
Typoskript, Graz 2020.

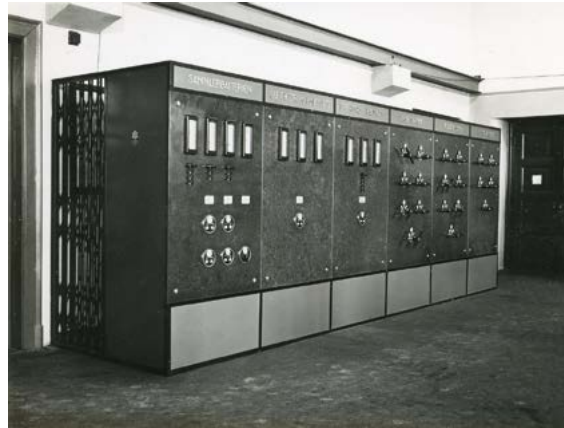
28 Rentmeister, historischer  
Rückblick, S. 8.

29 Bernhard A. Reismann:  
Schäfer, Karl (1892–1944),  
Typoskript, Graz 2022.



## Die „Schaltzentrale“ der TH Graz um 1941.

Archiv der TU Graz



Jahres 1945 auf Wunsch der britischen Besatzungsbehörde von seinem Lehrstuhl enthoben.<sup>30</sup> Höpp forschte insbesondere zum Austausch schwach belasteter Transformatoren.<sup>31</sup>

Johann Wierer, geboren 1902 in Hall in Tirol, studierte an der Technischen Hochschule München und arbeitete danach bei den Siemens-Schuckert-Werken. Er kam 1940 als Dr. Ing. aus Berlin-Siemensstadt nach Graz und übernahm als a. o. Professor den Lehrstuhl für Elektrische Anlagen und Starkstromverteilung.<sup>32</sup> Seine Antrittsvorlesung im April 1941 stand unter dem Titel „Die Sicherstellung der elektrischen Energieerzeugung“, und die Zeitung berichtete über seine Berufung: *Durch die Errichtung des Lehrstuhls für Elektroanlagen und Hochspannungstechnik in Graz wurde ein entscheidender Schritt im Aufbau der jungen Abteilung für Elektrotechnik an der Technischen Hochschule in Graz getan. Es ist dadurch nicht nur möglich, den Studenten die Vollausbildung in Elektrotechnik zu vermitteln, sondern die Hochschulen können jetzt auch an den großen Aufgaben mitarbeiten, die gerade der Elektrotechnik in den Alpenländern gestellt sind.*<sup>33</sup>

Gemeint war damit wohl insbesondere der Ausbau der Wasserkraftwerke in den Alpenländern.

Hans Wierer wurde im September 1943 zum o. Professor ernannt und kehrte 1945 zu den Siemens-Schuckert-Werken zurück. Er arbeitete bis zu seinem Tod im Jahr 1962 als Fachmann für Fernmessung und Netzregelung bei den Siemens-Schuckert-Werken in Erlangen.<sup>34</sup>

Die Kriegsauswirkungen führten einerseits durch die Einberufung zahlreicher Studierender zu einem enormen Rückgang der Frequenzen in den Lehrveranstaltungen und andererseits ab dem Spätherbst 1944 eingedenk der Bombardierungen der Stadt Graz zu zahlreichen Verlagerungen von Instituten in abgelegene Gebiete. So wurde zum Beispiel das Institut für Elektromaschinenbau Anton Höpps nach Gstatterboden im Gesäuse verlegt.<sup>35</sup> Das elektrotechnische Laboratorium auf der neuen Technik wurde im Mai 1945 geplündert.

## Neuanfang 1945 und Entwicklung bis 1975

Der Neuanfang nach dem Ende des Zweiten Weltkrieges und des Dritten Reichs im Mai 1945 war enorm schwierig. So wurde im Bereich der Elektrotechnik bis zum Sommersemester 1946 zunächst nur der erste Studienabschnitt im Ausmaß von vier Semestern angeboten, und erst ab dem Studienjahr 1946/1947 begann stufenweise wieder das Regelstudium, womit die ersten Absolventen im März 1949 ihre Abschlussprüfungen ablegen konnten.<sup>36</sup>

Mit der Außerkraftsetzung aller ab 1938 entstandenen Neuerungen im universitären Bereich wurden aber auch die drei 1940 entstandenen Lehrstühle wieder auf eine einzige Lehrkanzel reduziert. Damit waren der Bestand der Abteilung Elektrotechnik und des Studiums selbst gefährdet. Auch die personelle Situation hatte sich bereits ab 1944

30 Bernhard A. Reismann: Höpp, Anton (1891 bis nach 1955), Typoskript, Graz 2018.

31 N. N.: Institut für Elektrische Maschinen und Antriebstechnik, S. 38.

32 Neues Wiener Tagblatt, Nr. 274/1940, 4. 10., S. 7.

33 Innsbrucker Nachrichten, Nr. 79/1941, 3. 4., S. 5.

34 Mehrerauer Grüße, neue Folge, Heft 16, Februar 1962, S. 25.

35 Hans-Peter Weingand: Die Technische Hochschule Graz im Dritten Reich. Vorgeschichte, Geschichte und Nachgeschichte des Nationalsozialismus an einer Institution, zweite Auflage, Graz 1995, S. 60.

36, 37, 38, 39, 40, 41 Rentmeister, historischer Rückblick, S. 8.

42 Rentmeister, historischer Rückblick, S. 9.

dramatisch verschlechtert. Karl Schäfer war 1944 verstorben, eine Neubesetzung des Ordinariats stand weiter aus, Johann Wierer kehrte 1945 nicht mehr an die Technische Hochschule Graz zurück und Anton Höpp wurde als politisch belastet auf Anweisung der britischen Militärbehörde seines Dienstes enthoben.<sup>37</sup>

Nichtsdestoweniger meldeten sich mit dem Wintersemester 1945/1946 beinahe 200 Studenten zum Elektrotechnik-Studium an. Damit war eine Weiterführung der Studienrichtung trotz schwieriger äußerer Umstände eine Notwendigkeit, ebenso die Neubesetzung der Ordinariate. 1946 wurde Günther Oberdorfer als Leiter der Lehrkanzel für Bau und Betrieb elektrischer Anlagen neu bestellt, und 1949 wurde Alfred Grabner als Leiter an das Institut für Allgemeine Elektrotechnik und Elektromaschinenbau berufen. 1950 wurde Peter Klaudy zum Ordinarius für Grundlagen der Elektrotechnik und Theoretische Elektrotechnik bestellt. Grabner und Oberdorfer, die bis 1945 an der Technischen Hochschule Berlin-Charlottenburg gelehrt hatten, bestritten ab 1945 beziehungsweise 1946 die Lehre zunächst in Form von Lieferungen.<sup>38</sup>

Auf Basis dieser Entwicklung konnte daher ab dem Jahr 1950 zunächst nur die Fachrichtung „Starkstromtechnik“ studiert werden. Erst ab 1959 bestand die Möglichkeit, zwischen den Fachrichtungen „Bau und Betrieb elektrischer Anlagen sowie Netzregelung“ und „Elektromaschinenbau, elektrische Abtriebe sowie Antriebsregelung“ zu wählen.<sup>39</sup>

Alfred Grabner wurde 1961 emeritiert, supplierte aber noch zwei Jahre lang die Lehre und leitete die Lehrkanzel für Elektromaschinenbau, bis endlich 1963 Gerhard Aichholzer als sein Nachfolger berufen wurde.<sup>40</sup>

Eine erste bedeutende Ausweitung erfuhr die Grazer Elektrotechnik 1963 mit der Errichtung einer neuen Lehrkanzel für Hochfrequenztechnik und Elektronik und der Berufung Wilfried Fritzsches an diese Lehrkanzel. Von da an war in Graz neben der „Starkstromtechnik“ auch ein Studium der Nachrichtentechnik und Elektronik möglich.<sup>41</sup>

Die rasenteste Entwicklung vollzog sich während der Jahre 1968 bis 1973 mit der Gründung von insgesamt vier neuen Instituten, womit der allgemeinen technischen Entwicklung jener Jahre Rechnung getragen wurde. Parallel damit ging die Übersiedelung zahlreicher Institute auf die neuen Inffeld-Gründe einher, wo auch die Hochspannungshalle samt angeschlossenem Laboratorium errichtet wurde.

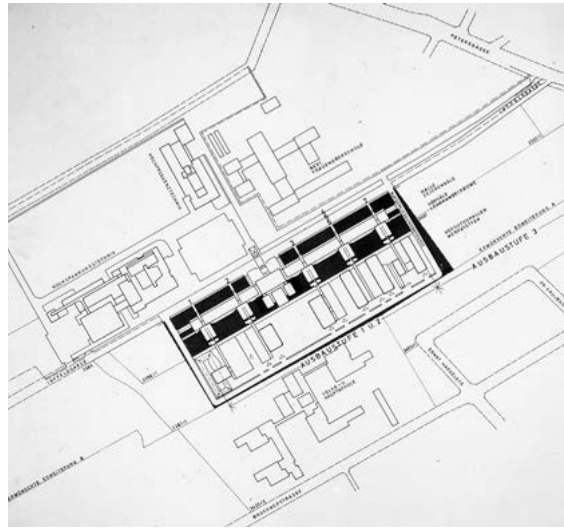
Das war dringend notwendig geworden, denn bereits zu Beginn der 1950er-Jahre hatten sich die Räumlichkeiten auf der Neuen Technik als unzureichend erwiesen. Durch die beengte Raumsituation kam es zu sicherheitstechnisch bedenklichen Erscheinungen. So waren zum Beispiel Wasser- und Heizungsinstallationen Induktionswirkungen ausgesetzt. Günther Oberdorfer wurde zum „spiritus rector“ und Motor für den weiteren Ausbau der Elektrotechnik. Bereits Ende der 1950er-Jahre legte er Entwürfe für ein großzügiges Hochspannungslaboratorium vor. Es sollte zunächst am Gelände des heutigen Physikkomplexes in der Steyrergasse auf den Schörgelhofgründen entstehen. Erst in den frühen 1960er-Jahren gelang es, die Inffeldgründe für einen dritten Standort der Technischen Hochschule Graz zu erwerben. Gleich begannen die Planungen für Institutsneubauten, und noch während der späten 1960er-Jahre entstanden die Baukomplexe Inffeldgasse 12 und Inffeldgasse 18. Gleichzeitig wurde mit dem Bau der Hochspannungshalle begonnen.<sup>42</sup>



Günther Oberdorfer, seit 1946 an der Technischen Hochschule Graz tätig, wurde einer der treibenden Motoren für die Neuausrichtung und Entwicklung des Elektrotechnikstudiums in Graz nach 1945.

Archiv der TU Graz





Oben: Bereits ein früher Entwurf zur Verbauung der Inffeldgründe sah neben der „Hochspannungstechnik“ auch ein Gebäude für die „Hochfrequenztechnik“, direkt angrenzend an die bestehende Frauenoberschule vor, so wie die Bebauung später auch umgesetzt wurde.

Unten: Die Exkursionsgruppe der Elektrotechniker im Jahr 1973 ohne Professoren.

Archiv der TU Graz

Welche Institutsneugründungen waren nun ab dem Ende der 1960er-Jahre zu verzeichnen?

1968 entstand das Institut für Nachrichtentechnik und Wellenausbreitung unter Willibald Riedler. 1972 folgte das Institut für Elektro- und Biomedizinische Technik als eines der Nachfolgeinstitute des Oberdorfer-Instituts, geleitet ab 1973 von Stefan Schuy. Im selben Jahr entstand auch das Institut für Allgemeine Elektrotechnik und Elektrische Messtechnik als Abspaltung des Institutes für Grundlagen und Theoretische Elektrotechnik Peter Kludys. Leiter wurde noch Ende 1972 Harald Weiß.

Einer der Höhepunkte dieser Jahre war sicherlich die Studienreise der Fakultät für Maschinenwesen und Elektrotechnik in den Fernen Osten vom 8. bis zum 25. Oktober 1973, organisiert von Professor Waldemar Jud. Betrachtet man die spätere Entwicklung der Fakultät, entsteht der Eindruck, dass viele der später wichtigen internationalen Kontakte zu Firmen und Universitäten damals grundgelegt oder doch stark ausgebaut wurden. Zumindest holte man sich damals aber starke Anregungen für die eigene Entwicklung. Aus dem Bereich der Elektrotechnik nahmen 32 Personen teil, darunter die Lehrenden Wilfried Fritzsche, Willibald Riedler, Stefan Schuy und Paul Wach. Die Elektrotechniker besuchten in Japan die Matasushita Electrical Industrial Co., Ltd. (heute: Panasonic), die Firma Umweltschutz und Volksgesundheit – Shimadzu, die Firma Toshiba (Tokyo Shibaura Electric Co. Ltd.) in Kawasaki und die Fernsehanstalt Nippon Hoso Kyokai (NHK), in Hong Kong die Transworld Electronics Ltd. und die Firma Teledyne Semiconductors. Dazu kamen noch Besuche der Forschungsanstalt für Schnee und Eis der Universität von Hokkaido und des Departments of Electrical

Engineering der Universität Kyoto, wo man sich über den Stand der Forschungsthemen Ionenquelle, Bionics und Diffusionsuntersuchungen in Plasmaströmen, aber auch über das Department of Information Science und das Rechenzentrum der Universität informierte. Über diese Exkursion entstand ein spannender, höchst lesenswerter gedruckter Bericht. Über den Besuch der Universität Kyoto wurde zum Beispiel resummiert: *Die Besichtigung der Universität Kioto stellte einen eindeutigen Höhepunkt unserer Studienreise dar. Es wurde uns gezeigt, unter welchen Bedingungen die Forschungsarbeiten an den japanischen Hochschulen, die internationale Anerkennung gefunden haben, durchgeführt werden.*<sup>43</sup>

1973 entstand an der Technischen Hochschule Graz schließlich auch noch das Institut für Regelungstechnik, dem Gerhard Schneider als Ordinarius vorstand. Formal bestand seit den späten 1950er-Jahren auch das von Günther Oberdorfer eingerichtete und geleitete Institut für Hochspannungstechnik, das 1971 mit dem langjährigen Leiter der Hochspannungsprüf- und -versuchshalle, Alfred Leschanz, besetzt wurde.<sup>44</sup>

Organisatorisch spiegelte sich diese Entwicklung im Allgemeinen Hochschul-Studiengesetz des Jahres 1968 sowie im Technik-Studiengesetz des Jahres 1969 wider. Damit wurde das Studium der Elektrotechnik auf fünf Wahlfachgruppen festgelegt, nämlich:

- Bau und Betrieb elektrischer Anlagen
- Elektromaschinenbau
- Nachrichtentechnik und Elektronik
- Elektromedizin
- Elektrotechnische Grundlagenforschung.

Parallel zu dieser Entwicklung stieg die personelle Ausstattung der Grazer Elektrotechnik im wissenschaftlichen Bereich von drei Professoren und fünf wissenschaftlichen Mitarbeitern im Jahr 1950 auf neun Professoren und beinahe fünfzig wissenschaftliche Mitarbeiter im Jahr 1975 an.<sup>45</sup>

## 1975 bis 2000: Die Elektrotechnik an der Technischen Universität Graz und ihre Entwicklung

Mit dem Universitäts-Organisationsgesetz 1975 wurde nicht nur die Technische Hochschule Graz in Technische Universität Graz umbenannt – mit dem damals noch gerne verwendeten „epitheton ornans“ „Erzherzog-Johann-Universität“, es entstand auch die eigenständige „Fakultät für Elektrotechnik“.

Diese Fakultät gliederte sich zunächst in neun Institute und bot eine Studienrichtung mit den seit 1968 fixierten fünf Wahlfachgruppen an. Dazu kam neu das Fächertauschmodell „Toningenieur“. Mitte der 1970er-Jahre zählte man rund 1.000 Studierende und jährlich rund sechzig Absolvent\*innen. Diese Zahlen sollten sich bis zum Jahr 2000 auf mehr als 2.000 Studierende und jährlich rund 100 Absolvent\*innen erhöhen.<sup>46</sup>

Das akademische Personal der Fakultät bestand 1982 aus 52 Universitätslehrenden und 22 Lektoren. Problematisch war allerdings weiterhin die Raumsituation. Fünf Institute befanden sich 1982 in zwei neuen Gebäuden auf den Inffeldgründen, drei in der Kopernikusgasse und eines in einer Mietwohnung in der Krenngasse. Im Gefolge des UOG 1975 wurden das Institut für Allgemeine Elektrotechnik und Elektrische Meßtechnik sowie

<sup>43</sup> Dekanat der Fakultät für Maschinenwesen und Elektrotechnik der Technischen Hochschule Graz (Hg.): Technische Hochschule Graz – Reisebericht – Fernostexkursion 1973, Graz, ohne Jahr.

<sup>44, 45, 46</sup> Rentmeister, historischer Rückblick, S. 9.

das Institut für Regelungstechnik gegen den ausdrücklichen Wunsch der Fakultät zusammengelegt, wodurch sich die Zahl der Institute vorübergehend auf acht verringerte.<sup>47</sup>

Der Studienplan der Studienrichtung Elektrotechnik umfasste 1982 alle bedeutenden Gebiete der Energieversorgung, Nachrichtentechnik, Elektromedizin und Elektronik, wobei im ersten Studienabschnitt mit vier Semestern eine breite Grundlagenausbildung erfolgte. Im sechsstufigen zweiten Studienabschnitt wurden die Lehrveranstaltungen weiterhin in den seit den späten 1970er-Jahren existierenden fünf Wahlfachgruppen zusammengefasst. Als Studienmodelle wurden 1982 sowohl „Regelungstechnik“ als auch „Toningenieur“ angeboten, letzteres gemeinsam mit der Grazer Hochschule für Musik und darstellende Kunst.<sup>48</sup>

Der technischen Entwicklung folgend wurden ab den frühen 1980er-Jahren auch neue Lehrinhalte angeboten. So wurde der Bereich „Informationstechnik“ erweitert.<sup>49</sup> Eine weitere Neuerung war 1985 die Etablierung des Studienversuchs „Telematik“, gemeinsam mit der Technisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Technischen Universität. Dieser Studienversuch wurde nach einem erfolgreichen Testlauf ab dem Jahr 1991 als Regelstudium beider Fakultäten angeboten.<sup>50</sup>

1987 entstand eingedenk der Intensivierung der Informationstechnik innerhalb der Elektrotechnik das Institut für Technische Informatik, das sich um eine bessere Betreuung der Telematik kümmerte und mit Reinhold Weiß als Ordinarius besetzt wurde.<sup>51</sup>

Schwere Einschnitte in die Fakultätsentwicklung bedeuteten mehrere unerwartete Todesfälle. 1979 verunglückte Alfred Leschanz tödlich, 1982 starb unerwartet auch der Vorstand des Instituts



[Stellvertretend für die drei unerwartet eingetretenen Todesfälle von Institutsvorständen zwischen 1979 und 1988 steht dieser Zeitungsartikel über den Bergtod Stefan Schuys.](#)

Archiv der TU Graz, Kleine Zeitung, 21. 7. 1988

für Hochfrequenztechnik und Elektronik, Wilfried Fritzsche. Seine Stelle wurde erst 1984 nachbesetzt, wobei es gleichzeitig zu einer Änderung der Institutsbezeichnung in „Institut für Elektronik“ kam.<sup>52</sup> 1988 verunglückte Stefan Schuy bei einem Bergunfall am Grimming tödlich. Er stand zu diesem Zeitpunkt gerade mitten im Aufbau des Instituts für Elektro- und Biomedizinische Technik. Drei Jahre lang übernahmen die vielseitigen Aufgaben des Institutsvorstandes daraufhin die a. o. Professoren Paul Wach, Gert Pfurtscheller und Norbert Leitgeb, bis 1991 mit Helmut Hutten ein neuer Ordinarius nachfolgte. Dazu emeritierte Hubert Gsodam, der Leiter des Instituts für Hochspannungstechnik und gleichzeitig Leiter der Versuchsanstalt 1990 vorzeitig.<sup>53</sup>

Die Entwicklung der 1990er-Jahre war vor allem durch eine Fülle von Gesetzes- und Verordnungsänderungen geprägt, an deren Spitze das neue UOG 1993 stand. Ab dem Studienjahr 1992/1993

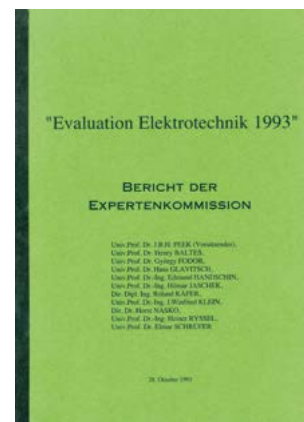
war die Studienrichtung Elektrotechnik in Studien-zweige unterteilt.

Die Technische Universität Graz entschloss sich, gleichsam in letzter Minute, gemeinsam mit der BOKU in Wien sowie den Universitäten Linz und Klagenfurt und der Montanuniversität Leoben der ersten Gruppe zur Implementierung des neuen UOG anzugehören. Mit Oktober 1996 arbeitete man an der TU Graz bereits nach diesem neuen UOG.<sup>54</sup>

Nach innen brachten auch andere Gesetzeswerke Veränderungen in der Struktur mit sich, so das Bundesgesetz 1990 über Technische Studienrichtungen (TechStg 1990), das Universitäts-Studien-gesetz (UniStG 1997) und die 1997 in Kraft getre-tene Novelle des Beamten-Dienstrechtsgesetzes von 1979.

Auch personell kam es Ende der 1990er-Jahre zu Veränderungen. Im Studienjahr 1997/1998 muss-te man ohne die emeritierten Professoren Richard Muckenhuber und Harald Weiß den Studienbe-trieb beginnen. Das Institut für Elektrische Anla-gen erhielt 1998 mit Lothar Fickert einen neuen Ordinarius, während sich die Berufungsverhand-lungen für die Nachfolge am Institut für Elektrische Messtechnik und Messsignalverarbeitung – zuvor Institut für Allgemeine Elektrotechnik und Mess-technik – bis zum Beginn des Jahres 1999 hinzo-gen. Erst mit 1. April 1999 folgte Georg Brasseur als neuer Ordinarius nach.<sup>55</sup>

Bereits in den Jahren 1991 bis 1993 wurde eine Evaluierung der Forschungsleistungen der einzel-nen Institute unter Berücksichtigung der Belas-tung durch die Lehre vorgenommen, wofür elf in-ternational anerkannte Experten aus dem Bereich nichtösterreichischer Universitäten und weltweit agierender Industrieunternehmen gewonnen



Titelseite des Abschluss-berichts der Experten-kommission „Evaluation Elektrotechnik 1993“ vom 28. Oktober 1993.

Archiv der TU Graz

werden konnten. Die Ergebnisse lagen im Oktober 1993 vor. Im Bereich der Forschungsleistungen waren sie außerordentlich positiv, wobei die Fa-kultät für Elektrotechnik angeregt wurde, den Be-reich der Informationstechnik weiter auszubauen und zu fördern.<sup>56</sup>

Daraus entstand ein modifizierter Strukturplan der Fakultät, und das Ministerium für Wissenschaft und Forschung genehmigte eine zusätzliche Professo-renstelle unter dem Arbeitstitel „Neuroinformatik“ sowie drei weitere Universitätsassistentenstellen als Planstellen. Damit einhergehend wurde die Fakul-tät in „Fakultät für Elektrotechnik und Informations-technik“ umbenannt. Die Berufungskommission für die neue Professur „Neuroinformatik“ war 1999 be-reits eingesetzt. Parallel zu diesen Vorgängen wur-de auch die energietechnische Komponente der Fakultät gestärkt und die Errichtung eines Ordinari-ats für Elektrizitätswirtschaft und Energieinnovation in Angriff genommen. Damit sollten jene Aufgaben integriert werden, die bisher von Honorarprofes-sor Martin Friedrich im Rahmen der Projektgruppe „e2i“ und den Instituten für Elektrische Anlagen sowie Hochspannungstechnik wahrgenommen worden waren. Damit wollte man – schwerpunkt-mäßig in Österreich – den Bereich der elektrischen Energietechnik an der Technischen Universität Graz verankern.<sup>57</sup>

47 Stefan Schuy: Fakultät für Elektrotechnik. In: Technische Universität Graz – Erzherzog-Johann-Universität. Geschichte, Lehr- und Forschungstätigkeit, herausgegeben von der TU Graz, Graz 1982, S. 85 (in der Folge: Schuy, Fakultät für Elektrotechnik).

48 Schuy, Fakultät für Elektro-technik, S. 85.

49 Rentmeister, historischer Rückblick, S. 9.

50, 51 Rentmeister, historischer Rückblick, S. 10.

52 Rentmeister, historischer Rückblick, S. 9.

53, 54, 55 Rentmeister, historischer Rückblick, S. 10.

56 Rentmeister, historischer Rückblick, S. 12 und J. B. H. Peek und andere: Evaluation Elektrotechnik 1993, Graz 1993.

57 Rentmeister, historischer Rückblick, S. 12.



## Die Dekane der Fakultät von 1976 bis 2025

### FAKULTÄT FÜR ELEKTROTECHNIK

1976–1977:	Gerhard Aichholzer
1977–1979:	Alfred Leschanz
1979–1982:	Stefan Schuy
1982–1987:	Kurt Richter
1987–1989:	Hubert Gsodam
1989–1993:	Kurt Richter
1993–1994:	Hans Leopold
1994–2001:	Manfred Rentmeister

### FAKULTÄT FÜR ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNIK

2001–2003:	Manfred Rentmeister
2004–2005:	Georg Brasseur
2006–2013:	Heinrich Stigler
2013–2015:	Oszkar Bíró
2016–2024:	Wolfgang Bösch
2024– :	Martin Horn

## Die einzelnen Institute bis zum Jahr 1999 – und ein kleiner Ausblick auf die weitere Entwicklung

### INSTITUT FÜR ELEKTRISCHE ANTRIEBE UND LEISTUNGSELEKTRONISCHE SYSTEME

Dieses Institut entstand im Jahr 1920 als erstes elektrotechnisches Institut der Grazer Hochschule und wurde mit Karl Koller besetzt. Am Institut wurden die allgemeinen theoretischen Grundlagen der Elektrotechnik ebenso unterrichtet wie die Wirkungsweise der Elektromaschinen. Im Studienjahr 1936/1937 wurde das Institut durch ein Laboratorium ergänzt, das auch Übungen und Messungen an unterschiedlichen elektrischen Maschinen ermöglichte.

Nach der Pensionierung Karl Kollers im Jahr 1938 und der Reform des Hochschulstudiums nach Reichsdeutschem Vorbild wurde das Institut im Studienjahr 1939/1940 als „Lehrstuhl für Elektrotechnik“ mit Karl Schäfer neu besetzt. Am Institut wurden nur noch die allgemeinen theoretischen Grundlagen der Elektrotechnik unterrichtet. Das Institut und das Laboratorium wurden im Mai 1945 teilweise geplündert.<sup>58</sup>

Im Herbst 1945 übernahm Alfred Grabner die Lehrstühle für Allgemeine Elektrotechnik und Elektromaschinenbau als nun wieder vereinigt „Institut für Allgemeine Elektrotechnik und Elektromaschinenbau“, und nach einer zunächst viersemestrigen Grundausbildung konnte im Studienjahr 1946/1947 auch der Lehrbetrieb für einen dritten und einen vierten Jahrgang aufgenommen werden. Parallel zu dieser Ausweitung kamen als neue Lehrinhalte nun auch Allgemeine Elektro-

Alfred Grabner  
übernahm 1945 die  
Leitung des Instituts.

Rechts: Gerhard  
Aichholzer, Ordinarius  
ab 1963.

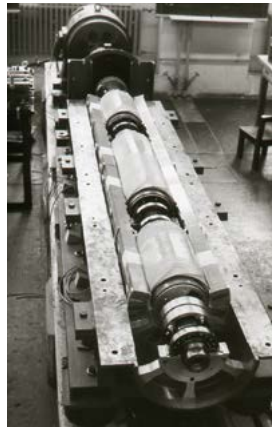
Archiv der TU Graz





technik, Dynamobau, ab 1947 „Kollektormaschinen und Regelsätze“ sowie „Elektrische Antriebe“ dazu. Die Erweiterung des Lehrbetriebes führte aber auch dazu, dass mit dem Studienjahr 1950/51 Peter Klaudy mit dem Unterricht in den theoretischen Fächern der Elektrotechnik betraut wurde.<sup>59</sup> Gleichzeitig wurde das Institut in „Institut für Allgemeine Elektrotechnik und Elektromaschinenbau“ umbenannt. Angeboten wurden Vorlesungen über alle Arten von elektrischen Maschinen, deren Aufbau und Wirkungsweise. Dazu kamen die entsprechenden Konstruktionsübungen. In den Laboratoriumsübungen wurden der praktische Betrieb und die normengerechte Abnahme der wichtigsten Maschinentypen erarbeitet, wobei man die jeweils neuesten Erkenntnisse auf dem Gebiet des Elektromaschinenbaus einfließen ließ. Von Beginn an wurde mit namhaften Firmen zusammengearbeitet, von denen das Institut auch finanziell immer wieder großzügig unterstützt wurde. Forschungsaufgaben und Dissertationen, die am Institut bearbeitet und erstellt wurden, fanden schon damals Niederschlag in verschiedensten Fachzeitschriften.<sup>60</sup>

Alfred Grabner wurde 1963 emeritiert und an seiner Stelle noch im selben Jahr Gerhard Aichholzer als neuer Ordinarius an das „Institut für Elektromaschinenbau“ berufen. Geboren 1921 in Judenburg, studierte er an der Technischen Hochschule Graz, wo er 1954 promoviert wurde. 1973, mit der Übernahme durch Gerhard Aichholzer, erfolgte auch die Umbenennung in „Institut für Elektromagnetische Energieumwandlung“, und gleichzeitig wurde das Fachgebiet der Tieftemperaturtechnik und der Supraleiter forciert. 1977 übernahm Aichholzer folgerichtig auch die Leitung der Anstalt für Tieftemperaturforschung, die er bis 1987 innehatte.<sup>61</sup> Während der 1970er-Jahre wurde am Institut auch ein enorm leistungsfähiger zweipoliger



Turbogenerator mit Luftspaltwicklung und axialer Flussführung entwickelt. Diese Leistung wurde 1976 mit dem Österreichischen Staatspreis für Energieforschung honoriert.<sup>62</sup>

1986 wurde Aichholzer als Institutsvorstand emeritiert. Er verstarb 2003.

Neuer Ordinarius wurde 1987 Manfred Rentmeister, der 1970 an der Technischen Hochschule Graz promoviert worden war und seit 1976 die Professur für Elektrische Bahnen innegehabt hatte. Er leitete das Institut bis zum Jahr 1996 und gab ihm mit der verstärkten Hinwendung zur Erforschung moderner Antriebe eine zusätzliche Ausrichtung. Folgerichtig wurde das Institut 1998 in Institut für Elektrische Maschinen und Antriebstechnik umbenannt. Unter Manfred Rentmeister begann ein umfassender Ausbau des Instituts mit der entsprechenden Ausweitung des Angebots in der Lehre, wobei auch die Zusammenarbeit mit Joanneum Research stark ausgebaut wurde. Einer der besonderen Erfolge dieser Jahre war das Projekt eines Leichtbau-Elektromobils als inter fakultäres Projekt der Fakultäten für Elektrotechnik und Maschinenbau.

Die Einsatzmöglichkeiten von Elektromotoren im Straßenverkehr wurden intensiver erforscht, und gemeinsam mit der ELIN-Union und der For-



### Versuchsmaschine am Institut im Jahr 1977.

Archiv der TU Graz

### Das am Institut entwickelte Leichtbau-Elektromobil.

TU Graz

58 Alfred Grabner: Institut für Allgemeine Elektrotechnik und Elektromaschinenbau. In: Die Technische Hochschule in Graz. Festschrift zur 150. Wiederkehr des Gründungstages der Technischen Hochschule in Graz, herausgegeben von der Technischen Hochschule Graz, Graz 1961, S. 83 (in der Folge: Grabner, Allgemeine Elektrotechnik).

59, 60 Grabner, Allgemeine Elektrotechnik, S. 83 f.

61 Bernhard A. Reismann: Aichholzer, Gerhard (1921–2003), Typoskript, Graz 2019.

62 N. N.: Institut für Elektrische Maschinen und Antriebstechnik, S. 38.

schungsgesellschaft Joanneum wurde ein mehr-jähriges Forschungsprogramm zum Einsatz von supraleitend erregten Synchrongeneratoren auf-gesetzt, an dem bereits Hansjörg Köfler maß-geblich mitarbeitete. Außerdem wurde in den 1990er-Jahren an supraleitenden Kurzschluss-strombegrenzern gearbeitet. Dazu kamen, ge-meinsam mit der Kyushu-Universität in Japan durchgeführt, Forschungsarbeiten an Isolations-systemen für Supraleiter.<sup>63</sup>

Manfred Rentmeister diente seiner Universität von 1994 bis 2003 auch als Dekan der Fakultät für Elektrotechnik, die unter ihm 2002 in Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik umbe-nannt wurde. Er wurde 2005 emeritiert.<sup>64</sup>

Das Institut wurde anschließend zunächst zwei Jahre lang von Hansjörg Köfler, und von 2007 bis 2010 kommissarisch von Lothar Fickert, dem Ordinarius am Institut für Elektrische Anlagen, geleitet. Im April 2010 wurde Annette Mütze als Professorin für Elektrische Antriebstechnik und Maschinen an die Technische Universität Graz berufen und übernahm die Leitung des nunmehr so benannten Instituts.<sup>65</sup> Mit der Übernahme des Instituts durch Michael Hartmann im Jahr 2021 wurde es in Institut für Elektrische Antriebe und Leistungselektronische Systeme umbenannt.

## INSTITUT FÜR ELEKTRISCHE ANLAGEN UND NETZE

1946 wurde die Lehrkanzel für Bau und Betrieb elektrischer Anlagen mit Günther Oberdorfer neu besetzt. Oberdorfer, Jahrgang 1899, hatte in Wien studiert und promoviert, und wirkte nach seiner Habilitation ab 1927 als Privatdozent an der Tech-nischen Hochschule Wien. Daneben arbeitete er von 1924 bis 1937 bei den österreichischen

Siemens-Schuckert-Werken und war anschlie-ßend von 1937 bis 1945 o. Professor für Grund-lagen der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule Berlin-Charlottenburg tätig.<sup>66</sup>

1946 waren die Laboreinrichtungen an der Techni-schen Hochschule Graz zur Hälfte demontiert und zur Hälfte nicht einsatzfähig. Die nächsten Jahre standen daher im Zeichen der Einrichtung zweck-mäßiger Laboratorien, wobei die in- und aus-ländische Industrie und die zuständigen Verwal-tungsstellen die Anschaffung modernster Geräte und Instrumente ermöglichten. Die hervorragende Vernetzung des Institutsvorstandes sollte sich da-bei nicht als Nachteil erweisen. 1952 wurde eine moderne Institutsbibliothek errichtet und 1955 ein Zeichensaal mit zehn Zeichenmaschinen für die Studierenden eingerichtet.

1956 konnte das Wechsellaboratorium in Betrieb genommen werden, nachdem bereits 1954 über ERP-Mittel eine komplette Stoßspan-nungsanlage samt Hochleistungs-Kathoden-strahloszillograph erworben werden konnte. Die Unterbringung dieser Anlage war zunächst jedoch ungenügend. 1956 konnte aber zumindest die Institutswerkstätte optimal ausgestaltet werden, und 1957 folgte die Errichtung einer geschirmten Klimakoje.<sup>67</sup>

Mit der Berechtigung, Zeugnisse über die Ergeb-nisse von Untersuchungen, Erprobungen und Materialprüfungen auszustellen, wurde es 1956 auch möglich, an der Technischen Hochschule Graz eine staatlich autorisierte Versuchs- und Forschungsanstalt für Hochspannungstechnik zu etablieren.

Mit der darauffolgenden sprunghaften Zunahme von Versuchs- und Forschungsaufträgen durch die Industrie und die damit verbundene Möglich-

63 N. N.: Institut für Elektrische Maschinen und Antriebstechnik, S. 40 f.

64 Bernhard A. Reismann: Rent-meister, Manfred, Typoskript, Graz 2025.

65 <https://www.tugraz.at/institute/eals/institut/geschichte#c589005>, abgefragt am 11. 2. 2025.

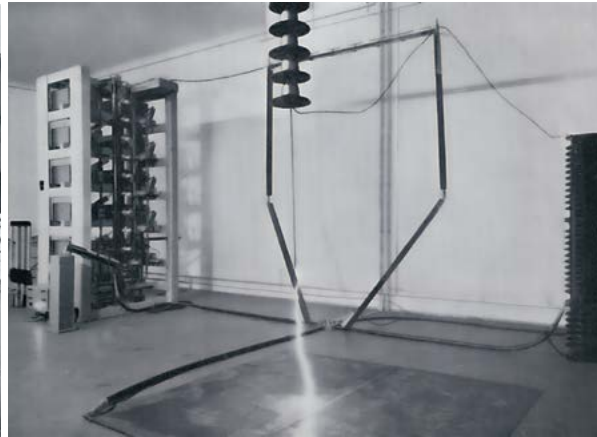
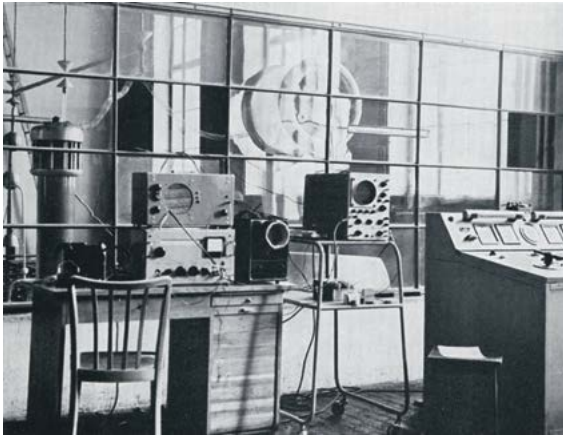
66 Günther Oberdorfer: Institut für Bau und Betrieb elektrischer Anlagen, Institut für Hoch-spannungstechnik. In: Die Technische Hochschule in Graz. Festschrift zur 150. Wieder-kehr des Gründungstages der Technischen Hochschule in Graz, herausgegeben von der Technischen Hochschule Graz, Graz 1961, S. 87 ff (in der Folge: Oberdorfer, Institut für Bau und Betrieb elektrischer Anlagen).

67 Oberdorfer, Institut für Bau und Betrieb elektrischer Anlagen, S. 87.

68 Oberdorfer, Institut für Bau und Betrieb elektrischer Anlagen, S. 90 ff.

69 Oberdorfer, Institut für Bau und Betrieb elektrischer Anlagen, S. 98 f.

70 Bernhard A. Reismann: Ober-dorfer, Günther (1899–1989), Typoskript, Graz 2021.



Links: 1956 wurde das Wechselspannungslabor eröffnet.

Rechts: Das 1954 eröffnete Stoßspannungslabor.

TU Graz

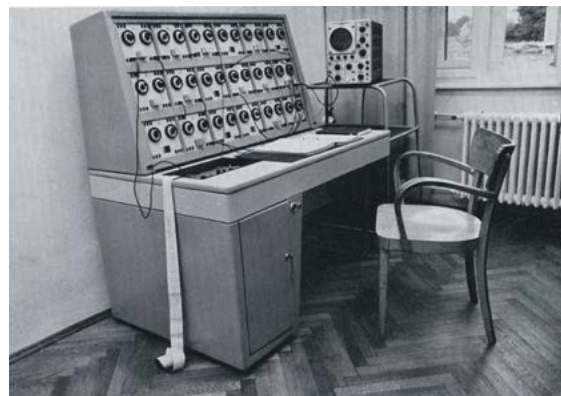
keit, Drittmittel einzuwerben, gelang es bereits 1958, ein Feinmaßlaboratorium und einen Konstruktionsraum einzurichten. Dazu kam 1959 ein von der ELIN-Union Weiz gestellter Forschungsingenieur für den Bereich der Hochspannungstechnik. Diese Zusammenarbeit nutzte in der Folge sowohl dem Unternehmen als auch der Hochschule.

Nachdem 1960 aufgrund einer großzügigen Zuwendung der Firma Siemens eine erste Analogrechenmaschine erworben werden konnte, wurde 1961 auch ein eigener Rechen- und Regelungsraum eingerichtet. Etwa zeitgleich wurde ein erster VW-Bus mit Geräten ausgerüstet, die ambulante Messungen in Kraftwerken und an Hochspannungsnetzen ermöglichten.

Neben der regulären Lehre wurden ab 1950 auch regelmäßig mehrwöchige Studienreisen für die Studierenden der Fachrichtung Elektrotechnik organisiert, und von 1946 bis 1961 entstanden elf Dissertationen an Oberdorfers Institut. All das führte zu einer raschen internationalen Anerkennung des Institutes.<sup>68</sup>

Die wissenschaftliche Ausrichtung des Institutes war 1960 durch das Gebiet der Regelung von Industrieanlagen bestimmt. Zu diesem Zeitpunkt liefen am Institut vor allem Untersuchungen über

den Durchtritt von Stoßspannungen durch Transformatoren und über die Spannungsverteilung in den Ständerwicklungen der nachgeschalteten Generatoren. Dazu kamen Untersuchungen zum Einsatz der Analogrechenmaschine in der Stoßspannungstechnik und die Entwicklung einer Prüfanlage für zeitphasensteuerbare, der Prüfwechselspannung aufgesetzte Stoßspannungen. Gedanklich bereitete Oberdorfer sich damals auch schon auf die Errichtung eines Neubaus für das Hochspannungsinstitut vor.<sup>69</sup> Er war maßgeblich an der Planung und am Bau der neuen Institutsgebäude am Campus Inffeld beteiligt und stand seinem Institut bis zu seiner Emeritierung im Jahr 1971 vor. Günther Oberdorfer verstarb am 8. März 1989 an den Folgen eines Verkehrsunfalls.<sup>70</sup>



Die 1960 erworbene Analogrechenmaschine des Institutes.

TU Graz

Nachfolger Oberdorfers als Institutsvorstand wurde nach einer längeren Interimsphase 1973 Richard Muckenhuber. Er baute zunächst die Laboratorien und Instituts Einrichtungen aus, 1975 erfolgte die Umbenennung in Institut für Elektrische Anlagen. Unter Muckenhuber wurde als erstes Forschungsziel die Planung elektrischer Verbundnetze festgeschrieben, wobei bald auch digitale Berechnungs- und Planungsmethoden zum Einsatz kamen. Vermehrt Augenmerk legte man dabei auf die Bereiche der Netzregelung, der Netzführung, der Zuverlässigkeitsplanung und der Optimierung elektrischer Energieversorgungssysteme. Zu Beginn der 1980er-Jahre wurden vor allem Fragen der Ausbauplanung für die Erzeugung und Verteilung elektrischer Energie und des Ausbaus von Hochspannungsnetzen unter Berücksichtigung wirtschaftlich optimaler Zuverlässigkeit ins Zentrum gerückt. Die Energieversorgungsnetze wurden dabei bereits mittels linearer Optimierung geplant. Das Institut führte auch Untersuchungen über die Wirkleistungs-Frequenzregelung in Verbundnetzen durch.

Als zweiter Forschungsbereich wurde unter Richard Muckenhuber der Bau elektrischer Anlagen betrieben, wobei ein besonderer Fokus auf der Entwicklung des Schaltanlagenbaus und der Leistungsübertragungssysteme lag. 1982 forschte man zum Beispiel am Einsatz von Mikroprozessoren in der elektrischen Anlagentechnik oder an der Entwicklung von Messsystemen zur Durchführung von Untersuchungen an elektrischen Netzen.

Geforscht wurde auch im Bereich der elektrischen Beeinflussung als Teilgebiet der gesamten Umweltproblematik, die schon damals stärker wahrgenommen wurde. Schließlich wurde um 1980 mit Forschungen auf dem Gebiet der Elektrowärme begonnen. Dabei standen zunächst folgende

Forschungsziele im Vordergrund: Probleme beim Anschluss von Elektrowärmegeräten an das Versorgungsnetz, digitale Simulationsmodelle zur Berechnung von Stromkreisen mit Lichtbogen, die elektrische Raumheizung samt dem Vergleich der Systeme von Wärmepumpen, Sonnenkollektoren und Absorbern, und schließlich das Feld der Kraft-Wärme-Kopplung.<sup>71</sup> Dazu kamen in den 1990er-Jahren noch Themen wie die Steigerung der Energieeffizienz und die verstärkte Integration von erneuerbaren Energiequellen.

Als eine der Folgen der Studienreform des Jahres 1992 wurden im Wahlfachkatalog Energie und Umwelt die Vorlesungen um Themen der Energiewirtschaft, Energieeffizienz, neue Technologien und Elektrizitätserzeugung, ökologische Auswirkungen der Energieerzeugung, Umweltschutzgesetzgebung und der Abfallentsorgung erweitert, die zumeist von Experten aus der Praxis gehalten wurden. Im Rahmen der anlaufenden ERASMUS-Programme stellten die Studienmöglichkeiten an ausländischen Universitäten eine weitere Erleichterung dar, wobei das Institut sich an mehreren Austauschprogrammen mit Universitäten in Spanien, Italien, Frankreich, den Niederlanden, Dänemark und England beteiligte. 1998 wurde zusätzlich noch eine Forschungs- und Auslandskooperation mit dem VAAL-Technikon in Südafrika vereinbart.<sup>72</sup>

Richard Muckenhuber stand seinem Institut bis 1996 vor. Auf ihn folgten 1997 interimistisch Manfred Sakulin und 1998 als neuer Ordinarius Lothar Fickert, der aus der Elektrizitätswirtschaft von den Wiener Stadtwerken – Wienstrom kam. Er sollte das Institut bis zu seiner Emeritierung im Jahr 2017 leiten. Seit 2017 steht Robert Schürhuber dem Institut vor.

71 Richard Muckenhuber: Institut für Elektrische Anlagen. In: Technische Universität Graz – Erzherzog-Johann-Universität. Geschichte, Lehr- und Forschungstätigkeit, herausgegeben von der Technischen Universität Graz, Graz 1982, S. 89.

72 N. N.: Institut für Elektrische Maschinen und Antriebstechnik, S. 44 ff.

73 Hubert Gsodam: Institut für Hochspannungstechnik. In: Technische Universität Graz – Erzherzog-Johann-Universität. Geschichte, Lehr- und Forschungstätigkeit, herausgegeben von der Technischen Universität Graz, Graz 1982, S. 89 (in der Folge: Gsodam, Institut für Hochspannungstechnik).

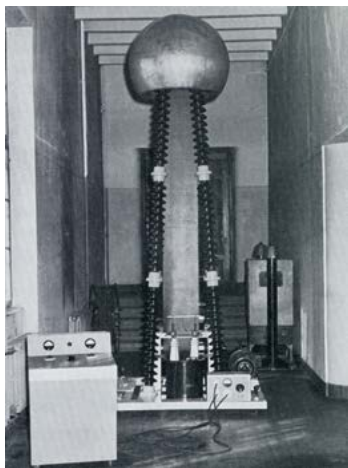
74 Ursula Tomantschger-Steißl und Josef W. Wohinz: Vom Lesliehof zum virtuellen Campus. Die Entwicklung der Infrastruktur. In: Die Technik in Graz. Aus Tradition für Innovation, herausgegeben von Josef W. Wohinz, Graz 1999, S. 82 f.



## INSTITUT FÜR HOCHSPANNUNGSTECHNIK UND SYSTEMMANAGEMENT

Nachdem die Hochspannungstechnik ab dem Jahr 1946 im Rahmen des Institutes für Bau und Betrieb elektrischer Anlagen unterrichtet worden war, entstand auf der Neuen Technik auch ein erstes, technisch gut ausgestattetes Hochspannungslaboratorium, das von Günther Oberdorfer geleitet wurde.

Die räumlichen Gegebenheiten waren allerdings denkbar schlecht und so trug sich Oberdorfer schon 1960 mit ernsthaften Gedanken, ein neues Laboratorium zu errichten. Mit dem Erwerb der Inffeldgründe zu Beginn der 1960er-Jahre wurden diese Pläne konkret, und nach einer intensiven Planungsphase ab dem Jahr 1964 entstand nach einem entsprechenden Beschluss im Jahr 1967 ab 1968 der Neubau des Institutes für Hochspannungstechnik mit angeschlossener großer Versuchshalle, der heutigen Nikola Tesla-Halle. Das Konzept für Institut und Versuchshalle war von Beginn an anwendungsorientiert und sah ausreichende Arbeitsflächen für die Grundlagenforschung vor. 1972 konnten Institut samt Versuchshalle eröffnet werden.<sup>73</sup>



Die Versuchshalle wurde von Hubert Hofmann und Ignaz Gallowitsch geplant, und die mündliche Tradition will wissen, dass die auffallenden Außen-elemente der Trägerstruktur geistig Pate für die Planung des Pariser Centre Georges Pompidou standen. Großes Gewicht wurde jedenfalls der Abschirmungsfrage der großen Halle beigemessen, um Störungen nach außen und innen weitgehend auszuschalten. Dafür wurde ein geschlossener Blechschirm gewählt, bei dessen Auslegung auch die Gewichtsbeanspruchungen und die Wärme-dehnungen zu berücksichtigen waren.<sup>74</sup>

Das Institut selbst wurde in einem Neubau in der Inffeldgasse 18 untergebracht, wo auch die Institute für Elektrische Anlagen und Elektro- und Biomedizinische Technik eine neue Heimstätte fanden. Die Einrichtungen des Labors dienten der Lehre und der Forschung gleichermaßen, wobei die Gruppierung der Geräte und Einrichtungen die notwendigen Schwerpunktbildungen für die Grundlagenforschung neben dem Studienbetrieb gestattete.

Gleichzeitig mit der Eröffnung der Hochspannungshalle wurde auch das eigenständige Institut für Hochspannungstechnik errichtet, dessen erster In-



Alfred Leschanz,  
Institutsvorstand ab 1973.

Archiv der TU Graz

Links: Elektrostatischer  
Bandgenerator in der  
Kopernikusgasse, 1960.

TU Graz

Die neue Hochspannungs-Versuchshalle samt  
angeschlossenem Insti-  
tutsgebäude auf den Inffeld-  
gründen im Jahr 1973.

Archiv der TU Graz





Hubert Gsodam,  
Institutsvorstand ab 1982.

Archiv der TU Graz



In der Nikola Tesla-Halle, um 1980.

Institut für Hochspannungstechnik und Systemmanagement

stitutsvorstand der 1927 in Hieflau geborene Alfred Leschanz wurde. Er studierte an der Technischen Hochschule Graz, wo er 1958 auch promoviert wurde, und wirkte an dieser Hochschule als Assistent und nach seiner Habilitation ab 1969 als Honorarprofessor für Hochspannungstechnik.<sup>75</sup>

Arbeitsgebiete des Institutes für Hochspannungstechnik waren von Beginn an die Grundlagenforschung an Isoliersystemen (elektrische Festigkeitslehre), das Funktionsverhalten elektrischer Geräte und Bauteile durch Betriebsbeanspruchung, Umgebungseinfluss und Verschmutzung, die Messtechnik und die Geräteentwicklung und die Höchstspannungsprüfung an Öl- und Freiluftisolation samt dielektrischen Messungen.<sup>76</sup>

Alfred Leschanz widmete sich vor allem Forschungen im Bereich der Halbleitertechnik, und unter ihm entwickelte sich die Technische Universität Graz zum österreichischen Schwerpunktzentrum in diesem Forschungsbereich. Der frühe Tod Alfred Leschanz' im Jahr 1979 bedeutete deshalb auch einen schweren Einschnitt in der Entwicklung.<sup>77</sup> Erst 1982 wurde der Lehrstuhl mit Hubert Gsodam neu besetzt. Geboren 1924 in St. Gertraud im Lavanttal, hatte er an der Technischen Hochschule Graz studiert, wurde an dieser Hochschule 1961 auch promoviert und hatte bereits ab 1952 als Assistent Günther Oberdorfers gewirkt. 1955 trat er in die ELIN-Union in Weiz ein, wurde dort Abteilungsleiter und übernahm 1961 die Leitung des gerade neu eingerichteten Hochspannungsprüfungsfeldes.

Gsodam nahm neben seiner Lehrtätigkeit regen Anteil an der Entwicklung der Fakultät und der Gesamtuniversität und war von 1987 bis 1989 Dekan der Fakultät für Elektrotechnik.

Unter Hubert Gsodam wurde der Aufgabenbereich des Institutes durch Fachgebiete wie elektrostatische Anwendungen, Qualitätsmanagement und Fragen der Wirtschaft erweitert. Hubert Gsodam wurde auf eigenen Wunsch am 30. September 1990 emeritiert und verstarb am 22. November 1998 plötzlich und unerwartet an den Folgen eines Herzversagens.<sup>78</sup>

Auf ihn folgte als Leiter des Institutes und der Versuchsanstalt Michael Muhr, der 1996 zum o. Professor für Hochspannungstechnik ernannt wurde. Unter ihm wurden die Lehr- und Forschungsbereiche aufgrund der weiter wachsenden Aufgabenstellungen neu gegliedert und aufgeteilt. Das erste Hauptgebiet war nunmehr die Hochspannungstechnologie mit den Bereichen Hochspannungstechnik, Isolationskoordination und EMV,

Hochspannungsgeräte und Systeme, Werkstoffe, Technologie und Umwelttechnik, Isolierstoffe und Isolierungssysteme, Überspannungen, Mess- und Prüftechnik sowie Automatisierung und Geräteentwicklung. Das zweite Hauptgebiet wurde vom Komplex Energie – Wirtschaft – Umwelt dominiert. In diesem Bereich wurden die Themen Elektrotechnik – Wirtschaft, Elektrizitätswirtschaft, Qualitäts-, Projekt- und Umweltmanagement sowie Energieinnovation behandelt.

Auch die Versuchsanstalt wurde eingehend modernisiert und die Einrichtungen und Geräte auf einen hohen technischen Standard gehoben.<sup>79</sup>

2004 wurde das Institut folgerichtig in Institut für Hochspannungstechnik und Systemmanagement umbenannt, wobei auch diesem Institut weiter Michael Muhr vorstand, bis er 2012 emeritiert wurde. Muhr war auch Vizerektor für Lehre und Studien.<sup>80</sup> 2014 übernahm Uwe Schichler das Institut, 2017 auch die Leitung der Versuchsanstalt.



## INSTITUT FÜR GRUNDLAGEN UND THEORIE DER ELEKTROTECHNIK

1950 wurde die Lehrkanzel für Grundlagen der Elektrotechnik und Theoretische Elektrotechnik errichtet. Das Institut stand in der Nachfolge des 1940 entstandenen Institutes für Elektrotechnik Karl Schäfers. Plünderungen im Jahr 1945 und die Aufteilung des verbliebenen Inventars aus Schäfers Institut auf die Institute Alfred Grabners und Günther Oberdorfers führten dazu, dass der neue Institutsvorstand Peter Klaudy 1950 zwar über Räume, aber über keine Messgeräte oder sonstige Laboratoriumsausstattung verfügte. Durch großzügige finanzielle Unterstützung des Bundesministeriums für Unterricht und namhafte Spenden der österreichischen sowie der deutschen Elektroindustrie und anderer Unternehmen gelang es Klaudy in den Jahren 1950 bis 1953 allerdings, den notwendigsten Grundstock an Geräten und Apparaten anzuschaffen, um die Laborübungen in den Gegenständen „Grundlagen der Elektrotechnik“ und „Theoretische Elektrotechnik für Elektrotechniker und Maschinenbauer“ zu gewährleisten. Von der Lehrkanzel wurden auch die Fächer „Wechselstromtechnik“ und „Meßtechnik I und II“ vertreten.

Auch am wissenschaftlichen Personal mangelte es zu Beginn noch. Dieses Problem sollte sich bis 1960 weiter fortsetzen. Durch wiederholte Vorstellungen beim Unterrichtsministerium gelang es zwar, vier wissenschaftliche Mitarbeiterposten, zwei Werkstättenposten und eine halbe Sekretariatsstelle zu erlangen, es war aber weiterhin nicht möglich, alle Vorlesungen und Übungen ordnungsgemäß abzuwickeln und dazu noch

### Im Institutslabor, um 1960.

TU Graz



Peter Klaudy,  
Institutsvorstand ab 1950.

Archiv der TU Graz

75 Bernhard A. Reismann: Leschanz, Alfred (1927–1979), Typoskript, Graz 2024.

76 Gsodam, Institut für Hochspannungstechnik, S. 88 f.

77 Bernhard A. Reismann: Leschanz, Alfred (1927–1979), Typoskript, Graz 2014.

78 Bernhard A. Reismann: Gsodam, Hubert (1924–1998), Typoskript, Graz 2021.

79 N. N.: Institut für Hochspannungstechnik mit Versuchsanstalt. In: 50 Jahre Elektrotechnik an der Technischen Universität Graz, herausgegeben von Manfred Rentmeister, Kurt Friedrich und Wolfgang Wallner (= ÖVE-Schriftenreihe, Band 5), Wien 1999, S. 38.

80 [https://de.wikipedia.org/wiki/Michael\\_Muhr](https://de.wikipedia.org/wiki/Michael_Muhr), abgefragt am 11. 2. 2025.

Supraleiterkabel, auf einer Trommel angeliefert, im Innenhof der Neuen Technik im Jahr 1979.

TU Graz



Forschungsarbeiten im erforderlichen Maß durchzuführen. Unterrichtet wurden Grundlagen der Elektrotechnik für Nichtelektrotechniker, Elektrotechnik, Grundlagen und Theorie I und II, Wechselstromtechnik und Messtechnik I und II. Zumindest die fachliche Ausbildung der Studierenden war aber gewährleistet.

Um die Ausbildung so wirklichkeitsnah wie möglich zu gestalten, wurden engste Kontakte mit der Elektroindustrie und Elektrowirtschaft gehalten. Damit konnten auch mehrere Forschungsarbeiten durchgeführt werden. Sie bezogen sich vor allem auf das Gebiet des elektrischen Eisenbahnbetriebes und auf elektrophysikalische Fragestellungen wie die Erzeugung starker Ströme und magnetischer Felder. Sehr viel Zeit und Energie floss auch in die Entwicklung elektrischer Kontakte für hohe Gleitgeschwindigkeiten und Ströme sowie die Erreichung höchster Stromdichten in metallischen Leitern durch Kühlungsfragen, Leiterersatz und dergleichen mehr. Dieser Forschungsschwerpunkt ergab sich aus der früheren Arbeit des Institutsvorstandes Peter Klaudy und mündete bis 1960 in immerhin sechs Doktorarbeiten, die sich vor allem mit Themen der Kontaktforschung befassten. Dazu kamen Veröffentlichungen in zahlreichen Fachzeitschriften.<sup>81</sup>

1962 gelang es Peter Klaudy und dem steirischen Landesamtsvizepräsidenten Werner Blanc, den Verein zur Förderung der Tieftemperaturforschung zu gründen. Er befasste sich vor allem mit der Erforschung von Grundlagen und der Entwicklung von Methoden und Verfahren, die Tieftemperaturphysik und -technik gezielt zu nutzen und entsprechende Forschungsarbeiten auch weiterhin zu gewährleisten. Damit erlangte die Steiermark vorübergehend eine Vorreiterrolle bei Supraleiterkabeln. Ermöglicht wurden diese Arbeiten durch eine enge Kooperation mit der Wirtschaft. Schließlich gelang es 1979, beim weststeirischen Kraftwerk Arnstein erfolgreich ein erstes Supraleiterversuchskabel in das 60 kV-Netz der STEWEAG einzubauen und zu testen.<sup>82</sup>

Peter Klaudy emeritierte bereits 1973, leitete die Anstalt für Tieftemperaturforschung aber noch bis 1977 weiter. Er verstarb, mehrfach hoch ausgezeichnet, am 2. Oktober 1985 in Altmünster bei Salzburg.<sup>83</sup>

Das Institut wurde von 1973 bis 1975 interimistisch von Gerhard Aichholzer geleitet. 1975 erfolgte mit der Berufung von Kurt Richter von der Technischen Hochschule Wien ein beinahe völliger Neubeginn im Bereich der Lehrveranstaltungen, des wissenschaftlichen Personals, der Forschungsschwerpunkte und der Sachausstattung. Insbesondere in der Forschung kam es aufgrund der Tatsache, dass Richter Mikrowellentechniker war, zu einer starken Hinwendung zum Gebiet der Hochfrequenz- und Mikrowellentechnik. Die Umbenennung in Institut für Grundlagen und Theorie der Elektrotechnik, kurz IGTE, erfolgte 1983. Am Institut wurde 1985 gemeinsam mit der Technisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Studienversuch Telematik implementiert, der 1991 zur interfakultären Studienrichtung wurde, wobei

dem IGTE die Ausbildung der Studierenden in den Grundlagen der Elektrotechnik, der theoretischen Elektrotechnik und den Grundlagen elektrischer Netzwerke zufiel. Unterstützend dazu wurde gemeinsam mit dem Institut für Elektrische Maschinen und Antriebstechnik auch ein elementares Laboratorium für alle Studienanfänger\*innen der Telematik angeboten. Seit dem Studienjahr 1992/1993 war das IGTE im Studienzweig Prozesstechnik beheimatet und wurde dort für den Wahlfachkatalog 5, Computergestützte theoretische Elektrotechnik, zuständig. In der Studienrichtung Telematik war das Institut im Wahlfachkatalog 17, Feldnumerik und Messtechnik, angesiedelt.

Der Personalstand des Instituts erhöhte sich bis zum Jahr 2000 auf einen Professor, sechs Assistentenstellen (davon vier Dozenten), einen Mechaniker und 1,5 Sekretärinnenstellen. Dazu kamen noch mehrere drittmittelfinanzierte Forschungsassistentenstellen.

Unter Kurt Richter wurde zunächst auf dem Gebiet der Wellenausbreitung in Mikrowellenresonatoren zur Lasermodulation gearbeitet. Andere Forschungsthemen waren eng mit der Radarfernerkundung verbunden, wie die Forschungen zum Synthetischen Aperturradar.

Um 1979 begannen die ersten Arbeiten auf dem Gebiet der numerischen Berechnung und Simulation elektromagnetischer Felder. In diesem Zusammenhang wurde zwischen 1980 und 1982 von anfangs nur zwei Assistenten ein Softwarepaket zur Behandlung ebener und rotationssymmetrischer Geometrien entwickelt, mit dem unter anderem elektrostatische Felder, stationäre Magnetfelder unter Berücksichtigung von Sättigungserscheinungen oder zeitharmonische Wirbelstromerscheinungen berechnet werden konnten. Parallel dazu wurden Kontakte mit der ELIN-Union geknüpft.

Enge Kooperationen zum Beispiel mit Siemens-Matsushita, der VAI Linz oder der EVU folgten. 1982 begann auch eine enge Zusammenarbeit mit der CERN in Genf, die mit der Berechnung von dreidimensionalen Magnetfeldern in Dipolmagneten zur Teilchenablenkung im Antiprotonenkollektoring begann und Vorarbeiten für jene Forschungen leistete, die dem italienischen Physiker Carlo Rubbia 1984 den Nobelpreis für den Nachweis der Z- und W-Bosonen einbrachten.

In den frühen 1980er-Jahren begann auch die enge Zusammenarbeit des Institutes mit der Technischen Universität Budapest. Im Rahmen dieses Forschungsabkommens gelang es immer wieder, namhafte ungarische Wissenschaftler als Assistenten, Dozenten und Gastprofessoren langfristig an das IGTE zu binden.

Ende der 1980er-Jahre begannen Forschungen auf dem Gebiet der Optimierung elektromagnetischer Einrichtungen und Geräte, wobei am IGTE auch stochastische Strategien entwickelt und erfolgreich eingesetzt wurden. Die Arbeiten auf dem Gebiet der Feldnumerik und der Optimierung brachten den Mitarbeiter\*innen internationales Ansehen ein.

Mitte der 1990er-Jahre setzte das Institut im Zusammenhang mit der Implementierung des World Wide Web (www) auch erste Schritte auf den Gebieten des „Distance Learnings“ und des web-basierten Trainings.<sup>84</sup>

Kurt Richter wurde im Jahr 2000 emeritiert, und auf ihn folgte 2004 Oszkár Bíró, der bereits 1987 von der TU Budapest nach Graz kam. Unter ihm wurden zahlreiche vom FWF und der FFG geförderte Forschungsprojekte etabliert. So wurde von ihm vor allem das Christian Doppler Labor für multiphysikalische Simulation, Berechnung und Entwurf

81 Peter Klaudy: Institute für Grundlagen der Elektrotechnik und Theoretische Elektrotechnik. In: Die Technische Hochschule in Graz. Festschrift zur 150. Wiederkehr des Gründungstages der Technischen Hochschule in Graz, herausgegeben von der Technischen Hochschule Graz, Graz 1961, S. 84 ff.

82 Peter Klaudy: In Arnstein war das erste supraleitende Kabel der Welt erfolgreich in Betrieb. In: Energie, Band 32/1980, S. 138 ff.

83 Bernhard A. Reismann: Klaudy, Peter (1903–1985), Typoskript, Graz 2019.

84 N. N.: Institut für Grundlagen und Theorie der Elektrotechnik. In: 50 Jahre Elektrotechnik an der Technischen Universität Graz, herausgegeben von Manfred Rentmeister, Kurt Friedrich und Wolfgang Wallner (= ÖVE-Schriftenreihe, Band 5), Wien 1999, S. 62 f.

elektrischer Maschinen aufgebaut. Das Labor wurde zu 50% von der Christian Doppler Forschungsgesellschaft und zu 50% von Industriepartnern, der ELIN Motoren GmbH, der Traktionssysteme Austria GmbH, der AVL List GmbH und der Andritz Hydro GmbH finanziert. Durch dieses Labor konnte die Forschungsbreite des IGTE bedeutend ausgeweitet werden, neu dazu kamen zum Beispiel die Bereiche Strukturmechanik, Akustik sowie Wärmeübertragung und deren Kopplung.

Dieser Status wurde auch nach der Übernahme des Institutes durch Manfred Kaltenbacher im Jahr 2020 beibehalten und rasch um den Bereich der multiphysikalischen Simulation ausgebaut. Die von ihm mit vielen Mitarbeiter\*innen entwickelte Open Source Finite-Elemente-Software openCFS kommt inzwischen in Forschung und Lehre zum Einsatz.<sup>85</sup>



Wilfried Fritzsche,  
Institutsvorstand ab 1963.

TU Graz

## INSTITUT FÜR ELEKTRONIK

Wilfried Fritzsche wurde im Juli 1963 als Ordinarius für Hochfrequenztechnik an die Technische Hochschule Graz berufen. Geboren 1923 in Zöbzig, hatte er an der Technischen Hochschule Hannover Fernmelde- und Hochfrequenztechnik studiert, wurde dort 1955 zum Dr. Ing. promoviert und übernahm noch im selben Jahr die Leitung des Entwicklungslabors für industrielle Elektronik bei AEG Berlin.

Mit seiner Berufung an das soeben in Gründung befindliche neue Institut an der Technischen Hochschule Graz wurde ein entscheidender Schritt für die Fakultät gesetzt, da damit auch die Schwachstromtechnik in Graz etabliert wurde. In den folgenden Jahren widmete sich Fritzsche dem Aufbau des Institutes, das zunächst in einigen wenigen Räumen in der Kopernikusgasse Platz finden musste, sowie der Planung des anstehenden

Neubaus auf den Inffeldgründen, wohin das Institut 1972 übersiedelte. Darüber hinaus wirkte er in den Jahren 1965 bis 1967 für seine Fachbereiche als Fakultätsvertreter an der Fakultät für Naturwissenschaften.

Wilfried Fritzsche befasste sich in dieser Zeit unter anderem mit den Eigenschaften des Schnees sowie mit elektronischen Verfahren zur Messung von Schneehöhen und der Suche nach Lawinenopfern. Mit diesen Arbeiten wurde Fritzsche international bekannt und zu Vorträgen in die USA, nach Kanada, Frankreich, in die Sowjetunion und nach Japan in die dortigen Zentren für Lawinenforschung eingeladen. Fritzsche gilt als Erfinder des „Lawinenpiepsers“, der 1969 in einer Dissertation Alois Etschmaiers genau beschrieben wurde. In den 1970er-Jahren beteiligte er sich an Gletschermessungen, wobei er im September 1978 beim Transport von Messgeräten nahe der Kürsingerhütte im Großvenedigermassiv einen Unfall erlitt.

Bereits im Rahmen der Olympischen Winterspiele 1964 in Innsbruck sowie der darauffolgenden Skiweltmeisterschaften in Garmisch-Partenkirchen wurden von Fritzsche spezielle Fernsehaufnahmen auf Videorecordern mit Zeiteinblendung als Hilfe für die Skirennläufer und Rodler durchgeführt. Weiters befasste sich Fritzsche intensiv mit Forschungen am Sterefernsehen im Sinn der Stereokinematographie, das er vor allem im Bereich der Medizin anwenden wollte.

Gemeinsam mit Otto Pirzl und Professor Willibald Flick von der Karl-Franzens-Universität Graz bildete Fritzsche ab dem September 1969 das erste Grazer Team des Instituts für Computertechnik (ICT), das in den Jahren 1971 bis 1976 mit Hilfe des Mikroprozessors 4004, dann 8008 von Intel, auch den computerunterstützten Unterricht an der neugebauten Versuchsschule Graz-Murfeld



für programmierten Unterricht betreute und damit einen weiteren Meilenstein für Österreich setzte. Außerdem gehörte Wilfried Fritzsche in den 1970er-Jahren dem Projektteam „Mikroelektronik“ des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung an. Er blieb bis zu seinem unerwarteten Tod am 13. Juli 1982 Institutsvorstand.<sup>86</sup>

Bereits 1975 war das Institut in „Institut für Elektronik“ umbenannt worden, und so hieß es auch nach der Übernahme der Institutsleitung durch Hans Leopold im Jahr 1984.

Mit ihm begann ein neuer Abschnitt in der Institutsgeschichte, verbunden mit einer Neuorientierung in Forschung und Entwicklung. Nun standen die elektronische Schaltungstechnik im weitesten Sinne und ihre Realisierung in den verschiedensten Technologien im Mittelpunkt. Forschungsschwerpunkte wurden die elektronische Schaltungstechnik, der Entwurf, die Simulation und der Test integrierter Schaltungen, die elektromagnetische Verträglichkeit elektronischer Systeme, die Elektronik unter Stressbedingungen und die Entwicklung produktionsgerechter elektronischer Geräte und Systeme. Auch die technische Ausstattung des Institutes wurde in diesem Hinblick wesentlich erweitert. So entstanden unter anderem ein CAD-Labor und ein komplett ausgestattetes EMV-Labor. Durch die enge Zusammenarbeit des Institutes mit Joanneum Research und einer Reihe von Unternehmen wie der AMS International AG, dem Siemens Entwicklungszentrum für Mikroelektronik, der Steyr Daimler Puch AG, der Anton Paar GmbH oder der Firma AVL List war ein ständiger Kontakt mit der Praxis gegeben. Nach und nach wurden auch in der Lehre neue Inhalte implementiert. Themen wie Integrierte Schaltungen, Elektromagnetische Verträglichkeit oder die Automotive Elektronik wurden nun unterrichtet. Das schlug sich auch in einer ständig



Oben: Versuche mit Stereofernsehen am Institut mittels eines Operationsmikroskops der Grazer Universitäts-Augenklinik. Rechtes Auge: Farbe, linkes Auge: Schwarz-Weiß-Bild.

TU Graz

Unten: Das Gebäude, in dem das Institut für Elektronik 1972 untergebracht wurde, im Jahr 1973.

Archiv der TU Graz



Hans Leopold,  
Institutsvorstand ab 1984.

TU Graz

steigenden Studierendenzahl nieder. Bis zum Jahr 2000 war das Institutspersonal auf achtzehn Personen angewachsen, von denen zehn im wissenschaftlichen Bereich tätig waren. Hans Leopold engagierte sich ab den 1990er-Jahren zusätzlich intensiv im Bereich der Implementierung des Telematikstudiums. So war er bereits 1991 und 1992 Vorsitzender der Studienkommission Telematik.<sup>87</sup>

85 <https://www.tugraz.at/institute/igte/institute/history>, abgefragt am 11. 2. 2025.

86 Bernhard A. Reismann: Fritzsche, Wilfried (1923–1982), Typoskript, Graz 2021.

87 N. N.: Institut für Elektronik. In: 50 Jahre Elektrotechnik an der Technischen Universität Graz, herausgegeben von Manfred Rentmeister, Kurt Friedrich und Wolfgang Wallner (= ÖVE-Schriftenreihe, Band 5), Wien 1999, S. 70 f.



Wolfgang Pribyl,  
Institutsvorstand ab 2005.

Joanneum Research

Leopold wurde 2003 emeritiert, und auf ihn folgte 2005 als neuer Institutsleiter Wolfgang Pribyl. Er sollte das Institut bis zum Jahr 2014 prägen. Unter seiner Leitung wurden die Bereiche Integrierte Schaltungen und Mikroelektronik stark ausgebaut. 2007 wurde erstmals das Masterstudium „Analog Chip design“ angeboten, nachdem dieser Studiengang als Wahlfach in die Masterstudiengänge Elektrotechnik und Telematik integriert worden war.

Bis 2011 wurden zwei Hauptbereiche weiter ausgebaut: die Elektronischen Systeme mit Konzentration auf die Bereiche hochpräzise Instrumentierung und Automobilsysteme und das Analog- und Mixed-Signal-Chipdesign, wobei der Schwerpunkt in diesem Bereich auf die Bedürfnisse der lokalen Industrie abgestimmt wurde.

2014 übernahm Bernd Deutschmann die Professur für Elektronik. Er konnte die traditionellen Forschungsbereiche des Instituts weiter ausbauen. So entstand eine weibliche Tenure-Track-Stelle im neuen Forschungsbereich „Radiation Hardness“ von integrierten Schaltungen. Auch die Infrastruktur im Bereich der Elektromagnetischen Verträglichkeit elektronischer Systeme konnte durch die Anschaffung neuer Messtechnik weiter ausgebaut werden. In der Lehre ging man neue Wege und setzte vermehrt auf die Kommunikation in sozialen Medien und die Implementierung zahlreicher Lehr- und Weiterbildungsvideos. Dazu kamen neue Lehrkonzepte wie Lehrveranstaltungen nach dem Konzept des „Flipped Classrooms“.

2020 eröffneten TU Graz und Silicon Austria Labs ihre ersten Forschungslabore und legten damit einen Grundstein für die gemeinsame Grundlagenforschung im Bereich der elektronischen Systeme. Im Jänner 2020 gelang es Bernd Deutschmann, die neue Stiftungsprofes-

sur für Robuste Elektroniksysteme mit David Johannes Pommerenke zu besetzen. Das Institut beschäftigt gegenwärtig dreiundzwanzig wissenschaftliche Mitarbeiter\*innen, neun Verwaltungs- und Werkstatt- beziehungsweise Labormitarbeiter\*innen, neunzehn studentische Hilfskräfte, fünf externe Lehrbeauftragte und einen Lehrling.<sup>88</sup>

## INSTITUT FÜR KOMMUNIKATIONSNETZE UND SATELLITENKOMMUNIKATION

Dieses Institut entstand 1968 als Institut für Nachrichtentechnik und Wellenausbreitung unter der Leitung von Willibald Riedler. Geboren 1932 in Wien, studierte er an der Technischen Hochschule Wien Schwachstromtechnik, wurde dort 1961 zum Dr. techn. promoviert, absolvierte zusätzlich ein Doktoratsstudium der Meteorologie und Geophysik an der Universität Wien und schloss auch dieses 1966 mit dem Doktorat ab. 1968 als o. Professor an das gerade neu gegründete Institut nach Graz berufen,<sup>89</sup> wurde Riedler 1971 erstmals mit der Thematik des in Graz geplanten Toningenieurstudiums konfrontiert. Neben seinen Verdiensten um die Weltraumforschung, für die er noch heute weit über die Grenzen Österreichs hinaus bekannt ist, machte er das Toningenieurstudium zu „seiner“ Angelegenheit und trug es Zeit seines akademischen Lebens in Graz, auch schon bevor er in den Jahren 1973 bis 1975 als Dekan der Fakultät für Maschinenwesen und Elektrotechnik und von 1975 bis 1977 als Rektor der Technischen Universität Graz wirkte.

Es war vor allem sein Engagement und sein Geschick, zum richtigen Zeitpunkt die richtigen strategischen Schritte zu setzen, konzeptionell und planerisch vorauszu-denken, mehrfach die Gunst des Augenblicks zu nutzen, und kluger Wegweiser bei anstehenden Entscheidungen zu sein, um das

<sup>88</sup> <https://www.tugraz.at/institute/ife/institute/history>, abgefragt am 11. 2. 2025.

<sup>89</sup> [https://de.wikipedia.org/wiki/Willibald\\_Riedler](https://de.wikipedia.org/wiki/Willibald_Riedler), abgefragt am 8. 6. 2022; und [https://austria-forum.org/af/Biographien/Riedler,\\_Willibald](https://austria-forum.org/af/Biographien/Riedler,_Willibald), abgefragt am 8. 6. 2022.

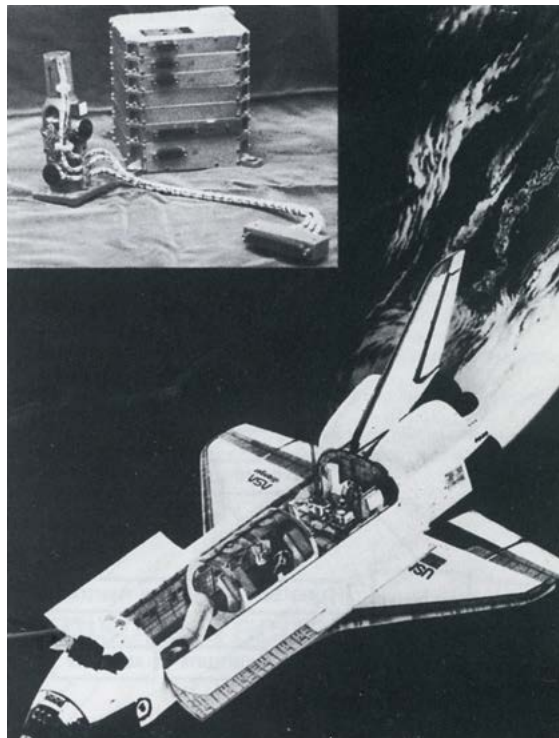
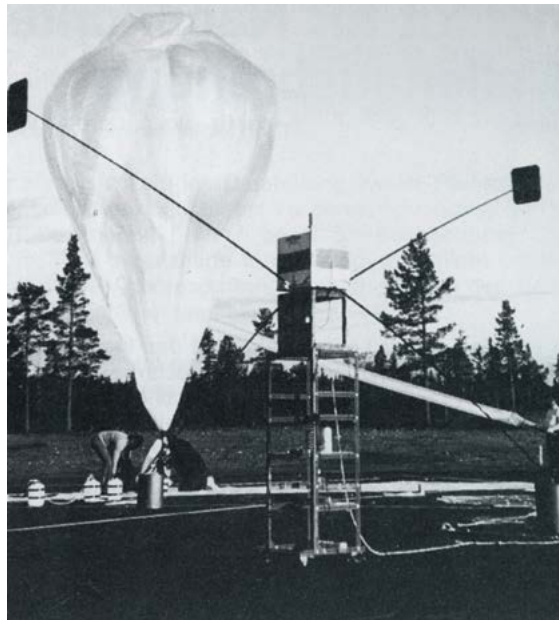
<sup>90</sup> Willibald Riedler: Institut für Nachrichtentechnik und Wellenausbreitung. In: Technische Universität Graz – Erzherzog-Johann-Universität. Geschichte, Lehr- und Forschungstätigkeit, herausgegeben von der Technischen Universität Graz, Graz 1982, S. 93 f.

Grazer Toningenieurstudium als „sein Verdienst“, wie es Hans Leopold ausdrückte, zu etablieren. Das Grazer Toningenieurstudium wurde damit zum ersten interuniversitären Studium Österreichs.

Das Institut für Nachrichtentechnik und Wellenausbreitung, seit 1973 am Campus Inffeld angesiedelt, befasste sich von Beginn an vor allem mit Fragen der Wellenausbreitung und Informationsübertragung über Satelliten im Rahmen internationaler Telematikprojekte. Bereits 1968 gab es die erste österreichische Beteiligung an einem Projekt der experimentellen Weltraumforschung mit einem selbstentwickelten Elektronendichtemeßgerät. Weitere, sehr erfolgreiche Projekte mit Raketen und Ballonen in internationaler Kooperation folgten.

Aber auch über den FWF wurden am Institut Projekte durchgeführt, die in Zusammenarbeit mit mehreren anderen Instituten und Institutionen umgesetzt wurden. Bedeutend wurden aber vor allem die internationalen Kooperationsprojekte im Rahmen des Technologieprogramms der ESA und der Kommission der Europäischen Gemeinschaft. In diesem Rahmen arbeitete man unter anderem mit dem Max-Planck-Institut für Aeronomie bei der Entwicklung von Geräten zur Messung niederenergetischer Elektronen oder eines speziellen Magnetometers zusammen, das mit hoher Genauigkeit die Bestimmung des Magnetfeldes im Weltraum erlaubte. Es wurde 1983 erfolgreich beim ersten Flug des „Spacelabs“ eingesetzt.

Im Bereich der Satellitennachrichtentechnik wurden mit der ESA und Forschungsinstitutionen in ganz Europa Projekte zur Untersuchung von Nachrichtenverbindungen über Satelliten durchgeführt und im Auftrag der ESA wurde ein sehr fein auflösendes Wetterradar entwickelt.<sup>90</sup> Ab 1987 wurde auch die Entwicklung und Herstellung von gepulsten Doppler-Radargeräten für die



Willibald Riedler, Rektorenportrait im Senatssaal der Technischen Universität Graz.

Archiv der TU Graz

Oben: Startvorbereitungen für einen Stratosphärenballon mit Messgeräten für Röntgenstrahlen und elektrische Felder in Kiruna.

Unten: Das Weltraumlabor Spacelab, links oben das mit dem Weltraumlabor gestartete Magnetometer, entwickelt am Institut gemeinsam mit dem Institut für Weltraumforschung der ÖAW.

TU Graz





Observatorium und Satellitenanlage am Lustbühel in Graz im Jahr 1976.

Archiv der TU Graz

Detektion, Verifizierung und dynamische Vermessung von Schnee- und Eislawinen umgesetzt. Sichtbare Zeichen all dieser Unternehmungen waren unter anderem das im Rahmen eines großen ESA-Auftrages errichtete Laboratorium in der Hilmwarte und die im Dezember 1976 eröffnete Satellitenantennenanlage samt Observatorium am Lustbühel in Graz.

Ein weiterer Forschungsschwerpunkt war der Bereich der Optischen Nachrichtentechnik, wobei Sende- und Empfangsschaltungen entwickelt und die Störungen an den Übertragungsstrecken ausgewertet wurden. Auch die Hochatmosphären- und Ionosphärenforschung war am Institut angesiedelt.

Willibald Riedler war neben seiner Tätigkeit als Institutsvorstand ab dem Jahr 1974 auch Stellvertretender Direktor des Instituts für Weltraumforschung der ÖAW in Graz, dem er von 1984 bis 2000 als geschäftsführender Direktor vorstand. Als solcher trug er den Aufbau der Satellitenstation Graz-Lustbühel mit und erhielt die wissenschaftliche Leitung des Austromir 91-Projekts. Beteiligt war man auch an den EUROMIR.94- und -95-Missionen. Im Jahr 2000 wurde Willibald Riedler emeritiert. Er verstarb, mehrfach hoch ausgezeichnet, am 24. Jänner 2018 in Graz.<sup>91</sup>

Nachfolger Willibald Riedlers wurde 2003 Otto Koudelka. Unter ihm erfolgte 2004 die Aufteilung des Institutes in das Institut für Kommunikationsnetze und Satellitenkommunikation sowie das Institut für Breitbandkommunikation. 2006 konnte Koudelka den bedeutenden FFK-Kontrakt unterzeichnen, dem zufolge der Kleinsatellit TUGSAT entwickelt wurde, der 2013 seinen Flug in das Weltall antrat. Die Zusammenarbeit mit der ESA in mehreren bedeutenden Projekten wurde unter Otto Koudelka in den folgenden Jahren weiter fortgesetzt. Nach der Emeritierung Koudelkas im September 2021 übernahm 2023 Klaus Witrisal die Leitung des Institutes.

## INSTITUT FÜR REGELUNGS- UND AUTOMATISIERUNGSTECHNIK

Dieses Institut entstand 1973 und litt bereits zu Beginn unter vom Ministerium verordneten Sparmaßnahmen. Der endgültige Aufbau des Instituts im gewünschten Maß ließ zwar mehr als neun Jahre auf sich warten, dennoch wurde der Lehrbetrieb bald in vollem Umfang aufgenommen. Zu den einführenden Vorlesungen für Elektrotechniker und Maschinenbauer kamen weiterführende Lehrveranstaltungen zu Optimierungsverfahren, nichtlinearen Systemen, Modellbildung und Simulation sowie zu statistischen Methoden und zur Informationstechnik. Da geeignete Räumlichkeiten zunächst noch fehlten, konzentrierte sich die Forschung in den ersten Jahren auf theoretische Untersuchungen in engem Zusammenhang mit Prozessrechnern und Mikroprozessoren.

1982 war das Institut auf zwei Abteilungen aufgeteilt, die Abteilung für Elektrische Messtechnik und Allgemeinde Elektrotechnik, geleitet von Harald Weiß und die Abteilung für Regelungstechnik und Prozessautomatisierung unter der Leitung von Gerhard Schneider.

An der Abteilung von Harald Weiß wurden die Themenkreise Nuklearmesstechnik, Reaktormess- und Schutztechnik sowie Stochastische Methoden der Messtechnik angesiedelt. 1982 befand sich eine Messstation zur kontinuierlichen Erfassung natürlicher radioaktiver Aerosole in Aufbau. Im Bereich der Reaktormess- und Schutztechnik litt das Institut damals jedoch noch unter akutem Personalmangel. Daher konnte die Arbeit dort noch nicht im gewünschten Umfang aufgenommen werden.

Gerhard Schneider, geboren 1923 in Frankfurt am Main, hatte in Frankfurt Mathematik und Physik studiert und war ab 1963 als Ordinarius am Institut für Regelungstechnik der Technischen Universität Berlin tätig, danach von 1969 bis 1974 als Ordinarius für Elektrische Steuerung und Regelung an der Ruhr-Universität Bonn. Er übernahm 1974 die Grazer Abteilung für Regelungstechnik und Prozessautomatisierung.<sup>92</sup>

Die befasste sich 1982 vor allem mit dem Entwurf linearer Regler für Systeme mit Beschränkungen der Stellgrößen und der Zustandsvariablen, wobei es gelang, das bekannte BODE-Diagramm so zu erweitern, dass auch die Berücksichtigung von Begrenzungen möglich wurde. Daneben arbeitete man am Entwurf nichtlinearer Regler mittels der Methode der dynamischen Programmierung. Auch die Identifikation dynamischer Systeme bei beschränkten Störgrößen war ein Arbeitsfeld dieser Abteilung.<sup>93</sup>

Schneider konnte seine Abteilung in den Jahren bis 1985 erfolgreich ausbauen, und so wurde daraus 1985 das Institut für Allgemeine Elektrotechnik und Elektrische Messtechnik. Schneiders Hauptanliegen bis zu seiner Emeritierung im Jahr 1993 blieb die Regelungstechnik, wobei er bestrebt war,

mit möglichst geringem mathematischen Einsatz präzise Darstellungen zu liefern. In diesem Zusammenhang wurden an seinem Institut verblüffend einfache Methoden zur Bewältigung komplexer Aufgabenstellungen entwickelt. Ein besonderes Anliegen war Gerhard Schneider die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses.<sup>94</sup>

Auf Schneider folgte im Dezember 1994 Nicolaos Dourdoumas als neuer Institutsvorstand. Er sollte sein Ordinariat bis 2013 bekleiden. Unter ihm erfolgte im Jahr 2000 die Verlegung der Institutsräumlichkeiten in das Haus 16c auf dem Campus Inffeld. Schon zuvor hatten sich Forschungs- und Lehraktivitäten erneut verändert. Die Studierenden wurden zunehmend mit Fragen der Prozessautomatisierung, Systemtheorie, Modellbildung und Regelungstheorie vertraut gemacht, und im Rahmen der Wahlfachkataloge wurden für die Studienrichtung Telematik Regelungstechnik und für die Studienrichtung Maschinenbau und Wirtschaftsingenieurwesen Robotik und Regelungstechnik angeboten.

Im Forschungsbereich setzte man unter Dourdoumas im Bereich „Computer Aided Control System Design (CACSD)“ vermehrt auf die Entwicklung automatisierter Reglerentwurfsverfahren. Im Bereich der Simulation dynamischer Prozesse wurde ein weiterer Schwerpunkt im Bereich der semiquantitativen Simulation gesetzt, womit erste Schritte auf dem Gebiet der Künstlichen Intelligenz getan wurden. In der Regelungstheorie wurden Methoden zur Regelung nichtlinearer Systeme entwickelt, und im Bereich der Regelung industrieller Prozesse setzte man auf die Entwicklung einer Control Workbench, um neue Prototypen rasch in lauffähige, prozessnahe Strukturen umsetzen zu können. Auch im Bereich der Neuen Medien wurden bisher unbekannte Wege

91 [https://de.wikipedia.org/wiki/Willibald\\_Riedler](https://de.wikipedia.org/wiki/Willibald_Riedler), abgefragt am 8. 6. 2022; und [https://austria-forum.org/af/Biographien/Riedler,\\_Willibald](https://austria-forum.org/af/Biographien/Riedler,_Willibald), abgefragt am 8. 6. 2022 und Vorlesungsverzeichnisse der Technischen Universität Graz, 1980 bis 1994.

92 Bernhard A. Reismann: Schneider, Gerhard, Typoskript, Graz 2022.

93 Harald Weiß und Gerhard Schneider: Institut für Allgemeine Elektrotechnik und Elektrische Meß- und Regelungstechnik. In: Technische Universität Graz – Erzherzog-Johann-Universität. Geschichte, Lehr- und Forschungstätigkeit, herausgegeben von der Technischen Universität Graz, Graz 1982, S. 90 f.

94 Bernhard A. Reismann: Schneider, Gerhard (1929– ), Typoskript, Graz 2022.



beschritten. Ende der 1990er-Jahre standen den Studierenden bereits erste Onlineskripten im PDF-Format zur Verfügung. Dazu kamen Videos, die am Institut eingesetzte Labormodelle in der praktischen Anwendung zeigten, und schließlich setzte man auch auf eine Reihe von Java-Applets, die im Kontext eines Web-Browsers liefen. Ein erster Schritt war damit gesetzt.<sup>95</sup>

Nach der Emeritierung von Nicolaos Dourdoumas wurde das Institut ab 2014 von Martin Horn geleitet. Seine Forschungsschwerpunkte sind die robuste und vernetzte Steuerungstheorie für die Anwendung in der Pharma-, Halbleiter- und Automobilindustrie. Er leitete das Christian Doppler Labor für Modellbasierte Regelung komplexer Prüfstandssysteme. Das Institut nimmt an zahlreichen nationalen und internationalen Forschungsprojekten teil und arbeitet mit vielen internationalen Forschungsgruppen, zum Beispiel in Deutschland, Mexiko und Italien zusammen.<sup>96</sup>



Stefan Schuy als  
Rektor der TU Graz.

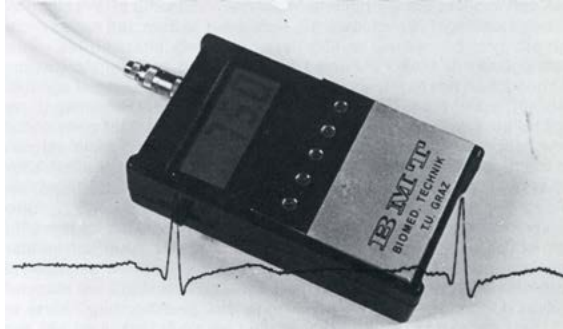
TU Graz

## INSTITUT FÜR ELEKTRO- UND BIOMEDIZINISCHE TECHNIK

Bereits 1973 erfolgte unter starker Unterstützung Günther Oberdorfers an der Technischen Hochschule Graz die Gründung des ersten Instituts für Biomedizinische Technik in Österreich, und dieses Alleinstellungsmerkmal sollte über viele Jahre bestehen bleiben. Erster Ordinarius wurde der 1928 im Banat geborene Stefan Schuy, der an der Technischen Hochschule Graz Elektrotechnik studiert hatte und an dieser Hochschule 1964 auch promoviert wurde. Schuy befasste sich zunächst mit der Steuer- und Regelungstechnik für die papiererzeugende und papierverarbeitende Industrie und habilitierte sich 1970 für elektro- und biomedizinische Technik.<sup>97</sup>

Mit der Gründung des Institutes wurde nicht nur eine bedeutende Forschungsstätte für dieses inter-fakultäre Fach im Grenzgebiet zwischen Medizin, Biologie und Technik errichtet, sondern gleichzeitig auch die Wahlfachgruppe IV – Elektromedizin im Rahmen der Studienrichtung Elektrotechnik etabliert. Diese Wahlfachrichtung hatte zum Ziel, die Studierenden im zweiten Studienabschnitt mit speziellem Wissen auf den Gebieten der Biophysik, Biochemie, Physiologie, Anatomie, der biomedizinischen Technik und der biologischen Regelung auszustatten. Die Forschungsarbeiten des Institutes waren in den ersten zehn Jahren schon höchst vielfältig und wurden zumeist gemeinsam mit Instituten und Kliniken der Universität Graz durchgeführt. Schwerpunkte bis 1982 waren unter anderem Untersuchungen von Ultraschallechos in der Medizin, die im Bereich der bildhaften Diagnostik zu bedeutenden Entwicklungen führten, Forschungen zu neuen Wegen der Diagnosen und Prognosen nach Schlaganfällen und verbesserte Auswertungen von EEGs, die auch vom FWF gefördert wurden. Dazu kam noch die Entwicklung eines Herzfrequenzmonitors für die Notfalls- und Sportmedizin.<sup>98</sup>

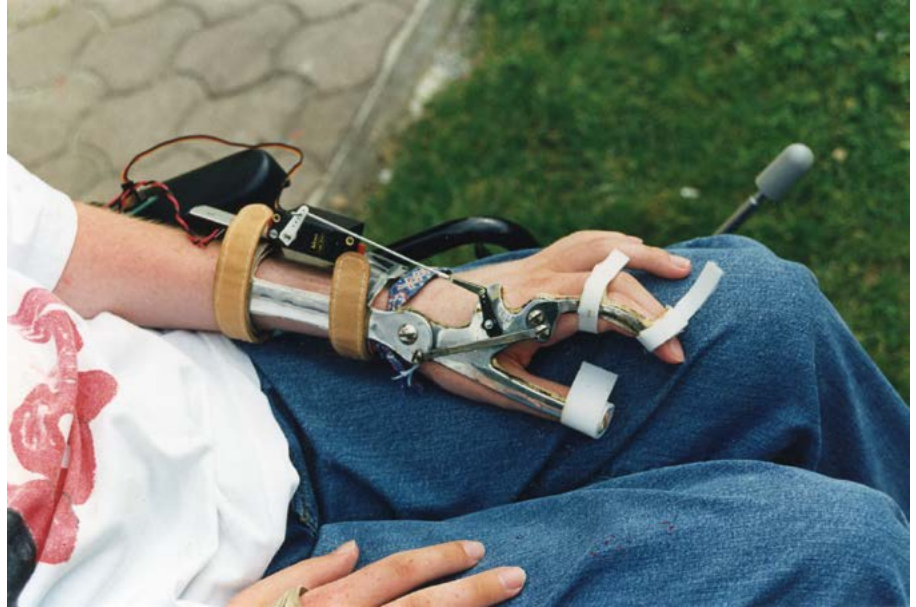
Stefan Schuy baute rasch vielfältige Kontakte zu und Kooperationen mit exzellenten Forschungsinstitutionen im In- und Ausland auf. Er erwarb sich große Verdienste um die Entwicklung elektrotechnischer Geräte für den medizinischen Bereich. Die Arbeiten seines Instituts reichten ab den 1980er-Jahren von der Ultraschallanwendung in der Medizin bis zu Untersuchungen über die Auswirkungen elektromagnetischer Wellen auf den menschlichen Organismus. Schuy selbst befasste sich unter anderem mit der Steinzerstörung in der Blase, den Harnleitern und der Niere, mit Rehabilitationstechnik und – bereits in seiner Habilitationsschrift – mit der Auswertung der elektrischen Aktivitäten des Gehirns.



Der am Institut entwickelte  
Herzfrequenzmonitor für die  
Notfalls- und Sportmedizin.

Rechts: Das Institut forschte  
auch auf dem Gebiet der  
Rehabilitationstechnik.

Archiv der TU Graz



1975 gründete Stefan Schuy an der Technischen Hochschule Graz die Österreichische Gesellschaft für Biomedizinische Technik (Austrian Society for Biomedical Engineering) ÖGBMT und engagierte sich rund um die Gründung einer Versuchs- und Prüfanstalt für Biomedizinische Technik sowie des Ludwig-Boltzmann-Instituts für Technische Lebenshilfen.

Schuy vertrat die Interessen seiner Fakultät in den Jahren 1979 bis 1982 als Dekan der Fakultät für Elektrotechnik und wurde für die Funktionsperiode 1989 bis 1991 wieder zum Dekan dieser Fakultät gewählt. In den Studienjahren 1983/84 und 1984/1985 stand er der Technischen Universität Graz als Rektor vor.<sup>99</sup>

Am Institut entstanden 1982 die Abteilungen für Grundlagenforschung und Entwicklung unter der Leitung von Paul Wach, die Abteilung für Compu-

tertechnik unter der Leitung von Gert Pfurtscheller und die Abteilung für Medizinische Elektronik unter der Leitung von Stefan Schuy. 1986 folgte noch die Abteilung für Krankenhaustechnik unter der Leitung von Norbert Leitgeb. Gleichzeitig wurde Paul Wachs Abteilung in Abteilung für Biophysik umbenannt, jene Gert Pfurtschellers in Abteilung für Medizinische Informatik.<sup>100</sup>

Einer der frühen und maßgeblichen Mitarbeiter des Instituts war der 1939 in Kitzbühel geborene Gert Pfurtscheller, der sich nach seinem Studium an der Technischen Hochschule Graz 1972 für Elektrophysiologie habilitierte und sich nach einer Weiterbildung am Burden Neurological Institute in Bristol/England früh mit Fragen der Medizinischen Informatik befasste. Er wurde 1977 ao. Professor für Informationspsychologie unter besonderer Berücksichtigung der Rechneranwendung und übernahm 1982 die Leitung der Ab-

95 N. N.: Institut für Regelungstechnik. In: 50 Jahre Elektrotechnik an der Technischen Universität Graz, herausgegeben von Manfred Rentmeister, Kurt Friedrich und Wolfgang Wallner (= ÖVE-Schriftenreihe, Band 5), Wien 1999, S. 83 f.

96 <https://www.staff.tugraz.at/martin.horn/>, abgefragt am 11. 2. 2025.

97 Bernhard A. Reismann: Schuy, Stefan (1928–1988), Typoskript, Graz 2021.

98 Stefan Schuy, Gert Pfurtscheller und Paul Wach: Institut für Elektro- und Biomedizinische Technik. In: Technische Universität Graz – Erzherzog-Johann-Universität. Geschichte, Lehr- und Forschungstätigkeit, herausgegeben von der Technischen Universität Graz, Graz 1982, S. 89.

99 Bernhard A. Reismann: Schuy, Stefan (1928–1988), Typoskript, Graz 2021.

100 N. N.: Institut für Elektro- und Biomedizinische Technik. In: 50 Jahre Elektrotechnik an der Technischen Universität Graz, herausgegeben von Manfred Rentmeister, Kurt Friedrich und Wolfgang Wallner (= ÖVE-Schriftenreihe, Band 5), Wien 1999, S. 86 ff (in der Folge: N. N.: Institut für Elektro- und Biomedizinische Technik).

teilung Computertechnik am Institut. 1985 wurde seine Venia Legendi um das Fachgebiet der Medizinischen Informatik erweitert, 1987 wurde er Leiter des Ludwig Boltzmann Forschungsinstituts für Medizinische Informatik und Neuroinformatik und leitete es bis 2005. Parallel dazu übernahm Pfurtscheller 1996 das Institut für Elektro- und Biomedizinische Technik. 2004 wurde er Vorstand des Institutes für Human-Computer Interfaces, das aus der Abteilung für Medizinische Informatik am Institut für Elektro- und biomedizinische Technik entstanden war, von 2004 bis 2006 leitete er als Professor für Brain-Computer Interface das BCI-Labor am Institut für Maschinelles Sehen und Darstellen an der Fakultät für Informatik. 2006 wurde er schließlich Vorstand des neu gegründeten Instituts für Semantische Datenanalyse / Knowledge Discovery an der Fakultät für Informatik. Seine Forschungsbereiche sind vor allem die Medizinisch-theoretischen Wissenschaften inklusive der Pharmazie, die Human-Computer Interaction, die Medizinische Informatik, die Neurophysiologie, die Psychophysiologien und die Hirnforschung. In diesem Zusammenhang entstanden bislang rund 500 Publikationen.<sup>101</sup>

Auch Paul Wach gehörte zu den frühen prägenden Gestalten des Institutes. Er wurde 1940 in Graz geboren und studierte an der Technischen Hochschule Graz Elektrotechnik. 1966 wurde Wach an der Technischen Hochschule Graz promoviert. 1977 wurde Paul Wach a.o. Professor für theoretische Methoden in der elektrischen Anlagentechnik, 1978 für Grundlagenforschung und Entwicklung am Institut für Elektro- und biomedizinische Technik, 1994 für Biophysik und 1997 zum o. Professor für Theoretische Methoden in der elektrischen Anlagentechnik ernannt. 2005 wurde seine Professur auf den Bereich der

Biophysik verändert. Diesen Lehrstuhl bekleidete er bis zu seiner Emeritierung im Jahr 2008.

Paul Wachs wichtigste Forschungsschwerpunkte waren biologische Kontrolle, Modellierung und Messung, die Biophysik des Glukosestoffwechsels und der elektrischen und magnetischen Herzfelder, Probleme der nichtinvasiven Bildgebung für die bildgebende medizinische Diagnostik und Qualitätsmanagementsysteme.<sup>102</sup>

Mit 1. April 1991 wurde Helmut Hutten zum Nachfolger Stefan Schuys als Institutsleiter ernannt. Er kam von der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz. Unter ihm entstand im Gefolge des neuen UOG 1993 eine eigene Versuchs- und Prüfanstalt für Biomedizinische Technik als eigenständiges Institut des Rektors. Hutten engagierte sich als Leiter der Abteilung für Medizinische Elektronik besonders auf den Gebieten der Herzschrittmacher, der Bioimpedanzmessung, des Herz-Kreislauf-Monitorings, der Rehabilitationstechnik, der Prozessoptimierung, der Folgenabschätzung in der Medizintechnik und gegen Ende der 1990er-Jahre zunehmend auf den Gebieten der Telemedizin, des digitalen Krankenhauses, der funktionellen Bildverarbeitung und der Präventivmedizin.<sup>103</sup> Er emeritierte 2004, und mit seiner Emeritierung wurde das Institut aufgelöst. Aus diesem entstanden, zusätzlich zur Versuchsanstalt für Prüf- und Sicherheitstechnik in der Medizin, noch 2004 die neuen Institute für Genomik und Bioinformatik, für Human-Computer Interfaces, für Medizintechnik und für Krankenhaustechnik.<sup>104</sup> Per Organisationsplanänderung ab 1. Jänner 2014 erfolgte deren Transfer an die Fakultät für Informatik und Biomedizinische Technik.

## INSTITUT FÜR TECHNISCHE INFORMATIK

Das Institut für Technische Informatik wurde im März 1987 mit der Berufung von Reinhold Weiß an der Fakultät für Elektrotechnik gegründet und nahm rasch eine gute Entwicklung. Im Jahr 2000 arbeiteten am Institut bereits vierzehn wissenschaftliche und drei nichtwissenschaftliche Mitarbeiter\*innen. Die bedeutendste Aufgabe des Institutes in der Lehre war es von Beginn an, den Studierenden ein in sich abgestimmtes Angebot auf dem Gebiet der (technischen) Informatik anzubieten. Dieses Lehrangebot wurde schon in den ersten fünfzehn Jahren des Bestehens ständig erweitert und den jeweils aktuellen Entwicklungen angepasst. Die Forschungsschwerpunkte des Institutes lagen bereits zu Beginn auf der Untersuchung von eingebetteten, verteilten Echtzeitsystemen, und damit auf dem Entwurf sowie der Entwicklung von leistungs- und zuverlässigkeitsorientierten Spezialrechnern für die industrielle Anwendung. Dabei wurde auf die Bereiche der Parallelen Systeme und Multi-DSP-Systeme, auf die Prozessdatenverarbeitung, auf das Hardware/Software-Codesign eingebetteter Systeme und auf Echtzeit-KI-Architekturen besonders Augenmerk gelenkt.

Von Beginn an stand das Institut auch in intensiver Zusammenarbeit mit zahlreichen industriellen und universitären Partnern, woraus sich die Förderung verschiedener Forschungs- und Entwicklungsprojekte ergab. 1995 wurde das Institut durch die Aufnahme als einziges österreichisches Universitätsinstitut in das Elite-Universitätsprogramm der Firma Texas Instruments ausgezeichnet.

In der Lehre wurden den Studierenden die Grundlagen der Informatik vermittelt, wofür auch ein Programmierlabor zur Verfügung stand. Darauf aufbauend wurde für die Studienrichtungen Elek-

trotechnik und Telematik der Wahlpflichtfachkatalog „Computertechnik“ angeboten. Dazu kamen Lehrinhalte aus Technischer Informatik und ein Seminar zu Verteilten Systemen. Im Studienjahr 1993/1994 konnte der gesamte Wahlkatalog erstmals vollständig angeboten werden, und im Jahr 2000 war bereits ein eigener Studiengang Informationstechnik in Planung.

Das Institut nahm an mehreren bedeutenden EU-Projekten teil und führte Studierendenexkursionen zu internationalen Messen und Konferenzen durch.<sup>105</sup>

Reinhold Weiß wurde 2011 emeritiert und an seiner Stelle übernahm 2013 Kay Römer die Institutsleitung. Er hatte 2005 an der ETH Zürich promoviert und war von 2009 bis 2013 Professor an der Universität Lübeck gewesen.

Römer koordinierte auch das TU Graz Lead-Projekt „Verlässlichkeit im Internet der Dinge“, das erste Forschungsexzellenzzentrum der TU Graz mit mehr als vierzig teilnehmenden Professor\*innen, Postdocs und Dissertant\*innen. Er leitet den Forschungsbereich „cognitive products“ am COMET Forschungszentrum Pro2Future und koordiniert derzeit, 2025, für die TU Graz auch das FWF-Doktoratskolleg „DENISE: Dependable Electronic Based Systems“.<sup>106</sup>

Das Institut wurde unter seiner Leitung zum Forschungs- und Ausbildungszentrum für moderne vernetzte eingebettete Systeme mit dem Fokus auf deren Software, Hardware und Vernetzung für die Anwendung in der KFZ-Technik, in der Industrie, in Kraftwerken, aber auch im Gebäude- und Wohnbereich. Die Forschung am Institut hat die Steigerung der Zuverlässigkeit, Echtzeitfähigkeit, Sicherheit und Effizienz dieser Systeme im Fokus. Im Jahr 2025 waren am Institut rund fünfzig Mitarbeiter\*innen beschäftigt.<sup>107</sup>

101 Bernhard A. Reismann: Pfurtscheller, Gert (1939– ) Typoskript, Graz 2021.

102 Bernhard A. Reismann: Wach, Paul (1940– ), Typoskript, Graz 2024.

103 N. N.: Institut für Elektro- und Biomedizinische Technik, S. 91.

104 <https://history-tugraz.at/institut.php?id=110>, abgefragt am 11. 2. 2025.

105 N.N.: Institut für Technische Informatik. In: 50 Jahre Elektrotechnik an der Technischen Universität Graz, herausgegeben von Manfred Rentmeister, Kurt Friedrich und Wolfgang Wallner (= ÖVE-Schriftenreihe, Band 5), Wien 1999, S. 94 f.

106 <https://www.tugraz.at/institute/iti/ueber-uns/team-old/prof-kay-roemer>, abgefragt am 16. 2. 2025.

107 <https://www.tugraz.at/institute/iti/ueber-uns/institut>, abgefragt am 16. 2. 2025.

## INSTITUT FÜR ELEKTRISCHE MESSTECHNIK UND SENSORIK

Dieses Institut wurde 1971 als Institut für Allgemeine Elektrotechnik und elektrische Meßtechnik gegründet. Im November 1972 wurde Harald Weiß zum Institutsvorstand ernannt, und nach längeren Verhandlungen mit dem Ministerium betreffend Personal und Dotation konnte im August 1973 der Institutsbetrieb aufgenommen werden. Die Räumlichkeiten des Institutes waren zunächst sehr begrenzt und über vier Stockwerke der Neuen Technik äußerst ungünstig verteilt. Planung und Einrichtung des experimentell orientierten Institutes waren für das Institutspersonal daher sehr fordernd.

Trotz massiver Proteste der Institutsangehörigen und einstimmigen Beschlusses der Fakultät wurde das Institut 1980 vom Bundesministerium mit dem Institut für Regelungstechnik Gerhard Schneiders zum Institut für Allgemeine Elektrotechnik und Elektrische Mess- und Regelungstechnik zusammengelegt. Erst durch das vehemente Engagement des Dekans Kurt Richter gelang es 1984, diese Zusammenlegung wieder rückgängig zu machen.

Die räumliche Situation des Institutes besserte sich erstmals erst nach dem Auszug der Mathematik-institute Ende der 1980er-Jahre und mit der Übernahme von rund 520 m<sup>2</sup> Fläche im vierten Stock des Traktes in der Stremayrgasse. Auch die personelle Ausstattung des Institutes ließ bis Ende der 1990er-Jahre auf sich warten.

Am Institut wurde nach der Einrichtung der Laboratorien um 1975 mit der Messung radioaktiver Aerosole und Forschungen zur Kernreaktormess- und -schutztechnik begonnen. Dazu kamen Forschungen zu stochastischen Signalen von Nuklear-Messumformern unter Anwendung höherer Signalmomente. Auch Sicherheits- und Zuverlässigkeitsfragen in der Messtechnik wurden behandelt. Um

das Jahr 1983 begannen Forschungen zur digitalen Messsignalverarbeitung und gegen Ende der 1980er-Jahre setzten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Bereich der Laseranwendung in der Messtechnik ein, beginnend mit Strömungsgeschwindigkeitsmessungen mittels Laser-Doppler-Anemometer. Daraus entwickelte sich ein Instituts-schwerpunkt, nämlich die berührungslose Messung von Dehnungen an Materialproben mittels Laser-Speckle-Interferometrie und Laser-Speckle-Korrelationstechnik. In diesem Bereich arbeitete das Institut eng mit den Instituten für Materialphysik, Physikalische Chemie und Werkstoffwissenschaften der Universität Wien zusammen. Ab dem Studienjahr 1985/1986 betreute das Institut auch Studierende der Studienrichtung Telematik.<sup>108</sup>

Harald Weiß wurde 1997 emeritiert, das Institut wurde interimistisch von Professor Bernhard Zager geleitet, und mit 1. März 1999 übernahm Georg Brasseur die Institutsleitung, die er bis 2020 innehaben sollte. Brasseur, geboren 1953 in Wien, studierte an der Technischen Universität Wien Elektrotechnik und wurde dort 1995 promoviert. Mit der Institutsübernahme gelang es auch mittelfristig, die Raumsituation zu verbessern. Ein Teil der Institutsmitarbeiter\*innen bezog Labor- und Büroräumlichkeiten in der Schießstattgasse und zog später in adaptierte Räumlichkeiten in der Kronesgasse. 2012 konnten diese bisher verteilten Gruppen am Campus Inffeld im Gebäude Inffeldgasse 23 auf einem Stockwerk vereinigt werden. Der Forschungsschwerpunkt verlagerte sich während dieser Jahre stark in Richtung Elektronik und Messtechnik im automotiven Bereich.

Georg Brasseur war neben seiner Aufgabe als Institutsvorstand von 2001 bis 2008 auch Leiter des Christian Doppler Laboratoriums für Kraftfahrzeugmesstechnik und diente seiner Grazer Universität 2004 und 2005 auch als Dekan der ET-IT-Fakultät.<sup>109</sup>



2020 folgten die Fusionierung mit dem Institut für Elektronische Sensorsysteme von Alexander Bergmann und die Umbenennung in Institut für Elektrische Messtechnik und Sensorik. Alexander Bergmann übernahm die Leitung des neuen Institutes mit Hannes Wegleiter als Stellvertretendem Institutsleiter.

## Neue Institute ab dem Jahr 2000

### INSTITUT FÜR ELEKTRIZITÄTSWIRTSCHAFT UND ENERGIEINNOVATION

Dieses Institut wurde im Jahr 2000 gegründet, wobei Heinz Stigler als Ordinarius berufen wurde. Das Institut befasste sich von Beginn an intensiv mit der Erstellung des elektrizitätswirtschaftlichen Simulationsmodells ATLANTIS, das die gesamte Elektrizitätswirtschaft im ENTSO-E-Gebiet abbildete. Besonderes Augenmerk legte man dabei im realwirtschaftlichen Bereich auf den bestehenden Kraftwerkspark, das übergeordnete europäische Verbundnetz und den regionalen Bedarf der Endkunden. Im nominalwirtschaftlichen Bereich wurden alle relevanten europäischen Elektrizitätsunternehmen mit ihren Bilanzen abgebildet. Der Simulationszeitraum des Modelles wurde bis zum Jahr 2050 erstreckt, wobei auch schon Anlagen auf der Basis der erneuerbaren Energie integriert wurden.

Heinz Stigler emeritierte 2019, seine Nachfolge trat 2021 Sonja Wogrin an. Mit Ihrem Antritt wurde das von ihr mitentwickelte Simulationsmodell „LEGO“ am Institut eingeführt und damit im Bereich der Optimierung das bestehende ATLANTIS-Modell weiterentwickelt.<sup>110</sup>

### INSTITUT FÜR SIGNALVERARBEITUNG UND SPRACHKOMMUNIKATION

Ebenso eine Neugründung des Jahres 2000 war in seinen Anfängen das Institut für Signalverarbeitung und Sprachkommunikation, das als Signal Processing and Speech Communication Laboratory (SPSC-Lab) von Beginn an unter der Leitung von Gernot Kubin stand, der 2007 zum Vorsitzenden des Senats der TU Graz gewählt wurde. Im Mittelpunkt der Institutstätigkeit stand von Beginn an die Nichtlineare Signalverarbeitung. Zunächst am Institut für Nachrichtentechnik und Wellenausbreitung eingerichtet, begann 2001 ein erstes kooperatives Forschungsprojekt mit dem Entwicklungszentrum der Firma Infineon Technologies in Villach, woraus sich eine langanhaltende, strategische Zusammenarbeit ergab. Rasch wurde auch ein Labor für Student\*innen eingerichtet, das der Entwicklung und Messung digitaler Signalverarbeitungssysteme diene. Gemeinsam mit mehreren Instituten der TU Graz und den Unternehmen AMS, Infineon Technologies und Philips Semiconductors wurde das Programm SoCware – System.on Cip Design entwickelt. 2002 folgte die Einrichtung des Christian Doppler Labors für Nichtlineare Signalverarbeitung, in dem man bald mit den Austrian Research Centers zusammenarbeitete. Die Einrichtung nahm eine rapide Entwicklung, die durch die Zusammenarbeit mit dem Österreichischen Akademischen Austauschdienst und dem FWF beflügelt wurde. So begann 2003 eine Serie von Erwin Schrödinger Fellowships, die auch zu einem vermehrten internationalen Austausch führten.

Mit den Änderungen durch das UOG 2002 wurde das SPSC Lab 2004 zu einem eigenständigen Institut, das die internationale Zusammenarbeit weiter fortsetzte. So gelang es unter anderem 2007, eine der ersten internationalen Außenstellen des

108 N.N.: Institut für Elektrische Messtechnik und Messsignalverarbeitung. In: 50 Jahre Elektrotechnik an der Technischen Universität Graz, herausgegeben von Manfred Rentmeister, Kurt Friedrich und Wolfgang Wallner (= ÖVE-Schriftenreihe, Band 5), Wien 1999, S. 66 ff.

109 [https://www.tugraz.at/fileadmin/user\\_upload/tugrazExternal/f28eb3e2-54aa-4bad-94d9-85608859b7a6/EMT/Brasseur/Curriculum\\_vitae\\_Georg-Brasseur.pdf](https://www.tugraz.at/fileadmin/user_upload/tugrazExternal/f28eb3e2-54aa-4bad-94d9-85608859b7a6/EMT/Brasseur/Curriculum_vitae_Georg-Brasseur.pdf), abgefragt am 11. 2. 2025.

110 Zum Vergleich: Institutsdarstellung in dieser Festschrift, Kapitel 5.

Christian Doppler Labors für Nichtlineare Signalverarbeitung an der Gottfried Wilhelm Leibnitz Universität Hannover einzurichten, die von Ilona Rolfes geleitet wurde. Mit diesen Erfahrungen war es einfacher, fünf Institute der TU Graz innerhalb des ICCT Fields of Expertise zusammenzuschließen und das Radio-Frequency Competence Network der TU Graz zu gründen. Bereits 2008 begann die langjährige Zusammenarbeit mit dem Forschungszentrum für Telekommunikation Wien (FTW), das 2010 eine Außenstelle in Graz errichtete.

2011 übersiedelte die gesamte Lehre in Akustik und Audiotechnik unter Gerhard Graber an das Institut, womit sich das SPSC-Lab zum Schwerpunktsinstitut des Elektrotechnik-Toningenieurstudiums entwickelte.

Man beteiligte sich am siebenten Rahmenprogramm der EU, was zu Partnerschaften mit Universitäten in Italien, Portugal und Griechenland führte, und 2015 wurde mit dem Beginn des Forschungsprojektes HumanEVoice unter starker Berücksichtigung der Genderforschung ein neuer Meilenstein gesetzt. Corrina Bath, Professorin für Gender, Technik und Mobilität der TU Braunschweig, konnte damit 2016 für eine Gastprofessur an der TU Graz gewonnen werden.

Die zahlreichen Erfolge des Instituts führten dazu, dass Gernot Kubin 2015 von der TU Graz mit der Nikola-Tesla-Medaille ausgezeichnet wurde. Die Studierenden am Institut setzten sich bei internationalen Student Design Competitions als Gewinner durch.

Unter Klaus Witralsal wurde 2018 das Christian Doppler Labor für Ortssensitive Elektronische Systeme in Betrieb genommen und mit dem Aufbau des aiMotionLab ein bedeutender Schritt im Bereich der KI-Forschung gesetzt. Dieses Laboratorium ist eine Forschungsinfrastruktur, die von der TU Graz, der MU Leoben und der FH Joanneum genutzt wird.

Gernot Kubin beendete 2022 seine Tätigkeit als Senatsvorsitzender und widmete sich nun noch intensiver dem Lehr- und Forschungsbetrieb am Institut. 2023 wurde das Christian Doppler Labor für Zuverlässige intelligente Systeme in rauen Umgebungen unter der Leitung von Franz Pernkopf eröffnet, wobei als Industriepartner Siemens Mobility Austria und RHI Magnesita gewonnen werden konnten. Dafür wechselte das 2018 entstandene Labor Klaus Witralsals mit dessen Berufung zum Ordinarius für Nachrichtentechnik und Satellitenkommunikation an das Institut für Kommunikationsnetze und Satellitenkommunikation.

Ein neuer Meilenstein am Institut für Signalverarbeitung und Sprachkommunikation wurde 2024 gesetzt, als man der europäischen Universitätsallianz Unite! beitrug.<sup>111</sup>

## INSTITUT FÜR HOCHFREQUENZTECHNIK

Das jüngste Institut der Fakultät entstand 2010 mit der Errichtung des Institutes für Hochfrequenztechnik unter der Leitung von Wolfgang Bösch. Dieses Institut ist in den Bereichen Mikro- und Millimeter-Wellentechnik sowie optische Nachrichtentechnik tätig und führt neben der Lehre grundlagen- und anwendungsbezogene Forschungsprojekte durch.

In das Institut wurden 2011 Arbeitsgruppen eingegliedert, die auf das 1968 gegründete Institut für Nachrichtentechnik und Wellenausbreitung zurückgehen. Dabei handelte es sich um die Arbeitsgruppen Optische Nachrichtentechnik sowie Radartechnik und Mikrowellenausbreitung.<sup>112</sup> Über die aktuellen Forschungsschwerpunkte und Erfolge des Instituts für Hochfrequenztechnik ist, wie für alle anderen Institute der Fakultät, viel mehr und höchst Interessantes im Kapitel sechs dieser Festschrift zu erfahren.

<sup>111, 112</sup> Zum Vergleich:  
Institutsdarstellung in dieser  
Festschrift, Kapitel 5.





Campus Inffeld 2012

Lunghammer – TU Graz



ETIT Fakultätstag 2023

Zingerle - ETIT



ETIT Dekanatsteam – Fakultätstag 2024

GEED – Zeichensäle 2024

ETIT

GEED 2024 – Julian Strasser



Teams beim Drachenbootrennen 2024:  
ETIT „Maxwell's Dragon“ (oben) und ETIT „Power Bees“

LC Graz Schlossberg









Die Fakultät



# Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Die Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik, bestehend aus dem Dekanat als Service- und Verwaltungseinheit der Fakultät und den zwölf Instituten, ist in vielen angewandten und theoretischen Bereichen richtungsweisend und federführend in Österreich sowie weltweit. Die Stärken der Fakultät liegen in den Bereichen Nachhaltige Energiesysteme, Electronic Based Systems (EBS) sowie Informations- und Kommunikationstechno-

logien und verfügt über eine starke Grundlagenforschung mit einem ausgewogenen Verhältnis zu industrienaher und anwendungsorientierter Forschung.

Die Themenbereiche der Fakultät zeichnen sich durch eine besondere Interdisziplinarität aus, wobei sich die Fakultät auf die folgenden drei inhaltlichen Schwerpunkte konzentriert:



- Nachhaltigkeit in allen Bereichen der Energie- und Kommunikationstechnik mit einem Fokus auf Digitalisierung, Klimaschutz und die Sustainable Development Goals
- Resiliente elektrotechnische, informations- und kommunikationstechnische Systeme, einschließlich Systemsicherheit
- Sensoren, Signale & Systeme – die komplette wissenschaftliche Wertschöpfungskette von den physikalischen und informationstechnischen Grundlagen bis zu integrierten heterogenen Systemen

Externer Strategieworkshop der  
Professoren\*innenkurie ETIT im Retzhof  
im Februar 2025.

Fakultät ETIT

Die Fakultät sieht sich als enge Partnerin der regionalen und nationalen Industrie und Wirtschaft, und die Institute der Fakultät sind an zahlreichen nationalen und internationalen Kooperationen beteiligt. Beispielhaft genannt wird gemeinsame Grundlagenforschung mit den Silicon Austria Labs, dem COMET K1 Zentrum Pro2Future, dem COMET K2 Zentrum Virtual Vehicle Research GmbH, dem COMET K1 Zentrum RCPE (Research Center Pharmaceutical Engineering) und dem COMET K1 Zentrum Austrian Smart Systems Integration Research Center, sieben CD-Labors, einem internationalen FWF-Spezialforschungsbereich CREATOR (Computational Electric Machine Laboratory) und einem FWF Doktoratsprogramm DENISE (Dependable ElectroNics Based SystEms).

Forschungsergebnisse und Spitzentechnologien aus der Fakultät leisten einen wesentlichen Beitrag zum Erreichen der Sustainable Development Goals und finden Anwendung unter anderem in modernen Fahrzeugen, mobilen Endgeräten, intelligenten Produktionsumgebungen, nachhaltigen energietechnischen Systemen von der Erzeugung über die Übertragung (drahtlos und leitungsgebunden) bis zur Wandlung in vielfältigen Endverbrauchern wie elektrischen Antrieben, in Radar- und Kommunikationssystemen, als Referenzsysteme in der Sensorik und Messtechnik sowie in der Raumfahrt.

Die Fakultät engagiert sich für die Qualitätssicherung in der Lehre. Sie investiert in moderne Laborausstattung, leistet wichtige Beiträge zur Digitalisierung der Lehre und zur Etablierung neuer Lehrmethoden. Ein Best-Practice-Beispiel für die Initiativen im Bereich der Lehre ist das neue und erfolgreich angelaufene Bachelor- und Masterstudium Digital Engineering.

## FORSCHUNGSAUSRICHTUNG

Die inhaltlichen Schwerpunkte sollen weiter vertieft und ausgebaut werden, wobei die Grundlagenforschung und die internationale Sichtbarkeit weiter gestärkt werden sollen. Besonderes Augenmerk wird auf die Entwicklung einer exzellenten Forschungsinfrastruktur gelegt. Im Bereich der nachhaltigen Energiesysteme deckt die Fakultät ein breites Spektrum ab. Es reicht von der Umwandlung von Primärenergieträgern in elektrische Energie, der Übertragung und Verteilung über elektrische Netze bis hin zum Verbraucher und der techno-ökonomischen Bewertung des gesamten Elektrizitätssystems. Die Kompetenzen erstrecken sich von wissenschaftlichen und praxisorientierten Aktivitäten zu einzelnen Betriebskomponenten bis hin zur Entwicklung und Untersuchung nachhaltiger Energieversorgungssysteme als Ganzes unter Berücksichtigung ökonomischer und ökologischer Einflüsse. Durch die Bündelung der Kompetenzen im an der Fakultät angesiedelten Energiezentrum ist Graz ein europaweit einzigartiger Standort, an dem Wissen für die aktuellen und zukünftigen Herausforderungen des Energieversorgungssystems generiert wird. Der Fokus liegt dabei auf der Integration von regenerativen Erzeugungsanlagen und Speichertechnologien sowie optimierten Verbraucherstrukturen in die Energieversorgung. Beispiele sind Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in der für regenerative Erzeugungsanlagen unverzichtbaren Leistungselektronik und deren Regelung, der bedarfsgerechten Dimensionierung und dem optimierten Einsatz von Stromspeichern, der Elektrifizierung, insbesondere in der Mobilität, der Planung und dem Betrieb intelligenter Stromnetze sowie in den Bereichen Monitoring und Diagnose elektrischer Betriebsmittel. Weitere wichtige Kernaufgaben sind die Simulation und Optimie-

rung von Energiesystemen auf dem Weg zur Dekarbonisierung. Eine wesentliche Prämisse ist es, das elektrische Energieversorgungssystem der Zukunft sicher, zuverlässig und nachhaltig zu gestalten, zu planen und zu betreiben. Die Labore für Hochspannungstechnik, Elektrische Antriebe und Maschinen, Leistungselektronische Systeme, Übertragungsnetze und Schutztechnik sowie für energiewirtschaftliche Simulationen sind dafür unverzichtbare Werkzeuge. Ein Power-Hardware-in-the-Loop-Labor dient darüber hinaus der Verifikation von Berechnungen oder Simulationen im Bereich der Netzintegration erneuerbarer Energien. Im Forschungsbereich Energie ist die Fakultät durch die breite Aufstellung in allen relevanten Forschungsbereichen ein Innovationstreiber für eine klimaneutrale Stromversorgung und -wirtschaft.

Electronic Based Systems (EBS) gewinnen in unserer modernen Welt weiter an Bedeutung und prägen zunehmend unser Leben. Sie sind eine grundlegende Schlüsseltechnologie und basieren auf mikro- und nanoelektronischen Komponenten, Geräten und Systemen sowie der zugehörigen eingebetteten Software. Ihre Bedeutung hat in den letzten Jahren durch die rasante Entwicklung im Bereich der Mikroelektronik und der Informationstechnologie und deren vermehrten Einsatz in der Mensch-Maschine-Kommunikation stark zugenommen. Moderne EBS enthalten häufig eine Vielzahl von integrierten Schaltkreisen (ICs), die oft zusammen mit aktiven und passiven Bauelementen, Sensorsystemen und leistungselektronischen Komponenten durch heterogene Integration zu einem System zusammengefügt werden. Diese Systeme sind über Funkkommunikation miteinander vernetzt und in das Internet der Dinge integriert. Das störungsfreie Zusammenspiel aller Komponenten trotz dreidimensionaler Integration bestimmt dabei entscheidend die Leistungsfähigkeit und

Zuverlässigkeit des Gesamtsystems. Steigende Anforderungen an deren Robustheit und Unempfindlichkeit gegenüber Einflüssen wie elektromagnetischen Störeinflüssen, transienten Störungen wie elektrostatischen Entladungen (ESD) sowie Anforderungen an raue Umgebungsbedingungen wie Temperatur, mechanische Beanspruchung oder Strahlung führen zu immer komplexeren wissenschaftlichen Aufgaben und Herausforderungen. Um diese zu meistern, wird vor allem in den Bereichen elektronischer Schaltungsentwurf, Analog- und Mixed-Signal-IC-Design, aktive und passive Sensorik und Messtechnik, Lokalisierung, Energy Harvesting sowie Datenverarbeitung und -übertragung (insbesondere drahtlos) geforscht. Die wissenschaftliche Wertschöpfungskette von den physikalischen Grundlagen über die Simulation und Modellierung bis hin zu fertigen integrierten heterogenen Komponenten und vernetzten Systemen, wie sie zum Beispiel für zukünftige Anwendungen der Sensorik, insbesondere im Sinne von Sensorsystemen, von Bedeutung sind, bildet weiterhin einen besonderen Schwerpunkt. Dabei werden insbesondere Robustheit, elektromagnetische Verträglichkeit, Strahlungsresistenz, adaptive Funktionalität, effizientes IC-Design und optimierte Integrationstechnologien, belastbare Kommunikationssysteme sowie Energieeffizienz wissenschaftlich untersucht. Viele dieser Forschungsarbeiten werden in enger Kooperation mit internationalen Industriepartnern, Universitäten und Forschungseinrichtungen durchgeführt.

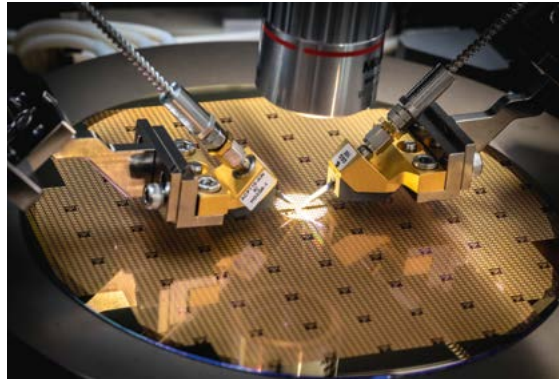
Im Bereich Information liegt der Schwerpunkt auf der wissenschaftlichen Untersuchung komplexer Informations- und Kommunikationssysteme wie dem Internet der Dinge oder dem 6G-Funknetz. Diese ermöglichen vielfältige Kommunikationsszenarien von Mensch zu Mensch, von Mensch zu Maschine und von Maschine zu Maschine. Die

hohe Bedeutung der Sprach- und Audiokommunikation wurde gerade in den letzten von Pandemien geprägten Jahren vor Augen (oder besser: vor Ohren) geführt – bei sogenannten Videokonferenzen wurde oft auf das bewegte Bild verzichtet, aber der Ton war unverzichtbar. Die Informationstechnik nutzt die Elektronik, um Informationsverarbeitung und Kommunikation für den Menschen erfahrbar zu machen. Sie kombiniert digitale und analoge Hardwarekomponenten, leistungsfähige Kommunikationstechniken und -protokolle und zunehmend auch vernetzte Softwarekomponenten sowie Algorithmen zur Signalverarbeitung, Datenanalyse, automatisierten Modellbildung („machine learning“) und Regelung. Hier besteht nicht nur eine sehr enge Verbindung zum Bereich Elektronik der Fakultät, sondern die Fakultät verfügt auch über die notwendige wissenschaftliche Expertise zur Behandlung solcher stark heterogenen Systeme. Schwerpunkte der Forschungsaktivitäten sind die Sicherstellung von Dienstgüteeigenschaften, insbesondere einer hohen Zuverlässigkeit (Dependability), aber auch die Minimierung des Ressourcen- und Energieverbrauchs, um die Nachhaltigkeit von Informations- und Kommunikationssystemen zu gewährleisten.

Um diese Ziele bestmöglich umsetzen zu können, beabsichtigt die Fakultät, die bestehenden Forschungsbereiche zu stärken und auszubauen. Beispielhaft seien hier drei mögliche Professuren genannt:

- **Technology of Renewable Energy Systems**

Die Professur soll sich mit den Auswirkungen der Integration von regenerativer Erzeugung (zum Beispiel aus Windkraft oder Photovoltaik) sowie von Energiespeichern und sektorgekoppelten Anlagen auf das Energieversorgungsnetz befassen. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf



Elektrische Charakterisierung eines integrierten Schaltkreises (ICS) auf einem Wafer.

Lunghammer – TU Graz

der technischen Untersuchung des Einflusses von umrichtergekoppelten Anlagen auf bestehende und zukünftige integrale Strukturen, zum Beispiel im Hinblick auf Stabilität, Netz- und Anlagenschutz sowie Zuverlässigkeitsbetrachtungen. Die dabei auftretenden Herausforderungen, insbesondere die Problematik des technologischen und ökologischen Ausgleichs von Erzeugung und Verbrauch in den verschiedenen Zeitintervallen, vom Leistungsausgleich im Sekundenbereich bis zum saisonalen Energieausgleich, sollen behandelt werden.

- **Complex Systems in Electrical Engineering**

Komplexe Systeme zeichnen sich dadurch aus, dass sich ihr Gesamtsystemverhalten nur schwer aus dem Verhalten einzelner Systemkomponenten ableiten lässt. Im Internet stellt sich beispielsweise die Frage, wie sich Fehler oder gezielte Angriffe auf einzelne Rechner und deren Netzwerkverbindungen auf die globale Robustheit und Resilienz des Internets auswirken. Damit verbunden ist die Frage, wie komplexe Systeme strukturiert sein müssen, damit lokale Fehler möglichst geringe Auswirkungen auf die globalen Systemeigenschaften haben.

Ziel der Professur ist es, Methoden zu entwickeln, zu erforschen und anzuwenden, die diese Wechselwirkung zwischen dem globalen Verhalten komplexer Systeme und dem lokalen Verhalten ihrer Komponenten besser als bisher beschreiben. Relevante Aspekte sind dabei Selbstorganisation, emergentes Verhalten und Adaption. Von besonderem Interesse sind Modellierung, Simulation und Optimierung komplexer Systeme sowie entsprechende rechnergestützte Werkzeuge.

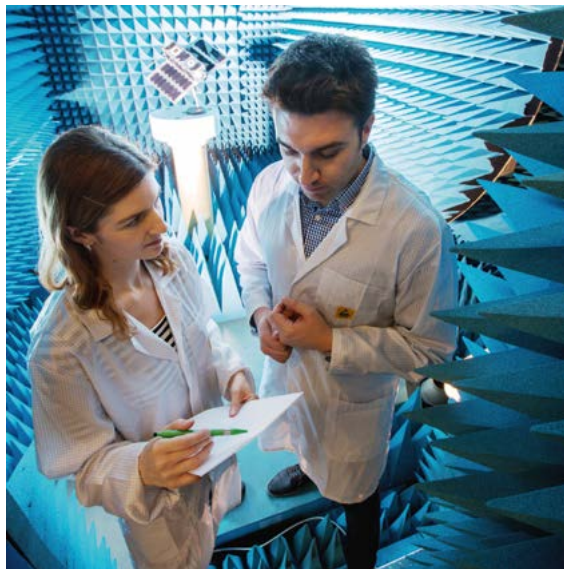
- **Robust Electronic Systems**

An diesem international wachsendem Fachgebiet wird derzeit an mehreren Instituten der Fakultät gearbeitet. Ein Schwerpunkt liegt auf dem Gebiet der Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV), der ein Alleinstellungsmerkmal der TU Graz darstellt. Dies ermöglicht eine internationale Positionierung in der Spitzengruppe der EMV-Forschung. Durch die kombinierte

Betrachtung auf IC- und Systemebene können bisher unerreichte Zuverlässigkeitsniveaus erreicht werden, obwohl durch die Verkleinerung der IC-Strukturgrößen die Robustheit gegenüber ESD (Elektrostatische Entladung) und EMV drastisch reduziert wird. Durch diese Professur wird die vorhandene Expertise auf diesem Gebiet erweitert und gestärkt und Brücken zu lokalen Institutionen wie den Silicon Austria Labs sowie lokalen und internationalen Unternehmen geschlagen. Die Professur steht im Einklang mit den Zielen des European Chip Act, der explizit die Zuverlässigkeit von ICs und darauf aufbauenden Systemen fordert.

## LEHRAUSRICHTUNG

Die moderne, zukunftsorientierte Lehre der Fakultät bildet die Studierenden der TU Graz in mehreren laborintensiven Bachelor- und Masterstudien aus, wobei die Lehrveranstaltungen fakultäts- und universitätsübergreifend abgehalten werden. Die insgesamt fünf Bachelorstudien werden in deutscher Sprache (Lehrveranstaltungen vereinzelt auch in englischer Sprache) abgehalten, die insgesamt sechs Masterstudien gliedern sich derzeit in vier deutschsprachige und zwei englischsprachige Masterstudien, wobei eine Ausweitung der englischsprachigen Studien geplant ist (Details findet man im Kapitel „Studienrichtungen der Fakultät“). Hervorzuheben ist die Weiterentwicklung des international geschätzten interuniversitären Studiums „Elektrotechnik-Toningenieur“, wo sich der interne Entwicklungsplan zum Themenfeld Akustik in Umsetzung befindet und sich die Akustik zu einem institutsübergreifenden Schwerpunkt der Fakultät entwickelt – von der menschlichen Sprache und dem Hören über die technische Anwendung in Industrie und Mobilität bis hin zur Gestaltung



M. Wenger (links) und  
P. Romano beim Test eines  
Kleinsatelliten in der  
Antennenmesskammer.

Lunghammer – TU Graz



von Musik und Lebensräumen. Darüber hinaus ist das neue Masterstudium Engineering Acoustics in Vorbereitung, das interdisziplinär mit den Fakultäten für Maschinenbau und Wirtschaftswissenschaften sowie für Bauingenieurwissenschaften und in Kooperation mit der Kunstuniversität Graz, der Universität Graz (Rechtswissenschaften, Psychologie) und der Medizinischen Universität Graz (Umwelt- und Sozialmedizin) geplant ist. Das neue Masterstudium soll folgende Schwerpunkte setzen: physikalische Modellierung und numerische Simulation, Mechanik, Strukturen und Werkstoffe, Strömungsakustik, Akustikdesign, Schallabsorber und Schallschutz, menschliche Reaktion auf Schall und Schwingungen, Ingenieurmanagement und -recht sowie Bewertung reversibler und irreversibler Lärmwirkungen.

Bei den Lehrinhalten wird auch in Zukunft eine forschungsorientierte Lehre angestrebt, die naturwissenschaftliche, technische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Grundlagen und Methoden vermittelt, aber auch aktuelle wissenschaftliche Ergebnisse und Entwicklungen (unter anderem nachhaltige Energiesysteme, Leistungselektronik, Digitalisierung) einbezieht. Dadurch soll die Aufgeschlossenheit der Studierenden gegenüber neuen Entwicklungen gestärkt und die Neugierde am Wissenserwerb geweckt und erhalten werden. Bei der Weiterentwicklung der Curricula spielen neben der Aktualität und Attraktivität der Lehrinhalte auch die Studierbarkeit sowie die bestmögliche Motivation und Betreuung von Studienanfänger\*innen eine zentrale Rolle. Das unternehmerische Denken der Studierenden soll durch Curricula mit verstärktem Wirtschaftsanteil gezielt gestärkt werden. Diese Werte und Ziele gewährleisten somit auch in Zukunft eine hochqualitative Ausbildung der von der Industrie stark nachgefragten Absolvent\*innen.



Im Rahmen der forschungsorientierten Lehre sollen die Aspekte der softwaregestützten Simulation und Modellierung sowie der Digitalisierung zukünftig stärker betont und in die Ausbildung der Studierenden integriert werden.

Bei der Wissensvermittlung legt die Fakultät großen Wert auf den Einsatz moderner Lehrmethoden und die Gewährleistung der Studierbarkeit der einzelnen Studienrichtungen. Klassische Lehrkonzepte werden durch die Integration digitaler Medien und den Einsatz aktivierender Lehrmethoden erweitert. Ein sinnvoll gestaltetes Online-Angebot ermöglicht den Studierenden ein flexibles und familienfreundliches Studium.

Seit einigen Jahren hält die Professor\*innenkurie regelmäßige Strategieworkshops ab. Dabei werden jeweils aktuelle, langfristig relevante Fragestellungen wie zum Beispiel die Definition aktueller Herausforderungen, der Entwicklungsplan, die Strategie und Vision der Fakultät, die Besetzung der Ämter und die Qualität und der Umfang der Lehre besprochen. Diese Workshops haben sich in Bezug auf die strategische Auswirkung und auf die engere Zusammenarbeit in der Fakultät bestens bewährt.

Externer Strategieworkshop der Professoren\*innenkurie ETIT in Pöllau im Juni 2024.

Retter-Events

# Highlights und Erinnerungen



## Gerhard Murer

Lead Scientist und Prokurist (bis 2023)  
Anton Paar GmbH

Im Herbst 1976, also ein Jahr nach Gründung der Fakultät ETIT, begann ich mit dem Studium der Elektrotechnik, das ich 1983 abschloss. Während ich den Studiengang Energie-Anlagenbau absolvierte, brachte mich ein Feriapraktikum bei Siemens in München auf einen anderen Berufsweg. Dort hatte ich die Aufgabe, mit einem PC-Vorläufer ein in der Qualitätskontrolle verwendetes Röntgenfluoreszenz-Spektrometer zu automatisieren, was mir auch gelang.

Danach war mir klar, dass ich im Instrumentengeschäft arbeiten wollte, weil mich instrumentelle Methoden zur Materialcharakterisierung und chemischen Analyse faszinierten. 1984 stieg ich bei der Anton Paar GmbH in Graz als Produktma-

nager für Prozessanalysetechnik ein. Im selben Jahr wurde Hans Leopold, der vorher bereits viele Jahre mit Anton Paar kooperiert hatte, zum Leiter des Instituts für Elektronik der TU Graz ernannt. Ich wurde gleich zum Berufseinstieg bei Anton Paar zu einer der Kontaktpersonen für Leopold und sein Team.

Aus dieser Kooperation mit dem Institut für Elektronik entstand eine Reihe von Produkten für die Bestimmung von Flüssigkeitseigenschaften. Sie begründeten die heutige weltweite Vormachtstellung der Anton Paar GmbH bei Analysegeräten für die Produktentwicklung und Qualitätskontrolle von Getränken, pharmazeutischen Produkten, Chemikalien, Erdölprodukten und mehr. Die Kooperation mit Hans Leopold währte bis zu seiner Emeritierung im Jahr 2004 und darüber hinaus.

Neben meinen Tätigkeiten bei der Anton Paar GmbH, von der ich mich 2023 nach knapp 39 Berufsjahren in Richtung Pension verabschiedete, arbeite ich seit vielen Jahren bei österreichischen Institutionen mit, die kooperative Forschung unterstützen und fördern. Als Mitglied des Wissenschaftlichen Senats der Christian Doppler Forschungsgesellschaft konnte ich mehrere Christian Doppler Labors, die an der Fakultät ETIT beheimatet sind, mit aus der Taufe heben und darf sie auf ihrem Weg begleiten.

Im Sommer 2024 überraschte mich die Anfrage aus dem Senat der TU Graz, ob ich mich der Wahl zum Universitätsrat der TU Graz stellen möchte. Nach einiger Überlegung stimmte ich zu und wurde im September dieses Jahres gewählt. Somit stehen die Sterne günstig, dass meine persönliche Kooperation mit der Fakultät ETIT mehr als fünfzig Jahre andauern wird. Jedenfalls wünsche ich der Fakultät ETIT zum Jubiläum weitere fünfzig spannende Jahre! ■



## Georg List

Corporate Strategy  
AVL List GmbH

Die Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik (ETIT) der TU Graz feiert ihr 50-jähriges Bestehen! Das gibt Anlass zum Feiern und erlaubt einen Rückblick auf den gemeinsamen Weg mit einem Industriepartner – AVL. Mit ihrer beeindruckenden Geschichte wissenschaftlicher Exzellenz hat die Fakultät ETIT zusammen mit der AVL maßgeblich zur Entwicklung klimaneutraler Mobilitätslösungen beigetragen.

Die Fakultät ETIT ermöglicht es Dissertant\*innen, Probleme in direkter Zusammenarbeit mit AVL zu erforschen und zu lösen. Durch enge Zusammenarbeit kam es zu vielen Innovationen. Gemeinsame Forschung erlaubt es, neue Ideen aus wissenschaftlichen Erkenntnissen rasch in der Praxis zu testen und erfolgreiche Lösungen zu entwickeln. Gute Beispiele finden sich bei Batterien, Brennstoffzellen oder im Softwareengineering.

Die Verbindung von Wissenschaft und Industrie, vermischt mit einer Dosis Neugierde und Motivation, ist eine Quelle der Inspiration und führt zu gegenseitiger Wissensvermittlung, Kompetenzaufbau und hoher Produktivität. AVL bringt Herausforderungen und Anwendungsszenarien ein, die Fakultät Wissen und Ideen.

AVL-Expert\*innen unterstützen auch als externe Lektor\*innen. Studierende erhalten Einblicke in den Stand der Technik und praktische Methodik. Teilzeitanstellungen bei AVL und kooperative Forschungsprojekte bieten Praxisluft. Gemeinsam ausgestattete Labore ermöglichen erstklassige

Forschung. Auch die Durchlässigkeit für Karrierewechsel zwischen der Fakultät ETIT und AVL hat erfolgreiche Beispiele in beide Richtungen ergeben.

Die Zusammenarbeit zwischen der Fakultät ETIT und AVL hat zu vielen gemeinsamen Erfolgen geführt. Die Partnerschaft ist ein Beispiel dafür, wie akademische Exzellenz und industrielle Lösungskompetenz eine nachhaltige und innovative Zukunft gestalten können. Wir danken dafür und gratulieren sehr herzlich zum Fünfziger! ■



## Markus Pistauer

CEO, CISC Semiconductor GmbH  
COYERO GmbH

Vor über vierzig Jahren kam es als Student zu meiner ersten Begegnung mit der Fakultät an der „Neuen Technik“, zu einer Zeit, als man in den Inffeldgründen noch mit Assistent\*innen Fußball spielen konnte. Schon damals war eine Exzellenz der Fakultät zu spüren, die sich nicht nur in der räumlichen Dominanz der großen Halle des Hochspannungslabors ausdrückte, sondern strahlte durch die Beteiligung an einer Raumfahrtmission auch über Österreich hinaus. >

Für mich war sehr früh klar, dass an den Instituten der Fakultät etwas Besonderes passiert. Nach Studienabschluss und einem Semester am Super-Computer-Center in San Diego (USA) kam ich, ohne lange zu überlegen, als Assistent an die Fakultät zurück, um dort für meine Dissertation an neuronalen Netzwerken zu arbeiten und um (Mikro)elektronik schon damals als etwas zu erleben und voranzutreiben, das stark einherging mit den heutigen modernen Methoden des simulations- und virtual-prototyping-gestützten Entwurfs von – wie es heißt – ESBS, den „Electronic and Software Based Systems“. Oder etwas, das wir fast nur noch beim Schlafen aus der Hand geben. Eine Firmengründung auf diesem Gebiet war somit vorprogrammiert, und die Fakultät hat das Unternehmen und mich in vielen Bereichen ganz wesentlich und nachhaltig beeinflusst. Aber das würde nun Seiten füllen.

Für Gründer und CEOs ist es keine Management-Doktrin, mit Instituten einer Universität zu kooperieren. Für mich als Gründer und CEO wäre es ein Management-Versagen gewesen, ohne Kooperation den Weg der letzten 25 Jahre alleine zu gehen. Neben der fachlichen Expertise zeichnen sich die Mitarbeiter\*innen und Absolvent\*innen durch Aufgeschlossenheit und hohe Motivation, im Besonderen aber durch einen starken Innovationsgeist aus. Nicht umsonst bilden mehrere Absolventen\*innen seit mehr als zwanzig Jahren das Rückgrat der Firma oder haben als ehemalige Mitarbeiter selbst Unternehmen gegründet.

Die Fakultät ist heute mit uns und den regionalen und nationalen Institutionen stark verbunden, wir arbeiten gemeinsam interdisziplinär an technischen Innovationen, aber auch an der regionalen Entwicklung des Standortes zusammen. ■



## Michael Weixelbraun

Geschäftsführer BE Energy GmbH  
(Tochterunternehmen der Burgenland  
Energie), Burgenland Energie AG

**B**urgenland Energie, als das führende Energieunternehmen in Österreich, und die Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik (ETIT) der TU Graz passen in mehrfacher Hinsicht hervorragend zusammen. Die enge Zusammenarbeit wird weiterhin eine treibende Kraft bei der Gestaltung einer nachhaltigen und innovativen Energiezukunft sein.

Burgenland Energie versorgt mehr als 200.000 Kund\*innen mit nachhaltiger Energie und verfolgt das ehrgeizige Ziel, das Burgenland bis 2030 zu einer klimaneutralen Region zu machen. Dabei setzen wir auf den konsequenten Ausbau erneuerbarer Energien wie Wind- und Solarenergie (installierte Windkraftleistung: 596 MW / installierte PV-Leistung 310 MWp), die Förderung von Energieeffizienz und die Entwicklung innovativer Lösungen für nachhaltige Energiesysteme. Durch die Integration digitaler Technologien und smarter Netzlösungen möchte Burgenland Energie nicht nur den CO<sub>2</sub>-Ausstoß reduzieren, sondern auch Vorbild für andere Regionen in Österreich und darüber hinaus sein.

Die Masterstudien an der Fakultät bereiten Studierende darauf vor, zentrale Herausforderungen der Energiewende und unserer Energiezukunft zu bewältigen. Sie vermitteln nicht nur tiefgehende technische und naturwissenschaftliche Grundlagen, sondern auch ein tiefgreifendes Gesamtverständnis als Basis zur Transformation in ein CO<sub>2</sub>-neutrales Energiesystem. Burgenland Energie setzt auf innovative Technologien und nachhaltige Lösungen, um als

Vorreiter der erneuerbaren Energie sowohl im Burgenland als auch in ganz Österreich zu agieren. Die Unternehmensstrategie, die auf Solar- und Windkraft sowie der Integration digitaler Energiesysteme basiert, deckt sich optimal mit den Ausbildungsinhalten der Studienrichtung.

Burgenland Energie profitiert von der Expertise der Absolvent\*innen des Masterstudiums direkt. Die Studierenden erwerben umfassendes Wissen in Bereichen wie Smart Grids, elektrischen Maschinen, nachhaltiger Energiewandlung und -verteilung, Anlagen und Netze sowie energieökologischer Beratung – allesamt Themen, die für die strategische Weiterentwicklung unseres Green-Tech-Unternehmens von entscheidender Bedeutung sind. Gleichzeitig bietet das Unternehmen ideale Rahmenbedingungen für hochqualifizierte Tätigkeiten in Forschung und Entwicklung sowie für die Umsetzung praxisnaher Projekte, etwa im Bereich der Integration regenerativer Energien.

Die Fakultät ETIT fördert interdisziplinäre Zusammenarbeit und innovative Denkansätze, die durch die Verbindung mit Burgenland Energie praxisorientiert gestaltet werden. Projekte zur Optimierung von Energiesystemen, die Entwicklung effizienter Antriebstechnologien oder die Planung smarter Versorgungsnetze bieten perfekte Anknüpfungspunkte für gemeinsame Initiativen und Kooperationen.

Die Symbiose aus wissenschaftlicher Exzellenz und unternehmerischer Innovationskraft verspricht nicht nur einen Mehrwert für Studierende und Unternehmen, sondern auch für unsere Gesellschaft insgesamt.

Gemeinsam können Burgenland Energie und die Fakultät ETIT der TU Graz einen wesentlichen Beitrag zur erfolgreichen Gestaltung der Energiewende leisten und werden in Zukunft noch enger kooperieren. ■



## Wilfried Rossegger

Beiratsvorsitzender  
KS Engineers

**D**ie TU Graz, im Besonderen die Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik (ETIT), hat für unser Unternehmen in mehrfacher Sicht große Bedeutung.

Der Aufbau unserer aktuellen Produktpalette mit einigen auf dem Weltmarkt führenden Lösungen wurde wesentlich durch wissenschaftliche Methoden ermöglicht, die einerseits durch die direkte Anwendung der Lehrinhalte der Fakultät und an-

dererseits durch die Umsetzung der in Masterarbeiten und Dissertationen gewonnenen Erkenntnisse entwickelt wurden.

Es spricht für die Ausbildungsqualität der Fakultät ETIT, dass unsere von dort kommenden Mitarbeiter\*innen, ausgehend von den theoretischen Grundlagen, immer wieder neue Realisierungsansätze entwickeln, die international Spitzenpositionen einnehmen. Aufgrund der vielseitigen und >



herausfordernden Aufgabenstellungen konnten wir bisher auch drei Absolventen der Fakultät mit Promotion sub auspiciis praesidentis gewinnen.

Ein Beispiel für derartige neue Realisierungsansätze ist die Regelungstechnologie KS-R2R, die durch stetige Weiterentwicklung Untersuchungen von Fahrzeugen sowie Antrieben in einer seit zehn Jahren unübertroffenen Realitätsnähe ermöglicht.

Eine wichtige Säule bei unseren Entwicklungsaufgaben ist die Zusammenarbeit mit dem Institut für Regelungs- und Automatisierungstechnik, insbesondere auch im Rahmen des erfolgreichen CD-Labors für die modellbasierte Regelung komplexer Prüfstandssysteme.

Weitere wesentliche Entwicklungen wurden in Zusammenarbeit mit dem Institut für Grundlagen

und Theorie der Elektrotechnik, dem Institut für Elektrische Antriebe und Leistungselektronische Systeme sowie dem Institut für Elektrische Anlagen und Netze realisiert.

Wir planen auch für die Zukunft eine intensive Zusammenarbeit mit der Fakultät, um durch den Transfer von Technologie auf universitärem Niveau in die Wirtschaft weitere technologisch führende Produkte zu entwickeln.

Wir wünschen der Fakultät viel Erfolg für die Zukunft und auch weiterhin von ihr ausgehende wesentliche Impulse für die internationale Wissenschaft und Wirtschaft. Als Absolvent dieser Fakultät ist mir das ein ganz persönliches Anliegen, weil ich immer wieder das erworbene Fachwissen in das Unternehmen einbringen und damit beim Aufbau wesentlich mitwirken konnte. ■



## Wolfgang Steinbauer

CTO, NXP Semiconductors Austria  
GmbH & Co KG

**D**ie gemeinsame Reise von NXP Semiconductors und der Fakultät ETIT begann 2002 – aus einer ersten Besprechung und ersten Ideen entwickelte sich eine fruchtbare Zusammenarbeit, die über die Jahre großartige Innovationen hervorgebracht hat. Gemeinsam wurde die NFC Technologie weiterentwickelt und als weltweiter Standard etabliert. Aber auch im UWB-Bereich ist man dabei, neue Maßstäbe zu setzen

und von Graz aus gemeinsam technologisch die Welt zu erobern. In kooperativen Projekten wurden außerdem Themen wie robustes IC-Design, HW/SW Co-Design für sichere Architekturen, zuverlässige Kommunikation im UHF-Bereich und Lösungen im Bereich Battery Management erfolgreich gemeinsam vorangetrieben.

Das hohe technische Niveau an der Fakultät spricht für sich. Für NXP ist die Fakultät eine der Hauptquellen, um die Ingenieur\*innen von morgen zu rekrutieren. Dabei hat sich über die Jahre die Ausbildung an der Fakultät ETIT und an der gesamten TU Graz immer wieder als hervorragend herausgestellt, die Absolvent\*innen schlagen



## Jost Bernasch

Virtual Vehicle Research GmbH

**M**oderne Fahrzeuge sind komplexe Systeme, deren Funktionalität wesentlich durch Elektrotechnik und Informationstechnik bestimmt wird. Die wissenschaftliche Kooperation mit der Fakultät ETIT fördert den Wissenstransfer und bietet vielfältige Möglichkeiten für interdisziplinäre Projekte.

Die enge Zusammenarbeit mit den Instituten ITI (Institut für Technische Informatik), EMS (Institut für Elektrische Messtechnik und Sensorik), IGTE (Institut für Grundlagen und Theorie der Elektro-

technik), IKS (Institut für Kommunikationsnetze und Satellitenkommunikation) sowie dem IRT (Institut für Regelungs- und Automatisierungstechnik) ist wesentlicher Bestandteil unserer Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten am Virtual Vehicle.

Mit dem ITI verbinden Virtual Vehicle von seiner ersten Stunde an erfolgreiche gemeinsame F&E Projekte auf EU-Ebene sowie mehrere Dissertationen zu innovativen Technologien, die am Institut betreut werden.

Das EMS ist zentraler Partner in mehreren COMET K2-Projekten, die auf Entwicklungen innovativer Lösungen im Bereich der Messtechnik abzielen. Besonders hervorzuheben sind die Arbeiten im Rahmen von Dissertationen, die sich mit neuen Ansätzen in der Sensorik beschäftigen. Die Kooperation ermöglicht es, praxisnahe Forschungsergebnisse zu erzielen, die direkt in industrielle Anwendungen überführt werden können.

Die Zusammenarbeit mit dem IGTE umfasst vor allem Optimierungsmethoden und Simulation elektromagnetischer Felder. Wissenschaftliche Arbeiten liefern relevante Beiträge zur Effizienzsteigerung und präzisen Modellierung elektromagnetischer Systeme. Ebenso wichtig sind Simulationstechnologien, die zu einem besseren Verständnis komplexer elektromagnetischer Phänomene führen.

Das IKS unterstützt durch seine Expertise in vielfältigen Forschungsprojekten. Diese Kooperation umfasst breit gefächerte Themenfelder, von der Datenübertragung bis hin zur Entwicklung moderner Kommunikationssysteme. Die langjährige Zusammenarbeit hat zu positiven Ergebnissen geführt, die auch in der Industrie Beachtung finden. >

---

nicht selten erfolgreiche Karrierepfade in unserem Unternehmen ein. Wir schätzen uns glücklich, eine Universität und insbesondere eine Fakultät von dieser internationalen Qualität direkt „vor der Haustüre“ zu haben. Die räumliche Nähe in Kombination mit dem einzigartigen Know-How stärkt uns als innovatives Unternehmen, die Steiermark und Österreich als Innovationsstandort enorm.

Die Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik feiert ihr 50-jähriges Bestehen – ein einzigartiger Anlass, zu feiern. NXP Semiconductors Austria gratuliert und ist stolz darauf, beinahe die Hälfte dieser Zeit als enger Kooperationspartner an der Seite der Fakultät zu stehen. ■

Das IRT ist ein wichtiger Partner bei der Betreuung wissenschaftlicher Abschlussarbeiten. Durch die enge Verbindung von theoretischen Grundlagen und praktischen Anwendungen können Studierende Lösungen entwickeln, die sowohl im akademischen als auch im industriellen Kontext hohe Relevanz haben. Die Zusammenarbeit mit dem IRT trägt wesentlich zur Nachwuchsförderung und Weiterentwicklung moderner Regelungs- und Automatisierungstechnik bei.

Insgesamt zeigt die Zusammenarbeit mit diesen Instituten, wie interdisziplinäre Forschung zur Lösung komplexer Herausforderungen beiträgt und Innovationen in verschiedenen technischen Bereichen fördert. Diese Kooperationen sind nicht nur für die wissenschaftliche Entwicklung essenziell, sondern auch für die nachhaltige Stärkung des Technologiestandorts. ■



## Heinz Stigler

Dekan der Fakultät für ETIT  
von 2006 bis 2013

**M**itte 2005 wurde ich vom Vorsitzenden der Professorenkurie gefragt, ob ich mir das Amt des Dekans „zutrauen“ würde. Als ich zusagte, war mir die Breite der auf die Fakultät zukommenden Aufgabenstellungen nicht bewusst.

Von Beginn an erfolgte nun die Ressourcenzuteilung völlig transparent auf Basis eines allen zur Verfügung gestellten „Zero Base Budgeting“-Modells bezüglich der Bedürfnisse der einzelnen Institute hinsichtlich Verwaltung, Lehre und – insbesondere neben den Drittmitteln – zureichend verfügbarer eigener Forschungskapazität.

Grundsätzlich wurden alle die Fakultät und die Institute betreffenden relevanten Entscheidungen in enger Abstimmung und Diskussion mit der Professorenkurie getroffen.

Eine damals gelungene, wesentliche Errungenschaften der Fakultät war die Überwindung der räumlichen Zersplitterung der Fakultät von insgesamt vier Standorten und die Übersiedlung der dislozierten Büroräumlichkeiten des Dekanates auf den „Campus Inffeld“, was nur durch die wohlwollende Unterstützung von Magnifizenz Hans Sünkel und der Vizerektoren Harald Kainz und Michael Muhr möglich wurde.

Die räumliche Zusammenführung aller energie-technischen Institute im „Energie Zentrum Graz“ brachte eine weitere Integration.

Als Dekan halte ich mir zugute, unseren Rektor einmal „ein wenig missverstanden“ zu haben und dadurch die finanzielle Fundierung eines zusätzlichen relevanten Institutes ermöglicht zu haben, das mit aktuell dreißig wissenschaftlichen Mit-



## Oszkar Biro

Dekan der Fakultät für ETIT  
von 2013 bis 2015

**Z**um Zeitpunkt des 40-jährigen Bestehens unserer Fakultät im Jahre 2015 standen wir vor einigen Herausforderungen. Wir hatten die Aussicht auf neue Professuren wie Leistungselektronik, Integrierte digitale Schaltungstechnik,

arbeiter\*innen zu den sehr erfolgreichen Instituten der Fakultät zählt. Die ehemals an der Einreichung Beteiligten erinnern sich wohl gerne daran, dass der Antrag als „seems to be prepared in a hurry“ bezeichnet wurde.

Ob man übernommene Aufgaben ordentlich erfüllt hat, weiß man immer erst, wenn man die entsprechende Funktion nicht mehr innehat. Anfang November kaufte ich mir ein neues Auto – was auch eine junge Dozentin der Fakultät vorhatte. Als sie mich erkannte, kam sie freundlich lächelnd auf mich zu: „Grüß Gott, Herr Dekan.“ (Solches tut der Seele wirklich wohl.)

Für mich war es als Dekan immer selbstverständlich, früh- und rechtzeitig an den Aufbau meines Nachfolgers zu denken. Wie ich später erfahren habe, konnte ich die herausfordernden Aufgabe zur allgemeinen Zufriedenheit der Fakultät erfüllen.

ETIT - Vivat,  
crescat et floreat ad multos annos! ■

Informationstheorie, Autonome Robotik, Akustik (viele sind heute Realität). Die Umstellung der Unterrichtssprache in den Masterstudien auf Englisch stand zur Diskussion bzw. ist im Falle des Studiums Information and Computer Engineering bereits geschehen. Das Verhältnis der Fakultät zu den damals relativ neuen Fields of Expertise der TU Graz musste geklärt werden. Die Zusammenarbeit der Institute der Fakultät in Forschung und Projektabwicklung sollte gestärkt werden. Um diesen Herausforderungen gerecht zu werden, veranstaltete die Professorenkurie einen zweitägigen Strategie-Workshop Ende Februar 2015. Mit Hilfe von externer Moderation ist es gelungen, den Ist-Zustand der Fakultät dem mittelfristig gewünschten Zustand gegenüberzustellen und damit die weiteren Schritte zum Erreichen der Ziele zu definieren. In einem Folgeworkshop im Juli 2015 konnten wir bereits auf einige Ergebnisse zurückblicken und erste positive Entwicklungen feststellen. Hervorzuheben ist unter anderem die institutsübergreifende Bewerbung für das erste Leadprojekt an der TU Graz unter dem Titel „Dependable Internet of Things“, das unter der Federführung der Institute unserer Fakultät ab 2016 gestartet wurde. Ein Schlüsselthema des Juli-Workshops war, auch im Masterstudium Elektrotechnik die Unterrichtssprache auf Englisch umzustellen, was inzwischen erfolgreich realisiert wurde. Den dritten Workshop im November 2015 widmeten wir der Formulierung der Vision unserer Fakultät. Die meisten der darin festgelegten Ziele sind heute Realität. Das Format der Strategie-Workshops wurde in den folgenden Jahren zur gelebten Praxis und der Kreis der Teilnehmer\*innen wurde erweitert. Ich bin überzeugt, dass diese Strategie-Workshops maßgeblich zur erfolgreichen Entwicklung unserer Fakultät in den letzten zehn Jahren beigetragen haben. ■



## Wolfgang Bösch

Dekan der Fakultät für ETIT  
von 2016 bis 2024

Die ersten Fakultäten bildeten sich im 12. und 13. Jahrhundert als Zusammenschluss mehrerer Fachbereiche an den Universitäten zu einer Lehr- und Verwaltungseinheit, geführt und geleitet von einem unter den Professoren gewählten Dekan. Unsere Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik ist zwar noch nicht so alt, aber in den fünfzig Jahren ihres Bestehens entwickelte sich die Fakultät in vielen wertvollen Schritten zu weit mehr als nur einer Verwaltungseinheit.

Dank der jahrelangen Bemühungen unseres Altdekans Heinz Stigler sind nun alle Institute der Fakultät an einem Campus, und die energietechnischen Institute sogar in einem Gebäude – dem „Energie Zentrum Graz“ – vereint. Das hilft uns in fachlicher und auch kollegialer Zusammenarbeit, einfach weil die Wege sehr viel kürzer sind, wir uns daher auch öfter über den Weg laufen und uns über Forschungsprojekte und andere Aktivitäten berichten.

Auch hat sich die Fakultät in den letzten Jahren stark durch Neu- und Nachbesetzungen an den Instituten verändert. Derzeit sind wir zwölf Institute mit zwanzig Professor\*innen, zehn wurden in den letzten Jahren neu besetzt und neun Professuren neu geschaffen. In Summe sind damit, mit einer Ausnahme, alle Professuren in der Fakultät innerhalb von fünfzehn Jahren neu besetzt worden. Durch diese bedeutsame Umstrukturierung hatten wir die einmalige Gelegenheit, uns strategisch besser auszurichten, unsere Kernkompetenzen in

der angewandten Forschung und in der Grundlagenforschung noch weiter zu stärken und fehlende Kompetenzen aufzubauen. Neue Professuren wurden zum Beispiel in den Fachbereichen Leistungselektronik, Robuste Elektronische Systeme, Sensorik, Systemtheorie und Regelungstechnik, Maschinelles Lernen und Akustik eingerichtet. Wichtig war es mir, alle Professor\*innen an ihren Instituten bestens auszustatten, um exzellente Forschung und hochqualitative Lehre betreiben zu können. Somit wurde das wissenschaftliche und auch das administrative Personal in den letzten Jahren um 44 Stellen (rund 20% der Fakultät) ausgebaut.

Während meiner Zeit als Dekan-Stellverteter und Dekan war mir die strategische Weiterentwicklung der Forschung, der Lehre und der Struktur in der Fakultät ein großes Anliegen. So konnte ich in den letzten elf Jahren zusammen mit allen Kolleg\*innen aus der Professor\*innenschaft und dem Mittelbau unsere Fakultät strategisch besser ausrichten und gestalten. Die sehr positive Evaluation unserer Fakultät im Jahr 2016, die jährlichen Strategieworkshops und die vielen konstruktiven Gespräche mit dem Rektorat, den Dekan\*innen der anderen Fakultäten und den Kolleg\*innen aus unserer Fakultät waren dabei sehr hilfreich.

Das Prinzip des Christian Doppler Labors (CD-Labor) ist einzigartig in der Förderlandschaft und es ist eine besondere Auszeichnung, ein CD-Labor erfolgreich zu beantragen und führen zu können. In erster Linie zeichnet sich ein CD-Labor durch



die gelungene Kombination aus Grundlagenforschung und angewandter Forschung aus. Besonders freut es mich, dass in den vergangenen zehn Jahren acht CD-Labore an unserer Fakultät eingerichtet wurden.

Merkbar zugenommen haben die interdisziplinären Forschungsaktivitäten in unserer Fakultät. Es ist keine Seltenheit mehr, dass nationale und internationale Initiativen und Forschungsprojekte institutsübergreifend oder sogar fakultätsübergreifend in Angriff genommen werden.

Weitere Highlights in unserer Fakultät sind das neue Studium Digital Engineering und die gänzliche Überarbeitung der Curricula für das Bachelor- und Masterstudium Electrical and Electronics Engineering. Ich bin überzeugt, unsere Fakultät ist damit gut gerüstet, um die zukünftigen Herausforderungen in der Ausbildung und Lehre zu meistern.

Wie alle natur- und ingenieurwissenschaftlichen Fachrichtungen im europäischen Raum kämpfen auch wir mit sinkenden Studierendenzahlen. In unserer Fakultät haben wir ein dezidiertes Team zur Öffentlichkeitsarbeit eingerichtet. Ich staune immer wieder, wie vielfältig und ideenreich die Aktivitäten zur Bewerbung unserer Studien sind. Hier sehe ich eine sehr positive Entwicklung in unserer Fakultät – ein wachsendes Bewusstsein, dass wir uns mit unseren Fähigkeiten und Kernkompetenzen strategisch positionieren und aktiv präsentieren wollen.

Ein schöner neuer Brauch ist das jährliche Fakultätsfest, an dem wir alle, die eine besondere Auszeichnung erhalten oder einen Preis gewonnen haben, und jene, die in Ruhestand gehen, ehren. Der Tag soll eine Wertschätzung für alle Personen in unserer Fakultät darstellen, er wird auch gemeinschaftlich mit großer Unterstützung unserer beiden Zeichensäle organisiert.

Eine so lebendige und auf Zusammenarbeit basierende Fakultät braucht natürlich auch eine gute Organisation. Hier möchte ich mich an dieser Stelle ganz besonders beim Dekanatsteam, den Dekis, unter der Leitung von Alexandra Zavec für die außerordentliche Unterstützung bedanken. Ebenso bedanke ich mich bei allen Kolleg\*innen für die konstruktive und kollegiale Zusammenarbeit, ohne die sich unsere Fakultät nicht so entwickelt hätte, wie sie heute dasteht. Meinem Promotor bin ich ebenfalls zu Dank verpflichtet, ohne ihn hätte ich das Amt des Dekans nicht übernommen.

Unsere Fakultät ist mehr als eine Verwaltungseinheit, wir sind ein lebendiges, gut positioniertes Team mit ausgezeichneten Kompetenzen, das für die zukünftigen Herausforderungen in der Forschung und in der Lehre bestens gerüstet ist.

Herzlichen Glückwunsch  
zum 50-jährigen Jubiläum! ■





# 4

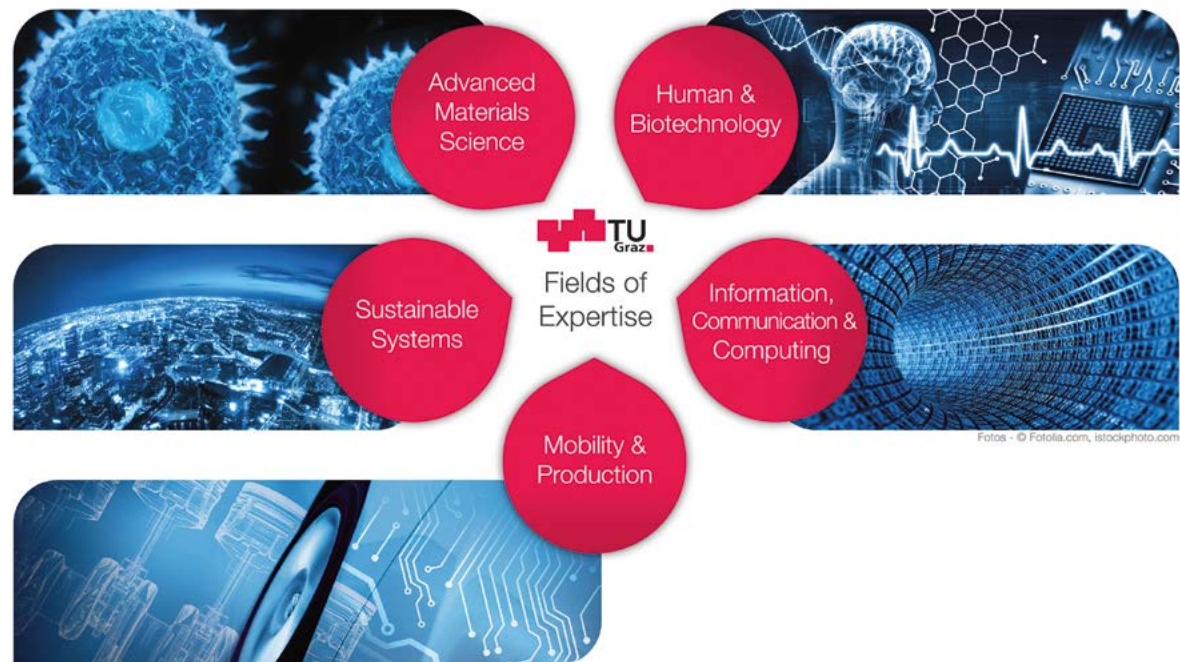
## Fields of Expertise (FoE) und Research Centers mit Beteiligung der Fakultät



# Fields of Expertise

Die TU Graz bündelt ihre Forschung strategisch in fünf zukunftsweisende Bereiche: die „Fields of Expertise“ (FoE). Hier arbeiten die Forschenden fachübergreifend zusammen und profitieren von unterschiedlichen Zugängen und Methoden, gemeinsamen Ressourcen und internationalem Austausch. Zur Förderung exzellenter Leistungen und Stärken in Forschung und Entwicklung unterstützt die TU Graz die FoE durch neue Professuren, Laufbahnstellen, ausgewählte Kooperatio-

nen mit wissenschaftlichen Partnereinrichtungen und gezielten Investitionen in interdisziplinäre Projekte. Die Forschungsteams erarbeiten elementare wissenschaftliche Grundlagen, pflegen intensive Kontakte zu Industrie und Wirtschaft. Um die theoretischen Erkenntnisse praktisch umzusetzen, sind die FoEs regional verankert und international vernetzt und beteiligen sich an wissenschaftlichen Kompetenzzentren und Forschungsnetzwerken.



> <https://www.tugraz.at/forschung/fields-of-expertise/ueberblick-fields-of-expertise>



## Organisation der FoEs

Analog zur Leitung der Fakultäten durch Dekan\*innen wurden für jedes FoE ein\*e Leiter\*in sowie eine Stellvertretung festgelegt, die regelmäßig wechseln bzw. neu bestellt werden.

Die FoEs wurden in den Jahren von 2013 bis 2015 an der TU Graz etabliert und durch die Besetzung je einer expliziten FoE-Professur gestärkt. In den Jahren von 2017 bis 2021 fand eine weitere Verankerung der FoEs durch die Fortführung der bereits etablierten Instrumente statt (Anschubfinanzierung, Leadprojekte). Neben deren Fortführung und Verbesserung wurde im Jahr 2020 je FoE eine Laufbahnstelle ausgeschrieben und das Auswahlverfahren abgeschlossen. In den Jahren 2019 und 2020 wurde ebenfalls eine Ausschreibung zur Finanzierung von Forschungs- und Lehrinfrastruktur abgewickelt. 2021 und 2022 wurden zwei laufende Leadprojekte evaluiert und eine Verlängerung der Förderung für weitere drei Jahre gewährt. 2022 wurde mit der Ausschreibung eines neuen Leadprojektes begonnen.

## FoE-Laufbahnstellen

Von Ende 2023 bis Anfang 2024 wurde je FoE eine themenoffene Laufbahnstelle ausgeschrieben. Die Ausschreibungen wurden fakultätsübergreifend organisiert. Für jedes FoE wurde ein eigenes Selection Board zusammengestellt, das von einem\* FoE-Leiter\*in geleitet wurde. Die Ausschreibungstexte wurden von den FoEs entsprechend breit formuliert und international ausgeschrieben. Insgesamt sind 486 Bewerbungen für diese fünf Stellen eingegangen, die nun besetzt werden konnten und fünf Forscher\*innen (davon zwei an Instituten der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik) werden im Laufe des Jahres 2025 ihre Arbeit an den jeweiligen Instituten aufnehmen.

## Leadprojekte

Leadprojekte sollen die Profilbildung der TU Graz stärken und bestehende, herausragende Spitzenforschungsbereiche weiterentwickeln. Sie werden in einem kompetitiven, mehrstufigen Auswahlverfahren mit abschließendem, öffentlichen Hearing vor einer internationalen Jury ausgewählt, haben eine dreijährige Laufzeit (wobei eine einmalige Verlängerung um weitere drei Jahre möglich ist) und werden mit rund 1,5 bis 2 Millionen Euro finanziert.

Bis heute konnten die folgenden drei Leadprojekte erfolgreich durchgeführt werden:

- Dependable Internet of Things in Adverse Environments (2019–2022)  
> <https://www.tugraz.at/projekte/dependablethings/home/>
- Mechanics, Modeling and Simulation of Aortic Dissection (2018–2024)  
> <https://www.tugraz.at/projekte/biomechaorta/home/>
- Porous Materials @ Work for Sustainability (2018–2024)  
> <https://www.tugraz.at/projekte/pmw/home/>

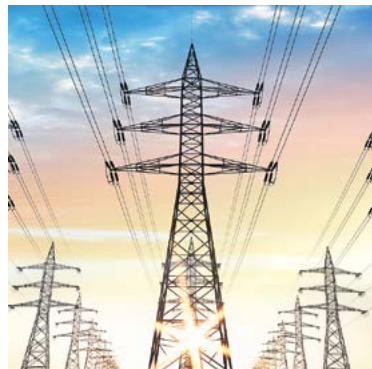
Nachdem das erste Leadprojekt (Dependable Internet of Things) 2022 endete, wurden neue Leadprojekte ausgeschrieben. Bis 1. Februar 2023 lief die erste Einreichfrist des zweistufigen Auswahlprozesses, wobei acht Kurzanträge eingereicht und fünf Konsortien aufgefordert wurden, den Vollertrag einzureichen. Diese Anträge wurden von einer internationalen Jury begutachtet, schlussendlich wurden zwei Anträge genehmigt. Das Projekt „DigiBioTech: Learn & Predict: Digitalization of Biotechnology“ startete im Herbst 2024, das Projekt „NExT: Non-Exhaust Emission Topics“ im Frühjahr 2025.

# Research Centers (RCs)

Neben den „Fields of Expertise (FoE)“ wurde das 2020 an der TU Graz neu eingeführte Instrument zur Bündelung von Forschungskompetenzen, die sogenannten „Research Centers (RCs)“, im Berichtsjahr weiter verstärkt. Bei Themen, die nicht dem Format einer bestehenden Maßnahme der FoE, zum Beispiel eines Leadprojekts, entsprechen, können Institute über Fakultäts-grenzen hinweg ihre Forschungsagenda auf ein bestimmtes Thema fokussieren und dieses, gegebenenfalls gemeinsam mit einschlägigen COMET-Zentren und/oder einer kleinen Gruppe interes-

sierter Partnerunternehmen abstimmen. Wenn ein klares Rektoratsinteresse und insbesondere Aussicht auf die Erschließung wesentlicher Drittmittel bestehen (zum Beispiel die Stiftung von Professuren unterschiedlicher Fachgebiete, national oder international geförderte Großforschungsvorhaben), kann ein RC, das bewusst ohne Rechtsform etabliert wird, strategisch verfolgt werden.

Als Nukleus für zukunftsweisende Forschung soll ein RC international sichtbar sein. Einen Beitrag dazu sollen auch die Governance-Instrumente leisten:



peterschneiber media



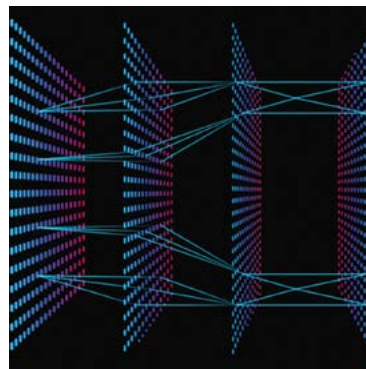
Lunghammer – TU Graz



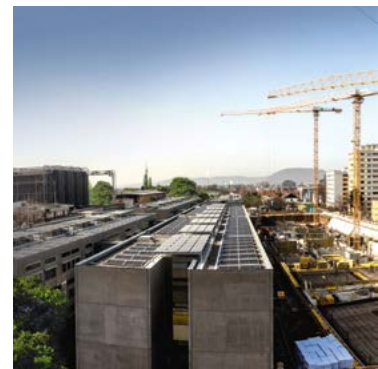
voestalpine-Railway-Systems



HyCentA – TU Graz

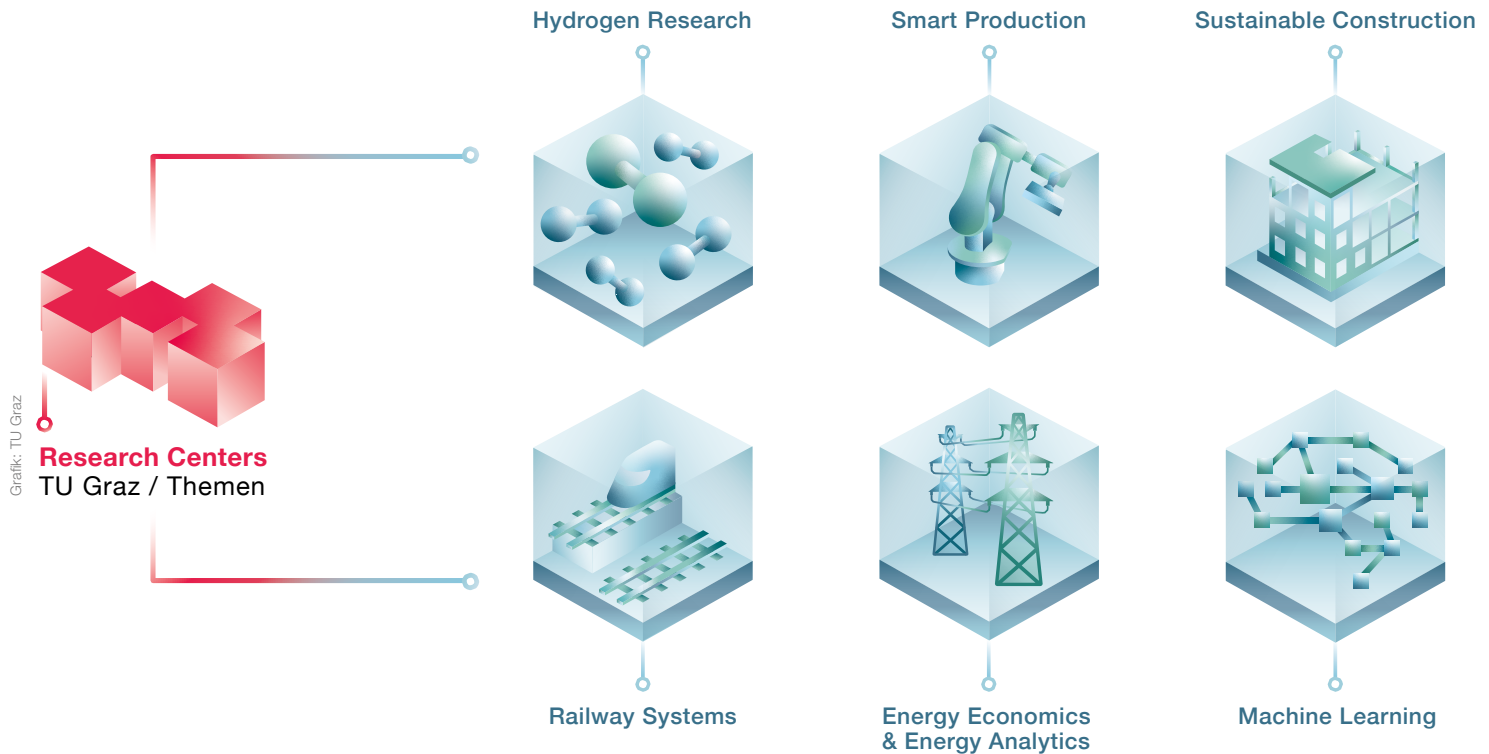


Andrey Ship – AdobeStock



Lunghammer – TU Graz

> <https://www.tugraz.at/forschung/fields-of-expertise/ueberblick-fields-of-expertise>



- Internationaler Wissenschaftlicher Beirat als beratendes Gremium
- Steering Committee mit den RC-Key Researcher\*innen, Vertreter\*in Rektorat, Dekan\*innen, Vertreter\*innen beteiligter COMET-Zentren, gegebenenfalls Firmenvertreter\*innen sowie Auskunftspersonen nach Bedarf zur Abstimmung und Beschluss des Forschungsprogramms
- Center Board / Project Board: Projektleiter\*innen, Professor\*innen etc. zur Koordinierung der laufenden Aktivitäten

Zum Jahresende 2023 waren folgende sechs Research Centers an der TU Graz etabliert:

- Research Cluster Railway Systems (RCRS)
- Zentrum für Nachhaltiges Bauen Graz (GCSC – Graz Center of Sustainable Construction)
- Graz Center for Machine Learning (GraML)
- Hydrogen Research Center (H2rc)
- Smart Production Graz (SPG)
- Research Center for Energy Economics and Energy Analytics (ENERGETIC)

> [www.tugraz.at/go/research-centers](http://www.tugraz.at/go/research-centers)

# Die Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik in den FoEs

Die Fakultät ist insbesondere an den FoEs [Information, Communication & Computing \(ICC\)](#), [Sustainable Systems \(SuSy\)](#), [Mobility & Production](#), [Human & Biotechnology](#) und [Advanced Materials Science](#) intensiv beteiligt – bei den ersten beiden FoEs stellt die Fakultät auch jeweils ein Mitglied des Leitungsgremiums. Im Rahmen des FoE Information, Communication & Computing werden Themen aus der Informatik, Informationstechnik und Mathematik erforscht. Das FoE Sustainable Systems widmet sich der Herausforderung, ökologische, ökonomische und soziale Nachhaltigkeit zu vereinen. Das FoE Mobility & Production will die Belastung der Umwelt durch Mobilität mit Hilfe von neuartigen Fahrzeugtechnologien und Antriebssystemen, Produktherstellungsprozessen und dem Einsatz neuer Materialien senken. Das FoE Human & Biotechnology forscht im Bereich Humantechnologie und entwickelt Apparate und Methoden für medizinische Anwendungen und Therapieformen. Das FoE Advanced Materials Science zielt darauf ab, funktionelle Materialien zu entwickeln und herzustellen, zu charakterisieren und zu verstehen sowie deren Eigenschaften zu simulieren und vorherzusagen, um nachhaltige Materialien, umweltfreundliche Prozesse und Recyclingfähigkeit zu erhalten.

Über die oben genannten Instrumente hinaus, die von allen FoEs angeboten werden, ist eines der zentralen Anliegen die Vernetzung der Forschenden über Instituts- und Fakultätsgrenzen hinweg. Diese Vernetzung ist nicht nur entscheidend, um Konsortien für größere Forschungsverbünde zu formieren, sondern auch zur Bildung von kritischen Massen. Das FoE ICC organisiert zu diesem Zweck zweimal jährlich ein Colloquium mit prominenten Vortragenden (wie beispielsweise Wittengenstein-Preisträgerin Monika Hinzinger) und kurzen Blitzlichtvorträgen, die ein Forum für den Austausch unter den FoE-Mitgliedern bieten.

Das FoE Sustainable Systems der TU Graz repräsentiert die interdisziplinäre Exzellenz in Forschung und Entwicklung für nachhaltige Systeme aller Art. Dieses Forschungsfeld widmet sich der Herausforderung, ökologische, ökonomische und soziale Nachhaltigkeit zu vereinen, um eine lebenswerte Zukunft zu sichern. Mit einem ganzheitlichen Ansatz, der Wissenschaft, Technologie und gesellschaftliche Verantwortung verbindet, setzt das FoE Expertise auf Innovationen, die nachhaltige Lebens- und Wirtschaftssysteme ermöglichen. Das FoE hat folgende Schwerpunkte: Nachhaltige Energie- und Mobilitätssysteme; Kreislaufwirtschaft und Ressourcenschonung; Nachhaltige Bau- und Stadtentwicklung und Umwelttechnologien und -management. Neben der Spitzenforschung bietet das FoE auch ein starkes Netzwerk mit Industriepartnern und öffentlichen Institutionen, um wissenschaftliche Erkenntnisse rasch in die Praxis umzusetzen. Mit einem klaren Bekenntnis zu Nachhaltigkeit und Innovation zeigt die TU Graz mit ihrem FoE Sustainable Systems den Weg in eine nachhaltige Zukunft. Diese gebündelte Expertise macht die Universität zu einem Vorreiter auf diesem global bedeutenden Forschungsgebiet. Das FoE hat 2024 eine Lauf-



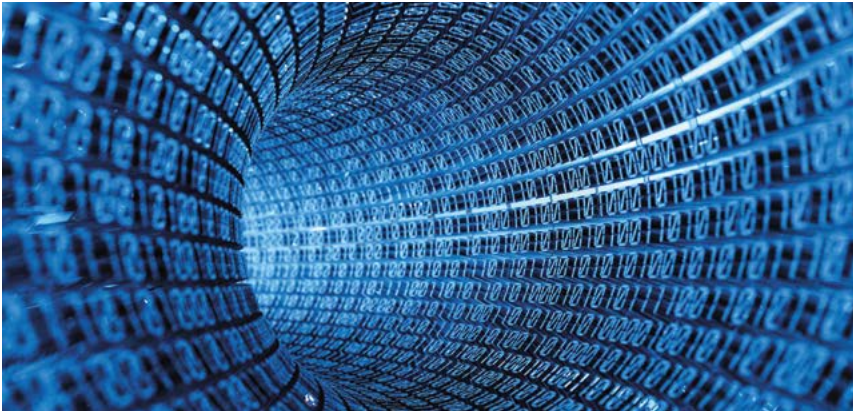
bahnstelle mit dem Thema „Hybrid physics-based and data-driven modeling and simulation of complex mechanical or electrical engineering systems“ ausgeschrieben. Sie wurde mit Bernhard Geiger, der seit Februar 2025 am Institut für Signalverarbeitung und Sprachkommunikation arbeitet, besetzt. Hervorzuheben ist auch der ERC Starting Grant [Optimization and data aggregation for net-zero power systems](#) von Sonja Wogrin, welche die Planung künftiger Energiesysteme effizienter machen wird. Die Elektrizitätssysteme in Europa werden in den kommenden Jahrzehnten aus- und umgebaut, damit sie stabil und klimaneutral zugleich sind. Um auf dem Weg zur Dekarbonisierung die richtigen Entscheidungen treffen zu können, sind effiziente Optimierungsmodelle von entscheidender Bedeutung.

Die Highlights im Rahmen der FoE sind zweifellos die Leadprojekte, die jeweils etwa zehn Key-Researcher über Fakultätsgrenzen hinweg in einem Forschungsverbund zusammenbringen, der über insgesamt sechs Jahre hinweg mit einer Zwischenevaluation durch die TU Graz prominent gefördert wird. Im Rahmen des FoE ICC hatte Kay Römer die Ehre, ab 2016 das erste Leadprojekt der TU Graz zum Thema [„Verlässlichkeit im Internet der Dinge“](#) zu koordinieren. Insgesamt waren an diesem Projekt 19 Professor\*innen aus der Elektrotechnik und der Informatik sowie 21 Dissertant\*innen und Postdocs beteiligt. Gegenstand der Forschung war das Internet der Dinge – miniaturisierte Computer, die zunehmend in unsere Alltagsumgebung integriert werden, mit Sensoren den Zustand der realen Welt in Echtzeit erfassen und drahtlos mit dem Internet verbunden sind, um auf Basis dieser Zustandsinformationen beispielsweise Produktionsabläufe in Fabriken zu optimieren oder den Verkehr sicherer zu gestalten. Die zentrale Herausforderung ist dabei, das Inter-



ymgerman - fotolia.com

net der Dinge so verlässlich zu gestalten, dass es selbst unter Störeinflüssen und bei gezielten Angriffen korrekt arbeitet, da ein Ausfall möglicherweise katastrophale Konsequenzen hätte. Konkret wurden im Projekt Methoden zur verlässlichen drahtlosen Positionsbestimmung, Techniken zum formalen Beweis der Verlässlichkeit sowie störresistente vernetzte Regelungskonzepte untersucht. Gerade durch die interdisziplinäre Zusammenarbeit sind dabei kreative Lösungsansätze entstanden, die unter anderem durch zahlreiche Best Paper Awards gewürdigt wurden. Auch nach Ende der Förderung durch die TU Graz wurde die Initiative fortgesetzt, beispielsweise in Form des [„Dependable Embedded Systems Labs“](#) in Kooperation mit Silicon Austria Labs (SAL) oder im Rahmen des FWF Doktoratsprogramms [„DENISE: Dependable Electronic Based Systems“](#) in Kooperation mit FH Joanneum.



Fotolia.com, iStock Fotos

Im Jänner 2018 startete das multidisziplinäre Leadprojekt „[Mechanics, Modeling and Simulation of Aortic Dissection](#)“ im Rahmen des FoE Human & Biotechnology, das ein Konsortium von Wissenschaftler\*innen aus den Bereichen Biomechanik, Bauingenieurwesen, Elektrotechnik und Maschinenbau, Informatik, Mathematik und Physik der TU Graz bündelte. Insbesondere wurden neue multiskalige konstitutive Modelle mit innovativen Parametern und Versagenskriterien entwickelt, die die Simulation der Ruptur des Aortengewebes und der Ausbreitung des falschen Lumens ermöglichen. Im Jahre 2021 wurde das Projekt nach einer Evaluierung um weitere drei Jahre verlängert. Im Rahmen dieses Lead-Projektes sind insbesondere die Forschungsarbeiten von Vahid

Badeli (Institut für Grundlagen und Theorie der Elektrotechnik) und Sascha Ranftl (Institute of Theoretical and Computational Physics) hervorzuheben, die beide erst als Doktoranden und in der zweiten Phase als PostDocs tätig waren. Sie untersuchten, ob Herz-Kreislauf-Erkrankungen allein durch standardmäßige, nicht-invasive Messungen elektrischer Felder frühzeitig diagnostiziert werden können. Mit Hilfe von multiphysikalischen Simulationsmodellen konnte der Zusammenhang zwischen Blutflussstörungen und Gewebeänderungen zu Bioimpedanzsignalen erfolgreich identifiziert und verstanden werden. Die Ergebnisse waren bahnbrechend, führten zur Anmeldung eines EU- und US-Patentes sowie dem Startup *arterioscope*, das die kardiovaskuläre Versorgung revolutionieren und die Lücke zwischen Spitzenforschung und praktischer klinischer Anwendung schließen möchte.

Das Leadprojekt „[Porous Materials @ Work](#)“ aus dem FoE Advanced Materials Science zielte darauf ab, eine Technologieplattform innerhalb des Forschungsportfolios der TU Graz zu etablieren, indem bestehende Kompetenzen vernetzt wurden und Expertise im Bereich nanoporöser Materialien als neuer und spannender Zustand der Materie entwickelt wurde. Dieses Leadprojekt hat bisher unverbundene Forschungslinien an der TU Graz gebündelt und war in vier Schwerpunktbereiche gegliedert: Design von neuen porösen Materialien, kontrolliertes Wachstum von porösen Systemen, Anwendung poröser Materialien in der Biotechnologie und Anwendung poröser Materialien in der Sensorik. Vor allem in letzterem war die Fakultät mit dem Institut für Elektrische Messtechnik und Sensorik als Teilprojektleiter beteiligt, wobei gemeinsam mit dem Institut für Festkörperphysik mit Hydrogelen funktionalisierte photonische Kristalle für optische Sensoranwendungen erforscht wurden.

Auch in der Leadprojekt-Ausschreibung des Jahres 2024 wurde ein Projekt unter Beteiligung des Institutes für Elektrische Messtechnik und Sensorik im FoE Mobility & Production bewilligt. Das Projekt mit dem Titel **NEXT** begann im März 2025 und befasst sich mit der Emissionsmessung und -reduktion von Fahrzeugen durch Brems- und Reifenabrieb. Die Abgasemissionen von Fahrzeugen wurden in der EU seit den 1990er-Jahren durch ständig verbesserte Prüfverfahren und Grenzwerte begrenzt, was zu einem starken Rückgang der Abgasemissionen führte. Daher dominieren sowohl in Bezug auf die Masse als auch die Anzahl der Emissionen „Nicht-Abgaspartikel (NEP)“ die Emissionen moderner Fahrzeuge. Da die Europäische Kommission plant, ihre Luftqualitätsgrenzwerte für PM<sub>2,5</sub> um 50% zu senken, werden NEP ein großes Problem darstellen, um die reduzierten Luftqualitätsgrenzwerte in der Nähe von Straßen und Schienenwegen mit hohem Verkehrsaufkommen einzuhalten. Darüber hinaus plant die EU-Kommission mit der kommenden EURO 7-Verordnung (EU KOM 2022) die Einführung von Prüfverfahren und Grenzwerten für Brems- und Reifenverschleiß. Folglich nehmen die internationalen Forschungsaktivitäten in allen Bereichen der abgasfreien Partikel stark zu. Allerdings gibt es bisher nur für den Bremsenverschleiß von leichten Nutzfahrzeugen Normen für spezifische Prüfverfahren. Mit diesem Projekt werden die laufenden Aktivitäten an fünf Instituten gebündelt, das Wissen auf internationalem Spitzenniveau gehalten und Investitionen in Messsysteme koordiniert, um die TU Graz als erste Ansprechpartnerin für die Forschung im Bereich der NEP-Emissionen zu etablieren.

## Die Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik in Research Centers

Die Fakultät ist insbesondere an den folgenden zwei RCs beteiligt:

- Graz Center for Machine Learning (GraML)  
> <https://www.tugraz.at/forschung/forschung-an-der-tu-graz/research-centers/graz-center-for-machine-learning>
- Research Center for Energy Economics and Energy Analytics (ENERGETIC)  
> <https://www.tugraz.at/forschung/forschung-an-der-tu-graz/research-centers/research-center-for-energy-economics-and-energy-analytics-energetic>

Künstliche Intelligenz (KI) und Machine Learning (ML) Methoden sind Schlüsseltechnologien in vielen Anwendungen. Um diese Entwicklung an der TU Graz zu fördern, wurde 2022 das Forschungsnetzwerk **Graz Center for Machine Learning (GraML)** gegründet, wobei Franz Pernkopf einer der Hauptinitiatoren dieses Research Centers ist. Dabei wird interdisziplinär und fakultätsübergreifend an der Entwicklung von Methoden des maschinellen Lernens und deren Anwendungen geforscht.



## Struktur des RC Graz Center for Machine Learning (GraML).

SPSC, Pernkopf



Die dramatische Zunahme von Wissen in Form von Daten erfordert ressourcen-effiziente intelligente Systeme mit der Fähigkeit, komplexe Abhängigkeiten zu modellieren. In der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik konzentriert sich die Forschung auf ressourcen-effiziente neuronale Netze (Edge Computing), probabilistische ML-Methoden, kausale Modellierung, erklärbare KI und das Einbringen von Wissen in Form physikalischer Gesetze und Gleichungen in ML-Modelle. Diese Grundlagenforschung liefert einen wichtigen Beitrag in vielen anwendungsorientierten Forschungskooperationen an der TU Graz.

Das TU Graz Research Center „[Energy Economics and Energy Analytics \(ENERGETIC\)](#)“ setzt interdisziplinäre Spitzenforschung um, die den Übergang der Energiesysteme auf dem Weg zur vollständigen Dekarbonisierung unterstützt. Dafür wurden drei Kernforschungsbereiche (Core

Research Areas) definiert, die die Kernkompetenzen des Forschungszentrums identifizieren und in denen wir spezifische Forschungsfragen innerhalb der Energiesysteme auf dem Weg zur Dekarbonisierung durch ein interdisziplinäres, fakultätsübergreifendes Team von Forschenden angehen, um effektive Lösungen zu entwickeln.

Die Core Research Areas (CRAs) stellen die Kernkompetenzen des RC ENERGETIC dar und bilden die technischen Fachgebiete und notwendigen Werkzeuge, um die Forschungsfragen rund um dekarbonisierte Energiesysteme anzugehen. Um die Dekarbonisierung von Energiesystemen zu erreichen, benötigen wir eine gründliche wissenschaftliche system-, methoden-, daten- und hardwaregetriebene Forschung:

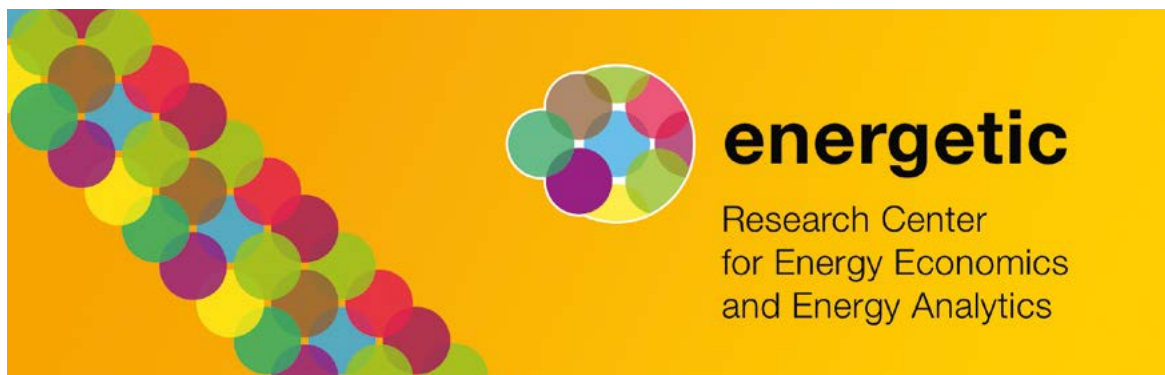
- Systemgetrieben: Entwicklung modernster Optimierungs- und Simulationsmodelle integrierter, sektorgekoppelter Energiesysteme für Betrieb und Planung sowie techno-ökonomische Systemanalysen dekarbonisierter Energiesysteme.
- Methoden- / Daten-getrieben: Entwicklung von Methoden der künstlichen Intelligenz und des maschinellen Lernens für Energiesysteme.
- Hardware-getrieben: Entwicklung und Bewertung innovativer Technologien für Energieanlagen, für die Nutzung erneuerbarer Energien, für die Speicherung erneuerbarer Energien einschließlich des Einsatzes neuer Speichermedien und für technologische Entwicklungen zur Reduzierung des Energieverbrauchs.



Diese drei Forschungsbereiche sind in drei CRAs organisiert: Energy System Modeling and Analysis (CRA 1); Digital Energy Systems (CRA 2); Innovative Technology Solutions (CRA 3). Die TU Graz beheimatet weltweit anerkannte Expert\*innen in den entsprechenden CRAs, unter anderem Sonja Wogrin, Leiterin des Institutes für Elektrizitätswirtschaft und Energieinnovation unserer Fakultät. Sie erhielt 2023 für ihre Forschung im CRA 1 den renommierten ERC Starting Grant sowie die Auszeichnung zur Österreicherin des Jahres in der Kategorie Klimainitiative.

Abschließend soll das sich in Aufbau befindliche, interdisziplinäre RC Graz Research Center for Acoustics (GRACE) erwähnt werden, in dem die Forschung, aber auch Lehre und Infrastruktur in der Akustik umfassend weiterentwickelt werden, um Graz als internationalen Standort für Spitzenforschung im Bereich der Akustik zu etablieren. Den organisatorischen Ausgangspunkt nimmt das neue RC in der bereits bestehenden, langjährigen und umfangreichen Zusammenarbeit des Institutes für Signalverarbeitung und Sprachkommunikation, des Institutes für Grundlagen und Theorie der Elektrotechnik sowie des Institutes für Elektronische Musik und Akustik (Universität für Musik

und darstellende Kunst Graz), die das Bemühen um eine möglichst breite und offene Vernetzung vorantreiben. Zudem werden Institute der Fakultäten für Maschinenbau und Wirtschaftswissenschaften sowie für Bauingenieurwissenschaften integriert und eine enge Kooperation mit der Karl-Franzens-Universität Graz (Rechtswissenschaften, Psychologie) und der Medizinischen Universität Graz (Umwelt- und Sozialmedizin) angestrebt. Die Forschungsthemen basieren auf bereits etablierten Expertisefeldern der beteiligten Universitäten und entspringen sich in drei prägnante Stränge mit unterschiedlichen Fokussetzungen auf der Achse Mensch – Modell – System: Human-zentrierte Akustik (Sprach-, Hör- und Wahrnehmungsforschung, Musikalische Akustik, Raumakustik, Lärmwirkungsforschung, Soundscapes und Sound Studies, Sonifikation und Sonic Interaction Design); Physikalische und rechnergestützte Akustik (Schallquellenmechanismen, Schallübertragung und -ausbreitung, numerische Methoden, maschinelles Lernen, zerstörungsfreie Prüfverfahren und Akustik-Arrays); Akustische Systeme (Gebäudeakustik, Maschinenakustik, Strömungsakustik, Schallschutzmaßnahmen, elektroakustische Systeme, Signalverarbeitung und Metamaterialien).









Fotogenia - TU Graz



Institute  
der Fakultät

# Institut für Elektrische Antriebe und Leistungselektronische Systeme



Aktuelles Gruppenfoto der  
Mitglieder des Instituts EALS.

EALS

Die Geschichte des Institutes für Elektrische Antriebe und Leistungselektronische Systeme ist eng mit der Entwicklung der gesamten Elektrotechnik an der Technischen Universität Graz verbunden. Zusammen mit der Lehrkanzel für Grundlagen der Elektrotechnik und Theoretische Elektrotechnik sowie der Lehrkanzel für Bau und Betrieb elektrischer Anlagen bildete die Lehrkanzel für Allgemeine Elektrotechnik und Elektromaschinen (als Vorgänger des Institutes für Elektrische Antriebe und Leistungselektronische Systeme) die Grundpfeiler der heutigen Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik der TU Graz.

Der erste Lehrstuhl für Elektrotechnik wurde 1920 errichtet, diesen hatte Karl Koller inne. Die Lehrkanzel befand sich in den Räumen der Neuen Technik in der Kopernikusgasse, wo sie bis zur Übersiedelung des Institutes im Jahr 2010 untergebracht war. Noch im Studienjahr 1920/1921 wurde der Studienbetrieb aufgenommen, gelehrt wurden unter anderem theoretische Grundlagen der Elektrotechnik und es gab Vorlesungen zur Wirkungsweise von Elektromaschinen. Um die Theorie in die Praxis übertragen zu können, wurde 1936/37 ein Labor erbaut. Der Lehrstuhl für Elektrotechnik wurde 1940 von Karl Schäfer übernommen, und es wurde mit dem Aufbau einer eigenen Abteilung für Elektrotechnik an der Technischen Hochschule begonnen.

Im Herbst 1945 übernahm Alfred Grabner die Lehrstühle „Allgemeine Elektrotechnik“ und „Elektromaschinenbau“. Die Lehre umfasste damals Vorlesungen und Übungen zu „Grundlagen der Elektrotechnik“, „Elektromaschinen“, „Dynamobau“ und „Elektrische Antriebe“. Die beiden Lehrstühle wurden zum „Institut für Allgemeine Elektrotechnik und Elektromaschinenbau“ vereinigt.

Nach Grabners Emeritierung 1963 folgte ihm Gerhard Aichholzer als Institutsvorstand. Zur Umbenennung des Institutes in „Institut für Elektromaschinenbau“ sowie einer Erweiterung des Aufgabenbereiches um das Fachgebiet für Tieftemperaturtechnik und Supraleitung kam es 1973. 1975 wurde nicht nur die Technische Hochschule in Technische Universität umbenannt, sondern



auch in fünf Fakultäten gegliedert – die Fakultät für Elektrotechnik entstand. Die neue Fakultät bestand aus neun Instituten, einer Studienrichtung mit fünf Wahlfachgruppen und dem Fächertauschmodell „Toningenieur“. Es gab knapp 1.000 inskribierte Studierende und ca. sechzig Absolvent\*innen jährlich. Heute sind diese Zahlen auf über 2.000 Inskribierte und etwa hundert Absolvent\*innen jährlich angestiegen. Mit Beginn des Studienjahres 1986/87 übernahm Manfred Rentmeister die Leitung des Institutes. Im selben Jahr wurde der Name in „Institut für Elektrische Antriebstechnik und Maschinen“ geändert. Nach der Emeritierung von Manfred Rentmeister im Jahr 2005 wurde das Institut zunächst von Hansjörg Köfler und von 2007 bis zur Neubesetzung im Jahr 2010 interimistisch von Lothar Fickert (dem damaligen Leiter des Institutes für Elektrische Anlagen) geleitet.

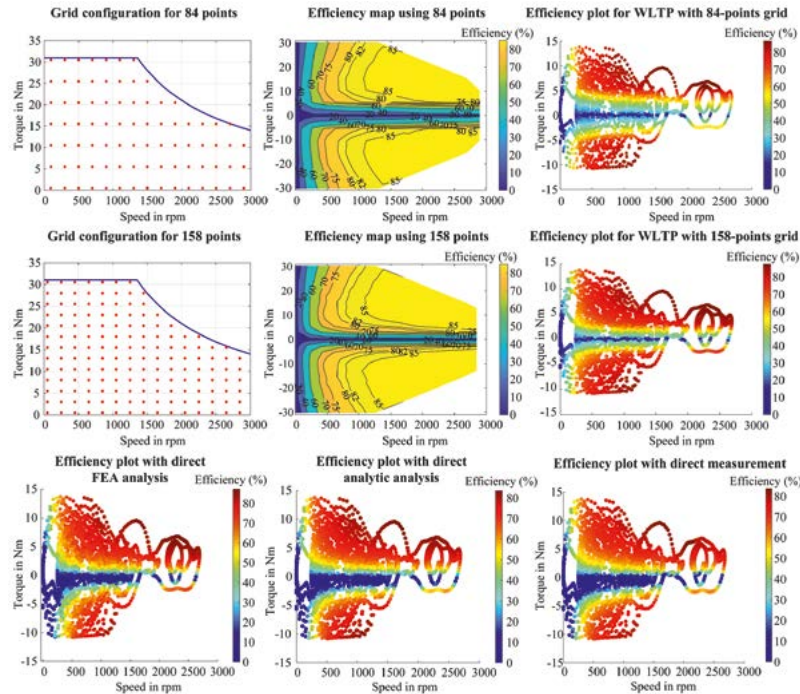
Im April 2010 wurde Annette Mütze, die zuvor in Deutschland, den USA und England gearbeitet hatte, als Professorin für Elektrische Antriebstechnik und Maschinen berufen, sie übernahm die Leitung des gleichnamigen Institutes. Unter ihrer Leitung erfolgte ein Ausbau internationaler Vernetzung seitens des Institutes. Es wurden regelmäßig Publikationen in IEEE Journals veröffentlicht und namhafte Förderprojekte durchgeführt.

Im selben Jahr zog auch das Institut mit seinen Büro- und Laborräumlichkeiten von der Kopernikusgasse an den Standort Inffeldgasse 18. In diesem Zusammenhang wurde ein modernes Maschinenlabor errichtet, das auf 270 m<sup>2</sup> ausreichend Platz zur Forschung an elektrischen Maschinen und Antrieben bietet. Ein Bestreben von Annette Mütze war, gemeinsam mit Kolleg\*innen anderer Institute das Fachgebiet Leistungselektronik an der Fakultät zu etablieren, was letztendlich auch erfolgreich war.

Im Jahre 2021 wurde mit Michael Hartmann ein weiterer Professor für das Fachgebiet Leistungselektronik an das Institut berufen. Michael Hartmann war über zehn Jahre in der Industrie bei der Firma Schneider Electric für produktnahe Forschung tätig. Die Kombination von Industrieerfahrung, Erfahrung im Normungsbereich sowie im Patentwesen als auch im produktnahen Forschungsbereich erlaubt es Michael Hartmann, sein Wissen in Lehrveranstaltungen mit viel Engagement an die Studierenden weiterzugeben.

Mit der Berufung von Michael Hartmann wurde das Institut in seiner breiten Ausrichtung gestärkt und die beiden Fachgebiete Elektrische Maschinen und Antriebe sowie Leistungselektronische Systeme sind dadurch optimal am Institut vertreten. Um die beiden Arbeitsgruppen auch nach außen hin sichtbar zu machen, wurde das Institut mit Jänner 2024 auf den Namen „Institut für Elektrische Antriebe und Leistungselektronische Systeme“, kurz EALS, umbenannt. Nachdem 2022 Annette Mütze zur Vorsitzenden des Senates gewählt worden war, übernahm Michael Hartmann 2024 die Institutsleitung.

Das Institut arbeitet mit vielen lokalen und internationalen Industriepartnern zusammen. Zu nennen sind beispielsweise Alstom Transport Austria GmbH, Mechatronic Systems GmbH, Nidec, Magna Power Train GmbH & Co KG, ELIN Motoren GmbH, Andritz Hydro AG, AVL List GmbH, Infineon Austria, B&R Industrial Automation und viele mehr. Ebenso wurde durch die Berufung von Michael Hartmann die Zusammenarbeit mit der außeruniversitären Forschungseinrichtung Silicon Austria Labs verstärkt, woraus das „Power Electronics Research Lab“, kurz PERL entstand.



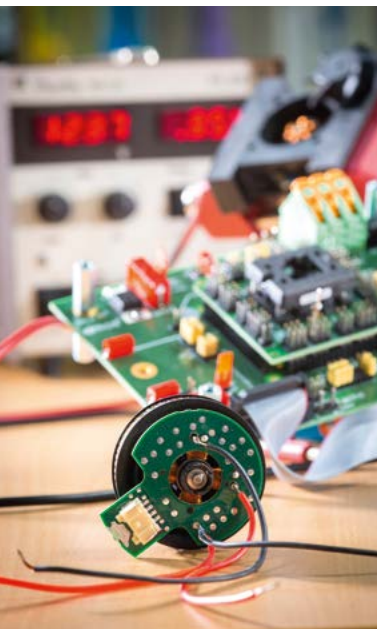
Forschungsergebnisse aus dem CREATOR Projekt zum Thema Confidence Levels of Performance Map Based Drive Cycle Analysis.

CREATOR

in der Automobilindustrie sind von dieser Energie-debatte betroffen, sondern auch Hilfsantriebe, wie beispielsweise Ventilatoren und Pumpen für das Thermalmanagement eines Fahrzeugs, sowie Haushaltsgeräte und Hilfsaggregate in anderen Anwendungen.

Die Forschungen im CD-Labor ermöglichten Innovation durch Vereinfachung bei gleichzeitig unverändert hoher Performance. Durch Forschung, basierend auf physikalischen Gesetzmäßigkeiten mit starkem Fokus auf Herstellbarkeit, Kosteneffizienz und einheitliche Behandlung des Motors, der zugehörigen Elektronik und der Konstruktion des angetriebenen Ventilators beziehungsweise der Pumpe, konnten wir bei unserem industriellen Partner erhebliche Kosteneinsparungen ermöglichen, die den Kunden wiederum im internationalen Wettbewerb stärkten. Zusätzlich entwickelten wir gemeinsam mit der Anton Paar GmbH die erste Methode zur experimentellen Bestimmung von Rastmoment und Eisenverlusten bei Kleinantrieben. Eines der Forschungsergebnisse wurde als das beste von über 720 in IEEE Transactions Industry Applications im Jahr 2019 veröffentlichten Beiträgen ausgezeichnet. Das Projekt wurde im April 2025 mit dem 1. Platz des renommierten Houskapeis (Kategorie Hochschulforschung), dem größten privaten Preis für anwendungsnahe Forschung in Österreich, ausgezeichnet.

CREATOR – Computational Electric Machine Laboratory (Gemeinsamer DFG/FWF-Spezialforschungsbereich – TRR361/F90) ist der erste, gemeinsam vom FWF und der DFG geförderte



Bürstenloser Motor

Lunghammer – TU Graz

## Forschungsgruppe Elektrische Antriebe und Maschinen

Diese Forschungsgruppe widmet sich der Analyse, Dimensionierung und Optimierung von elektrischen Antrieben und Maschinen. Dabei werden sowohl Probleme im Zusammenhang mit der Komponentenentwicklung als auch mit der Integration verschiedener Komponenten in Systeme untersucht. Die verschiedenen Projekte umfassen sowohl grundlegende Forschung, die vom Österreichischen Wissenschaftsfonds FWF finanziert wird, als auch Zusammenarbeit mit der Industrie.

Besonders hervorzuheben ist das Christian Doppler Labor für bürstenlose Antriebe für Pumpen- und Lüfteranwendungen, Kleinantriebe für Massenproduktion. Elektrische Antriebe spielen bei der effizienten Nutzung elektrischer Energie eine zentrale Rolle. Nicht nur größere Hauptantriebe wie

Spezialforschungsbereich, der sich der Forschung zur Verbesserung elektrischer Maschinen durch Computersimulationen widmet. Dazu wird in insgesamt fast zwanzig Teilprojekten und gemeinsam durch etwa sechzig Forschende an den drei Standorten TU Graz, RICAM/JKU in Linz und TU Darmstadt geforscht. Heutige Designverfahren beginnen meist mit einer Expert\*innenentscheidung für einen bestimmten Maschinentyp und einer festgelegten Topologie. Die Dimensionierung basiert auf wenigen Parametern und festgelegten Betriebsarten, wodurch große Optimierungsmöglichkeiten ungenutzt bleiben. Nur ein Paradigmenwechsel hin zu einem neuen, integrierten Simulations- und Designansatz wird es ermöglichen, das Potenzial moderner elektrischer Antriebe voll auszuschöpfen. Dieser Ansatz wird in diesem Spezialforschungsbereich erforscht. Dabei werden von Anfang an alle relevanten Maschinenaspekte wie Form und Topologie, zeitabhängige Betriebszyklen, komplexes Materialverhalten, Parameterunsicherheiten, Robustheit und Lärmentwicklung sowie neue Kühltechniken zur thermischen Leistungssteigerung, Geräusch- und Vibrationsverhalten und verschiedene Leistungskennzahlen berücksichtigt.

Damit legt dieser Spezialforschungsbereich die Grundlagen für die nächste Generation elektrothermischer Maschinendesigns. Dafür ist er in vier wissenschaftliche Projektbereiche sowie einen zentralen Bereich für Forschungsausbildung, Forschungsdatenmanagement und Projektmanagement organisiert. Die vier wissenschaftlichen Bereiche umfassen Elektromagnetismus, Fluidmechanik, Numerik und Optimierung. Alle Projekte sind miteinander vernetzt und gewährleisten durch regelmäßigen Austausch von Ergebnissen, einschließlich Modellen und Algorithmen, eine integrierte Validierung durch Messungen. An die verschiedenen multiphysikalischen und multi-skaligen Aspekte wird mit



einem ganzheitlichen Ansatz herangegangen, wobei der Projektplan den interdisziplinären Charakter der Aufgabe vollständig berücksichtigt.

Die Forschungsgruppe befasst sich außerdem mit dem Betrieb elektrischer Antriebe nach einem Fehler (FWF-finanzierte Doktoratsschule für zuverlässige elektronikbasierte Systeme – DENISE) und große Umrichter gespeiste Generatoren (FWF-finanziertes Projekt zur Gestaltung von drehzahlvariablen Generatoren für verbesserte Netzresilienz, SNYDER).

## Forschungsgruppe Leistungselektronische Systeme

Die Forschungsgruppe befasst sich mit allen Aspekten und Herausforderungen moderner leistungselektronischer Systeme in einem systematischen und ganzheitlichen Ansatz für ein breites Spektrum von Anwendungen (zum Beispiel E-Mobilität und Laden von Elektrofahrzeugen, erneuerbare Energien, DC-Netze, Industrieautomatisierung) und betreibt Spitzenforschung in diesen Bereichen. Im Fokus liegt dabei der Entwurf optimaler Konverterstrukturen im Spannungsfeld von Größe, Gewicht, Effizienz, Kosten, Zuverlässigkeit und Time-to-market.

Annette Mütze  
und ihr Team gewinnen  
den Houskapreis 2025.

Gregor Hofbauer

Die Hauptforschungsbereiche der Gruppe sind:

- Dreiphasige Konvertersysteme, zum Beispiel für E-Mobilität, Antriebe, Energiespeicherung, Anbindung erneuerbarer Energien
- Multilevel-Konverter
- Solid State Transformer
- Schaltverstärker
- Konvertersysteme mit hohen Schaltfrequenzen
- Monitoring, Diagnose und Prädiktion der Alterung und Lebensdauer von Konvertersystemen (Industrie 4.0)

Die erforschten neuartigen Ansätze und Konzepte werden durch den Bau von Hardware Prototypensystemen in unserem modernen und voll ausgestatteten Leistungselektroniklabor validiert.

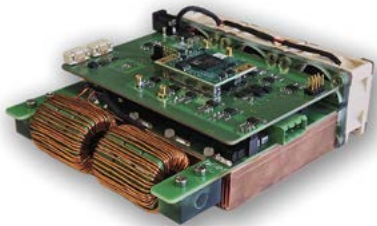
Durch die langjährige Erfahrung von Michael Hartmann auf dem Gebiet der dreiphasigen Umrichtersysteme, insbesondere von Dreilevel Topologien wie Vienna Rectifier oder hybriden Ansätzen wie dem Swiss Rectifier oder der „Flying Converter Cell“ Struktur, liegt ein Hauptforschungsschwerpunkt auf diesem Gebiet. Dabei werden sowohl neue Strukturen entwickelt, bestehende Strukturen optimiert, Regelungs- und alternative Modulationskonzepte entwickelt und verifiziert als auch Stabilität und Zusammenspiel von Umrichtersystemen untersucht. Die Eingangsstufe des On-Board Chargers im Projekt „Tiny Power Box 2“ oder die Optimierung des Antriebsstrangs eines Elektroautos sind zwei Anwendungen von dreiphasigen Umrichtersystemen, an denen das Institut gerade arbeitet.

Ein aktueller Forschungsschwerpunkt der Arbeitsgruppe ist die dreiphasige Stromzwischenkreisumrichter-Topologie (Current Source Converter, CSC). Sie stellt eine vielversprechende Alternative zu Umrichtertopologien mit Spannungszwischen-

kreis dar. Die Topologie des Stromzwischenkreisumrichters zeichnet sich insbesondere durch ihre inhärente Filterwirkung auf die Ausgangsspannungen und -ströme aus, wodurch der Bedarf an zusätzlichen Ausgangsfiltern, zum Beispiel bei Motorinvertoren, reduziert oder sogar vollständig eliminiert werden kann.

Durch die Verbreitung von Halbleiterschaltern, basierend auf Wide-Bandgap-Materialien (SiC, GaN), sind nun geeignete Halbleiterschalter zur effektiven Realisierung von Stromzwischenkreisumrichtern verfügbar. Aktuelle Forschungsarbeiten am Institut untersuchen den Einsatz dieses interessanten Ansatzes in unterschiedlichsten Anwendungsgebieten und konzentrieren sich darauf, die Effizienz und Leistungsfähigkeit von Konvertern mit Stromzwischenkreisumrichter weiter zu verbessern und neue beziehungsweise optimale Modulationsverfahren zu entwickeln und zu verifizieren. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf der Anwendung von monolithischen bidirektionalen Schaltern auf GaN-Basis, die eine weitere Verbesserung der Struktur ermöglichen.

In Zusammenarbeit mit der außeruniversitären Forschungseinrichtung Silicon Austria Labs (SAL) soll im Zuge des Power Electronics Research Lab – „PERL“ erforscht werden, inwiefern Schaltfrequenzen von leistungselektronischen Konvertersystemen in den MHz-Bereich erhöht werden können, um die Baugröße zu reduzieren, und welche Limitierungen dabei auftreten. Das Labor PERL betreibt dazu Grundlagenforschung und untersucht dabei die grundlegend auftretenden Begrenzungen und wie sie überwunden werden können. Ein wesentlicher Schwerpunkt liegt dabei auf der Modellierung und Charakterisierung von passiven Bauelementen im MHz-Bereich und insbesondere auf der Verlustcharakterisierung von Magnetmaterialien. Ziel ist es, zu verstehen, mit welchen Ansätzen momentan bestehende Gren-



Am Institut entwickelter dreiphasiger Inverter in Stromzwischenkreis-Struktur,  $V_{LL} = 200\text{ V}$ ,  $P_o = 3\text{ KW}$ , Wirkungsgrad 98,8 %, Leistungsdichte 4,5 kW/Liter.

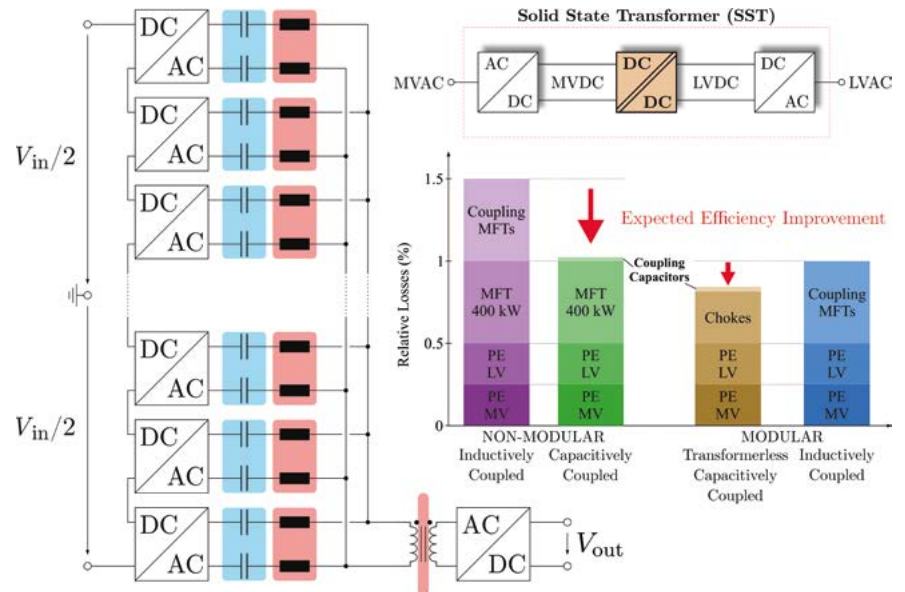
EALS



zen überwunden werden können. Anwendung finden diese Ergebnisse beispielsweise in ultrakompakten Ladegeräten, die in einem Schuko-stecker untergebracht werden können.

Die TU Graz arbeitet in Kooperationen mit SAL und anderen Forschungspartnern wie Fronius International GmbH, Infineon Technologies Austria AG, TDK Electronics GmbH & Co KG, AVL List GmbH, Infineon Technologies Deutschland und Meta Systems S.p.A. an der Weiterentwicklung des hochkompakten Onboard-Chargers „Tiny Power Box“, der von SAL im Rahmen von mehreren Dissertationen unter der Federführung unseres Institutes entstanden ist. Dieses Forschungsprojekt schlägt durch die starke Beteiligung von namhaften Industriepartnern eine Brücke zwischen Wirtschaft und Forschung. Ziel des dreieinhalbjährigen Projektes ist es, das Volumen des Onboard-Chargers weiter zu verringern und gleichzeitig die Leistung und Verwendbarkeit zu steigern. Der Forschungsschwerpunkt unserer Arbeitsgruppe liegt dabei auf zukünftigen nicht-isolierten Ausführungen, welche das Potential haben, das Volumen wesentlich zu reduzieren. Dies geht jedoch mit einem erhöhten Schaltungs- und Regelungsaufwand einher, um die gleiche Sicherheit gewährleisten zu können. Dabei wird ein gesamtheitlicher Ansatz, basierend auf semi-analytischen Methoden und Simulationen, verwendet. Die Funktionsweise und Performance der erarbeiteten Topologie wird in weiterer Folge an einem gebauten Laborprototypen verifiziert.

SOLID STATE TRANSFORMERS (SST) stellen einen unverzichtbaren Baustein in zukünftigen Energienetzen und Stromversorgungen dar. Dabei wird die Anbindung eines Niederspannungsnetzes (zum Beispiel 400 V / 50 Hz Netz) an das Mittelspannungsnetz (zum Beispiel 20 kV) durch Leistungselektronik in Kombination mit einem hochfrequent



betriebenen Transformator realisiert. Die höhere Arbeitsfrequenz erlaubt die Reduktion der Baugröße und des Gewichts des Transformators. Mögliche Implementierung einer Lastflussregelung oder Strombegrenzung sowie die mögliche Einbindung von Energiespeichern in die Struktur sowie die Anbindung von zukünftigen DC-Netzen sind nur einige der zu nennenden Vorteile. Die Anforderungen an die Leistungsdichte sowie die Effizienz solcher Konverter-Systeme sind dabei enorm. Um diesem Anspruch gerecht zu werden, wird am Institut an neuartigen SST-Topologien gearbeitet.

Kapazitiv gekoppelte Topologien scheinen speziell im Hinblick auf die Effizienz eine ernst zu nehmen- de Alternative zu induktiv gekoppelten Topologien zu sein. Untersucht werden die Möglichkeiten zur Implementierung von kapazitiv gekoppelten Strukturen, deren Regelung und Betriebsverhalten sowie die dabei zu erzielenden Leistungskennzahlen wie Wirkungsgrad und Leistungsdichte. Zudem werden Fragestellungen im Hinblick auf das Konverterverhalten bei Überspannungen analysiert, um daraus zu treffende isolationskoordinative Maßnahmen ableiten zu können.

Grundstruktur eines kapazitiv gekoppelten DC/DC Wandlers in einem Solid State Tranformer und erwartete Reduktion der Verluste aufgrund des neuartigen Konzepts.

EALS



# Institut für Elektrische Anlagen und Netze

## Geschichtlicher Rückblick und Entwicklung des Institutes

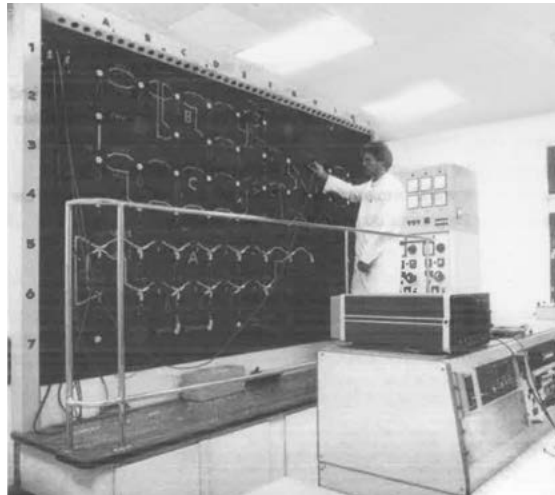
Das Forschungsgebiet der elektrischen Anlagen reicht an der TU Graz bis in das 19. Jahrhundert zurück. Damals trug die Universität noch den Namen Technische Hochschule, die Vorlesungen und Übungen zur Elektrotechnik wurden unter der Lehrkanzel für Allgemeine und Technische Physik abgehalten. Ein eigener Lehrstuhl für Elektrotechnik wurde im Jahr 1920 gegründet, der noch 1920 in der Neuen Technik untergebracht wurde. Das Gründungsjahr des Institutes für Elektrische Anlagen und Netze (IEAN) in der jetzigen Form ist 1940. Damals wurde die Lehrkanzel für Elektrotechnik in drei Lehrstühle aufgeteilt: in Allgemeine Elektrotechnik, Elektromaschinenbau und die Urversion des IEAN – Elektroanlagen und Hochspannungstechnik. Günther Oberdorfer leitete die Lehrkanzel ab 1946, die nun für längere Zeit den Namen Bau und Betrieb elektrischer Anlagen trug.

Bedeutsame Zeiten der Reformierung gab es von Ende der 1950er- bis zum Anfang der 1970er-Jahre. So wurden auf den Inffeldgründen der jetzige Standort Inffeldgasse 18 mit dem Nikola-Tesla-Labor und weitere Labor- und Büroräume errichtet und Anfang der 1970er-Jahre bezogen sowie die unter Günther Oberdorfer geführten Forschungsbereiche auf mehrere Institute aufgeteilt. Nach der

Emeritierung Günther Oberdorfers wurde das Institut für Hochspannungstechnik durch Alfred Leschanz 1971 übernommen und war damit auch formell vom Stamminstitut getrennt.

Mit Herbst 1973 übernahm Richard Muckenhuber das Stamminstitut und prägte es bis zu seiner Emeritierung 1997 maßgebend. Mit einem breiten Fachwissen in der elektrischen Anlagentechnik von der Studienabteilung der Österreichischen Elektrizitätswirtschafts AG gerüstet, etablierte Richard Muckenhuber das Institut als zentrale Forschungseinrichtung in den Bereichen elektrische Beeinflussung, Lastfluss- und Kurzschlussrechnung, Spannungsqualität, optimierter Kraftwerkeinsatz, effizienter Stromeinsatz sowie Schutz gegen elektrischen Schlag. Es gelang, dem Wandel der Zeit zu folgen und rechnergestützte Programme in zahlreichen Diplomarbeiten, Dissertationen und Publikationen zu entwickeln, mit denen nicht nur die Herausforderungen der Gegenwart, sondern auch der Zukunft bewältigt werden konnten. Richard Muckenhuber galt auch als Verfechter der messtechnischen Verifikation. So standen regelmäßig Einsätze im Feld oder im Labor an der Tagesordnung. Ältere Absolvent\*innen berichten noch heute gerne von Beeinflussungsmessungen im Gebirge oder von Kurzschlussversuchen in Kraftwerken. Ebenso führte Richard Muckenhuber viele seiner Mitarbeiter\*innen in die für ihn wichtige Normungstätigkeit ein, die heute noch einen bedeutsamen Status am Institut genießt. Im Bereich der Lehre setzte er mit seinen Vorlesungs- und Übungsunterlagen neue Maßstäbe. Die Prüfungen galten zwar im Studium aufgrund des inhaltlich weitreichenden Umfangs als herausfordernd, die Unterlagen waren jedoch für viele Absolvent\*innen ein Behelf in ihrem Berufsleben.

1997 übernahm Manfred Sakulin interimistisch die Institutsleitung, bis 1998 Lothar Fickert als Ordinarius berufen wurde. Aus der Elektrizitätswirtschaft von den Wiener Stadtwerken-Wienstrom kommend, führte er als weitsichtiger Fachmann das Institut in das 21. Jahrhundert. Als Experte für Netz- und Anlagenschutz konnten in diesem Bereich einige Patente angemeldet werden und die Kernbereiche des Institutes wurden weiterentwickelt. Hervorzuheben sind die unter Lothar Fickert gewonnenen Erkenntnisse im Bereich der Sternpunktbehandlung und der elektrischen Beeinflussung. Durch den beginnenden Rückbau von zentralen thermischen Kraftwerken und ihren Ersatz durch erneuerbare Energiequellen ergaben sich in der elektrischen Anlagentechnik bereits Ende der 1990er-Jahre neue Herausforderungen, zu denen das Institut laufend Lösungen liefern konnte. So waren die Forschungsergebnisse in den Bereichen regenerative Energiequellen, Stabilität und Versorgungssicherheit sowie Energieeffizienz international anerkannt und Lothar Fickert und seine Mitarbeiter\*innen gern gesehene Vortragende auf Konferenzen. Neben der klassischen Anlagentechnik legte Lothar Fickert auch großen Wert auf die Ökonomie. Das spiegelte sich auch in der Lehre wider und erweiterte den Blickwinkel der Absolvent\*innen um einen wichtigen Punkt. Als Vorreiter der digitalen Lehre bot das Institut erstmalig in seiner Geschichte Online-Kurse an. Einige Lehrvideos von Lothar Fickert haben heute bereits Kultstatus. Zudem verstärkte sich aufgrund der voranschreitenden Sektorkopplung die Zusammenarbeit mit nicht-elektrotechnischen Instituten und das Forschungsspektrum erweiterte sich um Bereiche wie Smart Grids, Prosumernetze oder emissionsarme Energieversorgung von Gebäuden. 2000 wurden die zwei bestehenden Lehrstühle Elektrische Anlagen und Hochspannungstechnik mit dem neu gegründeten Lehrstuhl



Analoges Netzmodell  
des Institutes für  
Elektrische Anlagen und  
Netze, ca. 1980.

IEAN

Elektrizitätswirtschaft und Energieinnovation zu einem Institut namens Elektrische Anlagen und Hochspannungstechnik zusammengelegt. Dieses Großinstitut bestand als Übergangsphase bis zum Jahr 2003. Ab 2004 war das Institut für Elektrische Anlagen unter der Leitung von Lothar Fickert wieder selbstständig.

2017 emeritierte Lothar Fickert und als Nachfolger wurde Robert Schürhuber von der Andritz Hydro berufen. Er hat durch seine langjährige Arbeit in der Industrie nicht nur einen immensen praktischen Hintergrund, sondern besitzt auch eine fundierte theoretische Ausbildung. So hat er neben Elektrotechnik auch ein Studium der technischen Mathematik absolviert. Als anerkannter Fachmann, unter anderem für Wasserkraft, Kurzschlussberechnung und Netzanbindung, erkannte er die aufgrund der Energiewende immer einflussreicher werdende Rolle von Umrichtern in elektrischen Anlagen und Netzen und richtete 2018 ein Power Hardware in the Loop (PHIL) Labor am nun genannten Institut für Elektrische Anlagen und Netze ein. Neben den bestehenden Netzmodellen ist das PHIL-Labor ein wichtiger Baustein der Forschung zu aktuellen Themen wie dezentraler erneuerbarer Erzeugung und deren sicherer und zuverlässiger Netzbetrieb. Ebenso haben sich unter dem bisherigen Wirken



Aktuelles Gruppenfoto der  
Institutsmitarbeiter\*innen.

IEAN

von Robert Schürhuber aktuelle Themen wie Elektromobilität, Gleichstromnetze oder geoinduzierte Ströme im Forschungsalltag etabliert. Die Lehre ist Robert Schürhuber ein großes Anliegen. Es wurden sämtliche Unterlagen auf den neuesten Stand gebracht und zu den Pflichtvorlesungen werden nun auch wieder Rechenübungen angeboten. Außerdem wurde die Labor- und Lehrinfrastruktur auf aktuellen Stand gebracht, sodass die Absolvent\*innen den Umgang mit aktuellem Equipment in ihrer Ausbildung am Institut lernen.

## Aktuelle Forschungsschwerpunkte

Das breite Spektrum der elektrischen Anlagen und Netze wird durch das Institut weithin abgedeckt. Viele Forschungsfragen ergeben sich aus der Praxis und münden in die genannten aktuellen Forschungsschwerpunkte, die das gemeinsame Ziel haben, Anlagen und Netze zukunftsfit zu machen.

**Kurzschlussberechnung:** Die Kurzschlussberechnung ist ein entscheidender Bestandteil der Elektrotechnik, insbesondere in der Planung und dem Betrieb elektrischer Energieversorgungssysteme, und seit jeher ein Forschungsschwerpunkt des Institutes.

Kurzschlüsse sind unerwünschte Ereignisse, die nicht gänzlich vermieden werden können. Sie entstehen, wenn aktive Leiter mit inaktiven Teilen in Verbindung kommen beziehungsweise zwei oder mehr aktive Leitungen kontaktieren. Dabei können starke Ströme fließen, die sowohl Personen als auch die Anlage selbst gefährden können. Mit der Kurzschlussberechnung können die Auswirkungen bewertet und Gegenmaßnahmen daraus abgeleitet werden. Insgesamt ist sie ein unverzichtbares Werkzeug, um die Sicherheit, Effizienz und Zuverlässigkeit von elektrischen Systemen zu gewährleisten. Am Institut wird sowohl daran geforscht, die Kurzschlussberechnung an die durch die Energiewende veränderten Netzbedingungen anzupassen, als auch tatkräftig an der entsprechenden Normung auf nationaler und internationaler Ebene mitzuarbeiten. Die Verifikation der Berechnungen erfolgt dabei in den institutseigenen Laboren, aber auch in Begleitung bei Versuchen im Feld – von der Niederspannung bis in die Höchstspannung.

**Schalten in elektrischen Energienetzen:** Durch unverzichtbare Schalthandlungen breiten sich im Netz wanderwellenförmige Schaltüberspannungen mit steilen Spannungsanstiegen aus. Beispiele sind das Ein- oder Ausschalten von Generatoren, Transformatoren oder Leitungen. Schalthandlungen sind ein wichtiges Thema, das sorgfältige Planung und geeignete Schutzmaßnahmen erfordert, um die Sicherheit und Zuverlässigkeit des elektrischen Systems zu gewährleisten. Am Institut werden von den Schalthandlungen erzeugte



transiente Vorgänge in verschiedenen elektrischen Anlagen und Netzen analysiert und berechnet, die Dimensionierung von Komponenten durchgeführt und in internationalen Normungsgremien von Schaltgeräten für Generatoren mitgearbeitet.

**PHIL (Power Hardware-in-the-Loop) Labor:** PHIL beschäftigt sich umfassend mit dem Verhalten von Umrichtern, die in erneuerbaren Energienetzen eingesetzt werden. Mithilfe fortschrittlicher Hardware-in-the-Loop (HIL)-Technologien werden im PHIL-Labor praxisnahe Versuche durchgeführt, um Ergebnisse über die Dynamik und Stabilität der Umrichter unter verschiedenen Netzbedingungen zu erhalten. Außerdem ergeben sich detaillierte Einblicke in das Verhalten von Umrichtern und deren Interaktion mit dem Stromnetz, insbesondere bei Spannungseinbrüchen und anderen Netzstörungen. Neben Laborversuchen werden auch Feldtests in Zusammenarbeit mit Industriepartnern durchgeführt, um die praktische Anwendbarkeit und Optimierung von Umrichtern für erneuerbare Energien sicherzustellen.

Zu den Schwerpunkten zählen:

- Bewertung der Netzkompatibilität von Schnittstellen für erneuerbare Erzeugung und Speicher
- Test- und Bewertungsmethoden für Umrichter und Schutzsysteme
- Entwicklung eines Multi-Geräte-Controller-Hardware-in-the-Loop-Systems für Umrichter-Cluster
- Analyse und Bewertung der Stabilität von Umrichtern in Stromnetzen



Die wichtigsten Forschungstätigkeiten des PHIL-Labors umfassen:

- Analyse der Netzvorgaben und Normen für netzbildende Umrichter (Grid-Forming-Converter)
- Entwicklung optimierter Testmethoden sowie Steuer- und Regelstrategien für Umrichter inklusive:
  - Impedanzmessung und Stabilitätsanalyse von netzgekoppelten Wechselrichtern
  - Einfluss von Phasenregelschleifen und Blindstromeinspeisungsstrategien
  - Versuche und Bewertungen von Umrichtern für erneuerbare Energien im Labor sowie im Feld

**Kurzschlussversuch  
in einem  
110-kV-Umspannwerk.**

IEAN

**Zustandsschätzung in Verteilernetzen:** Die fortschreitende Integration erneuerbarer Energien in das Verteilernetz und der dadurch neu entstehende bidirektionale Lastfluss unterstreichen

die dringende Notwendigkeit einer umfassenden Datenverfügbarkeit sowie die damit einhergehende Forschung auf dem Gebiet der Zustandsschätzung. Erforscht wird die Entwicklung von Verfahren zur Zustandsschätzung für elektrische Verteilernetze. Durch die Modellierung realer Netzabschnitte unter Verwendung von „Digital Twins“ sowie weiterer umfassender Analysen werden Netzbetreiber bei der Planung, Instandhaltung und dem Betrieb moderner Energiesysteme unterstützt.

**Interaktion verschiedener Erzeugungstechnologien im Netz:** Aufgrund der zunehmend volatilen Erzeugungsstruktur ist die Systemstabilität ein wesentlicher Faktor für die zukünftige Stromübertragung. Durch den Ausbau von erneuerbaren Energien werden rotierende Maschinen wie zum Beispiel die Synchronmaschine, deren Verhalten am Netz bekannt ist, durch Umrichter ersetzt. Im Folgenden wird der Begriff „Erzeugungsschnittstelle“ verwendet, der Synchronmaschinen, Asynchronmaschinen, doppelt gespeiste Asynchronmaschinen und umrichterbasierte Systeme

umfasst. Ziel ist, herauszufinden, inwieweit die verschiedenen Arten an Erzeugungsschnittstellen mit ihren zugehörigen Steuerungen dynamisch mit dem Netz interagieren. Im Rahmen der Untersuchungen wird vor allem das dynamische Verhalten des Netzes in Wechselwirkung mit mehreren Gruppen von Erzeugungsschnittstellen unterschiedlicher Art (Synchronmaschine, Asynchronmaschine, doppelt gespeiste Asynchronmaschine, wechselrichterbasierte Systeme) analysiert. Besonderes Augenmerk wird auf die Modellierung der einzelnen Systemkomponenten gelegt, explizit inwieweit die bestehenden Standardmodelle bestimmte Effekte abbilden können.

**Lastfluss und Stabilität im Übertragungsnetz:** Aufgrund der volatilen Einspeisung erneuerbarer Energien entstehen in Europa erhebliche Lastflüsse zwischen den Netzregionen (Ost↔West, Nord↔Süd), die zu starken Belastungen der Betriebsmittel führen. Bei Überlastung der Betriebsmittel kann es zum Ausschalten von Leitungen oder Transformatoren kommen. Durch Netzsicherheitsanalysen wird stets gewährleistet, dass diese Abschaltungen nicht zur Einschränkung der Versorgungssicherheit führen. Bei Mehrfachabschaltungen in Folge von Wetterereignissen oder unzureichenden Prognosen könnten im Extremfall Kaskadeneffekte auftreten. Diese Kaskadeneffekte könnten instabile Netzzustände (Verlust der „statischen Winkelstabilität“) hervorrufen, die sich im Extremfall bis zur großflächigen Trennung von Netzgebieten ausbreiten. Das Institut forscht zu diesem Thema, um Prognosen von kritischen Netzzuständen mit möglicherweise auftretendem Verlust der statischen Winkelstabilität zu verbessern.

**PHILlab (Power-Hardware-in-the-Loop Labor) des IEAN im Jahr 2024.**

froehlichalex.at



**Systemintegration erneuerbarer Energien:** Ein wichtiger Baustein der österreichischen Energiewende sind PV-Anlagen, die in großer Zahl an das Niederspannungsnetz angeschlossen werden. Dieser Teil des Netzes ist für Verteilernetzbetreiber kaum beobachtbar oder steuerbar und muss dennoch den räumlichen und zeitlichen Schwankungen von Erzeugung und Verbrauch standhalten können. Das erfordert ein Umdenken in Planung und Betrieb von elektrischen Netzen. Hier unterstützt das Institut den Umbau des heimischen Energiesystems aktiv durch seine Forschung, etwa in interdisziplinären Forschungsprojekten oder durch direkte Kooperationen mit Netzbetreibern und Energieversorgern. Konkrete Anwendungsbeispiele sind probabilistische Lastflussanalysen, optimiertes Energiespeichermanagement oder intelligente koordinierte Spannungsregelung im Verteilernetz.

**Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag:** Ein unverzichtbarer Teil in elektrischen Anlagen sind Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag. Obwohl sich die elektrischen Unfälle in der Niederspannung aufgrund der Entwicklung von entsprechenden Schutzvorkehrungen wie beispielsweise Isoliermaterialien oder Fehlerstromschutzschalter erheblich reduziert haben, gibt es auch heute noch entsprechenden Forschungsbedarf. Neuartige Betriebsmittel wie Photovoltaikanlagen oder Batteriespeichersysteme mit gekoppelten Wechselrichtern, umrichterbetriebene Antriebe, Elektrofahrzeuge inklusive Ladestationen, Schaltnetzteile etc. treiben im Fehlerfall teilweise Fehlerströme, die von konventionellen Schutzgeräten oft nicht erkannt werden können. Mit einzelnen Forschungsprojekten, begleitenden Untersuchungen, Laborversuchen und Unterrichtung der Studierenden sowie der Allgemeinbevölkerung leistet das Institut einen Beitrag in diesem Themenfeld.



**Elektrische Niederspannungsanlagen:** Früher bestanden elektrische Niederspannungsanlagen im Haushalt aus einem klassischen Zählerverteiler, ein paar Lichtauslässen und einigen Steckdosen für damals übliche Haushaltsgeräte (Waschmaschine, Tischleuchte, E-Herd, etc.). Über die Jahre sind immer mehr neue Betriebsmittel hinzugekommen (beispielsweise LED-Leuchten, Umrichter, Photovoltaikanlagen, Wärmepumpen, Elektrofahrzeug-Ladestationen) und der/die klassische energieverbrauchende Stromkund\*in wird zum Prosumer (Producer + Consumer = Prosumer). Daneben entwickelt sich das öffentliche Verteilernetz – unter anderem durch Smart Meter, regelbare Ortsnetztransformatoren und immer mehr Monitoring – vom passiven Stromnetz hin zum Smart Grid. Diese Evolution der Niederspannungsanlagen stellt Techniker\*innen vor teils erhebliche Herausforderungen. Dazu trägt das Institut mit unterschiedlichen Expertisen in Form von Auftragsforschung, der Partizipation an Forschungsprojekten, der Vermittlung der Zusammenhänge in der Lehre sowie der Mitarbeit in nationalen und internationalen Normengremien intensiv bei.

**Demonstration des Föhns in der Badewanne von zwei Institutsmitarbeitern.**

SHK/Jimmy Lunghammer

**Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge:** Fahrzeuge mit fossilem Antriebskonzept sollen weitestgehend durch Elektrofahrzeuge ersetzt werden. Durch diese Transformation des Verkehrssektors entstand in den letzten Jahren ein immer dichteres Netz an elektrischer Ladeinfrastruktur. Um den Nutzer\*innen den Ladevorgang komfortabel und rasch zu ermöglichen, wird dabei auch stark auf Schnellladetechnologie gesetzt. Dabei erreicht man aktuell Ladeleistungen im Bereich von 350 kW mit Gleichstrom. Erste Entwicklungen beschäftigen sich schon mit Leistungen von 1 bis 3 MW je Ladepunkt (vor allem für LKW). Im Bereich dieser Technologien beschäftigt sich das Institut einerseits mit der Netzintegration von Elektrofahrzeug-Ladestationen, um entsprechende Limitierungen zu erkennen oder gezielte Empfehlungen in Richtung Netzausbau geben zu können, andererseits, wie beispielsweise Gleichstromladestationen praxistauglich wiederkehrend überprüft werden können, um langfristig einen sicheren Betrieb zu gewährleisten.

**Elektrische Beeinflussung:** Das Forschungsgebiet der elektrischen Beeinflussung ist nach wie vor ein Kerngebiet des Institutes, das sich mit der elektrischen Einwirkung einer elektrischen Anlage auf andere Einrichtungen oder Menschen beziehungsweise Lebewesen beschäftigt. Der Forschungsbereich konzentriert sich vorrangig auf die nieder- und hochfrequente Beeinflussung. Für den Betrieb von elektrischen Anlagen ist es unumgänglich, bei der Planung und Konzeptionierung Wert auf die Detektion von Beeinflussungsquellen zu legen und vorab Maßnahmen zu setzen, um deren Auswirkungen hintanzuhalten. Die Auswirkungen können bereits im Normalbetrieb zu Störungen von anderen Anlagen führen, wie zum Beispiel durch Kopplung über das Erdreich zwischen elektrischen Leitungen und Rohrleitungen mit den damit verbunde-

nen unerwünschten Spannungsverschleppungen und Elektrokorrosion. Zusätzlich können die beim Stromtransport emittierten elektrischen und magnetischen Felder einerseits zu EMV-Problemen bei im Wirkungsbereich liegenden technischen Einrichtungen führen sowie andererseits die Gesundheit von Lebewesen beeinträchtigen.

Eng verbunden ist das Forschungsgebiet der elektrischen Beeinflussung mit der Kurzschlussberechnung und den Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag. Im Fehlerfall gilt es, die Fehlerströme gezielt abzuleiten und für diesen Fall bereits im Vorhinein Schutzmaßnahmen vorzusehen. Einen wesentlichen Anteil spielt dabei die koordinierte Erdung inklusive Potentialausgleich von Betriebsmitteln – von der Niederspannung bis in die Höchstspannung. Durch den stetigen Netz- und Anlagenausbau erhöhen sich auch die Kurzschlussströme, je nach Einspeise- und Netzzustand teilt sich der Kurzschlussstrom unterschiedlich auf. Das stellt die Erdungsanlagen vom Übertragungsnetz bis zu den Verbraucheranlagen vor noch nie dagewesene Anforderungen. Zentrales Ziel des Institutes ist die Entwicklung von systemdienlichen, robusten Erdungsanlagen, die Schutz gegen elektrischen Schlag, Schutz von Betriebsmitteln und Verfügbarkeit langfristig gewährleisten. Ebenso immer bedeutsamer wird die elektrische Beeinflussung im höher- und hochfrequenten Bereich wie Schalthandlungen und Blitzentladungen.

**Einfluss von geomagnetisch induzierten Transformatorsternpunktströmen auf Leistungstransformatoren und das Übertragungsnetz:** Niederfrequente Ströme mit Frequenzen nahe 0 Hz wie beispielsweise geomagnetisch induzierte Ströme stellen eine ernsthafte Herausforderung für Hochspannungs-Übertragungsnetze dar. Diese Ströme entstehen durch Änderungen des Erdmagnetfeldes, die vor allem bei Sonnenstürmen auftreten.

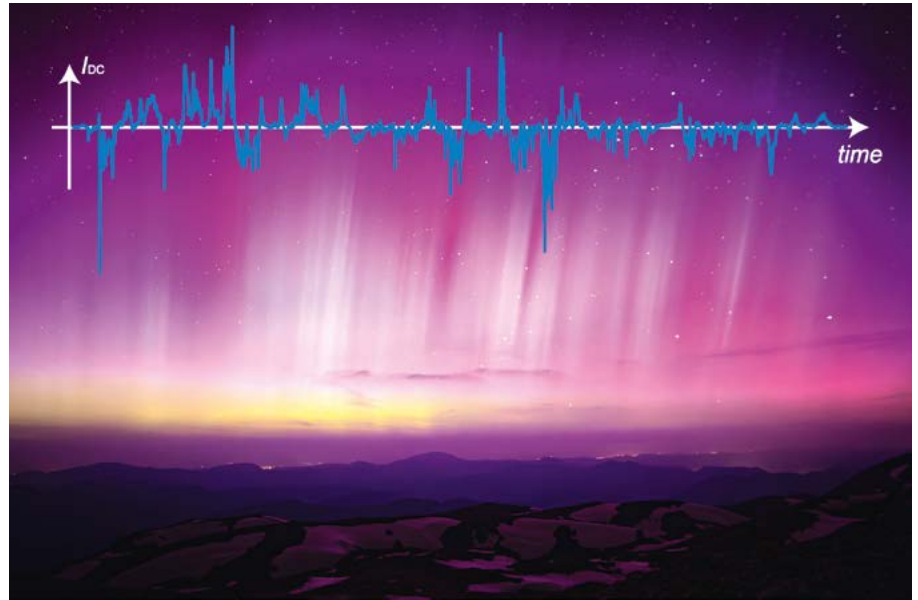


Solche geomagnetischen Störungen induzieren elektrische Strömungsfelder im Erdreich, die niederfrequente Erdströme hervorrufen. Leitfähige Infrastrukturen wie Hochspannungsleitungen und Pipelines bieten dabei einen bevorzugten Weg für diese Ströme, was zu potenziellen Störungen im Energienetz und sogar zu Ausfällen führen kann. Angestrebt wird, den Einfluss dieser Ströme auf Transformatoren und das Übertragungsnetz zu untersuchen und Strategien zu entwickeln, um deren Effekte zu minimieren. Zudem sollen Methoden zur Berechnung und Messung dieser niederfrequenten Ströme im Netz weiter verbessert werden, um die Sicherheit und Zuverlässigkeit der Stromversorgung zu erhöhen.

Derzeit herrscht ein Sonnenmaximum, was bereits in diesem Jahr zu sehr hohen Gleichströmen im Netz führte. Dies hat nicht nur technische Auswirkungen, sondern auch einen bemerkenswerten visuellen Nebeneffekt: Polarlichter sind in Österreich sichtbar.

## Bemerkenswertes aus der Lehre

**Frühe Digitalisierung:** Die Digitalisierung der Lehre begann im Jahr 2001 mit der Erstellung einer interaktiven Lern-CD zum Thema Erdschluss. Wegen der anhaltenden Aktualität dieses schutztechnischen Themas und der großen Nachfrage nach einer sowohl akademisch gegründeten als auch in der Praxis anwendbaren Monographie in moderner Form entschloss sich der damalige Institutsleiter Lothar Fickert, dieses Thema nicht als klassisches Druckwerk, sondern auf CD-ROM, dem damals modernsten Verbreitungsmedium, zu publizieren und per Postversand einer breiten Interessentenschaft zur anzubieten.



Dabei erwies sich die Adaptierung des vom Buch für Veröffentlichungen und Dokumentationen gewohnten Hochformats auf das didaktische Querformat der Bildschirme als besondere didaktische Herausforderung. Durch die Unterstützung von Mag. Walther Nagler wurde das sogenannte A-B-C-Format kreiert, verschiedene Konzeptionen am Bildschirm auf ihre Lesbarkeit und Unterstützung des Lernvorganges geprüft und in dieser Form erstmalig umgesetzt.

**Anlagen- und Netze-Labor:** Durch die Forcierung der Praxisaspekte in der Ausbildung der jungen Absolventen\*innen war eine Vergrößerung der Unterrichtsfläche für den Laborbetrieb und des dazu erforderlichen Lehrmittel- und Feldmessungs-Magazins erforderlich. Durch die vom damaligen Dekan Heinz Stigler energisch und erfolgreich vorangetriebene Nutzungsänderung des seinerzeitigen Büromittelmagazins, bei der die Fassade um ein Stockwerk nach unten erweitert wurde, konnte das Labor im Jahr 2010 in Betrieb genommen werden und hat seitdem seinen Stellenwert in der Lehre ebenso wie in der Forschung erfolgreich behauptet.

Polarlichter über Kärnten während der Sonnenstürme im Mai 2024, zusammen mit dem Sternpunktstromverlauf eines Transformators.

Alexander Pirker



# Institut für Hochspannungstechnik und Systemmanagement

Das heutige Institut für Hochspannungstechnik und Systemmanagement (IHS) wurde 1971 auf der Basis des damaligen Institutes für Bau und Betrieb elektrischer Anlagen unter der Leitung von Günther Oberdorfer gegründet und befand sich damals in den Räumlichkeiten der Neuen Technik. Der Baubeginn für die neuen Gebäude in der Infeldgasse war 1968 und die Inbetriebnahme der neuen Hochspannungslaboratorien konnte 1972 erfolgen. Das IHS ist eng mit der Versuchsanstalt für Hochspannungstechnik Graz GmbH (VAH) verbunden, die im Jahr 1956 gegründet wurde. Aufgrund des 150. Geburtstages von Nikola Tesla 2006 wurde die Hochspannungshalle der TU Graz Nikola Tesla Labor benannt. Verschiedene Hochspannungsprüfanlagen für Spannungen von bis zu

1,5 MV (AC, DC) und 2,5 MV (LI) stehen für die Grundlagen- und Antragsforschung sowie Drittmittelprojekte zur Verfügung. Das IHS ist national und international mit Forschungspartnern und -institutionen vernetzt und engagiert sich stark in Gremien wie OVE und CIGRE. Das Institut und die VAH werden seit 2014 bzw. 2017 von Uwe Schichler geleitet.

## Lehre

Das IHS betreibt im Bachelor- und Masterstudium eine umfangreiche Lehre und deckt dabei die Themengebiete der Hochspannungstechnik und des Systemmanagements ab. Neben den Grundlagenvorlesungen und Laborübungen zur Hochspannungstechnik werden unter anderem auch spezielle Vorlesungen in den Bereichen Diagnostik elektrischer Betriebsmittel, Teilentladungen, Schaltgeräte, Hochstromtechnik, Kabel und Freileitungen sowie Feldberechnung abgehalten. Einen Schwerpunkt in der Ausbildung der Studierenden bilden seit mehreren Jahren auch die Lehrveranstaltungen, die sich speziell mit Gleichspannung beschäftigen: HGÜ-Betriebsmittel, DC-Technologien in der Energietechnik. Im Rahmen von Bachelor-, Master- und Projektarbeiten widmen sich die Studierenden hauptsächlich aktuellen Fragestellungen aus den Forschungsbereichen des IHS und bekommen so einen zusätzlichen praxisgerechten Einblick in die aktuellen Entwicklungen in der Hochspannungstechnik.



Mitarbeiter\*innen des IHS und der VAH.

## Aktuelle Forschungsschwerpunkte

### MITTELSPANNUNGS- GLEICHSTROMÜBERTRAGUNG (MGÜ)

Mit der stetig wachsenden Anzahl dezentraler erneuerbarer Energieanlagen sind innovative Lösungen erforderlich, um eine stabile und effiziente Energieversorgung sicherzustellen. Eine zentrale Technologie ist dabei die Hochspannungs-Gleichstromübertragung (HGÜ), die bereits weltweit erfolgreich zur Netzstabilität beiträgt. Ergänzend dazu wird zukünftig die Mittelspannungs-Gleichstromübertragung (MGÜ) eine entscheidende Rolle spielen, um Energie aus Wind- und Photovoltaikanlagen verlustarm zu den Verbrauchern zu transportieren.

Derzeit gibt es keine speziell entwickelten MGÜ-Kabelsysteme am Markt. Daher erforscht das IHS die Nutzung bestehender Mittelspannungs-AC-Kabelsysteme für die MGÜ. Ein zentrales Ziel dieser Forschung ist die Entwicklung eines geeigneten Qualifikationsverfahrens. Das ermöglicht sowohl die Umstellung bestehender AC-Kabel auf einen Betrieb mit Gleichspannung als auch die Nutzung neuer AC-Kabelsysteme im MGÜ-Netz. Ein wesentlicher Vorteil der Umstellung bestehender AC-Kabel bzw. der Nutzung neuer AC-Kabel für die MGÜ liegt in der deutlichen Steigerung der Übertragungskapazität. Durch die technisch mögliche Erhöhung der Betriebsspannung können AC-Kabel effizienter genutzt und Ressourcen, Kosten sowie Platz eingespart werden. Im Gegen-

satz zu Drehstromsystemen werden lediglich zwei Kabel benötigt, um elektrische Energie zu übertragen. Zudem sind Wechselspannungskabel in hoher Qualität und Quantität am Markt verfügbar, sodass auf optimierte und kosteneffiziente Fertigungsprozesse zurückgegriffen werden kann.

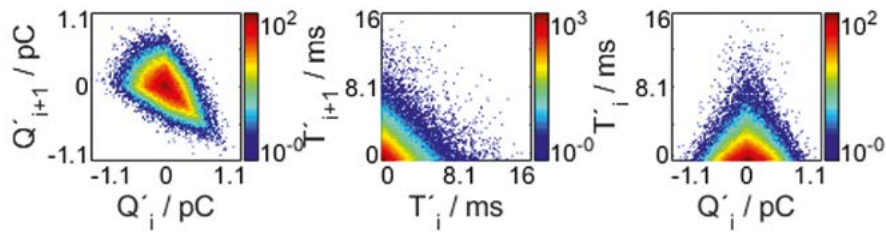
Um die langfristige Funktionsfähigkeit dieser MGÜ-Kabelsysteme sicherzustellen, werden umfassende Langzeituntersuchungen in den Hochspannungslaboratorien des IHS durchgeführt. Dabei werden die Kabel mit Gleichspannungen von bis zu  $\pm 100$  kV DC geprüft, um eine Lebensdauer von mehr als vierzig Jahren zu gewährleisten. Darüber hinaus erfolgen Grundlagenforschungen zum Isolierstoffverhalten bei DC-Beanspruchung. Dabei werden physikalische Effekte wie zum Beispiel Raumladungsansammlung, Feldinversion und thermische Stabilität untersucht. Außerdem befasst sich das IHS in einem laufenden Forschungsprojekt mit der Umsetzbarkeit einer MGÜ-Kabelstrecke in Österreich und ist in einer internationalen CIGRE-Arbeitsgruppe tätig.

MGÜ-Kabel auf Basis von 12/20-kV-VPE-Kabeln.

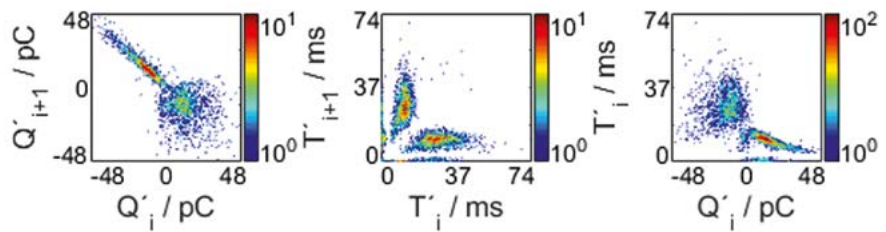
Rechts: Durchführung einer DC-Kabelprüfung im DC-Hochspannungslabor.

IHS





Spitze auf Hochspannung



Freie metallische Partikel

## TEILENTLADUNGSMESSUNG BEI GLEICHSPANNUNG

Teilentladungen (TE) in elektrischen Isoliersystemen sind ein seit Langem bekanntes und gut erforschtes Phänomen. Bei dauerhafter Einwirkung kann die Funktionstüchtigkeit elektrischer Betriebsmittel derart geschädigt werden, dass es zu einem Ausfall kommt und eine sichere Energieversorgung nicht mehr gewährleistet ist. Nicht zuletzt deswegen ist die Teilentladungsmessung eines der wichtigsten Diagnoseverfahren elektrischer Betriebsmittel. Auf Basis der erfassten Teilentladungen können kritische Defekte erkannt und Risikoabschätzungen durchgeführt werden, bevor es zu einem Ausfall des Betriebsmittels kommt. Die Messung und vor allem die Auswertung und Interpretation von TE-Messungen bei Wechselspannung sind am IHS seit Langem etabliert. Für DC-Betriebsmittel kann weitestgehend das gleiche Mess-Equipment verwendet werden. Für die Prüfprozeduren und Auswerteverfahren ist dies jedoch nicht der Fall, weshalb neue Methoden entwickelt werden müssen. Vor allem die geringen TE-Impulswiederholraten

Typische NoDi\*-Diagramme  
unterschiedlicher Defekte in  
gasisolierten Systemen.

IHS

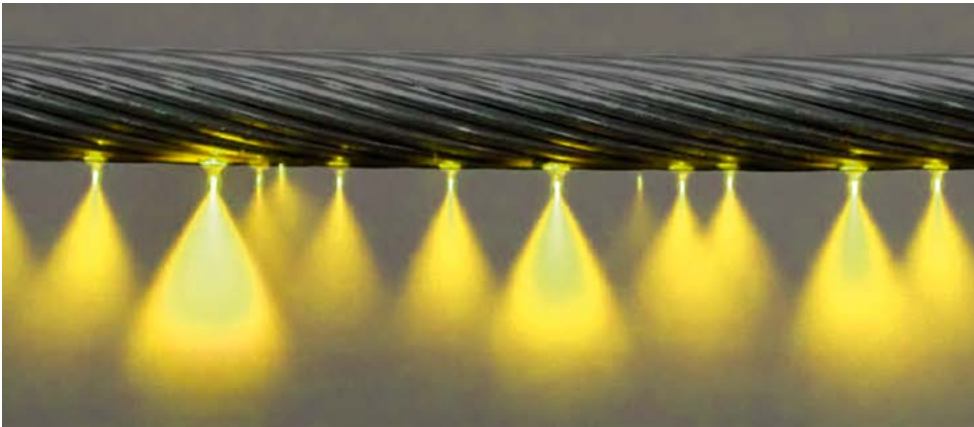
mancher Defekte erschweren die Interpretation von TE bei Gleichspannung erheblich, weshalb auch der Separierung von TE und Störsignalen eine besondere Bedeutung zukommt. Aufgrund des fehlenden Phasenbezugs bei Gleichspannung können phasenaufgelöste Teilentladungsmuster, die sich bei Wechselspannung durchgesetzt haben, nicht eingesetzt werden. Die Forschungen am IHS belegen, dass sich bei Gleichspannung insbesondere Pulssequenz-Analysen als vielversprechende Methode zur Darstellung und Identifikation von Defekten darstellen. Das am IHS entwickelte NoDi\*-Diagramm bildet die Grundlage für eine zuverlässige Zustandsbewertung von HGÜ-Betriebsmitteln. Es hat sich gezeigt, dass beispielsweise typische Defekte in DC-GIS, wie z. B. Spitzen am Innenleiter und frei bewegliche Partikel mit Hilfe des NoDi\*-Diagramms gut charakterisiert, unterschieden und analysiert werden können.

## PROGNOSE UND REDUKTION VON KORONAGERÄUSCHEN AN FREILEITUNGEN

Insbesondere bei feuchtem Wetter können Freileitungen hörbare Geräusche verursachen, die auf Leitungsanrainer durchaus störend wirken. Zurückzuführen ist dieses Phänomen auf Koronageräusche, die durch an den Leiterseilen anhaftende Wassertropfchen entlang der Freileitung verursacht werden. Während zahlreicher Leitungsbauprojekte kamen bei vielen Netzbetreibern Fragen nach einer Prognose der Einhaltung gesetzlicher Grenzwerte und der Vermeidung bzw. Reduktion dieser Geräusche auf.



Das IHS hat in den vergangenen Jahren für viele Netzbetreiber die wissenschaftliche Bearbeitung dieses Themenkomplexes durchgeführt. Mit Hilfe von Laborversuchen mit realitätsnaher Beregnung und den daraus abgeleiteten Modellen konnten optimale Beseilungsvarianten bestimmt werden. Neben den typischen AC-Freileitungen wurde auch das Geräusch-Emissionsverhalten von DC-Freileitungen und AC/DC-Hybrid-Freileitungen untersucht. In Kooperation mit Leiterseilherstellern wurde der Einfluss der Oberflächenbeschaffenheit beziehungsweise der Oberflächenbehandlung der Leiterseile auf das Geräusch-Emissionsverhalten untersucht. Es konnte gezeigt werden, dass die Effektivität hydrophiler Oberflächenbehandlungen wesentlich durch die Betriebsrandfeldstärke beeinflusst wird. Das IHS ist im Themenbereich der Koronageräusche von Freileitungen in internationalen Arbeitsgruppen und Gremien vertreten. Damit wird ein wichtiger Beitrag zur Erhöhung der Akzeptanz von Freileitungen geleistet.

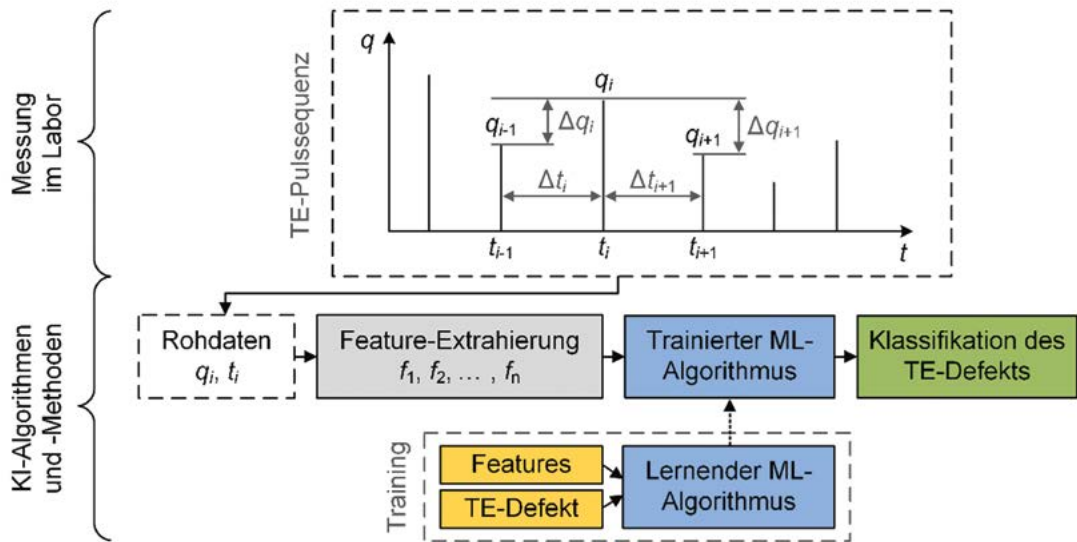


### DIAGNOSTIK ELEKTRISCHER BETRIEBSMITTEL MIT KÜNSTLICHER INTELLIGENZ

Künstliche Intelligenz (KI) wird bereits in einem breiten Spektrum von Alltagshandlungen eingesetzt, beispielsweise bei Web-Suchmaschinen oder der automatisierten Diagnose im Gesundheitswesen. Traditionell erfolgt die Diagnostik elektrischer Betriebsmittel in zeitlich periodischen

Koronaentladungen an einem künstlich beregneten Leiterseil.

IHS



Automatische Klassifikation von DC-Teilentladungen durch KI-Algorithmen.

IHS

Intervallen. Allerdings kann beispielsweise eine Teilentladungsaktivität (TE-Aktivität) bereits in kurzer Zeit ansteigen, wodurch kritische Defekte innerhalb des Isoliersystems eventuell lange Zeit unerkannt bleiben. TE-Monitoringsysteme für die Anwendung bei Wechselspannung sind bereits am Markt verfügbar und werden zur Diagnose des Zustands von gasisolierten Schaltanlagen eingesetzt, wobei der Vorteil in einer automatischen Klassifikation von Defekten durch KI-Algorithmen mit anschließender Risikoabschätzung besteht.

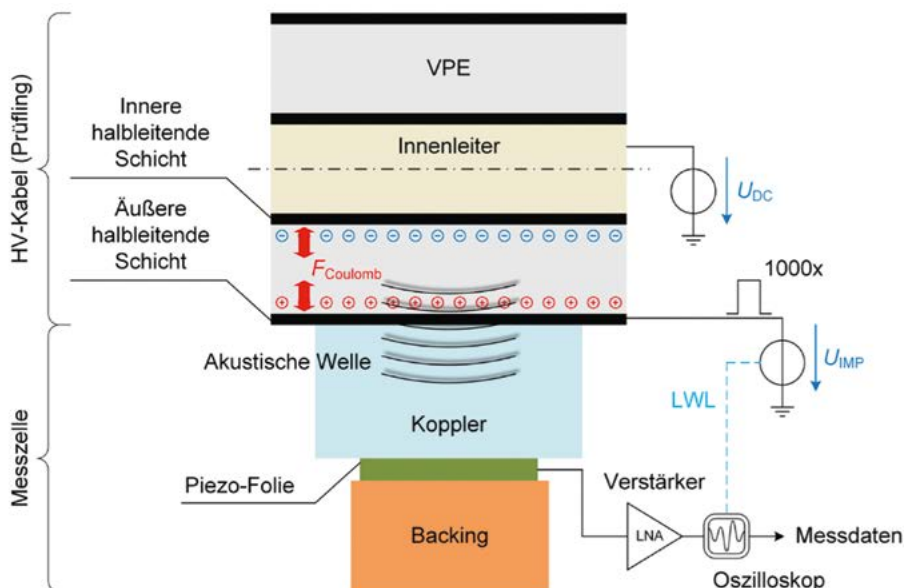
Am IHS durchgeführte Forschungen haben sich erfolgreich mit der automatischen Klassifizierung von DC-Teilentladungen mit Algorithmen des maschinellen Lernens beschäftigt. Die verwendeten Algorithmen wurden darauf trainiert, Strukturen und Muster in den Messdaten automatisch zu er-

kennen. Die erfolgreiche und zuverlässige Klassifizierung mit Hilfe des maschinellen Lernens erfolgt durch Analyse der Rohdaten, Extraktion signifikanter charakteristischer Parameter aus den Rohdaten (Features) auf der Grundlage von Feature-Analysen und das korrekte Training sowie die Validierung des Algorithmus. Die einzelnen Komponenten eines DC-TE-Monitoringsystems sind Gegenstand aktueller Forschungsarbeiten, wobei sich bei der Klassifikation von Labormessungen an gasisolierten Defekten bereits eine Genauigkeit von bis zu 91,9% ergeben hat. Aufgrund intensiver und robuster Analysemethoden wie Kreuzvalidierungsverfahren mit inkludierter Hyperparameteroptimierung konnte Overfitting und somit eine Fehleinschätzung dieses Ergebnisses vermieden werden.

## MESSUNG VON RAUMLADUNGEN IN DC-DIELEKTRIKA MIT HILFE DER PEA-METHODE

Bei der Gleichspannungsbeanspruchung von hochpolymeren Isolierstoffen können auftretende Raumladungen das im Isoliersystem vorliegende elektrische Feld verzerren, sodass es bei kontinuierlicher Beanspruchung oder bei Polaritätswechseln zu einem Durchschlag kommen kann. Es werden daher Messsysteme benötigt, mit denen auftretende Raumladungen lokalisiert und quantifiziert werden können. Am IHS wird dazu die Implementierung der „PEA-Methode“ (Pulsed Electro Acoustic Method) für unterschiedliche Isoliersystem-Geometrien (Plattenproben, dickwandige Kabel) erforscht.

Beim PEA-Messprinzip wird ein Hochspannungspuls beispielsweise in ein VPE-isoliertes Hochspannungskabel injiziert. Das durch diesen elektrischen Puls hervorgerufene transiente elektrische Feld bewirkt eine mikroskopische ruckartige Ver-



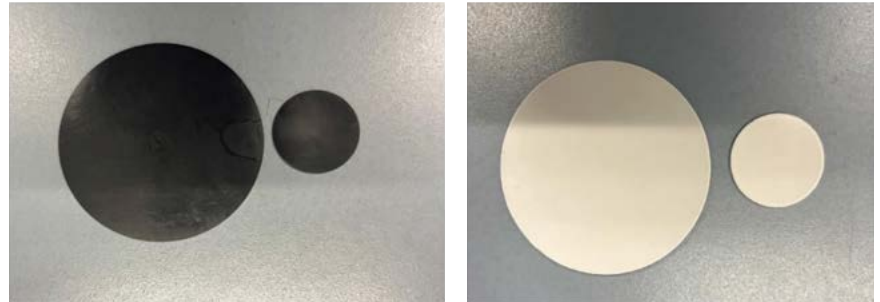
Raumladungsmessung mit Hilfe der PEA-Methode an einem VPE-isolierten Kabel.

schiebung der nachzuweisenden elektrischen Ladungen. Die ruckartige Ladungsverschiebung führt ihrerseits zu einer pulsformigen, longitudinalen mechanischen Welle innerhalb des atomaren Gitters des Isolierwerkstoffs, die mithilfe eines piezoelektrischen Empfängers (Transducer) detektiert wird. Mithilfe geeigneter Algorithmen kann aus dem zeitabhängigen Ausgangssignal des Transducers auf die räumliche Verteilung und die Ausprägung (Menge, Polarität) der Raumladungen im Inneren des Isolierstoffes geschlossen werden. Ist die innere Ladungsverteilung bekannt, kann daraus unmittelbar der radiale Verlauf des elektrischen Felds berechnet werden.

Neben der Optimierung der Messzelle und des Verstärker-Systems zur Aufbereitung des Ausgangssignals des piezoelektrischen Transducers beschäftigt sich das IHS insbesondere mit Möglichkeiten zur transparenten und universellen Berechnung der räumlichen Ladungsverteilung auf Basis der statistischen Signalanalyse (Deconvolution). Die Forschungsergebnisse sollen auch zur Standardisierung der Raumladungsmessung beitragen.

### 3D-DRUCK IN DER HOCHSPANNUNGSTECHNIK

Ein Großteil der in der Energietechnik eingesetzten Komponenten (zum Beispiel Isolatoren) wird in großen Stückzahlen im industriellen Maßstab gefertigt. Diese wenig flexiblen Produktionsprozesse erschweren die Herstellung von Prototypen und Komponenten für Spezialanwendungen, wie sie beispielsweise für innovative Applikationen benötigt werden. Eine Möglichkeit zur Lösung dieses Problems besteht in der Nutzung von 3D-Druck-Verfahren, mit deren Hilfe maßgeschneiderte Komponenten hoher Güte gefertigt werden können. Am IHS wird dafür die Eignung unterschied-



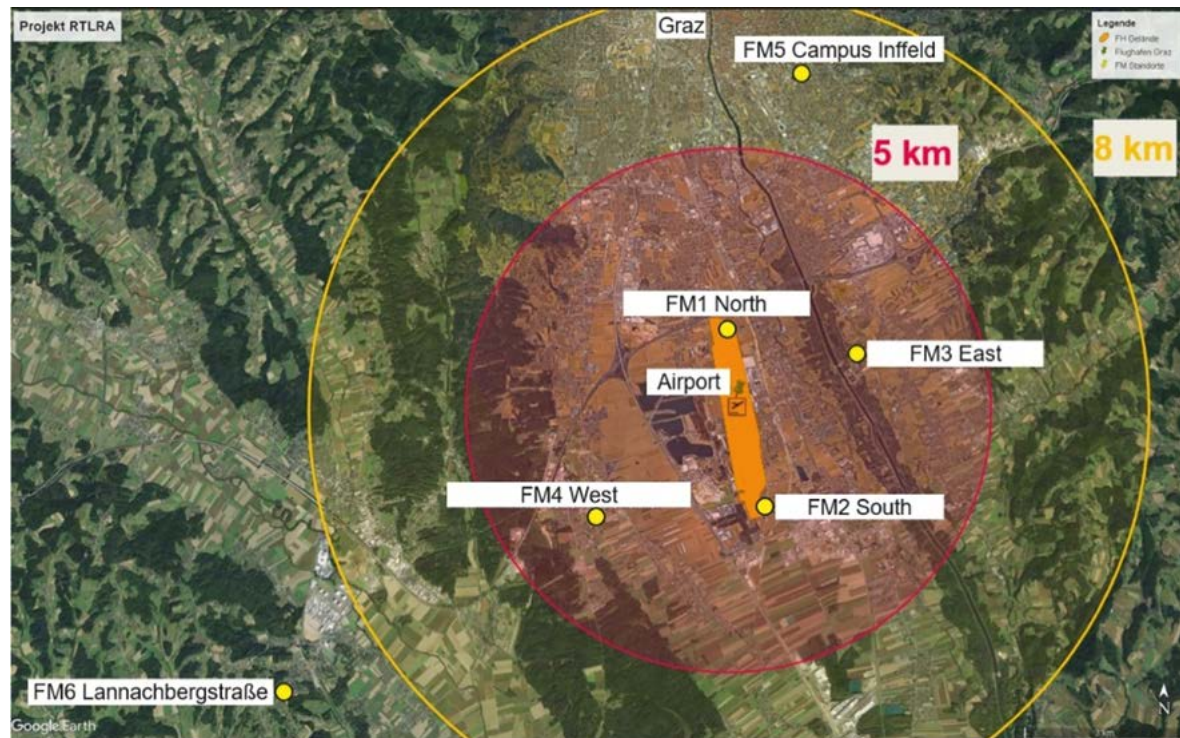
licher 3D-Druck-Verfahren zur Herstellung hochspannungstechnischer Komponenten untersucht. Neben den elektrischen Eigenschaften werden dabei auch die mechanischen Eigenschaften der unterschiedlichen Materialien betrachtet.

Um diverse Komponenten bestmöglich ihrem vorgesehenen Einsatzzweck anzupassen, werden außerdem Möglichkeiten zur gezielten Änderung der dielektrischen Eigenschaften der Ausgangsmaterialien (Leitfähigkeit, Permittivität) erforscht. Insbesondere beim SLA-3D-Druck besteht die Möglichkeit, dem flüssigen Harz sogenannte Nano-Füllstoffe (zum Beispiel Bariumtitanat) beizumengen.

Entsprechende Versuche zeigten, dass gezieltes Einbringen eines Füllstoffs in den Kopfbereich eines Stützisolators die Widerstandsfähigkeit gegenüber elektrischer und mechanischer Erosion signifikant erhöhen kann. Ferner wurde in einem Forschungsprojekt die Substitution des petrochemischen Füllstoffs „carbon black“ (Ruß) mit speziell aufbereiteter Biokohle untersucht. Komponenten, die experimentell aus mit Biokohle gefülltem Harz gefertigt wurden, erwiesen sich als interessante Alternative zu traditionellen Conductive Polymer Composites. Aktuell wird der Einsatz rezyklierbarer Vitrimere-Harze erprobt, die zusätzlich selbstheilende Eigenschaften aufweisen.

3D-gedruckte Prüfkörper mit unterschiedlichen Füllstoffen (Biokohle bzw. Bariumtitanat).

IHS



Standorte der Feldmühlen im Forschungsprojekt RTLRA.

IHS, Luftbild: Screenshot Google Maps

## BLITZFORSCHUNG

Die Blitzforschung am Institut hat sich in den letzten Jahren auf das FFG-geförderte Projekt RTLRA zur Bewertung des lokalen Blitzrisikos und zur Vorhersage von Blitzen in Gewittern konzentriert. Ziel war es, eine Kurzzeitvorhersage des ersten und letzten Wolke-Erde-Blitzes für sensible Infrastrukturen wie zum Beispiel Flughäfen oder Energieversorgungssysteme, aber auch für Open-Air-Veranstaltungen zu ermöglichen. Für das Forschungsprojekt wurde der Bereich des Flughafens Graz ausgewählt, wo sechs elektrische Feldmühlen

installiert wurden, um das elektrische Feld und die Ladungsverteilung der Gewitter in Echtzeit zu erfassen. Die aufgezeichneten Daten der Feldmühlen konnten mit ALDIS-Blitzortungsdaten und Wetterradardaten der Austro Control GmbH zusammengeführt werden. Mit einem im Projekt entwickelten Algorithmus konnte bereits für 80% der Gewitter der erste Blitz richtig vorhergesagt werden. Aktuell werden die Daten, mit besonderem Fokus auf der Vorhersage des letzten Wolke-Erde-Blitzes, weiter ausgewertet.



# Institut für Elektrizitätswirtschaft und Energieinnovation

Das Institut für Elektrizitätswirtschaft und Energieinnovation (IEE) wurde im Jahr 2000 mit der Berufung von Heinz Stigler an der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik der Technischen Universität Graz gegründet. Heinz Stigler emeritierte 2019 und im Jahr 2021 wurde Sonja Wogrin als Institutsleiterin neu berufen. Unsere Energiesysteme stehen vor großen Herausforderungen und Veränderungen, und das IEE leistet in Forschung und Lehre entsprechende Zukunftsbeiträge unter Anwendung modernster Modellierungs- und Simulationsansätze sowie basierend auf einer interdisziplinären und systemischen Denk- und Arbeitsweise.



## Entwicklungen im Bereich der Forschung

Aus Sicht der Forschung wurde seit Gründung des IEE intensiv an der Erstellung des elektrizitätswirtschaftlichen Simulationsmodells ATLANTIS unter Einsatz von insgesamt über fünfzig Personenjahren gearbeitet. Das Simulationsmodell ATLANTIS bildete die gesamte Elektrizitätswirtschaft im ENTSO-E-Gebiet mit ihren grundlegenden Gegebenheiten und Systemzusammenhängen ab. Wesentliche Elemente der realwirtschaftlichen Seite des Modells waren der Kraftwerkspark, das übergeordnete europäische Verbundnetz (400/220-kV-Ebene) sowie der regionalisierte Bedarf der Endkund\*innen. Auf der nominalwirtschaftlichen Seite des Modells wurden relevante europäische Elektrizitätsunternehmen mit ihren Bilanzen und Gewinn- und Verlustrechnungen (GuV) abgebildet. Die modellrelevanten Informationen wurden in detaillierten Untersuchungen erhoben und in eine Datenbank integriert, die das zentrale Element des Modells darstellte und sowohl der Verwaltung der Basisdaten als auch der Rechenergebnisse diente. Der Simulationszeitraum wurde ausgehend von einem entsprechenden Basisjahr bis in das Jahr 2050 gelegt. Insgesamt wurden über 7.500 Leitungen/Transformatoren, 4.000 Netzknoten, 25.000 Kraftwerke (27 unterschiedliche Typen) und die hundert größten Elektrizitätsunternehmen (GuV, Bilanz) im Modell abgebildet, wobei neben den klassischen fossilen Erzeugungseinheiten auch Anlagen auf Basis erneuerbarer Energie integriert wurden.

Grafische Darstellung der in der Datenbank hinterlegten Energieinfrastruktur.

IEE

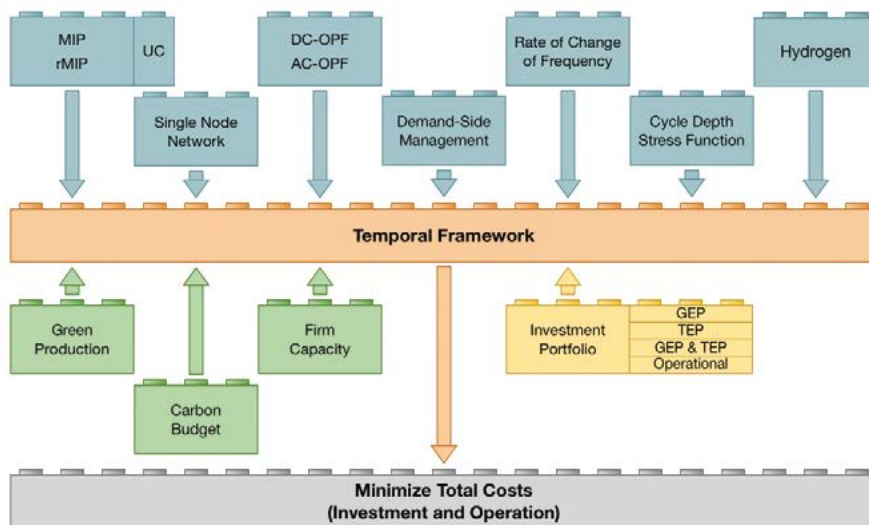
Das Simulationsmodell ATLANTIS wurde entwickelt, um basierend auf Szenarioanalysen wissenschaftlich fundierte Aussagen treffen zu können, mit diesem Erkenntnisgewinn einen entsprechenden Beitrag zur gedeihlichen Entwicklung der europäischen Energie- und Elektrizitätswirtschaft zu leisten und im Rahmen zahlreicher Industrie- und Forschungsprojekte anwenden zu können. Beispielhafte Untersuchungsgegenstände waren die Entwicklung regionaler Strompreise, die Quantifizierung des volkswirtschaftlichen Nutzens von Leitungs- und Kraftwerksbauten, Erfordernisse der Infrastrukturentwicklung, Szenarioanalysen für die Integration erneuerbarer Energien, Systemgrenzkosten erneuerbarer Energien, Stresstests zur Simulation von Energieverknappungen, Wirkungen von Power-Demand-Side-Management, Vorab-Analysen von verschiedenen Regulierungen und Marktorganisationen (zum Beispiel neue Richtlinien, CO<sub>2</sub>-Regelungen) und vieles mehr. In einem weiteren Entwicklungsschritt wurde ATLANTIS ausgehend vom kontinental-europäischen Kern

auf ganz Europa ausgedehnt und darüber hinaus auf internationaler Ebene um den gesamten Mittelmeerraum, Teile Afrikas und ganz Indien erweitert.

Mit der Berufung von Sonja Wogrin wurde das von ihr mitentwickelte Simulationsmodell LEGO (Low-carbon Expansion Generation Optimization Model) am IEE eingeführt. In der Forschung wurden aufbauend auf der vorhandenen umfassenden Datenbasis von ATLANTIS die beiden Modelle mit den neuesten Optimierungsansätzen von LEGO verschmolzen und auf allen Ebenen weiterentwickelt. LEGO ist ein gemischt ganzzahliges, quadratisch beschränktes Optimierungsproblem und wurde als Mehrzweckwerkzeug wie ein Schweizer Taschenmesser entwickelt, mit dem viele verschiedene Aspekte des Energiesektors untersucht werden können. Angefangen vom kurzfristigen Kraftwerkeinsatz bis hin zur langfristigen Planung des Erzeugungs- und Übertragungsausbaus. Die zugrunde liegenden Modellierungsphilosophien sind Modularität und Flexibilität. LEGO besteht aus verschiedenen Modulen, die je nach Umfang der Studie einfach über Datenoptionen dem Modell hinzugefügt oder entfernt werden können. Seine einzigartige zeitliche Struktur ermöglicht es LEGO, entweder mit chronologischen Stundendaten oder allen Arten von repräsentativen Zeiträumen zu arbeiten. LEGO ermöglicht die Modellierung von Kurz- und Langzeitspeichertechnologien mit repräsentativen Zeiträumen, z. B. kann der Langzeitbetrieb von großen Wasserspeichern dargestellt werden, ohne auf Rechenvorteile repräsentativer Zeiträume verzichten zu müssen.

#### Struktur des LEGO-Modells.

IEE



Die Einzigartigkeit des Modells besteht aus der Zusammenfassung der zeitlichen Flexibilität und Modularität von LEGO und ermöglicht so eine Fülle verschiedener Anwendungsmöglichkeiten und Studien. Das LEGO-Modell ist Open Source und frei auf GitHub (<https://github.com/IEE-TUGraz/LEGO>) verfügbar, es umfasst aktuell auch zwei konkrete Fallstudien, die eine einfache Einarbeitung in das LEGO-Modell erlauben. Die erfolgreiche ursprüngliche Strategie des Einsatzes der am IEE vorhandenen Simulationsmodelle in Forschungs- und Drittmittelprojekten im Zusammenwirken mit der Industrie wurde erfolgreich fortgesetzt und zeigt sich sowohl in den zahlreichen entsprechenden bereits abgeschlossenen als auch laufenden Projekten.

Das aktuell herausragendste laufende Projekt am IEE ist „Optimization and data aggregation for net-zero power systems“ (NetZero-Opt). Dieser auf fünf Jahre ausgelegte und mit insgesamt 1,5 Millionen Euro dotierte Starting Grant des European Research Council (ERC) konnte durch Sonja Wogrin in einem hochkompetitiven Verfahren erfolgreich eingeworben werden. Grundsätzlich kommen zur Unterstützung des Umbaus unserer Energiesysteme komplexe Optimierungsmodelle zum Einsatz und hier gilt es, zahlreiche Herausforderungen zu lösen. Modelle realistischer Elektrizitätssysteme sind meist so groß, dass selbst Supercomputer an ihre Leistungsgrenzen stoßen.

Also werden viele Eingangsdaten (wie Zeitreihen von Verbrauch oder Kapazitätsfaktoren von erneuerbaren Energiequellen) aggregiert, was die Modelle zwar numerisch lösbar, aber dafür ungenauer macht. Bei der Erstellung von Optimierungsmodellen konzentriert sich die traditionelle Datenaggregation meistens ausschließlich auf die Daten selbst, ohne die Besonderheiten des jeweiligen Optimierungsmodells zu berücksichtigen. Da-



durch bleibt viel Aggregationspotenzial ungenutzt, was sich auf die Rechenzeit und die Qualität der Optimierungsergebnisse auswirkt. In der Folge sind Investitionsentscheidungen zu Kraftwerkstechnologien, -standorten oder Netzausbau suboptimal, der Umbau des Energiesystems wird also teurer. In diesem Projekt werden die Datenaggregation verbessert und Methoden entwickelt, mit denen Forschende bei gleicher Rechenleistung aussagekräftigere Modelle erstellen und der Gesellschaft damit immens nutzen können.

Präsentation des  
Research Centers  
ENERGETIC im  
Rahmen des WEC  
Scenario Workshops  
an der TU Graz.

Clemens Nestroy

## Research Center ENERGETIC

Auf Initiative des Rektorates der TU Graz wurde im Jahr 2023 von Sonja Wogrin das Research Center ENERGETIC an der TU Graz ins Leben gerufen.

Nachhaltige und effiziente Energiesysteme sind wichtige Eckpfeiler, um die Energiewende vor allem in der EU und Österreich erfolgreich umzusetzen. Insbesondere sind umfassende Forschungsarbeiten auf drei Ebenen notwendig: Auf System-Ebene werden Optimierungs- und Simulationssysteme entwickelt, die die Dekarbonisierung von Energiesystemen abbilden und diese

Transformation techno-ökonomisch unterstützen und bewerten. Auf Methodologie-Ebene geht es um die Auswertung von Datenmengen, die mit künstlicher Intelligenz zur intelligenten Planung und Steuerung von Energiesystemen eingesetzt werden. Auf Hardware-Ebene wird die bestehende Energieinfrastruktur analysiert, neue Speicher-Technologien für Energie aus nachhaltigen Quellen werden entwickelt und technische Möglichkeiten geschaffen, um Energie effizienter einzusetzen und den Energieverbrauch zu senken. Um diesem Anspruch gerecht zu werden und eine möglichst breite Mitwirkung der unterschiedlichen relevanten Forschungsinstitutionen der TU Graz zu erreichen, wurden drei Kernforschungsgebiete definiert:

- Core Research Area 1:  
Energy System Modeling & Analysis
- Core Research Area 2:  
Digital Energy Systems
- Core Research Area 3:  
Innovative Technology Solutions

Seit Bestehen von ENERGETIC wurden bereits zahlreiche fakultäts- und institutsübergreifende Initiativen und Projekte erfolgreich gestartet und umgesetzt.

## Wissenschaftliche Arbeiten und Lehre

Im Bereich der wissenschaftlichen Arbeiten wurden seit Bestehen des Institutes zahlreiche Bachelorarbeiten, Masterarbeiten, Dissertationen und ein Habilitationsverfahren abgeschlossen. Aktuell ist am Institut ein weiteres Habilitationsverfahren laufend und es wird an insgesamt zehn Dissertationen gearbeitet.

Nachdem das IEE im Jahr 2000 als Institut gegründet wurde, konnte beim Lehrangebot nicht auf bestehende Lehrveranstaltungen aufgebaut werden. Es wurde daher das gesamte Lehrveranstaltungsangebot des Institutes neu konzipiert und im Lehrplan entsprechend verankert. Auch beim Lehrangebot zeigt sich der interdisziplinäre Zugang des Institutes und die Attraktivität wird durch den Zuspruch von den Studierenden bestätigt. So wurden die Lehrveranstaltungen nicht nur von Studierenden der Studien Elektrotechnik und Elektrotechnik-Wirtschaft besucht, sondern auch von Studierenden anderer Fakultäten der TU Graz sowie der Studien Umweltsystemwissenschaften der Universität Graz.

Besondere Aufmerksamkeit wurde auf das Studium Elektrotechnik-Wirtschaft gelegt, das federführend vom IEE gemeinsam mit der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik und in Abstimmung mit den wirtschaftswissenschaftlichen Instituten der TU Graz mitinitiiert und umgesetzt wurde. Es handelt sich dabei um ein für die Studierenden sehr attraktives Studium, welches den rein technischen Wissensbereich der Studierenden um ökonomische Themen erweitert, die in Wirtschaft und Industrie sehr gefragt sind.

Insgesamt bietet das IEE aktuell 38 Lehrveranstaltungen in unterschiedlichen Bachelor- und Masterstudien der TU Graz an.

Der intensive Kontakt zu den Studierenden ist für das IEE sehr bedeutend, und die Organisation von Exkursionen bietet den Studierenden die Möglichkeit, praktische Einsicht in Anlagen und Unternehmen der Energiewirtschaft zu bekommen, aber auch mit Errichtern und Betreibern direkt in Diskussion zu treten. Seit Bestand des Institutes wurden insgesamt über vierzig Exkursionen organisiert.

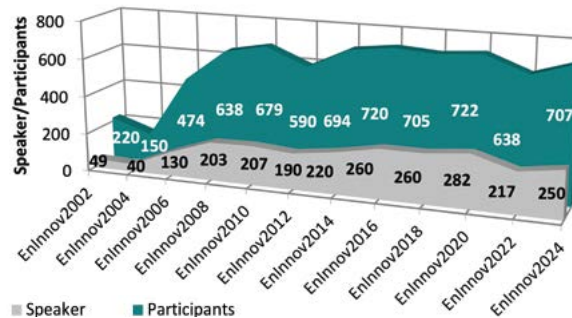


## Symposium Energieinnovation

Im Studienjahr 1974/75 wurde von Leopold Bauer das erste „Energiewirtschaftliche Seminar“ an der TU Wien durchgeführt, das seinen Niederschlag im Tagungsband „Aktuelle Probleme der Energiewirtschaft“ (Schriftenreihe der TU Wien, Band 5; gefördert vom Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung) fand. In den folgenden Seminaren sollten energiewirtschaftliche Probleme technisch und wirtschaftlich behandelt werden, und es wurden neben der Wissenschaft auch Behörden, Industrie und Wirtschaft angesprochen. In Abstimmung mit Leopold Bauer wurde diese Reihe von Kurt Friedrich an der TU Graz fortgeführt, wobei dem Innovationsgedanken im Sinne von Schumpeter besonderes Gewicht beigemessen wurde: Innovation als Überführung von Inventionen in den Markt. Diese Energieinnovations-Symposien entwickelten sich auch zu einem Branchentreffpunkt. So vereinbarte Kurt Friedrich mit dem Energiewirtschaftsinstitut der TU Wien, diese Reihe abwechselnd in zweijährlichem Rhythmus an der TU Graz und der TU Wien fortzuführen als

- Symposium Energieinnovation (TU Graz) und
- Internationale Energiewirtschaftstagung (TU Wien).

Den alten Zielen folgend veranstaltete das IEE ab dem Jahr 2000 unter der Leitung von Heinz Stigler die Energieinnovations-Symposien gemeinsam mit den Interessensverbänden Österreichischer Verband für Elektrotechnik (OVE), Österreichs Energie und Österreichisches Nationalkomitee des Weltenergieerates (WEC), wohlwollend unterstützt durch die zuständigen Bundesministerien, das Land



Entwicklung der Vortragenden bzw. Teilnehmenden beim Symposium Energieinnovation.

IEE

Steiermark, die Stadt Graz und die einschlägige Wirtschaft. Erst diese Unterstützungen ermöglichen das „leistbare“ Symposium für (vor allem jüngere) Wissenschaftler\*innen sowie Studierende.

Nach der Emeritierung von Heinz Stigler wurde das Symposium von Udo Bachhiesl fortgeführt, und das Symposium Energieinnovation hat sich mittlerweile in der Scientific Community als fixer Bestandteil im Rahmen der zahlreich stattfindenden Konferenzen etabliert. Mit über 250 Vortragenden und mehr als 700 Teilnehmenden zählt das Symposium Energieinnovation mittlerweile zu den größten universitären Energiesymposien im deutschsprachigen Raum.

## Auszeichnungen und Preise

Das IEE hat seit seiner Gründung über dreißig Preise und Auszeichnungen erhalten. Zu den bedeutsamsten zählen der Forschungspreis für Modellierung und Simulation des Landes Steiermark sowie der Congress Award für die Ausrichtung des Symposiums Energieinnovation. Unter den vielen nominierten Symposien und Kongressen hat eine hochkarätig besetzte Jury, bestehend aus zwölf Mitgliedern, das 11. Symposium Energieinnovation zum Sieger ernannt. Die zahlreichen persönlichen Auszeichnungen wurden insbesondere für wissenschaftliche Arbeiten und Publikationen vergeben und unterstreichen damit die Relevanz und Qualität der entsprechenden Arbeiten.



Abendveranstaltung  
in der Nikola Tesla Halle  
im Rahmen des  
18. Symposiums  
Energieinnovation 2024.

IEE

## Personal und Absolvent\*innen

Seit Bestehen des Institutes waren zahlreiche wissenschaftliche Universitätsassistent\*innen sowie Drittmittel-Beschäftigte am Institut tätig. Betrachtet man die Ausbildungshintergründe der Mitarbeitenden, so bestätigt das die interdisziplinäre Ausrichtung und Arbeit des Institutes. Im Rahmen konkreter Anstellungen waren folgende Disziplinen am Institut vertreten und haben einen entsprechenden Beitrag zur Entwicklung des IEE geleistet: Elektrotechnik, Elektrotechnik-Wirtschaft, Maschinenbau, Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau, Mathematik, Informatik, Verfahrenstechnik, Betriebswirtschaftslehre, Volkswirtschaftslehre, Geografie, Psychologie, Rechtswissenschaften sowie Umwelt- und Systemwissenschaften.

Die Absolvent\*innen vom IEE konnten in der Wirtschaft und Wissenschaft ihre erfolgreichen Karrieren entsprechend fortsetzen, wobei die Bandbreite von Unternehmen der Elektrizitäts- und Energiewirtschaft, des Forschungssektors, der produzierenden Industrie bis zu Beratungsunternehmen und dem öffentlichen Dienst reicht.

Aktuell umfasst das Institutskollegium über zwanzig Personen, wobei neben der Institutsleitung (Sonja Wogrin) inklusive der beiden Stell-

vertreter (Udo Bachhiesl, Robert Gaugl) und des Sekretariats drei Universitätsassistenten, neun Universitäts-Projekt-Assistent\*innen sowie fünf studentische Mitarbeitende am Institut beschäftigt sind.

## Mitwirkung in Gremien und Verbänden

Das IEE sowie einzelne Institutsangehörige waren und sind in unterschiedlichen Organisationen als Mitglieder und durch Mitarbeit aktiv. Ausgewählt werden nachfolgende Organisationen angeführt:

- Energiezentrum Graz der TU Graz
- Field of Expertise „Sustainable Systems“ der TU Graz
- Research Center ENERGETIC der TU Graz
- Österreichischer Verband für Elektrotechnik (OVE)
- Österreichisches Nationalkomitee des Weltenergieerates (WEC)
- Wirtschaftsingenieursverband (WING)
- Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V.
- The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)
- International Council on large Electricity Systems (CIGRE)

Abschließend dankt das IEE allen Personen und Organisationen, die seit Bestehen des Institutes durch direkte Mitarbeit am Institut oder in Forschungs- und Drittmittelprojekten bzw. bei Veranstaltungen zur positiven Entwicklung des IEE beigetragen haben und freut sich auch in Zukunft auf eine gedeihliche Zusammenarbeit!

# Institut für Grundlagen und Theorie der Elektrotechnik



IGTE Team  
September 2024.

IGTE

## Geschichtlicher Rückblick und Entwicklung des Institutes

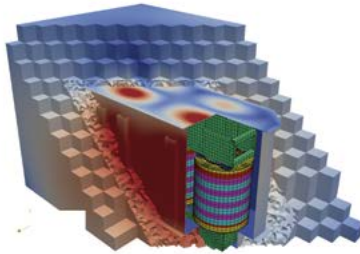
Das heutige Institut für Grundlagen und Theorie der Elektrotechnik wurde 1950 als Lehrkanzel und Institut für Grundlagen der Elektrotechnik und Theoretische Elektrotechnik gegründet und bis 1973 von Peter Klaudy geleitet. Forschungsschwerpunkte waren supraleitende Kabel und die experimentelle Untersuchung unipolarer Maschinen. Mit dem neuen Universitätsorganisationsgesetz 1975 wurde die Fakultät für Elektrotechnik gegründet, die bis dahin der Fakultät für Maschinenbau zugeordnet war. In diesem Jahr übernahm Kurt Richter die Leitung des Institutes und legte zunächst den Schwerpunkt

der Forschungstätigkeit auf die Hochfrequenz- und Mikrowellentechnik. Die Umbenennung in Institut für Grundlagen und Theorie der Elektrotechnik mit der Kurzbezeichnung IGTE erfolgte im Juni 1983. Bereits 1979 führte Kurt Preis erste Arbeiten zur numerischen Berechnung und Simulation elektromagnetischer Feldprobleme am Institut durch, woraus das Programm EleFAnT2D entstand. Es wurde 1982 bei der Firma Elin-Union (heute Siemens Transformers) sowie kurz danach bei der Firma Spezialelektra (später Trench-Austria) in Linz installiert und seither eingesetzt. Ab 1981 entwickelten Herbert Stögner und Kurt Preis EleFAnT3D zur Berechnung dreidimensionaler Felder. Dieses Programm wurde von der Arbeitsgruppe um Simon van der Meer zur Berechnung des Stirnfeldes in den Dipolen des Antiprotonen-Kollektorrings bei der Entdeckung der Z- und W-Bosonen (schwache Wechselwirkung) verwendet, wofür Simon van der Meer und Carlo Rubbia 1984 den Nobelpreis erhielten. Die IGTE-Software half später beim Nachweis des Higgs-Bosons, wofür Francois Englert und Peter Higgs 2013 den Nobelpreis erhielten.

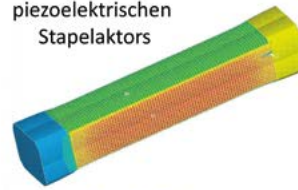
Die intensiven Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der numerischen Feldberechnung führten ab Mitte der 80er-Jahre zu einer zunehmenden internationalen Sichtbarkeit und Anerkennung des IGTE. Im Jahr 1985 wurde Graz als Austragungsort für die bedeutendste Konferenz auf dem Gebiet der Computational Electromagnetics, die COMPUMAG (International Conference on the Computation of Electromagnetic Fields), für 1987 ausgewählt, de-



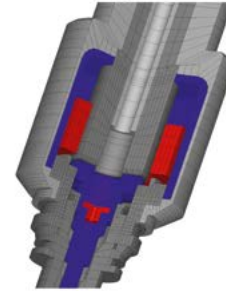
Schallabstrahlung eines Transformators



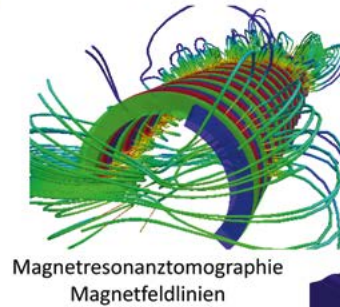
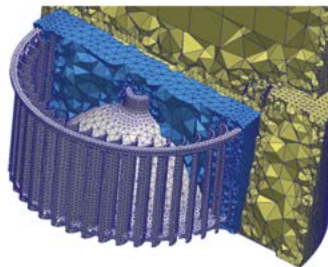
Elektrisches Feld eines  
piezoelektrischen  
Stapelaktors



Rechengitter eines  
elektromagnetischen Ventils

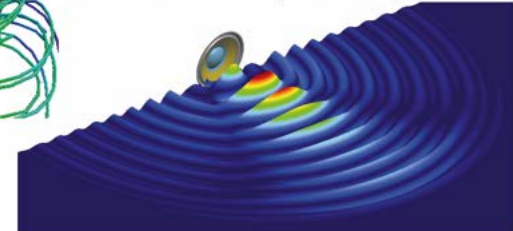


Rechengitter eines Ventilators



Magnetresonanztomographie  
Magnetfeldlinien

Schallabstrahlung eines Lautsprechers



ren Organisation vom IGTE übernommen wurde. Ebenfalls 1985 fand das erste IGTE Symposium on Computational Methods in Electromagnetics and Multiphysics in Graz statt, das 2024 zum 21. Mal stattgefunden hat. Eine wesentliche Bereicherung der Entwicklung numerischer Methoden für 3D-Feldsimulationen war 1987 die Einstellung von Oszkar Bíró von der TU Budapest, und das IGTE-Team etablierte sich bereits in den 90er-Jahren als eine der international führenden Forschungsgruppen auf dem wissenschaftlichen Gebiet Computational Electromagnetics. Das führte neben exzellenter Grundlagenforschung auch zu vielen Industriekooperationen: Siemens Transformers Linz und Weiz, CERN, Trench Austria, Siemens-Matsushita Deutschlandsberg und München (heute beide Epcos), VAI Linz, Böhlerwerk, Mikron Gratkorn (später Philips, heute NXP), EVU und Trafounion Nürnberg (heute Siemens Transformatorenwerk), Infineon etc. Nach der Emeritierung von Kurt Richter übernahm Kurt Preis bis 2004 die Leitung des Institutes, danach leitete Oszkar Bíró das IGTE bis 2019. Für diese Zeit ist neben zahlreichen FWF-

und FFG-geförderten Forschungsprojekten das von ihm eingeworbene Christian Doppler Labor für Multiphysikalische Simulation, Berechnung und Auslegung elektrischer Maschinen zu erwähnen. Das Labor wurde zu 50% von der Christian Doppler Forschungsgesellschaft und zu 50% von den Industriepartnern ELIN Motoren GmbH, Traktionsysteme Austria GmbH, AVL List GmbH und Andritz Hydro GmbH finanziert. Die bei den angewandten Forschungstätigkeiten des Christian Doppler Labors bearbeiteten grundlagenwissenschaftlichen Fragestellungen haben die Breite der Forschung am IGTE wesentlich erweitert. Zu den bereits etablierten Themen der Computational Electromagnetics sind Bereiche wie Strukturmechanik, Akustik, Wärmeübertragung und deren Kopplung hinzugekommen. Mit der Berufung von Manfred Kaltenbacher zum Institutsleiter im Jahr 2020 wurde insbesondere der Bereich der multiphysikalischen Simulation weiter ausgebaut und die von ihm und vielen Mitarbeiter\*innen entwickelte Open Source Finite Elemente Software openCFS ([www.opencfs.org](http://www.opencfs.org)) in Forschung und Lehre eingesetzt.

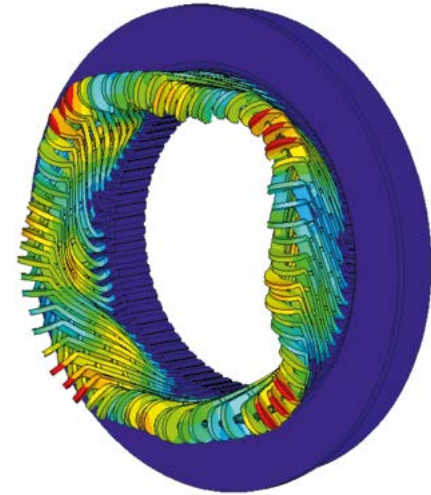
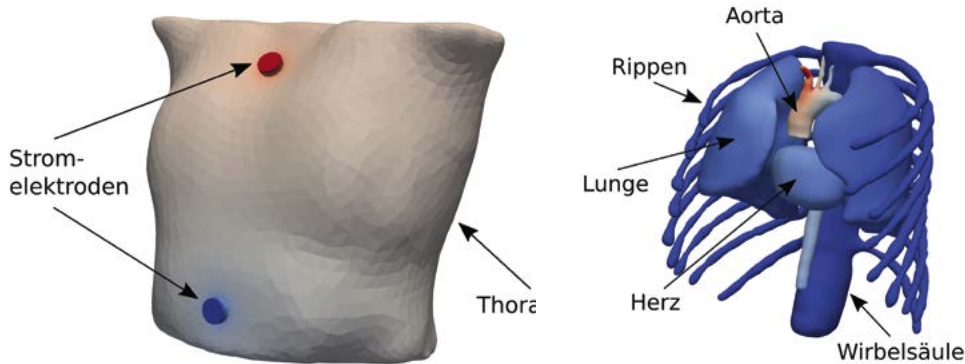


Darüber hinaus wurde ein neues Labor zur Charakterisierung magnetischer und akustischer Materialien aufgebaut und der Bereich Technische Akustik etabliert, in dem neben grundlegenden Entwicklungen in Modellierungs- und Simulationsverfahren (Schallentstehung aus Strömungen, neuartige MEMS-Lautsprecher auf Basis digitaler Schallrekonstruktion, akustische Metamaterialien etc.) auch Anwendungen im medizinischen Bereich (menschliche Stimme, hydraulisch angetriebene Knieprothesen) sowie im technischen Bereich (durch- und umströmte Bauteile in den Bereichen Klimatisierung und Verkehr sowie neue Konzepte im Bereich aktiver Lärmschutzwände) erschlossen wurden. Insbesondere ist die Einwerbung der BMK Stiftungsprofessur Lärmwirkungsforschung: Kompetenzstelle für Verkehrslärm und Gesundheit zu erwähnen, die mit Dezember 2023 mit Christian Adams besetzt wurde, und für die ersten fünf Jahre vom Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie sowie den Unternehmen Arbeitsgemeinschaft Österreichischer Verkehrsflughäfen, ASFINAG Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft, AVL List GmbH, KTM Forschungs und Entwicklungs GmbH, Linz Linien GmbH, ÖBB-Infrastruktur AG, Wiener Linien GmbH & Co KG finanziert wird und danach in eine ordentliche Professur, finanziert durch die TU Graz, übergeht. Zusätzlich wurden in den ersten fünf Jahren viele FWF-Projekte (HumanVoice – Numerical computation of the human voice source; AKURAD – Fluid-Structure-Acoustic Interaction of Enclosed Radial Fans) und FFG-Projekte (FlowNoiseInEmobiles – Aeroacoustics of confined flows in electric vehicles; VirtualProsthesis – Development of a validated numerical simulation model for the prevention of flow noise in prostheses; ECHODA – Energy Efficient Cooling and Heating of Domestic Appliances; DESID – Design

of electro sheet processing for improved efficiency of e-mobile drives; HQ-AutoMat – High-quality manufacturing of pre-material for automotive components) eingeworben. Zusätzlich ist der Spezialforschungsbereich Computational Electric Machine Laboratory: Thermal Modelling, Transient Analysis, Geometry Handling and Robust Design (DFG/FWF Collaborative Research Centre CREATOR - CRC – TRR361 / 10.55776/F90 – an der TU Darmstadt, der TU Graz und der JKU Linz), das Graz Electromagnetic Compatibility Lab (TU Graz und Silicon Austrian Labs) und das TU Graz LEAD Projekt Aortic Dissection zu nennen. Zudem wurden viele Industrieprojekte mit namhaften Firmen wie AMS AG, Andritz Hydro GmbH, Infineon Technologies AG München, MAGNA STEYR Fahrzeugtechnik GmbH & Co KG, Miba eMobility GmbH, Siemens Energy Austria GmbH – Transformers Linz sowie Siemens Healthcare GmbH durchgeführt.

## Aktuelle Forschungsschwerpunkte

Die derzeitige Forschung am IGTE umfasst Theorie, Modellierung, Simulation, Optimierung und experimentelle Untersuchung von komplexen Systemen in den Ingenieur-, Material- und Medizinwissenschaften mit folgenden Forschungsschwerpunkten: **Multiphysikalische Modellierung, Simulation und Optimierung:** Im Allgemeinen sind die Größen, die physikalische Effekte in technischen Systemen beschreiben, eine Funktion von Ort und Zeit, die Beschreibung führt zu einem System partieller Differentialgleichungen (z. B. Elektromagnetik-Mechanik-Akustik). Sie sind in der Regel nicht analytisch lösbar und erfordern den Einsatz numerischer Verfahren wie der Finite-Elemente-Methode. Dafür wird am IGTE die Open-Source Finite-Elemente-Software openCFS ([www.opencfs.org](http://www.opencfs.org)) eingesetzt



Impedanz-Kardiographie:  
Elektrisches Potenzial  
im Korpus und Strom-  
dichte in den Organen.

Rechts: Schwingung  
des Wickelkopfes einer  
elektrischen Maschine.

IGTE

und weiterentwickelt, die nichtkonforme finite Elemente, spektrale finite Elemente und finite Elemente höherer Ordnung, komplexe Materialmodelle einschließlich Hysterese, Methoden zur Form- und Topologieoptimierung sowie inverse Verfahren zur Bestimmung von Materialparametern umfasst.

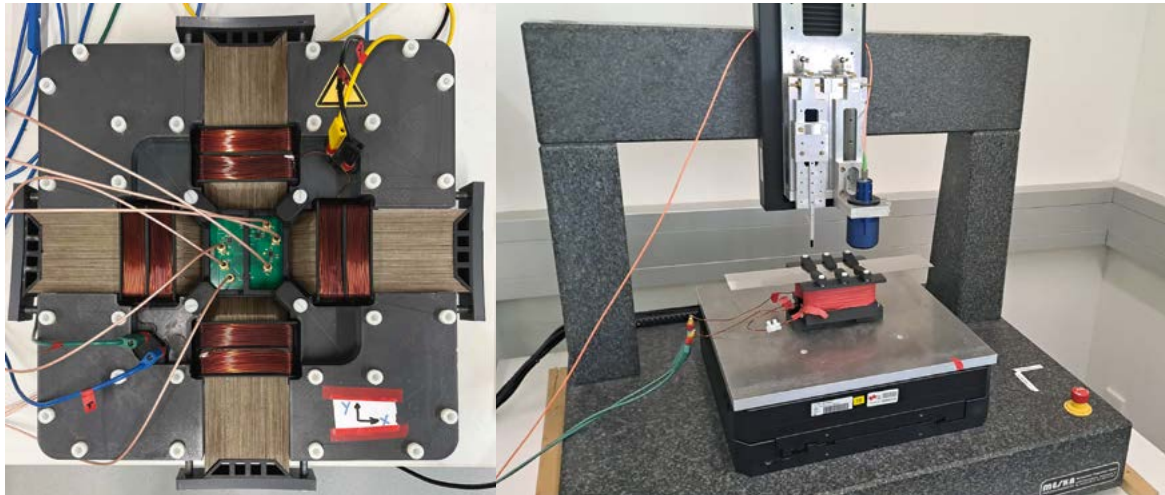
In der Anfangsphase des Designprozesses ist es sinnvoll, stochastische Optimierungsmethoden wie beispielsweise Evolutionsstrategien anzuwenden, um möglichst viele realisierbare Designs zu untersuchen. Sobald das am meisten Erfolg versprechende Design gefunden ist, werden deterministische Optimierungsstrategien wie gradientenbasierte Methoden eingesetzt, um die Eigenschaften des technischen/medizinischen Prozesses oder Gerätes endgültig zu optimieren.

#### Materialcharakterisierung und inverse Verfahren:

Die Qualität der numerischen Simulation hängt wesentlich von den verwendeten Materialmodellen und ihren Parametern ab. Da die Materialparameter oft nicht direkt gemessen werden können, bestimmt man globale physikalische Größen (zum Beispiel elektrische Impedanz), und versucht mit inversen Verfahren die Materialparameter zu identifizieren, indem man sie durch das inverse Verfahren

so modifiziert, dass die global gemessenen Größen mit der Simulation übereinstimmen. Das führt in der Regel zu schlecht definierten Problemen, die einer speziellen mathematischen Behandlung bedürfen. Zur Lösung dieser speziellen Klasse von Optimierungsproblemen werden deterministische, stochastische und hybride Strategien eingesetzt.

Das Materiallabor am IGTE umfasst (1) Epstein-Rahmen zur Charakterisierung rein uniaxialer magnetischer Eigenschaften im Temperaturbereich von -20°C bis 180°C; (2) Rotational Single Sheet Tester (RSST) zur Bestimmung der magnetischen Materialeigenschaften von anisotropen Elektroblechen, insbesondere der Ummagnetisierungsverluste; (3) Helmholtz-Spulen zur Charakterisierung fester Stabmaterialien und zur Kalibrierung magnetischer Sensoren; (4) Impulsmagnetisierer und Hysteresegraph für Hartmagnete; (5) Magnetische Koordinatenmessmaschine zum 3D-Scannen von Hartmagneten und zur Beurteilung der Homogenität eines Magnetfeldes sowie zur Untersuchung des Einflusses verschiedener Schneidverfahren auf Elektrobleche; (6) Impedanz- und Transmissionsrohr zur Messung akustischer Materialeigenschaften; (7) 3D-Laserscanning-Vibrometer für Schwingungsmessungen.

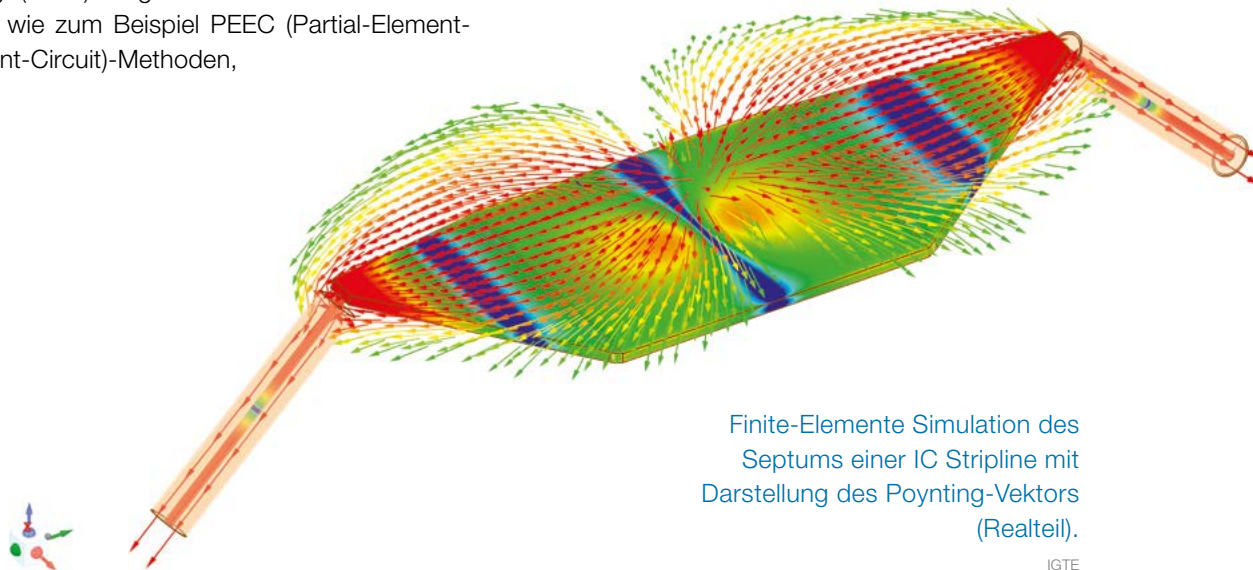


Rotational Single Sheet Tester und magnetische Koordinatenmessmaschine.

IGTE

**Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) und Antennendesign:** Grundlegende Untersuchungen in diesen Bereichen erfordern die Modellierung elektromagnetischer Felder auf der Basis des vollständigen Satzes der Maxwell-Gleichungen und entsprechender numerischer Verfahren. Die Analyse dieser Hochfrequenzprobleme mit Finite-Elemente-Methoden führt in der Regel zu extrem hohen Rechenkosten, weshalb am IGTE Modelle reduzierter Ordnung (MOR) eingesetzt und weiterentwickelt werden, wie zum Beispiel PEEC (Partial-Element-Equivalent-Circuit)-Methoden,

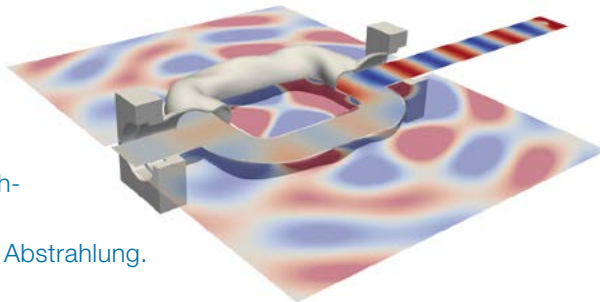
polynomiale Response-Surface-Modelle, Support-Vektor-Regressionsmodelle, Gauß'sche Prozessmodelle, Backpropagation Neuronale Netzwerkmodelle, rationale Krylov-basierte MOR-Verfahren sowie interpolatorische, spektrale Projektionsmethoden. Die entwickelte Simulationsumgebung wurde in den letzten Jahren sehr erfolgreich insbesondere für die Synthese von RFID- und NFC-Transpondern eingesetzt.



Finite-Elemente Simulation des Septums einer IC Stripline mit Darstellung des Poynting-Vektors (Realteil).

IGTE

Im Einzelnen werden Untersuchungen zur Charakterisierung des hochfrequenten elektromagnetischen Verhaltens passiver Bauelemente, zur Analyse von Modenkonversionen und Fehlanpassungen auf Leiterplatten, zur Untersuchung von Nah- und Fernfeldbereichen elektromagnetischer Wellen und des Energietransfers zwischen Antennen, zur Feld-Stromkreis-Kopplung mit nichtlinearen Schaltungen und zur simulationsbasierten Analyse des EMV-Verhaltens von ICs mit schnellen pulsierenden Strömen durchgeführt.

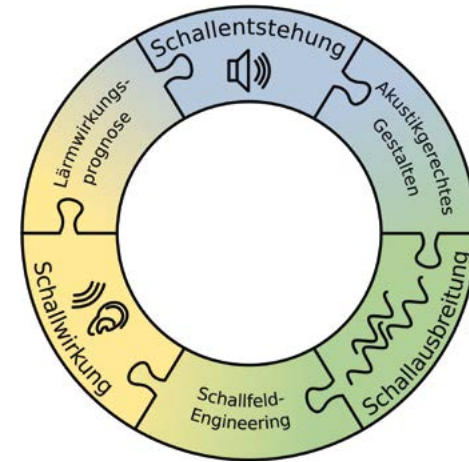


Simulation einer durchströmten Struktur mit Schallerzeugung und Abstrahlung.

IGTE

**Strömungsakustik und Vibroakustik:** Die grundlegenden physikalischen Phänomene der Kopplung zwischen Strömungsinstabilitäten, Turbulenz, Strukturschwingungen, Absorptionsflächen und Schallabstrahlung werden untersucht. Der Forschungsansatz kombiniert klassische theoretische Analysewerkzeuge mit validierten Arbeitsabläufen (einschließlich akustischer Analogien und stochastischer Modelle) und numerischen Simulationen (wie Large-Eddy Simulationen (LES), hybride aeroakustische Vorhersagen oder direkte numerische Simulationen (DNS des Strömungs- und Schallfeldes)).

Computervermodelle bilden die Grundlage für einen ersten hochaufgelösten Einblick in physikalische Bereiche, um grundlegende Phänomene zu verstehen, Theorien zu validieren und technische Systeme zu verbessern.



Lärmwirkungskreis.

IGTE

**Lärmwirkungsforschung:** Lärm ist ein Geräusch, das von einer Person als störend empfunden wird. Europaweit sind rund 140 Millionen Menschen schädlichem Lärm ausgesetzt, wobei Straßen- (113 Millionen), Schienen- (22 Millionen) und Flugverkehr (4 Millionen) die Hauptlärmquellen sind. Etwa eine Million Menschen sind von Industrielärm betroffen. Darüber hinaus bedroht eine hohe Lärmbelastung auch die Tierwelt. Die Forschung basiert auf den theoretischen Grundlagen der Lärmerzeugung an der Quelle, der Abstrahlung und der Ausbreitung unter Berücksichtigung von Topographie und Atmosphäre wie Meteorologie, Abschirmung und Bodendämpfung.

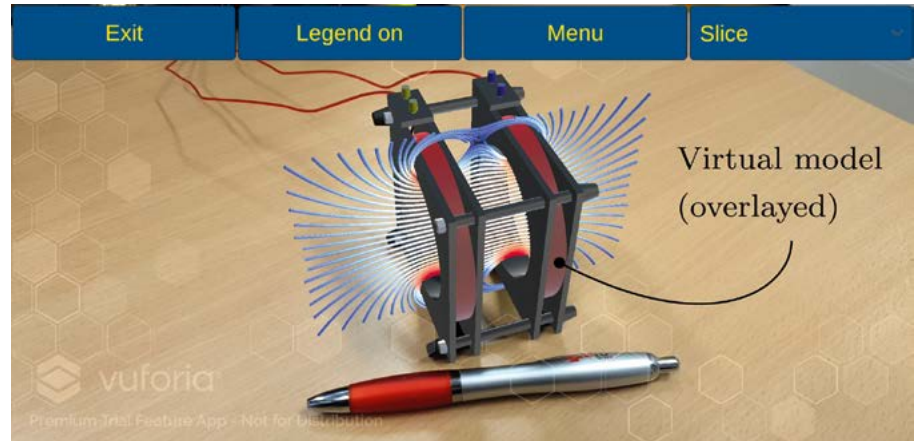
Dabei werden physikalische Mechanismen grundlegend untersucht, um besser zu verstehen, wie technische Schallquellen von der Quelle bis zur Wahrnehmung beherrscht werden können. Das erfordert die Zusammenarbeit mit Disziplinen wie dem Maschinenbau, dem Bauingenieurwesen und der Medizin. Ziel ist es, Schallquellen so zu gestalten, dass nur die gewünschten Töne abgestrahlt werden, während unerwünschte Geräusche gedämpft werden.



## Bemerkenswertes aus der Lehre

In der Lehre war und ist das IGTE zentral in allen Studienrichtungen der Fakultät einerseits in der Grundlagenausbildung und andererseits in den Spezialisierungen vertreten. So werden in den Bachelorstudien die Grundlagen im Bereich elektrotechnischer Phänomene sowohl mit elektrischen Netzwerken als auch mit feldtheoretischen Betrachtungsweisen vermittelt. Dazu zählen die folgenden Lehrveranstaltungen: Labor Grundlagen der Elektrotechnik, Grundlagen der Elektrotechnik, Elektrische Netzwerke und Mehrpole, Elektromagnetische Felder I (bis 2024 Elektrodynamik), Labor Elektrodynamische Grundversuche. Um die physikalischen Effekte und insbesondere die elektromagnetischen Felder und ihre Interaktionen besser zu verstehen, wird Augmented Reality (AR) als Werkzeug zur Visualisierung der unsichtbaren Felder eingesetzt. Um den starken Anstieg an Virtual Prototyping und damit numerischen Simulationen gerecht zu werden, erfolgt bereits in den Bachelorstudien die entsprechende Ausbildung durch die Lehrveranstaltungen Simulationsverfahren für mechatronische Systeme, Finite Elemente Methode: Grundlagen der Implementierung und Numerische Simulation für Digital Engineering.

Im Bereich der Mastervorlesungen stehen zentral die Pflichtlehrveranstaltungen Elektromagnetic Fields II (bis 2024 Theory of Electrical Engineering) und ab dem Wintersemester 2025 für das neue englischsprachige Mastercurriculum Electrical and Electronics Engineering die Pflichtlehrveranstaltung Optimization I. Im Bereich der multiphysikalischen Modellierung, Simulation und Optimierung werden die Lehrveranstaltungen Multiphysical Simulation I und II, Computational Electromagnetics, Computational Acoustics, Virtual Prototyping



Visualisierung des Magnetfeldes einer 3D-gedruckten Miniatur-Helmholtz Spule.

IGTE

of Electric Drives (gemeinsam mit dem Institut für Elektrische Antriebe und Leistungselektronische Systeme) und Optimization II angeboten. Zentral ist die Lehrveranstaltung Advanced Electrodynamics Laboratory, die sich insbesondere mit der Charakterisierung magnetischer Materialien und der Bestimmung der Materialmodellparameter beschäftigt. Im Bereich der Akustik werden die wesentlichen Lehrveranstaltungen Technische Akustik (gemeinsam mit dem Institut für Signalverarbeitung und Sprachkommunikation) sowie Schallschutz und Lärm angeboten und die theoretischen und simulationstechnischen Methoden, wie Schall aus Strömung entsteht, in der Lehrveranstaltung Aeroacoustics abgebildet.

# Institut für Elektronik

## Geschichtlicher Rückblick und Entwicklung des Institutes

Die Geschichte des Institutes für Elektronik geht auf den 24. Juli 1963 zurück, als Wilfried Fritzsche zum ordentlichen Universitätsprofessor für Hochfrequenztechnik ernannt wurde. Damals wurde das Institut für Hochfrequenztechnik und Elektronik als erstes einer Reihe von sogenannten „Schwachstrominstituten“ als Teil der damaligen Fakultät für Maschinenbau und Elektrotechnik gegründet.



Die erste Unterkunft des Institutes war die „Neue Technik“ in der Kopernikusgasse 24. Da die Fachgebiete, die das neu gegründete Institut vertreten sollte, an dieser Universität neu waren, musste sofort mit der Schaffung der für Forschung und Lehre notwendigen Infrastruktur begonnen werden. Neben der Forschung und Lehre in der klassischen Hochfrequenztechnik wurde verstärkt die Elektronik vertreten, insbesondere die damals noch recht junge Digitaltechnik. Im Jahr 1972 übersiedelte das Institut in das neu errichtete Gebäude in der Inffeldgasse 12, wo es sich auch heute noch befindet. Zu den ersten Forschungsschwerpunkten gehörten Methoden und Geräte zur Lawinenverschüttetensuche, Methoden zur Bestimmung von Gletschermächtigkeit und Schneehöhe sowie Systeme zur Überwachung von Lawinen mittels Radartechnik. In den folgenden Jahren kamen weitere Schwerpunkte wie das Stereo-Fernsehen und Messungen im Sport hinzu. Mit der Umwandlung der Technischen Hochschule in eine Technische Universität wurde 1975 eine eigene Fakultät für Elektrotechnik gegründet und das Institut in „Institut für Elektronik“ umbenannt.

Am 1. April 1984 übernahm Hans Leopold die Leitung des Institutes, nachdem Wilfried Fritzsche plötzlich und unerwartet verstorben war. Mit Hans Leopold begann eine grundsätzliche Neuausrichtung in Forschung und Entwicklung. Im Mittelpunkt standen nun der elektronische Schaltungsentwurf, der Entwurf, die Simulation und der Test integrierter Schaltungen, die elektromagnetische Verträglichkeit und die Entwicklung fertigungsgerechter elektronischer Systeme. Schwerpunkte, die bis heute zentrale Forschungsthemen geblieben sind.

IFE Team.

Ko Odreitz

Auch die technische Ausstattung des Institutes wurde im Hinblick auf die neuen Arbeitsgebiete deutlich erweitert. So wurden beispielsweise ein CAD-Labor mit leistungsfähigen Arbeitsplätzen für den Entwurf integrierter Schaltungen und ein voll ausgestattetes EMV-Labor eingerichtet. Durch die enge Zusammenarbeit mit der umliegenden Industrie wie Austria Mikro Systeme (heute ams-OSRAM AG), Siemens Entwicklungszentrum für Mikroelektronik (heute Infineon Technologies AG), Steyr Daimler Puch AG, Anton Paar GmbH, AVL etc. sowie dem Institut für Sensorik der Forschungsgesellschaft Joanneum (heute Joanneum Research) bestand ein ständiger Kontakt zu relevanten Forschungsfragen aus der Praxis.

Der rasanten Entwicklung der Elektronik, insbesondere der Mikroelektronik, wurde auch in der Lehre Rechnung getragen und neue Lehrveranstaltungen zu Themen wie Integrierte Schaltungen, Elektromagnetische Verträglichkeit, Automotive Electronics und Produktionsorientierte Entwicklung elektronischer Geräte wurden schrittweise aufgebaut. Die Beteiligung an den österreichischen Projekten UNICHIP und AUSTROCHIP/TMOe (Technologieverband Mikroelektronik Österreich) sowie an den europäischen Projekten ESPRIT II, EUROCHIP und EUROPRACTICE unterstreichen den hohen Stellenwert der Ausrichtung auf den Bereich der integrierten Schaltungen.

Nach der Pensionierung von Hans Leopold übernahm Wolfgang Pribyl am 1. September 2005 die Leitung des Institutes. Neben den traditionellen Schwerpunkten des Institutes – elektronische Bauelemente und Systeme sowie elektromagnetische Verträglichkeit – wurde der Bereich des Analog- und Mixed-Signal Chip Designs mit Schwerpunkt auf den Bedürfnissen der heimischen Mikroelektronikindustrie stark ausgebaut.

Ein wichtiger Meilenstein war die Etablierung eines Masterstudiengangs mit dem Schwerpunkt „Analog Chip Design“ durch die Integration als Wahlfach in die Masterstudiengänge Elektrotechnik und Telematik im Jahr 2007. In diesem Zusammenhang gebührt der lokalen Mikroelektronikindustrie großer Dank für ihre großzügige Unterstützung durch kontinuierliche finanzielle Zuwendungen und die Zurverfügungstellung von externen Lehrbeauftragten, um spezielle Kurse im Bereich der Mikroelektronik zu halten. Ohne dieses Engagement wäre die Einrichtung eines solchen Schwerpunktes in der Ausbildung nicht möglich gewesen. Heute bietet das Institut insgesamt 23 Lehrveranstaltungen in diesem Bereich an, bei denen die Studierenden sehr gut auf ihre weiteren Karriereschritte vorbereitet werden.

Durch enge Kooperationen mit der Halbleiterindustrie konnten seither viele national oder international geförderte Drittmittelprojekte eingeworben und damit auch viele praxisrelevante technische Aufgabenstellungen mit der notwendigen wissenschaftlichen Tiefe bearbeitet werden. Die Ergebnisse spiegeln sich seither in einer erfreulich hohen Anzahl von Publikationen der wissenschaftlichen Mitarbeiter\*innen des Institutes wider.

Am 1. März 2014 wurde Bernd Deutschmann als Professor für Elektronik an die TU Graz berufen und übernahm gleichzeitig die Leitung des Institutes. In seiner Zeit als Institutsleiter gelang es ihm, die traditionellen Forschungsbereiche des Institutes weiter auszubauen, zum Beispiel durch die Einrichtung einer weiblichen Tenure-Track-Stelle in einem neuen Forschungsbereich zur „Radiation Hardness“ integrierter Schaltungen. Darüber hinaus wurde die Infrastruktur im Forschungsbereich der elektromagnetischen Verträglichkeit elektronischer Systeme durch die Anschaffung neuer

Messgeräte weiter ausgebaut, um auch das EMV-Verhalten integrierter Schaltungen charakterisieren zu können.

Auch im Bereich der Lehre hat sich am Institut viel verändert und verbessert. Es wurden viel Zeit und Energie in die Modernisierung der Infrastruktur und der Digitalisierung investiert. Das Institut war eines der ersten, das auf die Kommunikation in sozialen Medien setzte und Informationen aus Forschung und Lehre in digitaler Form bereitstellte. So wurden die Vorteile der Digitalisierung ausgiebig genutzt und den Studierenden entsprechende Lehrinhalte seither auch in digitaler Form (zum Beispiel über Massive Open Online Courses – MOOCs bzw. YouTube) angeboten. Neben vielen Lehr- und Weiterbildungsvideos wurden neue Lehrmethoden und Lehrkonzepte entwickelt, wie zum Beispiel die Durchführung von Lehrveranstaltungen nach dem „Flipped Classroom“-Konzept.

Ein jährliches Highlight ist die Informationsveranstaltung „The Silicon Valley of Austria“, die seit 2014 von Bernd Deutschmann organisiert wird. Bei dieser Veranstaltung stellen sich Vertreter der umliegenden Halbleiterhersteller den Studierenden vor und stellten sich den Fragen zum Berufseinstieg und den vielfältigen Karrieremöglichkeiten.

Eine weitere Veranstaltung ist natürlich die jährliche EMV-Fachtagung, die abwechselnd vom Institut für Elektronik und der Seibersdorf Labor GmbH organisiert wird. Die EMV-Fachtagung hat sich seit mehr als zwanzig Jahren zu einem jährlichen Fixpunkt für den Erfahrungs- und Gedankenaustausch innerhalb der EMV-Community in Österreich und darüber hinaus entwickelt.

Durch den weiteren Ausbau des Institutes ist es Bernd Deutschmann auch gelungen, eine neue Stiftungsprofessur für „Robust Electronic Systems“ mit David Pommerenke zu besetzen, der seit Januar 2020 am Institut tätig ist. Damit konnte

die noch bestehende Lücke in der Forschung zu robusten elektronischen Systemen im Bereich der Verbesserung der Störfestigkeit gegen elektrostatische Entladungen (ESD) geschlossen werden.

Um die wachsenden wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Herausforderungen zu meistern, müssen die Hochschulen zunehmend mehr Verantwortung übernehmen. Um ihrer so genannten „dritten Mission“ gerecht zu werden, binden sie ihr Wissen aus Forschung und Lehre zunehmend in Gesellschaft und Wirtschaft ein. Eine Herausforderung, der sich das Institut seit Langem stellt, zum Beispiel durch zahlreiche Kooperationen mit der Wirtschaft. Auch beim Wissenstransfer aus der Forschung und Lehre hat das Institut eine Vorreiterrolle eingenommen. So wurden zum Beispiel im sogenannten Inno-EBS-Projekt (Interdisziplinärer Wissenstransfer in Electronic Based Systems) Weiterbildungsmöglichkeiten für Personen aus der Industrie angeboten. Gemeinsam mit mehreren industriellen und universitären Partnern in Europa arbeitet das Institut auch in dem von der EU geförderten Projekt METIS, ECS Academy sowie im Green-Chips-EDU an der Behebung des Fachkräftemangels in der Mikroelektronik. In allen Projekten spielt das Institut eine wichtige Rolle, im GreenChips-EDU ist es sogar Konsortialführer.

Heute beschäftigt das Institut um die 48 Personen, darunter zwei ordentliche Professoren, zwei Tenure-Track-Universitätsassistentenprofessor\*innen, einen Universitätsassistentenprofessor, zahlreiche Post-Doc und PhD-Universitätsassistenten sowie fünf Techniker und zwei Lehrlinge.

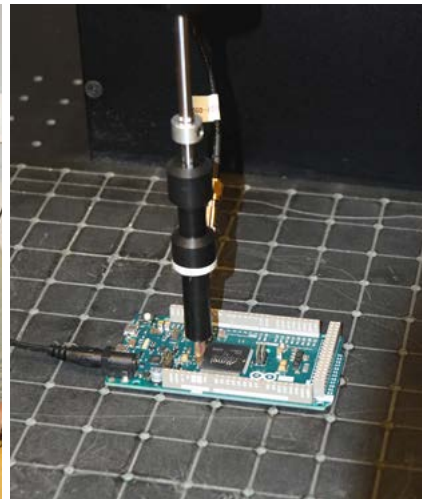
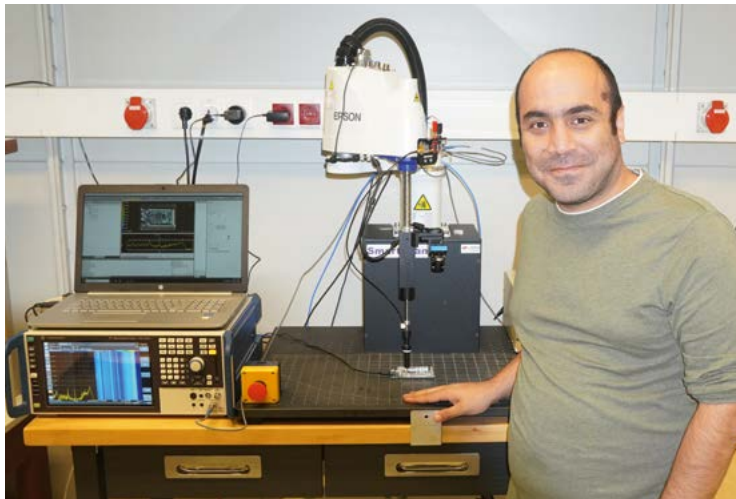
In der Lehre bietet das Institut derzeit 52 verschiedene Lehrveranstaltungen (26 im WS, 26 im SS) im Rahmen der Bachelor-, Master- und PhD-Studiengänge in allen Studienrichtungen der Fakultäten Elektrotechnik und Informationstechnik sowie Informatik und Biomedizinische Technik an.



## Aktuelle Forschungsschwerpunkte

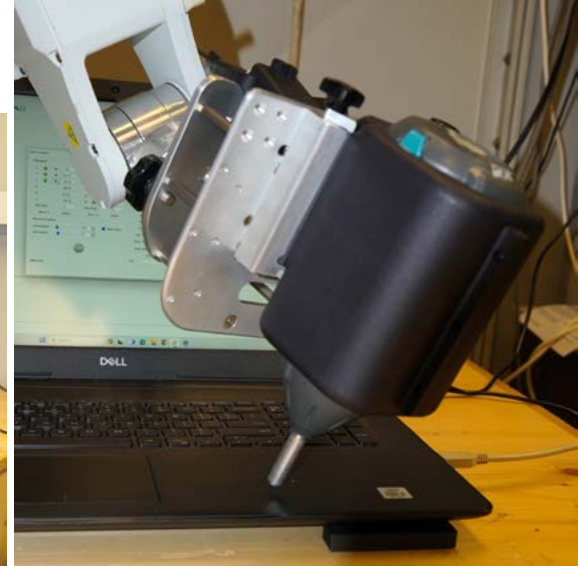
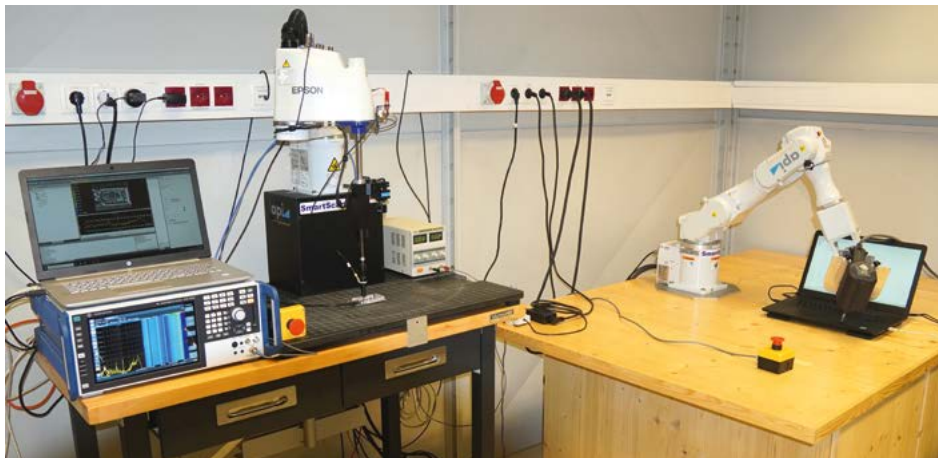
Eines der langjährigen Forschungsthemen am IFE ist die Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) von elektronischen Systemen und integrierten Schaltungen (ICs). Elektronische Systeme, insbesondere wenn sie im Automobilbereich eingesetzt werden und Aufgaben der funktionalen Sicherheit erfüllen, müssen eine entsprechende Robustheit gegen elektromagnetische Störbeeinflussungen aufweisen. Ihre korrekte Funktion muss unter allen Umständen, insbesondere auch unter rauen elektromagnetischen Umgebungsbedingungen, gewährleistet sein. In mehreren Forschungsprojekten befasst sich das Institut mit der Verbesserung der Immunität integrierter Schaltungen gegen elektromagnetische Störbeeinflussung. So entwickelt das IFE zum Beispiel in einem der Grundlagenforschungsprojekte ein Simulationstool, um die Störfestigkeit von ICs zu analysieren und IC-Designern zu helfen, mögliche Störfestigkeitsprobleme bereits während der Entwurfs- und Konzeptphase zu erkennen und zu analysieren.

Eine elektrostatische Entladung (ESD) wird durch Berührung zweier Objekte mit unterschiedlichem elektrischem Potenzial hervorgerufen. ESD weist einen kurzen, hohen elektrischen Strom auf, der elektronische Komponenten beschädigen und Systeme in ihrer Funktion beeinträchtigen kann. Der anhaltende Trend, mehr Bauelemente in ICs einzubauen, und die fortschreitende Miniaturisierung jener integrierten Strukturen verschärfen die Anforderungen hinsichtlich der ESD-Robustheit. Die genaue Charakterisierung von elektronischen Bauelementen und ihrer ESD-Robustheit ist eines der weiteren Forschungsfelder am Institut. Dafür werden Nahfeld-Scanner und robotergestützte ESD-Tests eingesetzt. So kann festgestellt werden, welches Bauteil durch ESD gestört wird und wie die Energie in eine Schaltung eingekoppelt wird. Weiterhin werden Tests an kompletten Systemen mit einem ESD-Emulator durchgeführt. Hier werden 5-Achsen-Robotersysteme entwickelt, die eine weitgehende Automatisierung der Tests ermöglichen.



Nahfeldscanner zur  
Messung der lokalen  
Abstrahlung und zur  
lokalen Einspeisung  
von Störsignalen.

Illenberger Johannes



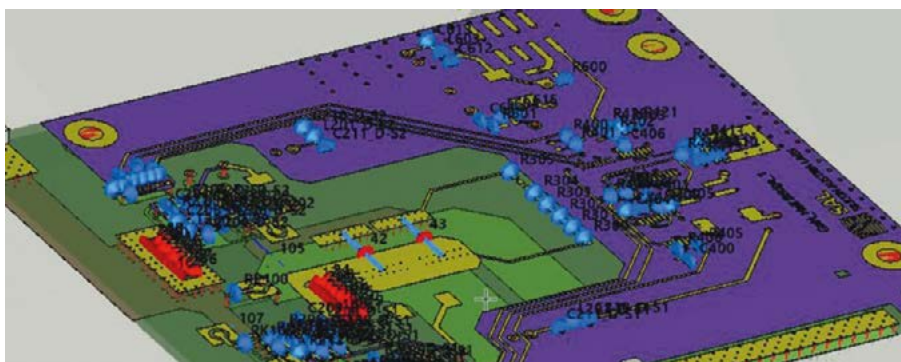
Roboter zur Prüfung der Robustheit gegen elektrostatische Entladungen mit ESD-Emulator (rechts) und Nahfeldscanner (links) zur Bestimmung der elektromagnetischen Felder einer Schaltung.

Rechts: Detailansicht des ESD-Emulators während eines ESD-Robustheitstests eines Laptops.

Illenberger Johannes

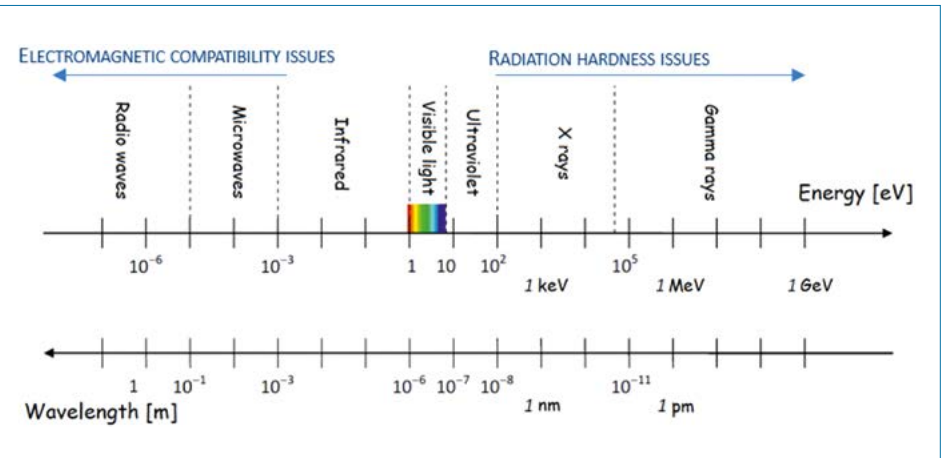
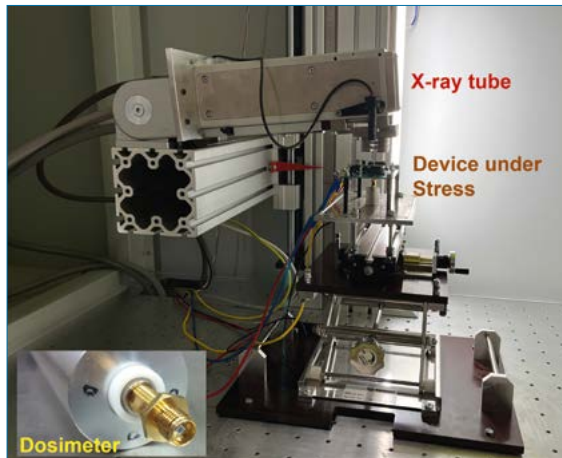
In der Forschungsgruppe „EMC Simulation“ werden EMV-Simulationsmodelle mit dem Schwerpunkt auf Elektrofahrzeuge und Leistungselektronik entwickelt. Das Interesse gilt der Simulation auf Komponenten- und Fahrzeugebene. Die Forschung inkludiert dabei auch den Bereich des maschinellen Lernens (ML), wobei verfügbare Methoden entsprechend angepasst werden, um die EMV-Eigenschaften elektronischer Systeme zu analysieren und trainierte ML-Modelle für die multikriterielle Optimierung nutzen zu können. Das Ziel ist es, optimale Designlösungen mit höherer Genauigkeit und über größere Frequenzbereiche als heute möglich, zu finden.

In der Forschungsgruppe „Radiation Hardness“ untersucht das IFE die Auswirkungen ionisierender Strahlung auf elektronische Geräte und integrierte Schaltungen. Im Weltraum, in der Medizin oder bei bestimmten industriellen Anwendungen kann die hochenergetische Strahlung Atome im Material ionisieren. Wenn Atombindungen brechen, ändern sich die Materialeigenschaften: optisch, mechanisch und auch elektrisch. Daher müssen Schaltkreise, die in ionisierenden Umgebungen arbeiten, unter Röntgenstrahlung getestet werden. Wenn ein Schaltkreis nicht „strahlungsfest“ ist, müssen Verbesserungsmaßnahmen getroffen werden, um einen zuverlässigen Betrieb in der rauen Anwendungsumgebung zu gewährleisten. Die Vorprüfung der Strahlungsfestigkeit wird in einem sicher abgeschirmten Röntgenschränk am Institut für Elektronik durchgeführt. In der Forschung wird am Verständnis der Strahlungseffekte durch Experimente und Modellierung der grundlegenden Mechanismen gearbeitet.



Beispiel einer EMV-Simulation einer Leiterplatte.

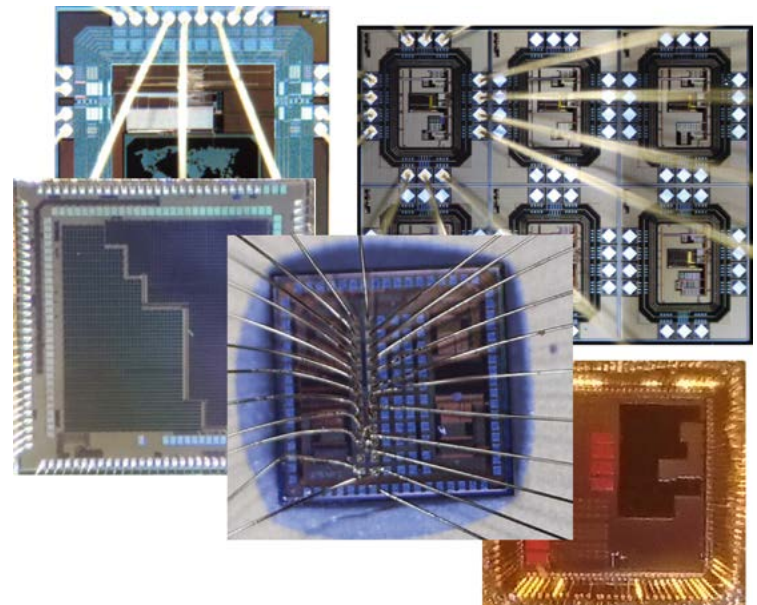
IFE



Das Institut für Elektronik engagiert sich natürlich auch stark im Bereich der Mikroelektronik und verfügt über eine moderne Infrastruktur, die für den Entwurf und die Evaluierung integrierter Schaltungen erforderlich ist. Im Zeitalter der Digitalisierung spielt die analoge Elektronik immer noch eine Schlüsselrolle für die Analog-Digital-Umsetzung, die Erfassung und Aufbereitung von analogen (Sensor-)Signalen oder die Erfassung beziehungsweise Überwachung von On- und Off-Chip-Parametern. In den Arbeiten konzentrieren sich die Mitarbeiter\*innen auf die Erforschung neuer Architekturen und Konzepte für solche Schaltungen. Bei der Entwicklung von Schaltkreisen müssen häufig Kompromisse zwischen verschiedenen Parametern eingegangen werden: Genauigkeit, Geschwindigkeit, Leistungsaufnahme und Silizium-Fläche. Sie müssen unter allen möglichen Betriebsbedingungen berücksichtigt werden: Temperaturbereich, Stromversorgungstoleranz und Prozessvariationen, einschließlich der Variabilität von Bauelement zu Bauelement (Matching). Darüber hinaus ist die Sicherstellung des zuverlässigen Betriebs integrierter Schaltungen im Bereich der elektromagnetischen Verträglichkeit, der elektrostatischen Entladung oder der Strahlungsfestigkeit und allgemein der Alterung eine Herausforderung für die Forschung am IFE.

Röntgenbestrahlungseinrichtung zur Charakterisierung der Strahlungsfestigkeit von ICs (IFE Radiation Hardness Lab).

Alicja Michalowska-Forsyth, IFE



Bilder von am IFE entwickelten Testchips.

Nikolaus Czepl, Alicja Michalowska-Forsyth, Peter Söser



# Institut für Kommunikationsnetze und Satellitenkommunikation

Im Jahr 1968 wird an der Fakultät für Maschinenbau und Elektrotechnik der TU Graz die Gründung eines Lehrstuhls für Nachrichtentechnik beschlossen. Schon im darauffolgenden Jahr, am 1. April 1969, beginnt die Arbeit am neugegründeten Institut unter der Leitung von Willibald Riedler; interessanterweise ist es dasselbe Jahr, in dem Neil Armstrong als erster Mensch den Mond betritt. Da es weder in der Rechbauerstraße 12 (Alte Technik) noch in der Kopernikusgasse 24 (Neue Technik) genügend Platz gibt, werden Institutsräumlichkeiten in der Krenngasse 37 angemietet. Erstes und damit ältestes Forschungsgebiet am Institut ist die genaue Untersuchung der Ionosphäre. Im November ist Martin Friedrich, der erste Assistent am Institut, schon unterwegs nach Kiruna (Schweden), um dort einen Raketenstart vorzubereiten. Bereits im ersten Jahr des Bestehens beantragt Willibald Riedler die Erweiterung des Instituts-

namens auf „Institut für Nachrichtentechnik und Wellenausbreitung“ (INW), was von der Fakultät auch genehmigt wird.

Im Jahr 1971 wird Willibald Riedler zum Leiter der Arbeitsgruppe für „Experimentelle Weltraumforschung“ der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (ÖAW) mit Standort Graz ernannt. Zwei Jahre später, 1973, erfolgt die Übersiedlung in die neuen Gebäude am Campus Inffeldgasse. Im selben Jahr wird auch eine Vereinbarung zwischen TU Graz und der damaligen Hochschule für Musik und darstellende Kunst geschlossen, wonach ein interuniversitäres Studium „Elektrotechnik-Toningenieur“ eingerichtet werden soll, und der technische Teil am INW angesiedelt sein würde. In die erste Hälfte der 70er-Jahre fallen auch Genehmigung und Bau des Observatoriums Lustbühel, wo die ÖAW-Aktivitäten in Graz ge-

Willibald Riedler  
(1932–2018).

Rechts: Observatorium  
Lustbühel.

IKS





bündelt werden. Die feierliche Übergabe findet im Dezember 1976 durch Herta Firnberg, die damalige Bundesministerin für Wissenschaft und Forschung, statt. Bereits ein Jahr später beginnt unter Dieter Kirchner der Aufbau einer hochpräzisen Zeitstation nach dem UTC-Standard.

Um die Einwerbung von Drittmittel im Rahmen einer praxisorientierten Zusammenarbeit mit Partnern aus Industrie und Wirtschaft zu ermöglichen beziehungsweise zu erleichtern, wird 1978 das Institut für Angewandte Systemtechnik (IAS) als Teil der Forschungsgesellschaft Joanneum gegründet, dessen Leiter Willibald Riedler bis 2002 war. Im Jahr 1980 erfolgt die Eröffnung und Inbetriebnahme des Tonstudios im Keller des INW, womit vor allem das Toningenieur-Studium eine entsprechende Aufwertung erfährt.

Im Jahr 1984 wird Willibald Riedler zum Direktor des Institutes für Weltraumforschung (IWF) mit Sitz in Graz ernannt, das er die folgenden achtzehn Jahre leitet. Einer der Höhepunkte in der wissenschaftlichen Bilanz des INW – und damit auch in der Karriere von Willibald Riedler – ist das Jahr 1991, wo Franz Viehböck im Rahmen des Projekts „Austromir“ als erster und bisher einziger österreichischer Astronaut zur sowjetischen Mir-Station fliegt, um dort verschiedene in Österreich entwickelte Experimente durchzuführen. Das gesamte Projekt wird am IAS bzw. INW koordiniert und von Willibald Riedler geleitet.

Die Emeritierung von Willibald Riedler erfolgt im Jahr 2000, allerdings bleibt er noch bis zu seinem 80. Geburtstag dem INW und IWF als Lehrender, Vortragender und Ratgeber verbunden.

Nach der Emeritierung von Willibald Riedler werden Professur und Leitung des Institutes international ausgeschrieben. Als Ergebnis des Berufungsver-

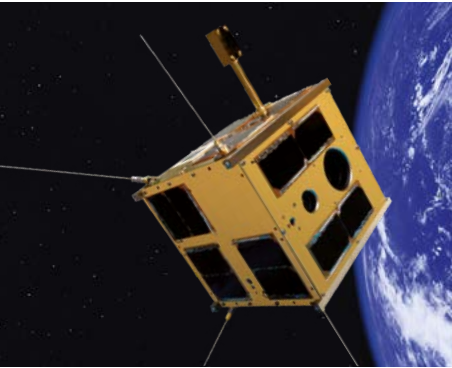


fahrens wird Otto Koudelka 2002 mit dieser Aufgabe betraut. Zwei Jahre später erfolgt die Aufteilung des INW in das Institut für Kommunikationsnetze und Satellitenkommunikation (IKS) einerseits und in das Institut für Breitbandkommunikation (IBK) andererseits. Fortan gilt das IKS unter der Leitung von Otto Koudelka als direkter Nachfolger des INW. Satellitenkommunikation und Satellitentechnologie sind die Arbeitsschwerpunkte am IKS.

Ein wichtiger Meilenstein für die wissenschaftliche Ausrichtung des Institutes ist die Unterzeichnung eines FFG-Kontrakts im Jahr 2006. Ein Kleinsatellit (TUGSAT) zur Beobachtung von massereichen, hellen Sternen in der Milchstraße soll entwickelt werden; das Institut für Astrophysik der Universität Wien und das Spaceflight Lab der Universität Toronto in Kanada sind Partner. Fünf Jahre später, 2011, wird das Österreichische Weltraumrecht im Parlament beschlossen. Es ist nicht zuletzt das Verdienst von Otto Koudelka, der im TUGSAT-Projekt immer wieder darauf hingewiesen hat, dass dieser Kleinsatellit – wie auch alle folgenden – nicht unter österreichischer Flagge starten kann, solange das Land kein eigenes Weltraumrecht besitzt.

Franz Viehböck an  
Bord der Mir-Station.

Franz Viehböck



TUGSAT als  
erster österreichischer  
Satellit im All.

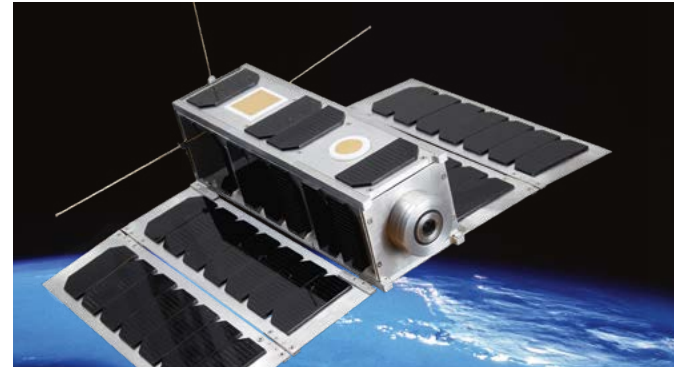
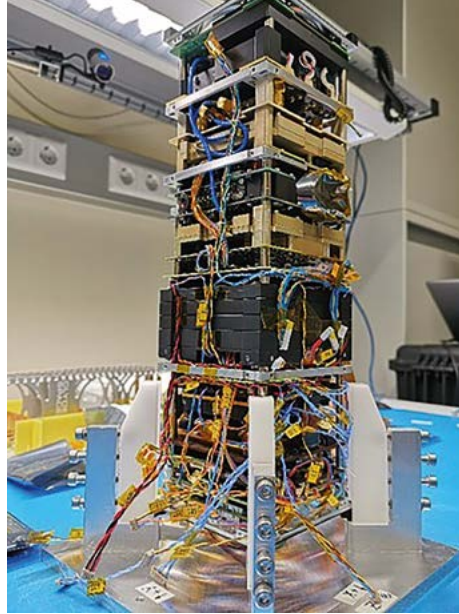
Satellit: Schrotter – TU Graz,  
Weltraum: FrameAngel – AdobeStock

Mitte: Assemblierung  
von OPS-SAT im Reinraum  
des IKS.

IKS

Rechts: OPS-SAT als  
fliegendes Weltraumlabor.

Satellit: Melbinger – TU Graz  
Weltraum: NASA via Wikimedia Commons



Am 25. Februar 2013 erfolgt – nach vielen Verschiebungen und Verzögerungen aus unterschiedlichen Gründen – der langersehnte Start von TUGSAT mit Hilfe einer indischen Trägerrakete. Obwohl nur für eine Missionsdauer von zwei Jahren konzipiert, liefert der Satellit nach mehr als elf Jahren noch immer Daten an die Bodenstation in Graz, die an die Astronomen in Wien zur Analyse weitergegeben werden.

Bereits ein Jahr nach dem Start von TUGSAT unterzeichnet Otto Koudelka einen Vertrag mit der Europäischen Weltraumagentur (ESA) zur Entwicklung eines weiteren Kleinsatelliten (OPS-SAT) in Form eines 3U-Cubesat. Der Satellit soll als eine Art fliegendes Weltraumlabor mit rekonfigurierbarer Nutzlast konzipiert werden. Projektpartner sind Institutionen und Firmen aus Österreich, Deutschland, Dänemark und Polen.

Die TU Graz übernimmt 2015 mit „SpaceTech“ von der Universität Delft, Niederlande, ein postgraduales Masterstudium mit dem Schwerpunkt auf Space Systems and Business Engineering. Unter gemeinsamer Leitung durch IKS und Life Long Learning der TU Graz sollen vor allem Leute mit mehrjähriger, einschlägiger Erfahrung als Zielgruppe angesprochen und ausgebildet werden.

Im Jahr 2017 wird ein ESA-Vertrag zur Entwicklung eines dritten Kleinsatelliten (PRETTY) unterzeichnet, diesmal zum Zweck der Erdbeobachtung, wobei der Satellit baugleich mit OPS-SAT sein würde. Projektpartner sind Beyond Gravity (vormals RUAG Space) in Wien und Seibersdorf Laboratories. Am 18. Dezember 2019 wird OPS-SAT vom französischen Weltraumbahnhof in Kourou (Französisch-Guyana) mit einer russischen Sojus-Rakete in den Weltraum gebracht. Betrieben wird der Satellit über das European Space Operations Center (ESOC) in Darmstadt, die Bodenstation des IKS dient als Backup-Lösung. Die Mission endet 2024 mit dem geplanten Verglühen des Satelliten in der Erdatmosphäre.

Otto Koudelka emeritierte im September 2021. Zwei Jahre später, am 9. Oktober 2023, wird PRETTY vom französischen Weltraumbahnhof in Kourou erfolgreich mit einer europäischen Vega-Rakete gestartet. Die Mission wird mit Hilfe der IKS-Bodenstation in Graz überwacht, wo auch alle Daten gesammelt und an die Partner übermittelt werden. An dieser Stelle sei noch darauf hingewiesen, dass Manuela Wenger mit Planung und Umsetzung der Satellitenprojekte ganz entscheidend zu deren Erfolg beigetragen hat.



In der Ära Koudelka wurden in Person von Wilfried Gappmair bedeutende Forschungsleistungen auch abseits der Kleinsatelliten erbracht, etwa auf dem Gebiet der digitalen Modulations- und Synchronisationsverfahren, welche typischerweise in der Satellitenkommunikation Verwendung finden, ebenso wie in der Entwicklung fehlerkorrigierender Algorithmen, der Schätzung von Übertragungsparametern sowie der Untersuchung von optischen Übertragungsmethoden auf Satellitenstrecken. Dazu zählen auch die Beiträge von Franz Teschl im Bereich der troposphärischen Wellenausbreitung, des Designs leistungsfähiger Antennen und der Nutzung von Satellitenterminals für meteorologische Zwecke. Nicht zu vergessen die zahlreichen Messkampagnen, die in diesen Jahren u. a. im Auftrag des Österreichischen Bundesheeres durchgeführt wurden.



Anfang Juli 2023 übernimmt Klaus Witrissal die Leitung des IKS, nachdem er erfolgreich aus dem entsprechenden Berufungsverfahren hervorgegangen ist. Mit der drahtlosen Kommunikationstechnik im terrestrischen Bereich bringt er einen neuen Forschungsschwerpunkt an das Institut. Auch das Christian Doppler Labor für Ortssensitive Elektronische Systeme und das EU-H2020 Projekt „REINDEER“ kommen mit der Berufung von Klaus Witrissal an das IKS, gemeinsam mit Forscherteams, die diese Projekte bearbeiten. Ein spezieller Schwerpunkt der Arbeit von Klaus Witrissal sind funkbasierte Ortungssysteme und funkbasierte Sensorik. Zur Vertiefung dieser Forschungsrichtungen wurde ein neues Labor eingerichtet, unter anderem mit finanzieller Unterstützung der Firma NXP Austria GmbH.

Für das Jahr 2025 ist der Start des EU-Projekts „AMBIENT-6G“ geplant, das im Rahmen von „Horizon Europe“ gefördert wird und an dem das IKS maßgeblich beteiligt sein wird. Dieses Projekt zielt auf die Einbindung von energie-autarken Funkknoten in Mobilfunknetzen der 6. Generation, wobei die Energieversorgung der Knoten direkt aus den Funksignalen gewährleistet sein soll.

Links: IKS-Kontrollraum für Satellitenmissionen.

Unten: Antennenplattform am Dach des Institutsgebäudes.

Rechts: Aufbau des Messsystems für das REINDEER-Projekt.

IKS



# Institut für Signalverarbeitung und Sprachkommunikation



Markus Kaiser – Graz

## Eine kurze Geschichte des SPSC Labs

**Anno Domini 2000** – also vor 25 Jahren – wurde das Signal Processing and Speech Communication Laboratory SPSC Lab mit der Berufung von Gernot Kubin auf eine Universitätsprofessur für Nichtlineare Signalverarbeitung an der TU Graz gegründet. Das war ein verspätetes Ergebnis der 1993 durchgeführten Evaluierung der Elektrotechnik, die alle relevanten Universitätsinstitute und Forschungseinrichtungen in Österreich erfasst hatte. Zunächst wurde das Labor im Verband

des Institutes für Nachrichtentechnik und Wellenausbreitung eingerichtet und bestand aus zwei Mitarbeitern in Forschung und Lehre, Christian Feldbauer von der TU Graz und Dmitriy Shutin von der Dnepropetrowsk State University, Ukraine.

**Im Jahr 2001** trat das Entwicklungszentrum von Infineon Technologies in Villach an das Labor heran, um ein kooperatives Forschungsprojekt im Bereich der nichtlinearen Signalverarbeitung für xDSL-Systeme zu starten, was zu einer langfristigen strategischen Zusammenarbeit zwischen diesen beiden Partnern führte, die auch heute noch erfolgreich ist. Dadurch lernten wir gravierende Probleme bei der Identifizierung und Kompensation nichtlinearer Systeme in realen Umgebungen kennen, die als treibende Kraft für die Grundlagenforschung dienten und uns den Feinschliff in der Algorithmenentwicklung vermittelten. Außerdem wurde das Studierendenlabor eingerichtet, das zwölf voll ausgestattete Arbeitsplätze für die Entwicklung und Messung digitaler Signalverarbeitungssysteme (DSP) bietet. Ermöglicht wurde das durch eine Kombination aus dem von der Universität erhaltenen Berufungszusage und der engen Zusammenarbeit mit dem Institut für Technische Informatik, die es uns erlaubte, dem ELITE University Program von Texas Instruments Europe beizutreten. Dieses Programm wählte die besten 3% der europäischen Hochschulen aus und bot erstklassige Unterstützung und Spenden für komplette DSP-Hardware- und Softwareumgebungen. Schließlich wurde in Zusammenarbeit mit mehre-



ren Instituten der TU Graz und den lokalen Chip-design-Firmen Austria Micro Systems, Infineon Technologies und Philips Semiconductors das Intensivprogramm „SoCware – System-on Chip Design“ durchgeführt, das zur Etablierung einer SoC-Spezialisierung im Masterstudium Telematik führte.

Im Jahr 2002 gelang uns die Gründung des Christian Doppler Labors für Nichtlineare Signalverarbeitung, eine gemeinsame Anstrengung mit unserem Partner Infineon Technologies, später erweitert durch die Kooperation mit den Austrian Research Centers ARC. In diesem Labor wurden im Laufe der Jahre mehrere Projekte durchgeführt, die sowohl die drahtgebundene als auch die drahtlose Kommunikation, Linearisierungsmethoden mit Echokompensation und Vorverzerrung, Adaptionen- und Realisierungskonzepte für nichtlineare Systeme, Fehlerkompensation für Analog-Digital-Wandler, neuartige Strukturen für voll-digitale Phasenregelschleifen sowie unsere ersten Hardware-Realisierungsschritte in der Ultrabreitband-UWB-Kommunikation umfassten. Im selben Jahr kam der erste internationale Forschungsstipendiat in unser Labor, Tuan Van Pham von der Danang University of Technology in Vietnam. Er war der erste von bisher neun Forschungsstipendiat\*innen, die durch den Österreichischen Akademischen Austauschdienst (ÖAD) finanziert wurden, und die alle zum Aufbau unseres globalen Alumni-Netzwerks beitragen. Bis zum Jahresende wuchs die Zahl der von der Universität finanzierten Mitarbeiter durch die Anstellung der Postdocs Klaus Witrissal von der TU Delft und Franz Pernkopf von der Montanuniversität Leoben auf vier.

Im Jahr 2003 erhielt Franz Pernkopf ein „Erwin Schrödinger Fellowship“ des österreichischen Wissenschaftsfonds FWF, das ihn als Gastfor-



scher an die Oakland University und die University of Washington, Seattle, führte. Damit begann eine Serie von „Erwin Schrödinger Fellows“ aus dem SPSC-Labor: Heinz Köppl ging an die University of California in Berkeley, Christian Feldbauer an die KTH Stockholm und die University of Cambridge, Christian Vogel an die ETH Zürich, Dmitriy Shutin an die Princeton University, Bernhard Geiger an die TU München und Erik Leitinger an die Lund University. Laut FWF-Statistiken erlangen mehr als 50% der Fellows binnen zehn Jahren Professuren, eine Statistik, die auch auf unsere Institutsangehörigen zutrifft. In der Lehre begann eine enge Zusammenarbeit mit dem Institut für Grundlagen der Informationsverarbeitung durch die Einrichtung von „Computational Intelligence“ als erste gemeinsame Lehrveranstaltung von Professoren der Fakultäten für Elektrotechnik und Informationstechnik und für Informatik. Zugleich war dies das erste Pflichtfach im Bereich des maschinellen Lernens an der TU Graz. Fünf Jahre später gewannen zwei Bachelorstudierende dieser Lehrveranstaltung als Teil eines von über 5.000 teilnehmenden Teams den Netflix Prize, „a machine learning and data mining competition for movie rating prediction“.

A. Töschner und M. Jahrer, Studierende unserer Lehrveranstaltung Computational Intelligence, übernehmen mit ihrem Team den Netflix Prize in der Höhe von 1 Million US\$.

The Winners of the Netflix Prize  
Getty Images/Jason Kempin/Staff Editoria

Im Jahr 2004 führte das österreichische Universitätsgesetz UG2002 zu einer Umstrukturierung der Universität, und das SPSC Lab wurde als Institut für Signalverarbeitung und Sprachkommunikation zu einem eigenständigen Universitätsinstitut mit mehr als zwanzig Wissenschaftler\*innen, das seine Zusammenarbeit mit den anderen Instituten im Fachbereich Nachrichtentechnik und Wellenausbreitung fortsetzte. Das Labor war erstmals im sechsten Rahmenprogramm der EU mit den Forschungsprojekten „Services for NOmadic Workers SNOW“ (mit EADS Frankreich, SAP Deutschland, SBS Siemens Business Services Deutschland, Fraunhofer FIRST Deutschland, Loquendo Italien und ARC Österreich) und „Emergency Ultra-wideband RadiO for Positioning and COMmunications EUROPCOM“ (mit Thales England/Frankreich, TU Delft und IMST Deutschland) erfolgreich dabei.

Im Jahr 2005 starteten wir unsere ersten Projekte im Rahmen des staatlich geförderten FIT-IT-Programms. Während das Projekt „Semantische Phonetische Automatische Rekonstruktion von Diktaten SPARC“ den Preis für den besten Projektantrag in der ersten Ausschreibung für Semantische Systeme gewann, war das Projekt „MISTRAL – Measurable intelligent and secure semantic extraction and retrieval of multimedia data“ das erste, das sechs Institute der TU Graz innerhalb des Fachgebiets Information, Computing, and Communications Technologies ICCT vereinte. Auf regionaler Ebene war das Projekt „SonEnvir – A sonification environment for scientific data“ das erste gemeinsame Projekt aller vier Grazer Universitäten, gefördert durch den Zukunftsfonds des Landes Steiermark. Im selben Jahr wurde mit der Berufung von W. Bastiaan Kleijn von der Königlich-Technischen Hochschule KTH Stockholm die Otto-Nußbaumer-Gastprofessur für „Smart Systems for a Mobile Society“ eingeführt.

Im Jahr 2006 gelang es einem Konsortium, bestehend aus Philips Speech Recognition Systems Vienna, Sail Labs Technologies Vienna, dem Österreichischen Forschungsinstitut für Künstliche Intelligenz ÖFAI in Wien, SPSC Lab und einigen anderen Partnern, das „Competence Network for Advanced Speech Technologies COAST“ zu gründen, ein industrielles Forschungsnetzwerk, das von nationalen und regionalen Agenturen im Rahmen des K-net Programms finanziert wurde. Das Netzwerk bündelte seine Kräfte rund um das Thema automatische Spracherkennung, wie sie für das Diktieren in medizinischen Dokumentationen für die elektronische Patientenakte und für das Media Mining in audiovisuellen Rundfunkarchiven benötigt wird. Das SPSC Lab übernahm die wissenschaftliche Leitung in diesem Netzwerk und leistete Beiträge zur akustischen Front-End-Verarbeitung, zur phonetischen Modellierung und Anpassung sowie zum maschinellen Lernen für die einkanalige Sprechertrennung. Als Veranstaltung für die breite Öffentlichkeit demonstrierten die Voice Games auf dem traditionellen Ball der Technik die Technologie der Stimmtransformation in einem unterhaltsamen Rahmen.

Im Jahr 2007 nutzten wir ein innovatives Angebot der Christian Doppler Forschungsgemeinschaft und eröffneten als Pioniere eine internationale Außenstelle des Christian Doppler Labors für nicht-lineare Signalverarbeitung an der Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover. Die Außenstelle wurde von Ilona Rolfes geleitet, die auf Hochfrequenztechnik spezialisiert ist, was es uns ermöglichte, die industrielle Zusammenarbeit des Christian Doppler Labors auf dieses spannende Gebiet auszuweiten. Diese Erfahrung förderte den Zusammenschluss mit fünf Instituten der TU Graz innerhalb des ICCT Field of Expertise, um das „Radio-Frequency Competence Network“ der TU Graz zu

gründen. Als erste gemeinsame Aktivität reichte dieses Netzwerk einen Antrag beim Österreichischen Rat für Forschung und Technologieentwicklung (RFT) ein und erhielt die notwendigen Mittel für eine neue Professur für Hochfrequenztechnik einschließlich einer großzügigen Ausstattung an Spezialgeräten. Auf der Leitungsebene der Universität wurde Gernot Kubin zum Vorsitzenden des Senates an der TU Graz gewählt.

Im Jahr 2008 wurde die langjährige Zusammenarbeit mit dem Forschungszentrum für Telekommunikation Wien (FTW) auf die nächste Stufe gehoben. Dieses Zentrum wurde 1998 als K-plus Zentrum gegründet und arbeitete von Anfang an eng mit dem SPSC Lab zusammen. Mit der erfolgreichen Bewerbung des FTW um ein COMET K1-Zentrum wurde die TU Graz zum strategischen Partner des Zentrums und erwarb Anteile an dessen Betriebsgesellschaft. Das ermöglichte eine engere Abstimmung der gemeinsamen Strategien in den Bereichen Telekommunikation, Verkehrstelematik und Energiesysteme und führte zu gemeinsamen Projekten mit neuen Partnerinstituten der TU Graz. Ein weiterer Antrag an das COMET-Programm initiierte erfolgreich das K-Projekt „Advanced Audio Processing AAP“, das drei Grazer Akustikforschungseinrichtungen unter einem Dach vereint: das Institut für Elektronische Musik und Akustik (IEM) der Universität für Musik und darstellende Kunst, das DIGITAL Institut von Joanneum Research und das SPSC Lab. Und auf nationaler Ebene bewilligte der österreichische Wissenschaftsfonds FWF das Nationale Forschungsnetzwerk „SISE – Signal and Information Processing in Science and Engineering“, das Akteure aus Mathematik, Computerwissenschaften und Signalverarbeitung in Wien und Graz zusammenbrachte, um die Grundlagenforschung im Bereich der verteilten Verarbeitung in Sensornetzwerken voranzutreiben.



Im Jahr 2009 erhielt einer unserer leitenden Wissenschaftler, Klaus Witrisal, seine Venia docendi in Wireless Communications und wurde zu einem der ersten Associate Professoren an der TU Graz ernannt. Zur gleichen Zeit wurde Dmitriy Shutin eine Juniorprofessur an der Universität Bochum in Deutschland angeboten, die er zugunsten einer Forschungsstelle an der Princeton University ablehnte. Das SPSC Lab wurde vom Rektor der TU Graz mit dem Erfinderpreis ausgezeichnet und gehörte damit zu den Top 3 Instituten dieser Universität, was Erfindungsmeldungen und Patente betrifft. Einige Monate lang waren wir mit der Übersiedlung in die neuen Räumlichkeiten im Erdgeschoss der Inffeldgasse 16c beschäftigt, die es uns endlich ermöglichten, unsere Büroräume (die auf drei Gebäude verteilt waren) zusammenzulegen, und zu einer effizienteren Kommunikation im Team führte.

Die 2009 neu bezogenen Räumlichkeiten wurden auch gleich für Experimente zur Funklokalisierung benutzt.

IKS

Im Jahr 2010 erhielt mit Franz Pernkopf der nächste leitende Wissenschaftler unseres Labors die Venia docendi in Intelligent Systems und kurz darauf wurde er zum Associate Professor ernannt. Der Alumnus des SPSC Labors, Heinz Köppl, wurde auf eine SNF-Förderungsprofessur für „Computational Systems Biology“ an der ETH Zürich berufen, was das breite Spektrum der Signalverarbeitung als interdisziplinäre Technologie verdeutlicht. Vier Jahre später wurde er Professor für Bioinspirierte Kommunikationssysteme und Leiter des Self-Organizing Systems Lab an der TU Darmstadt. Mitglieder unseres Labors wurden mit Sonderpreisen des Rektors der TU Graz ausgezeichnet, diesmal für ihre Best-Practice-Modelle bei Lehr-evaluationen (Martin Hagmüller) und Inventurdatenerfassung (Andreas Lässer). Die strategische Partnerschaft mit dem FTW wurde durch die Eröffnung einer Außenstelle an der TU Graz gestärkt, die am SPSC Lab angesiedelt und von unserem Alumnus Christian Vogel geleitet wurde. In diesem Rahmen wurden auch Projekte weitergeführt, die aus dem Christian Doppler Labor für Nichtlineare Signalverarbeitung hervorgingen, das in diesem Jahr nach fast acht Jahren Laufzeit erfolgreich abgeschlossen werden konnte. Außerdem starteten wir im siebten Rahmenprogramm der EU das Forschungsprojekt „Design methods for Radio Architectures GOing Nanoscale DRAGON“ in Zusammenarbeit mit Universitäten in Lund und Leuven sowie den Firmenpartnern Infineon Austria, Technikon, Ericsson Schweden und IMEC Belgien. Ende des Jahres wurde Franz Pernkopf mit dem Förderungspreis für Wissenschaft und Forschung des Landes Steiermark 2010 ausgezeichnet.

Im Jahr 2011 wurde auf der Website des Institutes der Blog „Result of the Month“ eingerichtet, und mehr als 160 Monate später bieten Wissenschaftler\*innen unseres Institutes nach wie vor

monatlich aktuelle Ergebnisse ihrer Forschungsarbeit in kurzen einfachen Darstellungen an, verlinkt mit weiterführenden Publikationen für besonders Interessierte. Im zeitlichen Verlauf kann man die Entwicklung von Schwerpunktthemen am Institut hervorragend verfolgen. Die gesamte Lehre in Akustik und Audiotechnik unter der Leitung von Gerhard Graber, außerordentlichem Professor am Institut für Breitbandkommunikation, übersiedelte an unser Institut. Damit entwickelte sich das SPSC Lab im Umfeld des Lehrstudios zu einem Schwerpunktinstitut für das Elektrotechnik-Toningenieurstudium. Die gebündelte Kompetenz zur Sprachverarbeitung war die Grundlage der Ausgründung der Firma SYNVO – Synthetic Voices durch Harald Romsdorfer, Gernot Kubin und Stefan Petrik mit dem Ziel, einen Service für das automatische Vorlesen von Artikeln in (digitalen) Printmedien aufzubauen – eine Technologie, die uns im Jahr 2025 fast schon selbstverständlich vorkommt, zur damaligen Zeit aber an der Markteinführung scheiterte. Der FWF verlängerte nach strenger Evaluierung das Nationale Forschungsnetzwerk „SISE – Signal and Information Processing in Science and Engineering“ für eine zweite Phase von drei Jahren.

Im Jahr 2012 erhielten wir Verstärkung durch Barbara Schuppler, die als PostDoc von der Radboud University in Nijmegen (Niederlande) zu uns wechselte und im Hertha Firnberg Programm mit dem Projekt „CLCS – Cross-layer pronunciation modeling for conversational speech“ erfolgreich war. Im siebten Rahmenprogramm der EU startete das Projekt „Distant speech Interaction for Robust Home Applications DIRHA“ mit den Partnern Fondazione Bruno Kessler in Trento, ST Microelectronics Italien, Universitäten in Lissabon und Athen sowie KMUs in Italien. Durch eine kurzfristige Einreichung zur MINT Budgetoffensive des Bundesmi-



nisteriums für Wissenschaft und Forschung konnten Sondermittel zur Erneuerung des Regieplatzes im Lehrstudio mit einem professionellen Mischpult sowie für weitere Geräte der akustische Messtechnik eingeworben werden. Auch hier bewährte sich wieder die gemeinsame Vorgangsweise mit dem IEM an der Kunstuniversität Graz.

Im Jahr 2013 wurde die Schwerpunktbildung in der Akustik am Standort Graz fortgesetzt, nach Abschluss des COMET K-Projekts AAP folgte nun mit „Acoustic Sensing and Design ASD“ ein weiteres vierjähriges K-Projekt. Und in der Lehre begann Bernhard Geiger mit der Nutzung von Computer Gaming zum Erlernen der Zusammenhänge zwischen Pol-Nullstellenverteilungen und dem Frequenzgang linearer zeitinvarianter Systeme.

Im Jahr 2014 gelang dem SPSC Lab ein bemerkenswerter Erfolg bei der „15th Annual Conference of the International Speech Communication Association INTERSPEECH“ in Singapur. Insgesamt neun wissenschaftliche Publikationen von Institutsangehörigen wurden zur Präsentation bei dieser Flagship Konferenz der Sprachkommunikation angenommen, damit lag das SPSC Lab weit vorne im internationalen Spitzenfeld. Der daraus resultierende Motivationsschub beflügelte den Ehrgeiz, im Folgejahr ein Angebot zur Ausrichtung dieser Tagung in Graz abzugeben, das bereits im ersten Anlauf die Konkurrenzangebote übertraf.

Im Jahr 2015 genehmigte die FFG das Forschungsprojekt „HumanEVoice – Gender-appropriate human voice using an artificial larynx“, das erste Institutsprojekt mit starker Berücksichtigung der Genderforschung und des userzentrierten Designs unter Leitung von Martin Hagmüller. Neben einem KMU aus Deutschland beteiligte sich unter anderem Corinna Bath, Professorin für Gender, Technik und Mobilität an der Technischen Universität Braun-



Aufnahme läuft –  
Blick vom Regieplatz  
in den Studioraum.

Lunghammer – TU Graz

schweig. Im selben Jahr wurde von der TU Graz die Nikola Tesla Medaille an Gernot Kubin verliehen, der von allen Wissenschaftler\*innen der TU Graz die meisten erteilten Patente in den fünf vorangegangenen Jahren nachweisen konnte.

Im Jahr 2016 konnten wir Corinna Bath für die erste Gastprofessur für Gender & Technik an der TU Graz gewinnen. Sie wurde von unserem Institut aufgenommen und bot über drei Monate interdisziplinäre Lehre für Studierende mehrerer Fakultäten an. Weiters erfolgte die erstmalige Ausschreibung von sogenannten Leadprojekten der TU Graz, das sind Exzellenzprojekte, die für sechs Jahre aus dem Budget des Vizerektorats Forschung finanziert werden und fakultätsübergreifend einem der fünf Fields of Expertise (FoE) zugeordnet sind. In der ersten Runde wurde im internationalen Peer Review ausschließlich das Projekt „Dependable Internet of Things in Adverse Environments“ als exzellent bewertet, das insgesamt zehn Key Researcher aus dem FoE Information



M. Hagmüller und  
A. Fuchs beim  
Experimentieren mit  
der Bionic Voice  
für kehlkopflose  
Patient\*innen.

Lunghammer – TU Graz

Communication and Computing gemeinsam beantragt hatten. Mit Gernot Kubin, Klaus Witrals und Franz Pernkopf waren drei davon Institutsangehörige des SPSC Lab. Dieses Exzellenzprojekt hat nachhaltige Wirkung in der Förderung institutsübergreifender Kooperation und der internationalen Sichtbarkeit gezeigt.

Im Jahr 2017 fand in Honolulu (Hawaii) im Rahmen des „IEEE International Microwave Symposium“ eine Student Design Competition zum Thema „Power Amplifier Linearization through Digital Predistortion“ statt und das Team unserer beiden Dissertanten Harald Enzinger und Karl Freiburger setzte sich gegen weltweite Konkurrenz als Gewinner durch. Mit dieser Spitzenleistung konnte ein fünfzehnjähriger Kompetenzaufbau im Christian Doppler Labor für Nichtlineare Signalverarbeitung und daran anschließend im FTW am Standort Graz fulminant abgeschlossen werden. Gegen Jahresende gelang Barbara Schuppler beim FWF die Einwerbung des Projekts „CLCS\_2 – Cross-

layer prosodic models for conversational speech“ im Rahmen des kompetitiven „Elise Richter Programms“, wodurch ihre weitere Forschungstätigkeit zur Habilitation abgesichert wurde.

Im Jahr 2018 nahm das Christian Doppler Labor für Ortssensitive Elektronische Systeme unter Leitung von Klaus Witrals seine Arbeit am Institut auf. Industriepartner sind die NXP Semiconductors Austria GmbH & CO KG sowie die VusionGroup GmbH. Der Zukunftsfonds Steiermark förderte den Aufbau des „aiMotionLab – Artificial Intelligence in Motion Laboratory“, eine kollaborative und interdisziplinäre Forschungsinfrastruktur dreier Hochschulen (TU Graz, MU Leoben, FH Joanneum) zur Entwicklung, Installation und Evaluierung von AI-Systemen für bewegte und vernetzte cyber-physische Systeme. In diesem Rahmen wurde von unserem Systemarchitekten Markus Köberl eine leistungsfähige Infrastruktur für maschinelles Lernen (GPU Cluster) aufgebaut.

Im Jahr 2019 wurde Franz Pernkopf an unserem Institut im Rahmen einer Rufabwehr zum Universitätsprofessor für Intelligente Systeme berufen. Das Institut nutzte eine weitere innovative Entwicklungsmöglichkeit der Universität für das Fachgebiet Akustik und wählte in einem internationalen Bewerbungsverfahren Werner Weselak als einen der ersten Senior Lecturers an der TU Graz aus. Vom allgemeinen Personal ging unser Studioassistent Werner Heid in Pension, drei bzw. vier Jahre später folgten Ilona Pölzl und Johanna Hofer aus dem Sekretariat. Der damit verbundene Verlust von in vielen Jahren aufgebauter Kompetenz und emotionaler Bindung zum Institut und den Kolleg\*innen ist unvermeidlich, jedoch konnten inzwischen die Stellen mit Vincent Ederle, Bianca Deutschmann und Jasmin Strobl sehr gut neu besetzt werden.

Im September des Jahres fand nach vierjähriger Vorbereitungszeit die „20th Annual Conference of the International Speech Communication Association INTERSPEECH“ in Graz statt – ein Höhepunkt nicht nur in diesem Jahr, sondern weit darüber hinaus. Die Konferenz war ein umfassender Erfolg mit einer deutlichen Steigerung auf über 2.000 Teilnehmer\*innen sowie den zum Peer Review eingereichten Arbeiten, der Unterstützung durch internationale Sponsoren und zahlreicher Innovationen im praktischen Tagungsbetrieb. So wurden beispielsweise für die Übergabe von Auszeichnungen in der Closing Session individuelle Fanfaren für die Preisträger\*innen als Kompositionsauftrag vergeben, und es wurden die hochgradig kommunikativen Postersessions durch spezielle Präsentationskojen deutlich verbessert, die von der Akustikerin Jamilla Balint und der Architekturprofessorin Milena Stavric gemeinsam gestaltet wurden. Auch wurde ein abwechslungsreiches Musikprogramm mit der Kunstuniversität vorbereitet, das in den täglichen Ablauf integriert wurde und in der Dancing INTERSPEECH Soirée kulminierte.

Am 10. März 2020 informierte der Rektor der TU Graz per E-Mail um 17:43 Uhr alle Mitarbeiter\*innen, „dass die TU Graz aufgrund der aktuellen Situa-

tion rund um die Verbreitung von COVID-19 und auf Anweisung der österreichischen Bundesregierung bereits ab morgen (11. 3.) vorläufig bis zum 19. April alle Präsenz-Lehrveranstaltungen aussetzt“. Am nächsten Morgen begann pünktlich um 8:15 Uhr die Vorlesung Signalverarbeitung, die größte Lehrveranstaltung des Institutes, im Livestream für rund 260 remote zugeschalteten Teilnehmer\*innen aus dem komplett leeren Hörsaal i13. Diese blitzartige Umstellung des Lehrbetriebs gelang mit hervorragender Unterstützung durch die Abteilung Lehr- und Lerntechnologien unserer Universität, die uns durch die gesamte COVID-Zeit begleitete. Inzwischen sind Studierende und Lehrende froh, dass wir nach Ende der Pandemie weitgehend vollständig zur Lehre in physischer Präsenz zurückgekehrt sind – die regelmäßige Aufzeichnung von Lehrveranstaltungen gehört ohnehin seit dem Jahr 2007 zum Serviceangebot unseres Institutes.

Trotz Pandemie gab es auch erfreuliche Entwicklungen: Barbara Schuppler setzte sich in einem international kompetitiven Ausschreibungsverfahren für eine Tenure-Track-Assistenzprofessur für Digital Phonetics – Speech Science durch und Martin Hagmüller als Senior Scientist für Audio



Die akustisch-künstlerisch gestalteten Posterwände von J. Balint and M. Stavric und The Dancing INTERSPEECH Soirée, an Austrian Ballroom Extravaganza im Congress.

T. Kubin

Gernot Kubin  
startet den Livestream  
für die Vorlesung  
Signalverarbeitung im  
komplett leeren Hör-  
saal i13 für 260 remote  
Teilnehmer\*innen am  
11. März 2020.

M. Ebner, TU Graz



Signal Processing. Gernot Kubin wurde als Mitglied des Senates der Christian Doppler Forschungsgesellschaft bestellt.

Im Jahr 2021 trat Gerhard Graber in den Ruhestand, dankenswerterweise wirkte er noch bis Herbst 2024 als Studiendekan für die Studienrichtung Elektrotechnik-Toningenieur. Seine anderen Aufgaben wurden auf die verbliebenen Akustiker am Institut aufgeteilt und ebenso wurde intensiv an der Nachbesetzung seiner Professur gearbeitet. Ein weiteres EU-Projekt begann unter der Leitung von Klaus Witrals: „RESilient INteractive applications through hyper Diversity in Energy Efficient RadioWeaves technology REINDEER“ in Zusammenarbeit mit Telefonica Spanien, Ericsson Schweden, NXP Semiconductors Austria, BlooLoc Belgium, Technikon Austria sowie den Universitäten in Leuven, Linköping und Lund.

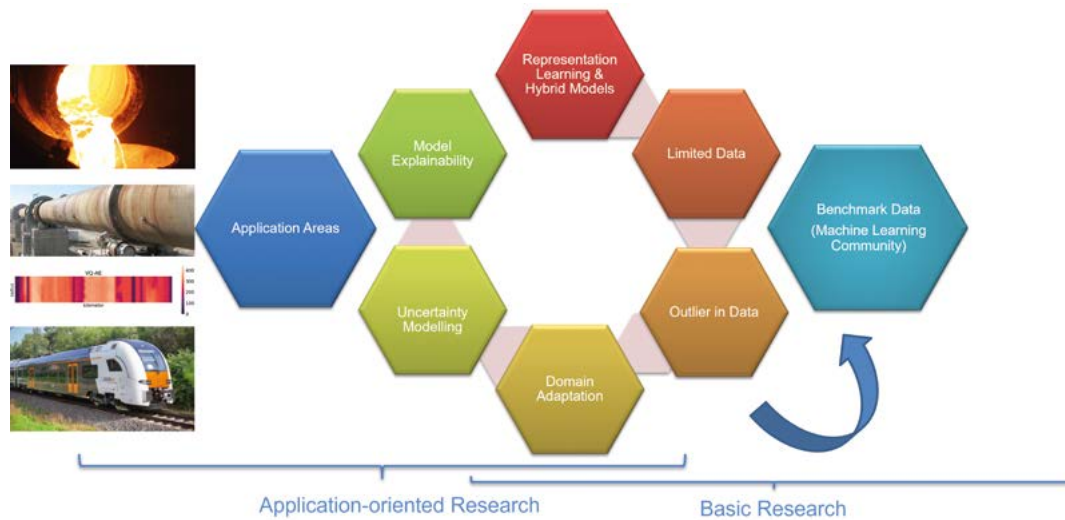
Im Jahr 2022 beendete Gernot Kubin seine Aufgaben als Senatsvorsitzender nach insgesamt zwölf Jahren in dieser Funktion, davon die letzten drei Jahre als Sprecher der Senatsvorsitzendenkonferenz der Österreichischen Universitäten. Er konnte sich danach wieder deutlich mehr dem Lehr- und Forschungsbetrieb am Institut widmen,

auch wenn er 2023 in den Universitätsrat der Universität für Weiterbildung Krems gewählt wurde, was aber mit weniger zeitlichen Verpflichtungen verbunden ist. Im Herbst wurde das fünfzigjährige Jubiläum des Studiums Elektrotechnik-Toningenieur begangen, des ältesten interuniversitären Studium Österreichs, in Kooperation der Technischen Universität Graz und der Universität für Musik und darstellende Kunst Graz. Das zweitägige Fest brachte rund die Hälfte aller Alumni und Alumnae der letzten Jahrzehnte zusammen, eine hervorragende Festschrift entstand und Studierende produzierten einen perfekten Imagefilm. Die Perspektive auf die parallele Besetzung zweier Professuren für Akustik beflügelte die Zukunftspläne.

Im Jahr 2023 wurde das bereits dritte Christian Doppler Labor am Institut eingerichtet, das Christian Doppler Labor für Zuverlässige intelligente Systeme in rauen Umgebungen unter Leitung von Franz Pernkopf mit den Industriepartnern Siemens Mobility Austria und RHI Magnesita.

In der Jahresmitte wurde Klaus Witrals zum Universitätsprofessor für Nachrichtentechnik und Satellitenkommunikation berufen und er übernahm damit die Leitung des Institutes für Kommunikationsnetze und Satellitenkommunikation. Mit ihm wechselten sein CD-Labor sowie rund zehn Mitarbeiter\*innen aus dem Bereich „Wireless Communications and Localization“ an das Nachbarinstitut. Diesem „brain drain“ stehen neue Chancen durch eine deutliche Stärkung unseres institutsübergreifenden Kooperationsnetzes gegenüber. Zum Jahresende wurde Kai Siedenbarg von der Universität Oldenburg auf die neu geschaffene Universitätsprofessur für Akustik mit Schwerpunkt Kommunikationsakustik berufen, insbesondere die Musikwahrnehmung spielt in seiner Forschung eine große Rolle. Parallel dazu erfolgte die Berufung von Christian Adams von der Technischen





Die Verzahnung von anwendungsorientierter Forschung und Grundlagenforschung im CD-Labor für Zuverlässige intelligente System in rauen Umgebungen.

Franz Pernkopf – SPSC

Universität Darmstadt auf die Stiftungsprofessur für Akustik und Lärmwirkungsforschung am Institut für Grundlagen und Theorie der Elektrotechnik sowie eine Weiterentwicklung der Akustikprofessuren am IEM der Kunstuniversität.

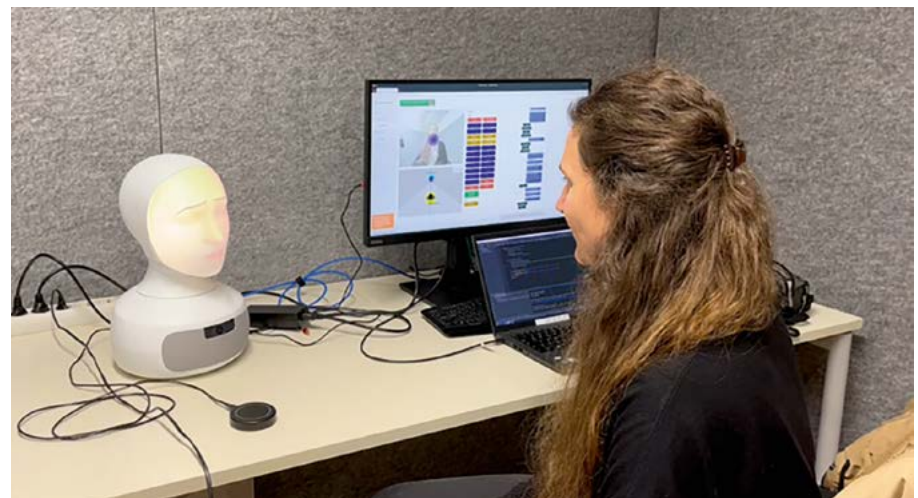
Auch im Bereich Sprachkommunikation schritt die Entwicklung voran, einerseits durch die vermehrte Kooperation mit Kolleg\*innen der Informatik, speziell zum Thema „Natural Language Processing und Conversational Systems“. Andererseits wurden mit Unterstützung des Vizerektorats Lehre zwei Exemplare des „Social Robots Furhat“ angeschafft, die einen Anziehungspunkt für Studierende bilden.

Im Jahr 2024 begann die TU Graz bereits gemeinsam mit führenden Technischen Universitäten in Helsinki, Stockholm, Wrocław, Darmstadt, Grenoble, Torino, Barcelona und Lissabon die „Europäische Universitätsallianz Unite!“ mit Leben zu füllen. In diesem Rahmen wurde vom SPSC Lab der Aufbau einer „Unite! Graduate School of Speech Language and AI Technologies“ initiiert, die nach anglo-amerikanischem Vorbild eine forschungsorientierte Ausbildung mit Integration der Master- und Doktoratsstudien anstrebt, sodass

hervorragende Studierende nach Abschluss ihres Bachelorstudiums schon in Hinblick auf Interesse und Eignung für eine zukünftige Doktoratsausbildung auf dem Gebiet der Sprachtechnologien ausgewählt werden können. In diesem Jahr hat auch Xinzhou Xu seinen einjährigen Forschungsaufenthalt am SPSC Lab begonnen, er ist Associate Professor an der School of Internet of Things der Nanjing University of Posts and Telecommunications und arbeitet an verschiedenen Themen der

Unten: Der Social Robot Furhat im Gespräch mit B. Schuppler.

SPSC



Human Speech and Language Technologies. Die seit nunmehr fünfzehn Jahren nachhaltig verfolgte Schwerpunktbildung in der Akustik führte zur Etablierung eines „Research Cluster for Acoustics“ in den Leistungsvereinbarungen der TU Graz und der KUG mit dem Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung. Darauf aufbauend soll ein Research Center entstehen, das auch Vertreter\*innen anderer Grazer Universitäten und Forschungsinstitutionen einbezieht.

Im Jahr 2025 beginnt die Zukunft, mit großer Freude sollen die nächsten 25 Jahre des Institutes gestaltet werden. Bernhard Geiger hatte im Vorjahr die höchst kompetitive Ausschreibung einer Tenure-Track-Assistenzprofessur für Hybrid physics-based and data-driven modeling and simulation of complex mechanical or electrical engineering systems im Field of Expertise Sustainable Systems gewonnen. Nach reiflicher Überlegung entschloss er sich, an unser Institut zurückzukehren, wo er aufgrund seiner bereits erworbenen Venia docendi in Theoretical Information Engineering in Forschung und Lehre hervorragend anschlussfähig ist und sein Kooperationsnetzwerk in das genannte Field of Expertise weiterentwickeln wird.

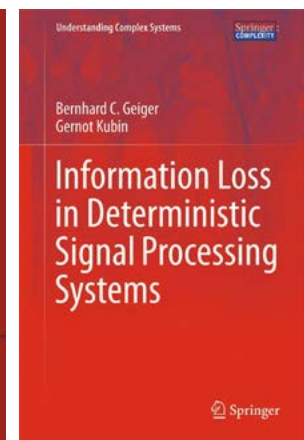
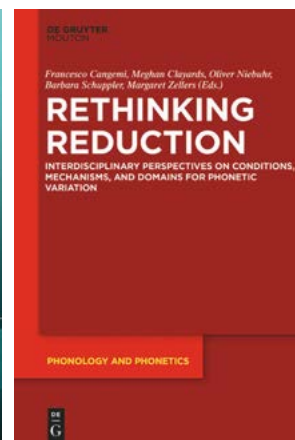
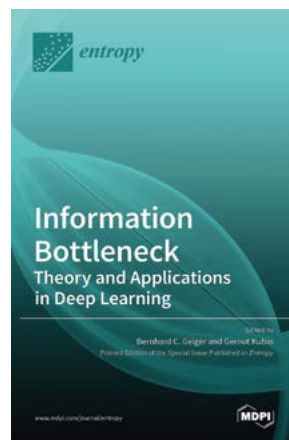
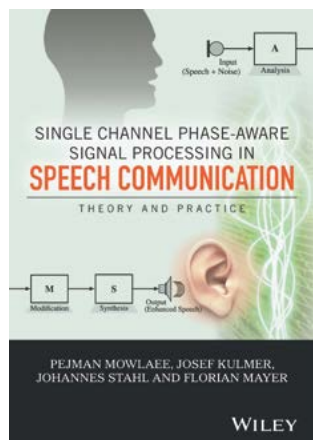
## Was lässt uns mit Zuversicht in die Zukunft blicken?

In den letzten 25 Jahren haben sieben Institutsangehörige eine Lehrbefugnis durch Habilitation erlangt, vier davon sind inzwischen berufene Professoren. Weiters haben wir 66 abgeschlossene Dissertationen sowie rund 250 Diplom- und Masterarbeiten erfolgreich betreut, über 900 internationale Peer-Review-Publikationen mit zahlreichen Best-Paper-Auszeichnungen verfasst und mehr als dreißig Patente angemeldet. Weitere aktuelle Highlights aus unseren Forschungs- und Lehrprogrammen finden sich auf unserer Website: Einfach den QR Code scannen und weiterschmökern!



Die Gründung eines Institutes für Akustik ist in Planung und wird die Sichtbarmachung des gesamten Bereichs fördern, gemeinsam soll ein Neubau mit hervorragender Labor- und Hörsaalinfrastruktur in den nächsten Jahren bezogen werden, und im September 2026 wird mit dem „Forum Acousticum“ wieder eine internationale Tagung nach Graz geholt. Die stürmische Entwicklung der ersten 25 Jahre wird fortgesetzt!

Seit 2017 von  
Institutsangehörigen  
verfasste oder heraus-  
gegebene Bücher.





# Institut für Regelungs- und Automatisierungstechnik



Styrian Workshop on Automatic Control.

Die Lehrkanzel für Regelungstechnik wurde im Jahr 1973 mit der Berufung von Gerhard Schneider zum Professor für Regelungstechnik gegründet und wurde der Fakultät für Maschinenwesen und Elektrotechnik zugeordnet. Mit der Aufspaltung dieser Fakultät in die Fakultäten für Maschinenbau und für Elektrotechnik wurde die Lehrkanzel im Jahr 1975 als Institut für Regelungstechnik der Fakultät für Elektrotechnik zugeordnet.

Nach der Emeritierung von Gerhard Schneider im Jahr 1993 wurde Nicolaos Dourdoumas 1994 als dessen Nachfolger zum Professor für Regelungstechnik berufen. Die Institutsräumlichkeiten wurden im Jahr 2000 von der Krenngasse 37 in das neu errichtete Gebäude in der Inffeldgasse 16c verlegt. Um dem Lehr- und Forschungsportfolio des Institutes Rechnung zu tragen, wurde es im Jahr 2004 in „Institut für Regelungs- und Automatisierungstechnik“ umbenannt. Durch die Umstrukturierungen der Fakultäten für Elektrotechnik und für Informatik musste das Institut 2007 in die Kopernikusgasse 24 übersiedeln.

Nach der Emeritierung von Nicolaos Dourdoumas im Jahr 2013 wurde Martin Horn 2014 als Professor für Regelungs- und Automatisierungstechnik berufen. Mit der Übersiedlung des Institutes in die Inffeldgasse 21b, den heutigen Standort des Institutes, gelang es 2015 erstmals, alle Institute der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik am Campus Inffeldgasse zu vereinen.

Von 2017 bis 2022 verstärkte Daniel Watzenig als halbbeschäftigter Stiftungsprofessor für Automatisiertes Fahren das Team des Institutes, seit 2024 ist er am Institut für Visual Computing der Fakultät für Informatik und Biomedizinische Technik tätig.

Markus Reichhartinger wurde 2023 zum Professor für Systemtheorie und Regelungstechnik an das Institut berufen. Zum Zeitpunkt der Verfassung dieses Textes umfasst das global finanzierte wissenschaftliche Personal am Institut somit zwei





CD-Labor für  
modellbasierte  
Regelung komplexer  
Prüfstandssysteme.

Lunghammer – TU Graz

Professoren, einen außerordentlichen Professor und vier Universitätsassistent\*innen. Auf Drittmittelbasis sind ein Project-Senior Scientist mit zeitlich unbefristetem Dienstverhältnis sowie zwölf Projektassistent\*innen beschäftigt. Drei administrative Arbeitskräfte unterstützen die Abwicklung der organisatorischen Tätigkeiten am Institut.

Das Institut genießt international einen sehr guten Ruf, was sich auch in mehreren Berufungen von Mitarbeiter\*innen bzw. Absolvent\*innen an renommierte Universitäten widerspiegelt. Der alle zwei Jahre vom Institut veranstaltete „Styrian Workshop on Automatic Control“ ist für zahlreiche Forscher\*innen aus dem In- und Ausland ein beliebter Treffpunkt für den wissenschaftlichen Austausch und den Ausbau des wissenschaftlichen Netzwerks mit Partnerinstituten wie zum Beispiel an der TU Ilmenau, der UNAM in Mexiko, der Universität Pavia, der Universität Cagliari und der Universität Hohenheim.

Bei den Forschungsthemen wird großer Wert auf eine ausgewogene Mischung aus methoden- und anwendungsorientierten Themen gelegt. Das Spektrum der Aktivitäten reicht von Grundlagenforschungsprojekten (zum Beispiel FWF-geförderten Projekte) über die anwendungsorientierte Grundlagenforschung (zum Beispiel Christian Doppler Labor für modellbasierte Regelung komplexer Prüfstandssysteme) bis hin zur Auftragsforschung in Kooperation mit Industriebetrieben. Das Institut kann auf eine Zusammenarbeit mit zahlreichen namhaften Industriepartnern wie KS Engineers, AVL DiTest, Magna Powertrain, LAM Research oder Omicron verweisen. Auch die Zusammenarbeit mit Comet-Zentren (Competence Centers for Excellent Technologies) wie zum Beispiel dem Research Center Pharmaceutical Engineering oder dem Kompetenzzentrum BEST – Bioenergy and Sustainable Technologies hat eine lange Tradition am Institut.



## Aktuelle Forschungsaktivitäten

In den folgenden Abschnitten werden einige wichtige Forschungsbereiche des Institutes beschrieben. Die im Rahmen der wissenschaftlichen Tätigkeiten entwickelten Methoden werden in der Regel auch praktisch erprobt und finden Anwendung unter anderem in der pharmazeutischen Industrie, der Automobilindustrie, der Medizintechnik und der Halbleiterindustrie.

### STRUKTURVARIABLE SYSTEME

Langjährige Forschungsschwerpunkte des Institutes sind der Entwurf und die Implementierung von Regelkreisen, die robust gegen unbekannte Störungen sind. Hierfür werden Methoden der strukturvariablen Systeme eingesetzt. Die Aktivitäten auf diesem Gebiet reichen von der Entwicklung neuer Methoden bis hin zur praktischen Umsetzung von Anwen-

dungen aus unterschiedlichen industriellen Sparten wie zum Beispiel der Halbleiterindustrie oder der elektrischen Antriebstechnik. Zahlreiche Beiträge in etablierten regelungstheoretischen und anwendungsnahe Fachzeitschriften sowie die Vorträge auf fach einschlägigen Konferenzen dokumentieren diesen sehr aktiven Institutsforschungsschwerpunkt. Ein Höhepunkt dieser Aktivitäten war die Ausrichtung einer Summerschool und eines Workshops on Variable Structure Systems and Sliding Mode Control (VSS18) am Campus Inffeldgasse der Technischen Universität Graz. Diese Veranstaltung ist die wichtigste wissenschaftliche Veranstaltung dieses Fachbereiches, was den Stellenwert des Institutes in diesem Bereich unterstreicht. Aktuell liegt der Fokus des Institutes auf der Entwicklung zeitdiskreter Regelungs- und Schätzalgorithmen, die weiterhin die vorteilhaften Robustheitseigenschaften strukturvariabler Systeme aufweisen und nur geringe Rechenleistung benötigen.



International Summer-school on Sliding Mode Control 2017 in Graz.

IRT

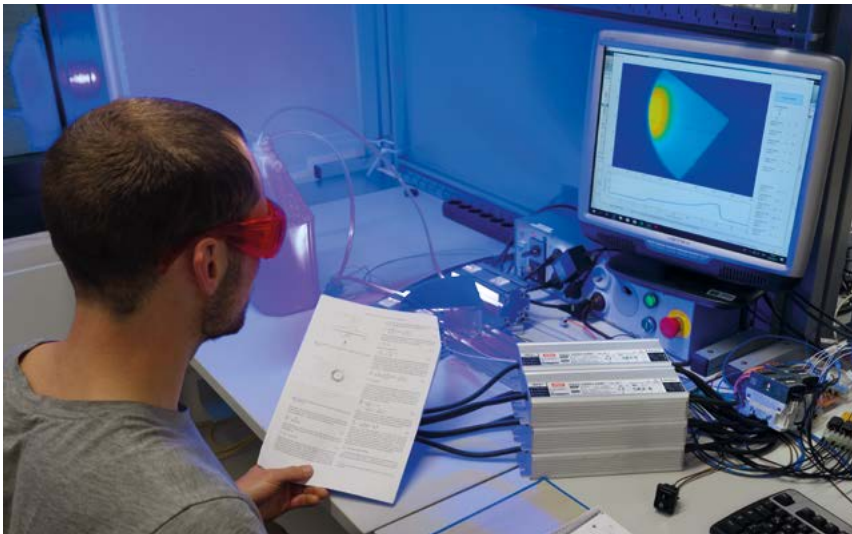
## VERTEILT-PARAMETRISCHE SYSTEME

Bei vielen Forschungsaktivitäten des Institutes spielt der modellbasierte Reglerentwurf eine zentrale Rolle. Dabei macht man sich ein mathematisches Modell der Regelstrecke zunutze. Die Kunst in der Modellbildung liegt darin, die Strecke für die vorliegende Aufgabenstellung ausreichend genau nachzubilden und die Modellkomplexität gering zu halten. Oftmals gelingt das in Form von Modellen, bei denen die relevanten Größen rein von der Zeit abhängen. Tritt keine Ortsabhängigkeit im Modell auf, so kann auf eine Vielzahl ausgereifter Reglerentwurfsmethoden zurückgegriffen werden. In einigen Anwendungen, man denke zum Beispiel an die Temperaturregelung eines durchströmten Rohres, ist die Vernachlässigung der Ortsabhängigkeit nicht sinnvoll. Naturgemäß werden solche Systeme mit partiellen Differentialgleichungen modelliert – man spricht von verteilt-parametrischen Systemen. Die Erarbeitung neuartiger Methoden zur Regelung verteilt-parametrischer Systeme

ist ein aktueller Forschungsschwerpunkt am Institut. Neben der theoretischen Auseinandersetzung mit diesem Thema haben viele behandelte Problemstellungen einen praktischen Hintergrund und kommen beispielsweise aus regelungstechnischen Aufgabenstellungen in der Herstellung von Halbleiter- oder Pharmazieprodukten. Wie in anderen Forschungsbereichen am Institut liegt auch hier ein Augenmerk auf der Robustheit der entworfenen Regelkreise.

## VERNETZTE REGELUNGEN

Das Forschungsgebiet der vernetzten Regelung bekommt einen immer größeren Stellenwert in der System- und Regelungstechnik. Konventionelle verdrahtete Verbindungen zwischen Regelstrecke und Regler werden dabei durch (drahtlose) Netzwerkverbindungen ersetzt, um neuartige Regelkreisarchitekturen zu ermöglichen. Das ist beispielsweise für Strecken mit örtlich verteilten Sensoren und Aktuatoren, wie in großen Produktionsstraßen, wichtig. Es bietet aber auch neue Einsatzmöglichkeiten in unterlagerten Regelkreisen, in denen zum Beispiel die Sensoren an rotierenden Teilen angebracht sind. Die Verwendung von Kommunikationstechnologien ermöglicht auch die Vernetzung komplexer dynamischer Systeme, um zum Beispiel den autonomen Betrieb mehrerer Fahrzeuge zu ermöglichen. Die größten Herausforderungen stellen der Reglerentwurf und die Stabilitätsanalyse unter Berücksichtigung der Unzulänglichkeiten von Netzwerkverbindungen dar. Insbesondere die



Links: Regelung eines Temperaturprofils auf einem Siliziumwafer im Labor.

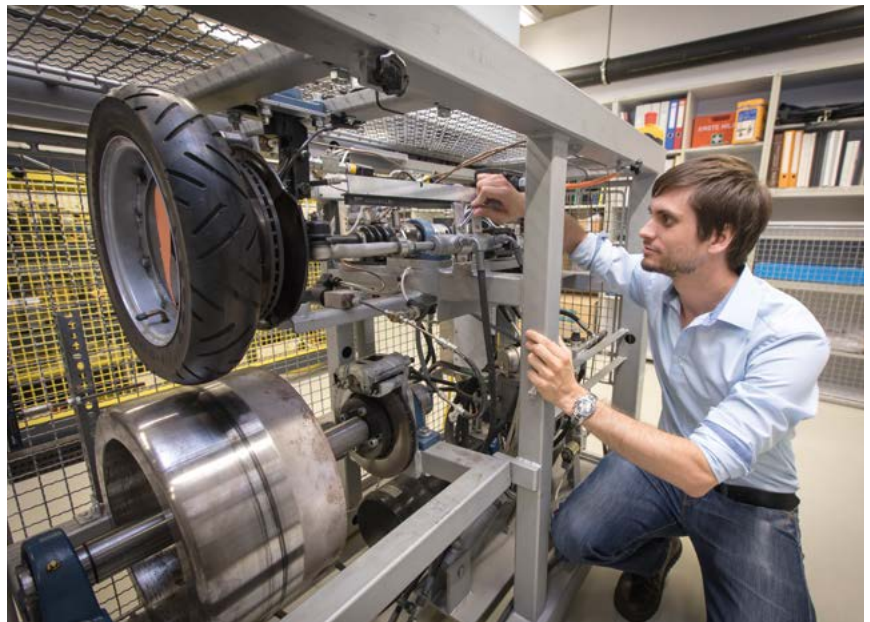
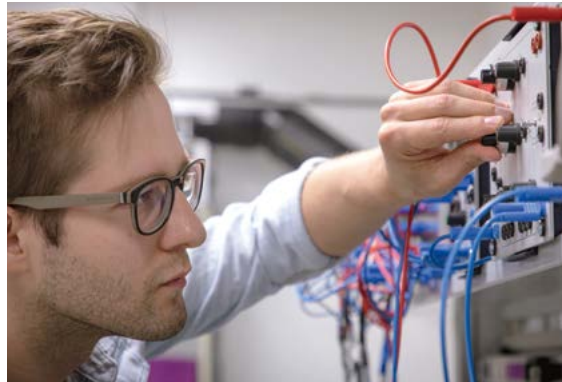
IRT

zeitlich veränderlichen Verzögerungen (Totzeiten) einzelner übertragener Datenpakete sowie die Möglichkeit von Datenausfällen erfordern neuartige Methoden. Dies ist essenziell, um Garantien für den Betrieb technischer Systeme abgeben zu können. Eine Vernachlässigung der Unsicherheiten durch die verwendeten Netzwerkverbindungen könnte sonst zur Instabilität des Regelkreises und damit zu Schäden an der Regelstrecke und den damit interagierenden Personen führen.

## Lehre

Mehrere Promotionen sub auspiciis praesidentis verdeutlichen, dass die Forschungsarbeiten und die Lehre des Institutes auch für hervorragende Studierende attraktiv sind. Die hohe Qualität der angebotenen Lehre manifestiert sich auch in hervorragenden studentischen Evaluierungen und wird durch zahlreiche Nominierungen für den Preis für exzellente Lehre an der TU Graz belegt.

Das Institut ist für die regelungstechnische Ausbildung in den Studienrichtungen Electrical and Electronics Engineering, Information and Computer Engineering, Digital Engineering, Elektrotechnik-Toningenieur und Maschinenbau verantwortlich und bietet Lehrveranstaltungen für die Studienrichtungen Verfahrenstechnik und Biomedical Engineering an. Ein wichtiger Bestandteil ist die praktische Erprobung des erlernten Stoffes im Labor. Hierfür stehen am Institut zahlreiche regelungstechnische Experimente zur Verfügung.



Labor am Institut für Regelungs- und Automatisierungstechnik.

Lunghammer – TU Graz





# Institut für Technische Informatik

Das Institut für Technische Informatik bietet Forschung und Ausbildung im Bereich moderner vernetzter, eingebetteter Systeme (Internet der Dinge, Cyber-Physische Systeme) mit Fokus auf deren Software, Hardware und Vernetzung. Die Arbeitsgruppen am Institut leisten wesentliche Beiträge, um die Zuverlässigkeit, Nachhaltigkeit, Sicherheit und Effizienz dieser Systeme zu steigern.

Reinhold Weiss übernahm die Leitung des im März 1987 neu gegründeten Institutes und leistete bis zu seiner Emeritierung im Jahr 2011 hervorragende Aufbauarbeit. Verstärkt wurde das Institut bald durch Nachwuchs-Arbeitsgruppen um Eugen

Brenner (ab 1987, Habilitation und außerordentliche Professur 1996), Christian Steger (ab 1992, 2010/11 Vertretungsprofessur an der Universität des Saarlandes) sowie Bernhard Rinner (ab 1997, Habilitation und außerordentliche Professur 2002), der 2007 auf eine ordentliche Professur an die Universität Klagenfurt berufen wurde. Die ersten Forschungsschwerpunkte des Institutes waren neben parallelen Rechnerarchitekturen auch verteilte Echtzeit-Expertensysteme auf Basis von Transputern, FPGAs und Multi-DSP-Systemen sowie adaptive Verkehrsüberwachungssysteme und Hochleistungs-Mikrocontroller. Eine besondere Auszeichnung erhielt das Institut 1995 durch die Aufnahme in das Eliteprogramm der US-Firma Texas Instruments als einziges österreichisches Universitätsinstitut. Von Anbeginn richtete das Institut Fachtagungen aus wie etwa 1990 einen internationalen Workshop zur Parallelverarbeitung oder 2003 den internationalen Workshop „Mobile Computing“. In der Lehre war die zentrale Aufgabe des Institutes,



ITI Gruppenfoto 2023.

ITI



die Grundausbildung der Elektrotechnik-Studierenden im Bereich „Technische Informatik“ von Grund auf neu zu entwickeln. Auch bei der Gestaltung des Studiengangs „Telematik“, der 1985 zunächst als Studienversuch an der Schnittstelle zwischen Elektrotechnik und Informatik eingerichtet wurde, spielte das Institut eine zentrale Rolle, da Eugen Brenner über viele Jahre sowohl als Vorsitzender der Studienkommission als auch als Studiendekan wirkte. Zunächst am Campus Neue Technik der TU Graz angesiedelt, wurden die Räumlichkeiten bald zu klein, das Institut übersiedelte im Jahr 1999 in die neu erbauten Gebäude für die „Informations- und Elektrotechnischen Institute“ am Campus Inffeldgasse und ist bis heute dort beheimatet.

2013 wurde Kay Römer als Nachfolger von Reinhold Weiss berufen und entwickelt seitdem das Institut signifikant weiter. Mit großzügiger finanzieller Unterstützung der AVL List GmbH sowie des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Forschung wurde 2014 eine Stiftungsprofessur für „Automotive Embedded Systems“ am Institut eingerichtet, mit Marcel Baunach besetzt und 2019 in eine reguläre unbefristete Professur überführt. Carlo Alberto Boano wurde 2015 auf eine Laufbahnprofessur berufen und begann mit dem Aufbau einer eigenen Arbeitsgruppe. In Kooperation mit dem Complexity Science Hub in Wien und ebenfalls mit finanzieller Unterstützung durch das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung wurde 2017 eine Stiftungs-Laufbahnprofessur am Institut eingerichtet und mit Olga Saukh besetzt. Das Institut ist zudem seit 2017 sehr eng mit dem COMET Kompetenzzentrum Pro2Future – Products and Production Systems of the Future verbunden, Kay Römer ist der wissenschaftliche Leiter einer der fünf Abteilungen dieses Forschungszentrums, viele am Forschungszentrum beschäftigte Dissertant\*innen promovieren am Institut. Michael

Krisper leitet diese Arbeitsgruppe. Georg Macher übernahm 2018 die Nachfolge des leider viel zu früh verstorbenen Christian Kreiner und der von ihm aufgebauten Arbeitsgruppe. Dadurch wuchs das Institut auf insgesamt sechs Arbeitsgruppen an und wurde zu einem der größten Institute der Fakultät. Zudem koordinierte das Institut zwischen 2016 und 2022 das erste Leadprojekt der TU Graz, in dem fakultätsübergreifend elf führende Forscher\*innen der TU Graz, acht assoziierte Forscher\*innen sowie 21 Dissertant\*innen und Postdocs aus sechs Instituten gemeinsam die Verlässlichkeit im Internet der Dinge erforschten. Im Rahmen dieses Projektes wurde ein neuer Major „Internet of Things“ für das Masterstudium „Information & Computer Engineering“ entwickelt, das Marcel Baunach seit 2020 als Studiendekan leitet. Kay Römer koordiniert seit 2016 das Field of Expertise Information, Communication & Computing der TU Graz und wurde 2024 zum Dekan-Stellvertreter der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik ernannt.

Das Institut hat große internationale Konferenzen mit jeweils mehr als hundert Teilnehmer\*innen in Graz ausgerichtet wie die International Conference on Embedded Wireless Systems and Networks (EWSN) 2016 oder das International Symposium on Industrial Embedded Systems (SIES) 2018. Mitarbeiter\*innen des Institutes haben darüber hinaus in führender Rolle wichtige internationale Konferenzen organisiert, so war Carlo Alberto Boano General Chair der International Conference on Embedded Wireless Systems and Networks (EWSN) 2024 in den Vereinigten Arabischen Emiraten, Kay Römer war Program Chair der IEEE International Conference on Sensing, Communication and Networking (SECON) 2021, die während der COVID-Phase online stattfand, sowie der ACM/IEEE Conference on Information Processing in Sensor Networks (IPSN) 2013 in China.

B A C H E L O R	BASICS				
	Computer Engineering (VU) <i>NEW</i>	Technische Informatik 1 (VO, UE)	Technische Informatik 2 (VU, UE)	Technische Informatik, Labor (LU)	
	EMBEDDED SYSTEMS DESIGN & ARCHITECTURE	REAL-TIME & AUTOMOTIVE SYSTEMS	INTELLIGENT & NETWORKED SYSTEMS	DISTRIBUTED SYSTEMS	SOFTWARE ENGINEERING
	Microcontroller (VO, UE)	Entwurf von Echtzeitsystemen (VO, UE)	Communication Networks (VU) <i>NEW</i>	Architektur verteiler Systeme (VO, UE)	
	Processor Architecture (VO, LU)		Computer Systems and Networks (VO, UE)		
Verfassen wissenschaftlicher Arbeiten (SE)					
Bachelor Thesis					
M A S T E R	Real-Time Operating Systems (VO, LU)	Embedded Systems (VO, LU)	Sensor Networks (VU, LU)	Design Patterns (VO, UE)	
	Embedded Automotive Software (VU)	Real-Time Bus Systems (VO, LU)	Distributed Embedded Systems (SE)		
	Hardware Description Languages (VO, UE)	Design of Real-Time Systems, Laboratory (LU)	Embedded Internet (VU, LU)	Mobile Computing (LU, SE)	Smart Service Development (VO, UE)
	Microcontroller Design, Laboratory (LU)		Embedded Machine Learning (VU)		
	Hardware-Software Codesign (VO, UE)	Fault-Tolerant Computing Systems (VO, UE)	Context-Aware Computing (VO, UE)	Fault-Tolerant Distributed Algorithms (VU)	Industrial Software Development and Quality Management (VO, UE)
	Power-Aware Computing (VU, LU)				
	Master Seminars and Projects		Introduction to Scientific Research (SE)		
	Master Thesis				

*NEW* ... new courses starting from WS 2024/25

### Lehrangebot des Institutes für Technische Informatik.

Der jährliche Drittmittelumsatz des Institutes liegt bei deutlich über einer Million Euro, etwa sechzig wissenschaftliche Beiträge werden pro Jahr veröffentlicht, bis zu zehn Dissertationen und etwa doppelt so viele Masterarbeiten werden pro Jahr abgeschlossen. Mehrere Dissertant\*innen des Institutes wurden unter den Auspizien des Österreichischen Bundespräsidenten promoviert, darunter Carlo Alberto Boano, Thomas Ulz, Tobias Scheipel und Fikret Basic. Inklusive studentischer Mitarbeiter\*innen beschäftigt das Institut mehr als fünfzig Personen.

### Lehre

Das Institut bietet mehr als siebzig Lehrveranstaltungen mit einem Umfang von über 140 Semesterwochenstunden an. Weil die Lehre des Institutes an der Schnittstelle zwischen Elektrotechnik und Informatik angesiedelt ist, sind die Lehrveranstaltungen in vielen Studiengängen verankert, insbesondere Information and Computer Engineering, Electrical and Electronics Engineering, Digital Engineering, Informatik, Softwareentwicklung Wirtschaft sowie Biomedical Engineering. Die obenstehende Tabelle gibt einen Überblick über das Lehrangebot am Institut. Die hohe Qualität

der Lehre am Institut wurde durch Verleihung des Preises für Exzellente Lehre an Carlo Alberto Boano für die Lehrveranstaltung „Embedded Internet“ unterstrichen, mehrere Dozenten des Institutes waren in der Endrunde für die Auswahl der Preisträger\*innen dieser Auszeichnung. Darüber hinaus ist das Institut auch im Bereich der Weiterbildung sehr aktiv, insbesondere in den Themenbereichen Digitalisierung, Elektronische Systeme und Funktionale Sicherheit.

## Forschung

Die Forschung am Institut ist in sechs Forschungsteams gegliedert, wobei drei dieser Teams in eine übergeordnete Arbeitsgruppe integriert sind, es gibt enge Kooperationen zwischen den Mitarbeiter\*innen und zahlreiche gemeinsame Projekte. Im Folgenden wird ein Überblick über die aktuellen Forschungsthemen in den sechs Teams gegeben. Die Ergebnisse dieser Forschungen wurden durch eine Vielzahl von Auszeichnungen gewürdigt, darunter „Best Paper Awards“ bei den internationalen Konferenzen Embedded Wireless Systems and Networks (EWSN); Distributed Computing in Smart Systems and the Internet of Things (DCOSS); Information Processing in Sensor Networks (IPSN); Sensing, Communication and Networking (SECON); Software Engineering and Formal Methods (SEFM); Software Process Improvement (EuroSPI); Extreme Conference on Communication (ExtremeCom); Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications (WiMob). Das Institut pflegt enge Forschungskooperationen mit vielen namhaften Firmen, darunter die Andritz AG, AMS-Osram, AVL, Elektrobit, Infineon, NXP und Siemens. Viele Erfindungen des Institutes, die auch in Kooperation mit diesen Firmen entstanden sind, wurden patentiert.

## Embedded Architectures & Systems (EAS)

Die Arbeitsgruppe EAS, geleitet von Marcel Baunach, wurde 2014 als Stiftungsprofessur gegründet und konzentriert sich auf die Forschung an Hardware und Software für zuverlässige, flexible und nachhaltige eingebettete Systeme. In Zusammenarbeit mit der Industrie (zum Beispiel Infineon AG, Elektrobit GmbH) werden neuartige Prozessorarchitekturen und effizient aktualisierbare Systemsoftware für zukünftige Fahrzeuge, das Internet der Dinge und andere kritische Infrastrukturen entwickelt.

Ein Schwerpunkt der Arbeitsgruppe liegt in der Erforschung rekonfigurierbarer Hardware und modularer, hoch zuverlässiger Systemsoftware. Anpassbare Prozessoren und Mikrocontroller ermöglichen eine flexible Erweiterung der Funktionalität, was die Lebensdauer von Computersystemen verlängert. Gleichzeitig arbeitet die Gruppe intensiv an Open Source Hardware sowie der Verbesserung von RISC-V-Architekturen und Design-Tools für FPGAs und ASICs. In der Softwareentwicklung kommen formale Methoden zum Einsatz, um komplexe Anforderungen exakt zu beschreiben und Korrektheitsbeweise für sicherheitskritische Anwendungen zu ermöglichen. Dabei unterstützt generative KI die automatische Portierung auf neue Hardware und die Kombination von Systemkomponenten.

Die Arbeitsgruppe betreute bisher über siebenzig Abschlussarbeiten, veröffentlichte über achtzig wissenschaftliche Publikationen und brachte vier Doktor\*innen hervor, einer davon wurde unter den Auspizien des Bundespräsidenten promoviert (sub auspiciis praesidentis).

## Hardware/Software Codesign

Die Arbeitsgruppe blickt unter der Leitung von Christian Steger auf eine erfolgreiche 25-jährige Geschichte zurück, die von Innovation, interdisziplinärer Zusammenarbeit und einer starken Verbindung zur Industrie geprägt ist. Mit der rasanten Entwicklung von HW/SW-Systemen, die aus Prozessoren, FPGAs und ICs bestehen, wurde der Bedarf an integrierten Lösungen immer deutlicher. Die Gruppe arbeitet an Methoden, Modellen und Tools zur Umsetzung von Anforderungen wie Performance, Energieeffizienz, Security und Safety. Ein langjähriger Schwerpunkt liegt auf der Nachhaltigkeit von Rechenzentren (Modellierung, Optimierung, Virtualisierung), der nun durch die Digitalisierung immer mehr an Bedeutung gewinnt.

Die Arbeitsgruppe hat zahlreiche Forschungsprojekte auf nationaler und EU-Ebene initiiert und an bedeutenden Konferenzen teilgenommen. Die Arbeiten wurden mehrfach ausgezeichnet, darunter mit dem Staatspreis für Transportlogistik 2005 (in Zusammenarbeit mit dem Firmenpartner Salomon Automation GmbH) sowie mit dem Staatspreis Innovation 2019 (mit dem Firmenpartner Innofreight Solution GmbH).

Die Gruppe betreute über 350 Diplom- und Masterarbeiten, 44 Doktorand\*innen (darunter zwei, die unter den Auspizien des Bundespräsidenten promovierten) und verfasste mehr als 300 wissenschaftliche Arbeiten. In Zusammenarbeit mit Firmenpartnern entstanden neun europäische und amerikanische Patente. Die TU Graz versteht sich als unternehmerische Universität und diese Initiative wurde durch die Firmengründungen von Absolventen der Gruppe (Flasher GmbH, eyeson GmbH) unterstützt.

## Industrial Informatics (i3)

Die Forschungsgruppe Industrielle Informatik wurde 2011 von Christian Kreiner etabliert. Nach dessen unerwartetem Ableben 2018 wurde sie von Georg Macher übernommen und weiterentwickelt. Die Gruppe konzentriert sich auf Lösungen für die moderne Industrie, insbesondere in den Bereichen Automatisierung, vernetzte Systeme und Industrie 4.0. Schwerpunkte sind die Entwicklung sicherer und zuverlässiger eingebetteter Systeme sowie die Bewältigung von Herausforderungen im Bereich Cybersicherheit. Die steigende Komplexität und Vernetzung erfordert innovative Entwurfsprozesse, die Sicherheit und Effizienz in jeder Phase der Systementwicklung gewährleisten.

Die Gruppe erforscht Themen wie Cybersicherheit in Fahrzeugen, KI-gestützte Anwendungen und IoT-Lösungen. Ziel ist es, kritische Infrastrukturen sicherer und zukunftsfähig zu gestalten, indem neue Industriestandards berücksichtigt und praxisnahe Lösungen entwickelt werden. Die enge Zusammenarbeit mit Industriepartnern ermöglicht es, Forschungsergebnisse direkt in anwendbare Technologien zu überführen.

Studierende werden aktiv eingebunden und haben die Möglichkeit, in Abschlussarbeiten oder Promotionsprojekten praktische Erfahrung zu sammeln. Daraus entstanden bereits über sechzig Masterarbeiten, 11 Doktorand\*innen und mehr als 250 wissenschaftliche Beiträge in enger Kooperation mit Firmenpartnern.



## Low-Power Embedded Networked Systems (LENS)

Die Forschungsgruppe „Low-Power Embedded Networked Systems“ (LENS) beschäftigt sich mit der Entwicklung zuverlässiger und nachhaltiger vernetzter drahtloser eingebetteter Systeme. Die Aktivitäten des Teams lassen sich im Großen und Ganzen als „system- und anwendungsorientierte experimentelle Forschung“ an der Schnittstelle von drahtlosen Netzwerken, eingebetteter Hardware und eingebetteter Software beschreiben. Konkret arbeitet die Gruppe an Entwurfsprinzipien, Optimierungsmethoden und Werkzeugen, die notwendig sind, um ressourcenbeschränkte drahtlose Systeme – die Grundlage für das Internet der Dinge – zuverlässig und gleichzeitig energieeffizient zu vernetzen.

In den wenigen Jahren seit ihrer Gründung im Jahr 2016 hat sich die LENS-Gruppe unter der Leitung von Carlo Alberto Boano mit ihren Forschungsarbeiten zu energiesparenden drahtlosen Netzwerken und zum Internet der Dinge international durch ihre wissenschaftliche Exzellenz hervorgetan. Unter den vielen Veröffentlichungen dieser Arbeitsgruppe wurden bereits mehr als 25 Beiträge auf führenden Konferenzen veröffentlicht, die bisher in zwanzig Auszeichnungen resultierten, darunter zahlreiche Preise für die beste Publikation, Demonstration oder Posterbeitrag. Die Gruppe betreute bisher sechs abgeschlossene Dissertationen und über vierzig Master- und Bachelorarbeiten; insgesamt wurden mehr als hundert wissenschaftliche Beiträge veröffentlicht, viele davon in Zusammenarbeit mit akademischen und industriellen Partnern. Die Forschungsergebnisse der LENS-Gruppe führten sowohl zu Patenten als auch zur Gründung eines Unternehmens (DEWINE Labs GmbH) durch ehemalige Gruppenmitglieder.

## Embedded Learning and Sensing Systems (ELSS)

Die junge Forschungsgruppe „Embedded Learning and Sensing Systems“ (ELSS), geleitet von Olga Saukh, beschäftigt sich mit der Entwicklung einer neuen Generation von KI-basierten eingebetteten Systemen, die auf ressourcenbeschränkter Hardware in einer vorhersehbaren und vertrauenswürdigen Weise arbeiten. Die Gruppe ist zudem am Complexity Science Hub in Wien co-affiliert und trägt dort zum Forschungsbereich AI & ML bei. Mit der zunehmenden Anzahl von Sensoren in IoT-Geräten wächst auch die Menge der erzeugten Daten sowie die Notwendigkeit, sie lokal zu verarbeiten. Moderne Rechenmodelle basieren zunehmend auf tiefen Lernprinzipien, die hohe Anforderungen an lokale Ressourcen stellen, sich dem Zielumfeld anpassen und Robustheit gegenüber unerwarteten Änderungen im lokalen Kontext gewährleisten müssen. Wir verfolgen das Prinzip „weniger ist mehr“ und „klein kann mächtig sein“, wenn es um die Ausführung tiefer Modelle auf ressourcenbeschränkten Geräten geht.

Wir befassen uns mit Forschungsfragen entlang der gesamten Pipeline des maschinellen Lernens: von intelligenten Sensorsystemen über hochqualitative eingebettete Sensordaten- und Informationsverarbeitung bis hin zur Anpassung und Reduzierung tiefer Modelle, um den Ressourcenbeschränkungen von IoT-Geräten gerecht zu werden. Zu den Herausforderungen gehört die Erforschung der Auswirkungen von Trainings- und Gewichtsreduktionstechniken auf tiefe Modelle, insbesondere hinsichtlich deren Robustheit gegenüber natürlichen Verteilungsschwankungen. Wir analysieren außerdem, welche spezifischen Sparsamkeitsmuster durch Hardware unterstützt werden sollten, um die Effizienz zu maximieren.

Unsere Ergebnisse veröffentlichen wir regelmäßig auf den besten Konferenzen der Forschungsgebiete IoT und Maschinelles Lernen. Wir haben bereits über zehn Bachelor- und Masterstudierende betreut, von denen drei Best Paper Awards und Spotlight-Einladungen zu wissenschaftlichen Konferenzen und Workshops erhalten haben.

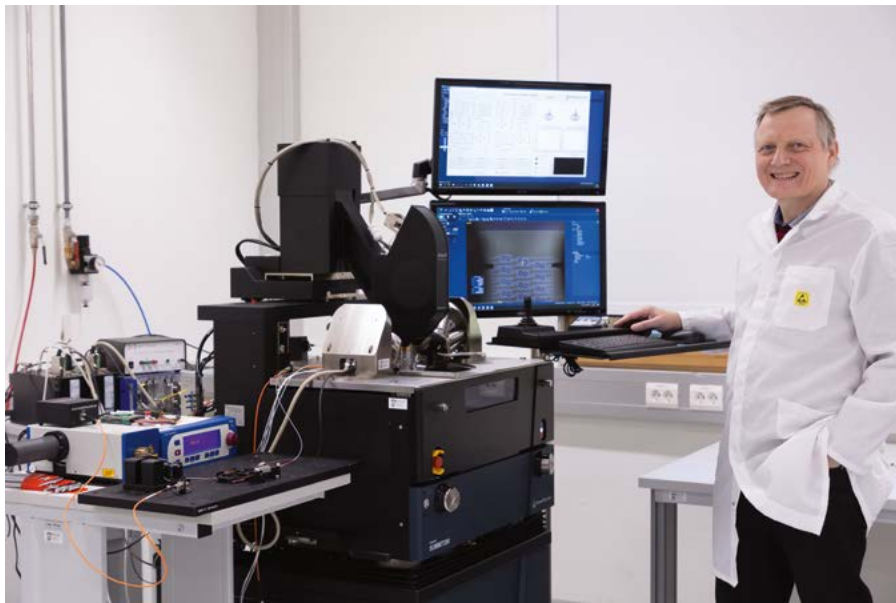
## Cognitive Products (PRO)

Die Forschungsgruppe Cognitive Products unter den Gruppenleitern Simon Mayer, Konrad Diwold und seit 2022 Michael Krisper nimmt eine Sonderstellung unter den Forschungsgruppen des Institutes ein, da es sich hier um eine strategische Einbettung und Kollaboration mit dem COMET-Forschungszentrum Pro2Future (Produkte und Produktionssysteme der Zukunft) handelt. Pro2Future forscht in vielen Projekten zusammen mit dem Institut für Technische Informatik an kognitiven Produkten, robusten Kommunikations- und Lokalisierungssystemen, eingebetteter sowie verteilter Intelligenz, sicherheitskritischen Systemen für Produktionsanlagen, der Verifizierung von Echtzeitbetriebssystemen und der Entwicklung von kognitiven Beobachtungssystemen für Testfahrten im Automobilsektor. Die Forschungsgruppe existiert seit nunmehr fast acht Jahren und wurde mit der Gründung von Pro<sup>2</sup>Future 2017 etabliert. Es sind durchgängig ca. sieben vollzeitäquivalente Forscher\*innen in den Projekten involviert. In dieser Zeit wurden 37 Konferenzbeiträge und 21 Journal- und Buchartikel veröffentlicht. Das Hauptaugenmerk liegt bei unseren Forschungsprojekten auf der Transferleistung, dem Brückenschlagen und der Förderung des Austausches zwischen Industrie und Universität. Dies geschieht einerseits durch die Entwicklung von Demonstratoren und das gezielte Bearbeiten von industrie-

inspirierten Anwendungsfällen, andererseits durch die starke Einbindung der Unternehmenspartner in die wissenschaftliche Aufarbeitung und Veröffentlichung. In diesem Rahmen haben wir beispielsweise enorme Verbesserungen bei der Lokalisierungsgenauigkeit, Berechnungsgeschwindigkeit und dem Speicherverbrauch von Ultra-Wide-Band Lokalisierung in Umgebungen ohne Sichtverbindungen erreicht. In anderen Projekten konnten wir die Ausfallzeiten von industriellen Produktionsanlagen durch Vermeidung von Notabschaltungen reduzieren. Für Testfahrten in der Automobilindustrie haben wir eine mobile Plattform mit intelligenten Applikationen entwickelt, welche die Umgebung während der Fahrt automatisch überwachen beziehungsweise erkennen kann, um eine lückenlose Detektion, Reproduktion, und Simulation von Fehlersituationen zu ermöglichen. Unsere anwendungsorientierte Forschung erzeugt großen Impact bei den Unternehmenspartnern, sodass einige entwickelte Techniken bereits in marktreifen Serienprodukte in der Industrie eingesetzt beziehungsweise zum Patent angemeldet wurden, darunter Schutzmechanismen zum Detektieren fehlerhafter Speichermodule oder Algorithmen für faires und Deadlock-freies Scheduling in Echtzeitbetriebssystemen.

# Institut für Hochfrequenztechnik

Das Institut für Hochfrequenztechnik (IHf) der Technischen Universität Graz wurde 2010 gegründet, um sowohl den Bereich der Mikro- und Millimeter-Wellentechnik als auch der optischen Nachrichtentechnik abzudecken, die für moderne Datenübertragungssysteme und Sensorsysteme von größter Bedeutung sind. Die Forschungsaktivitäten umfassen alle Bereiche von der Komponente bis zum fertigen System. Das IHf führt grundlagen- und anwendungsbezogene Forschungsprojekte, gefördert von Bund, Land und EU, durch. Zusätzlich pflegt es enge langfristige Kooperationen mit Firmenpartnern im industriellen Umfeld.



## Historische Entwicklung

Das Institut für Hochfrequenztechnik wurde 2010 mit der Berufung von Wolfgang Bösch gegründet, der auch heute noch das Institut leitet. Es ist damit einerseits ein relativ junges Institut, andererseits wurden Arbeitsgruppen eingegliedert, die auf das 1968 von Willibald Riedler gegründete Institut für Nachrichtentechnik und Wellenausbreitung zurückgehen. Es wurde im Januar 2004 in drei kleinere Institute aufgeteilt: das Institut für Kommunikationsnetze und Satellitenkommunikation (IKS), das Institut für Breitbandkommunikation (IBK) und das Institut für Signalverarbeitung und Sprachkommunikation (SPSC). Das Institut für Breitbandkommunikation (IBK) konzentrierte sich auf drahtlose Technologien (einschließlich der optischen Freiraumausbreitung), Radartechnik, Mikrowellenausbreitung und Akustik. Die beiden Arbeitsgruppen zu den Themenbereichen Optische Nachrichtentechnik einerseits und Radartechnik und Mikrowellenausbreitung andererseits wurden 2011 in das Institut für Hochfrequenztechnik integriert.

Institutsvorstand W. Bösch arbeitet  
mit einem Waverprober.

Oliver Wolf Foto GmbH

## Arbeitsgruppen und Forschungsschwerpunkte

Das Institut für Hochfrequenztechnik besteht zurzeit aus fünf Arbeitsgruppen mit folgenden Themenbereichen:

- Antennen und Filter
- Mikrowellen- und Millimeter-Wellentechnik mit Schwerpunktsetzung auf die Messtechnik
- Drahtlose Energietechnologien
- Optische Nachrichtentechnik
- Radartechnik und Mikrowellenausbreitung

Die Forschungsschwerpunkte beziehungsweise Kompetenzgebiete des IHF können arbeitsgruppenübergreifend in folgende Bereiche gegliedert werden:

- Systeme und Systemtechnik (zum Beispiel Entwicklung von Radar-, RFID- oder 5G/6G-Systemen)
- Entwicklung und Herstellung von Komponenten (Konzeption und Fertigung von Filtern, Antennen und Antennengruppen)
- Charakterisierung und Messtechnik (Vermessung von Komponenten im Bereich der Hochfrequenztechnik)
- Heterogene Integration (elektrische und optische Integration von elektronischen Bauteilen)
- Untersuchungen zu Störungen und Koexistenz (Feldstärkemessung, Messung elektromagnetischer Exposition, Simulation von Störwirkungen etc.)

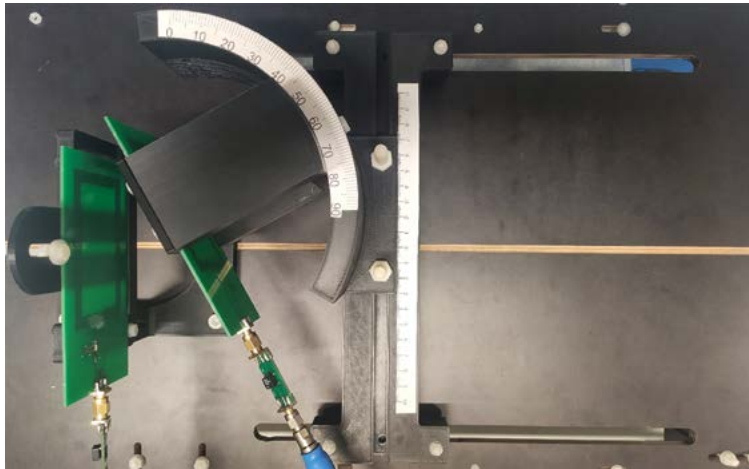
Einige Forschungsprojekte in diesen Kompetenzgebieten werden nun vorgestellt:

### KOMPETENZGEBIET SYSTEME

Das IHF beschäftigt sich im Kompetenzgebiet Systeme mit Forschungen im Bereich drahtlose Energietechnologien, Radarsysteme und optische Kommunikationssysteme. Mit der rasanten Digitalisierung der Gesellschaft und Wirtschaft steigt die Zahl der drahtlosen Geräte auf jedem Quadratkilometer ins Unermessliche. Expert\*innen gehen davon aus, dass sich auf einem einzigen Quadratkilometer bis zu 107 Geräte befinden könnten, was erhebliche ökologische und wirtschaftliche Herausforderungen für die Nachhaltigkeit mit sich bringt. Drahtlose Energietechnologien (WPT Wireless Power Technologies) bieten eine vielversprechende Möglichkeit, diese Geräte drahtlos mit Strom zu versorgen, sodass weder Kabel noch Batterien benötigt werden. Durch die Anwendung von drahtlosen Energietechnologien wird die Verwendung von Kabeln, der rasch schwindenden Ressource Kupfer und die Umweltbelastung durch Batterien reduziert, was auch zu kostengünstigeren Lösungen führt. Das IHF forscht an solchen drahtlosen Energietechnologien, die sich in zwei verschiedene Bereiche unterteilen lassen: die drahtlosen Energieübertragung im Nah- und im Fernfeld. Die Erforschung und Entwicklung solcher Technologie verlangt eine starke Systemkompetenz, die am IHF zu finden ist.

Im Bereich der Radartechnik wurden und werden verschiedene Radargeräte entwickelt (zum Beispiel zur Beobachtung und Messung von Schneelawinen und zur Messung von Niederschlägen – Wetterradare). Ergänzend wird an der Software für Radarsysteme gearbeitet. Hier sind speziell das Programmpaket WIIS zur Verteilung und Darstel-





lung von Wetterinformationen und die Simulationssoftware ESIT zu erwähnen. Letztere ist ein für die europäische Flugsicherung EUROCONTROL – gemeinsam mit in- und ausländischen Partnern – entwickeltes Simulationstool zur Bestimmung der Belastung von Flugzeugtranspondern beziehungsweise Radar- oder ADS-B-Empfängern. Dieser digitale Zwilling simuliert sämtliche Signale bei den in diesen Geräten verwendeten Frequenzen 1030 MHz und 1090 MHz und liefert damit ein möglichst genaues Abbild der realen Verhältnisse. Das erlaubt eine Beurteilung der bestehenden und eine bessere Planung der zukünftigen Flugsicherungsinfrastruktur. Zusätzlich führt das IHF Analysen von auf Funktechnik basierenden Flugsicherungsanlagen (zum Beispiel Radar- und Multilaterationssystemen) durch. Ein Gemeinschaftsprojekt der Arbeitsgruppen Mikrowellenmesstechnik und Radartechnik mit der AVL List GmbH war die Entwicklung eines Zielstimulators für automotiv Radare. Er dient zum Testen von Fahrassistentensystemen und Software für autonomes Fahren.

Das Institut und vor allem die Arbeitsgruppe OptiKom beschäftigt sich nun seit bald 25 Jahren mit der Forschung und Entwicklung im Bereich

optischer Kommunikationssysteme mit Schwerpunkt auf optische Freiraumübertragung (FSO Free Space Optics). Dabei befasste sich die Forschungsgruppe neben dem Aufbau von Systemen auch mit der Untersuchung des Einflusses unterschiedlicher Atmosphärenbedingungen auf die optische Freiraumausbreitung. Neben terrestrischen FSO-Modulen sind auch FSO-Systeme im Weltraum (Satellit-Satellit-Verbindungen) von Interesse. Ein weiteres Forschungsgebiet sind die Untersuchung und der Vergleich verschiedener Netzwerk-Architekturen für optische Funksysteme. Ein anderer Schwerpunkt liegt auf der Forschung und Entwicklung von zuverlässigen Hochgeschwindigkeits-FSO-Verbindungen mit Augenmerk auf Ethernet-basierten Gigabit-Systemen und der Verbesserung der Systemleistung durch spezielle Modulations- und Kanalcodierungsverfahren, die für FSO-Systeme besonders gut geeignet sind. Die Arbeitsgruppe beteiligte sich federführend an verschiedenen COST-Aktionen und EU-Projekten wie SatNex-1, SatNex-2 und South-East-Europe. Auch etliche ESA-Projekte mit unterschiedlichen Industrie- und Forschungs-Partnern wurden durchgeführt.

Links: Messaufbau zur drahtlosen Energieübertragung im Nahfeld mit adaptiven Anpassnetzwerk (TU Graz – SAL Uni Lab: GEMC Lab, 2023).

Jasmin Grosinger (IHF)

Rechts: Prototypaufbau des Radar Target Stimulators auf AVL Rollenprüfstand (ENABLES3 EU Projekt, 2018).

Steffen Metzner (AVL)

## KOMPETENZGEBIET KOMPONENTEN

Im Kompetenzbereich Komponenten befasst sich das IHF unter anderem mit der Entwicklung und Fertigung von planaren, semi-planaren und nicht-planaren Filtern, Antennen und Antennengruppen. Hier werden innovative Konzepte wie die Verwendung von Metamaterialien oder Anwendungen von Reflect-Arrays in zukünftigen Front-End-Technologien untersucht. Das geschieht in Zusammenarbeit mit europäischen Forschungseinrichtungen sowie mit Partnerorganisationen in den Bereichen Additive Manufacturing, Materialforschung und Oberflächentechnologien. Dabei stehen speziell moderne Fertigungstechniken wie 3D-Druck im Vordergrund, aber auch Optimierungen durch Zusammenfassung von Baugruppen (Filternasen Filter und Antennen).

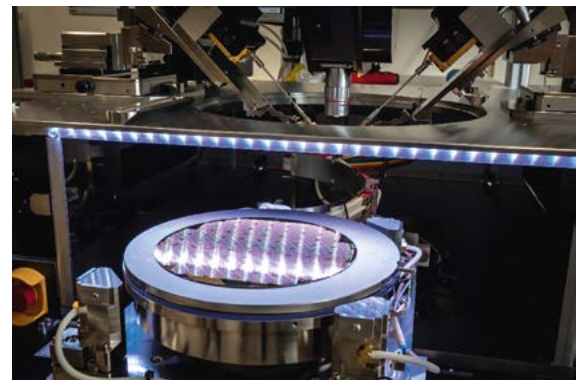
## KOMPETENZGEBIET CHARAKTERISIERUNG

In diesem Gebiet geht es um die Vermessung von Hochfrequenz-Bauteilen und -Baugruppen (Platinen). Neben Messkampagnen als Dienstleistung für Kunden wird auch Forschung zu verbesserten Kalibriermethoden und Messmethoden auf Leiterbahnen von Platinen betrieben. Für die Charakterisierung von unterschiedlichsten Komponenten verfügt das IHF über mehrere Messlabore und Antennenmesskammern, in denen auch „Over-the-Air“-Messungen (OTA) oder Emissions- und Immissionsmessungen von Schaltungen und Systemen durchgeführt werden können. So führt das IHF kundenspezifische Messungen von Übertragungs- und Radarsystemen durch. Weitere Charakterisierungsmethoden liegen zum Beispiel in der breitbandigen Bestimmung von Materialeigenschaften von HF-Substraten. Technologisch ist das Institut hochmodern aufgestellt und verfügt über ein Labor für Messungen im Mikro- und Millimeter-Wellen-Frequenzbereich, zwei Reinräume für Arbeiten an integrierten Schaltkreisen und zwei Antennen-

messkammern. Basierend auf dieser Infrastruktur arbeitet ein Team am IHF an der (Weiter-)Entwicklung von Methoden und Algorithmen zur Charakterisierung. Auf der einen Seite zielen diese Arbeiten auf die Minimierung der Messfehler ab. Auf der anderen Seite bildet die Erfassung von Messunsicherheiten einen weiteren Schwerpunkt. Dabei liegt der Fokus auf der breitbandigen Messtechnik, die im MHz-Bereich startet und bei Frequenzen  $>100$  GHz endet. Das IHF gehört zu den weltweit führenden Einrichtungen, wenn es um die Charakterisierung bei hohen Bandbreiten bei gleichzeitig sehr kleinen Messfehlern geht. Für die Verbreitung dieser Methoden sind Mitarbeiter\*innen des IHF auch in der Standardisierung von Messverfahren aktiv.

## KOMPETENZGEBIET INTEGRATION

Die derzeitigen Mikrowellen- und Photonik-Systeme basieren auf Fasern und elektronischen Komponenten. Durch heterogene Integration kann eine deutliche Steigerung der Energieeffizienz, der Flexibilität und Skalierbarkeit erreicht werden. So werden Nachhaltigkeit und Kosteneffizienz zukünftiger Systeme erhöht. Ziel ist eine gemeinschaftli-



Wafer Prober am Institut für Hochfrequenztechnik.

Lunghammer – TU Graz

che Bündelung verschiedenster Technologien zur Entwicklung von neuen leistungsfähigen Mikrosystemen. Auf diese Weise kombiniert das IHF Fertigungstechnologien, Komponenten und Aufbaukonzepte für Anwendungen in der Sensorik, Elektronik, Datenverarbeitung und der drahtlosen Kommunikation. Diese optimale Kombination aus unterschiedlichen Funktionen ermöglicht innovative Lösungen im Bereich 5G/6G, Automobil-, Radar- und Raumfahrttechnologien.

### KOMPETENZGEBIET ZUSAMMENWIRKEN VON SYSTEMEN

In diesem Kompetenzgebiet stehen die Koexistenz und Verträglichkeit gegenwärtiger, aber auch zukünftiger elektronischer Kommunikations- und Radar-Systeme im Zentrum. Hier befasst sich das IHF mit Messungen von drahtlosen Energieübertragungssystemen (WPT), Near Field Communication-Systemen (NFC) sowie allgemeinen Messungen der elektromagnetischen Belastung bei Mikrowellenfrequenzen. Außerdem werden Simulationen von Störungen von Radarsystemen, Instrumentenlandesystemen (ILS) und anderen Funksystemen beispielsweise durch Windturbinen, Photovoltaikanlagen, Gebäude etc. durchgeführt.

### CD-LABOR

Neben den angesprochenen Arbeitsgruppen gibt es auch das im Jahr 2020 eröffnete Christian Doppler Labor für Technologiebasiertes Design und Charakterisierung elektronischer Komponenten (TONI), das als separate Businessseinheit mit eigenem Personal geführt wird. Hier werden Möglichkeiten zur besseren Kontrolle elektromagnetischer Wechselwirkungen in intelligenten vernetzten Geräten, insbesondere für 5G- und 6G-Anwendungen (zum Beispiel Smartphones), erforscht. Die Herausforderungen



ungen zukünftiger Kommunikations- und Sensorsysteme können nur durch einen interdisziplinären Ansatz gelöst werden. Funktionalitäten, die zuvor durch einzelne Komponenten erreicht wurden, werden in eingebetteten Bauteilen kombiniert. Um eine fehlerfreie Funktionsweise zu garantieren, werden die Aufbautechnologien und innovativen Komponenten im CD-Labor exakt vermessen und modelliert. Gemeinsam mit den Partnerunternehmen Qualcomm, AT&S AG und Fronius GmbH wird gezielt nach Wegen gesucht, um elektronische Komponenten dreidimensional einzubetten und gleichzeitig eine robuste und sichere Multifunktionalität zu gewährleisten.

Institutsmitarbeiter\*innen  
(Oktober 2022).

Oliver Wolf Foto GmbH

## Ausblick, Entwicklung

Das Institut für Hochfrequenztechnik wird in den nächsten drei Jahren die Forschungsaktivitäten in den genannten Bereichen und die bestehende Struktur beibehalten. Ab 2028 wird ein/e neue/r Professor\*in die Institutsleitung übernehmen und das Institut in die Zukunft führen.





# Institut für Elektrische Messtechnik und Sensorik

Das Institut für Elektrische Messtechnik und Sensorik (EMS), ursprünglich 1971 als Institut für Allgemeine Elektrotechnik und Elektrische Messtechnik gegründet, erlebte seine offizielle Eröffnung im August 1973 unter der Leitung von Harald Weiß, nachdem Verhandlungen mit dem Ministerium zur Personal- und Ausstattungssicherung abgeschlossen worden waren. Vor dieser Gründung wurden die Fachgebiete Elektrische Messtechnik und Allgemeine Elektrotechnik von den Instituten für Grundlagen der Elektrotechnik und Theoretische Elektrotechnik (Peter Klaudy) und Elektromagnetische Energieumwandlung (Gerhard Aichholzer) betreut.

1980 führte das Ministerium für Wissenschaft und Forschung das Institut mit dem Institut für Regelungstechnik unter der Leitung von Gerhard Schneider zum Institut für „Allgemeine Elektrotechnik und Elektrische Mess- und Regelungstechnik“ zusammen. Diese Fusion brachte jedoch Herausforderungen mit sich, insbesondere aufgrund der räumlichen Trennung der beiden Institutsteile. Dank der Bemühungen der Fakultät und des damaligen Dekans Kurt Richter wurde die Zusammenlegung 1984 wieder aufgehoben.

Der Lehrbetrieb begann bereits kurz nach der Gründung und im Studienjahr 1973/74 verantwortete das Institut sieben Vorlesungen und Labor-

übungen. Ab 1985/86 wurde auch die Betreuung von Studierenden der Studienrichtung Telematik übernommen. Die frühen Forschungsschwerpunkte des Institutes umfassten die Messung radioaktiver Aerosole, Kernreaktormess- und Schutztechnik sowie Untersuchungen zur Zuverlässigkeit und Sicherheit in der Messtechnik, einschließlich der Analyse von Fehlereffekten und Ausfällen in dynamischen Reaktorschutzsystemen. In diesem Rahmen waren Institutsmitarbeiter\*innen an der Überprüfung der Sicherheits- und Schutzsysteme des Kernkraftwerks Zwentendorf beteiligt.

Mit der Berufung von Georg Brasseur im Jahr 1999 und seiner Ernennung zum Institutsvorstand verlagerte sich der Forschungsschwerpunkt zunehmend in Richtung Elektronik und Messtechnik im automotiven Bereich. Georg Brasseur setzte zudem entscheidende Akzente in der Schaltungstechnik sowie in der Modellierung und Simulation von Bordnetzkomponenten, um den Energieverbrauch in Fahrzeugen zu optimieren.

Im Jahr 2000 verstärkte Axel Pinz das Institut und brachte umfassende Expertise in der Bildverarbeitung und bildgestützten Messtechnik ein. Mit über zwanzig Jahren Erfahrung setzte er neue Impulse in den Bereichen Mustererkennung, Szeneninterpretation und Objekterkennung, insbesondere für Anwendungen in Medizin und Industrie.

Ein bedeutender Meilenstein war die Gründung des Christian Doppler Labors „Kraftfahrzeug-Messtechnik“ im Jahr 2001, das die Brücke zwischen akademischer Forschung und industrieller Anwendung schlug und dem Institut eine nachhaltige Zusammenarbeit mit führenden Industriepartnern ermöglichte.

2016 wurde, parallel zum Institut für Elektrische Messtechnik und Messsignalverarbeitung, das Institut für Elektronische Sensorsysteme gegründet.





Gruppenfoto mit allen  
Institutsmitarbeiter\*innen  
2024.

Lisa Thieme

Unter der Leitung von Alexander Bergmann setzte es sich zum Ziel, innovative Technologien im Bereich der Sensorik zu entwickeln und anzuwenden. Alexander Bergmann brachte umfangreiche Erfahrung und Fachwissen in den Bereichen Mess- und Sensortechnologie mit, was dem Institut eine klare Forschungsrichtung und einen starken Praxisbezug verlieh, und so etablierte es sich schnell als bedeutender Forschungs- und Ausbildungsbetrieb.

Im Jahr 2020 wurden die beiden Institute unter dem bis heute bestehenden Namen Institut für Elektrische Messtechnik und Sensorik (EMS) unter der Leitung von Alexander Bergmann zusammengelegt. Diese Fusion ermöglichte die Weiterentwicklung zu einem Großinstitut der Messtechnik und Sensorik, das bis heute besteht. Die Verschränkung der Disziplinen der angewandten Physik mit der elektrischen Messtechnik und Messsignalverarbeitung erlaubt die ganzheitliche Betrachtung einer Messaufgabe, vom physikalischen Sensoreffekt über die Messelektronik und anspruchsvolle Messsignalverarbeitung bis hin zu Systemaspekten.

Unter der Leitung von Alexander Bergmann gewann das Institut auch weiter an internationaler Anerkennung. Durch diverse Forschungsk Kooperationen und Austauschprogramme mit Weltklasseuniversitäten wie Stanford und Cambridge wird der Wissenstransfer gefördert und die Forschung auf globales Niveau gehoben. Das stärkt nicht nur die Sichtbarkeit des Institutes, sondern auch die des gesamten Forschungsstandorts Graz. Diverse Preise wie beispielsweise die Nikola Tesla Medaille für den erfolgreichsten Erfinder der TU Graz oder der IEEE Joseph Keithly Award für herausragende Leistungen in der Messtechnik sowie der vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung verliehene Award of Excellence für die beste Dissertation zeugen von den Leistungen des Institutes.

Im Jahr 2023 trat Hannes Wegleiter die Nachfolge des emeritierten Georg Brasseur an. Hannes Wegleiter begann seine Karriere im Jahr 2004 als Dissertant bei Georg Brasseur. In den folgenden Jahren war er als Projektleiter, später als Gruppenleiter und Assoc.Prof. am Institut beschäftigt. Seine

Schwerpunkte liegen in der integrierten Mess- und Schaltungstechnik, insbesondere in der Entwicklung und Optimierung von Messsystemen für den Einsatz unter rauen Betriebsbedingungen.

Ein wesentliches Merkmal des Institutes ist die enge Kooperation mit der Industrie. Durch gemeinsame Projekte und Forschungsinitiativen mit Partnerunternehmen wird sichergestellt, dass die entwickelten Technologien nicht nur theoretisch fundiert, sondern auch praktisch umsetzbar sind. Diese Zusammenarbeit ermöglicht es den Wissenschaftler\*innen, aktuelle Herausforderungen der Industrie zu verstehen und gezielt Lösungen zu entwickeln, die den Bedürfnissen des Marktes entsprechen. Dieser Geist zeigt sich auch darin, dass am Großinstitut derzeit zwei Christian Doppler Labore beheimatet sind. Das CD-Labor für Sensorik, basierend auf strukturierter Materie, wird von Alexander Bergmann geleitet, während Hannes Wegleiter das CD-Labor für Messsysteme für raue Betriebsbedingungen führt.

Das Institut leistet auch einen wichtigen Beitrag zur Ausbildung von Studierenden. In praxisorientierten Lehrveranstaltungen und Forschungsprojekten werden sie eng in die Arbeit des Institutes eingebunden. Dadurch haben sie die Möglichkeit, wertvolle praktische Erfahrungen zu sammeln und ihre Fähigkeiten in der Entwicklung und Anwendung von Sensorsystemen zu vertiefen. Die Institutsmitarbeiter\*innen legen großen Wert auf eine enge Betreuung und Förderung der Studierenden, um sie bestmöglich auf ihre zukünftigen beruflichen Herausforderungen vorzubereiten.

Zusammenfassend lässt sich sagen, das Institut für Elektrische Messtechnik und Sensorik an der TU Graz unter der Leitung von Alexander Bergmann stellt eine dynamische und innovative Plattform für

Forschung und Lehre dar. Mit einem klaren Fokus auf angewandte Forschungsprojekte und enge industrielle Zusammenarbeit trägt es signifikant zur Entwicklung neuer Technologien und zur Ausbildung der „next generation of engineers“ bei.

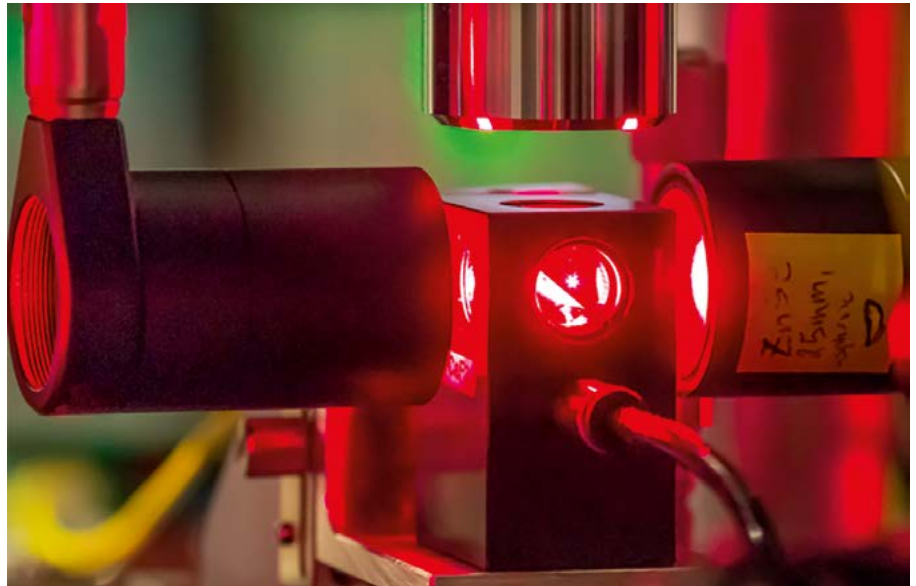
## **Forschungsschwerpunkt Sensor Physics and Sensor Systems**

Die Arbeitsgruppe Sensor Physics and Sensor Systems am EMS beschäftigt sich mit der Erforschung und Entwicklung innovativer Sensortechnologien und -systeme. Ihr Fokus liegt dabei auf der Anwendung physikalischer Prinzipien zur Verbesserung der Sensorgenauigkeit, Empfindlichkeit und Zuverlässigkeit. Von besonderem Interesse sind Sensorsysteme, die zum Verständnis und der Bewertung von Umwelt- und Klimaauswirkungen beitragen können.

Ein zentrales Forschungsfeld ist dabei die Entwicklung von Sensoren für verschiedene physikalische Größen wie Kraft, Drehmoment, Position, chemische Größen wie Gaskonzentration, Eigenschaften von Aerosolen wie Partikelanzahl und (Ultra-)Feinstaubkonzentration und die Zustandsüberwachung (State of Health) von Batteriesystemen oder Kraftfahrzeugen während des Betriebes. Dabei werden neuartige Materialien (Metamaterialien, künstliche Kristalle) und Techniken (mm-Wellen, strukturierte Lichtfelder, Telemetrie, nichtzerstörende Prüfverfahren, optische Pinzetten, Spektroskopie) eingesetzt, um die Leistungsfähigkeit und den Anwendungsbereich der Sensoren zu erhöhen bzw. zu erweitern. Die Arbeitsgruppe untersucht auch die Integration von Sensoren in intelligente Systemen, wodurch die Erfassung, Verarbeitung und Bewertung von Daten in Echtzeit ermöglicht wird.

Die Aerosolforschung ist auf hochpräzise Messgeräte angewiesen, um feinste Details der Aerosolphysik zu erkennen. Hier musste der Fokus der optischen Pinzetten exakt ausgerichtet werden, um eine stabile Position der mikrometergroßen Aerosoltröpfchen im Resonator eines Fabry-Pérot-Interferometers zu gewährleisten. Somit lassen sich die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Tröpfchens quantifizieren, um zum Beispiel die Auswirkungen von Aerosolen auf den Klimawandel zu bewerten.

Felix Stollberger



Im Bereich der Nachhaltigkeit beschäftigt sich die Arbeitsgruppe mit innovativen Sensorsystemen für die künftige Netzinfrastuktur sowie für mobile und stationäre Energiespeicher in Form von Batteriesystemen. Im Speziellen wird hier an innovativen kontaktlosen Stromwandlern basierend auf der optischen Messung von Magnetfeldern geforscht. Sie ermöglichen Anforderungen an Bandbreite und Einsatzgebiete, die für konventionelle Systeme nicht denkbar sind. Ebenso ermöglichen die untersuchten Systeme zur nicht elektrischen Diagnose von Batteriezellen mit Hilfe von Ultraschall und Glasfasern eine Zustandsüberwachung von Zellen über den gesamten Lebenszyklus, von „End of Line“ über die Applikation bis hin zur „2nd Life“ Bewertung.

Darüber hinaus wird an Konzepten zur Verbesserung von Umgebungsbedingungen für Sensoren, (wie beispielsweise Probenahmesysteme) geforscht, um deren Anwendung in extremen Bedingungen wie hohen Temperaturen, variablen Druckverhältnissen oder schwierigen chemischen Umgebungen mit möglichst hoher Zeitauflösung zu ermöglichen.

Die Forschung umfasst sowohl theoretische als auch experimentelle Ansätze, wobei durchgängig moderne Modellierungs- und Simulationswerkzeuge zum Einsatz kommen, um die Sensordesigns zu optimieren. Ansätze des inversen Sensordesigns, bei dem die Definition der gewünschten Sensoreigenschaften wie Empfindlichkeit, Genauigkeit, Reaktionszeit und Betriebsbedingungen den Startpunkt der Optimierung darstellen, finden dabei breite Anwendung. Durch diesen methodischen Ansatz können Forscher optimal angepasste Sensorkonzepte entwickeln, die gezielt auf spezifische Anwendungen und Anforderungen zugeschnitten sind. Inverses Sensordesign ermöglicht es zudem, die Vorteile modernster Materialien und Technologien zu integrieren, was zu komplett neuen Sensoransätzen führen kann.

Interdisziplinäre Kooperationen mit anderen Forschungsbereichen und Industrien sind ein wesentlicher Bestandteil der Aktivitäten der Arbeitsgruppe. Das manifestiert sich in zahlreichen nationalen wie auch internationalen Forschungsprojekten und Kooperationen wie beispielsweise dem Christian Doppler Labor für Sensorik, basierend auf struktu-

rierten Materialien. Diese Zusammenarbeit fördert den Technologietransfer und die Anwendung der entwickelten Sensorlösungen in der Praxis.

Die Arbeitsgruppe möchte durch ihre Forschung zur Weiterentwicklung der Sensortechnologie beitragen und innovative Lösungen für zukünftige Herausforderungen in der Messtechnik schaffen.

## Forschungsschwerpunkt Messsysteme für raue Betriebsbedingungen

Elektrische Messtechnik ist eine essenzielle Disziplin in zahlreichen Ingenieurbereichen, die dazu beiträgt, industrielle Prozesse effizienter und umweltfreundlicher zu gestalten. Die Anwendungsbereiche sind vielfältig und reichen von Elektrotechnik und Maschinenbau über Umwelttechnik bis hin zur Chemie und vielen anderen Feldern. Trotz kontinuierlicher Fortschritte in allen Bereichen der Messkette –

von Sensoren über analoge Schaltungstechnik bis hin zur digitalen Signalverarbeitung – gibt es Messaufgaben, die bisher nur mit unzureichender Genauigkeit, weitreichenden Einschränkungen oder gar nicht gelöst werden können. Insbesondere raue Betriebsbedingungen wie Alterungseffekte, Querempfindlichkeiten, elektromagnetische Störeinflüsse und Rauschen stellen die Messtechnik vor erhebliche Herausforderungen.

Das Team unter der Leitung von Hannes Wegleiter verfolgt das Ziel, Messlösungen zu entwickeln, die unter diesen anspruchsvollen Bedingungen präzise arbeiten und zugleich widerstandsfähig gegenüber externen Einflüssen sind.

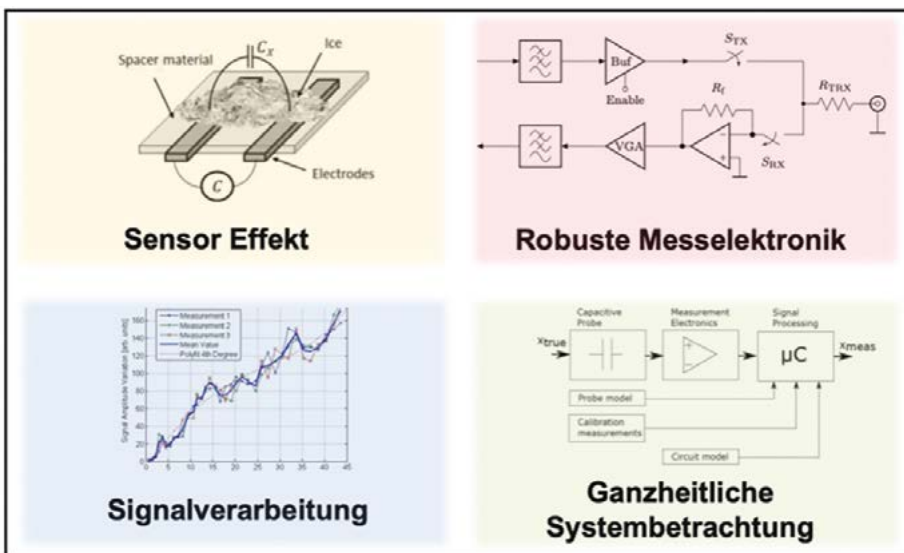
Die Forschungstätigkeiten sind in vier zentrale Bereiche unterteilt, die in der nebenstehenden Grafik dargestellt sind:

Sensoren sind die „Wahrnehmungsorgane“ eines Messsystems und spielen eine zentrale Rolle bei der Erfassung schwacher Signale. Die Forschung in diesem Bereich konzentriert sich auf die Entwicklung robuster Sensortechnologien und Modellierungen, die Effekte rauer Betriebsbedingungen – wie Temperaturänderungen und mechanische Deformationen – in die Messgrößen integrieren. Simulationstechniken zur Berücksichtigung von Querempfindlichkeiten erweitern bestehende Modelle und ermöglichen präzise Messungen trotz Störeinflüssen.

Zuverlässige Messschaltungen: Zuverlässige Messschaltungen sind entscheidend, um Signale unter extremen Bedingungen präzise zu erfassen und in eine digitale Darstellung zu konvertieren. Neben der Verstärkung und Filterung der Signale befasst sich die Forschung hier mit der (Langzeit-)Stabilität der elektronischen Schaltungen. Durch spezielle Schaltungstopologien und Kalibriertechniken werden

Der Forschungsschwerpunkt Messsysteme für raue Betriebsbedingungen mit den vier Schwerpunkten in Forschung und Lehre.

EMS





Störeinflüsse bereits auf der analogen Ebene kompensiert, sodass eine zuverlässige Erfassung und Verarbeitung der Messdaten gewährleistet sind.

**Digitale Signal- und Informationsverarbeitung:** Dieser Forschungsbereich konzentriert sich auf die digitale Verarbeitung der Messsignale, um Verzerrungen und Störungen zu kompensieren. Die digitale Signalverarbeitung verwendet Modellierungsansätze, um schwache Signale aus den Störungen herauszufiltern. Das ermöglicht eine präzise Bestimmung der Zielgrößen selbst in anspruchsvollsten Umgebungen. Die Forschung entwickelt hier Algorithmen, die nicht nur die Informationen extrahieren, sondern auch die Störungen gezielt kompensieren.

**Ganzheitliche metrologische Analyse:** Als übergreifender Ansatz vereint die ganzheitliche metrologische Analyse die vorherigen Forschungsfelder. Sie fokussiert auf Kalibrierungs- und Unsicherheitsbewertungsverfahren, die das gesamte Messsystem in Betracht ziehen, um eine zuverlässige Fehlerabschätzung zu ermöglichen. Dabei werden Unsicherheiten im Messsystem analysiert, die durch externe Einflüsse oder das System selbst entstehen. Das Ziel ist es, nicht nur die Kalibriermethoden selbst zu verbessern, sondern auch langfristig das Verhalten des Messsystems präzise und zuverlässig zu beschreiben, um wiederkehrende Kalibrierungen gänzlich zu vermeiden.

## **Ausgewählte Beispiele aus der Praxis**

Messtechnische Fragestellungen finden sich unter anderem in der Stahlproduktion. Ein bedeutender Forschungsschwerpunkt liegt auf der Durchflussmessung von Partikeln in pneumatischen

Fördersystemen. Die präzise Bestimmung der Materialverteilung und -geschwindigkeit in diesen Systemen gestaltet sich aufgrund hoher Temperaturen, Druckschwankungen und mechanischen Abriebs, die die Sensoren beeinträchtigen, als äußerst komplex. Hier kommt die elektrische Kapazitätstomografie (ECT) zum Einsatz, die eine kontaktlose Messung ermöglicht und durch neu entwickelte Signalverarbeitungsansätze zuverlässige Echtzeit-Daten zum Durchfluss liefert. Im Bereich der Sekundärmetallurgie wird an der präzisen Messung des Argon-Gasflusses für die Stahlreinigung geforscht. Dieses Gas wird in den Stahl eingeleitet, um Verunreinigungen zu entfernen und die Materialqualität zu verbessern. Eine exakte Messung des Gasflusses ist hierbei entscheidend, um eine optimale Reinigungswirkung zu gewährleisten. Doch aufgrund der hohen Temperaturen, mechanischer Belastungen und der Notwendigkeit eines energieautarken Betriebes wird die Messung direkt an der Stahlpfanne zu einer erheblichen Herausforderung. Auch im Kontext der Energieübertragung, insbesondere bei Hochspannungsleitungen, ergeben sich anspruchsvolle messtechnische Fragestellungen. Hier konzentriert sich die Forschung auf die Erfassung von Eisbesatz auf den Leitungen, die Detektion leitfähiger Verschmutzungen an Isolatoren, die akustische Abstrahlung der Leitung sowie die Messung kleinster Gleichströme. Ein weiteres Beispiel aus der Forschung ist die Charakterisierung von Energiespeichern, insbesondere von Batteriezellen. Durch hochgenaue Coulombsche-Effizienzmessungen, kombiniert mit präzisen Kalorimetermessungen, lässt sich der Gesundheitszustand von Batteriezellen nicht nur bestimmen, sondern idealerweise auch vorhersagen.

## Forschungsschwerpunkt Integrated Circuit Design

Elektronische integrierte Messtechnik ist ein essenzieller Bestandteil vieler Lebensbereiche. Moderne elektronische Geräte, die uns im beruflichen und persönlichen Alltag begleiten, sind Eckpfeiler unseres heutigen Lebensstils. Sie ermöglichen nicht nur neue Kommunikationswege und Automatisierungsmöglichkeiten, sondern tragen auch maßgeblich zu einem effizienten und komfortablen Leben bei.

Die Basis dieser Technologie bilden integrierte Schaltungen, die durch Miniaturisierung einen geringen Platzverbrauch und eine niedrige Leistungsaufnahme ermöglichen. Besonders bedeutend ist die Mixed-Signal-Signalverarbeitung, die eine Brücke zwischen der physikalischen Welt und der digitalen Abstraktion schlägt. In der Messtechnik geht es vor allem darum, physikalische Größen möglichst präzise und effizient zu erfassen und digital weiterzuverarbeiten.

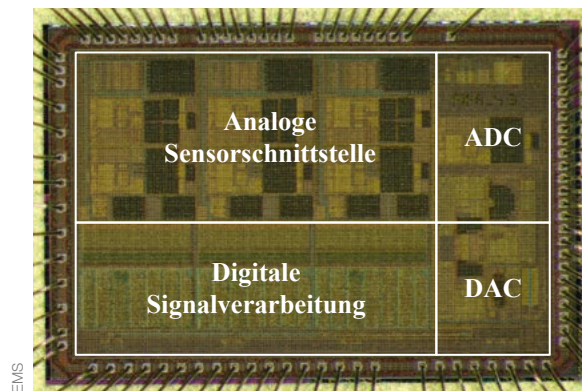
Die Entwicklung von mikroelektronischen Schaltungen und Systemen ist ein komplexer und zeitaufwendiger Prozess, insbesondere im Bereich der Mixed-Signal-Technik. Dieser Bereich umfasst sowohl analoge als auch digitale Entwurfsprozesse

und stellt somit hohe Anforderungen an den Entwurfsablauf. Ein Teil der Forschung konzentriert sich daher auf den Entwurfsprozess und die Methodik selbst, um sie zu beschleunigen und nachhaltiger zu gestalten.

Der Forschungsschwerpunkt liegt auf dem Design und der Entwicklung von hochpräzisen Mixed-Signal-Sensor-Front Ends mit zwei aktuellen Themenschwerpunkten: Biomedizinische Elektronik und Mikroelektronik für industrielle Anwendungen, zum Beispiel in der Automobil- und Raumfahrt-industrie.

Im Bereich der biomedizinischen Elektronik liegt der Fokus auf der präzisen Erfassung biochemische Sensorsignale. Ein besonderer Schwerpunkt liegt dabei auf der Entwicklung von Systemen, die biomedizinische Messungen in Laborqualität bei gleichzeitig geringem Platzbedarf und niedrigen Kosten ermöglichen. Diese Technologien machen es möglich, medizinische Messungen direkt bei Patient\*innen durchzuführen und die Daten elektronisch an einen Arzt zu übermitteln. Dieser Ansatz, bekannt als „Point-of-Care“-Versorgung, verbessert die medizinische Betreuung in Gebieten ohne ausgedehnte medizinische Infrastruktur. Ein konkretes Beispiel ist die Messung der Nierenfunktion direkt beim Patienten. Nierenversagen gehört zu den häufigsten Todesursachen in der EU. Eine frühzeitige und präzise Erkennung kann nicht nur die Sterblichkeit senken, sondern auch die Lebensqualität der Betroffenen durch rechtzeitige Diagnose und Behandlung erheblich verbessern.

Auch industrielle Anwendungen der Mixed-Signal-Systeme erfordern höchste Effizienz und Robustheit. In der Automobilindustrie beispielsweise müssen die entwickelten Systeme unter extremen Bedingungen zuverlässig arbeiten.



Hier geht es um die Integration von Sensorik und Signalverarbeitung, um Prozesse zu überwachen, die Automatisierung zu verbessern und letztlich die Sicherheit und Effizienz von Fahrzeugen zu erhöhen. Im Zentrum der Forschung stehen dabei die Optimierung der Signalverarbeitungskette auf Systemebene, die Entwicklung leistungsfähiger Sensorinterfaces sowie die präzise analoge-digital und digital-analoge Signalumsetzung.

## Schwerpunkte Lehre

Das Institut für Elektrische Messtechnik und Sensorik (EMS) legt besonderen Wert auf hochwertige Lehre, die bereits im Bachelorstudium eine zentrale Rolle spielt. In verschiedenen Studienrichtungen wie Electrical and Electronics Engineering, Information and Computer Engineering, Digital Engineering und Biomedical Engineering werden wichtige Grundlagen vermittelt, die für die weitere akademische und berufliche Laufbahn entscheidend sind.

Ein wesentlicher Bestandteil der Bachelorausbildung ist die Ausbildung in Messtechnik und Sensorik. Zu den Eckpunkten zählen die Messtechnik-Vorlesung, die Messtechnik-Übung, das Messtechnik-Labor sowie die Sensorik-Vorlesung. Diese Lehrveranstaltungen vermitteln den Studierenden das nötige Wissen und die praktischen Fähigkeiten, um moderne Mess- und Sensortechnologien zu verstehen und anzuwenden.

Das Institut EMS bietet zudem eine Reihe von Masterlehrveranstaltungen, die eine tiefere Auseinandersetzung mit fortgeschrittenen Themen ermöglichen. Dazu gehören spezialisierte Veranstaltungen in Sensorik, Elektronikdesign sowohl integriert als auch diskret, Multi-Sensor Data Fusion, Statistische



Signalverarbeitung und vielen weiteren zukunftsweisenden Bereichen. Ein nicht vollständiger Auszug dieser Lehrveranstaltungen: Audioelektronik, Analog IC Design, Energy Harvesting Systems, Energy Storage Systems, Environmental Sensing, Geräteentwurf mit Sensoren, Elektronik Mk, Measurement Signal Processing, Measurement Uncertainties, Motor- und Fahrzeugelektronik, Multi-Sensor Data Fusion, On Board Diagnosis, Photonic Sensors, Physical Effects for Sensors, Prozessinstrumentierung, Advanced Sensor and Actuator Concepts, Signal Analysis, Statistical Signal Processing, Vibrational Measurements.

In allen Lehrveranstaltungen profitieren unsere Studierenden von der Expertise unseres Lehrpersonals und von der hervorragenden Ausstattung der Labore unseres Institutes. Unsere akademischen Abschlussarbeiten sind in Forschungs- und Industrieprojekten integriert und daher von hoher Praxisrelevanz.

Labor für die  
Lehrveranstaltungen  
des Institutes mit  
moderner messtechnischer  
Ausstattung.

Oliver Wolf Foto GmbH









# Studienrichtungen der Fakultät

# Die Studienrichtungen an der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Die Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik an der TU Graz ist aktuell für die Betreuung von folgenden Studienrichtungen verantwortlich:

- Bachelor- und Masterstudium [Electrical and Electronics Engineering](#)
- Masterstudium [Elektrotechnik-Wirtschaft](#)
- Bachelor- und Masterstudium [Information and Computer Engineering](#) (gemeinsam mit der Fakultät für Informatik und Biomedizinische Technik)
- Bachelor- und Masterstudium [Digital Engineering](#) (gemeinsam mit der Fakultät für Maschinenbau und Wirtschaftswissenschaften und der Fakultät für Informatik und Biomedizinische Technik)
- Bachelor- und Masterstudium [Elektrotechnik-Toningenieur](#) (gemeinsam mit der Kunstuniversität Graz)
- Masterstudium [Space Sciences & Earth from Space](#) (gemeinsam mit der Universität Graz im Rahmen der NAWI Graz Kooperation)
- Bachelor- und Masterstudium [Biomedical Engineering](#) (gemeinsam mit der Fakultät für Informatik und Biomedizinische Technik)
- [Doktorat der Technischen Wissenschaften in zwei Doctoral Schools](#): Elektrotechnik und Informations- und Kommunikationstechnik)

Obwohl an der damaligen Technischen Hochschule Graz formal bereits 1941 innerhalb der Fakultät für Maschinenbau eine eigenständige Studienrichtung Elektrotechnik eingerichtet wurde, konnte, gestützt auf das Lehrangebot der Institute für Bau und Betrieb Elektrischer Anlagen (Günther Oberdorfer), Allgemeine Elektrotechnik und Elektromaschinenbau (Alfred Grabner) sowie Grundlagen der Elektrotechnik und Theoretische Elektrotechnik (Peter Klaudy), erst ab 1950 ein umfassender Studienplan Elektrotechnik ausgearbeitet werden. Der Vertiefungsschwerpunkt lag zunächst auf

starkstromtechnischen Fachgebieten und wurde mit der Einrichtung weiterer Institute ab 1964 um nachrichtentechnische, elektronische und elektromedizinische Fachgebiete erweitert.

Mit dem Inkrafttreten des Technischen Studiengesetzes im Jahre 1969 wurde eine Schwerpunktbildung in fünf Wahlfachgruppen (Studienzweigen) angeboten (Bau und Betrieb elektrischer Anlagen, Elektromaschinenbau, Nachrichtentechnik und Elektronik, Elektrotechnische Grundlagenforschung, Elektromedizin). Ausgehend von Stu-

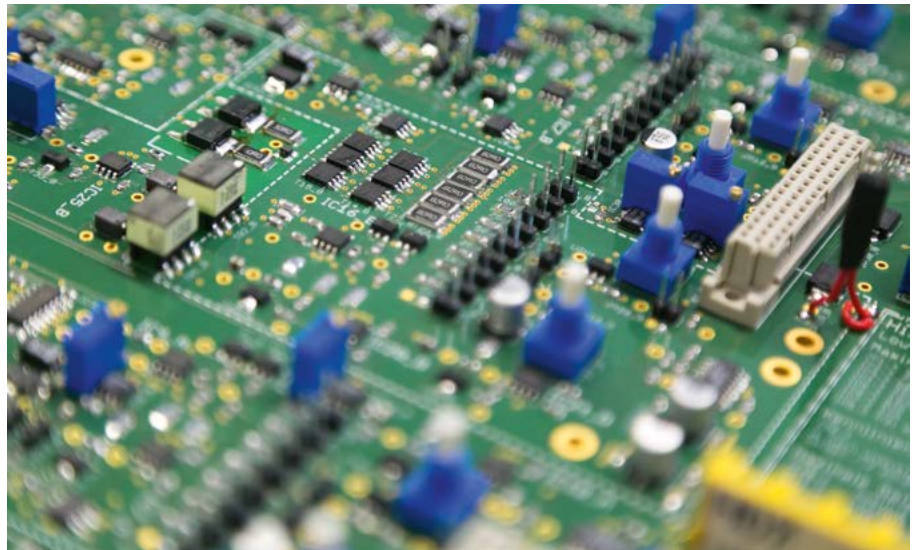
dienversuchen in Form von Fächertauschmodellen haben sich auch Wahlfachgruppen für den Schwerpunkt Elektrotechnik-Toningenieur (gemeinsam mit der damaligen Hochschule für Musik und darstellende Kunst in Graz) sowie für Regelungstechnik entwickelt. Mit den gesetzlichen Voraussetzungen durch das Universitätsorganisationsgesetz 1975 konnte an der nunmehrigen Technischen Universität Graz auch eine eigenständige Fakultät für Elektrotechnik eingerichtet werden. Im Jahre 1984 wurde mit dem interfakultären Studienversuch Telematik das Studienangebot der Fakultät sinnvoll erweitert. Das Telematikstudium wurde 1994 in ein reguläres Diplomstudium umgewandelt und 2015 in Information and Computer Engineering umbenannt.

Mit dem Inkrafttreten des Technischen Studiengesetzes 1990 wurden im Diplomstudium Elektrotechnik für alle Studienzweige zusätzliche Vertiefungsmöglichkeiten in wirtschaftswissenschaftlichen Fachgebieten angeboten und das Absolvieren dieses Fächerkataloges im Diplomprüfungszeugnis speziell gekennzeichnet (Elektrotechnik-Wirtschaft). Damit konnten die wirtschaftswissenschaftlichen Fachgebiete in den Studienplan Elektrotechnik integriert werden, ohne eine eigene Studienrichtung Wirtschaftsingenieurwesen-Elektrotechnik einzuführen.

Mit dem Universitätsstudiengesetz 1997 (UniStG) mussten die Studienpläne abermals neu gegliedert werden. Davon war besonders die Studienrichtung Elektrotechnik betroffen, da auch für die interdisziplinären Studienzweige (Biomedizinische Technik, Elektrotechnik-Toningenieur) ein einheitlicher erster Studienabschnitt gefordert wurde und interuniversitäre Studienzweige nicht mehr zulässig waren. Diese gesetzlichen Einschränkungen führten zu einer vollständigen Neuorientierung und

zur Umwandlung des bisherigen Studienzweiges Elektrotechnik-Toningenieur in eine eigene Studienrichtung. Eine wesentliche Zielsetzung dieser Studienreform lag in der Sicherstellung der hohen Qualifikation der Absolvent\*innen bei Einhaltung der Regelstudiendauer. Folgende Schwerpunkte wurden angeboten:

- Energietechnik (Elektrische Energiesysteme, Hochspannungstechnik, Elektrische Maschinen und Antriebstechnik, Energiewirtschaft und Energieinnovation, Umweltaspekte)
- Informationstechnik (Nachrichtentechnik, Elektronik, Technische Informatik, Hochfrequenztechnik, Nichtlineare Signalverarbeitung)
- Prozessautomatisierungstechnik (Automatisierungstechnik, Digitale Signalverarbeitung, Elektromagnetismus, Modellierung und Simulation, Optimierung, Prozessmesstechnik)
- Biomedizinische Technik (Medizinische Elektronik, Krankenhaustechnik und Gesundheitsökonomie, Medizinische Informatik, Biophysik, Rehabilitationstechnik, Biologische Systemtechnik)



Oliver Wolf Foto GmbH

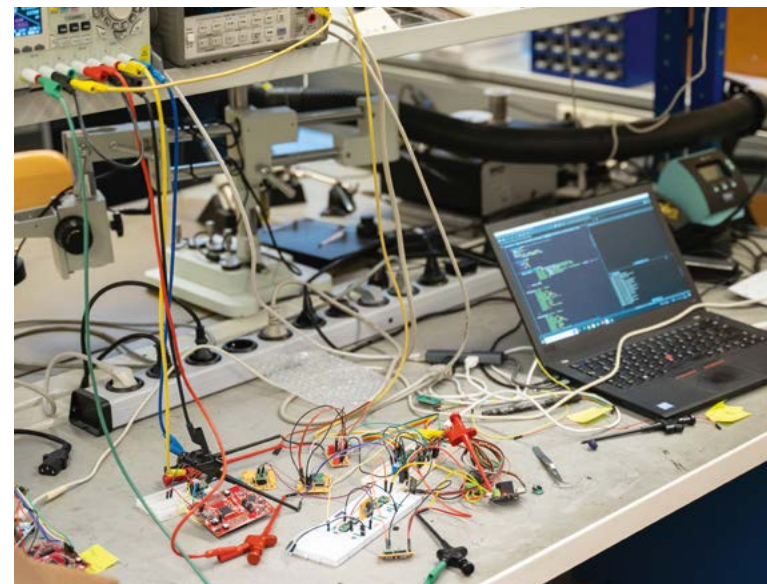


Die Studienrichtung Telematik konnte bei einer gleichmäßigen Aufteilung der Lehrbelastung zwischen der Fakultät für Elektrotechnik und der Technisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät in den zwölf Jahren seit der Einführung dieses Schwerpunktes einen beträchtlichen Anteil von Studierenden gewinnen. In den ersten Studienjahren seit Bestehen konnten im Durchschnitt jeweils hundert Absolvent\*innen jährlich diese Studienrichtung erfolgreich abschließen. Das entspricht etwa der Anzahl von Studienabschlüssen in der Studienrichtung Elektrotechnik. Auch der Anteil der Erstzulassungen war ungefähr gleich hoch wie in der Studienrichtung Elektrotechnik.

Die Neuorganisation der universitären Organe (UOG 93) machte eine Neustrukturierung der Studienschwerpunkte und Ausbildungsziele erforderlich. Durch die hohe Interdisziplinarität der Studienrichtungen an der Fakultät für Elektrotechnik war dabei nur ein schrittweises Vorgehen möglich. Die kurzfristig vom Bundesministerium für Wissenschaft und Verkehr angekündigte abermalige Änderung des Universitätsstudiengesetzes aus dem Jahre 1997 und die beabsichtigte Umstellung von Diplomstudien auf Bachelor- und Masterstudien (BA/MA) erschwerte die rasche und zielorientierte Weiterführung der Studienreform. Das Hauptproblem war nicht nur das zeitlich unkoordinierte Vorgehen der gesetzlichen Reformmaßnahmen, sondern vor allem auch das Fehlen eindeutiger Vorgaben für die bildungspolitischen Ziele. Auch der EU-Beitritt Österreichs und die damit verbundene Umsetzung der Bologna-Erklärung waren zu berücksichtigen. Trotz der Widrigkeiten konnten mit dem Jahr 2001 das Bachelorstudium Telematik, mit dem Jahr 2006 das Bachelorstudium Elektrotechnik und mit dem Jahr 2007 das Bachelorstudium Elektrotechnik-Toningenieur eingeführt werden.

Eines der bekanntesten Resultate des Bologna-Prozesses ist die Etablierung eines Systems von drei aufeinander aufbauenden Zyklen in der Hochschulbildung. Diese Zyklen werden durch ein grobes Rahmenwerk von Qualifikationen und ECTS-Credits definiert:

- Zyklus: 180–240 ECTS-Credits;  
Bachelor-Qualifikation
- Zyklus: 60–120 ECTS-Credits;  
Master-Qualifikation
- Zyklus: Promotionsstudium mit eigenständiger Forschung; Doktor-Grad / PhD  
(keine ECTS-Grundlage; angenommener Arbeitsaufwand von drei bis vier Jahren in Vollzeitbeschäftigung)



Studierendenlabor.



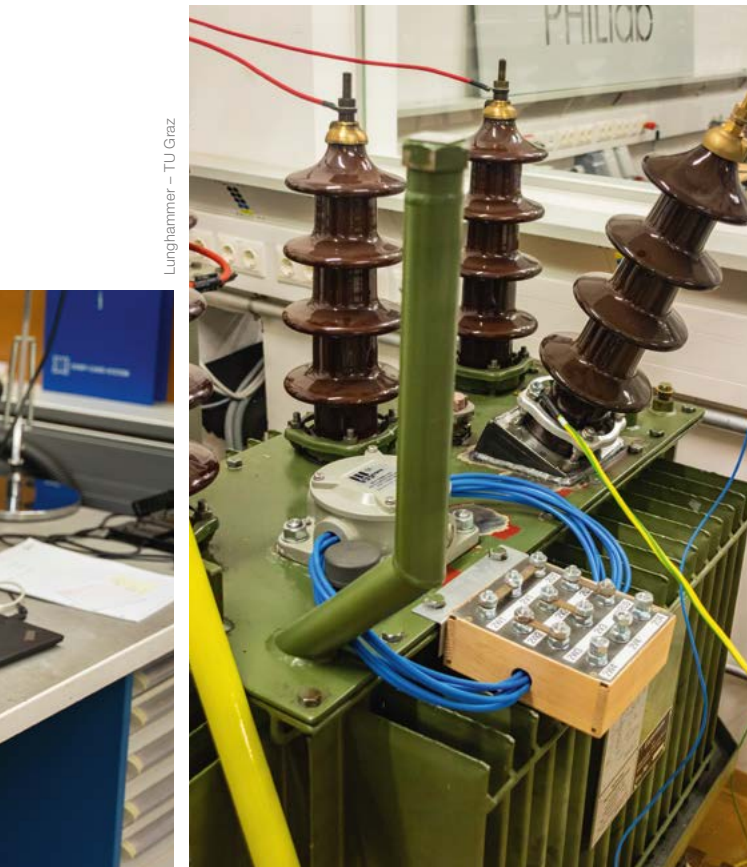
In Bachelorstudiengängen werden wissenschaftliche Grundlagen, Methodenkompetenz und berufsfeldbezogene Qualifikationen vermittelt. Masterstudiengänge sind nach den Profiltypen stärker anwendungsorientiert und stärker forschungsorientiert zu differenzieren. Der akademische Abschluss des ersten Zyklus heißt meistens Bachelor, der Abschluss des zweiten Zyklus meistens Master, jeweils ergänzt um eine fachbereichsspezifische Angabe (of Science etc.).

## Bachelorstudium Electrical and Electronics Engineering (EEE)

Mit 1. Oktober 2024 ist der neue Studienplan für das Bachelorstudium Electrical and Electronics Engineering in Kraft getreten. Dieses Curriculum ersetzt das Curriculum des Bachelorstudiums Elektrotechnik, das letztmalig im Jahr 2017 einer größeren Reform unterzogen wurde. Kleinere Studienplanänderungen wurden zwar bisweilen vorgenommen, jedoch hat eine Anpassung an die sich stetig wandelnden Anforderungen an die Absolvent\*innen des Studiums Elektrotechnik einer grundsätzlichen Überarbeitung des Studienplans bedurft.

Das Studium Elektrotechnik steht im 21. Jahrhundert vor der Herausforderung, sich kontinuierlich den rasanten technologischen Entwicklungen und gesellschaftlichen Bedürfnisse anzupassen. Die Digitalisierung, der Klimawandel und die Energiewende verlangen nach innovativen Lösungen, die eine moderne Ausbildung in der Elektrotechnik fördern muss. Eine dynamische Anpassung des Studiums ist notwendig, um den technischen Fortschritt voranzutreiben und gleichzeitig gesellschaftliche Verantwortung zu übernehmen. Nur so bleibt die Disziplin zukunftsfähig und relevant und der Schlüssel zur Lösung vieler Herausforderungen des 21. Jahrhunderts.

Die Energiewende und ihre Umsetzung, eine der drängendsten Fragen unserer gesellschaftlichen Entwicklung, werden maßgeblich von der Elektrotechnik getragen. Themen wie erneuerbare Energien, Energiespeicherung und intelligente Netze sollten im Fokus stehen, um den Übergang zu einer nachhaltigen Energieversorgung voranzutreiben. Diese Aspekte werden im neuen Studium Electrical and Electronics Engineering



Hochspannungslabor.



Laborübungsbeispiel.

adressiert und können von den Studierenden bereits im Bachelorstudium in der Vertiefungsrichtung Sustainable Energy Systems in Pflicht- und Wahlmodulen erlernt werden.

Ein weiterer Aspekt der gesellschaftlichen Entwicklung des 21. Jahrhunderts ist die Durchdringung des alltäglichen Lebens mit elektronikbasierten, eingebetteten Informationsverarbeitungssystemen sowie deren zunehmende Vernetzung durch das Internet der Dinge (IoT). Dies erfordert eine verstärkte Integration von Informatik, digitaler Datenverarbeitung sowie digitaler Kommunikationstechniken im Lehrplan. Adressiert werden diese Teilbereiche der Elektrotechnik in der zweiten Vertiefungsrichtung Electronic Systems.

Das Bachelorstudium Electrical and Electronics Engineering bietet somit eine fundierte ingenieurwissenschaftliche Grundausbildung, die einerseits als Berufsvorbildung und andererseits als Basis für eine weiterführende wissenschaftliche Ausbildung dient. Im Zentrum steht die Vermittlung von Grundlagen, Theorie und Methodik in den Bereichen Elektrotechnik, Informations- und Kommunikationstechnik, Elektronik und Energietechnik sowie der dafür notwendigen mathematisch-naturwissenschaftlichen Grundlagen. Mit den entsprechenden allgemeinen Grundlagen sowie den beiden Vertiefungsrichtungen vermittelt das Studium damit das Fundament für eine nachhaltige Digitalisierung und Energieversorgung der Gesellschaft.

Absolvent\*innen des Bachelorstudiums Electrical and Electronics Engineering an der TU Graz verfügen über fundiertes Wissen in den Bereichen Elektronik, Energietechnik und Kommunikationstechnik. Sie können erlernte Theorien und Methoden anwenden, fachspezifische Fragestellungen bearbeiten und Problemlösungen formulieren. Zudem sind sie in der Lage, Ergebnisse zu interpretieren, kritisch zu beurteilen und relevante soziale, wissenschaftliche und ethische Aspekte zu berücksichtigen. Sie besitzen ausgeprägte kommunikative Fähigkeiten, können wissenschaftliche Inhalte klar vermitteln und nutzen geeignete Präsentationstechniken. Außerdem haben sie organisatorische Kompetenzen entwickelt, können autonom lernen und kleinere Projekte eigenständig bearbeiten.

Die mit dem Abschluss des nun neu gestalteten Bachelorstudiums erworbenen Kompetenzen ermöglichen einerseits den Einstieg in das wissenschaftliche Denken und Arbeiten, wie es in einem weiterführenden fach einschlägigen Masterstudium gefordert wird. Andererseits sind die beruf-

lichen Möglichkeiten für Absolvent\*innen aufgrund der breit angelegten Ausbildung mit der zusätzlichen exemplarischen Vertiefung in vielen Bereichen wie zum Beispiel Industrie, Energiewirtschaft, öffentlicher Dienst und Dienstleistungen gegeben. Dabei sind Energietechnik, Elektronik und Mikroelektronik, Automatisierung, Digitalisierung, Fahrzeugtechnik, sowie Luft- und Raumfahrt einige Branchen von besonderer Relevanz.

## **Masterstudium Elektrotechnik bzw. Electrical and Electronics Engineering (EEE)**

Der Umstellung des Bachelorstudiums auf Electrical and Electronics Engineering folgend, soll mit Beginn des Wintersemesters 2025/2026 das Masterstudium Elektrotechnik in einer aktualisierten Form angeboten werden. Da zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Textes noch keine endgültige, von der Curricula-Kommission bestätigte Version des neuen Studienplans vorliegt, soll an dieser Stelle nur kurz auf die grundsätzlichen Unterschiede zwischen dem aktuellen Masterstudium Elektrotechnik und dem neuen Master Electrical and Electronics Engineering eingegangen werden.

Aktuell werden die vier Vertiefungsrichtungen Automatisierungstechnik und Mechatronik, Energietechnik, Informations- und Kommunikationstechnik sowie Mikroelektronik und Schaltungstechnik mit jeweils einer Aufteilung von etwa 50% Pflichtmodulen und 50% Wahlmodulen, die der jeweiligen Vertiefungsrichtung zugeordnet sind, angeboten. Das gänzlich in englischer Sprache angebotene neue Masterstudium EEE folgt hingegen einem „Major-Minor-Prinzip“. Die fünf voraussichtlichen Major-Blöcke, die auch als Minor ausgewählt werden können, sollen lauten:

„Automation Systems Engineering“, „Electronic Systems and IC Design“, „Power Engineering“, „Sensing, Control and Artificial Intelligence“, sowie „Wireless Networks and Communication Systems“, wobei im jeweiligen Major nur ein kleiner Teil als Pflichtlehrveranstaltungen vorgesehen ist. Das neue Masterstudium bietet den Studierenden also eine deutlich höhere Wahlfreiheit, was deren Spezialisierung angeht. Gleichzeitig wurde der allgemeine Pflichtanteil erhöht, um gewährleisten zu können, dass alle Absolvent\*innen des Studiums auch Kompetenzen in den Bereichen Computational Intelligence und mathematischer Optimierung technischer Systeme haben.

## **Masterstudium Elektrotechnik-Wirtschaft**

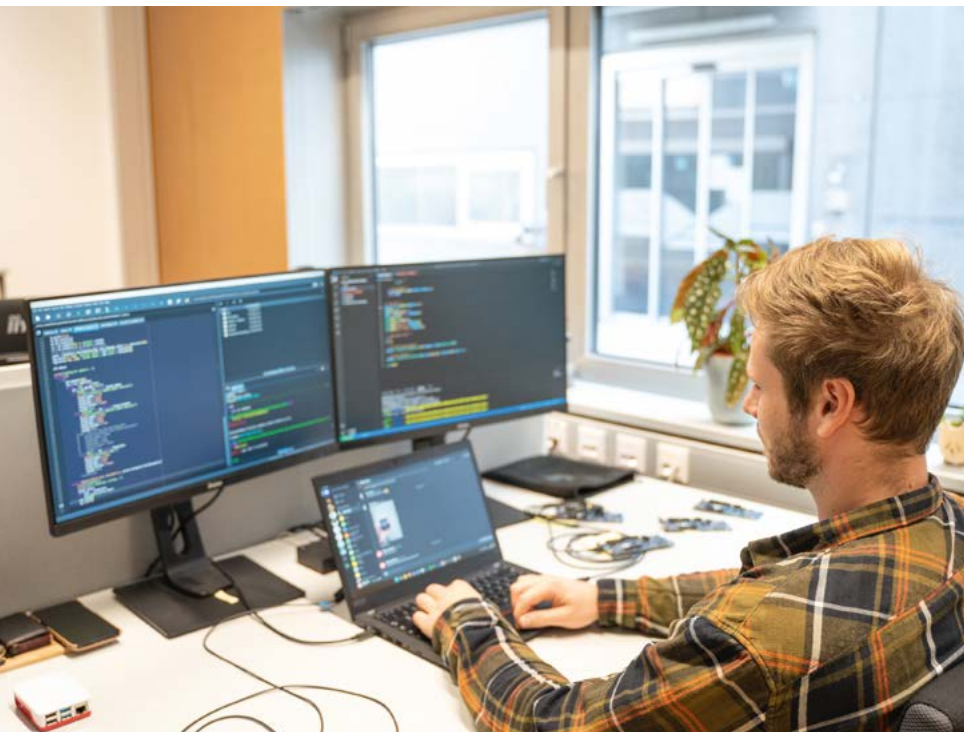
Ab 1990 wurden wirtschaftswissenschaftliche Fachgebiete im Rahmen einer eigenen Vertiefungsmöglichkeit auch im Regelstudium Elektrotechnik an der TU Graz abgedeckt. In Anlehnung an die zum damaligen Zeitpunkt bereits auch an anderen Fakultäten angebotenen Studien im Bereich des Wirtschaftsingenieurwesens wurde ab dem Studienjahr 2007/08 ein eigenes Masterstudium Elektrotechnik-Wirtschaft an der TU Graz eingeführt. Das Studium wurde in den folgenden Jahren beständig weiterentwickelt und trägt nunmehr in der aktuellen Fassung den zentralen Herausforderungen – insbesondere im Bereich der Umwelt-, Energie- und Verteilungsproblematik – Rechnung. Die effiziente wirtschaftliche Umsetzung entsprechender Maßnahmen erfordert sowohl in der Energietechnik als auch in der Informations- und Kommunikationstechnik enorme Investitionen in Infrastrukturen und Anstrengungen in den Bereichen Erzeugung, Übertragung, Verteilung und Anwendung von Energie und Information sowie

der Automatisierungstechnik und Mechatronik. Basierend auf einer breiten und soliden technisch-naturwissenschaftlichen Grundlagenausbildung im Rahmen des Bachelorstudiums erfolgt im Masterstudium Elektrotechnik-Wirtschaft eine fundierte und tiefergehende technische Ausbildung in einer der insgesamt vier Vertiefungsrichtungen: Automatisierungstechnik und Mechatronik, Energietechnik, Informations- und Kommunikationstechnik, Mikroelektronik und Schaltungstechnik. Aufbauend auf den technischen Fächern bietet das Masterstudium Elektrotechnik-Wirtschaft aufgrund der zunehmend interdisziplinärer werdenden Auf-

gabenstellungen eine profunde Wirtschaftsausbildung. Das ermöglicht Absolvent\*innen, auch systemische Fragestellungen basierend auf einer integrativen und vernetzten Denkensweise bearbeiten zu können. Aufgrund vermehrt auftretender Fragestellungen im Spannungsfeld von Politik, Gesellschaft, Umwelt, Technik und Wissenschaft sind derartige Fähigkeiten von besonderem Interesse und werden auch seitens der unterschiedlichen Bereiche unserer Gesellschaft und Wirtschaft stark nachgefragt, wozu insbesondere die Elektrizitätswirtschaft, elektrotechnische Industrie, energieintensive Industrie, informations- und kommunikationstechnische Wirtschaft, Elektronik-Industrie, entsprechende Dienstleistungsbereiche, Verwaltung und auch Institutionen im Wissenschafts- und Lehrbereich zählen.

## Bachelor- und Masterstudium Information and Computer Engineering (ICE)

Wir können uns ein Leben ohne sie nicht mehr vorstellen: Mikrochips, Roboter, Mobiltelefone, das Internet der Dinge, Onlinedienste, künstliche Intelligenz und viele andere Produkte und Technologien. Natürlich sind sie alle miteinander vernetzt, denn sie sind inzwischen Teil aller modernen Infrastrukturen und Dienste – weltweit. Über alle Grenzen hinweg ermöglichen sie erst zuverlässige, effiziente und nachhaltige Kommunikation, Mobilität und Logistik, Energieversorgung, Raumfahrt und vieles mehr. Diese Komplexität zu beherrschen, erfordert umfassende Kenntnisse in den Fachgebieten Informationsverarbeitung, Elektrotechnik und Informationstechnik. Kenntnisse, die an der TU Graz in den Bachelor- und Masterstudiengängen Information and Computer Engineering seit Langem mit Erfolg vermittelt werden.



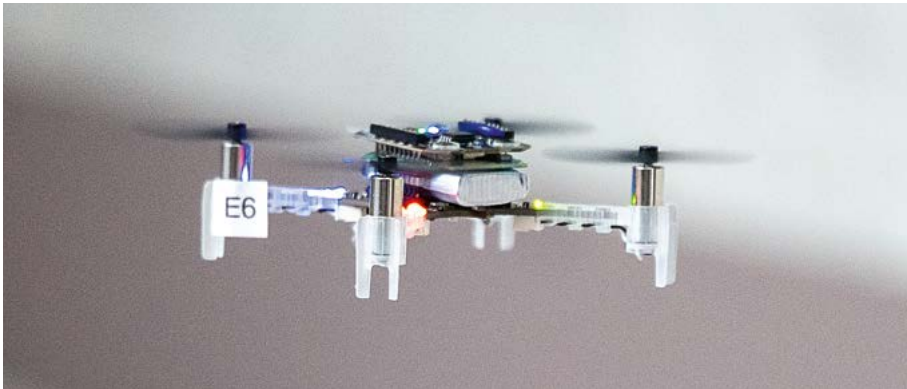
ETIT / TU Graz

Embedded Software Entwicklung.



Gemeinsam mit dem 50. Jubiläum der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik feiert auch das Studium ICE ein Jubiläum: Vor vierzig Jahren wurde im Wintersemester 1985/86 zunächst der interfakultäre „Studienversuch Telematik“ als Kombination aus Elektronik, Informatik und Kommunikationstechnologie eingerichtet, um die Änderung der bis dahin existierenden Studienordnung (die damals durch das Parlament hätte gehen müssen) zu beschleunigen. Der Name Telematik wurde dabei künstlich gewählt als Verschmelzung des Französischen „telecommunication“ und „informatique“. Bereits im ersten Jahr belegten vierhundert Studierende dieses österreichweit einzigartige Studium, das besonders vielseitige „IT-Generalisten“ ausbildet. Mit Inkrafttreten des Technischen Studiengesetzes 1990 wurde dieser Studienversuch nach 5-jährigem Erfolg bereits in ein Regelstudium überführt. Im gleichen Jahr schlossen bereits die ersten Absolvent\*innen ihr Studium ab. Weitere vier Jahre später erfolgte 1994 die Umwandlung des Telematikstudiums in ein reguläres Diplomstudium. Zum 10-jährigen Jubiläum der Telematik 1995 fand der erste Telematik-Ingenieur-Kongress in Graz statt, bei dem auch bereits der „Telematik Ingenieur Verband“ gegründet und die erste Ausgabe des „Telematik“ Magazins veröffentlicht wurde. Im Wintersemester 2001/02 war die Telematik wieder Vorreiter und leitete als erste Studienrichtung an der TU Graz mit dem „Bachelor Telematik“ die Umstellung des Diplomstudien-Systems auf das Bachelor- und Masterstudien-System ein. 2003 schloss der 1.000. Absolvent das Telematik-Studium ab. Somit konnte die Telematik nur 12 Jahre nach dem ersten Abschluss mit durchschnittlich 100 Absolvent\*innen pro Jahr etwa mit der Studienrichtung Elektrotechnik gleichziehen. 2004 wurde die Fakultät für Informatik gegründet und startete 2005 das Studium „Informatik“. 2006

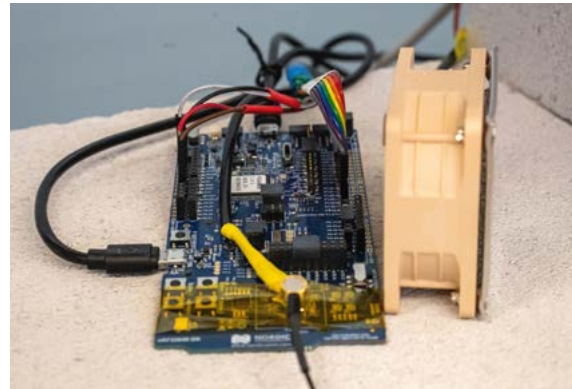
fand die Feier anlässlich zwanzig Jahre Telematik statt, und der „Telematik Ingenieur Verband“ wurde Teil von alumniTUGraz 1887. Nur ein Jahr später, mit dem Studienjahr 2007/08, wurde die Doctoral School Informations- und Kommunikationstechnik (Doctoral School of Information and Communications Engineering) als höchste technisch-wissenschaftliche Ausbildungsstufe in der Informations- und Kommunikationstechnik an der TU Graz eingerichtet; bis heute zählt sie fast 300 abgeschlossene Promotionen. 2015 feierte die Telematik ihr 30. Jubiläum und wurde im selben Jahr in „Information and Computer Engineering“ (ICE) umbenannt. Während das Bachelorstudium ICE weiterhin deutschsprachig blieb, wurde das Masterstudium ICE in englischer Sprache abgehalten. 2017 wurden der 1.000. Bachelor-Abschluss und der 2.000. Diplomabschluss vergeben. Um neuen Anforderungen sowie dem Zulauf von internationalen Studierenden gerecht zu werden, fanden umfangreiche Anpassungen der ICE-Curricula für den Bachelor im Jahr 2019 und für den Master in 2020 statt. Die Herausforderungen wuchsen weiter. Künstliche Intelligenz, kognitive Robotik, flexible Hardware und Software, weltumspannende Netzwerke und vieles mehr wollen erforscht, verbessert und neu erfunden werden. Mit dem 40. Jubiläum im Jahr 2025 zählt die TU Graz etwa 2.400 ICE-Absolvent\*innen mit Diplom. Ebenfalls 2025 stehen umfassende Überarbeitungen von Bachelor und Master an: Lehrende an über 25 Instituten, hauptsächlich aus den beiden Fakultäten Elektrotechnik und Informationstechnik (ETIT) und Informatik und Biomedizinische Technik (CSBME), werden unsere Studierenden weiterhin auf neueste Technologien und Methoden vorbereiten, sodass sie die Zukunft maßgeblich und zum Wohle der Gesellschaft gestalten können.



Drone für Lehr- und Forschungszwecke.  
Rechts: Embedded Hardware Entwicklung.

ETIT / TU Graz

Das ingenieurwissenschaftliche Bachelorstudium ICE umfasst sechs Semester mit 180 ECTS-Punkten. Das Studium vereint Grundlagen aus Mathematik und Physik sowie Aspekte der Elektro- und Informationstechnik, Informationsverarbeitung und den Humanwissenschaften. Einen hohen Stellenwert hat die Befähigung zur integrativen Betrachtungsweise von Systemen sowie zu Umwelt-, Gesellschafts- und Wirtschaftsfragen, die speziell im Hinblick auf die zunehmende Globalisierung an Bedeutung gewinnen. Absolvent\*innen des Bachelorstudiums ICE („Bachelor of Science“, „BSc“) werden auf diese vielfältigen Anforderungen vorbereitet und sind in der Lage, sich in kurzer Zeit umfassend in allen Bereichen der Informations- und Kommunikationstechnologie einzuarbeiten. Das überarbeitete Curriculum befindet sich zur Drucklegung in der Genehmigungsphase, es wird mit Wintersemester 2025/26 in Kraft treten und die in der Abbildung unten gezeigten Module enthalten.



ETIT / TU Graz

Das ingenieurwissenschaftliche Masterstudium ICE umfasst vier Semester mit einem Umfang von 120 ECTS-Punkten und wird seit 2015 ausschließlich in englischer Sprache angeboten. Absolvent\*innen tragen den Titel „Diplom-Ingenieurin“ bzw. „Diplom-Ingenieur“ (äquivalent zu „Master of Science“, „MSc“) und besitzen eine besondere Befähigung zum interdisziplinären Denken, Entscheiden und Handeln sowie zur integrativen Betrachtungsweise komplexer Systeme. Das Studium ist nach dem Major-Minor-Prinzip aufgebaut und bietet eine große Freiheit bei der Zusammenstellung der Lehrinhalte aus den Bereichen Computersicherheit, Softwaretechnologie, Computergrafik, Robotik und intelligente Systeme, Signalverarbeitung und Sprachkommunikation, Kommunikation und Mobile Systeme, Eingebettete und automotive Systeme, Mess- und Regelungstechnik, Mikroelektronik und integrierte Schaltkreise sowie Wirtschaft und Recht. Das überarbeitete

Fundamentals of Electrical and Electronics Engineering (22 ECTS)	Measurement and Control Systems (18 ECTS)	Signals and Communications (13,5 ECTS)
Applied Computer Science (22,5 ECTS)	System Design and Architectures (26 ECTS)	Software Engineering (17 ECTS)
Mathematics (27 ECTS)	Scientific Work, Management, and Ethics (6 ECTS)	Wahl- und Freifächer (18 ECTS)
	Bachelorarbeit (10 ECTS)	

ETIT / TU Graz

Module im Bachelor ICE (180 ECTS).



**Michael Zweimüller**  
derzeit im Masterstudium Information  
and Computer Engineering

Ich habe mich für das Studium „Information and Computer Engineering“ an der TU Graz entschieden, weil es genau das interdisziplinäre Fachgebiet ist, das mich sowohl fachlich als auch persönlich begeistert. Bereits während meiner Zeit an der HTL, wo ich mich auf Elektronik und technische Informatik spezialisiert habe, bekam ich den ersten Einblick in das Zusammenspiel zwischen Hardware und Software. Die Möglichkeit, in diesem Studium beides zu verbinden und besonders auch an der Schnittstelle zwischen Elektrotechnik und Informatik zu arbeiten, ist für mich eine spannende Herausforderung.

Auch für das spätere Arbeitsleben ist ein Verständnis der beiden Teilbereiche und das Zusammenspiel ein großer Vorteil. Einfluss auf die Entscheidung für das ICE Studium hatte vermutlich auch die Tatsache, dass bereits mein Vater ICE, damals noch Telematik im Studienversuch, an der TU Graz studiert hat.

Besonders schätze ich an der TU Graz die umfassende Ausbildung, die durch das enge Zusammenspiel von Theorie und praktischer Anwendung wie zum Beispiel in den Laboren geprägt ist.

Das in der Theorie Erlernte kann auch bei Studierendenteams an der TU Graz in Praxis umgewandelt werden, wie zum Beispiel beim Aerospace Team Graz, wo ich selbst bereits seit 2020 Mitglied bin. Hier wird jedes Jahr eine neue Rakete gebaut, mit der bei der European Rocketry Challenge (EuRoC) in Portugal gegen andere europäische Studierendenteams angetreten wird. Besonders herausfordernd ist dies, da sämtliche Komponenten der Rakete selbst entwickelt werden. Als ICE-Student kann man hier speziell in der Kommunikation zwischen Hardware und Softwareentwicklung mitwirken. Ebenso arbeiten wir aktuell an der Entwicklung einer Nutzlast, welche die Polarisierung der Nordlichter vermessen soll. Sie wird im März 2026 auf einer Höhenforschungsrakete in Kiruna, Schweden, starten.

Curriculum befindet sich zur Drucklegung ebenso in der Genehmigungsphase, es wird mit Wintersemester 2025/26 in Kraft treten und die in der Abbildung rechts gezeigten Module enthalten. Die Ausgewogenheit von Theorie und Praxis wird in jedem Fall den Aufbau umfassender Kompetenzen für die Arbeit in Wissenschaft und Industrie ermöglichen. Die internationale Ausrichtung der TU Graz unterstützt zusätzlich eine immer stärker genutzte Studierendenmobilität, die beispielsweise Auslandssemester oder Double-Degree-Abschlüsse mit Partneruniversitäten ermöglicht.

#### Major (40 ECTS) / Minor (20 ECTS) Module

Artificial Intelligence  
Communications and Mobile Computing  
Embedded and Automotive Systems  
Information Security  
Microelectronics and IC Design  
Robotics  
Sensing and Control Systems  
Signal Processing and Human Communication  
Software Technology  
Visual Computing  
Business, Law, and Management (nur Minor)

#### Cross-Catalogue Wahlmodul (14 ECTS)

**Seminar/Projekt**  
(10 ECTS)

**Freifächer**  
(6 ECTS)

**Masterarbeit**  
(30 ECTS)

Module im Master ICE (120 ECTS).



Lunghammer – TU Graz

## Bachelor- und Masterstudium Elektrotechnik-Toningenieur (ET-TI)

The „Singing Engineers“ gratulieren recht herzlich zum Jubiläum, danken für die Aufnahme des zarten Pflänzchens unseres Studiengangs am Beginn der 1970er-Jahre und das Großziehen bis zur vollwertigen interuniversitären Studienrichtung Elektrotechnik-Toningenieur (ET-TI) ab 2001 sowie die Herberge für ein gedeihliches Wachsen in der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik (ET-TI) über all die Jahre hinweg – hoffentlich gerne auch weiterhin.

Vorab: „Singing Engineers“ sind Menschen, die zusätzlich zur technischen Expertise eine musikalische Begabung mitbringen oder zumindest ein sehr starkes Faible zum Musikmachen verspüren. Manchmal auch als Running Gag verwendet – weil in den ersten frühen Stunden Zweifel bestand, ob diese technisch-künstlerische Ausbildung an der Technischen Universität Graz (TU Graz) und der Kunstuniversität

Graz (KUG) hier das passende Substrat vorfindet. Nach etwas mehr als fünfzig Jahren kann man darüber wie Folgendes berichten: Elektrotechnik-Toningenieur hat sich von einer vagen „fächerübergreifenden Vision“ zu einem klar etablierten, veritablen, beliebten und auch international sehr geschätzten interuniversitären Studiengang entwickelt, der ein breites Spektrum an beruflichen Betätigungsfeldern abdeckt sowie einige spannende neue Forschungsfelder hervorgebracht hat.

Für das Studium Elektrotechnik-Toningenieur kann man zwei grundlegende Prädikate hervorheben:

- Pionier der interuniversitären Studiengänge in Österreich und damit Wegbereiter für viele komplementäre Studiengänge (zum Beispiel NaWi-Studien<sup>1</sup> an der TU Graz).
- Interdisziplinäre Ausbildung, die es schafft, eine Verbindung zwischen diametralen Disziplinen wie Kunst und Technik herzustellen.

<sup>1</sup> <https://www.nawigraz.at/de/>



Sucht man die vordergründig diametralen Begriffe „Kunst“ (lateinisch ars) und „Technik“ (griechisch τέχνη téchne) in Wikipedia<sup>2</sup>, erhält man eine hochinteressante Verbindung zwischen den beiden Begriffen und kann eine Ahnung davon bekommen, dass es gerade diese unerwartete enorme Überschneidung und Ergänzung zwischen den beiden Begriffen aus etymologischer Sicht ist, die den Menschen in der Tiefe seines Wesens so unmittelbar und umfassend anzusprechen vermag, zum einen, um Verständnis zu erlangen über die Welt, die ihn umgibt, und zum anderen, um der Welt, die jeder in sich hat, mit allen Regungen der Seele Ausdruck zu verleihen. Gerade dieser besondere Mix ist es, der die enorme Begeisterung für dieses Fach in all seinen verschiedenen Teilbereichen bei jenen nachhaltig hervorzurufen vermag, die einmal damit in Berührung gekommen sind, davon „getouched“ wurden.

## HISTORIE

Aber wie kam es dazu, diese entfernten Fachbereiche zu verbinden – oder anders gefragt: Wie fanden sich die richtigen, agierenden Personen am richtigen Ort zur rechten Zeit? Um eine umfassende Antwort zu erhalten, kann man in der Festschrift<sup>3</sup> zur 50-Jahrfeier Elektrotechnik-Toningenieur ausführlich nachlesen (siehe auch QR-Code) oder hier eben mit der Kurzfassung vorlieb nehmen: Es ging über das „contra legem“ durchgeführte Fächertauschmodell (1972–1992), vergleichbar einem Nach-Luft-Schnappen, über einen „praeter legem“ installierten interuniversitären Studienzweig innerhalb der Studienrichtung Elektrotechnik (1992–2001), vergleichbar einem Hoffnungsfroh-Aufatmen, bis hin zur „ad legem“ eingerichteten, eigenständigen Studienrichtung „Elektrotechnik-Toningenieur“ seit 2001,

vergleichbar einem Frei-Durchatmen, mit der Umstrukturierung von einem Diplomstudium in ein Bachelor- mit anschließendem Masterstudium „Elektrotechnik-Toningenieur“ ab 2007.

## DIE AKTEURE

Seit nunmehr mehr als fünfzig Jahren gibt es in Graz die Möglichkeit, „Elektrotechnik-Toningenieur“ zu studieren. Österreichs erstes interuniversitäres Studium ist ein europaweites Unikum<sup>4</sup> von Kunstuniversität Graz und Technischer Universität Graz.

Nach den Urhebern des Elektrotechnik-Toningenieurstudiums, Willibald Riedler und Hans Leopold von der TU Graz sowie Heinz Hönig und Andrzej Dobrowolski von der damaligen Hochschule für Musik und darstellende Kunst Graz, hat nach und nach die nächste Generation die Weiterentwicklung des ET-TI-Studiums übernommen.

Gerhard Graber schloss als achter Absolvent das Diplomstudium Elektrotechnik im „Fächertauschmodell TI“ 1981 ab, seine Abschlussarbeit mit dem Titel „Das Tonstudio an der Technischen Universität Graz, Einbau der Geräte und akustische Messungen“ war bahnbrechend für seine akademische Laufbahn. 2000 habilitierte er sich an der TU Graz im Fach Audiotechnik und baute die Fachbereiche Elektroakustik, Raumakustik, Studiotechnik und Aufnahmetechnik – die Wiege des ET-TI-Studiums – sowohl inhaltlich als auch personell laufend aus.

Robert Höldrich begann seine universitäre Karriere als Hochschulassistent 1989 an der damaligen „Musikhochschule Graz“ (absolvierte Diplomstudien: Elektrotechnik mit Fächertausch TI, Komposition und Instrumentalstudium Flöte sowie Promo-



Link zur Festschrift:  
„50 Jahre interuniversitäres  
Studium Elektrotechnik-  
Toningenieur“.

<sup>2</sup> <https://de.wikipedia.org/wiki/Kunst>, „jede entwickelte Tätigkeit von Menschen, die auf Wissen, Übung, Wahrnehmung, Vorstellung und Intuition gegründet ist...“ bzw. <https://de.wikipedia.org/wiki/Technik> „zu Deutsch etwa Kunst, Handwerk, Kunstfertigkeit... geschickter Umgang mit...“

<sup>3</sup> <https://openlib.tugraz.at/50-jahre-interuniversitaeres-studium-elektrotechnik-toningenieur-2022>

<sup>4</sup> <https://iem.kug.ac.at/news-detailansicht/ein-halbes-jahrhundert-zwischen-ton-und-technik-und> <https://www.tugraz.at/tu-graz/services/news-stories/tu-graz-news/einzelansicht/article/ein-halbes-jahrhundert-zwischen-ton-und-technik>

tion zum Doktor der technischen Wissenschaften im Fach Mathematik). Auch hier legte der Titel der Dissertation: „Zur Analyse und Resynthese von Klangsignalen unter Verwendung von Zeit-Frequenz-Repräsentationen mit verbesserter Lokalisation der Signalenergie“ die Laufbahn näher fest. Er baute am damaligen „Institut für Elektronische Musik“ die Fachbereiche Musikalische Akustik, Audiosignalverarbeitung, Live-Elektronik sowie Aufnahme- und Wiedergabetechnik erheblich aus und wurde dort 1999 als Professor berufen. Das bestehende Institut wurde in „Institut für Elektronische Musik und Akustik“<sup>5</sup> umbenannt und bildete nunmehr eine der beiden zentralen Säulen in der ET-TI Ausbildung.

Mit der Berufung von Gernot Kubin an die TU Graz im Jahr 2000 wurde durch die Gründung des Institutes für „Signalverarbeitung und Sprachkommunikation“<sup>6</sup> (SPSC) das Ausbildungsportfolio im Fachbereich Sprachsignalverarbeitung grundlegend erweitert – auch hier folgten in den Jahren fachliche und personelle Ausweitung – das SPSC, wo das Lehrstudio und die gesamte Akustik- und Studiotechnikgruppe integriert wurden, bildet die zweite zentrale Säule in der ET-TI Ausbildung.

Mit der Berufung von Alois Sontacchi 2016 an der Kunstuniversität Graz zogen die Anwendung von maschinellem Lernen und künstlicher Intelligenz im Bereich der Audiosignalverarbeitung<sup>7</sup> sowie das Versuchsdesign in der Psychoakustik in das Ausbildungsportfolio von ET-TI verstärkt ein.

Franz Zotter (Qualifikationslaufbahn ab 2019, Lothar Cremer Preisträger 2012) steht in der Ausbildung und Forschung für 3D Audio, akustische Lautsprecher- und Mikrofonarraytechnik, Holographie und Beschallungstechnik, virtuelle Akustik, Richtwirkung akustischer Schallquellen.

Mit Manfred Kaltenbacher, der 2020 an die TU Graz kam und dort die Leitung am Institut für Grundlagen und Theorie der Elektrotechnik<sup>8</sup> übernahm, wird nun das ET-TI Studium durch den Fachbereich der akustischen numerischen Simulation sowie der Strömungsakustik fundiert erweitert.

2023 berief die TU Graz gleich zwei Professoren im Fachbereich Akustik, zum einen Kai Siedenburg (Lothar Cremer Preisträger 2020) für das Fach Kommunikationsakustik mit Forschungsschwerpunkten im Bereich der Psychoakustik und der audiologischen Akustik, wobei zum Beispiel Hörgeräte so weiterentwickelt werden sollen, dass sie auch qualitativ hochwertiges Musikhören erlauben. Zum anderen wurde Christian Adams (Lothar Cremer Preisträger 2022) auf die Stelle der Stiftungsprofessur für Akustik und Lärmwirkungsforschung berufen, der die Entstehung von Lärm erforschen, die Ausbreitung simulieren und die Einwirkung auf den Menschen untersuchen wird. Daraus sollen Lösungen abgeleitet werden, die unsere Umgebung insgesamt leiser machen.

Insbesondere in der Lehre sind an der KUG die Kollegen Matthias Frank (VR, Audio & Video, angewandte räumliche Audiotechnik und psychoakustische Evaluierung für reale und virtuelle Umgebungen, räumliches Hören in audiovisuellen Umgebungen) und an der TU Graz die Kollegen Stefan Schoder (für Aerodynamik und numerische Akustik in strömenden Fluiden und Gasen, Simulation durch Finite-Elemente Methoden, ebenfalls Lothar Cremer Preisträger 2024) und Senior Lecturer Werner Weselak (für Raumakustik, Elektroakustik, Akustische Messtechnik, Studiomesstechnik) maßgebliche Säulen für die fachspezifische Ausbildung im ET-TI-Studium.

<sup>5</sup> <https://iem.kug.ac.at/>

<sup>6</sup> <https://www.spsc.tugraz.at/>

<sup>7</sup> <https://www.commend.com/de/intercom-neuigkeiten/detail/eine-preisgekroente-neue-loesung.html>

<sup>8</sup> <https://www.tugraz.at/institute/igte/institute/team>

## BACHELORSTUDIUM ELEKTROTECHNIK- TONINGENIEUR (BA ET-TI)

Das ingenieurwissenschaftliche Bachelorstudium Elektrotechnik-Toningenieur (BA ET-TI) ist als interuniversitäres Studium an der TU Graz und der KUG eingerichtet und umfasst sechs Semester (180 ECTS-Anrechnungspunkte, ECTS-AP). Absolvent\*innen dieses Studiums wird der akademische Grad „Bachelor of Science“ verliehen.

Die musikalische Grundausbildung, kombiniert mit der technisch-wissenschaftlichen, versetzt Absolvent\*innen in die Lage, als interdisziplinäre Mittler\*innen an der Schnittstelle von Wissenschaft und Kunst, von Technik und Musik zu wirken. Insbesondere sind sie kompetente Partner\*innen von Künstler\*innen in Fragen der Akustik, der Aufnahme- und Wiedergabetechnik und in Aufgabenstellungen der Computermusik.

Aus dem Qualifikationsprofil im BA ET-TI können folgende drei Kernkompetenzen abgeleitet werden:

- **Wissenschaftliche Kenntnisse und Fähigkeiten**  
Absolvent\*innen des Bachelorstudiums verstehen die wissenschaftlichen Grundlagen und Methoden der Elektrotechnik und der Akustik und können sie anwenden. Damit verfügen sie grundsätzlich über die berufliche Vorbildung, um im Gebiet der informationstechnischen Anwendungen und Dienstleistungen mit Schwerpunkt Audiotechnik und Signalverarbeitung sowie in der Akustik tätig sein zu können.
- **Technische Kenntnisse und Fähigkeiten**  
Absolvent\*innen des Bachelorstudiums können im Bereich der Informationstechnik mit Schwerpunkt Audiotechnik und Signalverarbeitung sowie in der Akustik technische Aufgaben und Probleme analysieren und modellieren. Dabei

werden im Studium die Fähigkeiten erworben, mit zeitgemäßen Hilfsmitteln und Methoden auch eigenständig Lösungen zu erarbeiten.

Die Bachelorarbeit ist im Rahmen eines Wahlseminars in einem ausgewählten Fachgebiet der Audiosignalverarbeitung, Audioelektronik, Akustik, Aufnahmetechnik oder Computermusik zu absolvieren. Im Sinne einer persönlichen Spezialausbildung erhalten Absolvent\*innen dabei Einblick in den aktuellen Wissensstand und erwerben die dazu notwendigen grundlegenden Fähigkeiten.

- **Musikalisch-künstlerische Kenntnisse und Fähigkeiten**

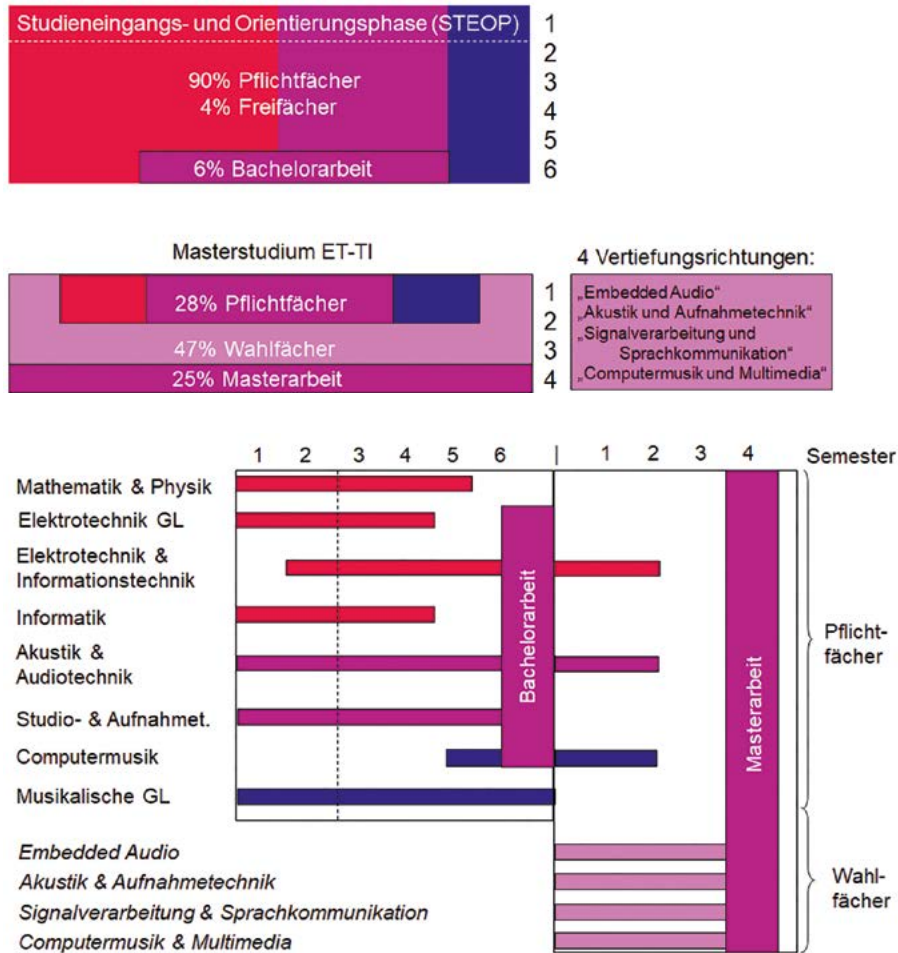
Absolvent\*innen sind in der Lage, musikalische Zusammenhänge auf Basis einer grundlegenden musiktheoretischen und musikpraktischen Ausbildung zu verstehen und zu gestalten. Die Ausbildung schließt eine eigene instrumentale Praxis ein.

## MASTERSTUDIUM ELEKTROTECHNIK- TONINGENIEUR (MA ET-TI)

Das Masterstudium (MA ET-TI) ist ebenfalls als interuniversitäres Studium eingerichtet und umfasst vier Semester (120 ECTS-AP). Sowohl technisch-wissenschaftliche als auch musikalisch-künstlerische Aspekte bilden den Kern der interdisziplinären Ausbildung. Absolvent\*innen dieses Studiums wird der akademische Grad „Diplom-Ingenieurin“ beziehungsweise „Diplom-Ingenieur“ verliehen. Dieser akademische Grad entspricht international dem „Master of Science“.

Absolvent\*innen des Masterstudiums haben gelernt, sich in so verschiedenen gesellschaftlichen Kontexten wie der Kunst und der Technik sicher zu bewegen. Als Voraussetzung dafür haben sie die

Fähigkeit zu kritischem und analytischem Denken in verschiedenen Systemen entwickelt. Geprägt durch vielfältige Erfahrungen in interdisziplinären Gruppen zeichnen sich die Absolvent\*innen durch Teamfähigkeit und die Fähigkeit zur zielgruppen-gerechten Kommunikation an der Schnittstelle von Wissenschaft und Kunst aus. Aus dem Bewusstsein hinsichtlich der Vielfältigkeit möglicher Standpunkte sind sie fähig, die Bewertung des eigenen Tuns in verschiedenen gesellschaftlichen Kontexten vorzunehmen.



Aus dem Qualifikationsprofil im MA ET-TI können folgende zwei Kernkompetenzen abgeleitet werden:

#### Wissenschaftlich-technische, musikalisch-künstlerische Kenntnisse und Fähigkeiten

Absolvent\*innen haben ihr fachspezifisches Wissen in den Bereichen Audiotechnik, Akustik und Aufnahmetechnik, Signalverarbeitung und Sprachkommunikation sowie Computermusik und Multimedia wesentlich erweitert und vertieft. Dadurch sind sie in der Lage, komplexe wissenschaftliche Methoden anzuwenden und weiterzuentwickeln, um auf dem Gebiet der informationstechnischen Anwendungen und Dienstleistungen in den oben genannten Schwerpunkten zu innovativen Lösungen zu finden.

#### Erschließung von Wissen

Absolvent\*innen können im Bereich der Informationstechnik mit Schwerpunkt Audiotechnik und Signalverarbeitung sowie in der Akustik nicht nur wissenschaftliche und technische Aufgaben und Probleme analysieren und modellieren, sondern ihr Wissen und ihre Fähigkeiten zur Problemlösung auch in neuen und unvertrauten Fragestellungen anwenden und mit komplexen Situationen umgehen.

Oben: Aufbau des ET-TI-Studiums

(unterteilt in Bachelor- und Masterstudium).

Unten: Fachbereiche des Studiums (von links nach rechts: Bachelor und Master).

an TU Graz

an KUG

interdisziplinär – an einem der beiden Häuser

G. Graber / A. Sontacchi



Durch die Aneignung der Fähigkeiten zum selbst-gesteuerten Wissenserwerb sind sie ferner in der Lage, sich den veränderlichen Bedingungen und Anforderungen in Wissenschaft, Technik und Kunst anzupassen und im Sinne des lebenslangen Lernens die eigenen Kompetenzfelder ständig zu erweitern.

Die ET-TI Ausbildung wurde über die Jahre hinweg inhaltlich ausgeweitet und vertieft. Anfangs wurde das Ausbildungsprofil primär durch Pflichtfächer dominiert, nun stehen im Masterstudiengang ET-TI vier Vertiefungsrichtungen zur Auswahl – sie umfassen nahezu die Hälfte des Studenumfangs (~60 ECTS-AP, exklusive der Masterarbeit – siehe Abb. links).

## THEMENSCHWERPUNKTE

Themenschwerpunkte lassen sich anhand der im Mastercurriculum angebotenen vier Vertiefungsrichtungen: „Embedded Audio“, „Akustik und Aufnahmetechnik“, „Signalverarbeitung und Sprachkommunikation“ sowie „Computermusik und Multimedia“ ablesen.

- **Technisches und elektronisches Design von Audioequipment**

Dazu zählt die Gestaltung und Entwicklung von verschiedenen Audiogeräten wie Mikrofonen, Lautsprechern, Mischpulten und Kopfhörern, die nicht nur konventionelle Mono-, Stereo- und Surroundformate bei der Aufnahme und Wiedergabe unterstützen, sondern auch beliebige mehrkanalige Produktionsformate für 3D-Audio-Anwendungen ermöglichen. Zusätzlich zu den Hardwarekomponenten werden Softwarealgorithmen (zum Beispiel Plugins) zur vielschichtigen und hochkomplexen Bearbeitung von Audiosignalen entwickelt. Dabei sollen zum



Beispiel die Klangqualität verbessert, aber auch neue und innovative Produkte und Technologien geschaffen werden.

- **Raumakustik und Beschallungstechnik**

Die Aufgabenstellungen an die Raumakustik ändern sich mit dem Raumverwendungszweck erheblich (vgl. Konzertsaal, Heimkino, Klassenzimmer, Fahrzeug etc.). Die Art und Weise, wie Schall in verschiedenen Räumen wirkt und wie das erfasst und optimiert werden kann, sind Gegenstand der Forschung mit dem Ziel, Räume so zu gestalten, dass sie den bestmöglichen Klang bieten. Das bedeutet, dass sowohl störende Geräusche minimiert als auch der gewünschte Klang verbessert und bei Bedarf entsprechend verstärkt werden und damit alle Hörplätze gleichmäßig ausreichend versorgt werden.

- **Akustische Messungen und Signalverarbeitung**

Entwicklung von spezifischen Messanordnungen, Messverfahren und Auswerteprozeduren, die eine genaue und zuverlässige Erfassung von Luft- und Strukturschallereignissen in diversen Umgebungen samt Störbedingungen ermöglichen. Anhand der extrahierten, aufbereiteten Daten können unter anderem akustische Probleme identifiziert und entsprechen-

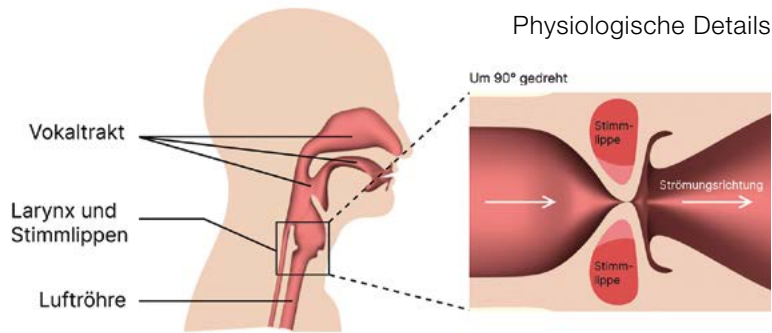


Links: Bionischer Entwurf des offenen, 3D-druckbaren Kopfhörer „MushRoom“ von Alexander Mülleder, für den er den Gold-Award der AES Saul Walker Student Design Competition 2023 erhalten hat<sup>9</sup>

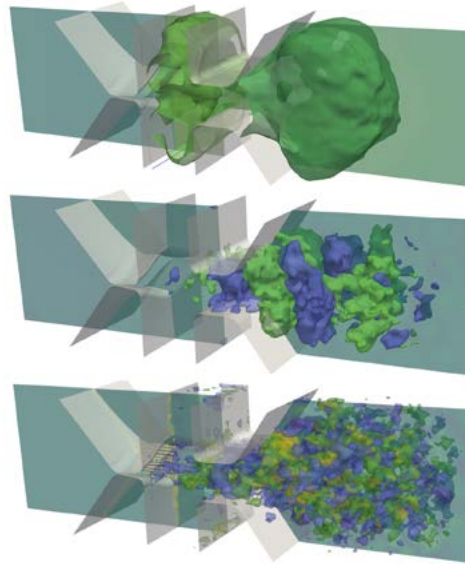
Rechts: binomischer Kopfhörer „MushRoom“ zur Vermessung am GRAS 45BB-5 Head & Torso Simulator.

Alexander Mülleder

<sup>9</sup> <https://iem.kug.ac.at/news-detailansicht/gold-fuer-alexander-muelleder-bei-der-aes-saul-walker-student-design-competition-2023>



Schallquellen der Stimme



Darstellung der Physiologie der menschlichen Stimmgebung<sup>10</sup> (oben) und der simulierten Schallquellen der Stimme für drei ausgewählte Frequenzen (unten).

Stefan Schoder

den Lösungen angeboten werden. Praktische Beispiele dafür sind Durchsagen in Bahnhofshallen über Lautsprecher oder die Messung der abgestrahlten Schallleistung eines Gerätes als Basis für Lärminderungsmaßnahmen.

- **Fahrzeugakustik – Sounddesign – Sonifikation**  
In der Fahrzeugentwicklung übernimmt die Akustik wichtige Aufgaben. Über das akustische Design (Produktsounddesign) wird ergänzend zum optischen Design eine emotionale Komponente bedient – die analytisch als auch holistisch stimmig sein muss. Auf der anderen Seite gibt es Regularien/Vorgaben der Lärm-

schutzverordnung, die es zu erfüllen gilt. Darüber hinaus transportieren Schallereignisse Information über den aktuellen Fahrzustand: Leistungsreserven, mechanische Defekte und dergleichen. Der Übergang vom Verbrennungsmotor zum elektrischen Antrieb erfordert zum Teil aktive akustische Reize, die besagte Informationen intuitiv, schnell und ohne Ablenkung erfahrbar machen (Sonifikation).

- **Entwicklung „intelligenter“ Hörgeräte**

Mit „intelligenten“ Hörgeräten wird Menschen mit und ohne Hörverluste geholfen, besser zu hören, selbst dann, wenn die lokalen akustischen Bedingungen aufgrund zahlreicher akustischer Störungen und massiver Hintergrundgeräusche für normalhörende Menschen bereits eine enorme Herausforderung darstellen (beziehungsweise nicht mehr bewältigbar sind). Moderne Hardwarekomponenten, das bedeutet große Rechenleistungen auf minimalen Raum, Integration multimodaler Sensoren, spezifische Signalverarbeitung und geeignete optimierte Aktuatoren tragen dazu bei, den Klang individuell anzupassen und Hintergrundgeräusche zu reduzieren.

- **Entwicklung von Gegensprechanlagen und Kommunikationssysteme**

Gegensprechanlagen, die zu einer zuverlässigen Kommunikation trotz größerer Entfernung in Wohnungen, Büros oder Fabriken beitragen, sind in einer modernen Gesellschaft, die ohne technische Einschränkungen mobil agiert, nicht mehr wegzudenken. Für eine reibungslose Kommunikation – störungsfrei, verzögerungsfrei, echofrei, verzerrungsfrei, artefaktfrei... – sind neue technische Konzepte, Entwicklung geeigneter Algorithmen sowie die Integration mit anderen Systemen (zum Beispiel Überwachungskameras) Gegenstand der Forschung.

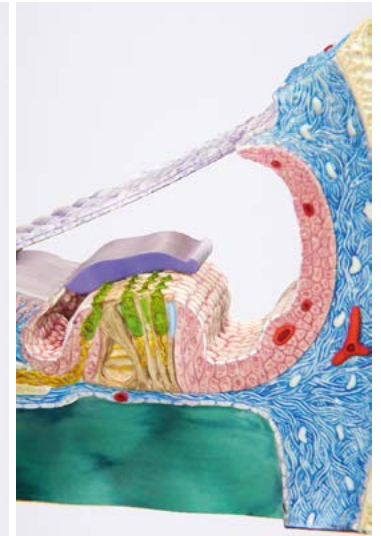
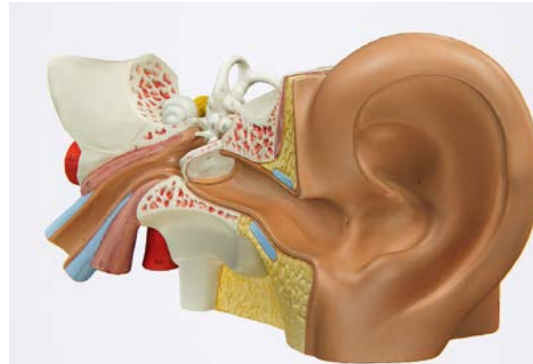
<sup>10</sup> Abbildung aus: Front. Physiol., 08 March 2021, Sec. Computational Physiology and Medicine, Volume 12 - 2021, <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.616985>: „3D-FV-FE Aeroacoustic Larynx Model for Investigation of Functional Based Voice Disorders“, von Falk, Kniesburges, Schoder, Jakubaß, Maurerlehner, Echternach, Kaltenbacher und Döllinger

## OFFEN IN ALLE RICHTUNGEN

Dass Interdisziplinarität eine Wesenseigenheit des ET-TI-Studiums ist, zeigt sich im Kleinen in den vielen Abschlussarbeiten, die nicht nur häufig mit Firmenpartnern durchgeführt werden, sondern dass viele Forschungsarbeiten auch fakultätsübergreifend innerhalb der TU Graz mit fast allen Fakultäten stattfinden.

Im Großen zeigt sich diese Offenheit in der Verantwortung für die wissenschaftliche Community. So wird die „22nd Sound and Music Computing Conference & Summer School“ vom 7. bis 12. Juli 2025 in Graz stattfinden. Darüber hinaus wird das „Forum Acusticum“, die international größte Akustikkonferenz, ebenfalls in Graz vom 8. bis 10. September 2026 stattfinden und das enorme Angebot der Lehre in Akustik am Studienort Graz auch international sichtbar machen.

Offenheit in alle Richtungen geht nicht nur in die Breite, das hat insbesondere auch eine sehr wesentliche Dimension, die in die Tiefe geht. Was damit gemeint ist, hat mit Qualität und Leben/ Erleben zu tun und lässt sich am besten skizzieren mit: Das Ganze ist MEHR als die Summe der Teile. Es kommt eben nicht nur auf die Qualität der Einzelkomponenten an – diese ist unerlässlich –, sondern auch auf das Gesamtgefüge, und selten sonstwo ist Qualität so unmittelbar und tief erlebbar wie in dieser Symbiose von „Kunst“ und „Technik“ in Situationen, in denen alle Beteiligten in Offenheit ihr Bestes geben, wo „einfach alles passt“, und sie in der Tiefe ihres Wesens so unmittelbar und umfassend angesprochen werden, so nachhaltig und tief berührt werden, vom Leben ganz ursprünglich und direkt „getouched“ werden.



Oben: Außenohr mit Ohrmuschel, Gehörgang und Trommelfell, Mittelohr mit Eustachischer Röhre und Gehörknöchelchen, Innenohr mit Gehörschnecke und Bogengängen.

Links: Trommelfell mit Gehörknöchelchen.

Rechts: Basilarmembran (horizontal hellblau) und Reissnersche Membran (grau) bilden die Scala Media in der Innenohrschnecke mit Cortischem Organ (rosa), Haarzellen (grün), Hörnerv (gelb) und Deckmembran (lila).

Kai Siedenburg

## Bachelor- und Masterstudium Digital Engineering (DE)

Zu den jüngsten Studienrichtungen der TU Graz gehören das Bachelor- und das Masterstudium Digital Engineering (DE). Das deutschsprachige Bachelorstudium DE kann seit Wintersemester 2021/22 und das englischsprachige Masterstudium DE seit Wintersemester 2022/23 belegt werden. Wie an der TU Graz üblich, hat das Bachelorstudium eine Regelstudiendauer von sechs Semestern und das Masterstudium eine Regelstudiendauer von vier Semestern.

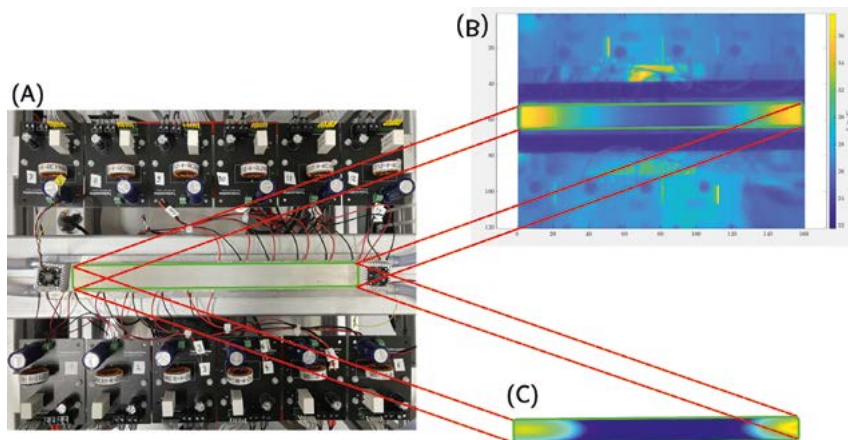
„Digital Engineering“ adressiert die Tatsache, dass heutzutage für den Entwurf, die Entwicklung und den wunschgemäßen Betrieb vieler technischer Systeme interdisziplinäres Wissen und Kompetenzen aus den Bereichen Elektrotechnik, Informatik und Maschinenbau notwendig sind. Das spiegelt sich beispielhaft in der mathematischen Modellierung, die häufig im Systementwicklungsprozess durchgeführt wird, wider. Hier werden physikalische Gesetzmäßigkeiten in Kombination mit eventuell vorhandenen Messdaten so verwendet, dass Simulationsstudien des Systemverhaltens durchgeführt

werden können. Das Ergebnis der Modellierung wird auch gerne als „digitaler Zwilling“ bezeichnet. Der digitale Zwilling ermöglicht einen auf Basis von Simulationen gezielten Entwurf seines analogen Zwillings, der das zu entwerfende und wunschgemäß zu betreibende System repräsentiert.

Das Studium DE der TU Graz wurde auf Initiative der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik neu eingerichtet und wird als interfakultäres Studium der Fakultät für Maschinenbau und Wirtschaftswissenschaften, der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik sowie der Fakultät für Informatik und Biomedizinische Technik angeboten.

In dieser sehr jungen Studienrichtung kann naturgemäß nicht sehr viel über die Vergangenheit berichtet werden, zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Textes gab es fünf Absolventen des Bachelorstudiums DE, Abschlüsse des Masterstudiums DE gab es noch keine.

Ein kurzer Eindruck über die Beweggründe, dieses Bachelorstudium zu wählen, ist dem Text von Jakob Wolfram, dem ersten Absolventen des Bachelorstudiums DE, zu entnehmen:



Ein Übungsaufbau zur Erstellung eines mathematischen Modells, auch als „digitaler Zwilling“ bezeichnet. (A) Ein Aluminiumbalken, der an unterschiedlichen Stellen durch thermoelektrische Module geheizt bzw. gekühlt werden kann. (B) Das Bild wurde mit einer Thermokamera aufgenommen und zeigt das gemessene Temperaturprofil entlang des Balkens. (C) Dargestellt ist ein Simulationsergebnis, das auf Basis eines aufgestellten mathematischen Modells das thermische Verhalten entlang des Balkens wiedergibt.

Markus Reichhartinger





Jakob Wolfram



## Jakob Wolfram

ist der erste Absolvent des Digital Engineering Bachelorstudiums der TU Graz. In einem persönlichen Gespräch bestätigt er die interdisziplinäre Grundlagenausbildung, die auch Motivation für die Wahl des Studiums war.

**B**ei meiner Studienwahl war mir wichtig, dass ich im Zuge meiner Ausbildung sowohl theoretisches als auch praktisches Wissen erwerbe, um innovative Lösungen für die Probleme unserer Zeit zu finden. Mit dem Bachelorstudium Digital Engineering an der TU Graz wurde ich fündig: Es bildet meiner Meinung nach die ideale Basis für eine umfangreiche technische Ausbildung und schafft ein interdisziplinäres Verständnis zwischen den Ingenieursdisziplinen Maschinenbau, Elektrotechnik und Informatik. Ge-

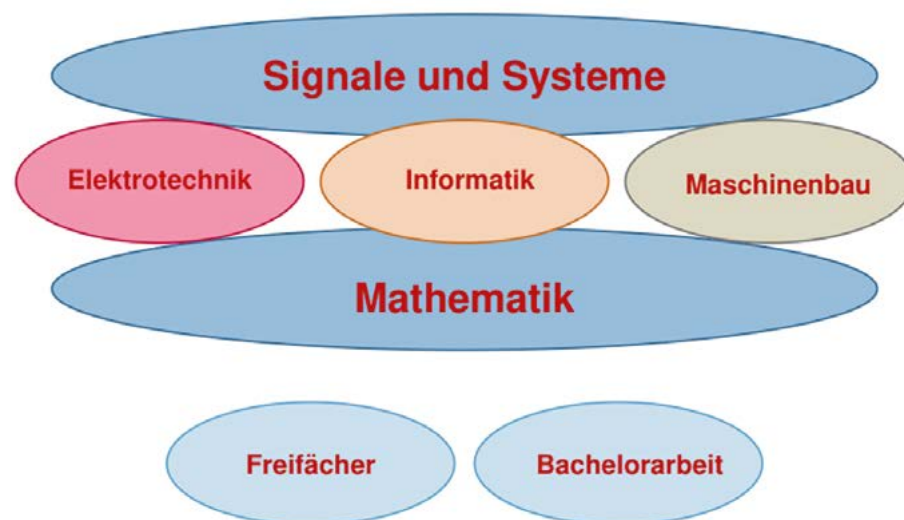
rade mit Fortlauf des Studiums wird einem der Zusammenhang dieser Disziplinen immer stärker bewusst. Auch die Abhängigkeit voneinander kristallisiert sich heraus. Absolvent\*innen der Studienrichtung Digital Engineering können daher nicht nur an interessanten Projekten in den unterschiedlichsten Bereichen der Technik arbeiten, sondern auch zwischen den Ingenieursdisziplinen vermitteln.

Außerdem bietet die TU Graz vielen Studierenden-teams den idealen Ort, um der technischen Neugier in einem eifrigen Umfeld nachzugehen. Die Zeit beim TU Graz Racing Team – Studierende bauen eigenständig ein Rennauto und konkurrieren mit Teams aus aller Welt – war ein wichtiger Teil meiner technischen Ausbildung und hat mir ermöglicht, das im Studium erworbene Wissen praktisch anzuwenden. In diesem Projekt wurde meinen Studienkolleg\*innen und mir wieder die Diversität unserer Ausbildung bewusst – wir konnten dank des Studiums Digital Engineering an den unterschiedlichsten Projekten aktiv mitarbeiten.

Vergangenen Herbst habe ich einen Masterstudiengang an der ETH Zürich begonnen. Dank der umfangreichen Ausbildung an der TU Graz hatte ich die Möglichkeit, Lehrveranstaltungen in völlig unterschiedlichen Bereichen zu belegen – von Künstlicher Intelligenz über Roboterdyamik bis hin zu Computer Vision. Diese Erfahrung stimmt mich sehr positiv für die Zukunft. Ich bin überzeugt, durch das Studium Digital Engineering eine gute technische Grundausbildung bekommen zu haben und der dass Einstieg in jegliche Spezialisierungsrichtung möglich ist. Ich kann daher allen technikinteressierten Jugendlichen dieses Studium wärmstens empfehlen.

Bachelorstudium Digital Engineering	ECTS
Mathematik	33
Elektrotechnik	29,5
Informatik	30,5
Maschinenbau	40,5
Signale und Systeme	22,5
Frei wählbare Lehrveranstaltungen	14
Bachelorarbeit	10
gesamt	180

Im Rahmen des Bachelorstudiums DE werden die Grundlagen aus den Fachbereichen Elektrotechnik, Informatik und Maschinenbau sowie die für die Modellierung und Simulation dynamischer Systeme relevanten mathematischen Fähigkeiten vermittelt. Darüber hinaus werden Grundlagen und fortgeschrittene Methoden der Signal-, System- und Regelungstheorie vermittelt, um den entworfenen Systemen das gewünschte Betriebsverhalten zu verleihen. Am Beispiel mobiler Robotersysteme werden die fächerübergreifenden Lehrinhalte praktisch erprobt. Dabei werden unter anderem die Bewegungen der Roboter in der Ebene mathematisch beschrieben und speziell entworfene Regelkreise sorgen für einen wunschgemäßen Betrieb entlang vorgegebener Bahnen. Der interdisziplinäre Charakter des Studiums DE machte, verglichen mit anderen ingenieurwissenschaftlichen Bachelorstudien, eine große Anzahl an Pflichtlehrveranstaltungen erforderlich. Um dieses Ausbildungsprogramm bestmöglich abzurunden, wurde eine überdurchschnittlich hohe Anzahl an Freifächern in den Studienplan aufgenommen. Dadurch besteht für die Studierenden die Möglichkeit, sich nach eigenen Vorstellungen zusätzlich vertiefende Fähigkeiten aneignen zu können. Eine zu absolvierende Lehrveranstaltung dient dem Verfassen einer Bachelorarbeit am Ende des Bachelorstudiums. Diese Arbeit soll das durchaus theoretische Ausbildungsprogramm auch praktisch abrunden. Die Struktur des Bachelorstudiums, in dem die oben erwähnten Ausbildungsblöcke dargestellt sind, ist in der Abbildung inks graphisch dargestellt.



Ausbildungsblöcke des  
Bachelorstudiums  
Digital Engineering.

Markus Reichhartinger

Während sich das Bachelorstudium DE hauptsächlich auf die Grundlagenausbildung konzentriert, wird im gleichnamigen Masterstudium in einer von aktuell sechs möglichen Vertiefungsrichtungen eine anwendungsorientierte Herangehens-

weise zur Vertiefung der Ausbildungsschwerpunkte gewählt. Aktuell stehen im Masterstudium DE die Vertiefungsrichtungen Robotics, Production and Logistics, Mobility and Transportation, Internet of Things, Energy and Environmental Systems und Computational Science and Engineering zur Auswahl. Neben den Lehrveranstaltungen, die den einzelnen Vertiefungsrichtungen zugeordnet sind, müssen Lehrveranstaltungen aus dem Themenbereich „Modeling, Simulation and Control of Cyberphysical Systems“ absolviert werden. Dieser Ausbildungsinhalt lehrt Methoden, die, über die in den einzelnen Anwendungen der Vertiefungsrichtungen hinweg, sehr allgemein und unabhängig von einer spezifischen Anwendung relevant sind. Dazu zählen zum Beispiel die Modellierung und Simulation von Mehrkörpersystemen, der systematische Entwurf von nichtlinearen Regelungen oder das Funktionsprinzip und die Implementierung von Algorithmen auf eingebetteter Hardware. In einem Pflichtmodul zur Erweiterung der im Bachelorstudium DE vermittelten mathematischen Fähigkeiten werden Inhalte der numerischen Optimierung und stochastischer Prozesse gelehrt. Wie für ein Masterstudium üblich, muss eine abschließende Masterarbeit verfasst werden. Hervorzuheben ist auch, dass das Masterstudium DE in englischer Sprache angeboten wird. Ein Überblick über die oben genannten Ausbildungsmodule ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

Die breite Grundlagenausbildung in den Bereichen Elektrotechnik, Informatik und Maschinenbau in Kombination mit der Fähigkeit des systemorientierten und fächerübergreifenden Denkens wird es den Absolvent\*innen des Studiums DE einfach machen, in vielen Berufen im Ingenieursbereich zu arbeiten oder mit einem Doktoratsstudium eine weiterführende wissenschaftliche Laufbahn einzuschlagen.

Masterstudium Digital Engineering	ECTS
Expansion of mathematical competence	11,5
Modeling, Simulation and Control of Cyberphysical Systems	18
Vertiefungsrichtungen	48
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Robotics</li> <li>▪ Production and Logistics</li> <li>▪ Mobility and Transportation</li> <li>▪ Internet of Things</li> <li>▪ Energy and Environmental Systems</li> <li>▪ Computational Science and Engineering</li> </ul>	
Frei wählbare Lehrveranstaltungen	12,5
Masterarbeit	30
gesamt	120

### Masterstudium Space Sciences and Earth from Space (SSES)

Graz gilt seit Langem als das Zentrum für Welt- raumforschung in Österreich. Maßgeblichen Anteil daran haben Persönlichkeiten, die an der Univer- sität Graz sowie an der Technischen Universität Graz Pionierarbeit geleistet haben, wie etwa Otto Burkard (1908–2015) mit seinen Arbeiten zur Ionosphäre, Siegfried J. Bauer (1930–2021) als Experte für Physik der oberen Atmosphäre von Planeten und Willibald Riedler (1932–2018) an der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstech- nik durch seine Arbeiten auf den Gebieten Nach- richtentechnik, Magnetosphären- und Ionosphä- renphysik sowie der Physik des interplanetaren Raumes, und nicht zuletzt als wissenschaftlicher

Leiter der Mission AUSTROMIR, eines sowjetisch-österreichischen Projektes, in dessen Rahmen der österreichische Kosmonaut Franz Viehböck 1991 eine Woche in der russischen Raumstation Mir verbrachte und die Auswirkungen der Schwerelosigkeit auf den menschlichen Körper erforschte.

Ein weiterer Meilenstein war das ambitionierte Projekt BRITE-Austria/TUGSAT-1, das vom Institut für Kommunikationsnetze und Satellitenkommunikation (IKS) unter der Leitung von Otto Koudelka vorgeschlagen wurde, um erstmals einen österreichischen Satelliten zu entwickeln, zu bauen, in Umlauf zu bringen und erfolgreich zu betreiben. Am 25. Februar 2013 startete der erste österreichische Satellit TUGSAT erfolgreich und konnte alle gesetzten Ziele eindrucksvoll erreichen. Das IKS realisierte noch weitere Nanosatellitenmissionen im Rahmen von ESA-Programmen (OPS-SAT 2019 und PRETTY 2024).

Bei so viel Pioniergeist und Expertise, die sich in Graz zum Thema Weltraumforschung, Satellitenkommunikation und Satellitengeodäsie entwickelt hat, war es naheliegend, dass sich die Forschungsaktivitäten in Sinne forschungsgeleiteter Lehre sichtbar in einem Studium wiederfinden. Im Rahmen von NAWI Graz, einer Kooperation zwischen TU Graz und Universität Graz, ist es seit Herbst 2011 möglich, das Masterstudium Space Sciences and Earth from Space in Graz zu absolvieren.

Das Masterstudium Space Sciences and Earth from Space (SSES) baut auf unterschiedlichen naturwissenschaftlichen und technischen Bachelorstudien auf. Daher sind Absolvent\*innen von zahlreichen Bachelorstudien Österreichischer Universitäten und Fachhochschulen automatisch für das Masterstudium SSES zugelassen – etwa Physik, Geodäsie, Elektrotechnik, Information and Computer Engineering, Astronomie oder Meteorolo-

gie, bis hin zu Studien im Bereich Luftfahrt und Aerospace Engineering.

Das Masterstudium SSES führt, aufbauend auf den Fächern Physik, Geodäsie und Elektrotechnik, zu einer intensiven Auseinandersetzung mit den Weltraumwissenschaften und dem „System Erde“ auf einer technisch-naturwissenschaftlichen Basis. Satellitenkommunikation und -navigation sowie Erdbeobachtung erfahren eine immer größere Bedeutung. Ziel des Studiums ist es, den Studierenden eine fundierte technisch-naturwissenschaftliche Ausbildung auf dem Gebiet der Weltraumwissenschaften zu bieten und wichtige Aspekte des „Systems Erde“ einzubeziehen.

Die Ausbildungsziele des Studiums orientieren sich auch an den Anforderungen von universitären und forschungsnahen Institutionen sowie am Bedarf nach hervorragend ausgebildeten Mitarbeiter\*innen in Hochtechnologiebereichen, vor allem in der Luft- und Raumfahrtindustrie und in Welt-raumagenturen.

Konkret erwerben Absolvent\*innen des Studiums folgende Fachkompetenzen:

- Ein Verständnis für die grundlegenden Zusammenhänge in den Weltraumwissenschaften.
- Das Wissen zur Entwicklung und Anwendung von Methoden und Modellen der Weltraumwissenschaften sowie aus den speziellen Vertiefungsrichtungen.
- Einblick in die Planung, Strukturierung und Durchführung von Forschungsprojekten aus dem Fachgebiet sowie die Interpretation von Resultaten im wissenschaftlich-technischen Kontext.



- Das Wissen über die Anwendung von generellen wissenschaftlichen und technologischen Methoden und Modellen.
- Das Wissen, erlernte Methoden und Technologien zu überprüfen und zu verbessern sowie das Wissen, um Probleme zu lösen und wissenschaftliche Untersuchungen durchzuführen.
- Das Verständnis, um Argumente, Annahmen, abstrakte Konzepte und Daten gegeneinander abzuwägen und Modellierungen vorzunehmen im Hinblick auf die Problemlösung einer komplexen Fragestellung. Das Bewusstsein über die Interpretationsspielräume und Grenzen des aktuellen Wissensstandes.
- Die Bereitschaft zur stetigen Aktualisierung des eigenen Wissens und der eigenen Fähigkeiten.
- Die Fähigkeit zur Kommunikation von Informationen, Ideen, Problemen und Lösungen vor Publikum.
- Das Bewusstsein möglicher ethischer, gesellschaftlicher, ökonomischer, umwelt- und sicherheitsbezogener Auswirkungen.

Die Schwerpunktsetzung des Studiums zeigt sich an den drei unterschiedlichen Vertiefungsrichtungen, die angeboten werden: Solar System Physics, Satellite Systems und Earth System from Space.

In der Vertiefungsrichtung Solar System Physics wird das Verständnis der Physik des Sonnensystems, der Planeten und deren Wechselwirkung mit dem Sonnenwind und energetischer Ausbrüche auf der Sonne (sogenanntes Space Weather)

vertieft, wobei wesentliche Einblicke in das Gebiet der Weltraumplasmaphysik und der Physik der Sonne und der Planeten vermittelt werden. Diese Kenntnisse werden mit klassischen Methoden im Bereich Space Sciences erreicht und können wahlweise auch durch Methoden aus den Bereichen Machine Learning und Image Vision vertieft werden.

Die Vertiefungsrichtung Satellite Systems umfasst Bereiche der Satellitenkommunikation und -navigation, die an Bedeutung gewonnen haben, wobei diese Systeme zunehmend im Katastrophenschutz und Krisenmanagement sowie bei Telemedizin und Telelearning eingesetzt werden. In diesem Bereich wird auch auf weltraumtaugliche Hard- und Software sowie Weltraumtechnologie eingegangen.

Die Lehrinhalte in der Vertiefungsrichtung Earth System from Space umfassen die Beobachtung der Komponenten des Systems Erde (feste Erde, Ozeane, Eismassen, Atmosphäre etc.) mittels moderner Satellitentechnologien ebenso wie deren physikalische Beschreibung und numerische Modellierung.

Das Studium profitiert besonders von den Kompetenzen, die am Standort Graz durch die Universitäten und durch außeruniversitäre Forschungseinrichtungen (wie etwa das Institut für Weltraumforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften und die Forschungsgesellschaft Joanneum Research) in den oben genannten Bereichen gebündelt sind.

Seit der Einführung der Studienrichtung haben mehr als fünfzig Studierende an den beiden Grazer Universitäten das Studium erfolgreich absolviert.



a

Exkursion für Studierende im Rahmen des Studiums Space Sciences and Earth from Space zum Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik (MPE) in Garching (a) und zum Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Oberpfaffenhofen. Dort befindet sich unter anderem auch das Columbus-Kontrollzentrum (b) und von dort aus wird das gleichnamige Wissenschaftslabor der Internationalen Raumstation (ISS) überwacht und werden die Astronaut\*innen bei ihren Experimenten betreut. Ein 1:1 Modell des Columbus Moduls konnte im Rahmen der Exkursion auch besucht werden (c).

P. Schrotter – TU Graz



b



c

## Doctoral School Elektrotechnik

An der TU Graz wurden Doctoral Schools als Gremien zur Umsetzung der fachspezifischen Curricula Inhalte etabliert. Sie umfassen größere Fachgebiete und können fakultätsübergreifend oder in Zusammenarbeit mit anderen Universitäten eingerichtet werden. Jede Doktorandin und jeder Doktorand wird einer Doctoral School zugeordnet und kann diese bei der Zulassung vorschlagen. In der Regel gehört der/die Betreuende dieser Doctoral School an. Doctoral Schools bestehen aus habilitierten Mitarbeiter\*innen und zugeordneten Doktorand\*innen; ein Team von Koordinator\*innen und ein\*e Leiter\*in werden benannt. Die Basis für die Doctoral Schools wurde mit dem Curriculum für das Doktoratsstudiums der Technischen Wissenschaften vom 1. Oktober 2007 gelegt, die Details werden in den Statuten der Doctoral Schools geregelt.

In diesem Rahmen wurden, um der Breite des Faches Rechnung zu tragen, zwei Doctoral Schools ins Leben gerufen: die Doctoral School Elektrotechnik und Biomedizinische Technik und die Doctoral School Informations- und Kommunikationstechnik.

Bei der Gründung umfasste die Doctoral School Elektrotechnik und Biomedizinische Technik folgende Institute:

- 431 Institut für Elektrische Antriebstechnik und Maschinen
- 432 Institut für Elektrische Anlagen
- 433 Institut für Hochspannungstechnik und Systemmanagement
- 434 Institut für Elektrizitätswirtschaft und Energieinnovation

- 437 Institut für Grundlagen und Theorie der Elektrotechnik
- 444 Institut für Genomik und Bioinformatik
- 445 Institut für Human-Computer-Interfaces
- 446 Institut für Medizintechnik
- 447 Institut für Krankenhaustechnik mit Prüfstelle für Medizinprodukte
- 450 Institut für Biomechanik

Es waren anfangs 31 Dissertant\*innen gemeldet, die von sechzehn habilitierten Mitgliedern (Stand: 29. November 2007) betreut wurden.

Durch den Übertritt der biomedizinisch ausgerichteten Institute in die Fakultät für Informatik und Biomedizinische Technik änderte sich die Zusammensetzung, sodass heute die Doctoral School für Elektrotechnik folgende Institute umfasst:

- 4310 Institut für Elektrische Antriebe und Leistungselektronische Systeme
- 4320 Institut für Elektrische Anlagen und Netze
- 4330 Institut für Hochspannungstechnik und Systemmanagement
- 4340 Institut für Elektrizitätswirtschaft und Energieinnovation
- 4370 Institut für Grundlagen und Theorie der Elektrotechnik
- 4430 Institut für Regelungs- und Automatisierungstechnik

Aktuell werden die Dissertant\*innen von insgesamt 34 habilitierten Mitgliedern betreut.

Der curriculare Anteil der Doctoral School Elektrotechnik umfasst insgesamt vierzehn Semesterwochenstunden. Davon werden von den Studierenden neben dem Privatissimum im Ausmaß von zwei Semesterwochenstunden nach Rücksprache mit dem/der Betreuenden acht Semesterwochenstunden in fachspezifischen Basisfächern zur Unterstützung der Dissertation besucht. Der Bereich wissenschaftliche Methoden und Kommunikation wird im Rahmen eines Dissertant\*innenseminars im Ausmaß von vier Semesterwochenstunden abgedeckt.

### KOORDINATIONSTEAM

Die Doctoral School Elektrotechnik wird von einem Koordinationsteam, bestehend aus einer Vertreterin oder einem Vertreter der Professor\*innenkurie, des Mittelbaus (habilitiert) und der Doktorand\*innen des Fachbereichs Elektrotechnik geleitet beziehungsweise koordiniert. Dieses Koordinationsteam wurde lange Zeit von Lothar Fickert und von 2016 bis 2022 von Annette Mütze geleitet.

Das aktuelle Koordinationsteam besteht aus dem Leiter Michael Hartmann, Herwig Renner als Vertreter des habilitierten Mittelbaus und Daniel Neuner als Vertreter der Doktorand\*innen. In organisatorischen Angelegenheiten wird die Doctoral School von Astrid Pessler aus dem Dekanat der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik tatkräftig unterstützt.

### DISSERTANT\*INNENSEMINAR

Die Doktoratsstudierenden sollen in der Lage sein, ihre Forschungsergebnisse aufzubereiten und ihre erarbeiteten Ergebnisse und Erkenntnisse einem Fachpublikum zu präsentieren. Das geschieht im Rahmen des sogenannten Dissertant\*innenseminars, in dem die Studierenden mindestens zweimal während ihres Doktorats ihr Forschungsvor-

haben und Forschungsergebnisse, üblicherweise in Form einer 30-minütigen Präsentation, vor der Gruppe der teilnehmenden Doktorand\*innen der Doctoral School präsentieren. Zu Beginn des Doktorats, üblicherweise bereits im ersten Jahr, wird das Forschungsvorhaben vorgestellt, und gegen Ende des Doktorats die erzielten Forschungsergebnisse. Das Seminar stellt ein zentrales Element der Doctoral School Elektrotechnik dar und findet sowohl im Wintersemester als auch im Sommersemester in geblockter Form statt. Es fördert die fächerübergreifende Vernetzung der Doktoratsstudierenden in der Fakultät, ermöglicht das Üben und praktische Anwenden von Präsentationstechniken und gibt Einblicke in andere Forschungsgebiete. Die Doktoratsstudierenden geben im Anschluss an die Präsentationen wertvolles Feedback an die jeweiligen Präsentator\*innen, üblicherweise sowohl über den Inhalt als auch über die Präsentationstechnik. Dieses direkte Feedback von Doktoratsstudierenden, aber auch die Möglichkeit zur Präsentation der Forschungsergebnisse in einer, im Gegensatz zu einer internationalen Fachkonferenz, „geschützten Umgebung“, ist von unschätzbarem Wert und ein wichtiger Bestandteil der persönlichen Entwicklung der Studierenden während ihres Doktoratsstudiums.

Als Moderator\*in des Dissertant\*innenseminars ist es immer wieder beeindruckend zu sehen, mit welchem Engagement und in welcher hohen Qualität die Forschungsvorhaben und Forschungsergebnisse präsentiert werden und mit welchem Interesse die vorgestellten Themen von den Doktorand\*innen diskutiert werden.

Seit Bestehen der Doctoral School Elektrotechnik wurden im Zeitraum 2007/08 bis 2023/24 insgesamt 180 Dissertationen abgeschlossen, die sich über die teilnehmenden Institute wie folgt verteilen:

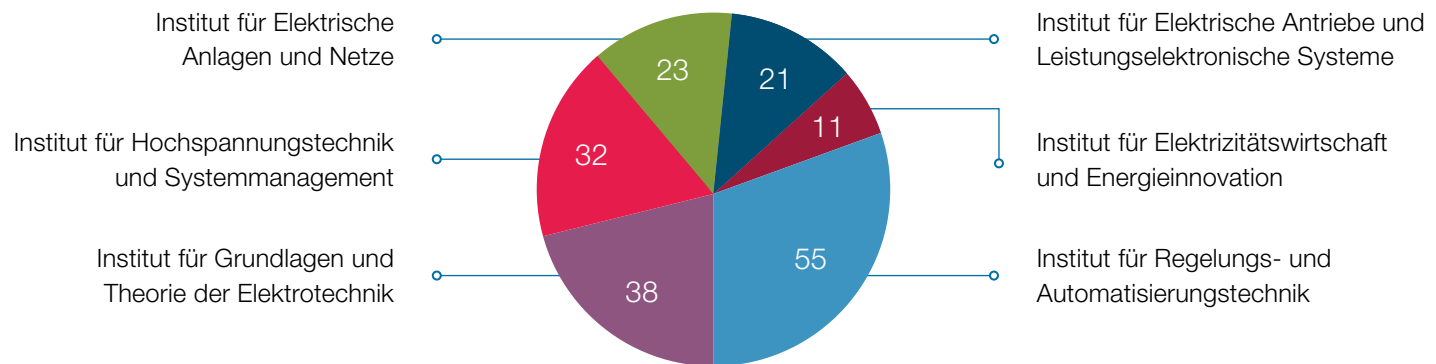




Gruppenbild mit Studierenden und Betreuer\*innen der Doctoral School Elektrotechnik.

Lisa Thieme

## DISSERTATIONEN IM RAHMEN DER DOCTORAL SCHOOL ELEKTROTECHNIK

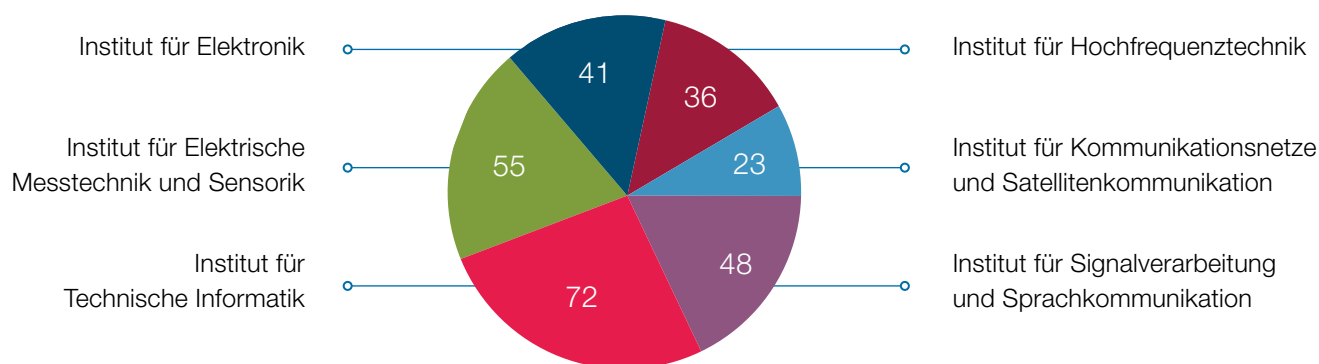


## Doctoral School Informations- und Kommunikationstechnik

Im Jahr 2007 war die TU Graz eine der ersten – wenn nicht überhaupt die erste – Universität in Österreich, die das Konzept strukturierter Doktoratsprogramme flächendeckend einführte, indem sämtliche Doktoratsstudierende einer von inzwischen vierzehn Doctoral Schools zugeordnet wurden. Innerhalb der Doctoral Schools sollten sich sowohl die Studierenden als auch die Betreuenden untereinander vernetzen und dadurch einerseits eine verbesserte gemeinsame Förderung der Studierenden erfolgen, und andererseits ein verbessertes Qualitätsmanagement durch Erhöhung der Transparenz und Internationalisierung zahlreicher Aspekte erreicht werden. So wurde beispielsweise von Anfang an auf die Einbeziehung internationaler

Gutachter\*innen gesetzt und die Lehre sowie die gesamte interne Kommunikation auf Englisch umgestellt. Darüber hinaus wurden wenige, aber gut gewählte Kurspakete zur Unterstützung der Studierenden in eigenen Ausbildungsvereinbarungen festgelegt. An der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik wurden wegen der großen Anzahl von Doktoratsstudierenden von Anfang an zwei Doctoral Schools eingerichtet, die Doctoral School für Elektrotechnik und die Doctoral School für Informations- und Kommunikationstechnik. Das letzte Gebiet umfasst dabei nicht nur die Methoden und Anwendungen der Informations- und Kommunikationstechnik (wie zum Beispiel Signalverarbeitung, Messtechnik, Nachrichtentechnik und Sprachkommunikation), sondern auch die zugrundeliegende Elektronik (analog, mixed-signal und digital), Sensorik, hochfrequenztechnische und optische Systeme sowie eingebettete und vernetzte Systeme (Hardware und Software).

### DISSERTATIONEN IM RAHMEN DER DOCTORAL SCHOOL INFORMATIONEN- UND KOMMUNIKATIONSTECHNIK:



Die Verteilung der insgesamt 275 Dissertationen, die an der Doctoral School Informations- und Kommunikationstechnik in den Studienjahren von 2007/2008 bis 2023/24 abgeschlossen wurden.

Dementsprechend vielfältig ist die Gruppe der Institute, die in dieser Doctoral School zusammenarbeiten (siehe Abbildung).

Der Erfolg dieser Zusammenarbeit und der in der Doctoral School gebündelten Forschungsleistung unserer Early Stage Researchers wird auch daran sichtbar, dass jedes Jahr rund zwanzig Studierende der Doctoral School Informations- und Kommunikationstechnik ihr Doktorat erfolgreich abschließen und darüber hinaus hervorragende Karrieren in der industriellen wie akademischen Forschung, aber auch in vielfältigen anderen Bereichen entwickeln.

Eine besondere Stellung nimmt dabei die Zusammenarbeit mit der Universität für Musik und darstellende Kunst in Graz ein, ist doch das gemeinsame Bachelor- und Masterstudium Elektrotechnik-Toningenieur ein europaweites Alleinstellungsmerkmal des Standortes Graz. Die weiterführenden Doktoratsstudien waren anfangs in der Doctoral School Informations- und Kommunikationstechnik unter Einbindung des Institutes für Elektronische Musik und Akustik gebündelt, aufgrund der starken Entwicklung wissenschaftlicher Doktorate an der Kunstuniversität wurde dort aber schon bald eine eigene Doctoral School auf Grundlage des Modells der TU Graz eingerichtet, mit der nun ein universitätsübergreifender Austausch gepflegt wird. Eine weitere Kooperation für „[Dependable Electronics Based Systems](#)“ hat sich inzwischen mit der Fachhochschule Joanneum in Graz entwickelt, unterstützt durch das doc.funds.connect Programm des FWF.

Im Februar 2009 fand erstmals das für alle Studierenden gemeinsam abgehaltene Dissertant\*innen-seminar statt, bei dem ein Kernziel im Erlernen der Kommunikation zwischen Fachleuten unter-



schiedlicher Fachgebiete liegt, also beispielsweise im Brückenschlag zwischen Hochfrequenztechnik, Echtzeit-Betriebssystemen und Linguistik. Diese Kompetenz ist im weiteren Berufsleben in transdisziplinär tätigen Organisationen – gerade auch in der Industrie – unverzichtbar und findet im üblichen disziplinentorientierten Wissenschaftsbetrieb oft zu wenig Beachtung. Das anfänglich gewählte Format von einstündigen Vortrags- und Diskussionszeiten je Dissertant\*in erwies sich als zu schwerfällig, aktuell gibt es einen Mix aus äußerst interaktiven Postersitzungen für die Studierenden im ersten Studienjahr und halbstündigen Plenarvortrags- und Diskussionszeiten für die Studierenden, die vor dem Abschluss ihrer Arbeit stehen. Um den unterschiedlichen Dienstverhältnissen unserer Early Stage Researchers gerecht zu werden, wurde auch das Format dahingehend flexibilisiert, dass das Seminar im Wintersemester über mehrere Mittwoche in Folge als Lunch Time Talks stattfindet, wohingegen seit dem Jahr 2022 für das Sommersemester ein geblockter Workshop kurz nach Ostern im Schloss Retzhof

#### Abendstimmung im Schloss Retzhof.

G. Kubin

bei Leibnitz angeboten wird, der nach dem nachrichtentechnischen Pionier Otto Nußbaumer benannt ist (weltweit erste drahtlose Übertragung von Sprache und Musik im Jahr 1904 an der TU Graz). Diese Workshops finden großen Anklang, manchmal mit mehr als 30 Teilnehmenden und zusätzlich attraktiviert durch eingeladene Keynotes zum Beispiel von Professor\*innen der ETH Zürich oder des Imperial College London. Ein wichtiger Punkt ist auch die Selbstorganisation durch die Studierenden, eine Lehrperson übernimmt nur die Moderation, alles andere erledigen die Studierenden – von der Organisation eines Pizzalunches im Hörsaal bis zu den Social Events an den gemeinsamen Abenden im Retzhof und das wechselseitige schriftliche Feedback untereinander über ein Moodle System. Und zum Abschluss gibt es noch ein Voting der Studierenden zur besten Präsentation (getrennt nach Poster und Vortrag) mit Siegerehrung und einer kleinen Anerkennung der Doctoral School.

Die folgenden Bilder zeigen unsere Preisträger\*innen der letzten drei Jahre.



Verleihung der Auszeichnungen für die besten Präsentationen bei den Otto Nußbaumer Workshops on Information and Communications Engineering im Schloss Retzhof durch die Moderatoren Gernot Kubin und Franz Pernkopf an E. Salomon und L. Lüchtrath (2023), L. Batista Ribeiro (2022) sowie M. Hofmann-Wellenhof, N. Lampl und T. Neubauer (2024).

Studierende der Doctoral School Informations- und Kommunikationstechnik





Der große Erfolg dieses Seminarformates zeigt sich auch in den Evaluierungen durch die Studierenden. In den beiden folgenden Blöcken wird direkt aus der Evaluierung des Wintersemesters 2024/25 zitiert und ein differenziertes Bild der Stärken und Verbesserungspotentiale aufgezeigt, das von einem sehr reifen Umgang mit den Bildungszielen dieses Seminars zeugt:

### STRENGTHS

**Interactive Discussions:** The course provided ample opportunities for meaningful discussions, both during poster presentations and after the full-length presentations. It was insightful to exchange ideas and receive constructive feedback from peers and faculty. **Balanced Workload:** The structure of 10 presentations per semester (approximately half posters, half full presentations) felt manageable and ensured that each session was engaging without being overwhelming. **Poster Presentation Format:** The single-slide pitch format was particularly effective in fostering concise communication and clear focus. The subsequent discussions allowed for deeper exploration of ideas. **Peer Learning:** The diversity of topics presented, especially from those nearing the end of their PhD journey, was incredibly inspiring. It provided a glimpse into how different research projects evolve and mature over time. **Pizza and Networking:** The inclusion of pizza during the poster sessions created a relaxed atmosphere that encouraged informal discussions and networking.

### POTENTIAL IMPROVEMENTS

**Timing for Poster Sessions:** While the poster presentations were highly interactive and engaging, allocating more time for these sessions, particularly in the initial slots, would enhance the experience. This would allow for deeper discussions and ensure the eating break is more relaxed without feeling rushed. **Number of Presentations per Session:** The cap of three full presentations per session is a good balance. However, exceeding this number could lead to reduced focus and engagement from the audience. It's important to ensure this limit is adhered to consistently. **Clear Guidelines for Peer Feedback:** While peer feedback during evaluations is valuable, providing clearer guidelines or criteria for assessing presentations could help ensure that feedback is both constructive and consistent across the group. **Engagement During Poster Presentations:** To maximize the benefit of poster presentations, there could be a brief introductory segment at the beginning of each session, outlining the goals of the discussions or providing tips on how to engage effectively as both a presenter and an audience member. **Facilitation of Discussions:** Sometimes, discussions can veer off-topic or lack depth. Having a designated moderator or rotating facilitator for discussions might help keep them focused and productive.

Auf diesem Ergebnis aufbauend lässt sich der Weg in eine erfolgreiche Zukunft der Doctoral School Informations- und Kommunikationstechnik hervorragend gestalten.





Lunghammer – TU Graz



# Zeichensäle der Fakultät



# Dynamobauzeichensaal

In Gedenken an Professor Dr. mlt. Karl Federhofer †



Gruppenfoto des gesamten DZS  
beim Saubratenfest 2024.

Daniel Fankhauser

Der Dynamobauzeichensaal (DZS) ist nicht nur ein physischer Raum, sondern ein Ort der Begegnung, des Austauschs und der Gemeinschaft für Studierende der Fakultät ETIT. Hier kommen Menschen zusammen, um gemeinsam zu lernen, sich gegenseitig zu unterstützen und die Herausforderungen des Studiums zu meistern. Der DZS hat in der Gegenwart eine besondere Bedeutung als lebendige Lerngemeinschaft und soll auch in Zukunft ein wichtiger Ankerpunkt für Studierende bleiben. Dabei spielen soziale Aktivitäten, gemeinschaftliche Veranstaltungen und die Unterstützung der Fakultät eine zentrale Rolle, um den DZS als einzigartigen Lern- und Lebensraum zu gestalten.

**1953** war die „Neue Technik“ in der Brockmanngasse baulich nach den Bombenschäden des II. Weltkrieges zwar wieder hergestellt, doch herrschte große Raumnot. Einerseits durch die stets steigende Anzahl der Hörer – nicht nur aus dem Inland, auch von Nord und Süd eilten Lernbegierige zur Alma mater Joannea – andererseits bedingt durch das Anwachsen der Institute und Studienrichtungen. Das Elektrotechnik-Studium wurde erst 1940 eingerichtet, war daher räumlich gar nicht eingeplant. Es bestanden wohl Institutsräume, aber kaum ausreichende Laboratorien, Zeichensäle für die Elektrotechniker fehlten überhaupt. Es existierte im 3. oder 4. Stock wohl ein großer Raum mit ein paar Zeichenbrettern, aber darin drängten sich die letzten Semester, um ihre Programme in elektrischen Anlagen zu absolvieren. Die dort aufliegenden Handbücher und Prospekte waren noch rar, beim Entwerfen von Anlagen aber unentbehrlich. Deshalb musste man einfach im Zeichensaal arbeiten. Für die jüngeren Semester des II. Studienabschnittes, die sich auf die Programme in Dynamobau und Kollektormaschinen stürzen wollten, war einfach kein Platz mehr.

Da existierten aber im 4. Stock des Mitteltraktes zwei Zeichensäle: ein größerer und ein kleinerer. Der erstgenannte diente den Erstsemestrigen für die Übungen in Maschi-





Aus der Jubiläumsschrift  
des Dynamobauzeichen-  
saales anlässlich des  
25-jährigen Bestehens,  
veröffentlicht im Sommer-  
semester 1978.

nenzeichnen und in darstellender Geometrie, der andere war stets verschlossen und wurde offensichtlich nie benützt. Welcher Lehrkanzel er wohl zugeteilt war? Nachforschungen brachten ans Licht, dass dieser Zeichensaal der Lehrkanzel für Technische Mechanik zugehörte, deren Vorstand der gefürchtete, aber hochgeachtete Professor Karl Federhofer war.

Wie noch in unseren Staatsprüfungszeugnissen aus einem k.k. Reichsgesetzblatt aus dem Jahre 1912 zitiert war, mussten sich die Studierenden des Maschinenwesens – dazu gehörten auch die Elektrotechniker – einer Prüfung aus „Technischer Mechanik einschließlich der Elemente der graphischen Statik“ unterziehen. Also für die Übung der graphischen Methoden der Mechanik war wohl dieser Zeichensaal dieser Lehrkanzel „zugestanden“. Da aber alle Hörer ihre Mechanik-Programme zu Hause erledigten, stand dieser Zeichensaal nicht in Gebrauch.

So fassten zwei Studenten den Entschluss, den leerstehenden Zeichensaal für ihre Kollegen „an Land zu ziehen“. Professor Federhofer wurde in einer seiner wöchentlichen Sprechstunden aufgesucht und das Anliegen einer strebsamen Studentenschar vorgebracht. Wir waren auf alles gefasst. Doch der weise alte Herr hörte uns aufmerksam an und sagte zu, sich unseren Wunsch überlegen zu wollen. In einer Woche sollten wir wieder kommen ....

Wir wurden freundlich empfangen. „Der Zeichensaal bleibt im Bestand meiner Lehrkanzel, doch leihe ich Euch Studenten, bis auf Widerruf diesen Raum. Sie bürgen mir dafür, dass der Zeichensaal nicht im kalten Wege der Dynamobau-Lehrkanzel einverleibt wird. Sorgen Sie bitte für Ordnung!“ Mit einem Händedruck wurde die Abmachung bekräftigt und Professor Federhofer übergab uns beiden den Schlüssel.

So zogen wir in diese heiligen Hallen ein, verlebten etliche Semester mit harter Arbeit, aber auch mit viel Frohsinn in diesen vier Wänden, die vielen von uns fast zum zweiten Zuhause in Graz geworden sind. Wir waren bald zu einer festen Gemeinschaft zusammengewachsen, über alle Schranken der geographischen und sozialen Herkunft sowie Anschauung hinweg. Leid und Freud wurde miteinander geteilt. Schließlich beendeten wir durch unsere einwöchige Klausurarbeit auch in diesem nunmehr „Dynamobau-Zeichensaal“ genannten Raum unser Studium.

Keiner von uns hätte je daran gedacht, dass nach uns Generationen von Studenten das Ergebnis einer spontanen Selbsthilfe in eine feste Institution verwandeln würden, die nun in das 2. Vierteljahrhundert ihres Bestandes schreitet.

Ad multos annos,  
vivant sequentes !

**Dipl.-Ing. Herwig Rabl**

## Der Dynamobauzeichensaal der Gegenwart

Aktuell zeichnet sich der DZS vor allem durch seine starke Gemeinschaft aus. Studierende unterschiedlichster Semester und Studien kommen hier zusammen, um gemeinsam zu lernen und sich auf Prüfungen vorzubereiten. Sie wollen Wissen teilen und von den Erfahrungen anderer profitieren, indem jede/r ihre/seine eigenen Stärken in die Gruppe einbringt. Diese Form des kollektiven Lernens ermöglicht es, Lernstoff effektiver zu verstehen und Prüfungsängste zu reduzieren, da der Austausch mit Kommiliton\*innen eine enorme Stütze darstellt.

Ein bedeutender Aspekt der Gemeinschaft im DZS ist das Konzept der gegenseitigen Hilfe: Wissen wird nicht nur angehäuft, sondern aktiv weitergegeben. Wer ein Fachgebiet besonders gut versteht, unterstützt diejenigen, die noch Schwierigkeiten haben, wer eine Prüfung schon absolviert hat, gibt die eigenen Unterlagen der nächsten Person, und wer das Studium abgeschlossen hat, hinterlässt

sein Wissen und lustige Geschichten. Durch diese kontinuierliche Zusammenarbeit entstehen enge Verbindungen und Freundschaften, die über die Lernzeiten hinaus Bestand haben. Diese Unterstützung geht weit über das rein akademische Lernen hinaus und schließt auch mentale Unterstützung in stressigen Prüfungszeiten mit ein.

Doch der DZS ist nicht nur ein Lernraum. Er ist ebenso ein Ort des sozialen Lebens und der Freizeitgestaltung. Regelmäßig werden Filmabende veranstaltet, bei denen sich die Mitglieder gemeinsam entspannen und kulturelle oder unterhaltsame Filme ansehen können. Es gibt auch Spieleabende, bei denen Brett-, Karten- und andere Spiele aller Art das Gemeinschaftsgefühl stärken. Besonders beliebt ist derzeit das PowerPoint-Karaoke, bei dem die Teilnehmenden spontan erstellte Präsentationen zu unbekannten Themen halten müssen. Das fördert nicht nur den Humor, sondern schult auch die rhetorischen Fähigkeiten und stärkt das Selbstvertrauen der Mitglieder. Solche Aktivitäten sorgen für einen Ausgleich zum stressigen Studienalltag und stärken die Bindung zwischen den Mitgliedern.

Links: Das fertige Spanferkel beim Saubratenfest 2024 wird zur Essensausgabe gebracht, getragen von Martin Schenkenfelder und Fabian Wallner.

Rechts: Bockbieranstich beim Bockbierfest 2023, zu sehen sind Prof. Hartmann und Martin Schenkenfelder.

Daniel Fankhauser



Zwei zentrale Höhepunkte im Jahresverlauf des DZS sind das Bockbierfest und das Saubratenfest. Das Bockbierfest wird traditionell in der kalten Jahreszeit gefeiert und ist eine Gelegenheit, zusammenzukommen, das Semester Revue passieren zu lassen und die Gemeinschaft zu feiern. Ebenso wichtig ist das Saubratenfest im Sommer, bei dem sich alle Mitglieder in einer lockeren, fröhlichen Atmosphäre entspannen können. Diese Feste sind geprägt von gemeinsamer Planung und Organisation, sie fördern den Zusammenhalt und die Freundschaft unter den Mitgliedern. Sie sind eine wichtige Tradition im DZS und werden von den Studierenden jedes Jahr mit großer Vorfreude erwartet. Hier lernen unsere Mitglieder viel organisatorisches Können und wie effizient als Team gearbeitet werden kann. Außerdem kann jeder und jede seine kreativen Ideen, wie zum Beispiel selbstgemachter Likör, eingegebrautes Bier, neue Werbe-Designs etc. einfließen lassen.

Einen weiteren wichtigen Bestandteil bildet auch das Professor\*innengrillen, bei dem die Professor\*innen der Fakultät ETIT in den DZS zu einem gemeinsamen Grillen eingeladen werden, um somit ihren Dank zum Ausdruck zu bringen und die Bindung zu den Angehörigen der Fakultät zu stärken. Diese Tradition wurde vor wenigen Jahren eingeführt, wird aber noch umso länger bestehen bleiben.

Neben dem umfangreichen Lern- und Freizeitangebot im DZS sind die gemeinsamen Ausflüge und Exkursionen auch immer wieder ein Highlight, die das studentische Leben bereichern und die Verbundenheit der Gruppe stärken. Jedes Jahr organisieren die Mitglieder des DZS mehrere Reisen, die es ihnen ermöglichen, sowohl kulturelle als auch fachliche Einblicke zu gewinnen. Ein zentraler Bestandteil dieser Ausflüge ist der Besuch

technischer Museen in den jeweiligen Reisezielen (Auswahlkriterium), die faszinierende Einblicke in die Geschichte und Entwicklung der Elektrotechnik und verwandter Ingenieursdisziplinen bieten. Ob es sich um das Deutsche Museum in München, das Technische Museum in Brunn oder das Elektrotechnische Museum in Budapest handelt – die Besuche dieser Museen erweitern das Fachwissen der Studierenden und verbinden Theorie und Praxis auf anschauliche Weise. Solche Reisen sind aber natürlich nicht nur mit dem Besuch von Museen gefüllt, sondern inkludieren auch Besuche von Thermen, Bars, lokalen Restaurants, Brauereien und allem, was den teilnehmenden Personen sonst noch in den Sinn kommt und Spaß macht.

Ein Fixtermin ist für uns natürlich auch der Fakultätstag, an dem wir mit unserer Arbeitskraft der Fakultät jährlich ein Danke aussprechen wollen. Auch wenn er oft mitten in der Prüfungsphase liegt, ist dieser Tag immer mit Stolz und guter Stimmung erfüllt.

Solche „Arbeitseinsätze“ sind auch öfter der Fall, da wir natürlich bei Instituten und der Fakultät aushelfen, wenn wir gebraucht werden.

## Die Zukunft des Dynamobauzeichensaals

Der DZS ist nicht nur in der Gegenwart ein Ort des Austauschs und der Gemeinschaft, sondern auch in der Zukunft soll dieser Raum den Studierenden als wichtige Stütze dienen. Um dieser Vision gerecht zu werden, wurde dem DZS ein neuer, zusätzlicher Raum zur Verfügung gestellt, der als Gruppenlernraum genutzt werden kann. Dieser Raum gibt uns die Möglichkeit, konzentrierte Einzelarbeiten und lebendige Gruppendiskussionen klar zu trennen und so keine der beiden



Spielerischer Soft-Skills-Workshop mit PowerPoint-Karaoke (jede\*r bereitet eine Präsentation vor, präsentiert dann aber die Präsentation von jemand anderem – Thema und Autor\*in sind bis zum Beginn der Präsentation unbekannt), zu sehen sind Lennard Würkner, Florian Hirsch, Karin Bergler, Martin Schenkenfelder, Simon Halper, Benjamin Scheidle, Silvana Oberhauser, Sophie Lennkh und zwei externe Personen.

Daniel Sittlinger

Gruppen beim Lernen und Arbeiten zu stören. Der zusätzliche Platz soll vor allem denjenigen zugutekommen, die sich in eigenen Lerngruppen zusammensetzen und intensiv auf Prüfungen vorbereiten möchten. Durch diesen Gruppenlernraum wird das Angebot des DZS erweitert, was den Mitgliedern noch mehr Flexibilität und individuelle Lernmöglichkeiten bietet.

Das große Ziel bleibt aber trotzdem eine Übersiedelung in das Zentrum des Inffeld-Campus. Mit größeren und besonders zentraleren Räumlichkeiten kann der DZS nicht nur leichter bestehen bleiben und den Mitgliedern den Raum bieten, den sie brauchen, sondern auch leichter für Arbeiten am Campus genutzt werden. Nach nun dreizehn Jahren in der Übergangslösung Petersgasse ist der neue Raum eine wirkliche Erleichterung, aber noch sicher nicht das Ende unseres Siedelns.

## Alleine wäre der DZS nicht möglich

Ein Ort wie der Dynamobauzeichensaal kann nur durch das Engagement und die Unterstützung der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik (ETIT) bestehen. Ohne deren Hilfe wären die Räumlichkeiten, die Ausstattung und die Förderung der Gemeinschaftsaktivitäten nicht möglich. Die Fakultät sorgt nicht nur für die materiellen Voraussetzungen, sondern unterstützt den DZS auch ideell, indem sie die Bedeutung eines solchen Raumes für das studentische Leben anerkennt und fördert.

Der Dank gilt besonders der Fakultät, die immer ein offenes Ohr für die Anliegen des DZS hat und bereit ist, gemeinsam nach Lösungen zu suchen, wenn es Herausforderungen gibt. Dieser enge Austausch ist die Grundlage, dass der DZS sich weiterentwickeln und den Studierenden langfristig als zentraler Lern- und Gemeinschaftsort erhalten bleiben kann.

Der Dynamobauzeichensaal ist heute ein lebendiger Ort des Lernens, der Gemeinschaft und des Austauschs, er wird auch in Zukunft ein solcher Ort bleiben. Mit seinem breiten Angebot an sozialen Aktivitäten und gemeinschaftlichen Lernformaten bietet der DZS den Studierenden nicht nur Unterstützung im akademischen Bereich, sondern auch eine persönliche und emotionale Stütze. Durch den neuen Raum und die kontinuierliche Förderung durch die Fakultät für ETIT kann der DZS seine Vision fortsetzen, weiterhin ein Rückzugs- und Begegnungsraum für die Studierenden zu sein.





Hochspannungszeichensaal

Altes Foto der Inffeldgasse. Rechts: Zeichensaal-Leben im alten Zeichensaal, vor dem Umzug.

## Hochspannungs- zeichensaal

Im Jahr 1973 wurde der Hochspannungszeichensaal (HSZS) an der Technischen Universität Graz gegründet. Die Initiative ging von Alfred Lesch, dem damaligen Leiter des Institutes für Hochspannungstechnik, aus. Es sollte eine selbstverwaltete Lerngemeinschaft für Studierende der Elektrotechnik geschaffen werden. Nach Gesprächen mit dem Rektorat wurde ein Raum in einem Gebäude der Inffeldgasse zur Verfügung gestellt, in dem Studierende Arbeitsplätze und Infrastruktur für ihr Studium fanden.

## Gründung und Umsiedlung

Die Anfangszeit war geprägt von improvisierten Strukturen, aber auch von starkem Zusammenhalt unter den Studierenden. Sie schufen eine Gemeinschaft, die nicht nur ihre wissenschaftlichen Fähigkeiten weiterentwickelte, sondern sich auch gegenseitig unterstützte, sei es bei der Vorbereitung auf Prüfungen oder bei der Bewältigung der Herausforderungen des Studiums. In den ersten Jahren lag der Fokus besonders auf dem Aufbau der notwendigen Infrastruktur – Arbeitsplätze, eine kleine Bibliothek und eine Werkstatt wurden eingerichtet. Diese Infrastruktur bildete die Grundlage für eine erfolgreiche Lerngemeinschaft, die sich kontinuierlich weiterentwickelte.



Das Leben im HSZS zeichnet sich durch eine einzigartige Kombination aus akademischer Unterstützung und sozialer Gemeinschaft aus. Der Alltag im Zeichensaal besteht nicht nur aus konzentriertem Lernen und der Vorbereitung auf Prüfungen, sondern auch aus gemeinsamen Erlebnissen, die das Studium bereichern. Der Saal ist ein Ort, an dem Studierende sich treffen, um gemeinsam schwierige Projekte zu bearbeiten, sich bei der Ausarbeitung komplexer Fragestellungen zu unterstützen oder auch gemeinsam ein Bier nach einer Prüfung zu trinken. Doch genauso wichtig wie der fachliche Austausch sind die Gespräche und Aktivitäten, die außerhalb der Vorlesungszeiten stattfinden.

Die Studierenden organisieren regelmäßig gemeinsame Mittagessen, bei denen die Gemeinschaft gepflegt wird, und nutzen die Pausen, um sich auszutauschen und Tipps für das Studium zu geben. Dabei entstehen häufig Freundschaften, die weit über die Studienzeit hinausreichen. Viele Absolvent\*innen blicken später auf die Zeit im Zeichensaal zurück und schätzen besonders die enge Verbundenheit, die sie in dieser Gemeinschaft erfahren haben.

Diese Gemeinschaft zeigt sich auch bei der Organisation von großen und kleinen Festen. Besonders beliebt sind die Semester-Endspurt-Partys (SEP) und die traditionellen Weihnachtsfeiern, die als Höhepunkte im Jahresverlauf gelten. Diese Veranstaltungen bieten den Mitgliedern die Gelegenheit, den Prüfungsstress hinter sich zu lassen und gemeinsam zu feiern. Neben den größeren Veranstaltungen gibt es auch kleinere Treffen wie Spieleabende oder gemütliche Abende auf der Terrasse des Zeichensaals, die das Gemeinschaftsgefühl weiter stärken.



### Zeichensaal- leben: zwischen Lernen und Freundschaft.

Hochspannungszeichensaal

Im Jahr 2010 zog der HSZS in größere, modernere Räumlichkeiten im Zubau im zweiten Stock der Inffeldgasse 18. Dieser Schritt ermöglichte es, mehr Studierenden Platz zu bieten und die Infrastruktur für gemeinsames Lernen und Arbeiten zu verbessern. Die neuen Räume förderten nicht nur die akademische Arbeit, sondern ermöglichten auch eine Ausweitung der sozialen und kulturellen Aktivitäten des Zeichensaals. Das neue Umfeld half, den Studierenden eine bessere Lernatmosphäre zu bieten und gleichzeitig Raum für Geselligkeit zu schaffen.

## Schwerpunkte des HSZS

Der Hochspannungszeichensaal soll eine Kombination aus akademischem und sozialem Leben sein. Im Mittelpunkt stehen das gemeinsame Lernen und die gegenseitige Unterstützung der Studierenden. Der HSZS bietet eine Lernumgebung, in der sich Studierende auf Prüfungen vorbereiten, Lerngruppen bilden und sich über technische Fragestellungen austauschen können. Die Gemeinschaft ermöglicht es den Mitgliedern, Wissen zu teilen und voneinander zu profitieren. Hierbei geht es nicht nur um das Verständnis theoretischer Konzepte, sondern auch um den Austausch von Praxiswissen und Anwendungserfahrungen aus Projekten und Praktika.

Neben der sozialen Interaktion vermittelt der HSZS auch Soft Skills, die für die berufliche Entwicklung der Studierenden von Bedeutung sind. Durch die Organisation und Teilnahme an Veranstaltungen sowie das Mitgestalten im Vorstand und in den Ministerien erwerben die Mitglieder Fähigkeiten in Bereichen wie Teamarbeit, Organisation und Kommunikation. Durch die freiwillige Mitarbeit lernen die Studierenden, Verantwortung zu übernehmen und Projekte eigenständig durchzuführen – Fähigkeiten, die ihnen auch nach dem Studium zugutekommen.

## Zusammenarbeit mit der TU Graz und den Instituten

Die enge Zusammenarbeit mit der TU Graz, insbesondere der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik (ETIT) und den Instituten des Energiezentrums Graz, ist ein zentrales Element der Aktivitäten des HSZS. Besonders dankbar ist der HSZS für die Verbindung und Zusammen-



Alt-Rektor Harald Kainz und Alt-Obmann Paul Weißenegger bei der Übergabe der Kooperations-Urkunde, im Zeichensaal.

Hochspannungszeichensaal

arbeit mit unserem Schirmherrn Uwe Schichler (Leiter des Institutes für Hochspannungstechnik und Systemmanagement), der den Studierenden jederzeit mit Rat und Tat zur Seite steht und immer ein offenes Ohr für die Anliegen des HSZS hat.

Die Studierenden unterstützen dabei auch regelmäßig die Fakultät und die Institute, etwa durch die Organisation von Diplomand\*innenempfängen, durch die Mithilfe beim jährlichen Fakultäts-tag und durch die Mitarbeit bei wissenschaftlichen Tagungen wie der EnInnov. Diese Veranstaltungen tragen dazu bei, die Fakultät und den Zeichensaal über die Grenzen der Universität hinaus zu vertreten und die enge Verbindung zwischen den Studierenden und Lehrenden zu stärken.

Diese enge Verbundenheit zur Universität wurde maßgeblich durch den langjährigen Ehrenpräsidenten Michael Muhr geprägt. Er spielte eine zentrale Rolle in der Förderung des Zeichensaals und unterstützte die Studierenden des HSZS seit Anbeginn. Sein Einsatz und seine kontinuierliche Präsenz haben den Zeichensaal geprägt und tragen dazu bei, dass der HSZS sowohl innerhalb der Universität als auch in der Industrie eine hohe Anerkennung genießt.

## Kontakte zu Studierendenvereinen und Industrie

Der Hochspannungszeichensaal hat stets aktiv die Vernetzung mit anderen Studierendenvereinen und der Industrie gefördert. Das dient nicht nur dem Austausch von Wissen und Erfahrungen, sondern auch der beruflichen Vorbereitung der Mitglieder. Besonders hervorzuheben sind die Gründung und Unterstützung weiterer nationaler und internationaler Vereine wie der OVE Young Engineers. Diese Initiative entstand 2006 im HSZS und hat sich seitdem zu einer wichtigen Plattform für Studierende entwickelt, die sich für die Elektrotechnik begeistern. Mit Veranstaltungen wie der „E-Total“-Reihe, Exkursionen und Vorträgen fördert die Gruppe den Austausch zwischen Studierenden und der Industrie.

Zusätzlich fand 2019 die Gründung des CIGRE Next Generation Networks (NGN) im HSZS statt. Diese internationale Vereinigung ermöglicht den Studierenden den Zugang zu aktuellen Informationen und Netzwerken im Bereich der elektrischen Energieübertragung. Der HSZS fungiert hier als Plattform, auf der Wissen vermittelt und berufliche Kontakte geknüpft werden können.

Zudem besteht eine enge Verbindung zu weiteren Studierendenteams wie den Racing-Teams der TU Graz, die im Bereich der E-Mobilität aktiv sind. Auch der Austausch mit dem High Performance Sailing (HPS)-Team und den Studienvertretungen der Elektrotechnik bereichern das Netzwerk des HSZS. Diese Verbindungen bieten den Studierenden zahlreiche Möglichkeiten, sich über die Grenzen ihrer Studienrichtung hinaus zu engagieren und ihre beruflichen Perspektiven zu erweitern.

## Praxisnähe durch Kooperationen

Ein weiteres zentrales Ziel des HSZS ist die praxisnahe Ausbildung seiner Mitglieder. Durch zahlreiche Kooperationen mit Industrie- und Wirtschaftspartnern bietet der HSZS regelmäßig Exkursionen, Workshops und Vorträge an, die den Studierenden Einblicke in aktuelle Entwicklungen und Anforderungen der Branche geben. Diese Veranstaltungen sind eine wertvolle Möglichkeit, frühzeitig Kontakte zu potenziellen Arbeitgebern zu knüpfen und sich über Karrieremöglichkeiten zu informieren.

Der HSZS arbeitet eng mit Partnern aus der Region und darüber hinaus zusammen. Durch Exkursionen zu Firmen wie Siemens, Andritz Hydro oder lokalen Energieversorgern wie der Energie Steiermark können die Studierenden ihr theoretisches Wissen mit praktischen Erfahrungen ergänzen. Zusätzlich werden Workshops zu Themen wie Schaltgeräte in der Praxis oder moderne Energieverteilungsnetze organisiert, die von Expert\*innen der Industrie geleitet werden. Diese Nähe zur Praxis ist ein wesentlicher Bestandteil des Angebotes vom HSZS für seine Mitglieder, das auch sehr gut angenommen wird.

## Zukunftsperspektiven, Engagement und Beständigkeit

Im Jahr 2023 feierte der HSZS sein 50-jähriges Bestehen. Diese Feier markierte einen wichtigen Meilenstein in der Geschichte des Zeichensaals und verdeutlichte seine langjährige Bedeutung für die TU Graz und ihre Studierenden. Bei den Feierlichkeiten wurde die Entwicklung des HSZS reflektiert und die Bedeutung der Gemeinschaft für die





Gemeinsames Anstoßen  
auf die Vereinsgründung  
im Zeichensaal.

Hochspannungszeichensaal

Ausbildung der Studierenden hervorgehoben. Mit der Vereinsgründung im gleichen Jahr legte der HSZS die Grundlage für eine strukturierte und zukunftsorientierte Weiterentwicklung.

Die Zukunftsstrategie des HSZS sieht vor, weiterhin junge Menschen für technische Studien zu begeistern und ihnen ein unterstützendes Umfeld während des Studiums zu bieten. Der Zeichensaal möchte auch in den kommenden Jahren eine feste Größe im akademischen Leben der TU Graz bleiben und eine Plattform für gemeinsames Lernen und soziales Engagement sein. Ein besonderes Anliegen bleibt dabei, die sinkenden Studierendenzahlen in der Elektrotechnik durch verstärktes Engagement und gezielte Angebote zu kompensieren.

Durch den engen Austausch mit der Universität und den kontinuierlichen Kontakt zu Absolvent\*innen wird der HSZS auch künftig eine wichtige Rolle

beim Aufbau von Netzwerken und Gemeinschaften weit über das Studium hinaus spielen. Die jährlichen Absolvent\*innentreffen tragen dazu bei, die Verbindung zwischen den Generationen aufrechtzuerhalten und den Austausch zwischen aktuellen und ehemaligen Mitgliedern zu fördern. Diese Treffen sind eine Gelegenheit, Erfahrungen auszutauschen und den Geist des HSZS lebendig zu halten.

Insgesamt stellt sich der HSZS der Herausforderung, in einem sich verändernden Universitätsleben weiterhin ein attraktiver Anlaufpunkt für Studierende zu sein. Mit einem engagierten Vorstand und vielen motivierten Mitgliedern ist der Zeichensaal gut aufgestellt, um seine Ziele zu erreichen und auch in den nächsten Jahrzehnten einen wichtigen Beitrag zur Gemeinschaft der TU Graz zu leisten. Dabei soll der Gedanke, dass Lernen nicht nur für die Schule, sondern für das Leben stattfindet – „Non scholae, sed vitae discimus“ – weiterhin den Weg des HSZS prägen.







# Beiträge von Absolvent\*innen und Studierenden der Fakultät

# Absolvent\*innen und ihr Werdegang

**M**ein Name ist Sabrina Koffler und ich bin im wunderschönen Kärntnerland geboren und aufgewachsen. Dort besuchte ich die HTL Lastenstraße für Elektrotechnik in Klagenfurt. Als ich dann meine Matura 2016 in der Tasche hatte, hatte ich mich schon entschieden, zu studieren und stand nun vor der Frage: Elektrotechnik oder doch Chemie? Letztendlich habe ich mich dazu entschieden, Elektrotechnik an der TU Graz zu studieren und diesen Beschluss auch nie bereut (naja, manchmal in langen Nächten der Prüfungsvorbereitung vielleicht schon, aber das gehört zu der Studiererfahrung dazu ☺).

Während meines Studiums durfte ich auch für einige Institute arbeiten. Der Mix meiner Arbeitgeberinstitute spiegelte dabei auch meine breitgefächerten Interessen wider. So besteht dieser Mix aus Anlagen, Maschinen, Elektronik und Regelungstechnik. Klingt jetzt vielleicht untypisch, ist es auch, aber macht Spaß. Genau deshalb suchte ich mir kurz vor Abschluss meines Masters 2023 auch einen Job, der mir genau so viel Vielfalt bot und landete letztendlich bei der Andritz AG in der Gruppe für funktionale Sicherheit. Ich bin somit in einem Job, der das Arbeiten mit Normen, Schaltplänen, Pneumatik, Hydraulik und Prozesstechnik für verschiedenste Anlagen vereint.

Die Entscheidung, grundsätzlich Elektrotechnik studieren zu wollen, kam bei mir nicht von irgendwo. Ich habe die HTL für Elektrotechnik besucht, der Schulalltag ist mir sehr leicht gefallen und ich fand das Fach immer sehr interessant und spannend. Deshalb wollte ich letztendlich Elektrotechnik studieren. Die Frage war nun wo: FH oder TU? Graz oder Wien? Oder doch ganz woanders? Die erste Frage beantwortete sich relativ schnell. Ich wollte schon immer alles ganz genau wissen und halbe Sachen gibt es bei mir

nicht. Deshalb kam für mich nur mehr eine Technische Universität in Frage. Da es in Österreich nur zwei Technische Universitäten gibt, stellte sich die Frage: Graz oder Wien? Einen guten Ruf hatten beide TUs. Auf dieser Grundlage konnte ich meine Entscheidung also nicht treffen. Da dann als Kärntnerdirndl die Ehrfurcht vor und Abneigung gegen Wien einfach doch zu groß waren, entschied ich mich, wie so viele andere Kärntner\*innen vor mir, mich für mein Studium in Graz niederzulassen.

Besonders gefallen hat mir die Vielfalt im Studium. Natürlich stellt man sich während des Studiums oft die Frage, warum dieses oder jenes Fach notwendig ist, weil einem doch nicht jedes Fach zusagt, aber im Nachhinein betrachtet machte es genau dieser Mix für mich aus. Dieser Mix gab mir nach dem Studium auch das Gefühl, für alles, was im Arbeitsleben auf mich wartet, gerüstet zu sein.

Ein weiterer Aspekt des Studiums, der mir extrem positiv in Erinnerung ist, ist der Zusammenhalt unter den Studierenden. Auch wenn Studieren ein Einzelsport ist, war man nie allein. Man kämpfte sich gemeinsam mit den Kolleg\*innen durch die Lehrveranstaltungen und verbrachte auch privat beim Feiern, Grillen oder auch Sport Zeit miteinander. Shoutout an dieser Stelle an meine lieben Studienkolleg\*innen: Ihr seid die Essenz, die eine fabelhafte und ehrwürdige Studienzeit ausmacht!

Beruflich warten immer wieder Herausforderungen auf mich. Eine der größten ist dabei das Verstehen und Interpretieren von Normen. Wer schon einmal das Vergnügen hatte, sich mit Normen zu beschäftigen, der weiß, dass die Normensprache etwas gewöhnungsbedürftig ist und dass die Texte nicht immer ganz eindeutig formuliert sind. Deshalb gehört es für mich auch regel-



mäßig dazu, sich durch Normen zu ackern, um sie zu verstehen und für den Anwendungsfall richtig auszulegen. Die Normen richtig zu interpretieren ist essenziell, da bei Unstimmigkeiten, die vor Gericht landen, die Argumentationen, warum etwas wie umgesetzt wurde, wasserdicht sein müssen.

Eine weitere Herausforderung in meinem Job ist das interdisziplinäre Arbeiten. Beim Durchführen von Risikoanalysen im verfahrenstechnischen Prozess (HAZOP) müssen einige Disziplinen vereint werden. Dabei muss man den Überblick über alle Prozessgrößen wie Durchfluss, Druck und Temperatur behalten sowie die Regelung dieser Größen verstehen.

Aber es gibt nicht nur technische Herausforderungen in meinem Job. Das interdisziplinäre Arbeiten bringt den Vorteil und Nachteil mit sich, dass man immer wieder mit neuen beziehungsweise anderen Kolleg\*innen zusammenarbeiten muss. Jetzt stellt sich die Frage, wie das ein Vorteil und Nachteil zugleich sein kann. Ein Vorteil, weil man dadurch verschiedene Arbeitsweisen lernt und immer wieder neue Inputs bekommt. Der Nachteil daran ist, dass man sich immer wieder neu auf Personen einstellen muss und auch immer wieder auf „schwierige“ Kolleg\*innen trifft. Außerdem muss ich mein soziales Geschick auch immer wieder im direkten Umgang mit den Kunden beweisen.

Fachlich gesehen muss ich ehrlich sagen, dass ich nicht sehr viel für meinen Job brauche. Fachlich haben mich die Grundlagenfächer am besten auf meinen Beruf vorbereitet. Aber: Fachkompetenz ist nicht das Einzige, was im Studium vermittelt wird. Allen voran brauche ich beinahe täglich die Fähigkeit „über den Tellerrand“ zu blicken und die Verbindungen zwischen Disziplinen selbstständig zu knüpfen.



Sabrina Koffler



**Sabrina Koffler**

Studium Elektrotechnik

Im Studium musste man sich sehr oft Inhalte selbst erarbeiten und selbstständig erlernen und verstehen. Auch diese Fähigkeit brauche ich häufig, vor allem, wenn es darum geht, Normen zu verstehen und zu interpretieren.

Allen noch Studierenden möchte ich ans Herz legen, sich nicht zu viel Sorgen über die Zukunft zu machen. Am Ende meines Studiums hatte ich große Sorge, einen passenden Job zu finden. Ich war überfordert, mich im Dschungel der Jobbeschreibungen zurechtzufinden. „Was bedeutet diese Jobbezeichnung und was sind die Tätigkeiten dieses Jobs?“ oder „Gefällt mir diese Tätigkeit überhaupt?“ sind Fragen, die ich mir non-stop gestellt habe. Im Endeffekt bin ich in einem Job gelandet, mit dem ich nie gerechnet hätte, allein vom Jobtitel her, und es hat sich alles irgendwie einfach ergeben und für mich persönlich zu einem super Job geführt. Deshalb, liebe Studierende: Macht euch nicht zu viele Sorgen. Vieles ergibt sich einfach und sollte man im Job unzufrieden sein, so kann man jederzeit wechseln.

Mein Tipp an alle Absolvent\*innen: Vergesst nicht, zwischen der vielen Arbeit, das Leben in vollen Zügen zu genießen! ■



Christian Stockreiter



## Christian Stockreiter

Doktoratsstudium Elektrotechnik  
Institut für Grundlagen und Theorie  
der Elektrotechnik

**M**ein Name ist Christian Stockreiter, geboren am 31. März 1979 in Friesach, Kärnten. Nach dem Besuch der Volks- und Hauptschule in meiner Heimatstadt wählte ich die Höhere Technische Bundeslehranstalt (HTL) für Nachrichtentechnik in Klagenfurt. Diese Entscheidung fiel mir nicht leicht, da die Vielzahl an Möglichkeiten nach der Hauptschule überwältigend war. Die Wahl stand zwischen der Handelsakademie (HAK) und der HTL. Letztlich entschied meine Leidenschaft für Mathematik und Physik sowie mein starkes Interesse an technischen Zusammenhängen zugunsten der HTL, weil sie mir die Chance bot, meine Fähigkeiten in Naturwissenschaften und Technik weiterzuentwickeln. Besonders fesselten mich die Fächer Hochfrequenztechnik und Messtechnik. Durch die praxisorientierte Ausbildung konnte ich mein theoretisches Wissen gezielt anwenden und mein

Verständnis für technische Zusammenhänge vertiefen. Rückblickend war dieser Schritt eine der prägendsten Entscheidungen meines beruflichen Werdegangs, da die solide Grundlage, die ich an der HTL erwarb, den Weg für mein späteres Studium und meine Karriere ebnete.

Nach dem Präsenzdienst beim Bundesheer begann ich 1999 das Studium der Elektrotechnik an der Technischen Universität Graz (TU Graz). Diese Wahl fiel mir deutlich leichter, weil die TU Graz zu jener Zeit eine der wenigen Universitäten war, die den Studienzweig „Biomedizinische Technik“ anboten. Die Kombination von Technik und Medizin weckte schnell mein Interesse und stellte für mich die ideale Möglichkeit dar, mein Wissen zu erweitern.

Die Größe der TU Graz empfand ich als besonders angenehm: Sie war weder zu klein noch zu groß. Die Gruppengrößen waren optimal, und die Professor\*innen sowie Assistent\*innen waren stets mit ihrem Engagement für uns ansprechbar, was den Lernprozess maßgeblich unterstützte. Im Verlauf meines Studiums wurde mir zunehmend bewusst, dass mich vor allem die Grundlagenfächer sowie die bildgebenden Diagnoseverfahren am meisten interessierten. Daher konzentrierte ich mich im zweiten und dritten Studienabschnitt auf diese Themen, während viele meiner Kommiliton\*innen populäreren Fachgebieten den Vorzug gaben.

Gegen Ende des Diplomstudiums wählte ich das Institut für Grundlagen und Theorie der Elektrotechnik für meine Diplomarbeit. Diese Arbeit über Magnetfeldsensoren wurde von Infineon Technologies Austria in Auftrag gegeben. Dabei wurde mir auf eindrucksvolle Weise vor Augen geführt, wie entscheidend die Grundlagenvorlesungen waren, die ich zu Beginn meines Studiums besucht hatte.

Ich erinnere mich noch gut an jene Momente, als ich mich fragte: „Wofür werde ich dieses Wissen später brauchen?“ Die Praxis hat mir jedoch sehr schnell gezeigt, wie wertvoll dieses Wissen tatsächlich ist.

Nach dem erfolgreichen Abschluss meines Diplomstudiums im Jahr 2004 nahm ich ein Doktoratsstudium an der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik auf, das ich 2009 abschloss. Dabei beschäftigte ich mich mit elektromagnetischen Wellenproblemen. An dieser Stelle möchte ich meinem Doktorvater, Oszkár Bíró, für seine ausgezeichnete Betreuung und Unterstützung während meiner Dissertation danken. Diese prägende Zeit werde ich stets in guter Erinnerung behalten.

Im Anschluss an mein Studium sammelte ich Erfahrungen bei NXP Semiconductors Austria (2006–2008) sowie bei Magna Steyr Fahrzeugtechnik (2008–2010). Heute bin ich bei der ams-OSRAM AG tätig, wo ich eine Abteilung leite, die sich mit „Post-Silicon“-Verifikation, ESD und EMV beschäftigt. Eine der größten Herausforderungen besteht darin, mit der Geschwindigkeit, in der sich Technologien entwickeln, sowie den sich ständig wandelnden gesellschaftlichen Rahmenbedingungen Schritt zu halten. Es ist anspruchsvoll, diese Veränderungen und die damit verbundenen Abhängigkeiten zu verstehen und anzunehmen. Neben klassischen Managementaufgaben gehören technologie-strategische Fragestellungen sowie teamdynamische Herausforderungen zu meinen zentralen Aufgaben, wobei es wichtig ist, auf die eigenen Ressourcen zu achten.

Die COVID-19-Pandemie hat eindrucksvoll gezeigt, wie schnell sich Arbeitsweisen neuen Gegebenheiten anpassen müssen. Innerhalb kürzester

Zeit wurden neue Arbeitsmodelle wie beispielsweise Homeoffice etabliert – ein Modell, das meiner Meinung nach auch künftig eine zentrale Rolle spielen wird, allerdings mit all seinen Vor- und Nachteilen. Die Frage, wie hybride Arbeitsweisen in Labor- und Produktionsumfeldern umgesetzt werden können, ohne die Effizienz und Zufriedenheit der Mitarbeiter\*innen zu gefährden, bleibt weiterhin eine Herausforderung. Darüber hinaus gilt es, sich als Organisation auf die aktuellen geopolitischen Entwicklungen einzustellen, insbesondere im Hinblick auf die langen Entwicklungs- und Transferzeiten bestehender und neuer Technologien.

Ein weiterer Aspekt, der mich intensiv beschäftigt, ist die Künstliche Intelligenz (KI). Es fällt mir oft schwer, die vollen Potenziale und Risiken dieser Technologie zu erkennen. Häufig stelle ich mir die Frage, ob ich als Führungskraft ausreichend gerüstet bin, um diesen Herausforderungen zu begegnen – und ich bin mir sicher, dass es vielen ähnlich geht. Die entscheidende Frage ist, wie sich traditionelles Wissen und Problemlösungsfähigkeiten mit den Potenzialen der KI sinnvoll ergänzen lassen. Ich bin überzeugt, dass dieses Vorhaben nur dann erfolgreich sein kann, wenn Unternehmen und Universitäten eng zusammenarbeiten, um sowohl die richtigen Forschungsfragen zu definieren als auch die Gesellschaft weiterzubilden, damit wir auf die gegenwärtigen und zukünftigen Herausforderungen vorbereitet sind. Dabei ist es von entscheidender Bedeutung, dass solides Grundlagenwissen in den jeweiligen technischen Disziplinen vorhanden ist. Künstliche Intelligenz kann uns zwar vieles erleichtern und Zeit sparen, doch sie wird uns nicht alle Aufgaben abnehmen – zumindest nicht in naher Zukunft.

Was möchte ich Studierenden mit auf den Weg geben? Genießt eure Studienzeit und lasst euch von Professor\*innen, Kommiliton\*innen und neuen Erfahrungen – sei es durch Praktika, Auslandsaufenthalte oder Reisen – inspirieren. Ich selbst habe versäumt, einen Teil meines Studiums im Ausland zu verbringen, und ich kann nur jedem empfehlen, diese Möglichkeit zu nutzen, solange man noch die Gelegenheit dazu hat. Sobald man in das Berufsleben eintaucht, wird es zunehmend schwieriger, dafür Zeit zu finden. Seid offen für neue Perspektiven und tauscht euch auch mit Kolleg\*innen aus anderen Disziplinen aus. Nehmt euch bewusst Zeit, um über den eigenen Horizont hinausblicken und ein tieferes Verständnis für die Herausforderungen anderer Disziplinen zu entwickeln. Für mich persönlich war und ist die Arbeit in interdisziplinären Teams eine der spannendsten und lehrreichsten Erfahrungen. Gemeinsam mit Expert\*innen aus verschiedensten Bereichen an einem gemeinsamen Problem zu arbeiten, hat mich stets inspiriert und motiviert. Dabei wird immer wieder deutlich, wie wichtig es ist, komplexe Sachverhalte auf verständliche Weise zu kommunizieren – und dies gilt gleichermaßen für die Kommunikation mit anderen. Genau hierfür sind solide Grundlagenkenntnisse unerlässlich. Oberflächliches Wissen reicht hier nicht aus. Deshalb ist es meiner Ansicht nach von entscheidender Bedeutung, sich die Zeit zu nehmen, um fundierte Grundlagen- und Theorievorlesungen zu absolvieren. Immer wieder werde ich von Situationen überrascht, in denen ich froh bin, dass ich auf dieses Wissen zurückgreifen kann – obwohl ich es zu Beginn meines Berufslebens nicht erwartet hätte. ■



Anna Katharina Fuchs



## Anna Katharina Fuchs

Doktoratsstudium Elektrotechnik-Toningenieur  
Institut für Signalverarbeitung und  
Sprachkommunikation

**M**ein Name ist Anna Katharina Fuchs, geboren 1984 im Bezirk Lienz, wo ich behütet auf dem Land aufwuchs. Nach meiner Matura am BORG Lienz (Musischer Zweig) zog es mich in die Ferne, und so begann ich mein Studium im weit entfernten Graz.

Durch meine familiäre Prägung – mein Vater war Buchhalter und zwei meiner Geschwister studierten Mathematik – war ich von Zahlen und Mathematik fasziniert. Daher lag es nahe, dass mich das Studium Elektrotechnik-Toningenieur interessierte, das meine beiden Leidenschaften, Musik und Mathematik, vereinte. Dennoch wusste ich zu Beginn nicht, worauf ich mich einließ und welche Herausforderungen dieser Studienzeitung mit sich bringen würde.

Im Herbst 2004 bestand ich die Aufnahmeprüfung und gehörte zu den glücklichen vierzig Personen, die das Studium regulär beginnen konnten. Der



hohe Anteil männlicher (und deutscher) Kommilitonen sowie die Verwunderung vieler Bekannten darüber, dass ich als Frau Technik studieren wollte, machten mich umso stolzer und motivierten mich, das Studium erfolgreich zu meistern.

Der erste Studienabschnitt war stark von elektrotechnischen Grundvorlesungen geprägt. Schnell wurde mir klar, dass die musiktheoretischen und künstlerischen Fächer eine untergeordnete Rolle spielen würden. Erst später erkannte ich die Vorteile dieses interdisziplinären Studiums und konnte sie voll ausschöpfen.

Da ich von einer Allgemeinbildenden Höheren Schule kam, während viele meiner Kommiliton\*innen von der HTL kamen, war der erste Studienabschnitt für mich besonders lernintensiv und oft demotivierend. Es schien, als könnte ich trotz meines hohen Lernaufwands nicht die gleichen Ergebnisse in Prüfungen erzielen wie meine Kommiliton\*innen, die wesentlich weniger Zeit mit Lernen verbrachten.

Doch das Durchhalten lohnte sich, denn in den höheren Semestern wurden die Lehrveranstaltungen fokussierter und ich fand mich immer besser zurecht. Natürlich erleichterte es das Studium, wenn man sich Lehrveranstaltungen aussuchen und seinen Interessen nachgehen konnte.

Rückblickend würde ich sagen, dass die Lehrveranstaltung Music Information Retrieval unter Alois Sontacchi einen wesentlichen Einfluss auf meine weitere Laufbahn hatte. Die gute Betreuung und Bestätigung durch Alois Sontacchi gaben mir den Mut, meine Fähigkeiten weiterzuentwickeln. 2011 bewarb ich mich für ein Doktoratsstudium am Institut für Signalverarbeitung und Sprachkommunikation unter der Leitung von Gernot Kubin und nahm es in Angriff. Nach vier anstrengenden Jah-

ren, geprägt von vielen Arbeitsstunden, Nachschichten, Rückschlägen und Erfolgen, konnte ich das Doktoratsstudium 2015 abschließen. Eine wichtige Kompetenz, die man durch ein Doktoratsstudium erlangt, ist die Leidenschaft.

Das nächste Kapitel meiner beruflichen Karriere begann bei der AVL, wo ich mich als Data Scientist bewarb und seither in der Abteilung Big Data Intelligence arbeite. Mein Ziel war es, weiterhin Daten zu verarbeiten, jedoch nun im angewandten, industriellen Bereich. Auch in dieser Firma war ich eine Quereinsteigerin, weil das Thema Automotiv in meinem Studium nicht vorkam. Dank meiner Studienerfahrungen, insbesondere des interdisziplinären Ansatzes, konnte ich mich jedoch gut einfinden.

Ein wichtiger Teil unserer Arbeit besteht darin, die unterschiedlichen Welten – technische Aspekte der Motorenentwicklung, systematische Datenerfassung, Verarbeitung und Auswertung – zu verbinden. Dabei ist es oft am schwierigsten, die richtige Sprache zu finden. Personen mit unterschiedlichen Ausbildungshintergründen und Erfahrungen verwenden oft verschiedene Beschreibungen für dieselben Dinge. Daten sind das Gold, und wenn man es schafft, die Daten – und davon gibt es in einer Firma wie der AVL Unmengen – richtig zu nutzen und einen Mehrwert zu generieren, ist das nicht nur ein finanzieller Vorteil für das Unternehmen. In der heutigen Zeit ist es auch unerlässlich, dass aktuelle Technologien und Digitalisierungen in Unternehmen Einzug halten, um konkurrenzfähig zu bleiben.

Dennoch bin ich immer wieder überrascht, wie schnell die technologischen Erneuerungen voranschreiten und wie kurzlebig die Zeit geworden ist. Während meines Doktoratsstudiums beschäftigte

ich mich mit GMMs zur Modellierung variierender Sprachfrequenzen und das Thema maschinelles Lernen mit Deep Learning hielt gerade erst Einzug in unsere Forschungsgruppe. Heute, etwa zehn Jahre später, erscheinen meine damaligen Modelle wahrscheinlich lachhaft.

Trotzdem bin ich überzeugt, dass eine fundierte Ausbildung mit den nötigen Grundlagen von Vorteil ist. Es ist inzwischen zwar leichter geworden, Machine Learning einzusetzen, aber die Fähigkeit, Sachverhalte und Ergebnisse kritisch zu hinterfragen und tiefere Zusammenhänge zu verstehen, muss erst erlernt werden. In einer Welt, die oft nur auf Erfolg, Fortschritt und Effizienz ausgerichtet ist, muss man auch die Rolle von Kunst, Musik und Kreativität hinterfragen. Das war für mich der besondere Reiz des Studiengangs Elektrotechnik-Toningenieur: solide Grundlagen in Verbindung mit der Möglichkeit, künstlerische Fähigkeiten weiterzuentwickeln.

Ich glaube, dass es junge Menschen heute schwer haben. Es ist wichtig, auf seine Kompetenzen zu vertrauen, aber auch die Fähigkeit zu haben, sich selbst zu hinterfragen. Bildung und grundlegendes Wissen, das man nicht einfach im Internet nachschlägt, sind wesentlich, erleichtern den Arbeitsalltag und sind auch für die Gesellschaft von großer Bedeutung.

Meine Tipps, die vielleicht wie Floskeln klingen, aber dennoch wahr sind: Genießt die Studienzeit – sie kann eine unbeschwertere Phase in eurem Leben sein. Versucht, die Welt zu verändern, wenn sie euch nicht gefällt, wie sie ist. Seid empathisch – wenn man versucht zu verstehen, wie andere ticken, kann man auch viel über sich selbst lernen. Die Zukunft liegt in euren Händen. ■



Foto Mur



## Bernhard Weilharter

Doktoratsstudium Elektrotechnik  
Institut für Grundlagen und Theorie  
der Elektrotechnik

**M**ein Name ist Bernhard Weilharter. Ich bin im oberen Murtal an der Grenze zu Salzburg aufgewachsen und habe an der TU Graz von 2001 bis 2009 Maschinenbau studiert. Während meines Studiums sammelte ich erste praktische Erfahrungen als Studienassistent und spezialisierte mich im Bereich der Strukturdynamik. Ende 2008 begann ich meine Arbeit im CD-Labor für multiphysikalische Simulation von elektrischen Maschinen am Institut für Grundlagen und Theorie der Elektrotechnik mit der Entwicklung von Methoden zur Geräuschberechnung elektrischer Maschinen und promovierte an der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik zum Thema „Noise Computation of Induction Machines“ im Jahr 2012. Die Arbeit im CD-Labor und der Fokus auf multiphysikalische Aspekte prägten mich maßgeblich. Heute leite ich das Entwicklungsteam bei ELIN Motoren GmbH und bin für die Entwicklung innovativer und leiser Elektromotoren verantwortlich.

Nach der Matura an der AHS Tamsweg war für mich klar, dass ich mich an einer Universität weiterbilden und mich den technischen Wissenschaften widmen wollte. Es zog mich dabei nach Graz. Die Stadt bot für mich den idealen Mix aus urbanem Leben und Nähe zur Natur. Und die TU Graz mit ihrem exzellenten Ruf war schnell meine erste Wahl. Das Studium Maschinenbau wählte ich aufgrund der Vielfältigkeit, die sich für mich ergab, insbesondere die Ausrichtung in Richtung Mechatronik. Der Mix aus Simulationsmethoden, Regelung und Optimierung sowie die Kombination der Mechanik mit der Elektrotechnik faszinierten mich besonders.

Das Studium an der TU Graz bot mir eine umfassende Ausbildung im Bereich des Maschinenbaus. Die ersten Semester waren geprägt von einer intensiven Auseinandersetzung mit den mathematischen und naturwissenschaftlichen Grundlagen, die für das Ingenieurstudium unerlässlich sind. Die TU Graz hat mich mit dem Angebot an Tutorien und Kleingruppenübungen in der Anfangsphase dabei sehr gut unterstützt und die digitale Plattform TUGRAZonline vereinfachte die Organisation des Studiums erheblich.

Neben der Theorie legt die TU Graz auch großen Wert auf die praktische Anwendung des erworbenen Wissens. In verschiedenen Projekten, wie beispielsweise der Konstruktion und dem Bau eines kleinen Flugsimulators oder der Entwicklung von Methoden zur Berechnung der Dynamik rollender Reifen, konnte ich meine theoretischen Kenntnisse an konkreten Anwendungsbeispielen umsetzen und dabei Erfahrung in der Konstruktion, der Programmierung, der Entwicklung von Simulationsmethoden und der Projektplanung erwerben.

Darüber hinaus werden an der TU Graz unterschiedliche geförderte Projekte wie zum Beispiel durch die Christian Doppler Forschungsgesellschaft abgewickelt. Die Möglichkeit, in einem CD-Labor mitzuarbeiten, erlaubte mir, mein erworbenes Wissen noch weiter zu vertiefen, Expertisen aufzubauen und Lösungsansätze bis auf Grundlagenebene zu erarbeiten. Mit der Erfahrung in multiphysikalischen Zusammenhängen in elektrischen Maschinen und den Fachkenntnissen zur Geräuschemission von elektrischen Maschinen begann ich nach meinem Post-Doc meine Arbeit als Entwicklungsingenieur in der Firma Elin Motoren.

Der erste Konflikt, mit dem ich in der Firma konfrontiert war, war der Gegensatz zwischen Grundlagenforschung und angewandter Entwicklung. Im Vordergrund steht nun nicht mehr nur das Auseinandersetzen mit den theoretischen Grundlagen, sondern die schnelle und kostengünstige Umsetzung von Lösungen und Maßnahmen. Im CD-Labor arbeitete ich noch an den grundlegenden Methoden zur Berechnung der Schallemission. In der Firma liegt der Fokus nun auf der Entwicklung und Umsetzung von Lösungen zur Reduktion der Schallemission elektrischer Maschinen.

Meine Tätigkeit als Entwicklungsingenieur umfasste jedoch nicht nur Entwicklungsarbeiten, sondern auch die Unterstützung bei Problemstellungen, die nicht Teil der Entwicklungsprojekte sind. Für Kundenprojekte und kritische Anforderungen müssen im Rahmen des Terminplans oft neue Methoden entwickelt werden, um spezielle Betriebsbedingungen nachzuweisen. Hierzu zählen zum Beispiel die Bewertung der Rotordynamik oder die Festigkeitsbewertung eines Rotorkäfigs infolge der elektromagnetischen, thermischen und mechanischen Belastungen.

Für Abweichungen, wenn zum Beispiel Schwingungsgrenzwerte nicht eingehalten werden, müssen dringend Ursachenanalysen durchgeführt, Reparaturmaßnahmen gesetzt und Korrekturmaßnahmen definiert werden.

Gerade auch bei den parasitären Effekten der elektrischen Maschinen wie zum Beispiel Schwingungen und Geräusch zeigt sich die Komplexität der elektrischen Maschinen in der Realität. Die Berechnung und Auslegung sollen sicherstellen, dass die Laufruhe gegeben ist. Jedoch müssen in den Berechnungen Annahmen zu Modellbildung und Randbedingungen getroffen werden, die in der Realität nicht zu 100% zutreffen. Eine der größten Herausforderungen für die Entwicklung besteht darin, die Kluft zwischen theoretischen Modellen und der realen Anwendung zu überbrücken. Die Verifikation von Simulationsmodellen und der Abgleich der Ergebnisse mit realen Messdaten erfordern eine kontinuierliche Anpassung der Modelle und eine tiefgreifende Analyse der Abweichungen.

Neben den technischen Herausforderungen kommen in meinem Job organisatorische hinzu. Zeitplan und Budget müssen in Einklang gebracht werden. Die Koordination interdisziplinärer Teams ist in der Abwicklung eines Entwicklungsprojektes essentiell. Die Zusammenarbeit im Team und mit anderen Abteilungen und auch externen Partnern muss entsprechend koordiniert und abgestimmt werden. In der Rolle als Entwicklungsleitung sind darüber hinaus, neben technischen Kenntnissen, ausgeprägte soziale Kompetenzen, strategisches Denken und die Fähigkeit zur Konfliktlösung gefragt. Die täglichen Herausforderungen reichen dabei von der Projektplanung und -steuerung über die Entwicklung neuer Methoden bis hin zur Zusammenarbeit mit externen Partnern.

Die im Studium erworbenen Fähigkeiten in der Modellierung, Simulation und experimentellen Validierung ermöglichen es mir heute, komplexe technische Herausforderungen in der Industrie zu meistern und innovative Lösungen zu entwickeln. Themen selbstständig weiter voranzutreiben und eigene Projekte zu managen, habe ich im Studium ebenso erlernt wie die Arbeit im Team. Die intensive Auseinandersetzung mit komplexen physikalischen Zusammenhängen und die Entwicklung von numerischen Simulationsmodellen im Rahmen meiner Projektarbeiten und Forschung haben meine analytischen Fähigkeiten geschärft und meine Fähigkeit, komplexe Probleme zu lösen, gestärkt. Durch die Arbeit im CD-Labor konnte ich zudem vertiefte Kenntnisse im Bereich der multi-physikalischen Kopplungen erwerben, die für die Entwicklung und Optimierung elektrischer Maschinen von entscheidender Bedeutung sind.

Die rasante Entwicklung von Technologien wie zum Beispiel im Bereich der Digitalisierung, Künstlichen Intelligenz und Nachhaltigkeit, bietet vielfältige Möglichkeiten auch im Bereich der Entwicklung von Elektromotoren. Um für die Herausforderungen der Zukunft gewappnet zu sein, ist es entscheidend, sein Wissen kontinuierlich zu erweitern und seine Fähigkeiten zu schärfen. Die Studienzeit soll dabei die Möglichkeit bieten, ein solides Fundament für die angehenden Ingenieure zu legen, nicht nur in Hinblick auf das fachliche Wissen, sondern auch auf die sozialen Kompetenzen wie Kommunikation und Teamarbeit. Die Auseinandersetzung mit aktuellen Forschungsthemen bereits zur Studienzeit soll den zukünftigen Ingenieur\*innen die Möglichkeit bieten, ihr Wissen zu vertiefen, ihre Neugier beizubehalten und für die Herausforderungen der Zukunft vorbereitet zu sein. ■





Dynamobauzeichensaal



**Eva Neumair**

Studium Elektrotechnik

**Z**um 50-jährigen Jubiläum der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik der TU Graz möchte ich, Eva Neumair, von Herzen gratulieren! Dieses beeindruckende Jubiläum zeugt von einem halben Jahrhundert herausragender Lehre, innovativer Forschung und unermüdlichem Einsatz, der Generationen von Studierenden geprägt hat. Für mich persönlich war die Zeit an der TU Graz wie ein komplexer Schaltkreis – voller spannender Herausforderungen, bereichernder Verbindungen und auch dem ein oder anderen „Kurzschluss“, der die Reise erst so richtig unvergesslich gemacht hat.

Die Entscheidung, an der TU Graz Elektrotechnik zu studieren, zählt zu den besten meines Lebens. Ich habe von 2016 bis 2023 an der TU Graz studiert. Eigentlich bin ich wegen eines Musikstudiums nach Graz gezogen, habe dann aber anfangs eher zum Spaß Elektrotechnik-Toningenieur angefangen. Das hat mir dann aber besser gefallen als gedacht, sodass ich im Master auf Elektrotechnik gewechselt bin, um mich auf Regelungstechnik zu fokussieren. Die Fakultät bot nicht nur eine exzellente akademische Ausbildung, sondern auch eine

besondere Gemeinschaft, die mich bis heute begleitet. Die Professor\*innen und Tutor\*innen waren stets ansprechbar und hilfsbereit – sei es in intensiven Lernphasen oder bei der Lösung kniffliger Probleme.

Besonders die Zeichensäle hatten für mich eine ganz eigene, einzigartige Bedeutung. Sie waren viel mehr als nur Arbeitsräume; sie waren der Mittelpunkt einer selbstorganisierten Gemeinschaft, in der jede\*r Einzelne eine wichtige Rolle übernahm. Ich selbst war Mitglied im Dynamobauzeichensaal, hatte dort die Verantwortung für die Finanzen und das Amt der Präsidentin inne und war unter anderem für die Schließung des Zeichensaals in Coronazeiten zuständig. Diese Gemeinschaft organisierte unvergessliche Feste wie das Bockbierfest und das Saubratenfest, bei denen die gesamte Fakultät zusammenkam – oft mit einem guten Glas Bier in der Hand. Die freundschaftliche Rivalität mit dem Hochspannungszeichensaal sorgte zusätzlich für Spannung, vor allem bei den Fußballturnieren. Einmal haben wir sie tatsächlich geschlagen – ein Moment, der uns allen noch lange in Erinnerung bleiben wird.

Besonders in Erinnerung geblieben sind mir die Sektempfänge für unsere Absolvent\*innen. So feierten wir gemeinsam die bestandenen Abschlussprüfungen und überlegten anschließend kreative, personalisierte Verkleidungen für die feierliche Sponsionsfeier. Der Höhepunkt war dabei die traditionelle Wanderung von der Alten Technik zurück in unseren geliebten Zeichensaal, bei der an jedem Richtungswechsel ein Schnäpschen getrunken werden musste. Diese einzigartigen Traditionen schufen ein besonders starkes Gefühl der Zusammengehörigkeit, das weit über das Studium hinaus anhält.

Natürlich war das Studium nicht frei von Herausforderungen. Die Balance zwischen Vorlesungen, Praktika und Nebenjob erforderte einiges an Zeitmanagement. Dennoch hat gerade dieser Spagat

dazu beigetragen, dass ich wichtige Fähigkeiten wie Eigenverantwortung und Durchhaltevermögen entwickeln konnte – Kompetenzen, die mir heute in meiner Forschungsarbeit zugutekommen.

Mein Studium an der TU Graz legte den Grundstein für meine Promotion im Bereich der Wasserstofftechnologie. Der Fokus meiner Forschung liegt auf der Entwicklung von physikalischen Modellen und Reglern zur Steuerung der Feuchtigkeit in Brennstoffzellen. Ein Thema, das nicht nur die Performance, sondern auch die Lebensdauer von Brennstoffzellenfahrzeugen beeinflusst. Diese Arbeit erfordert nicht nur technisches Verständnis und Kreativität, sondern erinnert mich oft an die komplexen Aufgaben und Projekte, die ich während des Studiums bewältigen durfte – manchmal wünsche ich mir sogar, ich hätte mir damals mehr Notizen gemacht.

Allen, die darüber nachdenken, an der TU Graz zu studieren, möchte ich sagen: Tut es! Ihr werdet nicht nur fachlich hervorragend ausgebildet, sondern auch Teil einer einzigartigen Gemeinschaft, die euch prägen und unterstützen wird. Das Studium mag anspruchsvoll sein, doch genau diese Herausforderungen formen euch zu den Problemlösern von morgen. Und wer weiß, vielleicht findet ihr euch eines Tages in einer hitzigen Diskussion darüber wieder, ob Elektrotechniker\*innen mehr Kaffee oder Lötzinn verbrauchen. An der TU Graz ist alles möglich.

Ein großes Lob und herzlichen Dank an die Fakultät, die über fünf Jahrzehnte hinweg nicht nur Wissen, sondern auch Werte vermittelt hat. Macht weiter so – und auf die nächsten fünfzig Jahre voller Erfolg und Innovation! ■



Lukas Klantschnig



## Lukas Klantschnig

Studium Elektrotechnik-Toningenieur

**M**ein Name ist Lukas Klantschnig und ich komme ursprünglich – wie viele meiner späteren Studienkolleg\*innen – aus Kärnten. Im Jahr 2016 begann ich das Bachelorstudium Elektrotechnik-Toningenieur sowohl an der Technischen Universität Graz als auch an der Kunstuniversität Graz und schloss das gleichnamige Masterstudium im Jahr 2023 erfolgreich ab. Ein Studium in Graz bot sich aus mehreren Gründen für mich an. Einerseits liegt die Stadt weit genug entfernt, um einen gewissen Abstand zum Elternhaus zu gewinnen, was in diesem Alter nötig wird, aber dennoch nahe genug, falls man als Kärntner nicht zu weit in die Welt hinausziehen möchte. Der Hauptgrund war jedoch das Studium selbst, das mit seiner Einzigartigkeit auch über die Grenzen Österreichs hinaus brilliert. Wie viele meiner Mitstreiter\*innen im Studium war auch ich von dem Zusammenspiel aus technischen und künstlerischen Aspekten begeistert. Die Möglichkeit, mein Interesse für Technik, das bereits während meiner

Ausbildung an der Höheren Technischen Lehranstalt geweckt wurde, mit meinem musikalischen Hobby zu verbinden, hörte sich nach der idealen Fortsetzung meines Bildungsweges an.

In einem Studium ist es nicht unüblich, dass die Theorie gegenüber praktischen Versuchen überwiegt. Dennoch schätzte ich es sehr, das in den Vorlesungen erlernte Wissen in Übungen und Laboren vertiefen und festigen zu können – auch wenn man gelegentlich das Gefühl hatte, dass diese beiden Lehrveranstaltungsformen inhaltlich nicht immer perfekt aufeinander abgestimmt waren. Besonders einprägsam waren für mich die Lehrveranstaltungen in den ersten Semestern im universitätseigenen Tonstudio. Ob beim Vermessen von Studioausrüstung oder bei den Aufnahmen talentierter Musiker\*innen der Kunstuniversität Graz – es war stets ein besonderes Erlebnis, selbst Hand an den Fadern des Mischpults anzulegen, anstatt lediglich in einem Vortrag davon zu hören. Ein kleiner Wermutstropfen war jedoch der oft recht begrenzte Zeitrahmen, der es notwendig machte, eine vorgegebene Liste von Aufgaben abzuarbeiten, anstatt eigene kreative Ansätze zu entwickeln oder vertiefende Problemstellungen zu untersuchen.

Besonders faszinierend fand ich die Vielfalt an Vertiefungsrichtungen, die innerhalb eines bereits stark spezialisierten Studiums möglich war. So war ich zu Beginn stärker von den künstlerischen Aspekten des Studiums angetan, doch im Laufe der Jahre zog es mich zunehmend in die technischen Disziplinen. Ich halte es für wichtig, dass man gerade im Bachelorstudium dazu angehalten wird, Einblicke in verschiedene Fachbereiche zu erhalten, um einen guten Überblick über das gesamte Feld zu gewinnen. Das ist nicht nur hilfreich, um die eigene Spezialisierung zu finden, sondern er-

möglicht auch den Aufbau eines breiten Wissens, das im späteren Berufsleben von großem Nutzen sein kann.

Ein essenzieller Bestandteil meines Studiums war für mich der Kontakt zu anderen Studierenden. Ein Studium ist gewissermaßen ein Mannschaftssport – in einer Gemeinschaft macht es nicht nur mehr Spaß, sondern es lässt sich auch wesentlich einfacher bewältigen. Das Elektrotechnik-Toningenieur-Studium erleichtert das Zusammenfinden in einer Gruppe durch die limitierte Anzahl an Plätzen. Die Einzigartigkeit dieses Studiengangs zieht leidenschaftliche Techniker\*innen sowie Musiker\*innen aus vielen Teilen Europas an, sodass man sich schnell in einem bunt gemischten Haufen motivierter Student\*innen wiederfindet. Jede und jeder bringt individuelle Stärken ein, sodass Schwächen des Einzelnen ausgeglichen werden. Ich erinnere mich, dass ich das Studium mit einem gewissen Überlegenheitsgefühl begonnen habe – als Absolvent einer Höheren Technischen Lehranstalt glaubte ich, ausreichend vorbereitet zu sein. Doch bereits nach den ersten Mathematikvorlesungen wurde ich auf den Boden der Tatsachen zurückgeholt. Positiv hervorheben möchte ich auch die Studienvertretung Elektrotechnik-Toningenieur, die den Einstieg mit Tutorien und Ausflügen erleichtert und stets mit großem Engagement allen Studierenden zur Seite steht.

Ein weiteres Alleinstellungsmerkmal der Technischen Universität Graz, das ich im Laufe meines Studiums für mich entdeckte und das sich als ungemein hilfreich für mich herausstellte, sind die Zeichensäle. Besonders hervorheben möchte ich hier den Dynamobauzeichensaal, dem ich selbst einige Zeit vorstehen durfte, sowie den Hochspannungszeichensaal – beide verbunden durch

eine freundschaftliche Rivalität. Gemeinschaft und soziale Interaktion werden in den Zeichensälen großgeschrieben. Dazu gehört sowohl das Unterstützen und Motivieren beim Lernen für Prüfungen als auch das gemeinsame Auskosten des Grazer Nachtlebens nach erfolgreichem Ausgang dieser Prüfungen. Besonders wichtig war das zu Zeiten der Covid-19-Pandemie, wo mit Hilfe von Online-Tools die Isolation von Mitmenschen erträglicher gestaltet wurde. Durch die vielen eigenen oder in Zusammenarbeit mit der Fakultät organisierten Veranstaltungen kam man mit Professor\*innen und Lehrenden auch abseits der wöchentlichen Lehrveranstaltungen in Kontakt. Es entstand eine lockere Atmosphäre, in der ein Dialog über technische Interessen und Lehrveranstaltungen hinaus möglich war.

Nach fast sieben Jahren Studium war es Zeit, dieses Kapitel abzuschließen und in die Arbeitswelt einzutauchen. Wichtig für diesen Einstieg war das Wissen, das die Universität vermittelt, sowohl in der Breite als auch in der Tiefe. Dazu gehört insbesondere das selbstständige Recherchieren von Informationen. In Zeiten des Internets mag dies einfach erscheinen, doch es wird immer wichtiger, zwischen brauchbaren und unbrauchbaren Informationen sowie zwischen richtigen und falschen Quellen zu unterscheiden. Blindes Vertrauen sollte durch kritisches Hinterfragen ersetzt werden.

Durch meine Entscheidung, ein Doktoratsstudium zu beginnen, bleibt mein Alltag dem des Masterstudiums ähnlich. Zwar genieße ich weiterhin viele Freiheiten, doch sie bringen auch eine enorme Eigenverantwortung mit sich. Während man im Masterstudium oft innerhalb eines vorgegebenen

Rahmens kreativ sein konnte, habe ich nun die Möglichkeit, teilweise selbst zu entscheiden, welche Probleme ich angehen möchte. Dabei ist es essenziell, sich informiert auf neue, interessante Fragestellungen zu stürzen und – im schlimmsten Fall – einzugestehen, dass ein eingeschlagener Weg nicht zielführend ist. Trotzdem gibt es kaum ein befriedigenderes Gefühl, als ein Problem mit eigenen Ansätzen zu lösen und damit einen Beitrag für die Allgemeinheit zu leisten.

Ich bin froh, mich für ein Studium an der Technischen Universität Graz entschieden zu haben und dass ich diese hervorragende Ausbildung genießen durfte. Ich schätze es, jeden Tag mit Leidenschaft an spannenden Themen zu arbeiten. ■





Kathrin Moschik



## Sonja Moschik

Doktoratsstudium Elektrotechnik  
Institut für Regelungs- und  
Automatisierungstechnik

**M**ein Name ist Sonja Moschik und ich komme aus einem kleinen Ort nahe Hermagor. Aufgewachsen bin ich auf einem idyllischen kleinen Bauernhof, zusammen mit meinen zwei Geschwistern. Diese ländliche Umgebung hat meine Kindheit geprägt und mir wichtige Werte wie Zusammenhalt und Naturverbundenheit vermittelt.

Nach der Hauptschule besuchte ich das BORG Hermagor. Dort entdeckte ich meine Leidenschaft für die Naturwissenschaften. Diese Leidenschaft führte mich schließlich an die FH Kärnten, wo ich Elektronik studierte. Mein Wissensdurst und der Wunsch nach einem tieferen Verständnis der theoretischen Grundlagen trieben mich weiter an, sodass ich nach meinem Abschluss an der Fachhochschule ein Doktoratsstudium an der Technischen Universität Graz begann.

Mein Doktoratsstudium an der Technischen Universität Graz absolvierte ich von 2005 bis 2011. Die Entscheidung für die TU Graz fiel mir leicht,

da die Universität für ihre exzellente Forschung und Lehre im Bereich der Regelungs- und Automatisierungstechnik bekannt ist. Während meiner Studienzeit war ich bis 2012 als Mitarbeiterin am Institut für Regelungs- und Automatisierungstechnik beschäftigt. Meine Arbeit konzentrierte sich auf die Grundlagenforschung, die mir tiefe Einblicke in die theoretischen Aspekte und die wissenschaftlichen Grundlagen meines Fachgebietes ermöglichte. Diese Zeit war geprägt von intensivem akademischen Arbeiten und der Freude, komplexe theoretische Konzepte zu verstehen und weiterzuentwickeln.

Neben meiner Forschungstätigkeit arbeitete ich als Universitätsassistentin. Diese Rolle ermöglichte es mir, meine Begeisterung für die Lehre und Wissensvermittlung auszuleben. Es bereite mir große Freude, Studierende zu unterrichten und ihnen die theoretischen Grundlagen der Regelungs- und Automatisierungstechnik näherzubringen. Darüber hinaus betreute ich diverse Abschlussarbeiten, was mir die Möglichkeit gab, Studierende bei ihren eigenen Forschungsprojekten zu unterstützen und zu begleiten. Diese Erfahrung vertiefte nicht nur mein eigenes Wissen, sondern stärkte auch meine Fähigkeiten im akademischen Umfeld.

Nach Abschluss meines Doktoratsstudiums begann ich meine berufliche Laufbahn bei OMICRON in Klaus. Zunächst arbeitete ich als Softwareentwicklerin, wo ich unter anderem Modelle, Messlogik und Algorithmen entwickelte. Diese Position ermöglichte es mir, theoretische Konzepte in der Praxis umzusetzen. Nach einigen Jahren übernahm ich die Rolle des Produkt Owners, in der ich die Verantwortung für die Weiterentwicklung und strategische Ausrichtung unserer Produkte trug.

Parallel zu meiner Tätigkeit bei OMICRON engagierte ich mich in der Lehre an der Fachhochschule Dornbirn. Diese Aufgabe ermöglichte es mir, meine Leidenschaft für die Wissensvermittlung fortzusetzen und angehende Ingenieur\*innen in den Bereichen Regelungs- und Automatisierungstechnik zu unterrichten. Zudem betreue ich bei OMICRON einen Doktoranden, um weiterhin wissenschaftlich zu arbeiten und den Kontakt zum Institut zu pflegen.

Mein Studium an der TU Graz hat die perfekten Voraussetzungen für meine jetzige Tätigkeit geschaffen. Die intensive Auseinandersetzung mit theoretischen Grundlagen und die praktische Anwendung dieser Kenntnisse während meiner Forschungsarbeit haben mir ein tiefes Verständnis für die technischen Herausforderungen in meinem Berufsfeld vermittelt. Die Erfahrung als Universitätsassistentin hat zudem meine Fähigkeiten in der Lehre und Betreuung von Studierenden gestärkt, was mir in meiner nebenberuflichen Lehrtätigkeit sehr zugute kam.

Eine der größten Herausforderungen in meinem Alltag ist die Vereinbarkeit von Familie und Beruf. Als berufstätige Mutter ist es oft eine Gratwanderung, beiden Bereichen gerecht zu werden. Die Anforderungen im Job sind hoch und erfordern viel Zeit und Engagement. Gleichzeitig möchte ich für meine Familie da sein und ihr die Aufmerksamkeit und Unterstützung geben, die sie braucht. Diese Balance zu finden, ist nicht immer einfach und erfordert eine gute Organisation, Flexibilität und manchmal auch Kompromisse. Dennoch ist es mir wichtig, beide Aspekte meines Lebens bestmöglich zu vereinen, da sowohl meine berufliche Tätigkeit als auch meine Familie zentrale Bestandteile meines Lebens sind.

Für Studierende, die sich auf ihre berufliche Zukunft vorbereiten, habe ich einige Ratschläge, die ihnen auf ihrem Weg helfen können. Zunächst einmal ist es wichtig, sich kontinuierlich weiterzubilden und offen für neue Technologien und Methoden zu bleiben. Die Welt der Technik entwickelt sich rasant und wer am Ball bleibt, hat die besten Chancen, erfolgreich zu sein. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die praktische Anwendung des theoretischen Wissens. Sucht nach Möglichkeiten, eure Kenntnisse in realen Projekten umzusetzen, sei es durch Praktika, Werkstudent\*innentätigkeiten oder eigene Projekte.

Ein Motto, das mich persönlich inspiriert, lautet: „Try every day something that scares you.“ Es bedeutet, sich regelmäßig neuen Herausforderungen zu stellen und die eigene Komfortzone zu verlassen. Diese Einstellung fördert nicht nur persönliches Wachstum, sondern eröffnet auch neue Perspektiven und Möglichkeiten. Habt keine Angst vor Fehlern – sie sind ein wichtiger Teil des Lernprozesses.

Schließlich möchte ich betonen, wie wichtig es ist, ein gutes Netzwerk aufzubauen. Knüpft Kontakte zu Kommiliton\*innen, Professor\*innen und Fachleuten aus der Industrie. Diese Verbindungen können euch wertvolle Unterstützung und Chancen bieten, sowohl während des Studiums als auch in eurer späteren Karriere. ■



Mario Kupnik



## Mario Kupnik

Studium Telematik (Information  
and Computer Engineering)

Ich hatte das Privileg, mein Studium der Telematik an der TU Graz im Herbst 1994 zu beginnen, direkt nachdem ich die Matura der Höheren Technischen Bundeslehranstalt (HTBLA) Kapfenberg, Fachrichtung Elektrotechnik, absolviert hatte. Aktuell ist es für viele Technische Universitäten eine besondere Herausforderung, junge Menschen für ein Studium im Themenbereich der Elektrotechnik zu begeistern, und daher habe ich mich in den letzten Jahren oft und vor allem während Gesprächen mit interessierten Schüler\*innen gefragt, wie es eigentlich zu meiner eigenen Studienwahl gekommen ist. Dabei muss ich gestehen, dass ich das nicht wirklich mit System angegangen bin. Mich haben einzelne Lehrkräfte an der HTBLA Kapfenberg beeindruckt und die hatten an der TU Graz studiert. Telematik klang interessant, weil Fächer der Informatik vertreten waren und ich mich für Computer interessiert habe. So habe ich mich recht spontan im Herbst 1994 inskribiert und die Nähe zu meinem Wohn- und Geburtsort Leoben war da auch kein Nachteil.

Im Nachhinein war es kein Fehler, sich für das Studium an der TU Graz zu entscheiden, ganz im Gegenteil, und ich erzähle oft meinen Mitarbeiter\*innen und Studierenden von meinem eigenen Studium, weil es meiner Meinung nach einige Besonderheiten bot: Im ersten Abschnitt eine fundierte Basis in Form von Grundlagen im Bereich der Mathematik, Physik, Elektrotechnik und Informatik, ohne dabei zu stark und zu schnell in eine bestimmte Richtung zu spezialisieren. In diesem Zusammenhang, und da ich seit 2011 in Deutschland arbeite, frage ich mich oft, ob es wirklich sinnvoll ist, so viele verschiedene Studienrichtungen mit viel zu früh stattfindenden Spezialisierungen anzubieten, wahrscheinlich hauptsächlich motiviert, um Studierende anzuziehen. Im Wintersemester 2024/2025 gab es knapp über 10.000 Bachelor-Studiengänge an deutschen Hochschulen. Spezialisierungen gab es in meinem eigenen Studium später im zweiten Studienabschnitt noch in ausreichender Menge, wo man sich entsprechend seinen eigenen Interessen vertiefen konnte. Bei mir waren das Elektronik und Schaltungstechnik. Gerade der gut durchdachte Stundenplan in den ersten vier Semestern begeistert mich bis heute. Zum Beispiel fanden die Mathematik-Vorlesungen (Analysis) immer in der Früh statt, wo man noch recht aufnahmefähig war. Es gab spannende Programmierübungen und viele, die Vorlesungen ergänzende Laborpraktika, die das in den Vorlesungen gelehrt Wissen weiter vertieften.

Ein weiterer großer Vorteil war die enorme Freiheit eines „nicht verschulten Studiums“. Es war möglich, sein Studium selbst zu organisieren und frei zu entscheiden, wann und in welcher Reihenfolge die Prüfungen absolviert werden. Ich konnte diese Freiheit gut nutzen und mein Studium nach zehn Semestern erfolgreich abschließen. Ich denke, dass ich gerade während meines Studiums ge-

lernt habe, mich selbst zu organisieren. Was ich im weiteren Verlauf meiner Laufbahn von meinem eigenen Studium benötigt habe, lässt sich einfach zusammenfassen: Grundlagen, Grundlagen und Grundlagen! Das galt sowohl für meine kurze Industriezeit in der Halbleiterindustrie und setzte sich dann auch fort, als ich mich entschieden hatte, doch promovieren zu wollen, was ich im Mai 2004 an der Montanuniversität Leoben im Themenbereich der Ultraschall Durchflussmessung gemacht habe. Die Tatsache, dass die Montanuniversität Leoben den Doktorgrad für montanistische Wissenschaften (Dr. mont.) vergibt, hat mir vor allem in Deutschland sehr oft die Frage, wofür denn „mont.“ in meinem Doktorgrad steht, eingebracht.

Während der Promotionsphase habe ich erste Kontakte bei internationalen Konferenzen im Bereich von Ultraschall und seinen Anwendungen geknüpft. Gerade die Freiheit, die eigenen Forschungsergebnisse in Form von Veröffentlichungen ohne Schranken verwerten zu können, hat mich motiviert, von einer Rückkehr in die Industrie abzusehen, und da mein damaliger Wirkungsradius sich auf Graz und Leoben beschränkt hatte, kam das Bedürfnis in mir auf, auch mal ins Ausland zu gehen. Da sich meine Englischkenntnisse, vor allem was das Sprechen anging, eher in Grenzen hielten, wurden die USA als Zieldestination für einen PostDoc im Rahmen eines Erwin Schrödinger Stipendiums auserkoren. Ich hatte mehrere Zusagen von verschiedenen Universitäten an der Ostküste in der Tasche, habe aber im Herbst 2004 in Montreal bei einer Konferenz für Ultraschall meinen späteren Chef Prof. Pierre Khuri-Yakub kennen gelernt und spontan nach einer Möglichkeit, in seiner Gruppe an der Stanford University in Kalifornien meinen PostDoc machen zu dürfen, gefragt.

So bin ich Anfang 2005 nach Kalifornien geflogen, mit dem Plan, dort achtzehn Monate zu verbringen. Aus den eineinhalb Jahren wurden sechs. Auch in dieser Phase waren es wieder die fundierten Grundlagen meines Studiums an der TU Graz, die mir auch in einem internationalen Vergleich meine Existenzberechtigung an einer der besten Universitäten der Welt eingebracht hatten. Ich habe in dieser Zeit viele exzellente Wissenschaftler\*innen kennengelernt und beobachtet, dass sie eine Eigenschaft eint: Niemals wurde das Wort Exzellenz in den Mund genommen und daher bin ich immer mehr als skeptisch, wenn ich mit diesem Begriff konfrontiert werde.

Meine PostDoc Zeit in den USA hat mir auch eine europäische Perspektive gezeigt, die ich davor nicht hatte, und so habe ich ab 2009 begonnen, mich auf Professuren im deutschsprachigen Raum zu bewerben und konnte in mehreren Berufungsverfahren mitmischen und habe damit, vorsichtig formuliert, erste Erfahrungen mit sehr bürokratischen Vorgängen sammeln können. Mit März 2011 wurde ich zum Universitätsprofessor (W3, verbeamtet auf Lebenszeit) für Allgemeine Elektrotechnik und Messtechnik an der damaligen brandenburgischen Technischen Universität (BTU) Brandenburg berufen, und ich konnte beginnen, meine Grundlagenlehre im Bereich der Elektrotechnik und Messtechnik schrittweise aufzubauen. Die BTU wurde überraschend neun Monate nach meinem Dienstantritt mit einer lokal ansässigen Fachhochschule fusioniert, was mich wieder motiviert hat, mich nach einer neuen Professur umzusehen. Diese habe ich nach mehreren Berufungsverfahren dann an der TU Darmstadt, einer Partneruniversität der TU Graz, gefunden, wo ich im Januar 2015 als Lehrstuhlinhaber für Mess- und Sensortechnik meinen Dienst angetreten habe und seitdem meine Lehr- und Forschungs-





Lunghammer – TU Graz



## Paul Maierhofer

Doktoratsstudium Elektrotechnik  
Institut für Elektrische  
Messtechnik und Sensorik

tätigkeit verfolge. Gerade die aktuellen Herausforderungen bei dieser Tätigkeit lassen mich oft an mein eigenes Studium an der TU Graz denken. Das motiviert mich auch in meiner aktuellen Position, mich für universitäre Freiheit und gegen eine „Verschulung“ von Universitäten einzusetzen und viele weitere positiven Dinge, die ich selbst als Student erfahren habe, an meine Studierenden weiterzugeben. In diesem Sinne bedanke ich mich und wünsche der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik der TU Graz alles Gute zu diesem runden Geburtstag! ■

Die Entscheidung für ein Studium an der TU Graz ist mir besonders leicht gefallen: Als gebürtiger Steirer und Grazer hatte ich bereits in meiner Schulzeit erste Berührungspunkte mit meiner späteren „Alma Mater“. Schnell war mir klar, dass ich ein Studium an der TU Graz beginnen und im Idealfall abschließen möchte. Viel schwerer gefallen ist mir damals die Entscheidung für ein konkretes Fach aus der Vielzahl an verschiedenen Möglichkeiten – letztlich habe ich mich für die Physik entschieden, um zu erfahren „...was die Welt im Innersten zusammenhält“. Für mein anschließendes Doktorat bin ich auf die Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik gewechselt, um zusätzlich Erfahrungen in einem industrie- und anwendungsorientierten Umfeld zu machen. Unter der Leitung von Alexander Bergmann am Institut für Elektrische Messtechnik und Sensorik und in Kooperation mit einem Sensorik-Unternehmen habe ich Erfahrungen gesammelt, die mein Berufsleben bis heute stark beeinflussen und für die ich sehr dankbar bin.

Mit meiner Studienzeit verbinde ich zuallererst die Menschen, die ich in dieser Zeit kennengelernt habe und die meinen Weg geprägt haben. Die fachliche Exzellenz der TU Graz und ihrer Fakultäten ist ohnehin unbestritten – für mich persönlich herausragend ist der Zusammenhalt und das Selbstverständnis unter den Studierenden und Mitarbeiter\*innen, gemeinsam an einem Strang zu ziehen. Dieser Umstand äußerte sich bereits in den ersten Wochen des Studiums, in denen aus der Gemeinschaft der Studierenden heraus Tutorien organisiert und die ersten (vermeintlich) harten Nüsse der Übungszettel gemeinsam geknackt und besprochen wurden. Auch während meiner Dissertation und Zeit als Projektassistent am Institut für Elektrische Messtechnik und Sensorik hat mir der starke Zusammenhalt innerhalb meines Institutes ermöglicht, rasch voranzukommen. In meiner gesamten Zeit an der TU Graz war ich stets gut in dieser

Gemeinschaft aufgehoben und habe Technik als ein verbindendes Element und ein Gemeinschaftsprojekt zu verstehen gelernt.

Besonders geschätzt habe ich auch die fachliche Breite und die notwendige Tiefe, die von der TU Graz und insbesondere von der Fakultät für Elektro- und Informationstechnik abgedeckt werden. Neben der Exzellenz in Lehre und Forschung hat mich die Vernetzung mit internationalen Partnern aus dem universitären Umfeld und der Wirtschaft überzeugt. Während meiner Zeit an der TU Graz konnte ich sowohl einen kleinen Beitrag zur Grundlagenforschung leisten als auch Teil eines großen fächerübergreifenden Teams in einem High-Tech-Projekt sein.

Nach meinem Doktorat habe ich mich dazu entschieden, eine weitere Ausbildung zu absolvieren und mich beruflich an der Schnittstelle von Technik und Recht zu positionieren: Ich wurde Patentanwalt.

Die Herausforderungen in meinem Berufsalltag sind vielschichtig. Ein zentraler Aspekt ist die breite Palette an technischen Gebieten, mit der ich mich in meiner täglichen Arbeit auseinandersetze. Um Ideen schützen zu können, ist es notwendig, ihren Kern und das Verhältnis zu dem Fundament, auf dem sie aufbauen, zu begreifen. Thematisch reicht die Spanne von Durchbrüchen in der universitären Forschung bis hin zu Verbesserungen von Alltagsgegenständen. Die umfassende und breite Bildung und Ausbildung, die ich an der TU Graz genossen habe, ermöglicht es mir, auch bei Themen abseits meiner fachlichen Kerngebiete rasch einen Zugang zu finden und mit Erfindern auf Augenhöhe zu sprechen. Meine Erfahrungen mit Industriepartnern während meines Doktorats helfen mir dabei, die technischen und auch wirtschaftlichen Ziele der Anmelder\*innen zu verstehen.

Ein weiterer zentraler Aspekt meines Alltags ist es, den oben angesprochenen technischen Kern präzise in Sprache abzubilden und mit relevanten Rechtsnormen zu verknüpfen. Dabei kommt mir – zusätzlich zu meinem Studium und der wissenschaftlichen Arbeit während meines Doktorats – auch die humanistische Bildung aus meiner Schulzeit am Akademischen Gymnasium Graz zugute. Ich kann in diesem Zusammenhang auch und gerade Schüler\*innen, die keine intensive technische Vorbildung haben, nur empfehlen, sich für die Technik und ein Studium an der TU Graz zu entscheiden – auch auf den ersten Blick vielleicht „fachfremde“ Vorbildungen können sich später als wertvolle Ergänzung und sogar großer Vorteil herausstellen.

Während meiner Studienzeit habe ich mir regelmäßig die Frage gestellt, ob ich am richtigen Weg bin, und Entscheidungen hinterfragt. Aus heutiger Perspektive würde ich meinen bisherigen Ausbildungs- und Berufsweg noch einmal in derselben Weise gehen. Ich bin stolz auf meinen humanistischen Hintergrund aus meiner Schulzeit, bin begeistert von den Einblicken in die Grundlagenforschung und die Physik und staune angesichts innovativer Lösungen aus der industrienahen Forschung und den modernen „Wundern der Technik“. Heute ist es für mich einfach, zu sehen, wie die einzelnen Abschnitte meiner Schul- und Studienzeit ineinandergreifen.

Man kann die Punkte jedoch oft erst im Nachhinein verbinden, um den berühmten roten Faden zu sehen. Meine Empfehlung ist es daher, immer offen für neue Erfahrungen und auch Disziplinen zu bleiben, sich regelmäßig zu hinterfragen und letztlich auf das eigene Bauchgefühl zu hören – die Punkte werden sich verbinden! ■



Philipp Freidl



## Philipp Franz Freidl

Doktoratsstudium Elektrotechnik  
Institut für Hochfrequenztechnik

**P**hilipp Franz Freidl – Jahrgang 1987. Als geborener Grazer hat sich mein Interesse für Elektrotechnik vor allem in meiner späten Schülerzeit entwickelt. In dieser Zeit hatte ich die Möglichkeit, in den Sommerferien erste Praktika bei Infineon Technologies in Villach zu absolvieren. Mit dem Abschluss meiner Matura lag 2005 der Schritt an die TU Graz für das Studium der Elektrotechnik auf der Hand. Im Laufe meiner Zeit am Institut für Hochfrequenztechnik, an dem ich als Projektmitarbeiter an meiner Dissertation arbeitete, bekam ich auf Vermittlung meines Doktorvaters Wolfgang Bösch die Chance, zurück zu Infineon (diesmal in Graz) zu gehen, um dort ein neues Labor für Hochfrequenztechnik für die Entwicklung von Automobil-Radar-Chips aufzubauen.

Neben dieser Arbeit gelang es mir, 2018 das Doktoratsstudium abzuschließen. Gerne erinnere ich mich an die letzten Züge der Verfassung meiner Dissertation zurück, die ich in einer zweiwöchigen

„Klausur“ in Portugal beendet habe. In dieser Zeit konnte ich mich auf die großartige Unterstützung meines Betreuers Michael Gadringer verlassen, der beinahe täglich die letzten Kapitel, die ich ihm am Vorabend geschickt hatte, korrigierte, sodass ich sie gleich überarbeiten konnte.

2020 wagte ich dann den Schritt aus Graz hinaus und begann bei NXP Semiconductors in den Niederlanden zu arbeiten, wo ich mich mit zukünftigen Kommunikationstechnologien (beyond 5G, 6G, ...) beschäftigte. Mittlerweile bin ich innerhalb der System-Innovation-Gruppe von NXP für die Themen Autoradar- und Fahrassistentensysteme (ADAS) verantwortlich. Gemeinsam mit meinem Team arbeite ich an Ideen, um diese zu verbessern und neue Anwendungsgebiete für unsere Technologien zu erschließen. Da viele dieser Systeme mehr als nur eine elektronische Komponente beinhalten, komme ich hier mit verschiedensten Themen und Technologien in Berührung. In diesem Zusammenhang habe ich die Möglichkeit, mein technisches Wissen über den Studieninhalt hinaus weiterzuentwickeln und vor allem zu verbreitern. Zusätzlich zu den technischen Herausforderungen ist vor allem Kommunikationsfähigkeit gefragt. Die Abstimmung mit meinem Team, verschiedensten Stakeholdern in den Produktentwicklungsgruppen sowie Kunden und externen Kooperationspartnern bildet einen wichtigen Teil meiner Arbeit.

Rückblickend kann ich sagen, das Studium der Elektrotechnik hat mich – vor allem für den ersten Teil meiner Karriere – mit einem guten fachlichen Rüstzeug ausgestattet. So gab es in den ersten Studienjahren die Möglichkeit, viele verschiedene Fachbereiche zu entdecken, um sich einen Überblick zu schaffen. In den folgenden Jahren war es für mich sehr wertvoll, an verschiedenen Ins-

tituten arbeiten zu können: Ich nahm am Institut für Hochspannungstechnik und Systemmanagement an Kabelprüfungen teil, betreute am Institut für Kommunikationsnetze und Satellitenkommunikation Studierendenlabor und -übungen, und arbeitete an der Organisation von Konferenzen (unter anderem mit Erich Leitgeb an ConTel und ICTON) mit. Über meine gesamte Studienzzeit sticht für mich aber die gute und direkte Betreuung der Lehrenden heraus. Sowohl für meine Diplomarbeit als auch für meine Dissertation gilt, dass ich die Möglichkeit hatte, in neue Themen tiefer einzutauchen, die während des normalen Unterrichts nur oberflächlich angetastet wurden. So konnte ich mich während meiner Diplomarbeit an dem Design von Antennen versuchen und sie mit Hilfe des Institutspersonals auch tatsächlich bauen und mit der damals gerade installierten Antennenmesskammer vermessen. Das Wissen, das ich durch meine Dissertation vor allem im Bereich Hochfrequenztechnik aufgebaut habe, hat mir viele Schritte ermöglicht, und auch wenn heute mein Fokus nicht mehr darauf liegt, kommt es doch immer wieder auf mich zurück. Sehr prägend war für mich die Arbeit im Hochfrequenztechniklabor. Neben diesen „hard-skills“ zehre ich nach wie vor von den „soft-skills“ wie interkulturelle Kommunikation und dem Arbeiten in Projekten, die über mehrere Länder verteilt sind, die ich bei der Arbeit in Studierendenorganisationen (Hochspannungszeichensaal und Board of European Students of Technology) und bei Konferenzen erworben habe. Auch den Kontakt, den ich nach wie vor mit Kolleg\*innen von der Universität unterhalte, finde ich wichtig und oft anregend.

Das vielleicht Wichtigste, was ich in meiner Zeit an der TU Graz gelernt habe, ist, immer an etwas zu arbeiten, das mir Freude bereitet und bei dem ich etwas Neues lernen kann. ■



**Larissa**

Studium Elektrotechnik

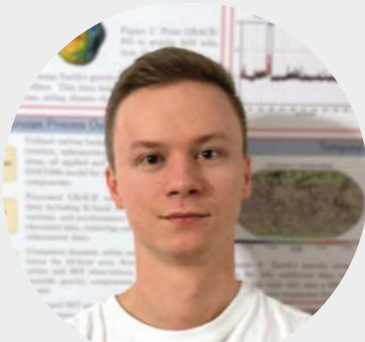


**Hannes**

Studium Digital Engineering



# Interviews mit aktiven Studierenden



**Jakob**

Studium Space Sciences and  
Earth from Space



**Mathias**

Studium Digital Engineering



**Karin**

Studium Elektrotechnik



**Katharina**

Studium Elektrotechnik-Toningenieur



**Lukas U.**

Studium Elektrotechnik-Toningenieur



**Lukas L.**

Studium Information and Computer  
Engineering



## Woher kommst du?

- Ich komme aus der Nähe von Bruneck, Italien (Larissa)
- Feldkirch, Vorarlberg (Mathias)
- Villach, Kärnten (Lukas U.)
- Linz, Oberösterreich (Lukas L.)
- Mischendorf, Burgenland (Katharina)
- Weiz, Steiermark (Karin)
- Klagenfurt, Kärnten (Jakob)
- Hengsberg, Steiermark (Hannes)

## Welche Schulausbildung hast du absolviert?

- Ich habe die TFO (Technologische Fachoberschule – eine ähnliche Schulform wie die HTL) in Bruneck in der Fachrichtung Elektronik und Elektrotechnik mit dem Schwerpunkt Automatisierungstechnik besucht. (Larissa)
- HTL für Elektrotechnik (Mathias)
- AHS am Wimmergymnasium Oberschützen (Instrumentalzug) (Katharina)
- Ich bin auf das BG/BRG Weiz gegangen (AHS). (Karin)

## Warum hast du dich für dieses Studium entschieden?“

- Ich habe schon während meiner Schulzeit mein Interesse für Naturwissenschaften – insbesondere die Elektrotechnik – bemerkt und wollte dieses vertiefen. In welcher Form das passieren sollte, war mir nicht klar, die Elektrotechnik war aber naheliegend. (Larissa)
- Nach Abschluss der HTL war für mich schnell klar, dass ich studieren möchte. Es war also die Frage, ob es Elektrotechnik oder ein anderer Fachbereich sein soll. Nach reichlicher Überlegung stand für mich fest, ein interdisziplinäres Studium zu beginnen. Die Vorstellung der verschiedenen Studienrichtungen am Tag der offenen Tür hat mir so zugesagt, dass es klar war, Digital Engineering zu studieren. (Mathias)
- Ich interessiere mich für Technik und habe bereits in dem Bereich gearbeitet. Musik ist schon immer mein Hobby gewesen und das Studium Elektrotechnik-Toningenieur ist eine sehr gute Kombination aus beidem. (Lukas U.)
- Ich habe eine HTL für Mechatronik besucht. Da wurde meine Leidenschaft für Elektrotechnik und Informatik geweckt. Und weil Information and Computer Engineering aus diesen Bereichen besteht, habe ich mich für dieses Studium entschieden. (Lukas L.)
- Ich spiele nun seit fast 15 Jahren Querflöte und daher wollte ich in meinem Studium unbedingt einen Aspekt meiner Leidenschaft beibehalten und mich trotzdem an etwas Neuem, Aufregenden versuchen: Also habe ich das Studium Elektrotechnik-Toningenieur gewählt. (Katharina)

- Ich studiere Elektrotechnik, für mich war die Mischung aus Interessen und Zukunftschancen ausschlaggebend. Mir haben schon immer mehrere Fächer gefallen, jedoch war es klar, dass ich in Richtung der Naturwissenschaften gehen werde und nach vielen Überlegungen war Elektrotechnik für mich das Studium, bei dem mich nicht nur das Fach, sondern auch die Berufsbilder überzeugt haben. (Karin)
- Ich habe mich für dieses Studium entschieden, weil mich Astronomie und Astrophysik schon immer interessiert haben, wenn auch bisher nur als Hobby. Während meines Bachelorstudiums in Umweltsystemwissenschaften habe ich erfahren, dass ich mit diesem Abschluss den Master in Space Sciences and Earth from Space ohne Auflagen beginnen kann. Diese Möglichkeit hat mich überzeugt, meinen akademischen Weg in diese Richtung fortzusetzen. (Jakob)

## Warum hast du die TU Graz zum Studieren gewählt?

- Nachdem ich mich dazu entschlossen habe, Elektrotechnik zu studieren, habe ich die Curricula verschiedenster Universitäten (TU Wien, TU München, Politecnico di Torino, ... ) verglichen. Da die TU Graz ein sehr weit gefächertes Curriculum für das Studium der Elektrotechnik anbot, fiel die Entscheidung auf Graz. Immerhin wusste ich bis dahin nur, dass es die Elektrotechnik werden sollte und noch nicht, welche Vertiefung mich am meisten ansprechen würde, wobei ich schon Präferenzen hatte. (Larissa)
- Es war mir wichtig, an einer Universität zu studieren, die in einer Student\*innenstadt liegt. Grundsätzlich ist der Studiengang in dieser Form ein-

zigartig, was die TU Graz zur optimalen Wahl macht. (Mathias)

- Grundsätzlich wegen des Studiengangs Information and Computer Engineering, aber auch, weil ich einmal in einer anderen Stadt leben wollte und auch einige Freunde nach Graz gingen. Da hat sich die TU Graz bestens angeboten. (Lukas L.)
- Da ich aus der Steiermark bin, war ein Studium in Graz naheliegend, aber der gute Ruf der TU Graz und die Tatsache, dass auch mein Vater hier schon Elektrotechnik studiert hat, haben die Entscheidung nur noch klarer gemacht. (Karin)
- Die Universität ist in der Nähe meines Heimatortes, gleichzeitig bietet sie die für mich interessanten Studiengänge an. (Hannes)

## Was gefällt dir an diesem Studium besonders?

- Das wohl Beste an dem Studium war, dass es eine Einführung in interdisziplinäre Gebiete gab, mit denen ich anfänglich keine Berührungspunkte hatte. (Larissa)
- Besonders gut gefällt mir die Abwechslung durch die Interdisziplinarität des Studiums. Neben den mathematischen Grundlagen lernt man die Grundlagen dreier technischer Fachbereiche, in denen man sich anschließend zusätzlich vertiefen kann. Diese Interdisziplinarität ist einzigartig und macht das Studium besonders. (Mathias)
- Der musikalische Teil. Das Studium ist zwar sehr technisch ausgerichtet, hat aber auch viele musikalische Kurse. Man benötigt also eine Begabung in diesem Bereich, da eine Aufnahmeprüfung bestanden werden muss. (Lukas U.)

- Besonders gefällt mir die Vielfalt des Studiums. Man bekommt im Bachelor-Studium sowohl in die Informatik als auch in die Elektrotechnik einen tiefen Einblick. Im Masterstudium kann man einen Bereich wählen, der einem am meisten zusagt und sich dann spezialisieren. (Lukas L.)
- Am liebsten mag ich die besondere Mischung aus Kunst und Technik und vor allem die Möglichkeit, wissenschaftliche und technische Aspekte der Musik besser kennenzulernen. (Katharina)
- Ich finde, das Studium hat viele tolle Aspekte, von speziellen Lehrveranstaltungen über die Menschen bis zu den Berufsaussichten. Mein liebster Teil ist und bleibt die Regelungstechnik. Sie hat das Studium für mich nicht nur noch interessanter, sondern auch lustiger gemacht. (Karin)
- Mir gefällt an diesem Studium das breit gefächerte Angebot mit den drei Spezialisierungsmodulen (Solar System Physics, Satellite Systems, Earth System from Space). Außerdem schätze ich die engagierten Lehrenden, insbesondere am Institut für Geodäsie. Hervorzuheben sind auch die Kooperationen mit führenden Institutionen wie dem Institut für Weltraumforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (IWF) und Joanneum Research. Das Studium ist englischsprachig und international ausgerichtet und es gibt ein interdisziplinäres Zusammentreffen verschiedener Studienrichtungen wie Physik, Geodäsie, Informatik und anderer Fachbereiche. (Jakob)
- Die Vielfältigkeit ist nicht nur die größte Stärke des Studiums, sondern auch seine Herausforderung. Selbst wenn ein Themenbereich nicht interessant erscheint, sind andere Lehrveranstaltungen so vielseitig, das ist also kein Pro-

blem. Gleichzeitig kann man sich zwischen vielen verschiedenen Masterstudien entscheiden. Auch bietet die Interdisziplinarität den Vorteil, vom Wissen aus einer Lehrveranstaltung in anderen Lehrveranstaltungen profitieren zu können. (Hannes)

## Was sind deine Ziele/Erwartungen?

- Während des Studiums ist es mein Ziel, mir in den drei Fachbereichen des Studiengangs ein fundiertes, breitgefächertes Wissen anzueignen. Die Tätigkeit im TU Graz Racing Team ermöglicht es mir, dieses Wissen praktisch anzuwenden und wertvolle Erfahrungen zu sammeln. Diese Kombination aus erlerntem Wissen und praktischer Anwendung bringt mich meinem Ziel – einer Karriere im Motorsport – näher. (Mathias)
- Mein Ziel ist es, in die Forschung zu gehen und dort hoffentlich wichtige Beiträge zu leisten. (Lukas L.)
- Wir leben in einer spannenden Zeit von KI und Fortschritt und ich will unbedingt ein Teil davon sein. Ich möchte nach dem Bachelor-Studium vor allem den „Master“ erfolgreich absolvieren, um mich noch weiter spezialisieren zu können. (Katharina)
- Meine wichtigsten Ziele sind fürs Erste einfach meine Studienzeit weiterhin zu genießen und mein Studium mit dem Master abzuschließen. Was danach kommt, ist für mich noch nicht fix, solange ich Freude dabei habe. (Karin)
- Ich möchte während meines Studiums Kontakte im Weltraumsektor knüpfen und meinen Master idealerweise im nächsten Jahr abschließen. Außerdem strebe ich an, an aktuellen For-



schungsprojekten teilzunehmen und mich auf relevante Fachgebiete, insbesondere im Modul „Earth System from Space“, zu spezialisieren. Ein weiteres Ziel ist die Weiterentwicklung meiner Forschungskompetenzen, um mich optimal auf eine Karriere in diesem Bereich vorzubereiten. (Jakob)

## **Machst du extra-curriculare Aktivitäten?**

- Neben dem Studium bin ich Mitglied im TU Graz Racing Team. (Mathias)
- Ich mische sehr gerne im Büro der ET-TI-STV mit und bin dementsprechend fast täglich sowohl mit höheren Semestern als auch mit Erstsemestrigen in Kontakt. (Katharina)
- Ich bin seit meinem ersten Semester Mitglied im Dynamobauzeichensaal und schon lange im Vorstand aktiv. Es war für mich die beste Entscheidung, die ich getroffen habe, da ich mit der Zeit immer deutlicher merke, wie viel Rückhalt ich habe und wie viel ich in der Gemeinschaft dazulernen kann. (Karin)

## **Arbeitest du nebenbei schon an der Universität oder bei einer Firma?**

- Neben dem Studium habe ich als Studienassistentin Lehrveranstaltungen betreut und bin derzeit Projektassistentin am Institut für Grundlagen und Theorie der Elektrotechnik (IGTE). (Larissa)
- Ich bin Projektmitarbeiter am Institut für Elektrische Messtechnik und Sensorik (EMS). (Lukas L.)

- Derzeit nicht, da ich mich gerade ausschließlich auf den Bachelor konzentrieren möchte. (Katharina)
- Seit meinem zweiten Semester arbeite ich an verschiedenen Instituten. Derzeit bin ich am Institut für Regelungs- und Automatisierungstechnik als Studentische Mitarbeiterin angestellt und mit dieser Entscheidung sehr glücklich. Hier stimmen für mich Fachgebiet und Arbeitsumfeld perfekt. (Karin)
- Ja, ich bin Projektmitarbeiter am Institut für Geodäsie, arbeite zehn Stunden pro Woche und beschäftige mich mit Hintergrundmodellen von Schwerefeldsatellitenmissionen. (Jakob)







Verlag der Technischen Universität Graz

[www.tugraz-verlag.at](http://www.tugraz-verlag.at)

ISBN 978-3-99161-028-1