

ELEKTROTECHNIK

HÖHERE TECHNISCHE LEHRANSTALT

13. Schulstufe

Bildungsstandards in der Berufsbildung

Version: November 2008

Arbeitsgruppe:

Koordination:

AV DI Hermann Binder, HTBLVA St. Pölten

Mitglieder:

DI Dr. Bertram Bodner, HTBLA Salzburg

AV DI Wolfgang Eder, HTBLA Salzburg

AV DI Günter Frankl, HTBLA Klagenfurt-Lastenstraße

DI Robert Fuchs, HTBLA Salzburg

DI Peter Grengl, HTBLA Klagenfurt-Lastenstraße

AV DI Hans Hudovernik, HTBLVA Innsbruck-Anichstraße

DI Dr. Markus Lampersberger, HTBLA Klagenfurt-Lastenstraße

AV DI Reinhard Mayr, HTBLA Wels

DI Zsolt Nagy, HTBLA Wels

DI Gunter Speer, HTBLVA St. Pölten

DI Josef Strohmüller, HTBLVA St. Pölten

DI Martin Weigl, HTBLA Wels

DI Harald Wesenjak, HTBLVA Innsbruck-Anichstraße

DI Norbert Wörle, HTBLVA Innsbruck-Anichstraße

VORWORT DER STEUERGRUPPE	5
HÖHERE TECHNISCHE LEHRANSTALTEN	9
1.1 Bildungsziel	9
1.2 Bildungsinhalte	9
1.3 Abschluss.....	9
1.4 Anerkennung facheinschlägiger Kenntnisse	9
1.4.1 Gewerbliche Berechtigungen.....	10
1.4.2 Ingenieurtitel.....	10
DIE HÖHERE LEHRANSTALT FÜR ELEKTROTECHNIK	11
1.5 Ausbildungsschwerpunkte.....	11
1.5.1 Energietechnik und Industrielle Elektronik	11
1.5.2 Regelungstechnik	11
1.5.3 Informationstechnik.....	11
1.6 Berufsbild.....	11
DER BILDUNGSSTANDARD ELEKTROTECHNIK.....	12
DAS KOMPETENZMODELL	13
1.7 Inhaltsachse	16
1.7.1 Energietechnik	16
1.7.2 Automatisierungstechnik	16
1.7.3 Antriebstechnik.....	16
1.7.4 Industrielle Elektronik	17
1.7.5 Fachbezogene Informationstechnik	17
1.8 Handlungsachse.....	17
1.8.1 Wiedergeben	17
1.8.2 Verstehen	18
1.8.3 Anwenden	18
1.8.4 Analysieren (Interpretieren)	19
1.8.5 Ausführen (Entwickeln)	19
DESKRIPTOREN.....	20
1.9 Deskriptoren für den Kernbereich	21
1.9.1 Inhaltsbereich Energietechnik	21
1.9.2 Inhaltsbereich Automatisierungstechnik.....	22
1.9.3 Inhaltsbereich Antriebstechnik	22
1.9.4 Inhaltsbereich industrielle Elektronik.....	22
1.9.5 Inhaltsbereich Informationstechnik	23
1.10 Deskriptoren des Ausbildungsschwerpunkts Energietechnik und industrielle Elektronik.....	23
1.11 Deskriptoren des Ausbildungsschwerpunkts Regelungstechnik.....	24
1.12 Deskriptoren des Ausbildungsschwerpunkts Informationstechnik	25

UNTERRICHTSBEISPIELE	25
1.13 Energietechnik - Elektrotechnische Vorschriften.....	26
1.13.1	27
1.14 Energietechnik - Kurzschlussstromberechnung.....	27
1.15	29
1.16 Automatisierungstechnik - Übertragungsfunktion und Sprungantwort von Systemen.....	29
1.17 Antriebstechnik - Asynchronmotor, Typenschild	32
1.18 Antriebstechnik - Antriebssystem.....	34
1.19 Industrielle Elektronik – Transistor als Schalter	36
1.20 Informationstechnik - Realisieren einer einfachen Hardwareschaltung.....	39

Vorwort der Steuergruppe

Vielfalt und Qualität der Berufsbildung

Die Bildungssysteme in den Mitgliedstaaten der EU weisen vor allem im Bereich der Berufsbildung eine beachtliche Bandbreite auf, die auch ein Erfolgsfaktor für eine immer mehr von innovativen Produkten und Leistungen geprägten Wirtschaft ist. Die Vielfalt der Bildungswege fördert unterschiedliche Denk- und Handlungsansätze und schafft ein Potenzial an Qualifikationen, das zu originellen Problemlösungen befähigt. Dieses Potenzial kann am europäischen Bildungs- und Arbeitsmarkt aber nur wirksam werden, wenn die vielfältigen Qualifikationen transparent gemacht und ihrem Wert entsprechend anerkannt werden. Die Anerkennung und Verwertbarkeit erworbener Qualifikationen beruht zu einem wesentlichen Teil auf dem Vertrauen in die Qualität der einzelnen Bildungsanbieter. Das Bekenntnis zu einer nachhaltigen Sicherung und Weiterentwicklung der Qualität von Bildungsprozessen, die im Besonderen eine transparente Darstellung von Lernergebnissen einschließt, steht daher auch im Mittelpunkt der großen bildungspolitischen Themen der Gegenwart, wie der Schaffung eines *Nationalen* und *Europäischen Qualifikationsrahmens* (NQR bzw. EQR) sowie eines *Europäischen Leistungspunktesystems* (ECVET)¹.

Das Kompetenzmodell

Es gehört zur guten Praxis in der Entwicklung von Bildungsstandards, von einem überschaubaren Kompetenzbegriff aus zu gehen. Zu diesem Zweck wird der im Allgemeinen ziemlich komplexe Kompetenzbegriff über ein sogenanntes Kompetenzmodell auf Grunddimensionen zurückgeführt. Dazu zählen die Inhaltsdimension sowie die Handlungsdimension. Die Inhaltsdimension weist die für einen Unterrichtsgegenstand (Unterrichtsgegenstandsgruppe) oder ein Berufsfeld relevanten Themenbereiche aus. Mit der Handlungsdimension wird die im jeweiligen Unterrichtsgegenstand (Unterrichtsgegenstandsgruppe) oder im jeweiligen Berufsfeld zu erbringende Leistung zum Ausdruck gebracht und durch die Stufen Wiedergeben, Verstehen, Anwenden, Analysieren und Entwickeln abgebildet. Ergänzend zur kognitiven Leistungsdimension finden auch personale und soziale Kompetenzen aus dem jeweiligen Berufsfeld Berücksichtigung. Man gelangt so zu einem Kompetenzverständnis, das dem im Europäischen Qualifikationsrahmen verwendeten Ansatz entspricht².

Die Anforderungen werden durch so genannte Deskriptoren zum Ausdruck gebracht, d.h. durch Umschreibungen der Anforderungen in Form von Ziel- oder Themenvorgaben. Zusätzliche Erläuterungen und Klarstellungen vermitteln die beigegeführten prototypischen Unterrichtsbeispiele. Das Kompetenzmodell, die Deskriptoren und die prototypischen Unterrichtsbeispiele sind die Instrumente, die für die Darstellung der Standards in der Berufsbildung verwendet werden.

Die Bildungsstandards für die Berufsbildung

Die Bildungsstandards der Berufsbildung sind abschlussbezogen, d.h. sie fassen die zu erreichenden Kompetenzen am Ende des Unterrichts in einem Gegenstand oder in mehreren fachlich zusammenhän-

¹ *Nationaler Qualifikationsrahmen (NQR), Europäischer Qualifikationsrahmen (EQR), Europäisches System zur Übertragung, Akkumulierung und Anerkennung von Lernleistungen im Bereich der Berufsbildung (ECVET).*

² Indikatoren des EQR: Kenntnisse, Fertigkeiten, Kompetenz (im Sinne von Übernahme von Verantwortung und Selbstständigkeit).

genden Gegenständen des jeweiligen Bildungsganges zusammen. Die Standards sind so auch ein Bildungsnachweis für das Portfolio eines Absolventen/einer Absolventin an der Nahtstelle in das Berufsleben oder in eine weiterführende Bildungseinrichtung. Dementsprechend konzentrieren sich die Bildungsstandards in der Berufsbildung auf

die berufsfeldbezogenen Kernkompetenzen sowie jene allgemeinbildenden Kernkompetenzen, die zum lebensbegleitenden Lernen und zur aktiven Teilnahme am gesellschaftlichen Leben befähigen.

Die Standards für die berufsfeldbezogenen Kernkompetenzen beziehen sich auf alle fachtheoretischen und fachpraktischen Unterrichtsgegenstände eines Bildungsganges, die in ihrer Gesamtheit auf die fachlichen Erfordernisse des Berufsfeldes abgestimmt sind, für das der Lehrplan ausgebildet. Entsprechend komplex sind die zu formulierenden Kompetenzmodelle, die für die Wissens- und Handlungsdimension bis zu 150 Deskriptoren pro Berufsfeld/Lehrplan vorsehen. Die berufsfachlichen Kernkompetenzen schließen im Besonderen auch personale und soziale Kompetenzen sowie Wirtschaftskompetenzen (quasi als Nachweis der durch den Bildungsgang ersetzten Unternehmerprüfung) ein, die in eigenen Standards erfasst werden.

Die allgemeinbildenden Kernkompetenzen, die zur Teilnahme am lebensbegleitenden Lernen und am gesellschaftlichen Leben befähigen, beziehen sich entweder auf einen einzelnen Unterrichtsgegenstand, wie „Deutsch“, „Englisch“, „Angewandte Mathematik“ und „Angewandte Informatik“ oder auf eine Gruppe von Unterrichtsgegenständen, wie die „Naturwissenschaften“, die Physik, Chemie und Biologie umfassen. Die entsprechenden Kompetenzmodelle umfassen bis zu 50 Deskriptoren und bauen auf bereits bestehenden Entwicklungen auf, orientieren sich etwa am Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmen für Sprachen des Europarates sowie an anerkannten Strukturen der entsprechenden Fachdidaktik.

Funktionen der Bildungsstandards

Im Bereich der Berufsbildung haben die Lehrpläne i. Allg. den Charakter von Rahmenvorgaben (Rahmenlehrpläne). Diese Tatsache hat in Verbindung mit den schulautonomen Gestaltungsfreiräumen dazu geführt, dass die Umsetzung der Lehrpläne stark standortbezogen erfolgt. Die Formulierung von bundesweit gültigen Standards soll dieser Entwicklung entgegenwirken, indem Kernbereiche des Unterrichts in einer lernergebnisorientierten Darstellung normiert werden (Orientierungsfunktion für den Unterricht). So gesehen bringen die Bildungsstandards eine Konkretisierung der Lehrpläne in ausgewählten Kernbereichen und schaffen die Grundlage für die Implementierung eines kompetenzorientierten Unterrichts, der jedenfalls die Erreichung der zentralen, in den Bildungsstandards festgelegten Lernergebnisse sichern soll, und zwar unabhängig vom Schulstandort. Die schulautonomen Gestaltungsfreiräume der Schulen, die meist für standortabhängige Spezialisierungen genutzt werden, sind davon nicht betroffen.

Durch die Formulierung von gemeinsamen Zielvorstellungen und durch kompetenzbasierten Unterricht wird die Voraussetzung für eine österreichweite Evaluierung des berufsbildenden Unterrichts geschaffen (Evaluierungsfunktion auf Systemebene). So kann durch Messung der Leistung von Schülerinnen und Schüler der Abschlussklassen im Rahmen von standardisierten Tests, die aus den Bildungsstandards zu entwickeln sind, oder durch entsprechend adaptierte abschließende Prüfungen im jeweiligen Schulbereich Auskunft über die Erreichung der angestrebten Lernergebnisse gewonnen werden. In Verbindung mit der Befragung von Absolventinnen und Absolventen erhält man so ein umfassendes Systemfeedback, das die erforderlichen Hinweise liefert, um steuernd auf das System einwirken zu können (wirkungsorientiertes Bildungsmanagement).

Die Bildungsstandards im Bereiche der Berufsbildung werden schließlich auch als Weiterentwicklung der Transparenzinstrumente aufgefasst, die in Form der Zeugniserläuterungen weitgehend umgesetzt wurden (Informationsfunktion). Der Einstieg in die Standardentwicklung trägt dem europaweit sichtbaren Bemühen Rechnung, Bildungsgänge lernergebnisorientiert darzustellen. In diesem Zusammenhang sind die Bildungsstandards auch ein Beitrag zur Umsetzung des Europäischen Qualifikationsrahmens, indem sie Bildungsabschlüsse über zu erreichende Lernergebnisse transparent und nachvollziehbar machen.

Entwicklungsplan

Es ist zweckmäßig, zwei aufeinanderfolgenden Entwicklungsabschnitte zu unterscheiden, nämlich

die Entwicklung und Implementierung der Bildungsstandards als Grundlage für einen kompetenzorientierten Unterricht und
die Entwicklung und Implementierung von aus den Bildungsstandards abgeleiteten Methoden zur Überprüfung der Erreichung der Lernergebnisse auf Systemebene.

Alle Aktivitäten der Initiative Bildungsstandards in der Berufsbildung finden derzeit in Abschnitt I statt. Für jeden einzelnen Bildungsstandard ist der Entwicklungs- und Implementierungsprozess in vier Phasen angelegt.

Phase I.1 betrifft die Erstellung des Kompetenzmodells und die Formulierung der zu erreichenden Ziele in Form von Deskriptoren und prototypischen (d.h. die Deskriptoren veranschaulichenden) Unterrichtsbeispielen.

In Phase I.2 wird eine größere Anzahl von Unterrichtsbeispielen (Richtwert 50 bzw. 100 für gegenstandsbezogene bzw. berufsfeldbezogene Standards), ausgearbeitet. Unterrichtsbeispiele stellen in sich geschlossene Aufgaben dar, die in den Unterricht eingebaut werden können. Die Beispiele eignen sich zur Anregung im Unterricht, zur Orientierung, aber auch zur Selbstevaluation. Hier sollen sie zur Verbesserung der Unterrichtsqualität beitragen.

Phase I.3 betrifft die Pilotierung der Unterrichtsbeispiele an ausgewählten Pilotschulen; die PilotlehrerInnen beziehen die Unterrichtsbeispiele in ihren Unterricht ein und melden die Erfahrungen an die Arbeitsgruppen zurück.

In Phase I.4 geht es vornehmlich um der Herstellung der pädagogischen Grundlagen für einen kompetenzorientierten Unterricht sowie um die Implementierung der erforderlichen Unterstützungsmaßnahmen.

Im Abschnitt II ist die Entwicklung einer Methodik zur Evaluierung von Lernergebnissen vorgesehen. Dies kann durch Einbindung der Bildungsstandards in die abschließenden Prüfungen erfolgen (teilstandardisierte Reife- und Diplomprüfungen), allenfalls in Verbindung mit weiteren Möglichkeiten externer Evaluation auf Systemebene. Diese Phase bedarf einer sorgfältigen Vorbereitung und intensiven Auseinandersetzung mit allen Qualifikationsaspekten der berufsbildenden Schulen. Jedenfalls soll eine Reduzierung der Leistungsmessung auf das „leicht Messbare“ vermieden werden.

Die Entwicklung von Bildungsstandards für die berufliche Fachbildung beginnt vorerst mit einzelnen höheren Schulformen der Berufsbildung. Es ist geplant, in der Folge auch die berufsbildenden mittleren Schulen und die Berufsschulen in die Bildungsstandardentwicklung einzubeziehen. Wichtig ist, dass die Bildungsstandards zunächst nur auf die Abschlussqualifikation, d.h. auf das Abschlussjahr des Bildungsganges abzielen.

Die Ergebnisse der einzelnen Arbeitsgruppen zur Entwicklung der Bildungsstandards sind in Einzelbroschüren dokumentiert. Die Dokumentation enthält eine ausführliche Beschreibung der jeweiligen Bildungsstandards, die das Kompetenzmodell, die Deskriptoren und die prototypischen Unterrichtsbeispiele umfassen.

Die Steuergruppe verbindet mit der Überreichung dieser Dokumentation die Einladung, sich am Prozess der Bildungsstandardentwicklung zu beteiligen.

Für die Steuergruppe: Sabine Niemeyer

Höhere Technische Lehranstalten

1.1 Bildungsziel

Die technisch-gewerblichen Schulen vermitteln eine hochwertige fachtheoretische und fachpraktische Bildung als Grundlage für einen effizienten Einstieg in das Berufsleben und für eine erfolgreiche Tätigkeit in verschiedenen Einsatzbereichen.

Neben der fachlichen Bildung findet auch die Weiterentwicklung jener allgemeinen und sozialen Qualifikationen starke Beachtung, welche die Beschäftigungsfähigkeit der Absolventen/innen sicherstellt und diese befähigen, durch Selbststudium oder Studium an weiterführenden Bildungsinstitutionen erfolgreich am Prozess des lebenslangen Lernens teilzunehmen.

Ein weiteres wichtiges Ziel ist die Vermittlung der notwendigen betriebswirtschaftlichen und rechtlichen Kenntnisse zur eigenständigen Führung eines Betriebes.

Im Besonderen dienen die höheren technischen und gewerblichen Lehranstalten dem Erwerb höherer allgemeiner und fachlicher Bildung, die zur Ausübung eines höheren Berufs auf technischem oder gewerblichem Gebiet in der industriellen oder gewerblichen Wirtschaft befähigt und zur Hochschulreife führt.

1.2 Bildungsinhalte

Um den allgemeinen Bildungszielen entsprechen zu können, gibt es in allen Lehrplänen eine - der Art des Bildungsangebots und der Fachrichtung angepasste - gemeinsame Lehrplanarchitektur. Diese umfasst die Bereiche der allgemeinen Bildung, der fachtheoretischen Bildung, der Konstruktions- oder Entwurfsübungen und der Übungen im Laboratorium, der Werkstätten bzw. des Bautechnischen Praktikums und des Werkstättenlaboratoriums. IT-Kompetenzen werden grundlegend und berufsorientiert entsprechend den Erfordernissen des Fachgebietes vermittelt. Mit Rücksicht auf die mit den Lehrplänen verbundenen gewerblichen Berechtigungen ist Vorsorge getroffen, dass die rechtlichen und betriebswirtschaftlichen Lehrinhalte generell in ausreichendem Umfang berücksichtigt werden.

Praxisnähe und Aktualität entsprechend dem aktuellen Stand der Technik sind für alle Unterrichtsgegenstände geltende Grundsätze. Neben der Werkstätte, den Konstruktionsübungen und den Übungen in den verschiedenen Laboratorien sind Pflichtpraktika und die mit betrieblichen Partnern durchgeführten Projekte und Diplomarbeiten weitere Elemente der fachlichen Ausbildung.

Pflichtpraktika sind in den 5-jährigen Höheren Lehranstalten im Ausmaß von 8 Wochen vorgesehen; die Pflichtpraktika in den Fachschulen umfassen im Allgemeinen 4 Wochen; in speziellen Fachschulen, den so genannten "Fachschulen mit Betriebspraktikum" gibt es zusätzlich im letzten Schuljahr ein Praktikum im Ausmaß von 12 Wochen.

1.3 Abschluss

Die 5-jährigen Höheren Lehranstalten und die 8-semesterigen Höheren Lehranstalten für Berufstätige schließen mit einer Doppelqualifikation ab: Die Reife- und Diplomprüfung eröffnet den Zugang zum Hochschulbereich sowie den Zugang zu gesetzlich geregelten Berufen und ermöglicht somit die unmittelbare Ausübung von gehobenen Berufen.

1.4 Anerkennung facheinschlägiger Kenntnisse

- Nach 5 Schuljahren REIFE- und DIPLOMPRÜFUNG
- Abgeschlossene Berufsausbildung mit EU - DIPLOMNIVEAU
- Studienberechtigung für UNIVERSITÄTEN und FACHHOCHSCHULEN
- Nach 3 Jahren Praxis: Standesbezeichnung INGENIEUR

Beim Weiterstudium an österreichischen Fachhochschulen und Universitäten ist die Anerkennung von facheinschlägigen Kenntnissen für Absolventen und Absolventinnen berufsbildender höherer Schulen gesetzlich vorgeschrieben. Durch entsprechende Abstimmungen mit tertiären Bildungseinrichtungen wird so ein unnötiges Repetieren von vorhandenen Kenntnissen vermieden und ein früherer Einstieg ins Berufsleben ermöglicht.

Auch mit Universitäten und Fachhochschulen in der Europäischen Union gibt es Kooperationsmodelle, die durch Anerkennung von Kenntnissen eine Verkürzung der Studiendauer für HTL-Absolventen/innen ermöglichen.

Auf EU-Ebene wird dem hohen Bildungsniveau der HTL wie schon in den bisherigen Diplomanerkennungsrichtlinien nunmehr auch in der mit 20. Oktober 2005 in Kraft getretenen Richtlinie 2005/36/EG über die Anerkennung von Berufsqualifikationen Rechnung getragen. Die Bildungs- und Ausbildungsgänge an den österreichischen berufsbildenden höheren Schulen (einschließlich deren Sonderformen) sowie die Bildungs- und Ausbildungsgänge an Meisterschulen, Werkmeister- oder Bauhandwerkerschulen, deren Struktur in Rechts- und Verwaltungsvorschriften festgelegt ist, sind dem Diplomniveau der Richtlinie zuzuordnen. Wie die Richtlinie ausdrücklich klarstellt, eröffnet dieser Ausbildungsabschluss den Zugang zu einem reglementierten Beruf in einem anderen Mitgliedstaat, der für den Berufszugang den erfolgreichen Abschluss einer Hochschul- oder Universitätsausbildung von bis zu vier Jahren verlangt. Die Richtlinie eröffnet somit den Berufszugang, regelt aber keine Gleichhaltung von akademischen Graden.

1.4.1 Gewerbliche Berechtigungen

Die gewerblichen Berechtigungen der Absolventinnen und Absolventen von technisch-gewerblichen und kunstgewerblichen Schulen sind in der Gewerbeordnung (GewO) geregelt. In der Gewerbeordnung wird zwischen freien und reglementierten Gewerben unterschieden. Voraussetzung für die Ausübung von Gewerben ist die Erfüllung von allgemeinen Voraussetzungen (z.B. Vorliegen der Eigenberechtigung) und besonderen Voraussetzungen (Nachweis der Befähigung).

In einschlägigen Verordnungen werden für jedes reglementierte Gewerbe die Belege angeführt, die jedenfalls als Nachweis der Befähigung anzusehen sind. Dabei wird entweder explizit auf bestimmte Schulformen oder Schulen oder generell auf Abschlüsse nach der Bildungshöhe unter der Voraussetzung des Vorliegens eines für das jeweilige reglementierte Gewerbe facheinschlägigen Schwerpunktes abgestellt. Ob diese Voraussetzungen vorliegen wird aufgrund einer entsprechenden Anmeldung des Gewerbes von der zuständigen Behörde (zuständige Bezirkshauptmannschaft oder Magistrat) festgestellt. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit hat den Ämtern der Landesregierungen jene Schulformen bekannt gegeben, bei denen die in den Verordnungen angeführten Nachweise als erfüllt anzusehen sind. Ergänzend dazu wird das Vorliegen einer Praxiszeit zwischen einem und sechs Jahren gefordert.

Für freie Gewerbe ist der Nachweis der Befähigung nicht erforderlich.

1.4.2 Ingenieurtitel

Die Absolventen/innen der Höheren Technischen Lehranstalten können nach einer mindestens dreijährigen fachbezogenen Praxis die Verleihung der Standesbezeichnung Ingenieur beim Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit beantragen.

Voraussetzung für die Verleihung der Standesbezeichnung Ingenieur ist, dass die Höhere Technische Lehranstalt bzw. die jeweilige Fachrichtung in der Ingenieurverordnung (gemäß §3 des Ingenieurgesetzes 2006) angeführt sind und die Fachbezogenheit der Praxis gegeben ist. Die Fachbezogenheit wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit als gegeben angenommen, wenn der Arbeitgeber durch ein Zeugnis bestätigt, dass die Tätigkeiten während der dreijährigen Praxis fachbezogene Kenntnisse in jenen Fachgebieten voraussetzt, in denen die Reife- und Diplomprüfung (bzw. die Diplomprüfung) abgelegt werden kann.

Die Höhere Lehranstalt für Elektrotechnik

Die **Höhere Lehranstalt für Elektrotechnik** verfolgt primär das **Ziel**, ein fundiertes Verständnis der für das Fachgebiet bedeutsamen Methoden, Materialien und Fertigungsverfahren durch einen Unterricht in Theorie und Praxis zu vermitteln und die für den Beruf erforderliche Sicherheit in der Anwendung durch projektorientierte Arbeiten zu erreichen. Der allgemeinbildende Unterricht, sowie eine auf die Berufspraxis abgestimmte betriebswirtschaftliche und rechtliche Bildung vervollständigen die Ausbildung. Der Kern der Elektrotechnikausbildung umfasst die Gebiete der **Energietechnik**, der **Automatisierungstechnik**, der **Antriebstechnik**, der **industriellen Elektronik** und der **fachbezogenen Informationstechnik**. Die fachpraktische Ausbildung in den Werkstätten und Laboratorien ergänzt und vertieft die Kenntnisse und bildet somit einen integralen Bestandteil dieser Qualifikationsbereiche.

1.5 Ausbildungsschwerpunkte³

Innerhalb der elektrotechnischen Ausbildung erfolgt – im Rahmen der Lehrplangeneration 1997 - eine Spezialisierung im Rahmen der Ausbildungsschwerpunkte **Energietechnik und industrielle Elektronik**, **Regelungstechnik** und **Informationstechnik**. Die Wahl des Ausbildungsschwerpunkts erfolgt nach Abschluss des 2. Jahrganges.

1.5.1 Energietechnik und Industrielle Elektronik

Im Ausbildungsschwerpunkt „**Energietechnik und industrielle Elektronik**“ erfolgt eine Spezialisierung auf wirtschaftliche und umweltgerechte Erzeugung, Verteilung und Anwendung elektrischer Energie sowie auf industrielle Nutzung elektronischer Bauteile und Geräte. Weitere Spezialgebiete sind die elektrische Antriebstechnik einschließlich Leistungselektronik und Regelung sowie die Beleuchtungs- und Wärmetechnik.

1.5.2 Regelungstechnik

Der Ausbildungsschwerpunkt „**Regelungstechnik**“ vermittelt vertieft Inhalte über die Erfassung, Aufbereitung und Verarbeitung von Messdaten für die Automatisierung industrieller Prozesse. Weitere Bereiche sind Entwurf und Dimensionierung von Steuerungs- und Regelungseinrichtungen, Antriebssystemen sowie der Einsatz der zugehörigen Software.

1.5.3 Informationstechnik

Im Ausbildungsschwerpunkt „Informationstechnik“ werden Kenntnisse der Informationserfassung, -verarbeitung und -darstellung sowie der Prozessautomatisierung vermittelt. Besonderes Gewicht wird dabei auf die Prozessdatenverarbeitung, Leittechnik von Industrieanlagen, Vernetzung industrieller Systeme und deren Anbindung an übergeordnete Netze gelegt.

1.6 Berufsbild

Zu den von den Absolventinnen und Absolventen der **Höheren Lehranstalt für Elektrotechnik** erworbenen technischen, organisatorischen und wirtschaftlichen **Kompetenzen** zählen vor allem:

- Planung, Projektierung, Errichtung (einschließlich Softwareerstellung und Programmierung), Inbetriebnahme und Wartung von elektrischen Anlagen unter Berücksichtigung der einschlägigen nationalen und internationalen sicherheitstechnischen Vorschriften und Normen zur

³ Als Grundlage für den fachbezogenen Bildungsstandard „Elektrotechnik“ dient die derzeit gültige Lehrplangeneration 1997. Zukünftige Änderungen in den Lehrplaninhalten und Ausbildungsschwerpunkten erfordern eine Anpassung des gültigen Standards.

- Erzeugung von elektrischer Energie konventioneller und alternativer Art
 - Verteilung von elektrischer Energie
 - Mess-, Steuer- und Regelungstechnik und Automatisierungstechnik
 - Antriebstechnik mit leistungselektronischen Komponenten und Systemen
 - Prozessleittechnik
 - Gebäude- und Hausleittechnik
- Erstellung der entsprechenden Schaltungsunterlagen und technischen Dokumentationen mit computergestützten Systemen
 - Erstellen von Angeboten und Leistungsverzeichnissen mit Grobkalkulation
 - Planung und Abwicklung von Projekten unter Berücksichtigung der Methoden des Projektmanagements einschließlich behördlicher Genehmigungen
 - Technischer Verkauf und Produktmanagement

Im Bereich der personalen und sozialen Kompetenzen sind die Absolventinnen und Absolventen der Höheren Lehranstalt für Elektrotechnik insbesondere befähigt,

- technische Problemstellungen zu analysieren und Lösungen unter Berücksichtigung technischer und ökonomischer Vorgaben zu erarbeiten
- Arbeitsaufträge zu definieren und zu organisieren sowie diese eigenständig bzw. im Team mit anderen Fachleuten genau und systematisch nach technischen Vorgaben auszuführen
- sich in relevanten Bereichen der Elektrotechnik selbständig weiterzubilden sowie
- mit Kunden und Partnern in Deutsch und Englisch zu kommunizieren, englischsprachige Dokumentationen zu verstehen bzw. zu verfassen und englischsprachige Präsentationen zu halten

Für die Absolventinnen und Absolventen ergeben sich folgende berufliche Einsatzgebiete:

- Projektierung und Entwurf
- Planung und Konstruktion
- Projektmanagement
- Produktion
- Installation und Montage
- Wartung und Reparatur
- Verkauf und technische Beratung

Die Absolventinnen und Absolventen der Höheren Lehranstalt für Elektrotechnik arbeiten in Branchen und Unternehmensbereichen des Gewerbes, der Industrie und öffentlichen Unternehmen, die mit der Erzeugung, Verteilung und Anwendung elektrischer Energie zu tun haben. Dabei zählen die Entwicklung, Herstellung, Installation/Montage und Wartung/Reparatur von elektrischen bzw. elektronischen Geräten, Maschinen, Anlagen zu ihren Aufgaben. Ebenso sind sie aber auch im Verkauf, Marketing, in der Kundenberatung und Forschung eingesetzt. Nach einigen Jahren Praxis zählen auch die Leitung von Projekten und die Führung von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern zu den typischen Aufgaben der Absolventinnen und Absolventen.

Der Bildungsstandard Elektrotechnik

Der Lehrplan der Höheren Lehranstalt für Elektrotechnik hat überwiegend den Charakter einer Rahmenvorgabe (Rahmenlehrplan). Zusammen mit den schulautonomen Gestaltungsfreiräumen führt dieser Umstand zu einer stark standortgeprägten Umsetzung des Lehrplanes im Unterricht. Der Bildungsstandard der Höheren Lehranstalt für Elektrotechnik führt zur Festlegung von österreichweit gleichartig um-

zusetzenden Kernbereichen in lernergebnisorientierter Form. Die Bildungsstandards sind **Regelstandards**, die sich am Erwartungsniveau des durchschnittlichen Schülers/der durchschnittlichen Schülerin orientieren.

Der Bildungsstandard für Elektrotechnik bezieht sich auf den Lehrplan der Höheren Lehranstalt für Elektrotechnik. Trotz dieser Orientierung ist der Bildungsstandard Elektrotechnik nicht mit dem Lehrplan gleichzusetzen. Der Bildungsstandard Elektrotechnik wird von den Bildungszielen des Lehrplanes abgeleitet und bildet den Kern des Fachbereiches⁴.

Prinzipien des Bildungsstandards der Höheren Lehranstalt für Elektrotechnik

- **Fachlichkeit:** Der Bildungsstandard bezieht sich auf die wesentlichen und nachhaltigen Sachkompetenzbereiche und bringt die Grundprinzipien der Disziplin klar heraus.
- **Fokussierung:** Der Bildungsstandard deckt nicht die gesamte Breite der Fachrichtung ab, sondern konzentriert sich auf die Kernbereiche.
- **Kumulativität:** Der Bildungsstandard umfasst Kompetenzen, die bis zu einem bestimmten Zeitpunkt des Bildungsprozesses vermittelt worden sind.

Das Kompetenzmodell

Das Kompetenzmodell der Höheren Lehranstalt für Elektrotechnik orientiert sich hinsichtlich der Systematik am Kompetenzmodell der Berufsbildung⁵ und weist eine Inhaltsdimension und eine Handlungsdimension auf.

Die Inhaltsdimension umfasst die Qualifikationsbereiche, die aus beruflicher Sicht besonders relevant sind:

- Energietechnik
- Automatisierungstechnik
- Antriebstechnik
- Industrielle Elektronik
- Fachbezogene Informationstechnik

Die Handlungsdimension umfasst die im Berufsfeld zu erbringenden kognitiven Leistungen:

- Wiedergeben
- Verstehen
- Anwenden
- Analysieren
- Ausführen/Entwickeln

Die Höhere Lehranstalt für Elektrotechnik weist ab dem 3. Jahrgang eine Gliederung in Ausbildungsschwerpunkte auf. Die Ausbildungsschwerpunkte tragen der fachlichen Differenzierung des Fachgebietes Rechnung. Das Kompetenzmodell beinhaltet die Ausbildungsschwerpunkte Energietechnik und Industrielle Elektronik, Regelungstechnik und Informationstechnik.

Die mit dieser Spezialisierung verbundenen Kompetenzen werden durch die Qualifikationsbereiche der Inhaltsachse erfasst. Aufgrund der Zahl der Ausbildungsschwerpunkte (ASP) würde eine zweidimensionale Darstellung zu großer Unübersichtlichkeit auf der Inhaltsachse führen. Um das Modell verständlich darstellen zu können werden die mit dem Ausbildungsschwerpunkt verbundenen Kompetenzen als dritte

⁴ Vgl. Handbuch, Seite 14

⁵ Handbuch „Bildungsstandards in der Berufsbildung“, bmukk (Hrsg) 2007, Seite 18

Dimension dargestellt. Somit ergeben sich zwei Ebenen, wobei die untere Ebene jene Kompetenzen darstellt, die für die gesamte Fachrichtung (FR) gelten und die obere Ebene jene Kompetenzen beinhaltet, die ausschließlich für einen bestimmten Ausbildungsschwerpunkt Gültigkeit haben. Auf diese Weise entsteht für jeden Ausbildungsschwerpunkt ein unterschiedliches Kompetenzmodell, wobei die untere Ebene für alle Schwerpunkte gleich ist.

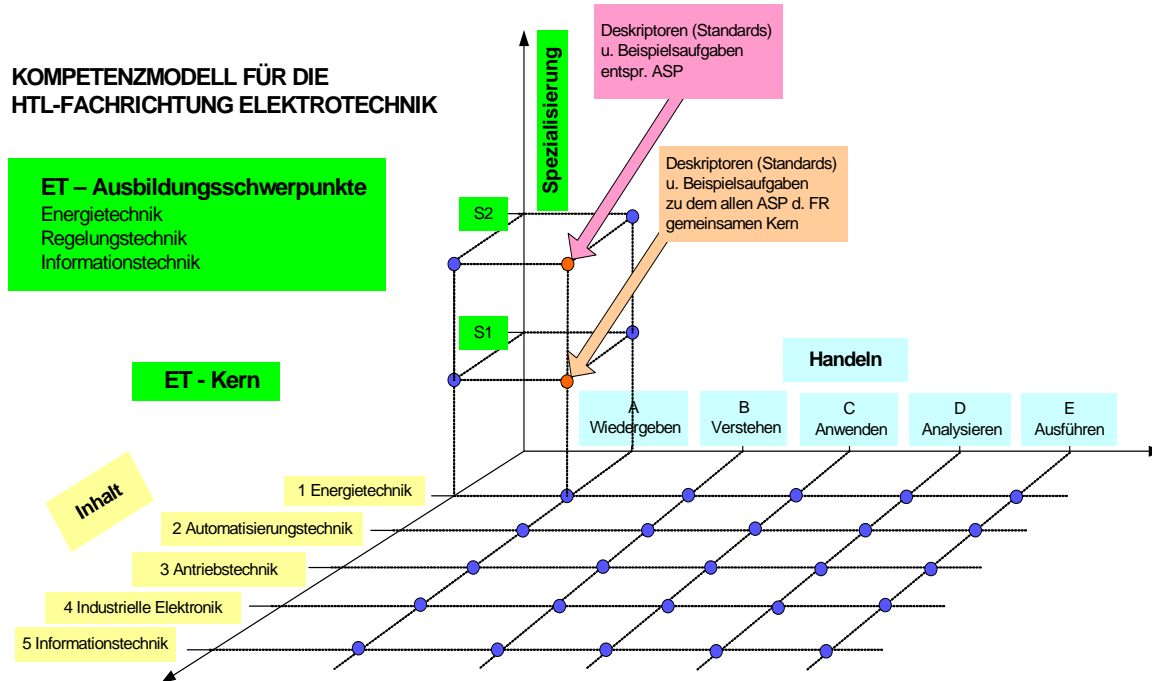


Abb. 1 Elektrotechnik Kompetenzmodell⁶

Die folgenden grafischen Darstellungen zeigen die daraus für die genannten Ausbildungsschwerpunkte entstehenden „Kompetenzgebirge“.

⁶ Es ist derzeit in Diskussion, das 2-achsige Kompetenzmodell (Inhalts-/Handlungsdimension) durch eine dritte Dimension zu ergänzen, die der fachspezifischen personalen und sozialen Kompetenz entspricht. Dies würde dem Kompetenzmodell des Europäischen Qualifikationsrahmens entsprechen, das die Dimensionen Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenz (im Sinne der Übernahme von Verantwortung und Selbstständigkeit) aufweist.

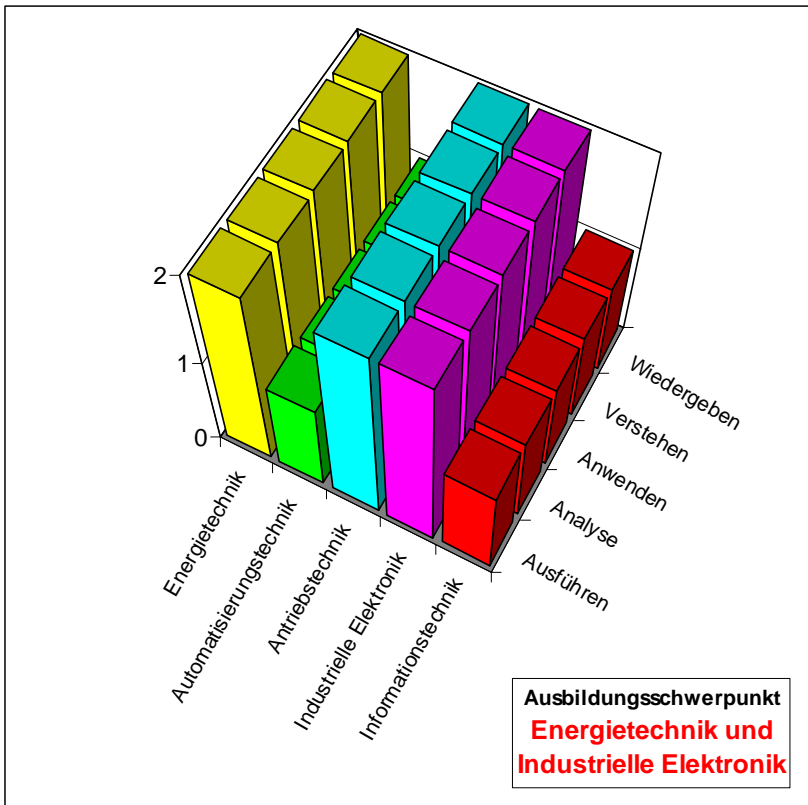


Abb. 2 Kompetenzgebirge Energietechnik und industrielle Elektronik

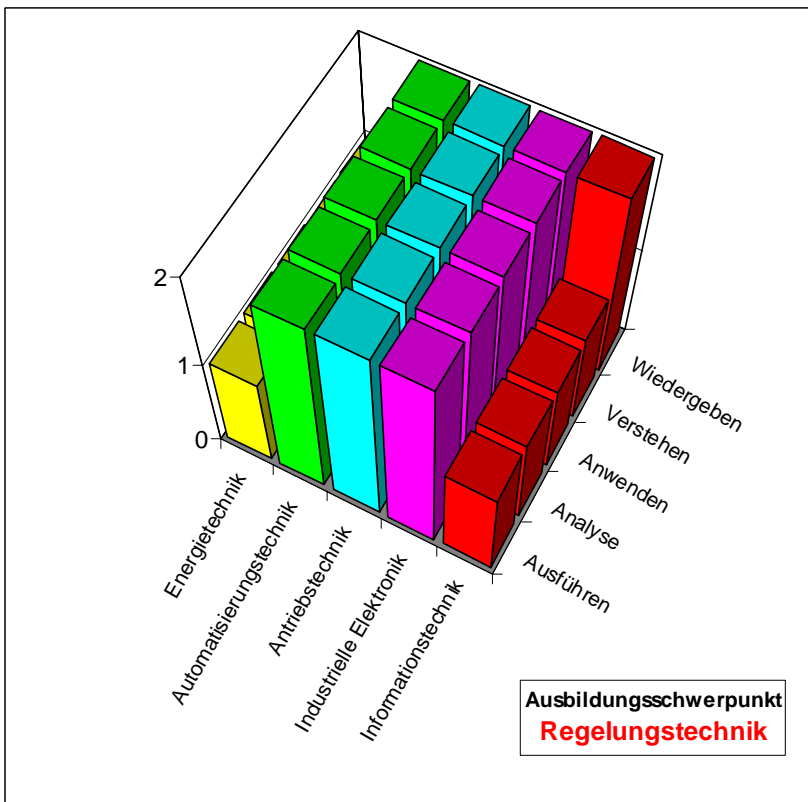


Abb. 3 Kompetenzgebirge Regelungstechnik

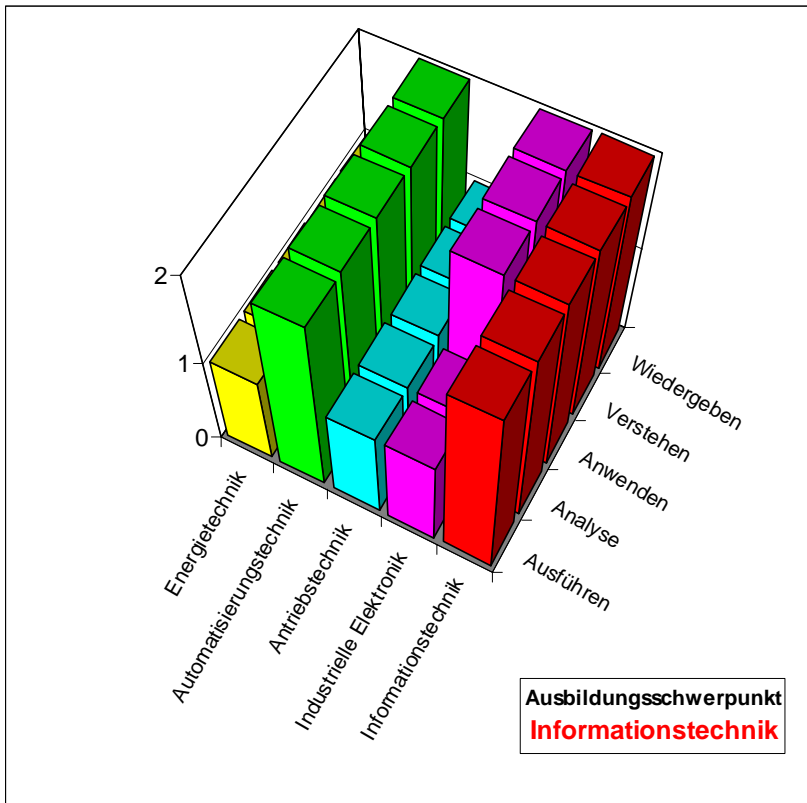


Abb. 4 Kompetenzgebirge Informationstechnik

1.7 Inhaltsachse

1.7.1 Energietechnik

Der Inhaltsbereich Energietechnik umfasst die Bereiche Energieerzeugung und -verteilung, Alternativenergien, Gebäudeinstallation, Systemtechnik, Blitzschutz, Beleuchtung, Kraftwerke, Schutztechnik, Kabel und Leitungen, Transformatoren und CAD- Konstruktion.

Kenntnisse und Fertigkeiten des fachpraktischen Unterrichts und der Produktionstechnik, des Laboratoriums und der Konstruktionsübungen ergänzen diese Inhaltsdimension.

1.7.2 Automatisierungstechnik

Der Inhaltsbereich Automatisierungstechnik umfasst die Bereiche Aufbau und Programmierung von Steuerungen, analoge und digitale Messtechnik, Einsatz von Sensoren und Aktoren, Entwurf und Parametrierung von Regelungen für Automatisierungsanlagen, Entwicklung einschlägiger Simulationsmodelle, Auslegung von Feldbussystemen für die Datenübertragung, Bedienen und Beobachten von Anlagen mit Hilfe von Visualisierungslösungen.

Kenntnisse und Fertigkeiten des fachpraktischen Unterrichts und der Produktionstechnik, des Laboratoriums und der Konstruktionsübungen ergänzen diese Inhaltsdimension.

1.7.3 Antriebstechnik

Der Inhaltsbereich Antriebstechnik umfasst die Bereiche elektrische Maschinen, Stromrichtertechnik, elektrische Fahrzeugantriebe, Industrieantriebe, Seilbahnen, Positionierantriebe, Sondermotoren, Servomotoren, Schrittmotoren, Linearantriebe und typische Arbeitsmaschinen.

Kenntnisse und Fertigkeiten des fachpraktischen Unterrichts und der Produktionstechnik, des Laboratoriums und der Konstruktionsübungen ergänzen diese Inhaltsdimension.

1.7.4 Industrielle Elektronik

Der Inhaltsbereich industrielle Elektronik umfasst die Bereiche Bauelemente der Elektronik, Leistungselektronik, Stromversorgungen, Optoelektronik, EMV, Mikroprozessoren und Digitaltechnik.

Kenntnisse und Fertigkeiten des fachpraktischen Unterrichts und der Produktionstechnik, des Laboratoriums und der Konstruktionsübungen ergänzen diese Inhaltsdimension.

1.7.5 Fachbezogene Informationstechnik

Der Inhaltsbereich der fachbezogenen Informationstechnik umfasst die Bereiche Datenübertragung, Netzwerktechnik, Microcontroller, Computertechnik, Datenverarbeitung, Programmierung, Internet und Bussysteme.

Kenntnisse und Fertigkeiten des fachpraktischen Unterrichts und der Produktionstechnik, des Laboratoriums und der Konstruktionsübungen ergänzen diese Inhaltsdimension.

1.8 Handlungsachse

Handeln (skills, Methoden, performance):

Sie beschreibt die fachlich orientierten Aktivitäten, die für die Bearbeitung und Nutzung der inhaltlichen Teilbereiche erforderlich sind. Durch die Unterteilung in

Wiedergeben

Verstehen

Anwenden

Analysieren (Interpretieren)

Ausführen (Entwickeln)

werden charakteristische, kognitive Fähigkeiten und Fertigkeiten spezifiziert, die sich aus dem allgemeinen Bildungsziel und dem spezifischen Ausbildungsprofil ableiten lassen. Die Anordnung ist nicht beliebig, sie entsteht aus der Komplexität der Handlungsprozesse.

1.8.1 Wiedergeben

umfasst die Kompetenz, elektrotechnische Grundkenntnisse wiederzugeben und sich der geeigneten Fachterminologie zu bedienen. Weiters sollen geeignete Hilfsmittel eingesetzt und bedient werden können.

Beispiele für Handlungen in der Kategorie „Wiedergeben“

- kennen
- reproduzieren
- angeben
- beschreiben

Umfasst im Wesentlichen die Wiedergabe von Fachwissen.

Dies kann durch folgende Tätigkeiten erreicht werden:

- Wiedergeben eines verbal formulierten Problems im Hinblick auf eine geeignete Lösungsmethode
- Vorgegebene Wissensinhalte wiedergeben und zusammenfassen

Beispiel: Ich kann angeben, welche Parameter für die Erfolgsabschätzung entscheidend sind.

1.8.2 Verstehen

umfasst die Kompetenz, die Zusammenhänge elektrotechnischer Grundkenntnisse zu erkennen. Weiters sollen geeignete Hilfsmittel eingesetzt und bedient werden können.

Beispiele für Handlungen in der Kategorie „Verstehen“

- aus Beobachtung erfassen
- systematisch ordnen
- erklären
- charakterisieren
- vergleichen / Instanzen oder Begriffe klassifizieren / zuordnen
- einordnen, darstellen und erläutern
- zusammenfassen
- begründen
- Schlussfolgerungen ziehen

Umfasst im Wesentlichen etwas Gelerntes auf einen bestimmten Sachverhalt zu übertragen oder damit zu vergleichen; etwas in anderer Form zusammenfassend, charakterisierend darzustellen; Zusammenhänge zu erkennen; Fachsprache zu verwenden

Dies kann durch folgende Tätigkeiten erreicht werden:

- Schlussfolgerungen ziehen
- Zusammenhänge erklären
- Vergleichen

Beispiele

Ich kann Bauteile und deren Funktion erklären.

Ich kann den Aufbau von Elektroinstallationen nachvollziehen.

1.8.3 Anwenden

umfasst die Kompetenz, elektrotechnische Sachverhalte zu bearbeiten, Informationen auszuwerten und an Hand von Aufgabenstellungen und Situationen das elektrotechnische Wissen mit Hilfe geeigneter Methoden umzusetzen und in geeigneter Symbolik und Methodik darzustellen.

Beispiele für Handlungen in der Kategorie „Anwenden“:

- messen
- auswerten, ausrechnen
- ausführen, durchführen
- umsetzen
- testen (z.B. von Bauteilen)
- auswählen und einsetzen
- Präsentationen erstellen

Umfasst im Wesentlichen die Nutzung oder Anwendung eines gelernten Verfahrens; Abarbeiten vorgegebener Schritte; aus gegebener Struktur eine Lösung zu erarbeiten.

Dies kann durch folgende Tätigkeiten erreicht werden:

- auswerten und darstellen
- erstellen von elektrotechnischen Berechnungen und Konstruktionsplänen

Beispiele

Ich kann Elektrotechniksoftware nach vorgegebenem Schema einsetzen.

Ich kann einen Wert nach einer bestimmten Methode ausrechnen.

1.8.4 Analysieren (Interpretieren)

umfasst die Kompetenz, elektrotechnische Vorgänge und Sachverhalte zu erkennen, zu interpretieren und zu bewerten, sowie Vergleiche anzustellen.

Beispiele für Handlungen in der Kategorie „Analysieren“:

- modellhaft darstellen und auswerten
- interpretieren
- ableiten
- Modelle voneinander abgrenzen
- Prinzipien übertragen
- an einer Theorie orientiert beschreiben
- bewerten, reflektieren, beurteilen
- umgehen mit unvollständiger Information
- entscheiden
- evaluieren
- Fehler suchen

Umfasst im Wesentlichen, etwas Gelerntes neu zu strukturieren, eigene Kriterien, Gesichtspunkte zu entwickeln und zu übertragen.

Dies kann durch folgende Tätigkeiten erreicht werden:

- lesen, erkennen und beurteilen von elektrotechnischen Plänen und Berechnungen
- erfassen und interpretieren von Berechnungen und Dimensionierungen
- interpretieren von elektrotechnischen Darstellungen und Sachverhalten
- Fehlersuche
- Vergleiche

Beispiel

Ich kann das Verhalten elektrotechnischer Einrichtungen erfassen und daraus mögliche Fehlerursachen ableiten.

1.8.5 Ausführen (Entwickeln)

umfasst die Kompetenz, berufsspezifische und praxisnahe Aufgabenstellungen der Elektrotechnik mit Hilfe geeigneter Methoden und Verfahren zu lösen und geeignete Entwürfe, Berechnungen, Dimensionierungen und Darstellungen anzufertigen.

Beispiele für Handlungen in der Kategorie „Entwickeln“:

- konstruieren
- Untersuchungen, Entwürfe konzipieren
- planen
- Modelle entwerfen, Prognosen erstellen
- Lösungskonzepte erarbeiten

Umfasst im Wesentlichen, eigenständig etwas Neues zu konzipieren, das zu einer Lösung der gegebenen Aufgabenstellung führt.

Dies kann durch folgende Tätigkeiten erreicht werden:

- Entwurf, Dimensionierung, Berechnung und Konstruktion von Bauteilen, Komponenten und Anlagen
- Auswahl geeigneter Lösungswege für Details und Systeme
- Finden geeigneter grafischer Darstellungsformen
- Planung und Organisation des Konstruktions- bzw. Bauablaufes
- Einhaltung von Normen und Qualitätsstandards
- Optimierung von Planungs- und Entwicklungsabläufen
- Erstellung von Dokumentationen

Beispiel

Ich kann zu einem bestimmten Sachverhalt neue Hypothesen entwickeln und überprüfen.

Deskriptoren

Die zu erreichenden Kompetenzen werden durch die Deskriptoren umfassend abgebildet. Sie umfassen erwünschte Leistungen der Schüler/innen in den unterschiedlichen Inhalts- und Handlungsbereichen.⁷ Deskriptoren sollen also in lernergebnisorientierter Form die an die Schüler/innen gestellte Anforderung zum Ausdruck bringen.

z.B.:

HANDLUNG INHALT	WIEDERGEHEN	VERSTEHEN
ENERGIETECHNIK	Ich kann die grundlegenden Gesetzmäßigkeiten der Elektrotechnik beschreiben. Ich kenne ...	Ich kann den Aufbau und die Wirkungsweise von Niederspannungsschaltgeräten erklären Ich kann
AUTOMATISIERUNGSTECHNIK	Ich kann die Prinzipien der Mess-, Steuer- und Regelungstechnik beschreiben Ich kenne	Ich kann die Eigenschaften von Messschaltungen erklären Ich kann
.....	

Zusätzliche Erläuterungen und Klarstellungen vermitteln die beigelegten prototypischen Unterrichtsbeispiele.

Deskriptorencodierung

<Fachrichtung><Schwerpunkt>-<Inhalt>.<Nummerierung>-<Handlung>

z.B: ET-1.1-A
ETE-1.101-A

⁷ Handbuch „Bildungsstandards in der Berufsbildung“, bmukk (Hrsg) 2007, Seite 23

Fachrichtung

ET Elektrotechnik

Schwerpunkt

ET Elektrotechnik - alle Ausbildungsschwerpunkte
ETE Elektrotechnik - Energietechnik und industrielle Elektronik
ETR Elektrotechnik - Regelungstechnik
ETI Elektrotechnik - Informationstechnik

Inhalt

1 Energietechnik
2 Automatisierungstechnik
3 Antriebstechnik
4 Industrielle Elektronik
5 Informationstechnik

Nummerierung

Fortlaufende Nummerierung aller Deskriptoren eines Knotens nach folgendem Schema :
Deskriptoren des Kerns: n = 001 .. 099
Deskriptoren der Spezialisierung: n = 101 .. 199

Handlung

A Wiedergeben
B Verstehen
C Anwenden
D Analysieren
E Ausführen

1.9 Deskriptoren für den Kernbereich

1.9.1 Inhaltsbereich Energietechnik

ET-1.1-A Ich kann die grundlegenden Gesetzmäßigkeiten der Elektrotechnik beschreiben.
ET-1.2-A Ich kenne die Komponenten der Verteilung elektrischer Energie
ET-1.3-A Ich kenne die Möglichkeiten zur Erzeugung elektrischer Energie
ET-1.4-A Ich kenne die Normen und Vorschriften der elektrischen Energietechnik
ET-1.5-A Ich kenne die verschiedenen Netzformen und Schutzmaßnahmen.
ET-1.6-B Ich kann den Aufbau und die Wirkungsweise von Niederspannungsschaltgeräten erklären
ET-1.7-B Ich kann den Aufbau von Elektroinstallationen nachvollziehen
ET-1.8-B Ich kann den Aufbau von Niederspannungsnetzen darstellen und erläutern
ET-1.9-B Ich kann die Begriffe Basisschutz, Fehlerschutz und Zusatzschutz erklären
ET-1.10-B Ich kann die Funktion der Schutzmaßnahmen in Niederspannungsnetzen erklären
ET-1.11-C Ich kann Fehler in elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln suchen und beheben
ET-1.12-C Ich kann geeignete Schutzeinrichtungen auswählen und bei Geräten und Leitungen einsetzen.
ET-1.13-C Ich kann Niederspannungsanlagen realisieren, überprüfen und warten
ET-1.14-C Ich kann Schutzmaßnahmen den Normen entsprechend überprüfen
ET-1.15-C Ich kann Verteiltransformatoren auswählen und einsetzen
ET-1.16-D Ich kann anlagenspezifische Messungen analysieren und interpretieren
ET-1.17-D Ich kann das Verhalten von Schutzeinrichtungen analysieren
ET-1.18-D Ich kann die Netzqualität beurteilen
ET-1.19-E Ich kann energietechnische Schaltungen unter Einsatz von CAD-Programmen normgerecht entwerfen.

- ET-1.20-E Ich kann Hausinstallationen unter Berücksichtigung der gültigen Vorschriften planen
 ET-1.21-E Ich kann Kabel und Leitungen sowie deren Schutz dimensionieren

1.9.2 Inhaltsbereich Automatisierungstechnik

- ET-2.1-A Ich kann die Prinzipien der Mess-, Steuer- und Regelungstechnik beschreiben
 ET-2.2-A Ich kann die Einsatzbereiche verschiedener Messgeräte angeben
 ET-2.3-A Ich kenne die Logikschaltungen und deren Funktionen
 ET-2.4-A Ich kenne die verschiedenen Arten von Sensoren und Aktoren.
 ET-2.5-B Ich kann die Eigenschaften von Messschaltungen erklären
 ET-2.6-B Ich kann die Methoden der Signalumwandlung beschreiben
 ET-2.7-B Ich kann die Prinzipien der Automatisierungstechnik und deren Komponenten erklären
 ET-2.8-B Ich kann die verschiedenen Steuerungs- und Regelungssysteme zuordnen.
 ET-2.9-B Ich kann verschiedenen Ebenen der Automatisierungstechnik erläutern
 ET-2.10-C Ich kann Automatisierungssysteme realisieren, überprüfen und warten
 ET-2.11-C Ich kann Bussysteme der Automatisierungstechnik einsetzen
 ET-2.12-C Ich kann Fehler in Automatisierungseinrichtungen suchen und beheben
 ET-2.13-C Ich kann geeignete Sensoren und Aktoren auswählen und einsetzen
 ET-2.14-C Ich kann Mess-, Steuer- und Regelkreise aufbauen, parametrieren und in Betrieb nehmen
 ET-2.15-C Ich kann Logikschaltungen optimieren und aufbauen
 ET-2.16-D Ich kann Automatisierungssysteme messtechnisch auswerten, analysieren und protokollieren
 ET-2.17-D Ich kann das Verhalten von Automatisierungskomponenten und -systemen untersuchen und bewerten.
 ET-2.18-E Ich kann Automatisierungssysteme normgerecht planen und konstruieren
 ET-2.19-E Ich kann Mess-, Steuer- und Regelkreise für verschiedene Aufgaben entwerfen und dimensionieren
 ET-2.20-E Ich kann Simulationsmodelle verschiedener Systeme erarbeiten
 ET-2.21-E Ich kann Programme für Automatisierungssysteme erstellen

1.9.3 Inhaltsbereich Antriebstechnik

- ET-3.1-A Ich kann Geräte, Komponenten und Einrichtungen der elektrischen Antriebstechnik benennen und darstellen
 ET-3.2-A Ich kenne die Bauelemente und grundlegenden Schaltungen von leistungselektronischen Einrichtungen
 ET-3.3-A Ich kenne die Komponenten und den Aufbau von Transformatoren und elektrischen Maschinen
 ET-3.4-A Ich kenne die Normen und Vorschriften der elektrischen Antriebstechnik
 ET-3.5-B Ich kann die Funktionsweise der leistungselektronischen Komponenten von Antriebssystemen erfassen und erklären
 ET-3.6-B Ich kann die Funktionsweise leistungselektronischer Schaltungen erklären
 ET-3.7-B Ich kann die Funktionsweise und das Betriebsverhalten elektrischer Maschinen und Transformatoren erklären
 ET-3.8-B Ich kann Ersatzschaltbilder erläutern
 ET-3.9-C Ich kann Betriebszustände von Antriebssystemen und elektrischen Maschinen einstellen
 ET-3.10-C Ich kann elektrische Antriebssysteme realisieren, überprüfen und warten
 ET-3.11-C Ich kann elektrische Maschinen am Netz und über Stromrichter betreiben
 ET-3.12-C Ich kann Fehler in elektrischen Antriebssystemen suchen und beheben
 ET-3.13-C Ich kann Kenngrößen elektrischer Antriebe und deren Komponenten mit praxisrelevanten Formeln berechnen.
 ET-3.14-D Ich kann Antriebssysteme messtechnisch auswerten und analysieren
 ET-3.15-D Ich kann die Kennlinien von Arbeitsmaschinen interpretieren
 ET-3.16-D Ich kann Kennlinien und das Verhalten von elektrischen Maschinen und Transformatoren bewerten
 ET-3.17-D Ich kann Systemgrößen von Antriebssystemen und deren Komponenten auswerten
 ET-3.18-E Ich kann geeignete Antriebskomponenten auswählen und zu Antriebssystemen kombinieren.
 ET-3.19-E Ich kann elektrische Antriebe in übergeordnete technische Systeme integrieren.

1.9.4 Inhaltsbereich industrielle Elektronik

- ET-4.1-A Ich kann analoge Grundschaltungen der industriellen Elektronik angeben

- ET-4.2-A Ich kann den Aufbau und die Kennlinien von Bauelementen der industrielle Elektronik beschreiben
- ET-4.3-A Ich kann digitale Grundschaltungen der industriellen Elektronik angeben.
- ET-4.4-A Ich kenne die Logikfamilien und deren Eigenschaften
- ET-4.5-A Ich kann die verschiedenen Modulationsverfahren beschreiben.
- ET-4.6-B Ich kann die Funktionsweise von analogen elektronischen Grundschaltungen erklären.
- ET-4.7-B Ich kann die Funktionsweise von Bauelementen und deren Kennwerte erklären
- ET-4.8-B Ich kann die Funktionsweise von digitalen elektronischen Grundschaltungen erklären.
- ET-4.9-B Ich kann Schutzbeschaltungen für elektronische Bauelemente beschreiben
- ET-4.10-C Ich kann elektronische Schaltungen realisieren, überprüfen und warten.
- ET-4.11-C Ich kann Fehler in elektronischen Schaltungen suchen und beheben
- ET-4.12-C Ich kann geeignete Messsysteme zur Analyse elektronischer Schaltungen einsetzen
- ET-4.13-C Ich kann Leiterplatten herstellen, bestücken und testen.
- ET-4.14-C Ich kann Methoden zur Potentialtrennung einsetzen
- ET-4.15-C Ich kann Bauteil-Datenblätter verstehen und zur BauteilAuswahl korrekt interpretieren
- ET-4.16-D Ich kann das Betriebsverhalten von analogen und digitalen Schaltungen analysieren
- ET-4.17-D Ich kann die Eigenschaften von elektronischen Bauelementen untersuchen und bewerten.
- ET-4.18-D Ich kann Messungen an elektronischen Schaltungen interpretieren und protokollieren
- ET-4.19-E Ich kann elektronische Schaltungen wärmetechnisch richtig dimensionieren.
- ET-4.20-E Ich kann Simulationen für elektronische Schaltungen entwickeln
- ET-4.21-E Ich kann unter Verwendung geeigneter Layout-Programme elektronische Schaltungen normgerecht und EMV-gerecht planen und konstruieren

1.9.5 Inhaltsbereich Informationstechnik

- ET-5.1-A Ich kann Datenformate der Informationstechnik wiedergeben.
- ET-5.2-A Ich kann die Aufgaben eines Betriebssystems benennen.
- ET-5.3-A Ich kann die Komponenten eines Computers und von Netzwerken benennen
- ET-5.4-A Ich kann grundlegende Eigenschaften von Schnittstellen und Bussystemen wiedergeben.
- ET-5.6-B Ich kann den Aufbau von Rechnern und Mikrokontrollersystemen erläutern
- ET-5.7-B Ich kann den Aufbau von Zahlensystemen zur Informationsdarstellung und Codierung erklären
- ET-5.8-B Ich kann die Funktion verschiedener Datenspeicherelemente beschreiben.
- ET-5.9-B Ich kann die Organisation und Adressierung im Internet beschreiben
- ET-5.10-B Ich kann die Strukturen zur Steuerung von Programmabläufen erklären
- ET-5.11-C Ich kann Betriebssysteme und Software installieren und anwenden
- ET-5.12-C Ich kann geeignete Simulations- u. Visualisierungssoftware zur Problemlösung auswählen und einsetzen.
- ET-5.13-C Ich kann Hardwarekomponenten zusammenbauen, konfigurieren und in Betrieb nehmen.
- ET-5.14-C Ich kann Internetdienste zur Informationsbeschaffung und Kommunikation einsetzen
- ET-5.15-D Ich kann bestehende Hardwarekonfigurationen analysieren.
- ET-5.16-D Ich kann Fehler in informationstechnischen Einrichtungen mit geeigneten Werkzeugen analysieren
- ET-5.17-D Ich kann Programmcode und Programmverhalten interpretieren.
- ET-5.18-E Ich kann Bussysteme planen.
- ET-5.19-E Ich kann Mikrocontrollerschaltungen entwickeln und an Aufgabenstellungen anpassen
- ET-5.20-E Ich kann Programme für technische Anwendungen entwickeln

1.10 Deskriptoren des Ausbildungsschwerpunkts Energietechnik und industrielle Elektronik

- ETE-1.101-A Ich kann lichttechnische Grundgrößen beschreiben
- ETE-1.102-A Ich kann den prinzipiellen Aufbau von Hochspannungsanlagen beschreiben
- ETE-1.103-A Ich kann die Möglichkeiten zur Sternpunktbehandlung in Hochspannungsanlagen anführen
- ETE-1.104-A Ich kann die Möglichkeiten der Erzeugung und Anwendung von Elektrowärme beschreiben.
- ETE-1.105-B Ich kann Aufbau und Einsatz der HGÜ erklären
- ETE-1.106-B Ich kann die Grundlagen des Netzbetriebes mit Frequenzhaltung und Übergabeleistungsregelung erklären.
- ETE-1.107-B Ich kann die Möglichkeiten alternativer Energieerzeugung erläutern
- ETE-1.108-B Ich kann die Zusammenhänge der Energieübertragung in ausgedehnten Netzen erläutern

- ETE-1.109-C Ich kann Kurzschlussströme in elektrischen Netzen berechnen
- ETE-1.110-C Ich kann Lastflussberechnungen für Energieverteilnetze durchführen
- ETE-1.111-C Ich kann Maßnahmen zur Reduktion von Oberschwingungen in elektrischen Anlagen durchführen.
- ETE-1.112-C Ich kann Strom- und Spannungswandler für Mess- und Schutzzwecke auswählen und einsetzen.
- ETE-1.113-D Ich kann den Einsatz und das Auslöseverhalten von sekundären Schutzgeräten in Energieverteilnetzen analysieren und bewerten.
- ETE-1.114-D Ich kann die von Kurzschlussströmen verursachten mechanischen und thermischen Beanspruchungen von Betriebsmitteln und Anlagen bestimmen und entsprechende Dimensionierungen vornehmen.
- ETE-1.115-D Ich kann Netzurückwirkungen analysieren
- ETE-1.116-E Ich kann Beleuchtungsanlagen planen
- ETE-1.117-E Ich kann Blindleistungskompensationsanlagen auslegen und planen .
- ETE-1.118-E Ich kann Blitzschutzanlagen planen.
- ETE-1.119-E Ich kann Einrichtungen zur Energieerzeugung und -verteilung planen und dimensionieren
- ETE-1.120-E Ich kann Erdungsanlagen auslegen
- ETE-3.101-A Ich kann die Arten von Sondermaschinen und Sondertrafos mit ihren Einsatzbereichen beschreiben
- ETE-3.102-A Ich kann die Besonderheiten von Kleinantrieben benennen
- ETE-3.103-B Ich kann den Aufbau von Antriebssystemen für lineare und rotierende Bewegungen erklären
- ETE-3.104-B Ich kann die Funktion von Sondermaschinen und Sondertransformatoren erklären
- ETE-3.105-C Ich kann Antriebe in allen Quadranten betreiben
- ETE-3.106-C Ich kann elektrische Maschinen im Netz- und Inselbetrieb betreiben
- ETE-3.107-D Ich kann den Leistungsfluss in elektrischen Antriebssystemen untersuchen
- ETE-3.108-D Ich kann dynamische Vorgänge bei Antrieben analysieren
- ETE-3.109-E Ich kann elektrische Antriebssysteme normgerecht planen und konstruieren
- ETE-3.110-E Ich kann mechanische, elektrische und thermische Modelle für Antriebssysteme erarbeiten
- ETE-4.101-A Ich kann das Verhalten von elektronischen Schaltelementen bei hohen Strömen wiedergeben
- ETE-4.102-B Ich kann die Wirkungsweise von Netzteilen erläutern
- ETE-4.106-D Ich kann transiente Vorgänge an Halbleiterbauelementen analysieren
- ETE-4.108-C Ich kann leistungselektronische Schaltungen entwerfen und dimensionieren
- ETE-4.109-E Ich kann Schaltungen zur Leistungsverstärkung und Stromversorgung entwickeln

1.11 Deskriptoren des Ausbildungsschwerpunkts Regelungstechnik

- ETR-2.101-A Ich kann die Darstellungsmöglichkeiten von Mess- und Regelkreisen wiedergeben
- ETR-2.102-B Ich kenne die Einflussgrößen und Kopplungsarten der EMV
- ETR-2.103-B Ich kann die Arbeitsweise digitaler Regelkreise erklären
- ETR-2.104-B Ich kann komplexe Regelsysteme beschreiben
- ETR-2.105-C Ich kann Automatisierungssysteme visualisieren
- ETR-2.106-C Ich kann Regler und Regelkreise optimieren
- ETR-2.107-C Ich kann Verfahren zur Prozessidentifikation einsetzen
- ETR-2.108-D Ich kann Signalanalysen in Automatisierungssystemen durchführen
- ETR-2.109-E Ich kann Modelle zur Beschreibung und Simulation von Regelkreiselementen entwickeln
- ETR-3.101-A Ich kann die Arten von Sondermaschinen und Sondertrafos mit ihren Einsatzbereichen beschreiben
- ETR-3.102-A Ich kann die Besonderheiten von Kleinantrieben benennen
- ETR-3.103-B Ich kann den Aufbau von Antriebssystemen für lineare und rotierende Bewegungen erklären
- ETR-3.104-B Ich kann die Funktion von Sondermaschinen und Sondertransformatoren erklären
- ETR-3.105-C Ich kann Antriebe in allen Quadranten betreiben
- ETR-3.106-C Ich kann elektrische Maschinen im Netz- und Inselbetrieb betreiben
- ETR-3.107-D Ich kann den Leistungsfluss in elektrischen Antriebssystemen untersuchen
- ETR-3.109-E Ich kann elektrische Antriebssysteme normgerecht planen und konstruieren
- ETR-4.101-A Ich kann das Verhalten von elektronischen Schaltelementen bei hohen Strömen wiedergeben
- ETR-4.102-B Ich kann die Wirkungsweise von Netzteilen erläutern
- ETR-4.105-C Ich kann unterschiedliche Schaltungen zur Schwingungserzeugung dimensionieren
- ETR-4.106-D Ich kann transiente Vorgänge an Halbleiterbauelementen analysieren
- ETR-4.107-E Ich kann Filterschaltungen auslegen

- ETR-4.109-E Ich kann Schaltungen zur Leistungsverstärkung und Stromversorgung entwickeln
 ETR-5.101-A Ich kann den Aufbau und die Datenübertragung in verschiedenen Netzwerktypen beschreiben
 ETR-5.102-A Ich kann die Organisation von Betriebssystemen wiedergeben

1.12 Deskriptoren des Ausbildungsschwerpunkts Informationstechnik

- ETI-2.101-A Ich kann die Darstellungsmöglichkeiten von Mess- und Regelkreisen wiedergeben
 ETI-2.103-B Ich kann die Arbeitsweise digitaler Regelkreise erklären
 ETI-2.105-C Ich kann Automatisierungssysteme visualisieren
 ETI-2.106-C Ich kann Regler und Regelkreise optimieren
 ETI-2.108-D Ich kann Signalanalysen in Automatisierungssystemen durchführen
 ETI-2.109-E Ich kann Modelle zur Beschreibung und Simulation von Regelkreiselementen entwickeln
 ETI-4.104-C Ich kann programmierbare Logik einsetzen
 ETI-4.105-C Ich kann unterschiedliche Schaltungen zur Schwingungserzeugung dimensionieren
 ETI-5.101-A Ich kann den Aufbau und die Datenübertragung in verschiedenen Netzwerktypen beschreiben
 ETI-5.102-A Ich kann die Organisation von Betriebssystemen wiedergeben
 ETI-5.103-B Ich kann den Aufbau von Webapplikationen erklären
 ETI-5.104-B Ich kann die Eigenschaften verschiedener Rechnerkonzepte beschreiben
 ETI-5.105-B Ich kann die Grundlagen der prozessornahen Programmierung erklären
 ETI-5.106-C Ich kann Computersysteme an Netzwerke und an das Internet anbinden
 ETI-5.107-D Ich kann Bussysteme analysieren
 ETI-5.108-D Ich kann Methoden zur Datensicherung und Verschlüsselung analysieren
 ETI-5.110-E Ich kann Datenbanken entwickeln und anwenden
 ETI-5.111-E Ich kann den Datenaustausch zwischen Software- und Hardwaremodulen realisieren
 ETI-5.112-E Ich kann Computernetzwerke mit Komponenten projektieren
 ETI-5.113-E Ich kann objektorientierte Strukturen entwickeln und einsetzen

Unterrichtsbeispiele

Unterrichtsbeispiele haben die Aufgabe, das Kompetenzmodell zu illustrieren. Anhand der Beispiele können die Lehrer/innen abschätzen, welche Leistungen von den Schüler/innen zu erbringen sind⁸. Dem Unterrichtsbeispiel sind ein oder mehrere Deskriptoren zugeordnet. Folgende Prinzipien liegen der Erstellung der Unterrichtsbeispiele zugrunde:

- In Übereinstimmung mit der Festlegung als Regelstandard, soll ein prototypisches Unterrichtsbeispiel von durchschnittlichen Schüler/innen mit einer durchschnittlichen Leistung gelöst werden können.
- Der für die Bearbeitung erforderliche Zeitrahmen orientiert sich an jenem vergleichbarer Aufgaben im Unterricht.
- Jedes Unterrichtsbeispiel hat einen Lösungsvorschlag
- Die Unterrichtsbeispiele können als Grundlage für die Erstellung von Testitems herangezogen werden.

⁸ Handbuch „Bildungsstandards in der Berufsbildung“, bmukk (Hrsg) 2007, Seite 25

1.13 Energietechnik - Elektrotechnische Vorschriften

Fachgruppe	Elektrotechnik
Titel	Elektrotechnische Vorschriften
Relevante(r) Deskriptor(en)	ET-1.4-A Ich kenne die Normen und Vorschriften der Elektrotechnik ET-1.9-B Ich kann die Begriffe Basisschutz, Fehler-schutz und Zusatzschutz erklären
Themenbereich(e) und Fertigkeit(en)	Kenntnisse der für die Elektrotechnik maßgeblichen Gesetze, Vorschriften und Normen
Methodisch/Didaktische Hinweise	Einzelarbeit
Hilfsmittel	keine
Quelle	-
Zeitbedarf in Minuten	10

Aufgabenstellung

Kreuzen Sie die richtigen Antworten an:

- 1) Was bedeutet die Abkürzung TAEV?
 - a) Technische Ausführung der Energie-Versorgung
 - b) Technische Anschlussbedingungen für den Anschluss an öffentliche Versorgungsnetze mit Betriebsspannungen bis 1000 V mit Erläuterung der einschlägigen Vorschriften
 - c) Technische Ausführung der Elektrotechnik – Vorschriften

- 2) Nennen Sie die für elektrotechnische Normen und Vorschriften zuständige österreichische Institution
 - a) OVE
 - b) TAEV
 - c) VDE
 - d) TÜV

- 3) Wie kann der Basisschutz in elektrischen Anlagen erreicht werden?
 - a) durch Einbau eines Fehlerstromschalters
 - b) durch Abdeckung mit Gehäusen
 - c) durch Isolierung des Standorts
 - d) durch Montage von elektrischen Betriebsmitteln außerhalb des Handbereichs

- 4) Durch welche Maßnahmen wird in elektrischen Anlagen der Fehlerschutz durchgeführt?
 - a) Nullung

- b) Schutztrennung
- c) Schutzerdung
- d) Isolationsüberwachungssystem

- 5) Wie wird in elektrischen Anlagen der Zusatzschutz realisiert?
- a) durch Einbau einer zusätzlichen Sicherung
 - b) durch Potentialausgleich
 - c) durch zusätzliche Isolierung von Betriebsmitteln
 - d) durch Einbau eines Fehlerstromschutzschalters mit $I_{\Delta N} \leq 30 \text{ mA}$

- 6) Ein Kind steckt einen Nagel in eine Steckdose und kommt in den Stromkreis
Handelt es sich um ein
- a) direktes Berühren
 - b) ein indirektes Berühren ?

Welcher Schutz wird aktiv werden

- c) Basisschutz
- d) Fehlerschutz
- e) Zusatzschutz ?

	a	b	c	d	e
1					
2					
3					
4					
5					

Lösungsvorschlag

	a	b	c	d	e
1		X			
2	X				
3		X		X	
4	X	X	X	X	
5		X		X	
6	X				X

1.13.1

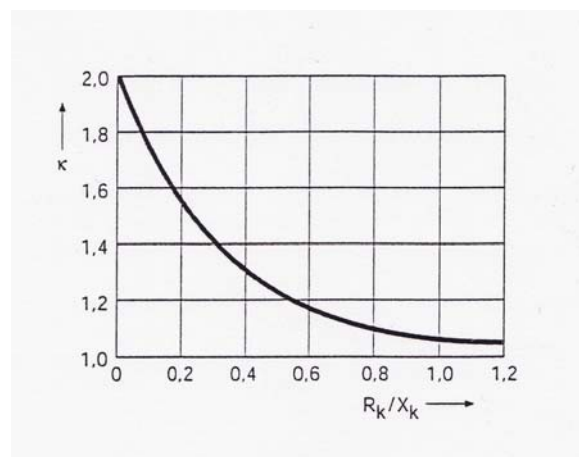
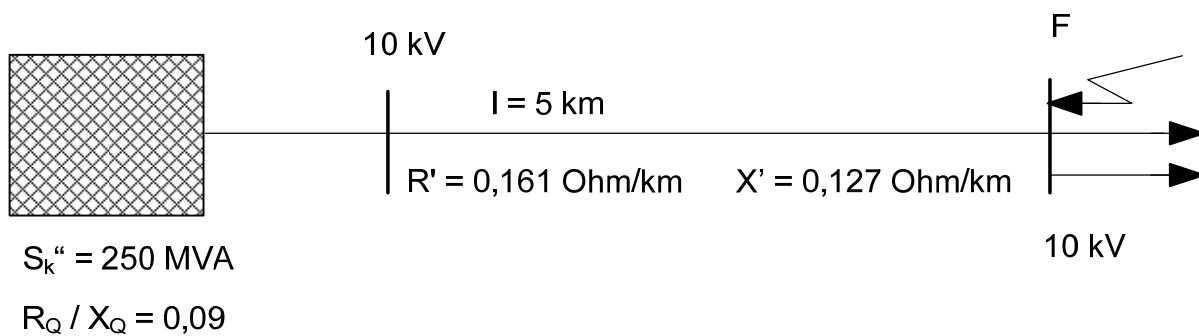
1.14 Energietechnik - Kurzschlussstromberechnung

Fachgruppe	Elektrotechnik	
Titel	Kurzschlussstromberechnung	
Relevante(r) Deskriptor(en)	ETE-1.109-C	Ich kann Kurzschlussströme in elektrischen Netzen berechnen.
	ETE-1.114-D	Ich kann die von Kurzschlussströmen verursachten mechanischen und thermischen Beanspruchungen von Betriebsmitteln und Anlagen bestimmen und entsprechende Dimensionierungen vornehmen.

Themenbereich(e) und Fertigkeit(en)	Kurzschlussstromberechnung Überprüfung der mechanischen und thermischen Festigkeit
Methodisch/Didaktische Hinweise	Einzelarbeit
Hilfsmittel	ABB Schaltanlagen bzw. Formelsammlung Kurzschlussberechnung
Quelle	-
Zeitbedarf in Minuten	35

Aufgabenstellung

Für das dargestellte Netz soll eine Kurzschlussstromberechnung durchgeführt werden.



- 1) Berechnen Sie den dreipoligen Anfangs-Kurzschlusswechselstrom und den Stoßkurzschlussstrom an der Fehlerstelle F ($c = 1,1$)
- 2) Berechnen Sie den thermisch wirksamen Kurzzeitstrom für eine Kurzschlussdauer von 1s.

- 3) Wie groß ist die Kraft zwischen den Stromschienen, wenn sie in der Schaltanlage (Fehlerstelle F) mit einer Länge von 3m im Abstand von 140 mm angeordnet sind?

Lösungsvorschlag

1) $Z_Q = c \cdot U_{NQ}^2 / S_{KQ} = 1,1 \cdot (10 \text{ kV})^2 / 250 \text{ MVA} = 0,44 \ \Omega$
 $X_Q = 0,995 \cdot Z_Q = 0,438 \ \Omega$
 $R_Q = 0,09 \cdot X_Q = 0,0394 \ \Omega$
 $R_L = R' \cdot l = 0,161 \ \Omega/\text{km} \cdot 5 \text{ km} = 0,805 \ \Omega$
 $X_L = X' \cdot l = 0,127 \ \Omega/\text{km} \cdot 5 \text{ km} = 0,635 \ \Omega$

$R_K = R_Q + R_L = 0,844 \ \Omega$
 $X_K = X_Q + X_L = 1,073 \ \Omega$
 $Z_K = \sqrt{(R_K^2 + X_K^2)} = 1,365 \ \Omega$

$I''_K = c \cdot U_N / \sqrt{3} \cdot Z_N = 4653 \text{ A}$
 $R/X = 0,787 \rightarrow \text{Diagramm} \rightarrow \kappa = 1,12$
 $I_S = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I''_K = 7370 \text{ A}$

2) $I_{th} = I''_K \cdot \sqrt{(m+n)} \rightarrow \text{aus Diagramm } m=0, n=0,85$
 $I_{th} = 4290 \text{ A}$

3) $F_H = (\mu' / 2\pi) \cdot (l/a) \cdot (0,93 \cdot I_S)^2 = 201 \text{ N}$

1.15

1.16 Automatisierungstechnik - Übertragungsfunktion und Sprungantwort von Systemen

Fachgruppe	Elektrotechnik
Titel	Übertragungsfunktion und Sprungantwort von Systemen
Relevante(r) Deskriptor(en)	<p>ET-2.2-A Ich kann die Einsatzbereiche verschiedener Messgeräte angeben</p> <p>ET-2.16-D Ich kann Automatisierungssysteme messtechnisch auswerten, analysieren und protokollieren.</p> <p>ET-2.17-D Ich kann das Verhalten von Automatisierungskomponenten und -systemen untersuchen und bewerten.</p> <p>ET-2.14-C Ich kann Mess-, Steuer- und Regelkreise aufbauen, parametrieren und in Betrieb nehmen</p>
Themenbereich(e) und Fertigkeit(en)	Regelungstechnik Aufbau von Messschaltungen, Streckenidentifikation, Parameterbestimmung
Methodisch/Didaktische Hinweise	Teamarbeit

Hilfsmittel	Messgeräte, Labormodell
Quelle	
Zeitbedarf in Minuten	120

Aufgabenstellung

Eine am Standort vorhandene Regelstrecke soll identifiziert werden.

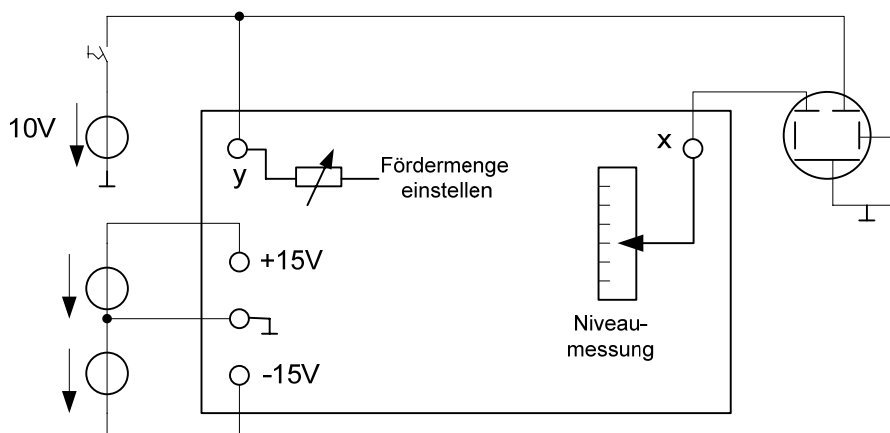
- 1) Entwerfen Sie eine Messschaltung zur Aufnahme der Sprungantwort!
- 2) Nehmen Sie die Sprungantwort auf!
- 3) Bestimmen Sie aus der gemessenen Sprungantwort die Parameter!
- 4) Präsentieren Sie das Ergebnis mit einem geeigneten Präsentationswerkzeug!

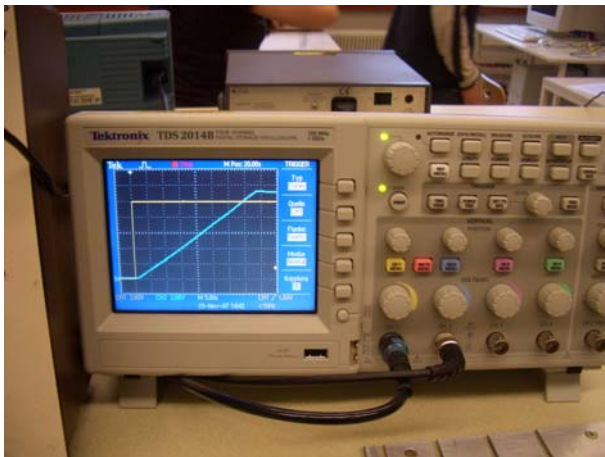
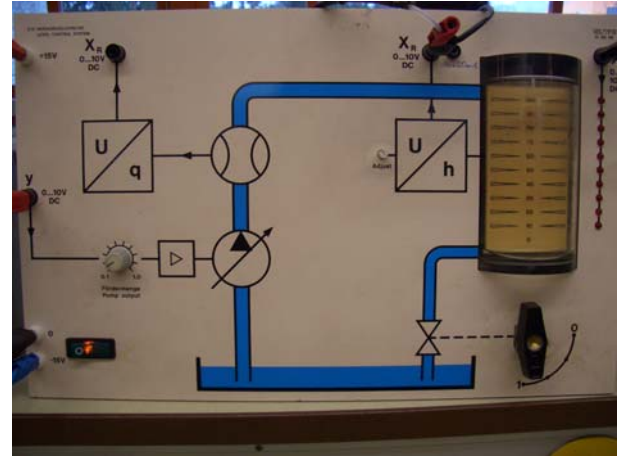
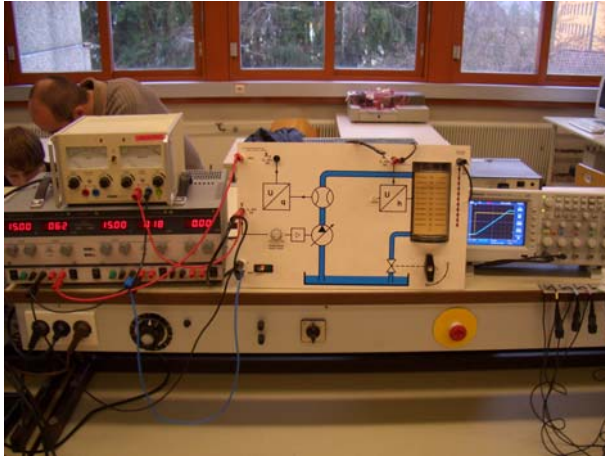
Lösungsvorschlag

Füllstandsregelstrecke

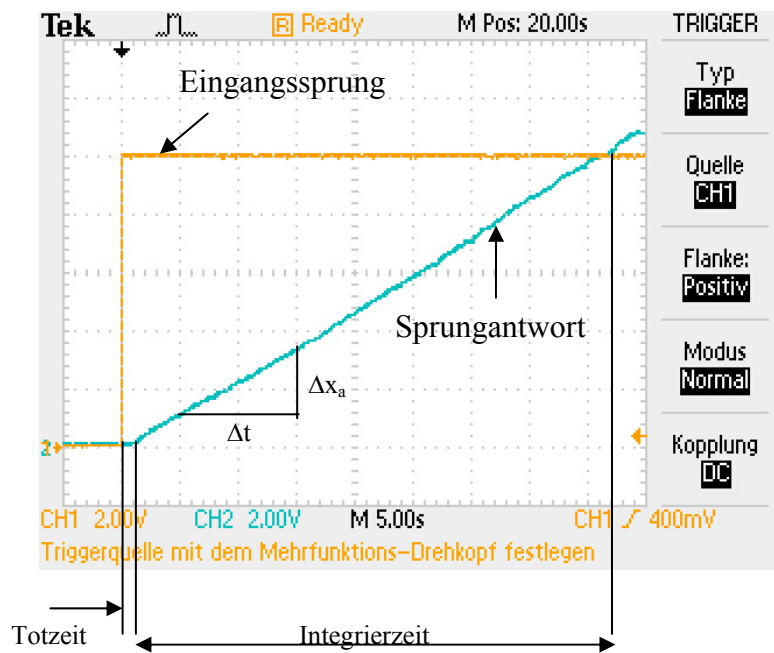
- 1) Messaufbau

Blockschaltbild:





2) Aufnahme der Sprungantwort



3) Bestimmung der Parameter

$$K_I = \frac{v_a}{x_e} \dots\dots\dots \text{Integrierbeiwert}$$

$$v_a = \frac{\Delta x_a}{\Delta t}$$

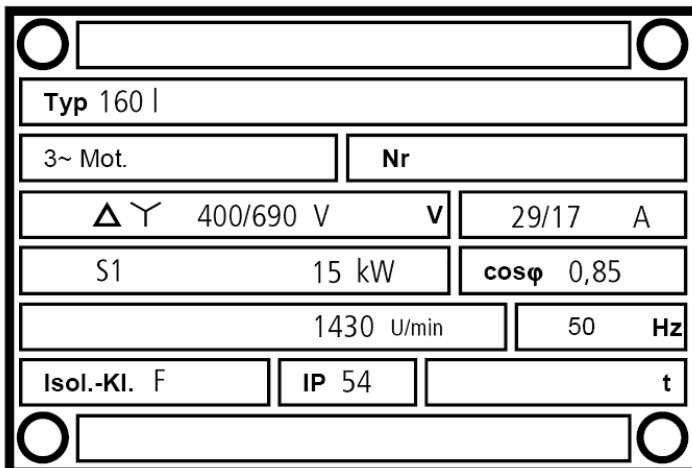
4) Powerpoint, Laborprotokoll etc.

1.17 Antriebstechnik - Asynchronmotor, Typenschild

Fachgruppe	Elektrotechnik
Titel	Asynchronmotor, Typenschild
Relevante(r) Deskriptor(en)	ET-3.4-A Ich kenne die Normen und Vorschriften der elektrischen Antriebstechnik ET-3.13-C Ich kann Kenngrößen elektrischer Antriebe und deren Komponenten mit praxisrelevanten Formeln berechnen ET-3.17-D Ich kann Systemgrößen von Antriebssystemen und deren Komponenten auswerten
Themenbereich(e) und Fertigkeit(en)	3-phasiger Asynchronmotor, Typenschild Nennwerten, Moment, Drehzahl,
Methodisch/Didaktische Hinweise	Einzelarbeit
Hilfsmittel	Formelsammlung
Quelle	
Zeitbedarf in Minuten	30

Aufgabenstellung

Von einem Asynchronmotor ist folgendes Typenschild bekannt.



- 1) Welche Nenndaten der ASM lassen sich aus dem Typenschild ablesen?
- 2) Welche Polpaarzahl p hat die ASM? Wie groß ist der Nennschlupf s_N ?
 $p =$ $s_N =$
- 3) Wie groß ist die Frequenz der induzierten Läuferströme bei Nenndrehzahl?
 $f_2 =$ Hz
- 4) Wie groß ist das Nennmoment der ASM?
 $M_N =$ Nm
- 5) Wie groß ist der Wirkungsgrad für Dreieckschaltung im Nennpunkt?
 $\eta_N =$
- 6) Könnte die ASM im S2-Betrieb mit einer größeren Leistung betrieben werden?
- 7) Was passiert wenn im Dauerbetrieb die zulässige Übertemperatur gemäß der angegebenen Isolationsklasse überschritten wird?
- 8) Ist die ASM für einen Einsatzort, wo Überflutung möglich ist, geeignet?
- 9) Warum ist die Nennspannung für Sternschaltung größer?

Lösungsvorschlag

- 1) Baugröße: 160l, Wellenhöhe 160 mm, lange Ausführung
 Drehstromanschluss
 Dreieckschaltung: Nennspannung 400 V, Nennstrom 29 A
 Sternschaltung: Nennspannung 690 V, Nennstrom 17 A
 S1: Betriebsart = Dauerbetrieb
 15 kW, an Welle abgegebene Nennleistung
 $\cos \varphi$ 0.85, Leistungsfaktor im Nennbetrieb
 1430 U/min, Nenndrehzahl
 50 Hz, Netzfrequenz
 Iso.-Kl. F: Wärmeklasse für Isolation, zulässige Endübertemp. 100 °C
 IP 54: International Protection, Schutzart gem. IEC-Publikation 34-5.
 5: Vollständiger Berührungsschutz
 4: Schutz gegen Strahlwasser aus allen Richtungen
 t: Gewicht in Tonnen
- 2) s_N wenige % \rightarrow Synchrondrehzahl $n_1 = 1500$ U/min $\rightarrow p = 2$

$$s_N = \frac{n_1 - n_N}{n_1} = \frac{1500 - 1430}{1500} = 0.047 = 4.7\%$$

3) $f_2 = f_1 \cdot s_N = 50 \cdot 0.047 = 2.33 \text{ Hz}$

4) $M_N = \frac{P_N}{2\pi n_N} = \frac{15000 \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot 1430} = 100 \text{ Nm}$

5) $\eta_N = \frac{P_{ab}}{P_{auf}} = \frac{P_N}{\sqrt{3} U_1 I_1 \cos \varphi} = \frac{15000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 29 \cdot 0.85} = 0.878$

6) Ja; Faktor hängt von Verhältnis Belastungszeit/Stillstandszeit ab.

7) die Lebensdauer der Isolation wird reduziert.

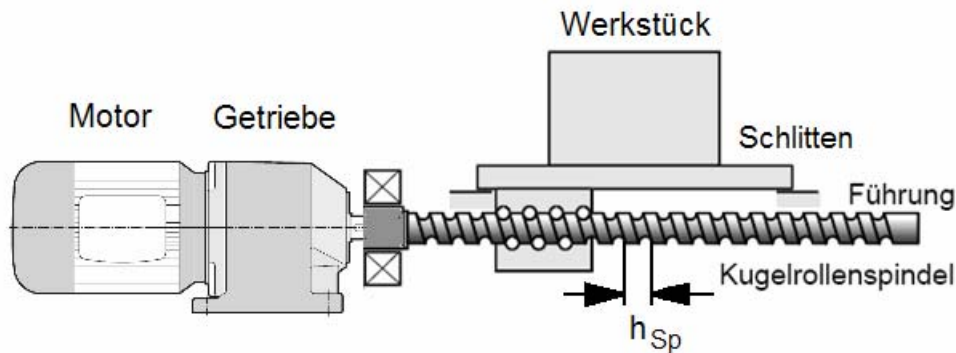
8) nein; dann müsste die zweite Kennzahl 6 oder größer sein.

9) Die Wicklungserwärmung ist in beiden Fällen gleich, da der Strom pro Wicklungsstrang in beiden Fällen gleich ist. (Außenleiterspannung, Strangspannung).

1.18 Antriebstechnik - Antriebssystem

Fachgruppe	Elektrotechnik
Titel	Antriebssystem
Relevante(r) Deskriptor(en)	ETE-3.103-B Ich kann den Aufbau von Antriebssystemen für lineare und rotierende Bewegung erklären ETE-3.107-D Ich kann den Leistungsfluss in elektrischen Antriebssystemen untersuchen
Themenbereich(e) und Fertigkeit(en)	Linearantrieb, Aufbau, Funktion
Methodisch/Didaktische Hinweise	Einzelarbeit
Hilfsmittel	Formelsammlung
Quelle	-
Zeitbedarf in Minuten	30

Aufgabenstellung



Von einem Antriebssystem mit einem rotierenden Motor, Getriebe und Kugelrollenspindel sind folgende Daten bekannt.

Gesamtmasse Schlitten + Nutzlast:	$m_G = 500 \text{ kg}$
Gesamtträgheitsmoment für bewegte Teile: (auf Motorwelle bezogen, Wirkungsgrad berücksichtigt)	$J_G = 0,02 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$
Gesamtwirkungsgrad:	$\eta_G = 0,8$
Nenngeschwindigkeit des Schlittens:	$v_N = 0,5 \text{ m/s}$
Spindellänge:	$l_{SP} = 3 \text{ m}$
Ganghöhe der Spindel:	$h_{Sp} = 0,05 \text{ m}$
Motor Nenndrehzahl:	$n_N = 1450 \text{ U/min}$

- 1) Wie viele Spindelumdrehungen sind für einen Vorschubweg von $l_V = 0,5 \text{ m}$ erforderlich?
 $u =$
- 2) Wie groß ist die Spindeldrehzahl bei Nenngeschwindigkeit $v_N = 0,5 \text{ m/s}$?
 $n_{Sp} =$ U/min
- 3) Wie groß ist das Übersetzungsverhältnis des Getriebes?
 $i =$
- 4) Das Lastmoment an der Spindel beträgt $M_{Sp} = 40 \text{ Nm}$. Welches Antriebsmoment muss der Motor erzeugen?
 $M_M =$ Nm
- 5) Der Schlitten soll in einer Sekunde linear von 0 auf $0,5 \text{ m/s}$ beschleunigen. Wie groß ist das erforderliche Beschleunigungsmoment des Motors?
 $M_B =$ Nm
- 6) Die Motordrehzahl ist 1000 U/min . Innerhalb welcher Zeit legt der Schlitten eine Strecke von $1,5 \text{ m}$ zurück?
 $t =$ s

Lösungsvorschlag

$$1) U = \frac{l_V}{h_{Sp}} = \frac{0,5}{0,05} = 10$$

$$2) n_{Sp} = \frac{v_N}{h_{Sp}} = \frac{0,5}{0,05} = 10 \text{ U/s} = 600 \text{ U/min}$$

$$3) i = \frac{n_N}{n_{Sp}} = \frac{1450}{600} = 2,42$$

$$4) M_M = \frac{M_{Sp}}{i * \eta_G} = \frac{40}{2,42 * 0,8} = 20,7 \text{ Nm}$$

$$5) M_B = J_G \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = 0,02 \frac{2 * \pi * 1450}{60 * 1} = 3 \text{ Nm}$$

$$6) v = \frac{n}{n_N} v_N = \frac{1000}{1450} * 0,5 = 0,345 \text{ m/s}$$

$$t = \frac{l}{v} = \frac{1,5}{0,345} = 4,35 \text{ s}$$

1.19 Industrielle Elektronik – Transistor als Schalter

Fachgruppe	Elektrotechnik	
Titel	Transistor als Schalter	
Relevante(r) Deskriptor(en)	ET-4.10-C	Ich kann elektronische Schaltungen realisieren, überprüfen und warten.
	ET-4.13-C	Ich kann Leiterplatten herstellen, bestücken und testen.
	ET-4.16-D	Ich kann das Betriebsverhalten von analogen und digitalen Schaltungen analysieren.
	ET-4.17-D	Ich kann die Eigenschaften von elektronischen Bauelementen untersuchen und bewerten.
	ET-4.21-E	Ich kann unter Verwendung geeigneter Layout-Programme elektronische Schaltungen normgerecht planen und konstruieren.
Themenbereich(e) und Fertigkeit(en)	Entwurf, Fertigung und Test von elektronischen Schaltungen	
Methodisch/Didaktische Hinweise	Einzelarbeit	

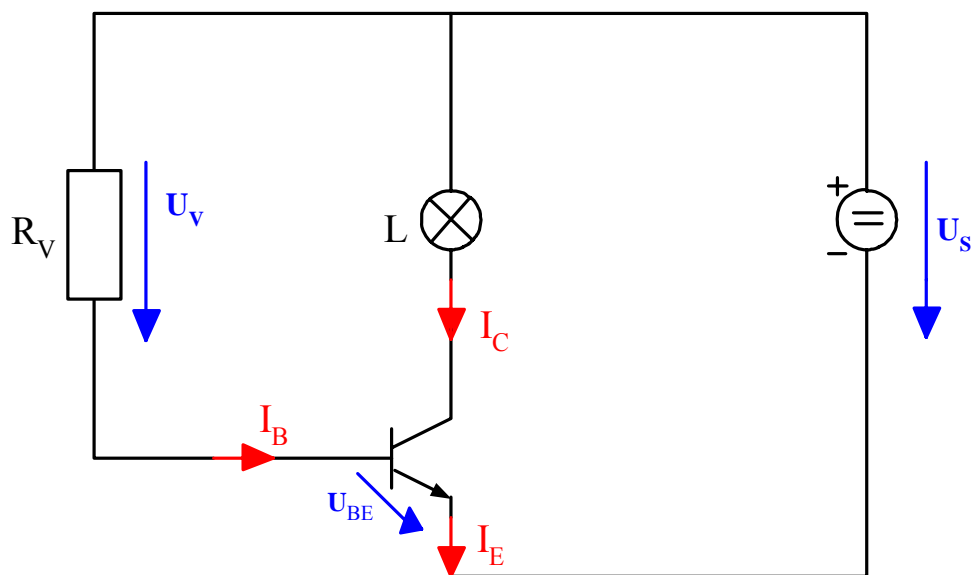
Hilfsmittel	keine
Quelle	-
Zeitbedarf in Minuten	150

Aufgabenstellung

Eine Glühlampe (12V/0.1A) soll mit Hilfe eines npn-Transistors ein- und ausgeschaltet werden.

Transistor mit einer Stromverstärkung von 100.

Übersteuerungsfaktor = 1



- 1) Erklären Sie in kurzen Sätzen das Schaltverhalten eines npn-Transistors.
- 2) Dimensionieren Sie den Vorwiderstand R_V für das Durchschalten des Transistors ($U_{BE} = 0.7V$, $U_{CEsat} = 0,3V$)!
- 3) Entwerfen Sie für die Schaltung ein Layout!
- 4) Fertigen Sie die Platine des Layouts!
- 5) Bestücken Sie die Platine und führen Sie einen Funktionstest mit Hilfe geeigneter Messgeräte durch!
- 6) Drucken Sie ein Oszilloskopbild des Einschalt- und des Ausschaltvorganges (Spannungen U_{BE} , U_{CE}) aus!

Lösungsvorschlag

1)

Wenn das Potenzial an der Basis um ca. 0,6 ... 0,7 V positiver ist als am Emitter, dann schaltet der Transistor durch, d.h. die Kollektor-Emitter-Strecke wird niederohmig. Wenn der Transistor voll durchschaltet, dann sinkt die Spannung U_{CE} auf den minimal möglichen Wert des jeweiligen Transistortyps (z.B. $U_{CEsat} = 0.3 \text{ V}$)

2)

$$I_C = 0.1 \text{ A}$$

$$I_B = I_C / \beta = 100 \text{ mA} / 100 = 1 \text{ mA}$$

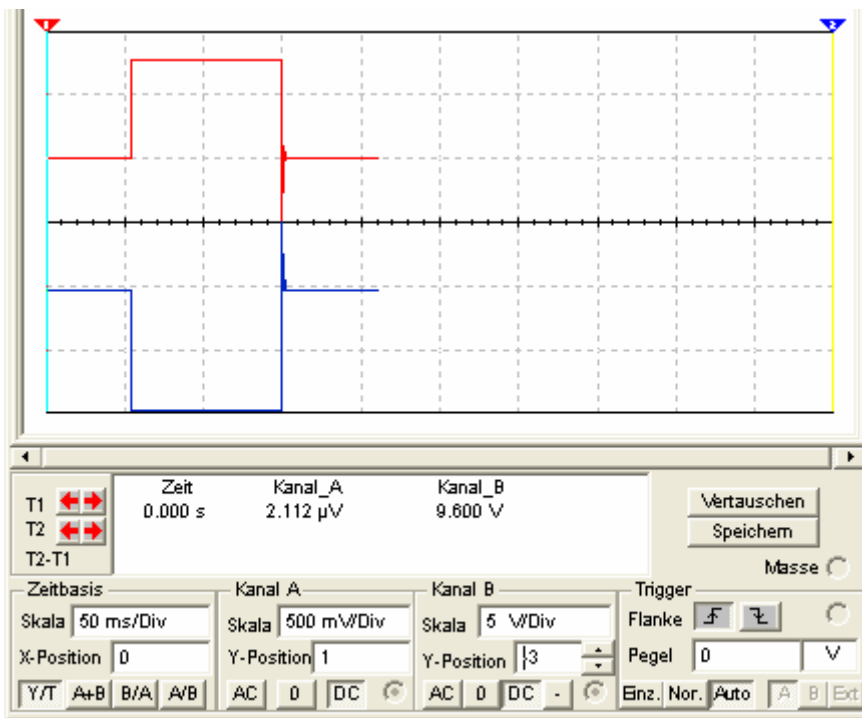
$$U_{BE} \cong 0.7 \text{ V}$$

$$U_{RS} = U_S - U_{BE} = 12\text{V} - 0.7\text{V} = 11.3 \text{ V}$$

$$R_S = U_{RS} / I_B = 11.3 \text{ k}\Omega$$

3), 4), 5) Praktische Tätigkeiten in der Werkstätte

6)



rot ... U_{BE} , blau ... U_{CE}

1.20 Informationstechnik - Realisieren einer einfachen Hardwareschaltung

Fachgruppe	Elektrotechnik
Titel	Realisieren einer einfachen Hardwareschaltung.
Relevante(r) Deskriptor(en)	ET-5.13-C Ich kann Hardwarekomponenten zusammenbauen, konfigurieren und in Betrieb nehmen ET-5.19-E Ich kann Mikrocontrollerschaltungen entwickeln und an Aufgabenstellungen anpassen ET-5.20-E Ich kann Programme für technische Anwendungen entwickeln
Themenbereich(e) und Fertigkeit(en)	Mikrokontroller, Logikfamilien, Programmierung, Lesen von Datenblättern, Schaltungsentwicklung
Methodisch/Didaktische Hinweise	Einzelarbeit
Hilfsmittel	Computer, Internet, Softwareentwicklung
Quelle	div. Datenblätter
Zeitbedarf in Minuten	50

Aufgabenstellung

An einen Mikrokontroller sollen mit zwei 8-bit TTL-Latch zwei zusätzliche Ausgabeports realisiert werden.

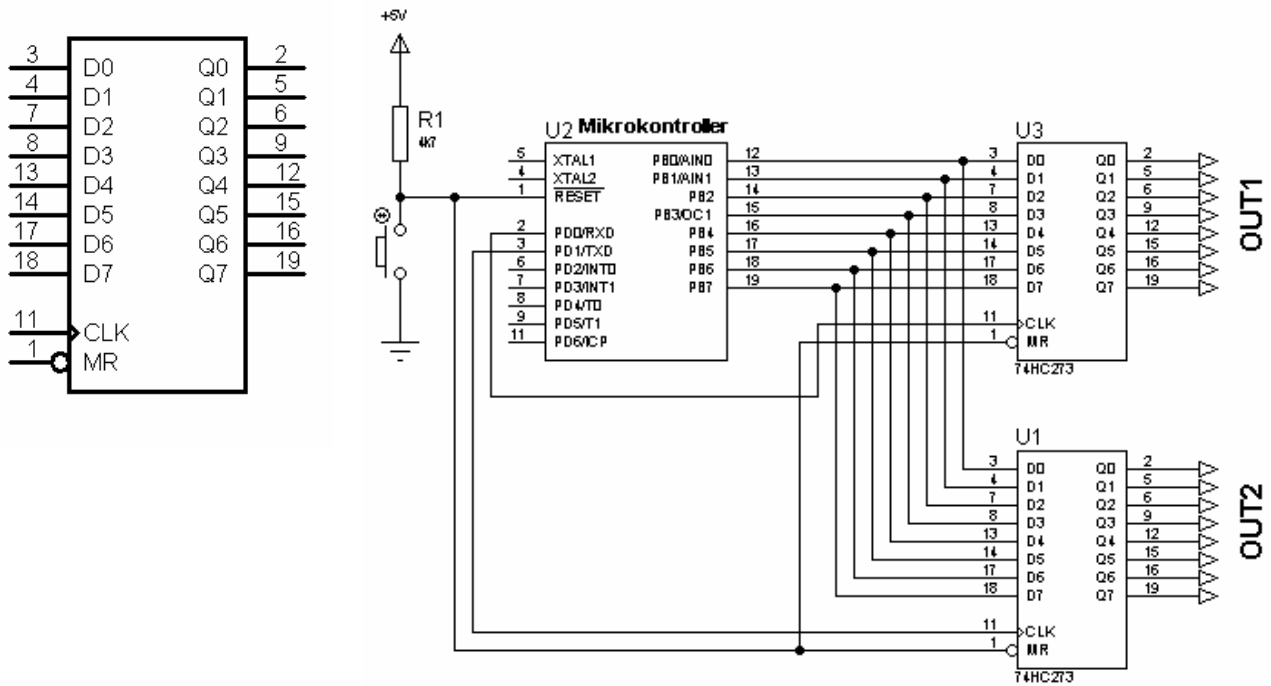
Ein PORT des Mikrokontrollers liefert dabei die Daten an die beiden Latches, über einen zweiten PORT erfolgt die Auswahl des entsprechenden Latch.

Zu lösende Aufgaben:

- 1) Wählen Sie ein geeignetes Latch aus.
- 2) Entwerfen Sie die Hardwareschaltung zur Ansteuerung über die Mikrokontrollerports.
- 3) Schreiben Sie ein Programm, um die Funktion zu testen. Dabei sollen die Ausgänge der Latches ständig im Binärcode zählen. Ein Port aufwärts, der andere abwärts.

Lösungsvorschlag

1) z.B.: TTL-Latch 74HC273



2)

3) Musterlösung in C für ATMEL-Kontroller

```

/*****
Gibt ein Testmuster auf die beiden Latch aus.
OUT1 zählt binär aufwärts, OUT2 zählt binär abwärts

```

CPU: ATmega

```

*****/

```

```

#include <avr/io.h>

```

```

void writePort(unsigned char data, unsigned char port)

```

```

/* port= 0: PORT OUT1, port= 1: PORT OUT2*/
{
    PORTB = data; //output data
    switch(port)
    {
        case 0: PORTD = 1; PORTD = 0; break; //generate clock
        case 1: PORTD = 2; PORTD = 0; break;
    }
}

```

```

int main(void)

```

```

{
    unsigned char data_out=0; //output data

    DDRB = 0xFF; //set dataport-output direction
    DDRD = 3; //set control-output direction

    while(1)
    {
        writePort(data_out++,0); //OUT1 count up
        writePort(0xFF-data_out,1); //OUT1 count down
    }
}

```