

## Was ist Informationstechnologie und Elektrotechnik?

Absolventen des Departements arbeiten heute in allen Bereichen unserer modernen Informationsgesellschaft. Schlagworte wie das Internet und das Mobiltelefon, Kommunikations- und Navigationssatelliten, Hochleistungsrechner, Kraftwerke und Hochspannungsnetze, erneuerbare Energien und Roboter - in all diesen Gebieten waren es Elektroingenieure, die Forschung, Entwicklung und Produktion in verantwortungsvollen Positionen innovativ mitgeprägt haben. Die Berufsaussichten sind hervorragend, da sowohl in der Schweiz wie auch in Westeuropa und USA ein akuter Mangel an qualifizierten Elektroingenieuren herrscht.

Von der Erzeugung der Energie in Kraftwerken und der Verteilung in Hochspannungsnetzen bis hin zum Endverbraucher mit dem PC im Haushalt oder Büro ist es die Elektrotechnik, die unser tägliches Leben in zumeist angenehmer Weise beeinflusst. Die Elektrotechnik ist damit zu einem enorm breiten Gebiet geworden, überspannt sie doch alle Aspekte der Informationsverarbeitung und Energieerzeugung und Energieverteilung.

Ihre Kerngebiete sind die Elektronik (mit Mikroelektronik, Optoelektronik und Leistungselektronik), die Kommunikationstechnik, die Automatik, die Bildverarbeitung) und die Energietechnik.

### Elektronik – Arbeiten mit 25 Grössenordnungen

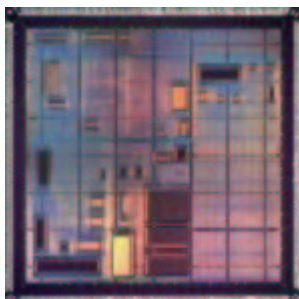
Seit über 40 Jahren prägt die Elektronik die Entwicklung in der Informationstechnik. Das Handy, das Internet, Satellitenkommunikation, der PC, Solarzellen oder der Herzschrittmacher sind ohne elektronische Bauelemente wie Mikroprozessoren, Speicher, Verstärker nicht vorstellbar.

#### Faszination durch extreme Dimensionen

Ultrakurze Lichtimpulse mit einer Pulsdauer kleiner einer Picosekunde ( $1 \text{ ps} = 10^{-12} \text{ s}$ ) sind notwendig, um Datenraten von einigen Terabits ( $1 \text{ Tb/s} = 10^{12} \text{ Bits/s}$ ) über eine Glasfaser zu übertragen. Dazu entwickeln wir Bauelemente mit Strukturen im Nanometerbereich ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ), die hochfrequente Signale von mehreren hundert Gigahertz ( $1 \text{ GHz} = 10^9 \text{ Hz}$ ) verstärken. Elektronische Leistungsschalter dirigieren in der elektrischen Energieverteilung Tausende Ampere ( $10^3 \text{ A}$ ), in der Biomedizin messen wir kleinste Hirnströme von einigen Femto-Ampere ( $1 \text{ fA} = 10^{-15} \text{ A}$ ). Mehrere Millionen Transistoren auf einem fingernagelgrossen Siliziumplättchen lassen wir exakt zusammenarbeiten, um die Datenströme an den Kreuzungspunkten des Internets in die richtigen Kanäle zu schicken.



Verstärker für Datensignale bis 70 Gigabit/s  
(entworfen am Departement Elektrotechnik)



Telecom ASIC für die Verkopplung von schnellen Datenströmen mit 4 Millionen Transistoren auf  $144 \text{ mm}^2$  (entworfen am Departement Elektrotechnik)

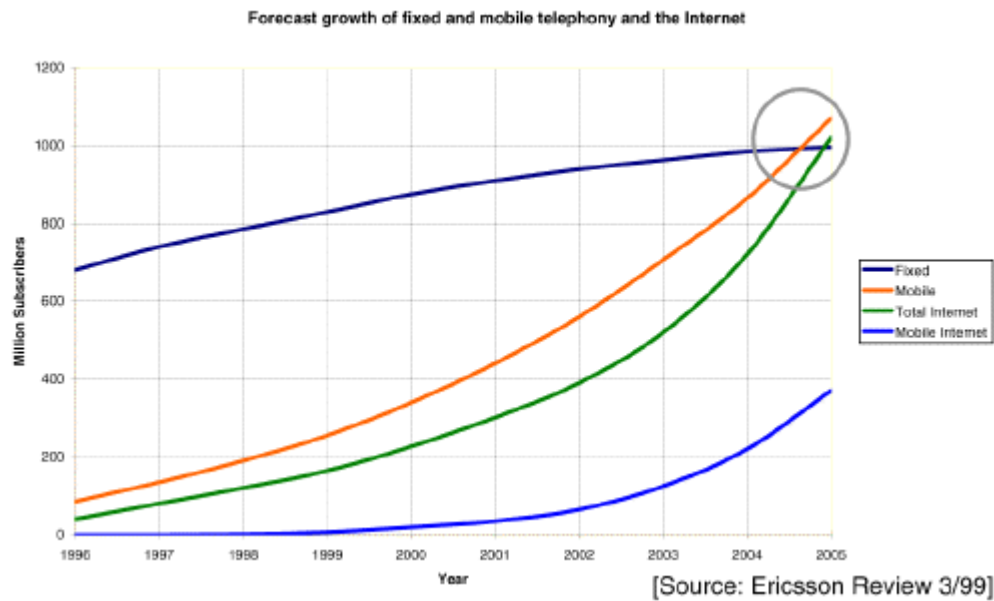
Die physikalischen Leistungsgrenzen der Elektronik sind bei weitem noch nicht ausgeschöpft. Der Mikroprozessor der Zukunft wird aus mehr als einer Milliarde Transistoren bestehen. Die Speicherdichte erhöht sich soweit, dass mehrere Spielfilme auf einem Siliziumplättchen abzuspeichern sind. Wenn es uns gelingt, in der Nanowelt einzelne Atome präzise zu positionieren, erschliessen sich Bauelemente mit neuartigen Eigenschaften.

In dem neuen Reinraumzentrum der ETH, dem FIRST-Lab werden wir dafür neue Materialien und Strukturen für photonische Kommunikationssysteme erforschen.

Die Biomedizin und die Mobilkommunikation verlangen nach stärkerer Miniaturisierung bei erweitertem Leistungsspektrum: die NOEMS-Technologie, opto-elektro-mechanische Systeme mit Nanometerdimensionen eröffnen ein unübersehbares Spektrum von Möglichkeiten, komplette Systeme mit Sensorik und Elektronik auf einem Chip zu integrieren.

## Kommunikationstechnik

Die rasanten Fortschritte in der Übertragungstechnik, Signalverarbeitung und Computertechnik haben zur Entstehung der heutigen Informationsgesellschaft geführt. Innerhalb der nächsten fünf Jahre werden die mobilen Telefon- und Internet-Benützer die Zahl der fest installierten Telefonhauptanschlüsse bei etwa einer Milliarde Teilnehmer erreicht haben. Das resultierende, riesige Verkehrsaufkommen kann nur deshalb bewältigt werden, weil interkontinentale "Datenautobahnen" und nationale Fernnetze existieren, deren hohe Übertragungskapazität auf faseroptischer Übertragungstechnik basiert. Der Zugriff der Teilnehmer erfolgt über immer leistungsfähigere lokale Netze. Diese globale Transportstruktur stellt auch die Plattform für den extrem rasch expandierenden zellularen Mobilfunk dar, der in zunehmendem Mass nicht nur Sprachdienste, sondern schnelle Datenübertragung, z.B. für Videophonie und Multimedia, sowie Zugriff auf das Internet anbietet. Das weltweite Kommunikationsnetzwerk wird ergänzt durch Satellitensysteme für die Übertragung von Fernsehsignalen, für die Navigation und für mobile Dienste in abgelegenen Zonen und in Entwicklungsländern.



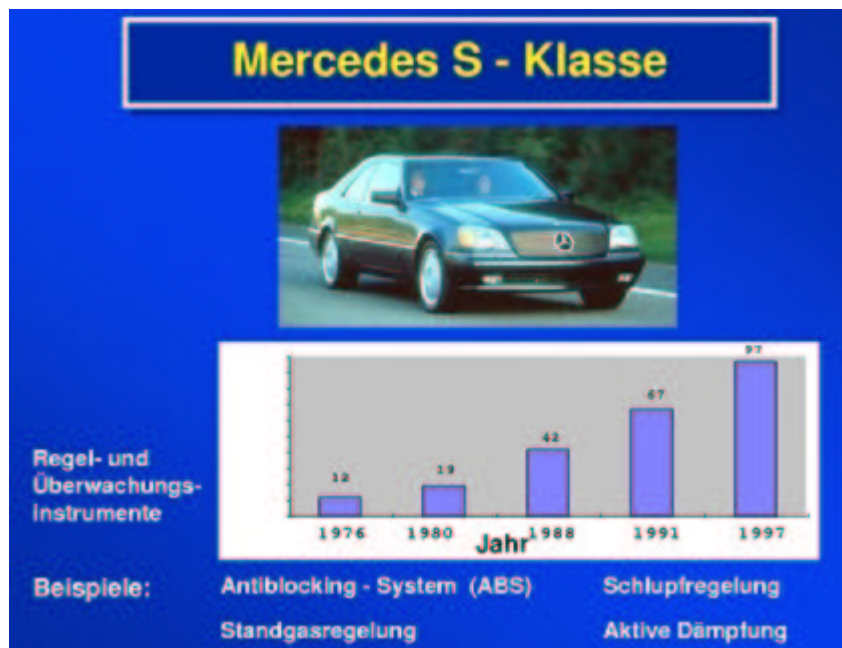
Die Kommunikationstechnik ist ein sich rasch entwickelndes zentrales Gebiet der Elektrotechnik. Eine grosse Zahl weltweit aktiver Hersteller von Telekommunikationsausrüstungen, Netzwerkbetreiber und Diensteanbieter erzeugen einen Umsatz von über eine Billion US Dollars pro Jahr bei einer Zuwachsrate von 6%. Deshalb ergibt sich eine stetig wachsende Nachfrage nach Kommunikationsingenieuren, die sich mit Forschung und Entwicklung in Hardware und Software, aber auch mit der Konzeption neuer Dienste und Systemapplikationen befassen.

## Automatik

Die Automatik ist ein sehr aktives und erfolgreiches Gebiet, das praktisch jeden Aspekt unseres täglichen Lebens beeinflusst. Eine Kombination aus technologischem Fortschritt, ökonomischen Zwängen und Entwicklungen in der Forschung haben der Regelungstechnik eine Schlüsselposition innerhalb der Technik verschafft. Dabei sind die Anwendungen, die wir bisher kennen, wie schnelle und preiswerte Computerlaufwerke, aktive Dämpfung der Radaufhängungen von Fahrzeugen, durch Computer gesteuerte Flugzeuge, in hohem Grade komplexe Produktionsanlagen und (un)bemannte Raumschiffe, nur der Anfang dieser Entwicklung.

Mehr und mehr beruhen Systeme zu einem wesentlichen Teil auf hochentwickelten Regelungen. Deshalb wird nicht nur mehr vom Regler gefordert, auch die Anforderungen an den Regelungsingenieur während der Systementwicklung steigen.

In den letzten zwanzig Jahren ist das Gebiet der Regelungstechnik zwar mathematischer geworden, gleichzeitig aber auch anwendbarer, da ein bisher beispielloser Theorietransfer in die Praxis stattgefunden hat. Ein Beispiel hierfür ist die chemische Industrie: Dort ermöglicht "Model Predictive Control" mittlerweile die Regelung grosser, aus vielen Ein- und Ausgängen bestehender Systeme, was noch vor zehn Jahren unvorstellbar war. 1976 besaßen gängige Luxusautomobile etwa ein Dutzend Regler, 1988 schon 50 und Ende der Neunziger Jahre erreichte ihre Zahl fast 100.



## Elektrische Energietechnik

Die elektrische Energietechnik umfasst die Gebiete:

- Erzeugung von elektrischer Energie
- Transport und Verteilung der elektrischen Energie
- Nutzung der Energie in Industrie, Verkehr und Haustechnik
- Zwischenspeicherung und Nutzungsoptimierung der elektrischen Energie

Die Energietechnik steht vor einem markanten Umbruch. Der Elektrizitätsmarkt öffnet sich und erfordert neue Funktionalitäten. Technologische Innovationen sollen diese Marktveränderungen ermöglichen. Zentral stehen dabei die Fragen der Wirtschaftlichkeit, der Umwelteinflüsse, sowie der Automatisierung durch Einsatz von "intelligenten" Komponenten.



Solaranlage auf dem Mont Soleil (Schweiz)

Bei der **Erzeugung elektrischer Energie** sind es

- bessere und trotzdem sichere Ausnutzung bestehender Kraftwerke
- sukzessive Substitution durch erneuerbare Energiequellen (Sonne, Wind, Wasser,...)
- bessere Ausnutzung konventioneller Primär-Energie-Quellen (z.B. dadurch Brennstoffzellen)
- Nutzung der Supraleitung

Bei **Transport und Verteilung der Energie** rufen weltweite Liberalisierung des elektrischen Energiemarktes und die Schwierigkeiten beim Bau neuer Kraftwerke und Leitungen nach ganz neuen technischen Konzepten und Lösungen:

- erheblich verfeinerte Lastflussregelung (z.B. FACTS (Flexible AC Transmission Systems))
- bessere Ausnutzung bestehender Netze (z.B. Kompensation und Vermeidung von Blindströmen)
- Schutz sensibler Verbraucher vor Netzverzerrungen und Netzfehlern (Verbraucherspezifische "Power Quality")
- Schutz des Netzes vor "Schmutzigen Verbrauchern (z.B. "Current restorer")
- Für alternative Übertragungsarten (z.B. unterirdisch, Hochspannungsgleichstrom)

Bei der **Nutzung der Elektrischen Energie** ist das Innovationspotential besonders vielfältig. In der Industrie ist das Ziel die Entwicklung innovativer Antriebe:

- Energiesparen
- Automatisierung auf breiter Ebene (Mechatronik)
- Komfortsteigerung auf verschiedensten Gebieten

im **Verkehr** muss man davon ausgehen, dass

- neben der Zunahme des schienengebundenen Verkehrs mit elektrischen Triebfahrzeugen die Magnetschwebbahnen zum Zuge kommen werden
- beim öffentlichen Strassenverkehr und Privatfahrzeugen ein Durchbruch für den Elektroantrieb (kombiniert mit Brennstoffzelle und "supercapacitor") erfolgen wird.

In der **Haus- und Gebäudetechnik** wird

- ein optimiertes Energiemanagement zwischen Energieerzeugung, Bezug, Rückspeisung, Speicherung und Verbrauch zur rationellen Energienutzung beitragen.

Noch immer ist die **Speicherung der elektrischen Energie** ein ganz unbefriedigend gelöstes Problem (so z.B. bei der Solar-energie-Nutzung).

- Ansätze dazu werden gesucht bei den Batterien, supraleitenden Spulen, "super-capacitors" und grossen kinetischen Energiespeichern.