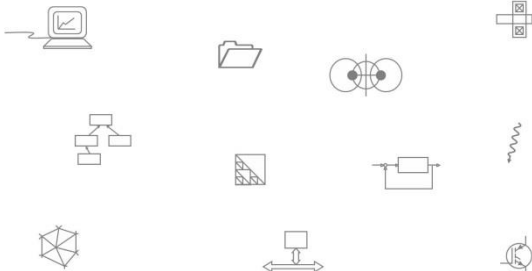


# Was Bachelor Elektrotechnik können sollten

## *Eine Checkliste für Studierende*

Liebe Studierende!

Der Fachbereichstag Elektrotechnik und Informationstechnik (FBTEI) hat 2007 und 2012 seine Professorinnen und Professoren gefragt: Was müssen alle Bachelor in diesem Fach an Grundlagen können?



Ziel dieser Befragung war herauszufinden, welche Kenntnisse und Fertigkeiten aktuell den Kern unseres Berufs bilden. Wir wollten mit dieser Aufstellung außerdem erreichen, dass Studierende und Unternehmen sicher sein können, dass tatsächlich das richtige Wissen vermittelt wird. Als Vertreter der Hochschulen für Angewandte Wissenschaften (HAW, FH) hat der FBTEI dabei eine ganz klare Sichtweise: Der Bachelor-Abschluss soll zum Beruf qualifizieren.

Wir konnten und wollten nicht das ganze Studium erfassen. **Durch die Beschränkung auf grundlegende Themen sowie 90 Credits haben die Lehrenden immer noch die nötigen Freiheiten, um selbst Akzente setzen zu können und ihrer Hochschule ein besonderes Profil zu geben.** Darum konnten wir auch nur eine Empfehlung für die gemeinsamen Grundlagen geben.

Bisher haben sich mehr als 400 Professorinnen und Professoren vor allem der Fachhochschulen unserer Abstimmung angeschlossen. Wir glauben allerdings, dass in diesem Punkt die Einigkeit zwischen den Hochschultypen BA, Uni und FH sehr groß ist. Wenn Sie also dieses Heft in die Hand nehmen und an einer Universität Elektrotechnik /Informationstechnik studieren, lassen Sie uns wissen, welche Erfahrungen Sie gemacht haben.

Berlin, im Oktober 2013

*Harald Jacques*

*Michael Berger*

Vorstand FBTEI e.V.

# Kompetenzen

Die Fachwelt ist sich nicht einig, ob man Kompetenzen überhaupt messen kann. Das macht die Sache mit den Grundlagenkenntnissen nicht einfacher. Wenn man nämlich Kenntnisse beschreiben will, reicht keine Überschrift, sondern man muss ins Detail gehen.

Nach einigen Diskussionen haben wir Ihre Kenntnisse in vier Stufen eingeteilt:

## 1. Kennen:

Reproduzieren und Einordnen von Begriffen, Verfahren, Strukturen und Konventionen aus dem Themenkreis

## 2. Verstehen

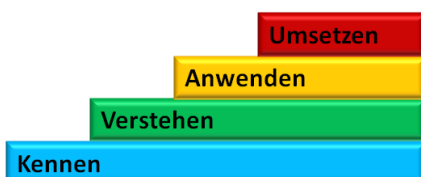
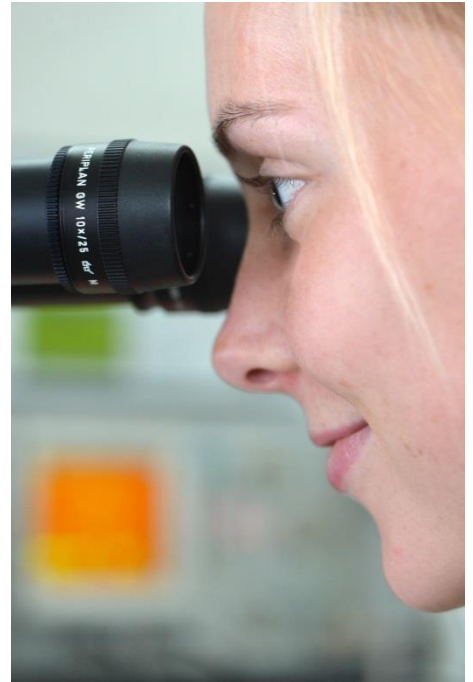
Reproduzierende Lösung gleicher oder ähnlicher Aufgabenstellungen; selbstverständlicher Umgang mit Konventionen und Begriffen

## 3. Anwenden

Lösen konkreter Probleme aus dem engeren Themenkreis; Umkehrung von Aufgabenstellungen, Bilden von Analogien

## 4. Umsetzen

Lösen auch allgemeiner technischer Aufgabenstellungen mithilfe des Erlernenen; routinierter Einsatz und kritisches Beurteilen von Kenntnissen, Verfahren und Methoden



Bei diesen Stufen gehen wir also davon aus, dass Sie (Stufe 1) etwas schon mal gehört haben und ihrem Fach zuordnen können, (Stufe 2) Routineaufgaben erledigen können, (Stufe 3) Probleme ihres Fachs als Sachbearbeiter lösen können oder (Stufe 4) im Berufsalltag ein Problem als das ihre identifizieren und in einem Team vollwertig für dessen Erledigung sorgen können.

## Kerngeschäft

Auf der Ebene „Umsetzen“ finden sich entsprechend der Definition die Themen, die Brot und Butter im täglichen Berufsleben sein sollten – zumindest als Grundlage.

Die Professorinnen und Professoren hatten die Gelegenheit, die genannten Themenbereiche auch in andere Ebenen einzuordnen. Darum gibt es Punkte, bei denen große und bei denen weniger Einigkeit besteht.

Die Hitliste wird angeführt – welche Überraschung – von der Gleich- und Wechselstromlehre, gleich gefolgt von der periodischen Anregung, einer höheren Programmiersprache und der Messung elektrischer Größen.

Etwas weniger Aufwand kann für die Netzwerksimulation, die Grundlagen der Statistik und Betriebssysteme spendiert werden.

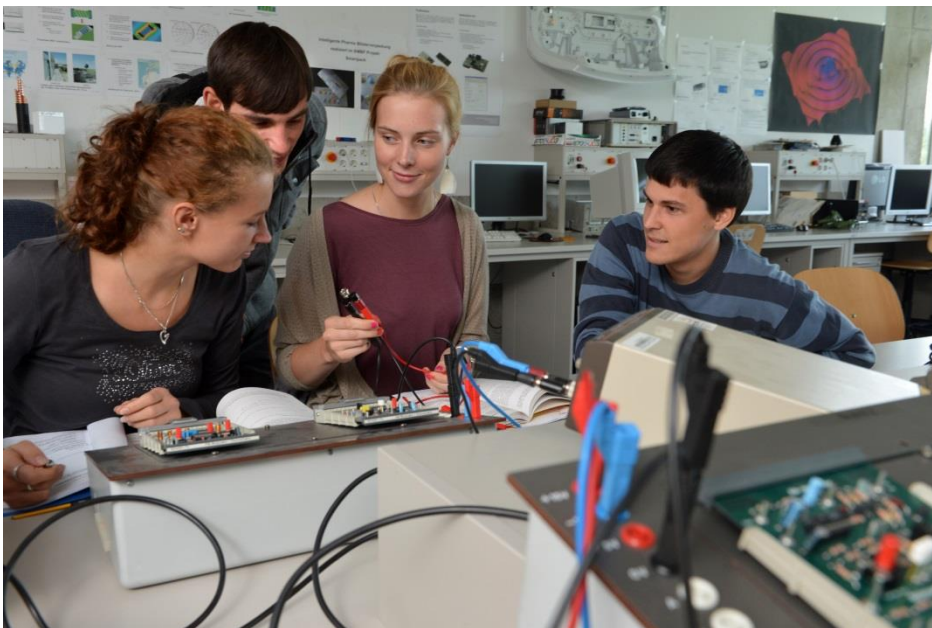
<b>Thema Mathematik</b>
Lösung linearer Gleichungssysteme
Differentialrechnung (Kurvendiskussion, Steigung, Krümmung)
Integralrechnung (Grundfunktionen, Fläche und Volumen)
Taylor-Reihenentwicklung
Grundlagen Statistik (Verteilungen, Momente, Korrelation)
<b>Thema Physik</b>
Einheiten und Umrechnungen
<b>Thema Grundlagen</b>
Gleichstromlehre (Kirchhoff, Quellen, Teiler, Brücken)
Wechselstromlehre (kompl. Rechnung, Zeiger, Schwingkreis, Leistung)
Periodische Anregung (Superposition, Fourier, Leistung)
Nichtperiodische Vorgänge (DGLn, Laplace, Schaltvorgänge)
Messung elektr. Größen (I, U, P, U(t), Fehler, Messschaltungen)
Netzwerksimulation (Verfahren, Programme)
<b>Thema Schaltungen</b>
Beschaltung Operationsverstärker (Schaltungen, Stabilität, Grenzen)
Grundlegende zeitkontinuierliche Filter
Digitale Messgeräte (Aufbau, Schaltungen, Software)
Digital-Blöcke (Gatter, Flipflops, Schaltnetze, Schaltwerke)
<b>Thema Informatik</b>
Information und Codierung (Zahlen, Zeichen, Bit, Codes)
Boolesche Funktionen und Algebra
Höhere Programmiersprache
Betriebssysteme (Struktur, Funktion, Bedienung)
<b>Thema Systeme</b>
Dynamische Systeme ( $s$ , $t$ , $j\omega$ , Linearisierung, 2. Ordn., Totzeit)
Grundlegende Regelkreise (Struktur, PID, Entwurfsverfahren)
Grundlagen Nachrichtentechnik (Signale, Verzerrung, Modulation)
Grundlagen digitaler Signalverarbeitung ( $z$ , Abtastung, Filter)

## Substanz

Auf der Ebene „Anwenden“ finden sich entsprechend der Definition die Themen, die Sie vielleicht noch einmal kurz nachlesen müssten, um dann aber doch wieder zu Hause zu sein.

Auch hier gibt es wieder Spitzenreiter mit dem Thema Vektoren und dem Umgang mit Messgeräten. Nachzügler sind in dieser Rubrik Platinenentwurf und Web-Anwendungen, die aber natürlich noch immer sehr wichtig bleiben.

<b>Thema Mathematik</b>
Vektoren (Gerade, Ebene, Skalarprodukt, Vektorprodukt)
Matrizenrechnung (Multiplikation, Inversion, Begriffe)
Durchführen von Laplace- und Fourier-(Rück-)Transformationen
<b>Thema Grundlagen</b>
Langsame EM-Felder (Induktion, Generator)
Schnelle EM-Felder (Wellen)
Zweitore (Matrizen, Streuparameter, Betriebsparameter)
Umgang mit Messgeräten (Osz., Logic-, Spectrum-, Network-Analyser)
<b>Thema Schaltungen</b>
Mikroprozessoren/Controller (Aufbau, Schnittstellen, Programmier.)
Entwurf digitaler Systeme (HDL, Synthese, Verifikation)
Praktischer Platinen-Entwurf (Layout, Fertigung, Aufbau)
<b>Thema Informatik</b>
Grundl. Informatik (Automaten, Grammatik, Datenstrukturen)
Kernelemente objektorientierter Programmierung
Web-Anwendungen (Funktionsweise, Programmierung)
Methoden SW-Engineering (Konventionen, Schritte, Management)



## Gute Bekannte

Auf der Ebene „Verstehen“ finden sich eine ganze Reihe von Themen, über die man im Studium das eine oder andere Mal eine Weile nachdenken musste, bevor die Funktion, der Sinn und das Einordnen in das Umfeld gelingen wollte.

Die Auflistung umfasst ja *nicht* die Themen, die in den höheren Semestern gelehrt werden. Darum wird man ihnen möglicherweise noch einmal in Vertiefungsfächern begegnen. Aber das gilt dann nur für einen Teil der Studierenden.

Außerdem sind auch Themen dabei, die man zwar verstanden haben muss, die dann aber nicht tägliche Praxis sind.

Die Auflistung ist sehr umfangreich. Deshalb geht es auf der nächsten Seite weiter.

<b>Thema Mathematik</b>
Mengen, Zahlenräume und Operationen (reell, komplex)
Grundfunktionen (Polynom, log, exp, trigonometrisch)
Fourier-Reihenentwicklung
Gewöhnliche DGLn (lineare Systeme, Eigenwert)
Numerische Verfahren (Newton, Integration)
Funktionen im Raum (grad, Linien- und Oberflächenintegral)
<b>Thema Physik</b>
Mechanik-Grundbegriffe (v, a, m, F, p, W, Drehmoment)
Mechanik starrer Körper (Schwerpunkt, Trägheitsmoment)
Wärmelehre (Temperatur, Leitung, Kapazität, Strahlung)
Atombau (Bohr, Radioaktivität, Linienspektren)
Halbleiterphysik (Bänder, Transportmechanismen)
<b>Thema Werkstoffe</b>
Chemische Grundbegriffe (pH, Element, Stöchiometrie)
<b>Thema Grundlagen</b>
Elektrostatik (Ladung, Feld, Potential, C)
Stationäres Strömungsfeld (Strom/-dichte, R, Ohmsches Gesetz)
Stationäres Magnetfeld (Magnete, Feld, Analogien, L)
Netzwerkanalyse (Maschenstrom, Knotenpotenzial, Theoreme)
<b>Thema Bauelemente</b>
pn-Übergang / Dioden (Funktion, Einsatzbeispiele)
Bipolartransistor (Funktion, Gleichstrom- und Kleinsignalmodelle)
MOS-Transistor (Funktion, Gleichstrom- und Kleinsignalmodelle)
IGBT (Funktion, Anwendung)
Halbleiterspeicher (Funktion, Einsatzbeispiele)
Thermisches Verhalten (Zth)
Ausfallverhalten (Ursachen, Statistik)
Rauschen (Ursachen, Kennzahlen, Umgang bei Berechnungen)

## Mehr gute Bekannte

Bei den Themen Strömungsfeld, Netzwerkanalyse und Elektrostatik war man sich auf dieser Ebene wieder weitgehend einig, während sich bei Atombau und chemischen Grundbegriffen schon die Geister schieden.

<b>Thema Leistung / Motoren</b>
Dreiphasennetz (Berechnung, Normen, Hausanschluss)
Sicherheit und Schutzeinrichtungen im Elektro-Bereich
Transformator (Grundfunktion, Kenngrößen)
Gleichstrommaschine (Grundfunktion, Kenngrößen)
Synchronmaschine (Grundfunktion, Kenngrößen)
Asynchronmaschine (Grundfunktion, Kenngrößen)
<b>Thema Schaltungen</b>
Aufbau Transistorverstärker (MOS/BJT, Leistungsverstärker, OP)
Digitale CMOS-Baugruppen (Logik, Speicher)
Grundlagen programmierbarer Logik (CPLD, FPGA)
<b>Thema Informatik</b>
Algorithmen (Sort & Search, Berechenbarkeit, Komplexität)
Internet (Protokolle, Domains, Dienste, HTML)
Mobile Anwendungen
<b>Thema Systeme</b>
Simulation dynamischer Systeme (Verfahren, Programme)
Grdl. Kommunikationstechnik (OSI, Struktur&Netze, Verfahren)
Einführung Leitungen (Kenngrößen, Reflexion, Dämpfung)
Rechnernetze (Aufbau und Funktion)



## Nice to know!

In der Ebene 4 „Kennen“ finden sich solche Themen, bei denen es bei Elektroingenier(inn)en „klingeln“ sollte. Ja, das gehört auch irgendwie zu meinem Fach, aber steht nicht so im Vordergrund oder ist vielleicht nicht so aktuell. Aber Vorsicht: Mancher Totgesagte ist plötzlich wieder quicklebendig – siehe Batterien.

Hier finden sich außerdem einige Themen die man braucht, wenn man mit den Kolleg(inn)en anderer Fächer zusammenarbeiten will oder die in der zweiten Runde (Master) noch angesprochen werden können.

Für wichtig werden auf dieser Stufe die passiven Bauelemente und die Werkstoffe gehalten, für eher unwichtig die deformierbaren Festkörper und die Quantenmechanik.

<b>Thema Mathematik</b>
Numerische Lösung partieller DGLn (Verfahren)
<b>Thema Physik</b>
Deformierbare Festkörper (Dehnung, Scherung, E-Modul)
Kinetische Gastheorie (Zustandsgleichung, Maxwell-Boltzmann)
Akustik (Schwingungen, Schallwellen, Tonerzeugung)
Strahlenoptik (Brechung, Linsen, Spektrum)
Wellenoptik (Interferenz, dünne Schichten, Strahlungsarten)
Quantenmechanik (Dualismus, Schrödinger-Gl., Unschärfe)
<b>Thema Werkstoffe</b>
Mechanische Werkstoffe (Kristalle, Gläser, Kunststoffe)
Werkstoffe der Elektrotechnik (Leiter, Halbleiter, Isolator)
<b>Thema Grundlagen</b>
Feldsimulation (Verfahren, Programme)
<b>Thema Bauelemente</b>
Aufbau & reale Eigenschaften passiver Bauelemente (R, L, C)
Leistungsbaulemente (Funktion, Einsatzbeispiele)
Optoelektronische Bauelemente (Funktion, Einsatz)
Displays und Panels (Funktion, Einsatzbeispiele)
Lichtwellenleiter (Aufbau, Kenndaten, Einsatzbeispiele)
Mikroelektromechanische Systeme (Fertigung, Beispiele)
Batterien und Akkumulatoren (Grundfunktion, Kenngrößen)
<b>Thema Leistung / Motoren</b>
Linearmotor (Grundfunktion, Kenngrößen)
Energieversorgung (Ressourcen, Kraftwerke, Netze)
<b>Thema Schaltungen</b>
Bipolar-Logikschaltungen

Download  
unter  
[www.fbtei.de](http://www.fbtei.de)

## Lücken

Sie sind nach der Lektüre der vorangegangenen Seiten von einer Ohnmacht in die andere gefallen? Nur die Ruhe!

Zunächst mal: Wenn Sie erst im 3. Semester sind, haben Sie noch gute Chancen, dass die Themen wiederholt und eingeübt werden und Sie so die höheren Kompetenzstufen erklimmen. Wenn allerdings schon das 6. Semester grüßt, wird es langsam Zeit.

Weiterhin: Das Curriculum ist nur eine Empfehlung. Deshalb kann es schon sein, dass Hochschulen auch deutlich davon abweichen und ihre Akzente auf andere Themen legen. Wenn beispielsweise eine enge Zusammenarbeit mit Unternehmen besteht, wird man sich – zum Beispiel, um Ihre Berufschancen vor Ort zu verbessern – an deren Bedarfen orientieren.

Wenn Sie trotzdem ein ungutes Gefühl beschleicht, können Sie etwas dagegen tun:

- Sprechen Sie zunächst mit Mit-Studierenden, ob sie die Lücke auch als wesentlich empfinden und wodurch sie entsteht (z.B. Studienplan, fehlende Voraussetzungen, unzureichende Vermittlung, zu wenig Übung).
- Klären Sie dann mit dem Dekanat, wieso diese Lücke auftritt. Ist es Absicht oder Versehen der Hochschule, dann verhandeln Sie ggf. um ein Zusatzfach. Ist es unzureichende Vermittlung, sollte das Dekanat das sowieso wissen und wird dann auch Gegenmaßnahmen einleiten.

- Wenn alle Stricke reißen: Wozu gibt es Bücher und das Internet? Bilden Sie notfalls eine kleine Übungsgruppe, in der Sie sich den Stoff gemeinsam erarbeiten. Fragen Sie auch, ob Sie vielleicht mal ein Labor nutzen können.

- Es gibt auch noch eine Lücke, auf die wir bisher hier nicht eingegangen sind: die sogenannten „soft skills“ oder nicht-fachlichen Zusatzkompetenzen wie z.B. Sprachkenntnisse, Betriebswirtschaft, Teamarbeit, Projektmanagement oder Vortragstechniken.

Um es kurz zu sagen: Diese Themen sind nur deshalb bisher nicht aufgetaucht, weil sie nicht in die Kernkompetenz der befragten Kolleginnen und Kollegen gehört. Es ist aber Bestandteil der Empfehlung des FBTEI, dass diese Kenntnisse und Fertigkeiten in angemessenem Umfang natürlich zu einem guten Technikstudium gehören.

- Und nun?

Gutes Gelingen und viel Freude in einem „spannenden“ Studium.

***Fragen? Anregungen? Siehe Impressum***

### Impressum

Redaktion: Michael Berger, c/o FH Westküste  
25746 Heide/Holstein (berger@fh-westkueste.de)

Verantwortlich: Harald Jacques, c/o FH Düsseldorf,  
Fachbereich Elektrotechnik, Josef-Gockeln-Straße 9  
40474 Düsseldorf

Telefon: 0211-4351-310, E-Mail: fbtei@fh-duesseldorf.de  
www.fbtei.de

Fotos: FH Westküste