

Travail de candidature

Bestimmen des Kompetenzniveaus von Informatikschülern im Fach Elektronik mit computergestützten Testverfahren.

Claude Loullingen

candidat prof.-ing. au Lycée du Nord

patron de recherche: Prof.-Ing. Arnaud Kieffer, Lycée du Nord

tuteurs: Prof. Dr. Romain Martin, Université de Luxembourg

Dipl.-Psychologin Astrid Schorn, SCRIPT MEN

Wiltz 2005

Zusammenfassung

Spätestens seit den PISA-Studien ist die Bestimmung von Kompetenzniveaus in aller Munde. PISA beschränkt sich dabei aber auf die Grundlagenkenntnisse von Jugendlichen im Alter von 15 Jahren. In der vorliegenden Arbeit wurde untersucht, wie das Kompetenzniveau von Schülern der Informatik im Fach Elektronik durch ein computergestütztes Testverfahren bestimmt werden kann.

Aufbauend auf einer curricularen Analyse der Ziele und Inhalte des Lehrplanes für das Fach Elektronik, in der Technikerausbildung der Informatik, wurde ein Kompetenzmodell mit unterschiedlichen Niveaustufen ausgearbeitet.

Anschließend erfolgte die Operationalisierung dieser Niveaustufen mittels geeigneter Items. Die Itemformate wurden dabei so gewählt, dass eine anschließende Implementierung auf der TAO-eTesting-Plattform realisiert werden konnte.

In einer dritten Phase wurde der Test an allen Informatik-Schülern des Großherzogtums Luxemburg in der Technikerausbildung durchgeführt.

Die Auswertung des Tests ergab, dass der Test mit Ausnahme einiger Items valide ist, um die Kompetenzen in der Elektronik zu erfassen. Auch die TAO-Plattform erwies sich als geeignetes Werkzeug, sie muss aber noch in der Zuverlässigkeit und der Bedienerfreundlichkeit verbessert werden.

Inhaltlich konnte festgestellt werden, dass der durchschnittliche Schüler einer Abschlussklasse (T2IF für die Elektronik) in der Lage ist elektronische Bauteile wiederzuerkennen. Er kennt deren Anwendungen und kann einfache Messungen an ihnen vornehmen. Analysen einfacher Schaltungen werden auch noch beherrscht, aber das Verständnis grundlegender Konzepte, wie dem Spannungsteiler und der realen Spannungsquelle, ist verbesserungsbedürftig. Auch die Kompetenz in der Dimensionierung einfacher Schaltungen ist unzureichend. Die genannten Defizite lassen sich zum Teil durch einen fehlenden Rahmenlehrplan erklären, der einer kompetenzorientierteren Pädagogik sehr dienlich wäre.

Mein besonderer Dank gilt:

Arnaud Kieffer und **Romain Martin** für die hervorragende Betreuung dieser Arbeit.

Patrick Plichard des Centre de Recherches Publics Henri Tudor (CRPHT) für den unermüdlichen Einsatz zur Anpassung und Verbesserung von TAO.

Danielle Loullingen für die Korrekturlesung der Arbeit.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	11
2.	Stand der Technik	15
2.1.	Elektronikkenntnistests	15
2.2.	Programme zur Erstellung und Durchführung von computergestützten Tests	15
2.2.1.	WebMart Test-Generator	16
2.2.2.	ProvIT	19
2.2.3.	CQuest	21
2.2.4.	InQsit	21
2.2.5.	Perception v4	21
2.2.6.	TAO v1.0	22
3.	Test	27
3.1.	Einleitung	27
3.2.	Randbedingungen	27
3.2.1.	Inhalt	27
3.2.2.	Bearbeitungsdauer	27
3.2.3.	Hilfsmittel	27
3.3.	Kompetenzmodell	28
3.3.1.	Definitionen	28
3.3.2.	Kompetenzmodell	28
3.4.	Items	31
3.5.	Implementierung	33
3.5.1.	Verbesserungsvorschläge zu den Modulen Items, Tests, Subjects und Groups	34
3.5.2.	Verbesserungsvorschläge zu dem Test Delivery Server	35
3.5.3.	Datenschutz	36
3.6.	Vorbereitungen	36
3.7.	Durchführung	37
3.7.1.	Technische Aspekte der Durchführung	38
3.7.2.	Pädagogische Aspekte der Durchführung	39

4.	Auswertung	43
4.1.	Auswertung in TAO	44
4.2.	Aufbereitung der Daten	44
4.2.1.	Umkodierung des Item-Behaviours von Single Choice Fragen	45
4.2.2.	Detailbewertung von Multiple Choice Items und Behandlung von "No data"-Fällen	46
4.3.	Reliabilitätsprüfung	49
4.3.1.	Theoretische Grundlagen	49
4.3.2.	Reliabilitätsprüfung	49
4.4.	Ergebnisanalyse	57
4.4.1.	Theoretische Grundlagen	57
4.4.2.	Analyse des Gesamtergebnisses	57
4.4.3.	Analyse der Teilergebnisse	61
4.4.4.	Kritische Betrachtung des Kompetenzmodells	63
4.4.5.	Analyse der einzelnen Items	65
4.4.6.	Zusammenfassung der Ergebnisse	67
4.5.	Bestimmung des Kompetenzniveaus	68
5.	Ausblick	73
Anhang		
A.	Test-Items	77
B.	Schwierigkeitsindex der Items	117
C.	Erzielbares Ergebnisses für jede Klassen- und Kompetenzstufe	121
D.	Kurzfassung der TAO-Verbesserungsvorschläge und -Fehlerbeschreibungen	125
E.	TAO Informationsblatt Schüler/Lehrer	129
F.	Auszug aus dem Rahmenlehrplan des Kommunikationstechnikern [MEN 03]	135
G.	Programme des Fachs TRONI für die Klassen T0IF, T1IF und T2IF	145
Literaturverzeichnis		155

Kapitel 1

Einleitung

1. Einleitung

Elementarer Bestandteil der Qualitätssicherung in einer Produktion ist die Qualitätskontrolle. Überträgt man diese Einsicht auf das schulische Umfeld, so erkennt man, dass die Effizienz der Lehre nur durch Lernerfolgskontrollen gesichert werden kann. Für die "alltägliche" Überprüfung des Lernerfolgs haben sich bereits kleine Zwischentests eingebürgert, die, regelmäßig durchgeführt, dem Lehrer eine Rückmeldung über den erreichten Kenntnisstand geben können. Für die globale und vergleichende Überprüfung der erreichten Kompetenzen sind dagegen eher standardisierte Tests geeignet.

In der vorliegenden Arbeit wurde ein solcher Test für die Elektronik entwickelt. Zur Validierung dieses Tests war es erforderlich ihn an einer möglichst großen Anzahl an Schülern durchzuführen. Aus diesem Grund wurde er auch nicht für die Techniker der Elektrotechnik erstellt, so wie es naheliegend gewesen wäre, sondern für die Techniker der Informatik, da die Schülerzahlen in dieser Ausbildung erheblich größer sind. Vorteilhaft bei dieser Ausbildung ist auch, dass das Fach "Elektronik" nur bis zur zwölften Klasse unterrichtet wird. Dadurch konnte der Test am Ende der Ausbildung ohne den ansonsten unvermeidlichen Examensstress durchgeführt werden.

Zur Analyse der Entwicklung der Kompetenzen über die Ausbildungsdauer wurden nicht nur die Schüler der zwölften Klassen geprüft, sondern auch die Schüler der zehnten und elften Klassen der angesprochenen Ausbildung getestet.

Kapitel 2

Stand der Technik

2. Stand der Technik

2.1 Elektronikkenntnistests

Die Entwicklung von Items zum Thema Elektronik ist das Tagesgeschäft aller Lehrer der Elektrotechnik. Dementsprechend umfangreich ist die Anzahl an Tests zu diesem Thema. In vielen Büchern zum Thema Elektronik findet man auch kleinere Tests zur Lernerfolgskontrolle meist zu Ende eines jeden Kapitels. Kleinere thematisch begrenzte Tests findet man ebenfalls online im Internet, wie zum Beispiel auf der Homepage des Elektronik-Kompendiums (<http://www.elektronik-kompendium.de/service/quiz/index.php>).

Trotz umfangreicher Recherchen konnte der Autor aber keinen Test zur globalen Überprüfung von Elektronikkenntnissen ausfindig machen. Selbst ETS, ein führendes amerikanisches Unternehmen in der Entwicklung von standardisierten computergestützten Tests, bietet keinen solchen Test an. Dies ist nicht unbedingt überraschend, da die Elektronik ein sehr spezialisiertes Wissensgebiet ist und somit die Nachfrage nach solchen Tests noch eher klein ist.

2.2 Programme zur Erstellung und Durchführung von computergestützten Tests

Es gibt eine ganze Reihe von Programmen zur Erstellung und Durchführung von computergestützten Tests. Daher ist es sinnvoll, sich zunächst Gedanken über die Anforderungen an eine solche Software für die vorliegende Arbeit zu machen.

1. Aus Gründen der Effizienz sollte zumindest der Teil der Software zur Durchführung des Tests **netzwerkfähig** sein. Im Idealfall wäre das Programm sogar internetfähig, so könnte man die Ergebnisse zentral sammeln.
2. Die Software muss die **Verwendung von Bildern** ermöglichen.
3. Sie sollte möglichst viele **verschiedene Fragetypen** zulassen. Multiple Choice und Single Choice Fragetypen sind eine Voraussetzung.

Für eine Nutzung der Software über diese Arbeit hinaus wäre eine Verwaltung der Items, der Schüler und der Klassen von Vorteil.

Im Folgenden werden Programme vorgestellt, die die obengenannten Bedingungen erfüllt.

2.2.1 WebMart Test-Generator

Der WebMart Test-Generator ist ein kommerzielles Produkt mit dem internetbasierte Umfragen und Multiple-Choice-Tests erstellt werden können. Dabei kann man nicht das eigentliche Programm erwerben, sondern nur eine gewisse Anzahl an Testdurchläufen und Testlaufzeiten. Der Test wird immer auf dem Server von WebMart durchgeführt.

Struktur vom WebMart Test-Generator

Sowohl die Erstellung, die Durchführung als auch die Auswertung der Tests erfolgen online in einem Internet-Browser (vgl. Abb. 2.1, 2.2 und 2.3). Bei der Erstellung ist es möglich die Fragen in verschiedene Themenbereiche zu gruppieren. Bei der Durchführung werden die Fragen dann Thema für Thema abgearbeitet.

Am Ende des Tests erhält der Kandidat eine sehr ausführliche Auswertung. Neben den eigenen Ergebnissen sowie den Lösungen zu den falsch beantworteten Fragen, werden ebenfalls Statistiken über alle Testdurchläufe angezeigt.

WebMart-Test - Microsoft Internet Explorer - everyday.com

TRONI X0EL LOUCL 04-05 Test I,1

Thema: logische Grundverknüpfungen

Frage ändern:

Frage: Wähle die Wahrheitstabelle einer UND-Verknüpfung aus!
Forum-Code

z.B. Wie lautet die Hauptstadt von Kanada?

Beschreibung:
Forum-Code

Bild-URL:

Punkt: 5 Wieviele Punkte soll diese Frage erhalten.

Typ: ☐ Multiple Choice, ☒ **Single Choice.**

☒ Normal (Radio Button)
☐ Drop Down Menü (Select Box)

Antworten:

Antwort	Wert	Richtig.
Antwort 1:	<input type="checkbox"/> [IMG]http://www.tao.lu/itempics/UND_v1.gif[/IMG]	<input type="checkbox"/>
Antwort 2:	<input type="checkbox"/> [IMG]http://www.tao.lu/itempics/UND_v2.gif[/IMG]	<input type="checkbox"/>
Antwort 3:	<input checked="" type="checkbox"/> [IMG]http://www.tao.lu/itempics/UND_v3.gif[/IMG]	<input checked="" type="checkbox"/>
Antwort 4:	<input type="checkbox"/> [IMG]http://www.tao.lu/itempics/UND_v4.gif[/IMG]	<input type="checkbox"/>
Zus. Antwort:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Weitere Antwort

Erklärung:

Erklärung:

z.B. Ottawa ist die Hauptstadt, Toronto ist die grösste Stadt.

Bild 2.1: Erstellen eines Items im WebMart Test-Generator

WebMart Test - Microsoft Internet Explorer - everyday.com

File Edit View Favorites Tools Help

Back Forward Stop Refresh Home Search Favorites Media History

Address <http://www.webmart.de/wmtest.cfm?do=ende&wmid=374898&testid=32234> Go

Allgemein Lösung Gesamtstatistik Themenstatistik Fragenstatistik

TRONI X0EL LOUCL 04-05 Test I,1

Anzahl der Fragen: 2
 Richtig: 1
 Falsch: 1
Ergebnis: 50%

Thema	Fragen	Richtig	Sekunden	Ergebnis
analog / digital	1	0	23	0%
logische Grundverknü	1	1	12	100%
Summe	2	1	35	

Allgemein Lösung Gesamtstatistik Themenstatistik Fragenstatistik

Bild 2.2: Darstellung der Ergebnisse

Vor- und Nachteile vom WebMart Test-Generator

Vorteile:

Mit WebMart lassen sich sehr schnell und intuitiv Tests erstellen. Die Oberflächen sind alle sehr aufgeräumt. Über eine Übersichtstabelle wird der Prüfungskandidat sehr gut darüber informiert, wie weit der Test vorgeschritten ist.

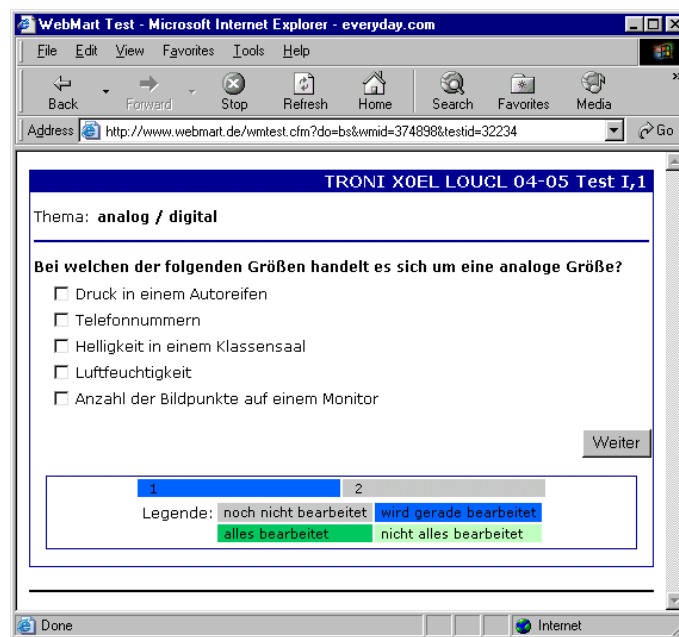


Bild 2.3: Durchführung eines Tests

Nachteile:

WebMart ist beschränkt auf die Verwendung von Multiple Choice und Single Choice Fragetypen. Des Weiteren kann man keine Bilder auf den WebMart-Server hochladen. Möchte man Bilder in den Items verwenden, müssen diese bereits irgendwo auf einem anderem Webserver zur Verfügung stehen.

Die Software erlaubt keine Verwaltung der Items.

2.2.2 ProvIT

Seit September 2002 benutzt das luxemburgische Transportministerium eine Software zur elektronischen Durchführung des theoretischen Teils der Führerscheinprüfung auf Multiple-Choice-Basis. Eigentlich handelt es sich sogar um zwei voneinander unabhängigen Programmen:

1. ConstructIT.
2. ProvIT.

Die ConstructIT-Software dient dabei zur Erstellung, Bearbeitung und Verwaltung der Items, Tests und Resultate. Diese Software wurde für Windows-Plattformen entwickelt und ist netzwerkfähig.

ProvIT ist ein Internet-Browser-Interface mit dem die eigentliche Prüfung durchgeführt wird. Einerseits ermöglicht das Interface dem Prüfer die Prüfungstermine festzulegen, die Prüfung zu starten und zu überwachen. Andererseits erzeugt das Interface die Oberflächen mit den Prüfungsfragen und gibt das Prüfungsergebnis aus.

Das ProvIT-System wurde in Schweden von der SNRA (Swedish National Road Administration) und der IT-Unternehmensberatung Capgemini entwickelt. Das luxemburgische Transportministerium hat die Software mit Hilfe des CIE (Centre Informatique de l'Etat) auf die hiesigen Verhältnisse angepasst.

Struktur von ProvIT

Das Rückgrat des Systems wird durch mehrere MySQL-Datenbanken gebildet. In ihnen sind sowohl die Prüfungsfragen als auch alle softwarebezogenen Texte wie Menüpunkte oder Fehlermeldungen hinterlegt.

Mit Hilfe der ConstructIT-Software werden zunächst einzelne Fragen angelegt. Beim Fragetyp wird dabei zwischen Multiple-Choice (MC), Multiple-Response (MR) und Matched Answers unterschieden.

Der Multiple-Choice Fragetyp enthält eine richtige Antwort unter den vorgegebenen Antworten, während beim Multiple-Response Fragetyp auch mehrere Antworten richtig sein können. Bei

einer Matched-Answer Frage wird eine Antwort vorgegeben und der Kandidat muss die dazu passende Frage bestimmen. Letzter Fragetyp wird bei der Führerscheinprüfung nicht mehr verwendet, da viele Prüfungskandidaten von diesem Fragetyp überfordert waren.

Nach der Generierung von **Fragen** können mehrere Fragen einer **Sektion** zugeordnet werden. Eine **Prüfung** setzt sich wiederum aus mehreren Sektionen zusammen. Die einzelnen Sektionen werden getrennt bewertet. Da unterschiedliche Bewertungskriterien auf die einzelnen Sektionen angewendet werden können, ermöglicht dies zum Beispiel die vollständig getrennte Bewertung einzelner Themenbereiche.

Vor- und Nachteile von ProvIT

ProvIT ist sehr weit entwickelt und ist für seine Aufgabenstellung sehr gut geeignet. Zusätzlich unterstützt das Projekt ein multilinguales Umfeld.

Für die Verwendung in einem schulischen Umfeld ist es aber von Nachteil, dass man für jeden Schüler einzeln einen Prüfungstermin festlegen muss, bevor dieser seine Prüfung durchführen kann.

Außerdem ist das Programm nicht frei erwerblich. Die Nutzung durch das luxemburgische Transportministerium ist Gegenstand eines Vertrags. Dieser ist so restriktiv, dass in dem vorliegenden Dokument noch nicht einmal Screenshots der Software abgebildet werden dürfen.

2.2.3 CQuest

CQuest (www.cquestsoftware.com) ist ein kommerzielles Produkt das auf das schulische Umfeld zugeschnitten ist. Ähnlich wie ProvIT besteht CQuest aus einer windowsbasierten Software (CQuest DB) zur Erstellung der Tests und einem internetfähigen Testserver (CQuest Net).

Vor- und Nachteile von CQuest

Zusätzlich zu ProvIT ermöglicht CQuest die Verwendung von Ton- und Video-Dateien. Über eine Fülle von Optionen läßt sich auch der Ablauf des Tests steuern. So kann man zum Beispiel wählen, ob der Schüler die richtige Antwort sofort nach Beantwortung des Items angezeigt bekommt, oder nicht. Man kann auch Tipps zur Lösung des Items anzeigen lassen.

Nachteilig ist der hohe Preis. Eine Single User Lizenz für CQuest DB und eine Lizenz für 100 Benutzer von CQuest Net kosten zur Zeit zusammen über \$5000.

2.2.4 InQsit

Diese von der Ball State University entwickelte Plattform (<http://www.bsu.edu/inqsit/info>) ist rein internetbasiert. Sie enthält zwar alle benötigten Komponenten, ist aber nicht sehr übersichtlich strukturiert. Dafür ist aber der Preis einer unbegrenzten Lizenz mit \$499 vergleichsweise niedrig.

2.2.5 Perception v4

Die von der Firma Questionmark (www.questionmark.com) entwickelte Software Perception ist eines der leistungstärksten Programme in diesem Bereich. Sie ermöglicht die Verwendung von 20 verschiedenen Fragetypen und lässt sogar die Verwendung von Flash-Animationen zu. Die Erstellung und Durchführung der Tests erfolgt wahlweise lokal oder internetbasiert.

Der Preis einer Single User Lizenz für die Designer-Software und einer Lizenz für 100 Benutzer beträgt zur Zeit zusammen 2750€.

2.2.6 TAO v1.0

TAO (testing assisté par ordinateur) ist ein Projekt das von der Université de Luxembourg in Zusammenarbeit mit dem Centre de Recherche Henri Tudor (CRPHT) durchgeführt wird. Ziel des Projektes ist es, ein modulares internetbasiertes Werkzeug zur Erstellung, Durchführung und Auswertung von formativen und summativen Tests zur Verfügung zu stellen. Als "open source"-Projekt ist es des Weiteren jedem möglich die Plattform an seine Bedürfnisse anzupassen, respektive sie zu erweitern.

Struktur von TAO

TAO besteht aus mehreren Modulen:

1. Items.
2. Tests.
3. Subjects.
4. Groups.
5. Test delivery server.
6. Results.

Das Modul "***Items***" enthält die einzelnen Testfragen, während in "***Tests***" mehrere Testfragen zu einem Testbogen zusammengestellt werden können. Die Inhalte der Items können jede in XML (XML = Extensible Markup Language) beschreibbare Form annehmen.

Genauso können in "***Subjects***" die einzelnen Testkandidaten angelegt und diese im Modul "***Groups***" verschiedenen Gruppen zugeordnet werden.

Alle vier genannten Module haben zwar eine gemeinsame, aber keine starre Struktur. So kann man zum Beispiel in dem Modul "Subject" neben den Standardangaben "Label" und "Comment" ohne Probleme ein zusätzliches Feld "Name" oder "Alter" hinzufügen.

Die Struktur ist dabei der objektorientierten Programmierung entliehen. Der Schüler "Jempi Schuller" ist zum Beispiel eine Instanz der Objektklasse "Subjects" und erbt dabei die Eigenschaften "Label" oder "Comment" aus seiner Klassendefinition.

Der *"Test delivery server"* dient zum Durchführen der Tests. Über einen Login identifiziert sich der Schüler und kann dann einen der ihm zugewiesenen Tests durchführen. Die Zuweisung erfolgt über die Gruppen in denen er eingeschrieben ist. Der Test läuft als Flash-Animation ab.

Das Modul *"Results"* dient zur übersichtlichen Präsentation der Testergebnisse und bietet die Möglichkeit die Daten zu exportieren.

Vor- und Nachteile von TAO

Der größte Vorteil von TAO liegt in der modularen und offenen Struktur. So ist TAO zum Beispiel nicht auf bestimmte Fragetypen beschränkt, sondern kann jederzeit von den Entwicklern um ein Fragetypenmodul erweitert werden.

Die Modularität erlaubt es auch die Anwendung sowohl lokal in einer Schule als auch in Verbindung mit anderen Schulen zu betreiben. So ist es möglich nicht nur auf den lokal vorhandenen Fragenschatz zurückzugreifen, sondern es kann durch ein Abonnement-System auch auf Fragen in anderen TAO-Item-Modulen im Internet zurückgegriffen werden.

Als internet-basierte Anwendung ist TAO außerdem betriebssystemunabhängig. Vor allem aber kann TAO durch die Offenlegung des Quellcodes beliebig erweitert und an die eigenen Bedürfnisse angepasst werden. Vorteilhaft ist auch die ausschließliche Verwendung von lizenzfreien Standardsoftware und Formate wie Apache, PHP, MySQL, XML, RDF und SOAP.

Genauso wie in ProvIT können die Items in mehreren Sprachen formuliert werden.

TAO wurde am 11.10.2004 in einer ersten voll funktionsfähigen Version vorgelegt. Diese Version war in Punkto Ergonomie noch stark verbesserungsbedürftig. Statt einer einmaligen Identifikation musste man sich zum Beispiel in jedes Modul getrennt einloggen. Auch die Erstellung der Items war noch recht schwerfällig.

Sehr einschränkend war es auch, dass man keine Bilder in den Antwortalternativen von Multiple Choice Items verwenden konnte. In der Zwischenzeit wurde TAO unter Beteiligung des Autors stark weiterentwickelt. Ein Beschreibung der wichtigsten Verbesserungsvorschläge und bereits realisierten Änderung kann in Kapitel 3.5 nachgesehen werden.

Kapitel 3

Test

3. Test

3.1 Einleitung

Die Entwicklung eines Tests zur Bestimmung des Kompetenzniveaus der Schüler in der Elektronik setzt die Erstellung eines Kompetenzmodells voraus, das in mehreren Niveaustufen die Anforderungen an die Schüler formuliert. Erst danach gilt es valide Indikatoren für das Erreichen jeder Kompetenzstufe zu konstruieren, indem man Testaufgaben entwickelt, die jeweils genau das erfassen, was für eine bestimmte Kompetenzstufe charakteristisch ist.

Durch diese Vorgehensweise kann man des Weiteren davon ausgehen, dass der Test inhaltstvalid ist, das heißt, dass "der Inhalt der Test-Items das zumessende Konstrukt in seinen wichtigsten Aspekten erschöpfend erfaßt." [Bortz 02]

3.2 Randbedingungen

3.2.1 Inhalt

Inhaltlich ist der Test auf die Themen beschränkt die in den Programmen der Klassen T0IF bis T2IF für das Schuljahr 2004/2005 festgelegt sind (siehe Anhang G). Lediglich für die Formulierung der Aufgabenstellungen der Items zur Unterkompetenzstufe 3-1 (siehe Kapitel 3.3.2) wurde in geringem Maß auf andere Inhalte zurückgegriffen.

3.2.2 Bearbeitungsdauer

Die Bearbeitungsdauer des Tests sollte 90 Minuten nicht überschreiten, da die Konzentrationsfähigkeit der Schüler ansonsten rapide abnimmt. Des Weiteren muss der Test aus organisatorischen Gründen in den üblichen Doppellehreinheiten à 100 Minuten durchführbar sein.

3.2.3 Hilfsmittel

Wegen der in Kapitel 3.4 noch diskutierten problemorientierten Gestaltungen der Items wurde entschieden alle Hilfsmittel für den Test zuzulassen. Da für die Durchführung des Tests ein Zugang zum Internet unabdingbar war, hätte man den Zugriff der Schüler auf Fremdunterlagen

ohnehin nicht sicher verhindern können und somit wäre die Durchführungsobjektivität (siehe Kapitel 3.6) wesentlich verschlechtert worden.

3.3 Kompetenzmodell

3.3.1 Definitionen

Laut [Weinert 01] versteht man unter *Kompetenzen* "die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können". Ein *Kompetenzmodell* unterscheidet Teildimensionen innerhalb einer Domäne, sogenannte Niveaustufen oder Kompetenzstufen. Jede Kompetenzstufe ist durch kognitive Prozesse und Handlungen von bestimmter Qualität spezifiziert, die Schüler auf dieser Stufe bewältigen können, nicht aber Schüler auf niedrigeren Stufen. [BMBF 03]

3.3.2 Kompetenzmodell

Zur Erstellung eines Kompetenzmodells für das Fach Elektronik scheint es sinnvoll zunächst den Rahmenlehrplan der Ausbildung zu studieren, da in diesem Dokument bereits zu erreichende Kompetenzen formuliert sind. Leider existiert aber für die anvisierte Ausbildung kein Rahmenlehrplan. Da die Elektronik aber ebenfalls Bestandteil elektrotechnischer Ausbildungen ist, wurde für die vorliegende Arbeit der Rahmenlehrplan für Kommunikationstechniker [MEN 03] zu Rate gezogen.

In diesem Rahmenlehrplan befassen sich zwei Lerngebiete direkt oder indirekt mit der Elektronik:

1. Lerngebiet E: Prüfen und messen.
2. Lerngebiet F: Elektronik.

Im Anhang F sind beide im Detail abgedruckt.

Die im Lerngebiet E "Prüfen und messen" geforderten Kompetenzen handeln hauptsächlich von dem Umgang mit Messgeräten und der Fehlersuche. Die fachgerechte Auswahl, Dimensionierung und Realisierung von elektronischen Schaltungen steht dagegen beim Lerngebiet F im Vordergrund.

Die genannten Ziele lassen sich durchaus auf die Informatiker übertragen, auch wenn der Anspruch in den einzelnen Kompetenzen nicht so hoch anzusetzen ist. Da die Digitalelektronik bei den Informatikern nicht Teil des Fachs "Elektronik" ist, wird sich außerdem inhaltlich auf die Analogelektronik beschränkt.

Die Gliederung von Elektronikkompetenzen in Kompetenzstufen ist Neuland. Um hier zu einem Ergebnis zu kommen wurde wie folgt vorgegangen:

1. Analyse der Programme des Fachs Elektronik für die Klassen T0IF bis T2IF.
2. Austausch mit erfahrenen Lehrerkollegen.
3. Berücksichtigung der Erfahrungen aus der eigenen Lehrtätigkeit und des eigenen Lernprozesses in der Elektronik.

Aus den Programmen erkennt man zum Beispiel, dass die Schüler in den ersten beiden Lehrjahren fast ausschließlich das Verhalten einzelner elektronischer Bauteile kennenlernen. Nur in dem Kapitel der linearen Gruppenschaltungen (T0IF) und den Netzgeräten (T1IF) wird das Zusammenspiel mehrerer Bauteile betrachtet. Es ist aber in diesen Klassen durchaus üblich die geforderten Lernziele durch Anwendungen zu veranschaulichen.

Im dritten Lehrjahr lernen die Schüler dann verstärkt die Funktionsweise und die Dimensionierung einzelner Schaltungen kennen.

Durch die generelle Anwendung handlungsorientierter Unterrichtsformen wird der Umgang mit den Messgeräten regelmäßig geübt. Die gezielte Vermittlung und Anwendung von Fehlersuchmethoden wird dagegen eher vernachlässigt.

Aus dieser Analyse und unter Berücksichtigung der genannten Erfahrungen wurde das auf der folgenden Seite abgedruckte Kompetenzmodell für die Elektronik erstellt. Wie in Abbildung 3.1 dargestellt, lassen sich die Stufen 1 bis 3 wiederum in zwei Unterkompetenzen gleicher Komplexität unterteilen.

Kompetenzmodell für die Elektronik

1. Stufe	Elementare elektronische Bauteile (Widerstand, Spule, Kondensator, Diode, Transformator, Transistor) wiedererkennen sowie deren Anwendungen kennen.
Der Schüler ist in der Lage die genannten Bauteile auf einem Bild zu identifizieren. Der Schüler kennt die verschiedenen Anwendungszwecke der Bauteile.	

2. Stufe	Gegebene einfache elektronische Schaltungen analysieren und messtechnisch untersuchen können.
Der Schüler ist in der Lage einfache elektronische Schaltungen zu lesen, deren Funktionsweise zu verstehen und die elektrischen Größen zu berechnen. Der Schüler kann die elektrischen Größen mit Messinstrumenten erfassen. Unter einfacher elektronischer Schaltung ist zu verstehen: <ul style="list-style-type: none"> • einfacher geschlossener Stromkreis mit Schalter • lineare Gruppenschaltung mit max. 4 Bauteilen • Spannungsteiler • elektronisches Bauteil mit Vorwiderstand • Spannungsquelle mit Innenwiderstand • Gleichrichterschaltungen (M1 und B2) • Transistoren (NPN und MOS-FET) als Schalter • nicht-invertierende und invertierende OPV-Schaltung • Filterschaltungen 1. Ordnung mit Kondensatoren 	

3. Stufe	Zur Lösung von einfachen elektrischen Aufgaben eine geeignete Schaltung auswählen und rechnerisch dimensionieren können.
Ausgehend von einer Problembeschreibung ist der Schüler in der Lage eine geeignete Schaltung vorzuschlagen und die Bauteile entsprechend zu dimensionieren. Die Aufgaben sollten in einen praktischen Kontext gesetzt werden und sich in der Schwierigkeit an den Schaltungen der Stufe 2 orientieren.	

4. Stufe	Fehler in elektronischen Schaltungen, wie sie in der Stufe 3 zur Anwendung kommen, systematisch aufsuchen und beheben können.
Der Schüler kann Fehler in elektronischen Schaltungen systematisch aufsuchen und beheben. Die Komplexität der Schaltungen sollte die der Schaltungen aus Stufe 3 nicht überschreiten.	

Kompetenzstufe	Items	Unterkompetenz
1-1	1 bis 8	Bauteile wiedererkennen
1-2	9 bis 14	Anwendung der Bauteile kennen
2-1	15 bis 34	Schaltungen analysieren können
2-2	35 bis 38	elektrische Größen messen können
3-1	39 bis 45	je nach Aufgabe richtige Schaltung auswählen können
3-2	46 bis 53	Schaltungen dimensionieren können
4	54 bis 55	Fehler suchen können

Abb. 3.1: Unterkompetenzen

3.4 Items

Das Ziel eines Items ist es das Erreichen einer Kompetenzstufe resp. Unterkompetenzstufe zu überprüfen. erinnert man sich daran, dass Kompetenzen die Fähigkeit bestimmte Probleme lösen zu können darstellen, so ergibt sich, dass auch bei der Formulierung der Items auf eine problemorientierte Gestaltung zu achten ist. Statt des einfachen Abprüfens von linearem Wissen ist es also vorzuziehen, dieses Wissen in eine konkrete Aufgabenstellung zu integrieren.

Eine einschränkende Randbedingung bei der Entwicklung der Items ist die Voraussetzung der Implementierung der Items auf einer Rechnerplattform einschließlich einer automatischen Auswertung. Dadurch reduzieren sich die Gestaltungsmöglichkeiten mit den zur Zeit verfügbaren Plattformen fast ausschließlich auf die Verwendung von Single Choice oder Multiple Choice Items. Jedes Item setzt sich also aus einer Problembeschreibung und mehreren Lösungsvorschlägen zusammen. Bei Single Choice Items gibt es *eine einzige* Lösung, bei Multiple Choice Items *mindestens* eine richtige Lösung.

Zur Verringerung des Guessing-Faktors, also der Wahrscheinlichkeit, dass der Schüler durch Zufall die richtige Antwort auswählt, ist darauf zu achten, dass ausreichend Antwortalternativen vorliegen.

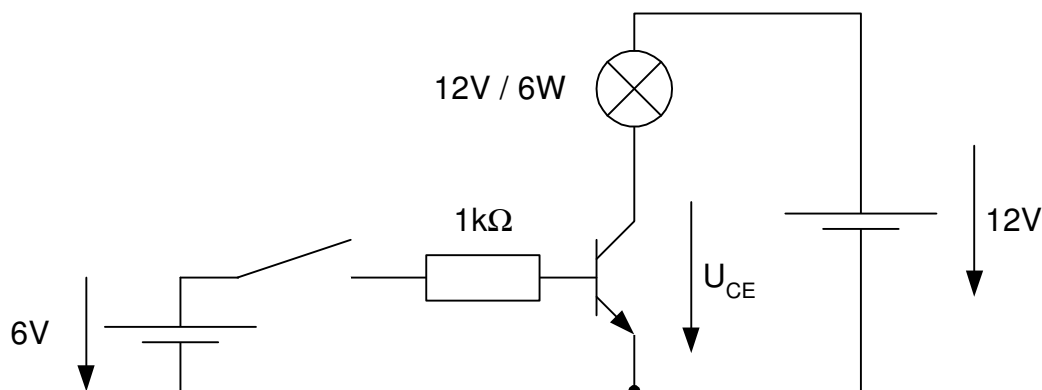
Wie am Anfang des Kapitels gefordert, ist jedes Item einer Kompetenzstufe resp. Unterkompetenz zugeordnet.

Im Anhang A sind alle Items, in der Reihenfolge wie sie auch im Test verwendet werden, abgedruckt. Wie noch in Kapitel 3.6 erläutert wird, konnten wegen der Zeitbeschränkung nicht alle entwickelten Items berücksichtigt werden. Letztere sind am Ende des genannten Anhangs aufgeführt.

Als schwierig erwies sich die Erstellung von Items zu der Kompetenzstufe 4 (Fehlersuche). Die Fehlersuche verlangt ein hohes Maß an systematischer Vorgehensweise. Bei der Überprüfung der Kompetenz sollte also auch die Vorgehensweise des Schülers im Vordergrund stehen. Dies ist aber mit dem simplen Multiple Choice Fragetyp kaum zu realisieren. Hierzu wären komplexere Fragetypen eventuell mit multimedialen und interaktiven Möglichkeiten sinnvoller, die aber wiederum zur Zeit noch nicht mit den gängigen Plattformen realisierbar sind. In Abbildung 3.2 ist ein Beispiel eines geeigneten Items abgedruckt.

Item:

Die folgende Schaltung wurde aufgebaut und in Betrieb genommen. Trotz geschlossenen Schalters leuchtet die Lampe nicht. Mit Hilfe eines Voltmeters das mit dem negativen Anschluss fest an Masse der Schaltung angeschlossen ist, sollen Sie das defekte Bauteil systematisch bestimmen.



1. Kennzeichnen Sie in der Schaltung den/die Punkt(e) an denen Sie die Spannung mit der positiven Messspitze messen würde. Nummerieren Sie die Punkte in der Reihenfolge wie Sie messen würden.
 2. Geben Sie für jeden Messpunkt den ungefähr erwarteten Spannungswert an, wenn der Schalter geschlossen ist.
 3. Außer der Kollektor-Emitter-Spannung U_{CE} sind alle Spannungen so wie Sie sie in Punkt 2 vorhergesagt haben. U_{CE} beträgt 12V. Welches Bauteil ist defekt?
-

Abb. 3.2: Item zur Fehlersuche

Zur Klassifizierung der Items wurden diese mit einer Zeichenfolge nach folgendem Muster versehen:

KS_UK_SR_TH_LN

KS	=	Kompetenzstufe
UK	=	Unterkompetenz
SR	=	Sortierreihenfolge
TH	=	Themengebiet
		BT = Bauteile
		AW = Anwendung
		EGS = einfacher geschlossener Stromkreis
		LGS = lineare Gruppenschaltung
		SpT = Spannungsteiler
		RSpQ = reale Spannungsquelle
		GLR = Gleichrichter
		NPN = NPN-Transistor
		OPV = Operationsverstärker
		FS = Filterschaltung
		Mess = Messtechnik
		VW = Vorwiderstand
LN	=	laufende Nummer im Themengebiet

So bezeichnet zum Beispiel die Zeichenfolge "2_1_03_SpT_01" das dritte Item innerhalb der Unterkompetenz 2-1. Es ist das erste Item zum Thema Spannungsteiler.

3.5 Implementierung

Wegen der universellen Struktur und der zukunftsweisenden Technologie wurde der Test mit Hilfe von TAO realisiert. Das Centre de Recherche Publique Henri Tudor (CRPHT) bot zudem eine Einflussnahme bei der Entwicklung von TAO an, die es ermöglichte, die Plattform mit gewissen Einschränkungen an die Bedürfnisse der vorliegenden Arbeit anzupassen. Dies führte

zu einer Reihe von Verbesserungsvorschlägen und Fehlerbeschreibungen, die der Autor zum Teil in dem eigens dafür vorgesehenen Bug-Manager schriftlich hinterlegt hat.

Im Folgenden werden kurz die wichtigsten Verbesserungsvorschläge beschrieben. Eine vollständige Liste mit der Kurzfassung aller im Bug-Manager festgehaltenen Fehlerbeschreibungen und Vorschläge ist im Anhang D abgedruckt.

3.5.1 Verbesserungsvorschläge zu den Modulen Items, Tests, Subjects und Groups

Die Sortierreihenfolge der Listen sollte alphabetisch erfolgen.	
Status:	realisiert

Zur Identifikation der Objekte sollte statt der abstrakten URL deren Name (label) erscheinen.	
Status:	realisiert

Die Strukturbäume in den Navigationsleisten sollten nicht bei jeder Manipulation zusammenklappen.	
Status:	teilweise realisiert

Wenn man am Inhalt eines Items arbeitet, sollte der Name des Items noch angezeigt werden, damit man nachsehen kann, an welchem Item man gerade arbeitet.	
Status:	realisiert

Löscht man eine Antwortalternative, darf sich die Auswahl der richtigen Alternativen nicht verschieben.	
Status:	noch nicht realisiert

Man muss sich in jedes Modul getrennt einloggen und für jedes Modul die zugriffsberechtigten Personen getrennt festlegen. Ein gemeinsames Login und Verwaltung wäre angebracht.	
Status:	teilweise realisiert (Login)

Die Möglichkeit Daten (z.B. Schülerdaten) zu importieren sollte gegeben sein.	
Status:	zur Zeit nur über den Entwickler möglich

Jedem Benutzer und jedem Test sollte man eine Sprache zuweisen können, die standardmäßig benutzt wird, wenn man in den Modulen arbeitet respektive wenn man den Test startet.

Status:	realisiert
---------	------------

Mehrere Fragen zu einer Problemstellung sollten getrennt bewertet werden können.

Status:	noch nicht realisiert
---------	-----------------------

Zur schnelleren Erstellung von ähnlichen Items oder gar Tests, sollte die Möglichkeit bestehen Instanzen zu duplizieren.

Status:	realisiert
---------	------------

In den Antwortalternativen müssen Bilder verwendet werden können.

Status:	realisiert
---------	------------

Teilweise richtig beantwortete Multiple Choice Fragen sollten auch als teilweise richtig bewertet werden können.

Status:	noch nicht realisiert
---------	-----------------------

Zur Wiederholbarkeit von alten Testdurchläufen ist eine Verwaltung der Test- und Itemversionen erforderlich, siehe ProvIT.

Status:	noch nicht realisiert
---------	-----------------------

3.5.2 Verbesserungsvorschläge zu dem Test Delivery Server

Die maximale Größe eines Items ist mit 600 x 500 Punkten zu klein für Items mit Bildern. Die maximale Größe sollte an eine 1024x768 Auflösung angepasst werden.

Status:	realisiert
---------	------------

Vor Ende des Tests muss eine Bestätigungsabfrage eingefügt werden, ob man den Test wirklich beenden will.

Status:	realisiert
---------	------------

3.5.3 Datenschutz

Aus Datenschutzgründen konnten die Namen der teilnehmenden Schüler nicht zu Verfügung gestellt werden. Daher wurden anonyme Logins erstellt, die aber noch einen Rückschluss auf die Klasse zuließen. So handelt es sich zum Beispiel bei der Identifikation "lnw_t2if_01" um einen Schüler der Klasse T2IF des Lycée du Nord.

3.6 Vorbereitungen

Neben der Reliabilität (siehe Kapitel 4.3) ist die Objektivität ein Gütekriterium für einen Test. "Die Objektivität eines Tests gibt an, in welchem Ausmaß die Testergebnisse vom Testanwender unabhängig sind." [Bortz 02]. Man unterscheidet zwischen:

- Durchführungsobjektivität.
- Auswertungsobjektivität.
- Interpretationsobjektivität.

Zur Gewährleistung der Durchführungsobjektivität wurden bereits einen Monat vor den ersten Tests Informationsblätter an die teilnehmenden Schüler und Lehrer verschickt (siehe Anhang E). Hierin wurden exakt die Randbedingungen der Durchführung, die technischen Voraussetzungen und die Vorbereitung der Schüler auf den Test beschrieben. Die Schüler hatten die Möglichkeit sich anhand eines kleinen Demo-Tests mit der Bedienung von TAO vertraut zu machen. Kurz vor den Testterminen erhielten alle Lehrer noch einmal schriftlich letzte Instruktionen für die Durchführung. Aus organisatorischen und technischen Gründen war es allerdings nicht möglich alle 200 Schüler den Test gleichzeitig durchführen zu lassen, um die Möglichkeit einer Absprache zwischen den Klassen auszuschließen.

Die Auswertungsobjektivität ist durch die automatische Auswertung durch den Rechner zu 100% gewährleistet.

Die Interpretationsobjektivität verlangt, dass keine individuellen Deutungen in die Interpretation der Ergebnisse einfließen dürfen. Mangels Vergleichswerte kann dies in der vorliegenden Arbeit

nicht vollständig garantiert werden. Durch eine fachgerechte statistische Auswertung (siehe Kapitel 4) werden aber persönliche Interpretationen auf ein Minimum reduziert.

Zur Bestimmung der benötigten Bearbeitungsdauer wurde der Test vorab von einem mittelstarken Schüler einer T2IF-Klasse durchgeführt und für jedes Item die benötigte Bearbeitungszeit notiert. Dieser Probedurchlauf zeigte, dass eine Reduktion der Anzahl an Items erforderlich war. Die vom Test ausgeschlossen Items sind am Ende des Anhangs A aufgelistet.

Bereits bei den Vorläufen fiel auf, dass sich der Test ungefähr ab dem Item 48 deutlich verlangsamte und schlussendlich teilweise blockierte. Es stellte sich heraus, dass durch eine ungünstige Speicherverwaltung des notwendigen Macromedia Flash Plug-In's dieser bei Tests mit vielen Bildern zum Absturz gebracht wurde. Da die Entwicklung des Plug-In's nicht in den Händen des CRPHT liegt, gab es schlussendlich nur die Möglichkeit den Test in zwei Teile aufzuspalten. Teil 1 deckte die Items der Kompetenzstufen 1 und 2 ab, wogegen der zweite Teil die restlichen Items beinhaltete.

Da TAO außerdem noch nie zuvor gleichzeitig von mehr als 10 Testkandidaten benutzt wurde, stellten wir den Schülern auch eine gedruckte Form des Tests zur Verfügung.

3.7 Durchführung

Wie bereits in der Einleitung bemerkt wurde, ist es für die Validierung eines Tests von Vorteil diesen an einer möglichst großen Anzahl an Schülern durchzuführen. Deshalb wurde er an den Technikern der Informatik und nicht der Elektrotechnik angewandt.

Drei Schulen bieten in Luxemburg die Ausbildung zum Techniker der Informatik an:

1. LNW (Lycée du Nord Wiltz).
2. LTAM (Lycée Technique des Arts et Métiers).
3. LTE (Lycée Technique d'Esch-sur-Alzette).

An dem Test haben folgende Klassen mit den angegebenen Schülerzahlen teilgenommen. Insgesamt sind **209 Schüler** geprüft worden (vgl. Abb. 3.3).

Schule	Klasse	Schülerzahl
LNW	T0IF	9
LTAM	T0IF1	23
	T0IF2	22
	T0IF3	22
LTE	T0IF1	15
	T0IF2	12
		103
LNW	T1IF	18
LTAM	T1IF1	11
	T1IF2	20
		49
LNW	T2IF	6
LTAM	T2IF1	20
	T2IF2	11
LTE	T2IF	20
		57

Abb. 3.3: Teilnehmende Klassen

Bei den ersten Tests im LTE waren sowohl der Autor als auch ein Mitarbeiter der Universität Luxemburg zur Beobachtung anwesend. Der Test auf der Klasse T0IF2 des LTAM wurde ebenfalls von dem Mitarbeiter der Universität Luxemburg und der Test auf der Klasse T0IF3 von einem Mitarbeiter des CRPHT überwacht.

3.7.1 Technische Aspekte der Durchführung

Die ersten Tests wurde am 22. Juni 2005 im LTE mit allen drei teilnehmenden Klassen gleichzeitig durchgeführt. Es traten sofort massive Probleme mit der Identifizierung auf. Nur die ersten 10 bis 20 Schüler konnten sich erfolgreich einloggen. Erst nach und nach gelang es auch den anderen Schülern sich einzuloggen. Dank der gedruckten Version des Tests blieb aber ein Chaos aus und die Schüler konnten nahtlos weiterarbeiten. Nach dem erfolgten Login konnten sogar fast alle Schüler ihre Antworten noch nachträglich eintragen. Die Ursache für das Problem wurde vom CRPHT identifiziert und zum dritten Durchführungstermin behoben.

Bei manchen Schülern stürzte der zweite Teil des Tests nach dem ersten Item ab. Eine erneute Identifizierung schaffte hier Abhilfe. Es gelang dem Autor diesen Fehler zu reproduzieren. Er trat nur auf, wenn die Schüler das Fenster mit den Ergebnissen des ersten Teils offen ließen, wenn sie den zweiten Teil starteten. Die Entwickler von TAO verstehen zwar inzwischen die Wirkungskette die zum Absturz führt, können Letzteren zum jetzigen Zeitpunkt aber noch nicht vermeiden.

Es kam trotz der Aufspaltung des Tests in zwei Teile noch vereinzelt zu Testabstürzen. Außerdem wurde manchmal ein Item nicht oder nicht vollständig angezeigt. Dann mussten die Schüler einmal vor- und zurücknavigieren, um das Item vollständig angezeigt zu bekommen. Dennoch standen unter dem Strich 98% der Resultate in TAO zur Verfügung. Nur von 4 Schülern mussten die Resultate mit Hilfe der gedruckten Version manuell nachgetragen oder vervollständigt werden.

3.7.2 Pädagogische Aspekte der Durchführung

Allgemein konnte beobachtet werden, dass viele Schüler der zehnten Klassenstufe den Test sehr schnell bearbeitet haben. Es liegt nahe zu vermuten, dass sich diese Schüler zu schnell demotivieren ließen durch den für sie hohen Schwierigkeitsgrad. Auch auf den höheren Klassen schlossen die meisten Schüler den Test schneller ab als der Probeschüler.

Somit stellt sich die Frage, ob es sinnvoll wäre Anreize in Form von Belohnungen zu schaffen um die Motivation der Schüler zu steigern. Für die Validierung des Tests ist, wie oben bereits erwähnt, die Durchführungsobjektivität ein wichtiges Kriterium. In diesem Fall müsste man dann auf allen Klassen den gleichen Anreiz anbieten.

Langfristig scheint es dem Autor aber fruchtbarer, zu versuchen, dass die Schüler den formativen Charakter des Tests für sich begreifen. Die daraus resultierende innere Motivation wäre sicherlich nachhaltiger als eine punktuelle externe Stimulation. Dieses Ziel ist aber kaum alleine zu erreichen und setzt ein generelles Umdenken in der Bildungspolitik voraus.

Abschließend ist noch zu der Motivation zu bemerken, dass es ratsam ist, die Schülern nach dem Test sinnvoll zu beschäftigen, bis alle den Test abgeschlossen haben. Als nicht sinnvoll hat sich

die Möglichkeit herausgestellt nach dem Test im Internet zu surfen. Dies stellt für einige Schüler einen höheren Anreiz dar als ein gutes Ergebnis im Test. Diese versuchen dann den Test möglichst schnell hinter sich zu bringen, um auch möglichst schnell ins Internet zu kommen.

Positiv zu bemerken ist, dass viele Schüler sich auch nach dem Test noch mit einzelnen Items beschäftigt haben, indem sie sich mit anderen Schülern darüber ausgetauscht, oder die Lehrer dazu befragt haben.

Kapitel 4

Auswertung

4. Auswertung

4.1 Auswertung in TAO

Die Ergebnisse des Tests werden in dem "resultsmodule" von TAO abgespeichert. Zur Zeit der Durchführung der Tests wurden neben allgemeinen Informationen folgende Daten über jeden Testdurchlauf gespeichert:

Daten über den Test:

Bezeichnung	Erklärung
score	<p>"score" beinhaltet das Ergebnis des Testdurchlaufs in Prozent unter Berücksichtigung des Gewichts jedes Items.</p> $score = \frac{\sum (item_endorsement * item_weight)}{\sum item_weight}$

Daten über die Items:

Bezeichnung	Erklärung
endorsement	<p>"endorsement" gibt Auskunft darüber, ob das Item richtig (endorsement = 1) oder falsch (endorsement = 0) beantwortet wurde. Bei Multiple Choice Items wird nur ein vollständig richtig beantwortetes Item als richtig bewertet. Es müssen also alle richtigen Antworten und es darf keine falsche Antwort angeklickt sein.</p>
behaviours	<p>"behaviours" enthält binär kodiert die ausgewählte(n) Antwort(en). So bedeutet zum Beispiel die Kombination 1010, dass von 4 Alternativen die erste und die dritte ausgewählt wurde.</p>

Es ist in Zukunft vorgesehen unter anderem die benötigte Zeit für jedes Item und die Zeit für den gesamten Test abzuspeichern. Außerdem soll das "behaviours"-Feld um Informationen über etwaige Meinungsänderung des Kandidaten erweitert werden.

Zur Weiterverarbeitung der Resultate besteht in TAO die Möglichkeit die Daten im "comma delimited format" in eine Datei zu schreiben, oder die Daten direkt in eine Excel-Tabelle zu übernehmen.

In der Abbildung 4.1 ist eine typische TAO-Präsentation der Daten im HTML-Format zu sehen.

Results exploitation

4) Results

- Save Results Array
- Get Results in CSV Format
- Get Results in data sheet

ExecutionID	Subject Label	Group Label	Test Label	Score	1_1a_01_BT_01	1_1a_03_BT_03	1_1a_04_BT_04	1_1a_05_BT_05
					Endorsment	Item--Behaviors	Endorsment	Item--Behaviors
July 4, 2005, 8 57 am1120460260219 -- TRONI TxIF LEVEL 1-2	lte_t2if_09		TRONI TxIF LEVEL 1-2	31.6%	0	1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0	0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
July 4, 2005, 8 51 am112045991451 -- TRONI TxIF LEVEL 1-2	lnw_t0if_07		TRONI TxIF LEVEL 1-2	50%	0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0	No data	0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
July 4, 2005, 8 49 am112045974294 -- TRONI TxIF LEVEL 1-2	lte_t0if2_03		TRONI TxIF LEVEL 1-2	18.4%	0	0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0	0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
July 4, 2005, 8 45 am112045950030 -- TRONI TxIF LEVEL 1-2	lnw_t0if_03		TRONI TxIF LEVEL 1-2	23.7%	0	1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0	0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
July 4, 2005, 8 44 am1120459468145 -- TRONI TxIF LEVEL 1-2	lnw_t0if_07		TRONI TxIF LEVEL 1-2	47.4%	0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0	0	0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
July 4, 2005, 8 39 am1120459159153 -- TRONI TxIF LEVEL 1-2	lnw_t0if_03		TRONI TxIF LEVEL 1-2	21.1%	0	1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0	0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

Abb. 4.1: Präsentation der Resultate in TAO

4.2 Aufbereitung der Daten

Die Auswertung der Daten erfolgte in dieser Arbeit in SPSS v11.5, einer Software zur statistischen Analyse. Dazu wurde die Daten zunächst wie folgt aufbereitet:

1. Umkodierung des Item-Behaviours von Single Choice Items.
2. Detailbewertung von Multiple Choice Items und Behandlung von "No data"-Fällen.

4.2.1 Umkodierung des Item-Behaviours von Single Choice Fragen

Das von TAO gelieferte Item-Behaviour wurde in den SPSS-Variablen beh1 bis beh55_4 abgespeichert. Allerdings wurde aus Gründen der einfacheren Auswertung das Item-Behaviour von Single Choice Items dezimal umkodiert. Die Bitfolge 001000 ergibt dann die Dezimalzahl 3, da die dritte Alternative angeklickt wurde. In Abbildung 4.2 ist die Präsentation der Daten in SPSS zu erkennen. Jede Kolonne entspricht einer SPSS-Variable und jede Zeile einer Testdurchführung ("case" genannt).

	subject	level	class	beh1	beh2	beh3	beh4	beh5	beh6	beh7	beh8_1	beh8_2	beh8_3	beh8_4
1	lnw_t0if_01	10	lnw_t0if	1	2	6	3	3	1	3	0	0	0	0
2	lnw_t0if_02	10	lnw_t0if	.	11	.	3	.	.	.	.	.	.	.
3	lnw_t0if_03	10	lnw_t0if	1	2	3	1	11	1	10	1	0	0	0
4	lnw_t0if_04	10	lnw_t0if	1	11	9	3	2	6	10	0	0	0	0
5	lnw_t0if_05	10	lnw_t0if	3	11	6	1	9	6	4	0	0	0	0
6	lnw_t0if_06	10	lnw_t0if	6	11	.	3	10	1	2	0	0	0	0
7	lnw_t0if_07	10	lnw_t0if	9	2	8	3	10	1	3	0	0	0	0
8	lnw_t0if_08	10	lnw_t0if	4	2	11	3	10	1	6	0	0	0	0
9	lnw_t0if_09	10	lnw_t0if	3	11	8	3	7	6	6	0	0	0	0
10	ltam_t0if1_01	10	ltam_t0if1	.	2	9	3	.	.	.	.	.	.	.
11	ltam_t0if1_02	10	ltam_t0if1	.	2	9	3	.	.	.	.	.	.	.
12	ltam_t0if1_04	10	ltam_t0if1	.	11	.	3	.	.	.	.	.	.	.
13	ltam_t0if1_05	10	ltam_t0if1	4	11	.	3	10	.	.	.	.	.	.
14	ltam_t0if1_06	10	ltam_t0if1	4	11	.	3	10	.	8	0	0	0	0
15	ltam_t0if1_07	10	ltam_t0if1	3	2	7	3	9	.	7	0	0	0	0
16	ltam_t0if1_08	10	ltam_t0if1	6	11	7	3	10	8	1	0	0	0	0
17	ltam_t0if1_09	10	ltam_t0if1	4	11	6	3	10	1	.	0	0	0	0
18	ltam_t0if1_10	10	ltam_t0if1	1	2	.	3	.	.	.	.	.	.	.
19	ltam_t0if1_11	10	ltam_t0if1	9	11	6	4	.	.	.	.	.	.	.
20	ltam_t0if1_12	10	ltam_t0if1	4	2	.	1	.	.	.	.	.	.	.
21	ltam_t0if1_13	10	ltam_t0if1	4	2	6	3	9	1	8	0	0	0	0
22	ltam_t0if1_14	10	ltam_t0if1	.	2	.	3	10	1	.	0	0	0	0
23	ltam_t0if1_15	10	ltam_t0if1	.	11	.	3	.	.	.	.	.	.	.
24	ltam_t0if1_16	10	ltam_t0if1	.	11	6	3	10	.	4	0	0	0	0
25	ltam_t0if1_17	10	ltam_t0if1	7	2	.	3	10	.	.	0	0	0	0
26	ltam_t0if1_18	10	ltam_t0if1	6	11	9	7	10	.	.	.	.	.	.
27	ltam_t0if1_19	10	ltam_t0if1	4	11	8	3	10	1	.	0	0	0	0
28	ltam_t0if1_20	10	ltam_t0if1	4	11	1	3	7	1	1	0	0	0	0
29	ltam_t0if1_21	10	ltam_t0if1	.	11	.	3	10	1	7	0	0	0	0
30	ltam_t0if1_22	10	ltam_t0if1	7	2	11	1	9	10	3	.	.	.	.
31	ltam_t0if1_23	10	ltam_t0if1	4	2	8	3	10	1	6	0	0	0	0

Abb. 4.2: Präsentation der Resultate in SPSS

Man erkennt z.B., dass der Schüler (subject) Inw_t0if_03 beim Single Choice Item 5 (Variable beh5) die elfte Alternative ausgewählt hat. Bei dem Multiple Choice Item 8 (Variablen beh8_1 bis beh8_4) hat der gleiche Schüler die erste Alternative ausgewählt, die zweite, dritte und die vierte Alternative wurde nicht ausgewählt.

Ein Punkt in den Zellen bedeutet, dass keine Daten vorliegen, das heißt der Schüler hat das Item nicht beantwortet.

Das ebenfalls von TAO gelieferte Item-Endorsement wurde in binärer Form in den SPSS-Variablen it1 bis it55 abgespeichert.

4.2.2 Detailbewertung von Multiple Choice Items und Behandlung von "No data"-Fällen

Wie bereits am Anfang des Kapitels erwähnt, bewertet TAO die Antworten zu einem Multiple Choice Item nur dann als richtig, wenn dieses vollständig richtig beantwortet wurde. Es müssen also alle richtigen Antworten und es darf keine falsche Antwort angeklickt sein.

Dieses Bewertungsschema ist für die vorliegende Arbeit kaum sinnvoll, wie am Beispiel der neunten Frage des Tests (Item 1_2_01_AW_01) über die Anwendungsmöglichkeiten von ohmschen Widerständen leicht ersichtlich wird. Ein Schüler der weiß, dass man ohmsche Widerstände zur Reduzierung des elektrischen Stroms und zum Erwärmen von Gegenständen benutzen kann, aber nicht weiß, dass diese auch zum Pull-Up oder Pull-down von Spannungen benutzt werden können, wird von TAO genauso inkompetent eingestuft, wie ein Schüler der keine Anwendung kennt.

Aus diesem Grund wurden in SPSS zwei alternative **Bewertungsmethoden für Multiple Choice Items** angewandt und verglichen.

1. Plus-Minus-Bewertung:

Jede richtig angeklickte Antwort gibt einen Pluspunkt, jede falsche Antwort einen Minuspunkt. Die Gesamtpunktzahl eines Items darf aber nicht negativ werden.

Durch diese Maßnahme verändert sich auch das Gewicht von Multiple Choice Items von 1 auf die Anzahl der richtigen Antwortalternativen.

Die Bewertung des oben erwähnten Items 1_2_01_AW_01 liegt somit z.B. zwischen 0 und 3.

2. Alternative-zu-Item-Bewertung:

Jede Antwortalternative wird als eigenständiges Single Choice Item betrachtet. So ergibt das Items 1_2_01_AW_01 fünf Single Choice Items von denen jedes mit 1 oder 0 bewertet wird, je nachdem ob die entsprechende Antwortalternative zurecht angeklickt wurde oder nicht.

Für beide Bewertungsmethoden muss man sich überlegen, wie man mit **"No data"-Fällen**, also Fällen in denen der Schüler die Frage gar nicht beantwortet hat, umgeht. Gemeinsam für beide Methoden ist, dass dieser Fall genauso bewertet werden muss wie die ungünstigste Antwort ("worst case"-Behandlung).

Für die Plus-Minus-Bewertung entspricht dies einer Punktzahl von 0 auf dem Item.

Bei der Alternative-zu-Item-Bewertung muss so verfahren werden, als wenn der Schüler alle falschen Antworten angeklickt und alle richtigen Antworten nicht angeklickt hätte. Alle Unteritems sind also mit 0 zu bewerten.

In SPSS wurden beide Bewertungsmethoden über die Variablen sc1 bis sc55 und exp1 bis exp55_4 realisiert. Um beide Methoden miteinander zu vergleichen, wurde jeweils eine Ergebnisvariable erstellt, die einfach aus der Summe der Bewertungen der einzelnen Items besteht.

score_sc = Summe der Bewertung aller Items (Plus-Minus-Bewertung)

score_ex = Summe der Bewertung aller Items (Alternative-zu-Item-Bewertung)

Das score_sc-Ergebnis kann maximal 71 und das score_ex-Ergebnis maximal 101 betragen.

Zum Vergleich der beiden Methoden wurde das Plus-Minus-Gesamtergebnis jedes Schülers in Abhängigkeit von dessen Alternative-zu-Item-Gesamtergebnisse in ein Diagramm eingetragen (siehe Abbildung 4.3).

Man erkennt, dass Schüler mit einem hohen Alternative-zu-Item-Ergebnis ebenfalls ein hohes Plus-Minus-Ergebnis erreichen und Schüler mit einem niedrigen Alternative-zu-Item-Ergebnis ebenfalls ein niedriges Plus-Minus-Ergebnis erzielen. Der Zusammenhang weist mit

Abweichungen eine relativ hohe Linearität auf ($r = 0,949$).

Schüler mit einem niedrigen Alternative-zu-Item-Ergebnis haben aber relativ dazu ein höheres Ergebnis nach der Plus-Minus-Bewertung. Eine mögliche Erklärung für diesen Effekt ist es, dass schwache Schüler öfter Fragen überhaupt nicht beantworten, was wiederum durch die Art der "No data"-Behandlung bei der Alternative-zu-Item-Bewertung wesentlich stärker negativ ins Gewicht fällt als bei der Plus-Minus-Bewertung. Beantwortet man zum Beispiel die Multiple Choice Frage 8 (Item 1_1c_01_BT_10) nicht, wird man mit 0 von maximal 3 Punkten nach der ersten Bewertungsmethode und mit 0 von maximal 10 Punkte nach der zweiten Bewertungsmethode eingestuft.

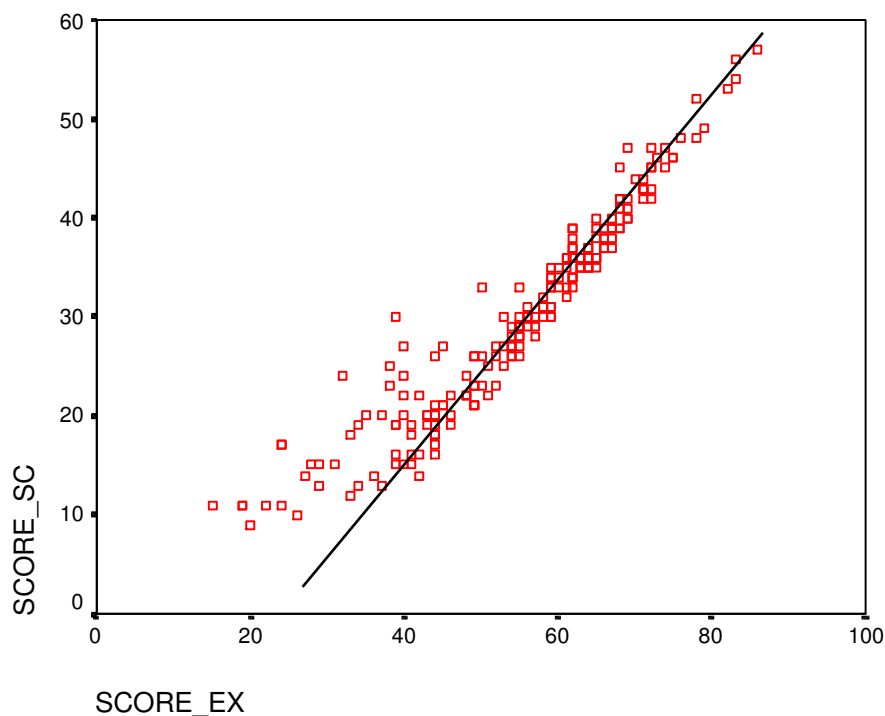


Abb. 4.3: Plus-Minus-Bewertung in Abhängigkeit von der Alternative-zu-Item-Bewertung

Die Alternative-zu-Item-Bewertung gesteht in den Augen des Autors verschiedenen Items ein zu hohes Gewicht zu und führt zu einer übermäßig strengen Bewertung. Aus diesem Grund wird für alle folgenden Betrachtungen nur noch das Plus-Minus-Gesamtergebnis zurückbehalten.

4.3 Reliabilitätsprüfung

Da es sich bei dem erstellten Test nicht um einen bereits validierten Test handelt, muss dieser zunächst einer Reliabilitätsprüfung (Zuverlässigkeitsprüfung) unterzogen werden.

4.3.1 Theoretische Grundlagen

"Die Reliabilität eines Tests kennzeichnet den Grad der Genauigkeit, mit dem das geprüfte Merkmal gemessen wird." [Bortz 02]

Ein Maß für die Reliabilität eines unidimensionalen Tests ist der in Gleichung 4.1 angegebene Reliabilitätskoeffizient α von Cronbach.

$$\alpha = \frac{N \cdot \bar{r}}{1 + (N - 1) \cdot \bar{r}}$$

N ist die Anzahl der Items. \bar{r} ist die durchschnittliche Interkorrelation der Items.

Gl. 4.1: Reliabilitätskoeffizient α von Cronbach

Die durchschnittliche Interkorrelation der Items ist wiederum der Durchschnitt der Korrelationen von jedem Item zu jedem anderen Item eines Tests. Ein guter Test sollte Reliabilitäten von über 0,80 aufweisen. Reliabilitäten zwischen 0,8 und 0,9 gelten als mittelmäßig, Reliabilitäten über 0,9 als hoch. Die Berechnung von α setzt voraus, dass alle Items positiv zu dem Gesamtergebnis des Tests korreliert sind, da sonst die Voraussetzung eines unidimensionalen Tests nicht gegeben ist. [Yaffee 03]

4.3.2 Reliabilitätsprüfung

Der vorliegende Test prüft nur eine Dimension, d.h. es wird nur ein Merkmal geprüft nämlich die Kompetenz in der Elektronik. Daher müssen alle Items positiv zu dem Gesamtergebnis des Tests korreliert sein. Die Berechnung von Alpha und den Korrelationen erfolgte in SPSS. Das Ergebnis ist auf der folgenden Seite abgedruckt.

4. Auswertung

RELIABILITY ANALYSIS - SCALE (ALPHA)

Item-total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item- Total Correlation	Alpha if Item Deleted
SC1	29.4211	104.5334	.5962	.8664
SC2	29.5502	109.9217	.0497	.8740
SC3	29.7608	108.4906	.2129	.8717
SC4	29.1770	107.8483	.3850	.8700
SC5	29.4498	104.0948	.6328	.8658
SC6	29.4258	106.5630	.3872	.8693
SC7	29.7464	105.7190	.5062	.8679
SC8	28.9522	99.6708	.5310	.8659
SC9	28.3301	104.1741	.3363	.8706
SC10	28.8086	103.5017	.4614	.8676
SC11	28.4163	98.7730	.5675	.8649
SC12	29.0574	104.1025	.4247	.8683
SC13	29.4115	105.8587	.2868	.8712
SC14	29.2727	106.9205	.4125	.8693
SC15	29.2153	109.1986	.1711	.8721
SC16	29.6364	106.8287	.3561	.8698
SC17	29.5885	111.2433	-.0757	.8757
SC18	27.9474	103.3770	.3187	.8719
SC19	29.3493	108.0072	.2577	.8711
SC20	29.6411	108.9620	.1454	.8727
SC21	29.7033	108.5077	.1984	.8719
SC22	29.6411	107.5004	.2898	.8707
SC23	29.4258	106.2168	.4223	.8688
SC24	29.6316	109.0607	.1350	.8728
SC25	29.6651	106.1181	.4335	.8687
SC26	29.6938	106.0692	.4468	.8686
SC27	29.4880	105.7511	.4583	.8683
SC28	29.6316	106.9357	.3447	.8699
SC29	29.8804	108.1827	.3087	.8706
SC30	29.8660	107.6454	.3657	.8700
SC31	29.6364	106.5402	.3849	.8694
SC32	29.7560	109.7527	.0776	.8734
SC33	29.6699	107.5780	.2866	.8707
SC34	29.3110	104.9461	.3119	.8709
SC35	29.3684	105.3973	.5266	.8675
SC36	29.3062	105.8385	.5133	.8679
SC37	29.5407	107.3842	.2946	.8706
SC38	29.3876	107.5558	.2948	.8706
SC39	29.4163	106.6384	.3817	.8694
SC40	29.7560	106.7623	.3977	.8693
SC41	29.8469	109.3322	.1447	.8724
SC42	29.7560	106.7431	.3998	.8693
SC43	29.5455	108.2395	.1408	.8738
SC44	29.5263	106.1928	.4118	.8689
SC45	29.5885	107.8683	.2486	.8713
SC46	29.8325	108.4862	.2399	.8713
SC47	29.8756	111.3402	-.0994	.8749
SC48	29.8325	107.5439	.3521	.8700
SC49	30.0000	110.5865	.0157	.8730
SC50	29.8373	110.5407	-.0011	.8740
SC51	29.9234	108.8499	.2563	.8712
SC52	29.9569	109.4645	.1957	.8718
SC53	29.8565	109.1908	.1656	.8721
SC54	29.6890	108.3692	.2100	.8718
SC55	29.3254	101.8071	.5172	.8662

Reliability Coefficients

N of Cases = 209.0

N of Items = 55

Alpha = .8724

SC1 bis SC55 bezeichnen die Ergebnisvariablen der 55 Items. In der Kolonne "Corrected Item-Total Correlation" ist für jedes Item die Korrelation des Items mit dem Gesamtergebnis angegeben. Sechs Items haben eine negative oder sehr niedrige Korrelation mit dem Gesamtergebnis und müssen daher genauer überprüft werden. Es handelt sich um folgende Items:

Item Nummer	Item Label	Corrected Item-Total Correlation	Inhalt
2	1_1a_03_BT_03	0.0497	Erkennen eines Relais
17	2_1_02a_LGS_01	-0.0757	Berechnen des Gesamtstroms einer Gruppenschaltung
32	2_1_14_OPV_02	0.0776	Bestimmen der Ausgangsspannung eines OPV
47	3_2_02_NPN_02	-0.0994	Dimensionierung eines Basisvorwiderstandes
49	3_2_04_SpT_01	0.0157	Dimensionierung eines Spannungsteilers
50	3_2_05_FS_01	-0.0011	Dimensionierung der Grenzfrequenz eines Filters

Item 2 (Erkennen eines Relais):

Betrachtet man in Abbildung 4.4 die Häufigkeit mit der die verschiedenen Antwortalternativen ausgewählt wurden, so fällt auf, dass die Spule fast so oft gewählt wurde wie das Relais. Offensichtlich ist vielen Schülern nicht klar, dass nach dem gesamten Bauteil gefragt ist.

1_1a_03_BT_03					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Widerstand	1	.5	.5	.5
	Spule	88	42.1	42.3	42.8
	Diode	2	1.0	1.0	43.8
	Transformator	13	6.2	6.3	50.0
	Spannungsregler	1	.5	.5	50.5
	* Relais	103	49.3	49.5	100.0
	Total	208	99.5	100.0	
Missing	System	1	.5		
Total		209	100.0		

Abb. 4.4: Häufigkeit der gewählten Alternativen des Items 1_1a_03_BT_03

Für eine zukünftige Verwendung des Items müsste also zum Beispiel durch eine Umrandung des gesamten Bauteils diese Zweideutigkeit ausgeschlossen werden. Für die Bewertung der Kompetenz in der Elektronik ist dieses Item in der vorliegenden Form aber nicht valide und muss daher von allen weiteren Betrachtungen ausgeschlossen werden.

Item 17 (Berechnen des Gesamtstroms einer Gruppenschaltung):

Auch durch eine Betrachtung der Häufigkeitsverteilung wird nicht klar, weshalb das Item 2_1_02a_LGS_01 negativ zum Gesamtergebnis korreliert (vgl. Abb. 4.5; * markiert die richtige Antwort). Das Item ist zwar als schwer einzustufen, aber eigentlich eindeutig. Trotzdem muss dieses Item wegen der negativen Korrelation eliminiert werden.

2_1_02a_LGS_01

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0,5 A	11	5.3	5.4	5.4
	2 A	23	11.0	11.2	16.6
	* 3 A	95	45.5	46.3	62.9
	8 A	44	21.1	21.5	84.4
	32 A	1	.5	.5	84.9
	anderer Wert	31	14.8	15.1	100.0
Total		205	98.1	100.0	
Missing	System	4	1.9		
Total		209	100.0		

Abb. 4.5: Häufigkeit der gewählten Alternativen des Items 2_1_02a_LGS_01

Item 32 (Bestimmen der Ausgangsspannung eines OPV):

Die Analyse der Häufigkeitsverteilung zeigt, dass neben der richtigen Alternative (" +15V") sehr häufig die Alternative (" +20V") gewählt wurde. Diese Alternative ist richtig, wenn man die Spannungsversorgung vernachlässigt. Da es aber auch das Ziel dieses Items war, zu prüfen, ob der Schüler genau diese Randbedingung erkennt, und da die Korrelation noch positiv ist, kann dieses Item beibehalten werden. Das Item muss allerdings als sehr schwierig eingestuft werden.

2_1_14_OPV_02

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0 V	24	11.5	13.8	13.8
	-15 V	11	5.3	6.3	20.1
	* +15 V	60	28.7	34.5	54.6
	-20 V	17	8.1	9.8	64.4
	+20 V	46	22.0	26.4	90.8
	Die Spannung ist unendlich groß.	4	1.9	2.3	93.1
	anderer Wert	12	5.7	6.9	100.0
	Total	174	83.3	100.0	
Missing	System	35	16.7		
Total		209	100.0		

Abb. 4.6: Häufigkeit der gewählten Alternativen des Items 2_1_14_OPV_02

Item 47 (Dimensionierung eines Basisvorwiderstandes):

Es fällt auf, dass die meisten Schüler einen 500 Ohm Widerstand statt eines 430 Ohm Widerstandes gewählt haben (vgl. Abb. 4.7). Es liegt also nahe zu vermuten, dass diese Schüler den Vorwiderstand ohne Berücksichtigung des Spannungsverlusts an der Basis-Emitter-Strecke berechnet haben. Dies würde man von Schülern einer T0IF und zum Teil einer T1IF auch nicht anders erwarten, da diese das Verhalten der Basis-Emitter-Strecke noch gar nicht kennen. Eine getrennte Betrachtung der Häufigkeit der "500 Ohm"-Alternative für jede Klassenstufe zeigt aber, dass gerade die Schüler der T1IF- und T2IF-Klassen diese Alternative deutlich bevorzugen (vgl. Abb 4.8). Dies erklärt die negative Korrelation des Items zum Gesamtergebnis. Unklar

bleibt aber, weshalb ausgerechnet die Schüler, die es eigentlich besser wissen müssten, am häufigsten diese falsche Antwort wählten. Daher muss dieses Item eliminiert werden.

3_2_02_NPN_02

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Es wird kein Vorwiderstand benötigt.	15	7.2	8.7	8.7
	70 Ohm	26	12.4	15.0	23.7
	* 430 Ohm	35	16.7	20.2	43.9
	500 Ohm	71	34.0	41.0	85.0
	1130 Ohm	11	5.3	6.4	91.3
	1200 Ohm	15	7.2	8.7	100.0
	Total	173	82.8	100.0	
Missing	System	36	17.2		
Total		209	100.0		

Abb. 4.7: Häufigkeit der gewählten Alternativen des Items 3_2_02_NPN_02

Klassenstufe	Häufigkeit der "500 Ohm"-Alternative in Prozent
T0IF	15.5%
T1IF	53.1%
T2IF	50.9%

Abb. 4.8: Häufigkeit der gewählten Alternativen des Items 3_2_02_NPN_02

Item 49 (Dimensionierung eines Spannungsteilers):

Dieses Multiple Choice Item sollte prüfen, ob die Schüler in der Lage sind einen Spannungsteiler zu dimensionieren und praktisch sinnvolle Kombinationen zu identifizieren. Das Item hat zwar gerade noch eine positive Korrelation, aber die gleichzeitige Überprüfung zweier Mini-kompetenzen erweist sich als zu schwierig. Wie in Abbildung 4.9 zu sehen, scheiterten die Schüler zudem bereits an der Dimensionierung des Spannungsteilers, denn die meisten Schüler wählten Widerstandspaarungen mit dem Widerstandsverhältnis 10:1 statt 9:1.

Das Item wird von allen weiteren Betrachtungen ausgeschlossen.

3_2_04_SpT_01

	R ₁	R ₂	Frequency
Valid	1 Ω	0,1 Ω	21
	10 Ω	1 Ω	63
	10 k Ω	1 k Ω	65
	100 k Ω	10 k Ω	86
	* 0,9 Ω	0,1 Ω	19
	* 9 Ω	1 Ω	30
	* 90 k Ω	10 k Ω	27
	* 900 k Ω	100 k Ω	17
	Total		187
Missing	System		22
Total			209

Abb. 4.9: Häufigkeit der gewählten Alternativen des Items 3_2_04_SpT_01

Item 50 (Dimensionierung der Grenzfrequenz eines Filters):

Es gilt der gleiche Kommentar wie bei SC17 und SC47. Auch hier war das Prüfziel zweigeteilt. Einerseits mussten sich die Schüler zwischen einem Hochpass (Alternativen 1 bis 3) und einem Tiefpass (Alternativen 4 bis 6) entscheiden. Andererseits standen ihnen diese mit unterschiedlichen Grenzfrequenzen zur Verfügung (vgl. Abb. 4.10).

Das Item wird von allen weiteren Betrachtungen ausgeschlossen.

3_2_05_FS_01

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Hochpass fg=1Hz	7	3.3	4.1	4.1
	Hochpass fg=100Hz	47	22.5	27.3	31.4
	Hochpass fg=1MHz	43	20.6	25.0	56.4
	Tiefpass fg=1Hz	18	8.6	10.5	66.9
	Tiefpass fg=100Hz	48	23.0	27.9	94.8
	Tiefpass fg=1MHz	9	4.3	5.2	100.0
	Total	172	82.3	100.0	
Missing	System	37	17.7		
Total		209	100.0		

Abb. 4.10: Häufigkeit der gewählten Alternativen des Items 3_2_05_FS_01

Zusammenfassend müssen also die Items 2, 17, 47, 49 und 50 aus dem Test entfernt werden. Berechnet man das **Cronbach Alpha nachdem die genannten Items entfernt wurden**, so erhält man einen Wert von 0,8822.

$$\alpha = 0,8822$$

Der Test weist also eine gute Reliabilität auf.

4.4 Ergebnisanalyse

4.4.1 Theoretische Grundlagen

Aus den Ergebnissen kann man verschiedene Hypothesen aufstellen, die durch statistische Hypothesenprüfung bestätigt oder widerlegt werden können. In einem ersten Schritt stellt man dazu ein statistisches Hypothesenpaar auf, bestehend aus einer Nullhypothese (H_0) und einer Alternativhypothese (H_1). Die Alternativhypothese postuliert dabei einen bestimmten Effekt, den die Nullhypothese negiert.

In einem zweiten Schritt bestimmt man die Irrtumswahrscheinlichkeit der Hypothese. "Die Irrtumswahrscheinlichkeit ist die bedingte Wahrscheinlichkeit, dass das empirisch gefundene Stichprobenergebnis zustandekommt, wenn in der Population die Nullhypothese gilt." Erst bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit unter 5% spricht man von einem signifikanten Ergebnis, d.h. man lehnt die Nullhypothese ab und akzeptiert die Alternativhypothese. [Bortz 02]

Ist das Ergebnis signifikant, so ist die erklärte Varianz (r^2 bei der Korrelationsanalyse und η^2 bei der Varianzanalyse) ein Maß für die Stärke des Zusammenhangs zwischen den Variablen.

4.4.2 Analyse des Gesamtergebnisses

Betrachten wir zunächst das Histogramm der Gesamtergebnisse getrennt für jede Klassenstufe in Abbildung 4.12, sowie einige charakteristischen Werte (vgl. Abb. 4.11).

Klassenstufe	Anzahl der getesteten Schüler	Gesamtergebnis		
		Mittelwert	Minimum	Maximum
T0IF	103	32%	12%	72%
T1IF	49	53%	25%	69%
T2IF	57	58%	32%	85%

Abb. 4.11 Charakteristische Werte des Gesamtergebnisses pro Klassenstufe

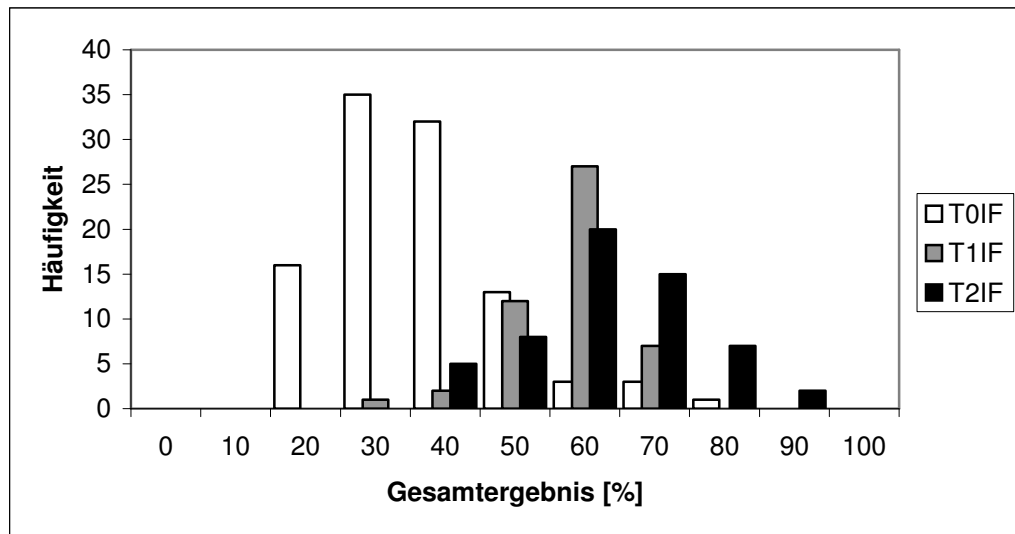


Abb. 4.12: Histogramm des Gesamtergebnisses in Abhängigkeit von der Klassenstufe

Aus dem Histogramm wird ein **erstes Hypothesenpaar** abgeleitet:

Alternativhypothese: Das Gesamtergebnis ist signifikant abhängig von der Klassenstufe.

Nullhypothese: Das Gesamtergebnis ist NICHT signifikant abhängig von der Klassenstufe.

Durch Varianzanalyse (engl. ANOVA) der unabhängigen Variable "score total" mit der abhängigen Variable "level" wurde in SPSS die Irrtumswahrscheinlichkeit (Sig.) der Hypothese berechnet. In Abbildung 4.13 ist zu erkennen, dass die Irrtumswahrscheinlichkeit kleiner ist als 0,0005, d.h. das Gesamtergebnis ist mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit signifikant abhängig von der Klassenstufe. Der Anteil der durch die Klassenstufe erklärte Varianz η^2 beträgt 53%.

Betrachtet man zudem die Mittelwerte der Ergebnisse (vgl. Abb. 4.11) wird klar, dass gilt:

Je höher die Klassenstufe ist, umso besser ist auch das Gesamtergebnis.

ANOVA Table

		Sum of Squares	df	Mean Square	Sig.
score total * level	Between Groups (Combined)	2.890	2	1.445	.000
	Within Groups	2.572	206	.012	
	Total	5.462	208		

Measures of Association

	Eta	Eta Squared
score total * level	.727	.529

Abb. 4.13: Ergebnis der Varianzanalyse "score total" versus "level"

Betrachtet man sich nun in Abbildung 4.11 die Progression des mittleren Gesamtergebnisses über die Klassenstufen, so fällt auf, dass die Schüler der T2IF-Klassen mit 58% ein nur geringfügig besseres Ergebnis erzielen als die Schüler der T1IF-Klassen (53%). Durch Varianzanalyse kann man aber nachweisen, dass auch der Unterschied zwischen diesen beiden Klassenstufen signifikant ist. Die Irrtumswahrscheinlichkeit beträgt 0,019. Der Anteil der durch die Klassenstufe erklärte Varianz η^2 beträgt aber nur noch 5,2%.

Im Histogramm fällt auch auf, dass vergleichsweise viele Schüler der Klassenstufe T0IF recht hohe Gesamtergebnisse erzielen. Dies ist möglicherweise auf Quereinsteiger, also Schüler die von Klassen des anspruchsvolleren Régime Technique auf T0IF gewechselt sind, zurückzuführen. Da der Test anonym durchgeführt wurde, kann diese Vermutung aber nicht überprüft werden.

Vergleicht man nun in Abbildung 4.17 die Gesamtergebnisse der zehnten Klassen untereinander, so erkennt man, dass die Klasse T0IF1 des LTE mit 26% das schlechteste und die Klasse T0IF1 des LTAM mit 37% das beste Ergebnis erzielt hat. Aus dieser Beobachtung wird ein **zweites Hypothesenpaar** aufgestellt:

Alternativhypothese: Die zehnten Klassen unterscheiden sich signifikant bezüglich des Gesamtergebnisses.

Nullhypothese: Die zehnten Klassen unterscheiden sich NICHT signifikant bezüglich des Gesamtergebnisses.

Wie in Abbildung 4.14 zu erkennen liegt die Irrtumswahrscheinlichkeit mit 51,9% weit über den geforderten 5%. Es bestätigt sich also die Nullhypothese.

ANOVA Table

		Sum of Squares	df	Mean Square	Sig.
score total * class	Between Groups (Combined)	.019	2	.009	.519
	Within Groups	1.404	100	.014	
	Total	1.423	102		

Abb. 4.14: Ergebnis der Varianzanalyse "score total" versus "class"

Die gleiche Schlussfolgerung lässt sich für die elften und die zwölften Klassen ziehen (vgl. Abb. 4.15).

Klassenstufe	Irrtumswahrscheinlichkeit
T0IF	51,9%
T1IF	82,4%
T2IF	15,9%

Abb. 4.15: Irrtumswahrscheinlichkeit des zweiten Hypothesenpaares für alle Klassenstufen

Man kann also allgemein schließen:

<p>Die Klassen einer Klassenstufe unterscheiden sich <u>NICHT</u> signifikant untereinander bezüglich des Gesamtergebnisses.</p>

4.4.3 Analyse der Teilergebnisse

Für eine formative Analyse der Ergebnisse des Tests ist es notwendig, neben dem Gesamtergebnis auch Teilergebnisse entsprechend den Unterkompetenzen zu betrachten. Dementsprechend wurden folgende Teilergebnisse für jede Klasse berechnet (vgl. Abb. 4.16).

Teilergebnis	Items	max. Punktzahl	Unterkompetenz
level 1_1	1 bis 8	9	Bauteile wiedererkennen
level 1_2	9 bis 14	13	Anwendung der Bauteile kennen
level 2_1	15 bis 34	23	Schaltungen analysieren können
level 2_2	35 bis 38	4	elektrische Größen messen können
level 3_1	39 bis 45	8	je nach Aufgabe richtige Schaltung auswählen können
level 3_2	46 bis 53	5	Schaltungen dimensionieren können
level 4	54 bis 55	3	Fehler suchen können

Abb. 4.16: Teilergebnisse

Zusätzlich wurde für jede Klassenstufe und jede Unterkompetenz das erzielbare Ergebnis (Soll) unter Berücksichtigung des Lehrplans berechnet (siehe auch Anhang C und G) und in Abbildung 4.17 tabellarisch zusammengestellt.

Analysiert man die Teilergebnisse relativ zu ihren Sollwerten, so erkennt man folgende Auffälligkeiten:

1. Die Schüler der T0IF-Klassen erzielen bei der Unterkompetenz 1_2 ("Anwendung der Bauteile kennen") mit durchschnittlich 42% ein wesentlich höheres Ergebnis als erwartet (23%). Die Schüler scheinen diesbezüglich ein gewisses Vorwissen mitzubringen.
2. Obwohl auf den T0IF-Klassen sehr viel praktisch mit Messinstrumenten gearbeitet wird, ist das Ergebnis der Unterkompetenz 2_2 ("elektrische Größen messen können") mit 49% noch relativ schlecht verglichen zum Soll (100%). In den Folgejahren verbessert sich diese Kompetenz aber erheblich.

Mittelwert der Ergebnisse für jede Klasse und jede Teilkompetenz									
Klasse	Schülerzahl	score level 1 1	score level 1 2	score level 2 1	score level 2 2	score level 3 1	score level 3 2	score level 4	score total
Inw_t0if	9	32%	41%	29%	36%	29%	22%	44%	33%
ltam_t0if1	23	31%	44%	46%	63%	18%	4%	19%	37%
ltam_t0if2	22	46%	42%	33%	55%	24%	13%	20%	35%
ltam_t0if3	22	30%	35%	31%	33%	19%	12%	18%	28%
lte_t0if1	15	13%	43%	30%	35%	21%	4%	7%	26%
lte_t0if2	12	38%	51%	26%	65%	33%	15%	28%	35%
Zwischenwert	103	32%	42%	34%	49%	23%	10%	20%	32%
Soll		44%	23%	52%	100%	13%	0%	33%	38%
Inw_t1if	18	66%	62%	50%	81%	53%	8%	44%	53%
ltam_t1if1	11	48%	60%	49%	77%	45%	20%	67%	51%
ltam_t1if2	20	58%	60%	55%	83%	50%	16%	42%	54%
Zwischenwert	49	59%	60%	52%	81%	50%	14%	48%	53%
Soll		78%	69%	65%	100%	50%	20%	67%	65%
Inw_t2if	6	83%	71%	55%	79%	60%	60%	72%	65%
ltam_t2if1	20	65%	68%	54%	76%	53%	24%	48%	57%
ltam_t2if2	11	79%	64%	49%	75%	38%	9%	52%	53%
lte_t2if	20	64%	71%	58%	83%	43%	35%	52%	59%
Zwischenwert	57	69%	68%	55%	79%	47%	29%	53%	58%
Soll		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Gesamtwert	209	49%	54%	44%	64%	36%	16%	36%	44%

Abb. 4.17: Mittelwert der Ergebnisse für jede Klasse und jede Teilkompetenz

- Auch wenn es noch einer getrennten Betrachtung bedarf (siehe Kapitel 4.5), welches Ergebnis als ausreichend angesehen werden kann, so darf man die Resultate in der Kompetenzstufe 3 ("Schaltungen auswählen und dimensionieren können") jetzt schon als dürftig bezeichnen. Der verstärkte Einsatz von Unterrichtsformen wie z.B. der Projektarbeit könnte dieses Ergebnis verbessern. Andererseits muss man sich die Frage stellen, welche Priorität diese Kompetenz für einen Techniker der Informatik hat.
- Die Schüler der T2IF-Klassen haben als einzige alle Themenbereiche, die im Test abgefragt werden, behandelt. Fasst man für diese Schüler die Unterkompetenzen zu den entsprechenden Hauptkompetenzen zusammen, ergibt sich folgendes Bild (vgl. Abb. 4.18).

Kompetenzstufe	mittleres Ergebnis über alle Schüler der T2IF-Klassen
1	67%
2	58%
3	40%
4	53%

Abb. 4.18: Mittleres Ergebnis der T2IF-Schüler je Kompetenzstufe

Abgesehen von der Kompetenzstufe 4, die, wie in Kapitel 3.4 bereits erwähnt wurde, durch den Test nicht in ihrer ganzen Komplexität erfasst werden kann, verringert sich das mittlere Ergebnis mit steigender Kompetenzstufe. Damit bestätigt sich der aufsteigende Schwierigkeitsgrad des Kompetenzmodells.

4.4.4 Kritische Betrachtung des Kompetenzmodells

Auch wenn der aufsteigende Schwierigkeitsgrad des Kompetenzmodells bestätigt ist, so muss trotzdem noch die ähnliche Komplexität der Unterkompetenzen überprüft werden. Hier fällt auf, dass die Unterkompetenz 2_2 ("elektrische Größen messen können") wesentlich besser beherrscht wird als die Unterkompetenz 2_1 ("Schaltungen analysieren können"). Gleiches gilt für die Unterkompetenz 3_1 ("nach Aufgabe richtige Schaltung auswählen können") und die Unterkompetenz 3_2 ("Schaltungen dimensionieren können"). Nachträglich betrachtet scheint es deshalb sinnvoller, die Unterkompetenz 2_2 in die Kompetenzstufe 1 und die Unterkompetenz 3_1 in die Kompetenzstufe 2 zurückzustufen.

Daraus ergibt sich das auf der folgenden Seite abgedruckte korrigierte Kompetenzmodell für die Elektronik.

Korrigiertes Kompetenzmodell für die Elektronik

1. Stufe	Elementare elektronische Bauteile (Widerstand, Spule, Kondensator, Diode, Transformator, Transistor) wiedererkennen, deren Anwendungen kennen und messtechnisch untersuchen können.
<p>Der Schüler ist in der Lage die genannten Bauteile auf einem Bild zu identifizieren.</p> <p>Der Schüler kennt die verschiedenen Anwendungszwecke der Bauteile und kann elektrischen Größen mit Messinstrumenten erfassen.</p>	

2. Stufe	Gegebene einfache elektronische Schaltungen analysieren und zur Lösung von einfachen elektrischen Aufgaben eine geeignete Schaltung auswählen können.
<p>Der Schüler ist in der Lage einfache elektronische Schaltungen zu lesen, deren Funktionsweise zu verstehen und die elektrischen Größen zu berechnen.</p> <p>Ausgehend von einer Problembeschreibung ist der Schüler in der Lage eine geeignete Schaltung auszuwählen. Die Aufgaben sollten in einen praktischen Kontext gesetzt werden und sich in der Schwierigkeit an folgenden Schaltungen orientieren.</p> <p>Unter einfacher elektronischer Schaltung ist zu verstehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • einfacher geschlossener Stromkreis mit Schalter • lineare Gruppenschaltung mit max. 4 Bauteilen • Spannungsteiler • elektronisches Bauteil mit Vorwiderstand • Spannungsquelle mit Innenwiderstand • Gleichrichterschaltungen (M1 und B2) • Transistoren (NPN und MOS-FET) als Schalter • nicht-invertierende und invertierende OPV-Schaltung • Filterschaltungen 1. Ordnung mit Kondensatoren 	

3. Stufe	Schaltungen rechnerisch dimensionieren können.
<p>Der Schüler ist in der Lage die Bauteile der Schaltungen aus Stufe 2 entsprechend einer Aufgabenstellung rechnerisch zu dimensionieren.</p>	

4. Stufe	Fehler in elektronischen Schaltungen, wie sie in der Stufe 3 zur Anwendung kommen, systematisch aufsuchen und beheben können.
<p>Der Schüler kann Fehler in elektronischen Schaltungen systematisch aufsuchen und beheben. Die Komplexität der Schaltungen sollte die der Schaltungen aus Stufe 2 nicht überschreiten.</p>	

4.4.5 Analyse der einzelnen Items

Für diesen Abschnitt wurden die Antworten der Schüler zu jedem Item analysiert. Bei jedem Item wurden nur die Schüler berücksichtigt, die das entsprechende Thema laut Lehrplan bereits zu 100% behandelt hatten (siehe auch Anhang C). Im Folgenden werden allerdings nur die auffälligen Items kommentiert:

Item 1 bis 8 (Bauteile erkennen)

Diese Items werden allgemein recht gut beantwortet.

Item 9 (Anwendung von ohmschen Widerständen)

Die Anwendungsmöglichkeit von Widerständen als Heizelement ist bei 39% der Schüler bekannt. Dies ist weitaus weniger als die Möglichkeit des Pull-Up von Spannungen (74%) oder der Reduzierung des Stroms (90%).

Item 18 & 19 (Spannungsteiler)

Von den Zwölftklässern können 82,5% der Schüler die Spannung U_2 am Widerstand R_2 eines Spannungsteilers berechnen (Item 19), aber die gleichen Schüler kennen im Mittel nur 2,33 der 4 gegebenen Möglichkeiten die gleiche Spannung U_2 zu vergrößern (Item 18).

Item 20 bis 24 (reale Spannungsquelle)

- 40% der Schüler denken die Ausgangsspannung einer realen Spannungsquelle nähme bei Belastung zu. Genauso viele denken sie nähme ab.
- Nur 34% erkennen die Leerlaufspannung richtig, während 24% denken sie sei 0V.
- 40% berechnen den Kurzschlussstrom der realen Spannungsquelle korrekt, 31% glauben er sei unendlich groß.

Die genannten Zahlen lassen darauf schließen, dass das Verständnis über die Vorgänge bei der Belastung einer realen Spannungsquellen nicht ausreichend ist.

Item 25 bis 27 (Gleichrichtung)

Diese Items werden allgemein recht gut beantwortet.

Item 29 (Kollektor-Emitter-Spannung am gesperrten Transistor)

Während bei dem Item 16 noch 65% der Zwölftklässler richtig erkennen, dass bei geöffnetem Stromkreis die gesamte Betriebsspannung am Schalter anliegt, sind es nur noch 37% die bei gesperrtem Transistor die gesamte Betriebsspannung an dem Transistor erwarten würden.

Dies ist umso erstaunlicher, da diese beiden Situationen üblicherweise zusammen im Unterricht behandelt werden. Die Gründe hierfür können sowohl in der Fragestellung als auch in der Gewichtung dieses Themas in den Klassen liegen. Es fällt also schwer, eine mögliche Erklärung für diese Diskrepanz zu finden.

Item 32 (Ausgangsspannung eines OPV)

Siehe Kapitel 4.3.2.

Item 35 bis 38 (Messtechnik)

Diese Items werden allgemein recht gut beantwortet.

Item 41 (Betrieb einer 5V/2A Glühlampe am Ausgang eines TTL-Gatters)

35% der Zwölftklässler nehmen in der Tat einen MOSFET als Schalter, um die Glühlampe einzuschalten, aber immerhin 28% würden die Glühlampe direkt an das Gatter anschließen. Diese Beobachtung bestätigt den Eindruck von den Items 20 bis 24, dass die Schüler kein ausreichendes Verständnis über die Belastbarkeit von Signalquellen haben.

Item 43 (Betrieb einer 5V Glühlampe an einem 8V Gleichspannungsnetzteil)

50% der Schüler benutzen fälschlicherweise die Verwendung eines Transformators zur Lösung des Problems. Der Festspannungsregler wird von 32% und der Vorwiderstand von 70% gewählt.

Dies ist eines der ganz wenigen Items in denen die Mehrheit der Schüler falsch liegt.

Item 48 (Vorwiderstandsberechnung einer LED)

Ähnlich wie bei dem ausgeschlossenen Item 47 (Basisvorwiderstandsberechnung) berechnen auch hier recht viele Schüler (21%) den Vorwiderstand ohne Berücksichtigung des Spannungsabfalls an der LED. 28% beantworten diese Frage richtig, was ungefähr dem Mittelwert der entsprechenden Unterkompetenz entspricht.

Item 52 und 53 (Dimensionierung der Widerstände an einer OPV-Schaltung)

Bei beiden Items liegt die Mehrheit (88% und 72%) der Schüler falsch.

Item 54 und 55 (Fehlersuche)

Diese Items werden zufriedenstellend beantwortet.

4.4.6 Zusammenfassung der Ergebnisse

Allgemein bieten die erzielten Ergebnisse weder einen Grund zur übertriebenen Besorgnis noch zur übergroßen Begeisterung.

Betrachtet man die "Abschlussklassen" so wird die eher allgemeinbildende Kompetenzstufe 1 gut beherrscht.

Verbesserungsbedürftig innerhalb der Kompetenzstufe 2 (Schaltungsanalyse) ist das Verständnis grundlegender Konzepte wie dem Spannungsteiler und der realen Spannungsquelle.

Die Kompetenzstufe 3 (Dimensionierung von Schaltungen) wird nur unzureichend von den Schülern beherrscht. Auch wenn man berücksichtigen muss, dass die Elektronik kein Hauptfach für die Techniker in der Informatik darstellt und die zwölfte Klasse kein endgültiges Aus in der Entwicklung der Schüler in Bezug auf die Elektronik bedeutet, so wäre es dennoch wünschenswert, dass die Fähigkeit zur vollständigen Problemlösung, wie sie in der Kompetenzstufe 3 angestrebt wird, stärker entwickelt sei.

Der Autor wirft dabei die Frage auf, ob uns die *Integration der bestehenden praktischen Versuche in ein übergeordnetes Projekt* diesem Ziel nicht näher bringen könnte. So könnten zum Beispiel die Zusammenhänge in einem Spannungsteiler innerhalb eines Projektes wie "Wir bauen eine Lichtautomatik für unser Auto." wesentlich anwendungsbezogener dargestellt werden, als dies durch einen isolierten Versuch möglich ist. Diese projektorientierte Vorgehensweise, so wie sie auch in Elektronikbastelbüchern üblich ist, findet heute schon erfolgreich in dem Fach "Atelier informatique" seine Anwendung. Über drei Schuljahre hinweg wird hier an dem Projekt "Wir bauen ein Digilab." gearbeitet. Alle in dem Fach geforderten

Kompetenzen und Inhalte werden durch dieses Projekt abgedeckt und stehen in einem permanenten Bezug zu einer für den Schüler greifbaren Anwendung.

4.5 Bestimmung des Kompetenzniveaus

Ziel der Arbeit ist die Bestimmung des Kompetenzniveaus der getesteten Schüler. Dies führt einen direkt zu der Frage, unter welchen Bedingungen man eine Kompetenzstufe als erreicht ansehen kann und wann nicht. Klassischerweise legt man hierzu für jede Kompetenzstufe eine Schwelle fest die erreicht werden muss, um einer bestimmten Kompetenzstufe zugeordnet zu werden. Bei der Festlegung dieser Schwelle ist der mittlere Guessing-Faktor (siehe Kapitel 3.4) zu berücksichtigen. Enthält die Kompetenzstufe zum Beispiel nur Items mit 2 Antwortalternativen, so wäre es ungünstig die Schwelle auf 50% zu legen, denn die Wahrscheinlichkeit, dass ein Schüler diese Schwelle durch simples Raten erreicht beträgt bereits 50%.

Da alle Items in dem vorliegenden Test mindestens 3 Antwortalternativen haben, liegt der mittlere Guessing-Faktor deutlich unter 33%.

Im PISA-Test "erfolgt die Zuordnung der Schüler auf die Kompetenzstufen, indem die Schüler der jeweils höchsten Kompetenzstufe zugewiesen werden, auf der erwartet wird, dass sie noch mindestens 50 Prozent der Aufgaben richtig lösen können." [PISA 04] Damit man erwarten kann, dass ein Schüler 50% der Aufgaben richtig lösen kann, reicht es nicht aus, dass er 50% der Punkte erzielt hat, denn ein Teil der Punkte könnte durch Raten zustande gekommen sein. Es wird daher vorgeschlagen, die Schwelle auf 60% zu legen. Dementsprechend würde für den vorliegenden Test gelten:

Ein Schüler wird der höchsten Kompetenzstufe zugewiesen, auf der er mindestens 60% der maximalen Punktzahl erreicht.

Im Folgenden wurde diese Schwelle auf die Abschlussklassen (T2IF) angewendet. Wie in Kapitel 4.4.4. vorgeschlagen, wurden die Unterkompetenzen 2_2 und 3_1 um eine Kompetenzstufe zurückzustufen. Außerdem wurde die Kompetenzstufe 4 aus den ebenfalls schon genannten Gründen von der Betrachtung ausgeschlossen.

Die folgende Tabelle (vgl. Abb. 4.19) gibt an wieviel Prozent der Schüler welche Kompetenzstufe erreicht haben. Zusätzlich wurde für alle Schüler einer Kompetenzstufe, deren mittleres Ergebnis in der nächst höheren Kompetenzstufe berechnet.

erreichte Kompetenzstufe	Anzahl der Schüler der T2IF-Klassen in Prozent	Mittelwert des Ergebnisses dieser Schüler in der nächst höheren Kompetenzstufe
0	16%	49%
1	49%	46%
2	19%	25%
3	16%	

Abb. 4.19: Erreichte Kompetenzstufe der T2IF-Schüler

Der Großteil der Schüler kommt nach dieser Bewertungsskala nicht über die Kompetenzstufe 1 hinweg. Eine genauere Analyse zeigt, dass 10% aller Schüler die Kompetenzstufe 2 um weniger als 5% der Punkte verpassen.

Nach 3 Jahren Elektronikunterricht erreichen 16% nicht einmal die grundlegendsten Kenntnisse. Genauso viele Schüler sind aber in der Lage Schaltungen selbstständig auszuwählen und zu dimensionieren.

Erwarten dürfte man von einem Informatiker in der Technikerausbildung mindestens das Erreichen der Kompetenzstufe 2, was nur rund ein Drittel der Schüler tun.

Kapitel 5

Ausblick

5. Ausblick

Mit der gewählten Schwelle und Umstrukturierung des Kompetenzmodells ergibt sich ein eher schwaches Bild der getesteten Schüler. Daraus darf man aber nicht schlussfolgern, dass unsere Schüler "nichts können". Sie schneiden nur schlecht ab bezüglich der im Test geforderten Kompetenzen und der festgelegten Schwelle. Dies lässt sich zum Teil dadurch erklären, dass die Programme des Fachs, mangels eines Rahmenlehrplans, nicht kompetenzorientiert sondern inhaltsorientiert formuliert und strukturiert sind. Somit darf es auch nicht überraschen, wenn die Schüler schlussendlich Schwierigkeiten haben, kompetenzorientierte Aufgaben zu lösen. Die vorliegende Arbeit könnte aber für das Fach Elektronik die nötige Diskussionsgrundlage für die *Ausarbeitung eines Rahmenlehrplanes* bilden.

Der entwickelte Test hat sich als reliabel zur Bestimmung des Kompetenzniveaus in der Elektronik herausgestellt. Trotzdem müssen die bei der Reliabilitätsprüfung aufgefallenen *Items überarbeitet werden*, auch wenn dies eine erneute Prüfung der Zuverlässigkeit erfordert. Die Reliabilitätsprüfung hat des Weiteren die Eliminierung vieler Items zu der Unterkompetenzstufe 3_2 ("Schaltungen dimensionieren können") erforderlich gemacht. Hier drängt sich die *Entwicklung neuer Items* auf, damit man eine ähnliche Gewichtung erzielt als bei den anderen Unterkompetenzen.

Die einzige Rückmeldung die der Schüler zur Zeit über seine Leistungen beim Test erhält, ist das Gesamtergebnis. Ein *detaillierteres formatives Feedback* ist hier absolut erforderlich. Dazu müssten aber mehrere Änderungen an der TAO-Plattform vorgenommen werden:

1. Möglichkeit schaffen, die Items einer Unterkompetenzstufe zu gruppieren.
2. Item-Gruppen getrennt auswerten, sowie Schwellen und Kommentare festlegen können.
3. Multiple Choice Items differenzierter bewerten.

Nachteilig bei der Durchführung des Tests an sehr schwachen oder sehr starken Schülern ist, dass diese mit vielen Fragen konfrontiert werden, die entweder viel zu schwer oder zu leicht für sie sind. Würde man den Test zu einem *adaptiven Test* (siehe Item-Response-Theorie IRT) weiterentwickeln, könnte man die Schüler wesentlich schneller einer Kompetenzstufe zuordnen.

"Dabei beginnt man mit einem mittelschweren Item, um dann – je nachdem, ob das Item gelöst wurde oder nicht – mit dem schwierigsten oder leichtesten Item fortzufahren." [Bortz 02]

Schlussendlich könnte man noch eine *Übersetzung der Items* in andere Sprachen ins Auge fassen, da TAO ein multilinguales Umfeld unterstützt.

Anhang A

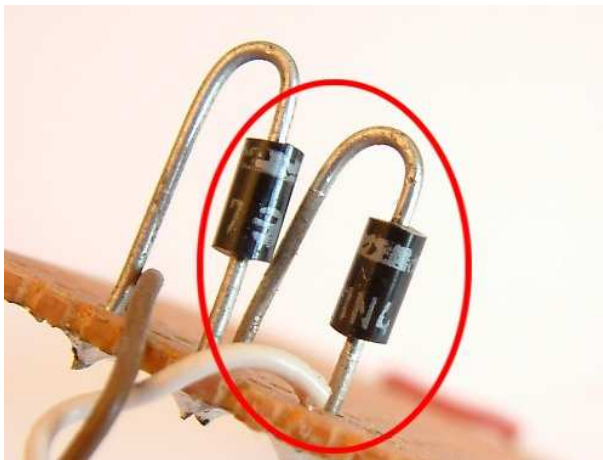
Test-Items

Items zu der Kompetenzstufe 1

1. Stufe	Elementare elektronische Bauteile (Widerstand, Spule, Kondensator, Diode, Transformator, Transistor) wiedererkennen sowie deren Anwendungen kennen.
Der Schüler ist in der Lage die genannten Bauteile in einer Schaltung oder auf einem Bild zu identifizieren. Der Schüler kennt die verschiedenen Anwendungszwecke der Bauteile.	

Item 1: 1_1a_01_BT_01

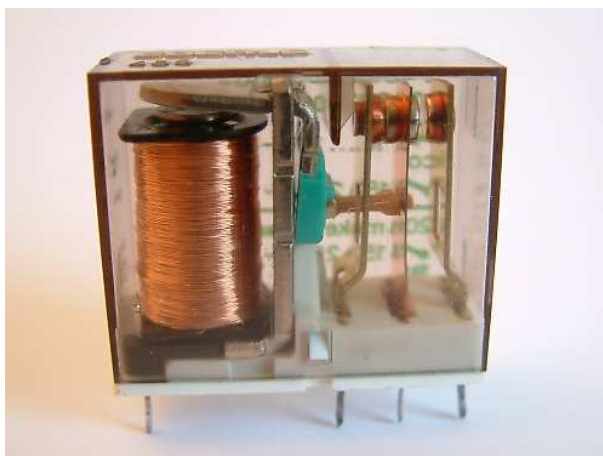
Worum handelt es sich bei dem folgenden Bauteil?



- Widerstand
- Spule
- Kondensator
- Diode
- LED
- Transformator
- bipolarer Transistor
- MOSFET
- Spannungsregler
- Potentiometer
- Relais

Item 2: 1_1a_03_BT_03

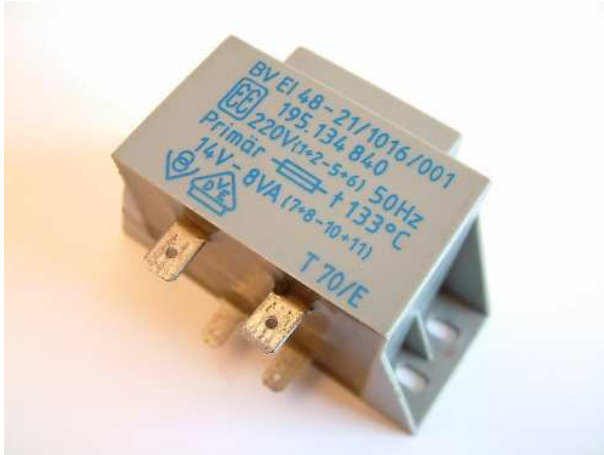
Worum handelt es sich bei dem folgenden Bauteil?



- Widerstand
- Spule
- Kondensator
- Diode
- LED
- Transformator
- bipolarer Transistor
- MOSFET
- Spannungsregler
- Potentiometer
- Relais

Item 3: 1_1a_04_BT_04

Worum handelt es sich bei dem folgenden Bauteil?



- Widerstand
- Spule
- Kondensator
- Diode
- LED
- Transformator
- bipolarer Transistor
- MOSFET
- Spannungsregler
- Potentiometer
- Relais

Item 4: 1_1a_05_BT_05

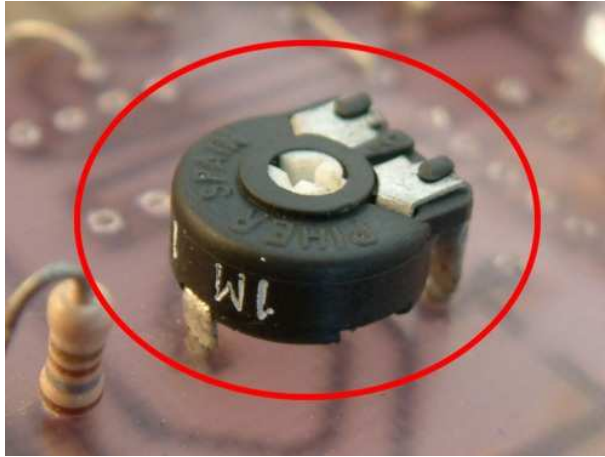
Worum handelt es sich bei dem folgenden Bauteil?



- Widerstand
- Spule
- Kondensator
- Diode
- LED
- Transformator
- bipolarer Transistor
- MOSFET
- Spannungsregler
- Potentiometer
- Relais

Item 5: 1_1a_06_BT_06

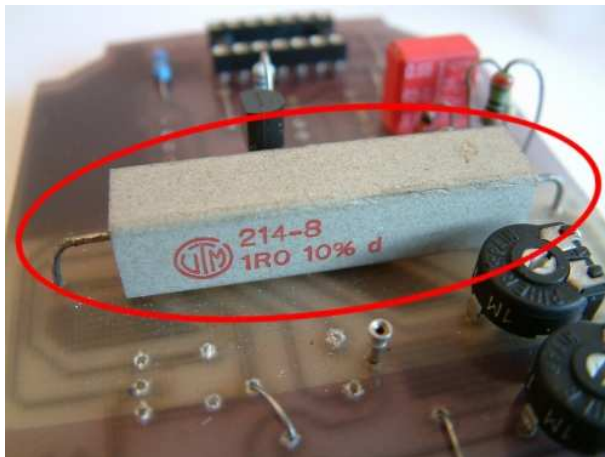
Worum handelt es sich bei dem folgenden Bauteil?



- Widerstand
- Spule
- Kondensator
- Diode
- LED
- Transformator
- bipolarer Transistor
- MOSFET
- Spannungsregler
- Potentiometer
- Relais

Item 6: 1_1b_01_BT_08

Worum handelt es sich bei dem folgenden Bauteil?



- Widerstand
- Spule
- Kondensator
- Diode
- LED
- Transformator
- bipolarer Transistor
- MOSFET
- Spannungsregler
- Potentiometer
- Relais

Item 7: 1_1b_02_BT_09

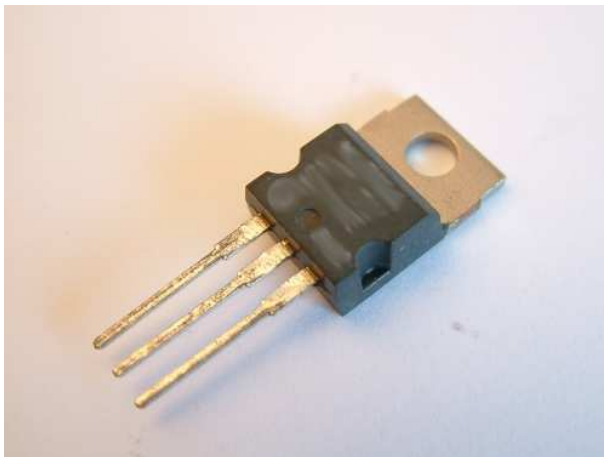
Worum handelt es sich bei dem folgenden Bauteil?



- ☐ Widerstand
- ☐ Spule
- ☐ Kondensator
- ☐ Diode
- ☐ LED
- ☐ Transformator
- ☐ bipolarer Transistor
- ☐ MOSFET
- ☐ Spannungsregler
- ☐ Potentiometer
- ☐ Relais

Item 8: 1_1c_01_BT_10

Worum KÖNNTE es sich bei dem folgenden Bauteil handeln? Es können mehrere Antworten richtig sein.



- ☐ Widerstand
- ☐ Spule
- ☐ Kondensator
- ☐ LED
- ☐ Transformator
- ☐ bipolarer Transistor
- ☐ MOSFET
- ☐ Spannungsregler
- ☐ Potentiometer
- ☐ Relais

Item 9: 1_2_01_AW_01

Markieren Sie die Anwendungsmöglichkeiten von ohmschen Widerständen. Es können mehrere Antworten richtig sein.

- ☐ Reduzierung eines Stromes
- ☐ Gleichrichtung einer Wechselspannung
- ☐ Verstärkung eines Signals
- ☐ Erwärmen von Gegenständen
- ☐ Pull-up oder Pull-down von Spannungen

Item 10: 1_2_03_AW_03

Markieren Sie die Anwendungsmöglichkeiten von Kondensatoren. Es können mehrere Antworten richtig sein.

- ☐ Speicherung von elektrischer Energie
- ☐ Beleuchtung von Gegenständen
- ☐ Kurzschlusssicherung
- ☐ Filterschaltungen

Item 11: 1_2_04_AW_04

Markieren Sie die Anwendungsmöglichkeiten von Dioden. Es können mehrere Antworten richtig sein.

- ☐ Gleichrichtung
- ☐ Verpolungsschutz
- ☐ Temperaturmessung
- ☐ Freilaufdiode

Item 12: 1_2_05_AW_05

Markieren Sie die Anwendungsmöglichkeiten von Transformatoren. Es können mehrere Antworten richtig sein.

- ☐ Frequenzmessung
- ☐ Tastenentprellung
- ☐ Verringerung von Wechselspannungen
- ☐ galvanische Trennung von zwei Wechselstromkreisen

Item 13: 1_2_06_AW_06

Markieren Sie die Anwendungsmöglichkeiten von Transistoren. Es können mehrere Antworten richtig sein.

- ☐ Verstärkung von Signalen
- ☐ galvanische Trennung von zwei Wechselstromkreisen
- ☐ Schalten von Verbrauchern an Gleichspannung
- ☐ Überspannungsschutz

Item 14: 1_2_07_AW_07

Worum handelt es sich bei einem PTC-Widerstand?

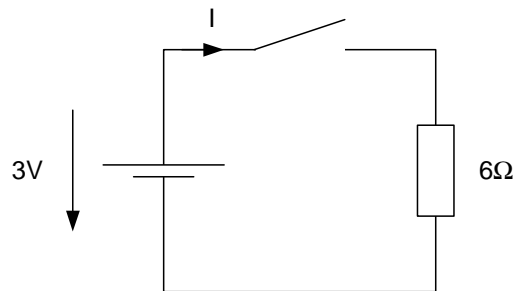
- ☐ Supraleiter
- ☐ Transistortyp
- ☐ temperaturabhängiger Widerstand
- ☐ IC
- ☐ Referenz-Diode
- ☐ Lichtschranke

Items zu der Kompetenzstufe 2

2. Stufe	Gegebene einfache elektronische Schaltungen analysieren und messtechnisch untersuchen können.
<p>Der Schüler ist in der Lage einfache elektronische Schaltungen zu lesen, deren Funktionsweise zu verstehen und die elektrischen Größen zu berechnen.</p> <p>Der Schüler kann die elektrischen Größen mit Messinstrumenten erfassen.</p> <p>Unter einfacher elektronischer Schaltung ist zu verstehen:</p> <ul style="list-style-type: none">• einfacher geschlossener Stromkreis mit Schalter• lineare Gruppenschaltung mit max. 4 Widerständen• Spannungsteiler• elektronisches Bauteil mit Vorwiderstand• Spannungsquelle mit Innenwiderstand• Gleichrichterschaltungen (M1 und B2)• Transistoren (NPN und MOS-FET) als Schalter• nicht-invertierende und invertierende OPV-Schaltung• Filterschaltungen 1. Ordnung mit Kondensatoren	

Item 15: 2_1_01a_EGS_01

Gegeben ist folgende Schaltung:

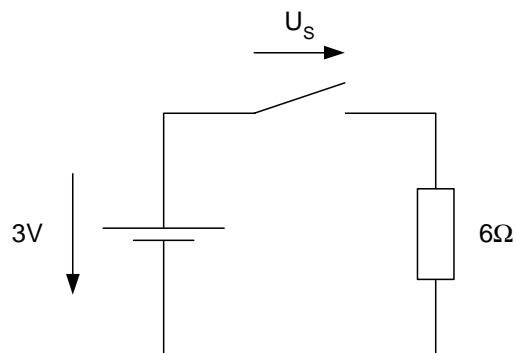


Berechnen Sie den Strom I der fließt, wenn der Schalter geschlossen ist.

- ☐ 0 A
- ☐ 0,5 A
- ☐ 2 A
- ☐ 18 A
- ☐ Es fließt ein unendlich großer Strom.
- ☐ anderer Wert

Item 16: 2_1_01b_EGS_02

Gegeben ist folgende Schaltung:

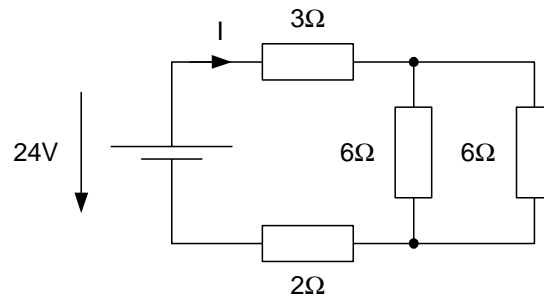


Wie groß ist die Spannung U_s am Schalter, wenn dieser geöffnet ist?

- ☐ 0 V
- ☐ 0,5 V
- ☐ 1,5 V
- ☐ 2 V
- ☐ 3 V
- ☐ Die Spannung ist unendlich groß.
- ☐ anderer Wert

Item 17: 2_1_02a_LGS_01

Gegeben ist folgende Schaltung:

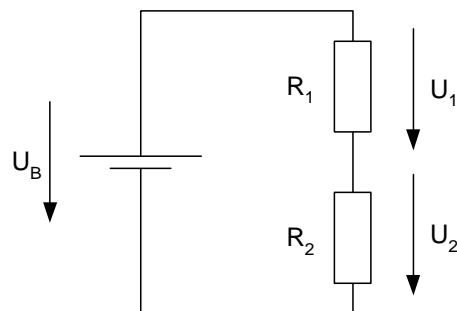


Berechnen Sie den Strom I.

- ☐ 0 A
- ☐ 0,5 A
- ☐ 2 A
- ☐ 3 A
- ☐ 8 A
- ☐ 32 A
- ☐ Es fließt ein unendlich großer Strom.
- ☐ anderer Wert

Item 18: 2_1_03_SpT_01

Gegeben ist folgende Schaltung:



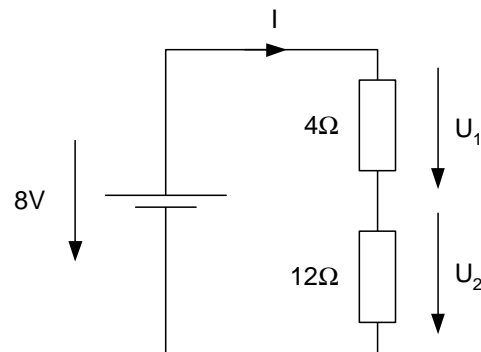
Welche der folgenden Aussagen stimmt? Es können mehrere Antworten richtig sein.

Um die Spannung U_2 zu vergrößern, kann man:

- ☐ nur R_1 verkleinern
- ☐ nur R_2 vergrößern
- ☐ gleichzeitig R_1 verkleinern und R_2 vergrößern
- ☐ U_B vergrößern

Item 19: 2_1_04_SpT_02

Gegeben ist folgende Schaltung:

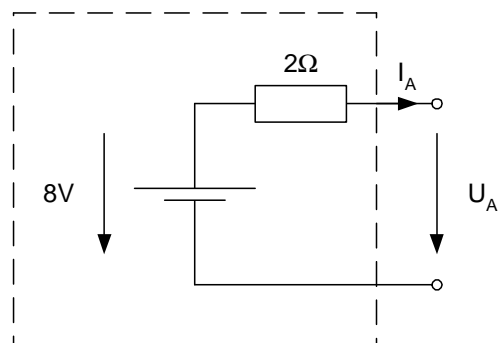


Berechnen Sie die Spannung U_2 .

- ☐ 0 V
- ☐ 2 V
- ☐ 4 V
- ☐ 6 V
- ☐ 7 V
- ☐ 8 V
- ☐ 12 V
- ☐ Die Spannung ist unendlich groß.
- ☐ anderer Wert

Item 20: 2_1_061a_RSpQ_01

Gegeben ist eine reale Spannungsquelle (Spannungsquelle mit Innenwiderstand):

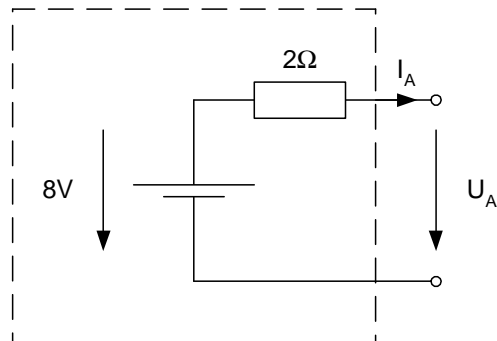


Wie verändert sich die Spannung U_A mit zunehmendem Strom I_A ?

- ☐ Die Spannung verändert sich gar nicht.
- ☐ Die Spannung nimmt zu.
- ☐ Die Spannung nimmt ab.

Item 21: 2_1_061b_RSpQ_02

Gegeben ist eine reale Spannungsquelle (Spannungsquelle mit Innenwiderstand):

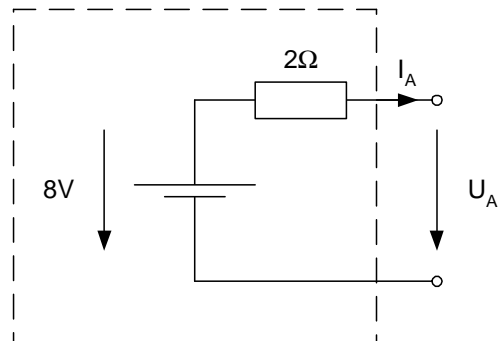


Bestimmen Sie die Spannung U_A , wenn der Ausgang offen liegt, d.h. wenn kein Verbraucher am Ausgang angeschlossen ist.

- ☐ 0 V
- ☐ 4 V
- ☐ 6 V
- ☐ 8 V
- ☐ 10 V
- ☐ Die Spannung ist unendlich groß.
- ☐ anderer Wert

Item 22: 2_1_061c_RSpQ_03

Gegeben ist eine reale Spannungsquelle (Spannungsquelle mit Innenwiderstand):

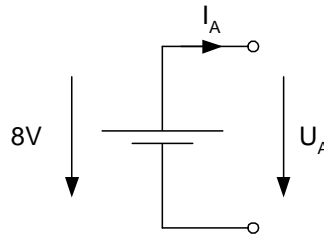


Bestimmen Sie den Strom I_A der fließt, wenn der Ausgang kurzgeschlossen wird, d.h. wenn die beiden Anschlussklemmen miteinander verbunden werden.

- ☐ 0 A
- ☐ 0,25 A
- ☐ 2 A
- ☐ 4 A
- ☐ 6 A
- ☐ 10 A
- ☐ 16 A
- ☐ Es fließt ein unendlich großer Strom.
- ☐ anderer Wert

Item 23: 2_1_062a_RSpQ_04

Gegeben ist eine ideale Spannungsquelle (Spannungsquelle ohne Innenwiderstand):

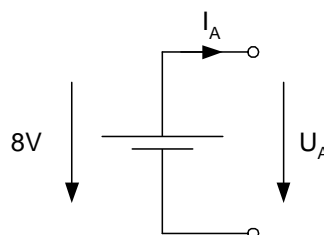


Bestimmen Sie den Strom I_A der fließt, wenn der Ausgang kurzgeschlossen wird, d.h. wenn die beiden Anschlussklemmen miteinander verbunden werden.

- ☐ 0 A
- ☐ 0,25 A
- ☐ 2 A
- ☐ 4 A
- ☐ 6 A
- ☐ 10 A
- ☐ 16 A
- ☐ Es fließt ein unendlich großer Strom.
- ☐ anderer Wert

Item 24: 2_1_062b_RSpQ_05

Gegeben ist eine ideale Spannungsquelle (Spannungsquelle ohne Innenwiderstand):

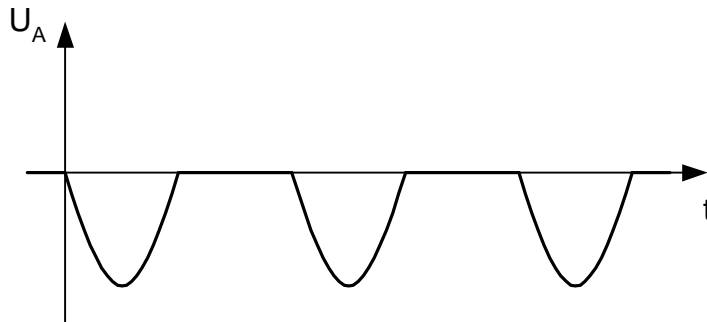


Wie verändert sich die Spannung U_A mit zunehmendem Strom I_A ?

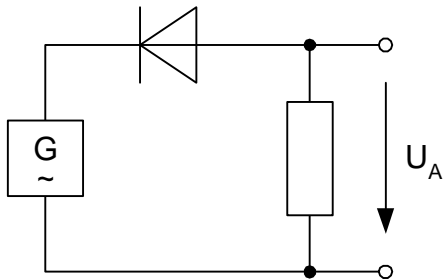
- ☐ Die Spannung verändert sich gar nicht.
- ☐ Die Spannung nimmt zu.
- ☐ Die Spannung nimmt ab.

Item 25: 2_1_07_GLR_01

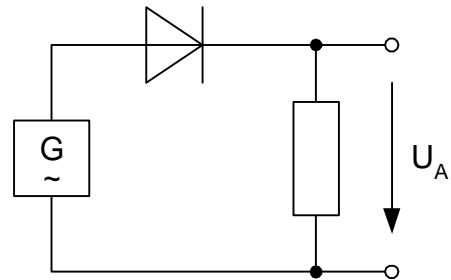
Welche Schaltung produziert folgende Ausgangsspannung U_A ?



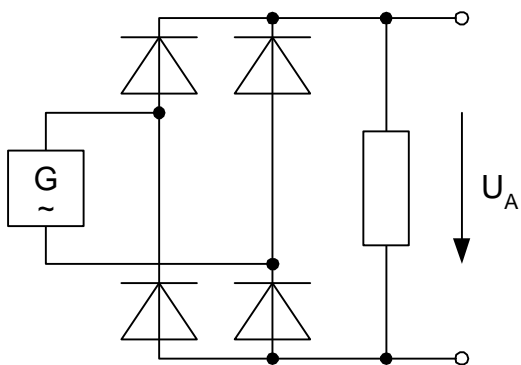
○ **Schaltung 1**



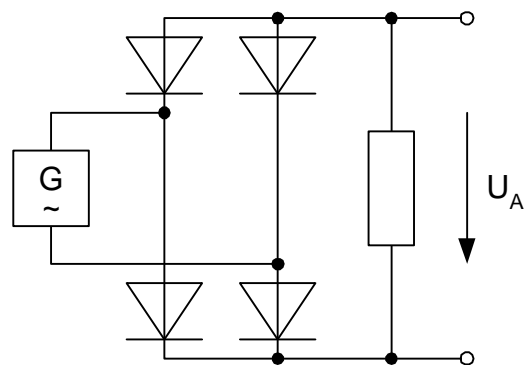
○ **Schaltung 2**



○ **Schaltung 3**

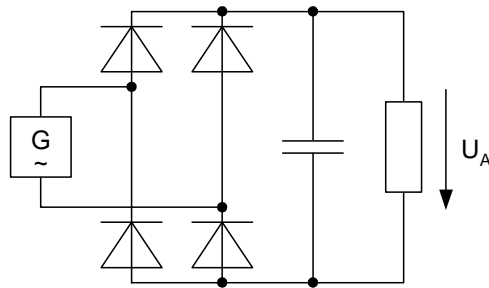


○ **Schaltung 4**



Item 26: 2_1_08_GLR_02

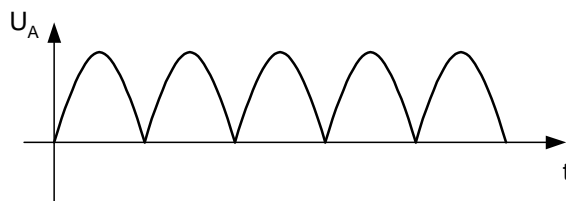
Welches Liniendiagramm der Ausgangsspannung U_A passt zu folgender Schaltung?



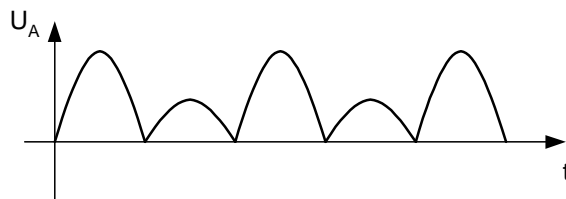
○ **Liniendiagramm 1**



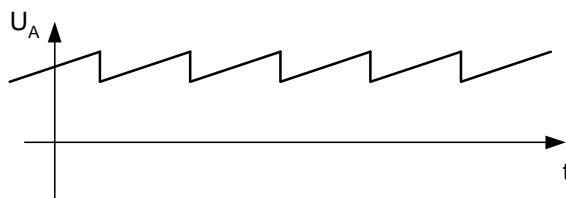
○ **Liniendiagramm 2**



○ **Liniendiagramm 3**

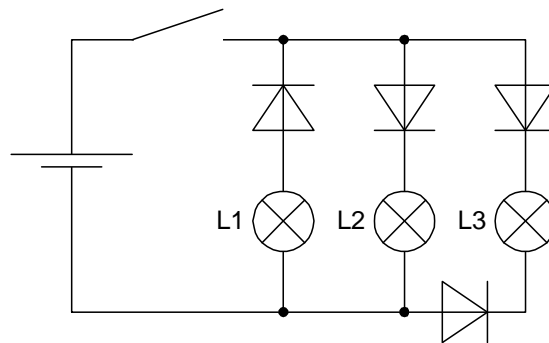


○ **Liniendiagramm 4**



Item 27: 2_1_09_GLR_03

Gegeben ist folgende Schaltung:

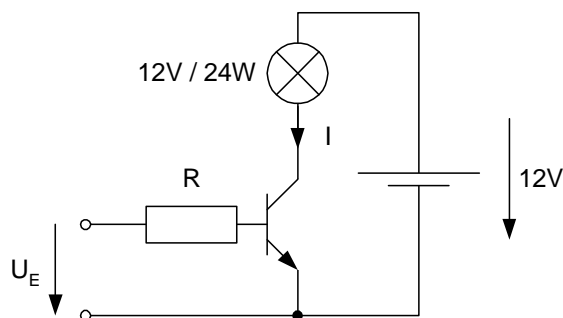


Welche der Glühlampen leuchtet, wenn der Schalter geschlossen wird? Sie können davon ausgehen, dass die Betriebsspannung ausreichend ist für einen normalen Betrieb der Glühlampen.

- ☐ nur L1
- ☐ nur L2
- ☐ nur L3
- ☐ L1 und L2
- ☐ L2 und L3
- ☐ L1 und L3
- ☐ L1, L2 und L3

Item 28: 2_1_10_NPN_01

Gegeben ist folgende Schaltung:

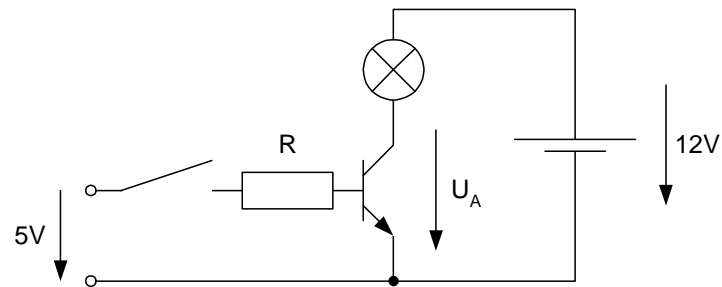


Schätzen Sie durch eine Berechnung den Strom I ab, wenn der Transistor voll durchschaltet (einschaltet).

- ☐ 0 A
- ☐ 0,5 A
- ☐ 1 A
- ☐ 2 A
- ☐ Der Strom ist unendlich groß.

Item 29: 2_1_11_NPN_02

Gegeben ist folgende Schaltung:

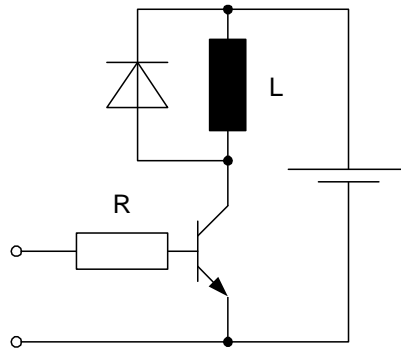


Welche Ausgangsspannungen U_A passen zu den Betriebszuständen "Transistor gesperrt" und "Transistor durchgeschaltet"?

	Transistor gesperrt	Transistor durchgeschaltet
<input type="radio"/>	fast 0 V	5 V
<input type="radio"/>	fast 0 V	4,3 V
<input type="radio"/>	fast 0 V	12 V
<input type="radio"/>	5 V	fast 0 V
<input type="radio"/>	4,3 V	fast 0 V
<input type="radio"/>	12 V	fast 0 V

Item 30: 2_1_12_NPN_03

Gegeben ist folgende Schaltung:

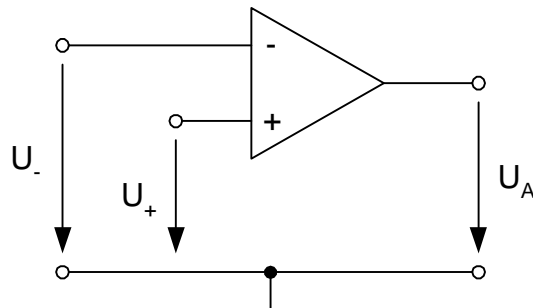


Welche Aufgabe hat die Diode in der folgenden Schaltung?

- ☐ Die Diode schützt den Transistor vor zu großen Lastströmen.
- ☐ Die Diode schützt den Transistor vor negativen Lastströmen.
- ☐ Die Diode schützt den Transistor bei falscher Polarität der Betriebsspannung.
- ☐ Die Diode schützt den Transistor vor Überhitzung.
- ☐ Die Diode schützt den Transistor vor Überspannungen die beim Ausschalten auftreten können.

Item 31: 2_1_13_OPV_01

Gegeben ist folgende Schaltung:

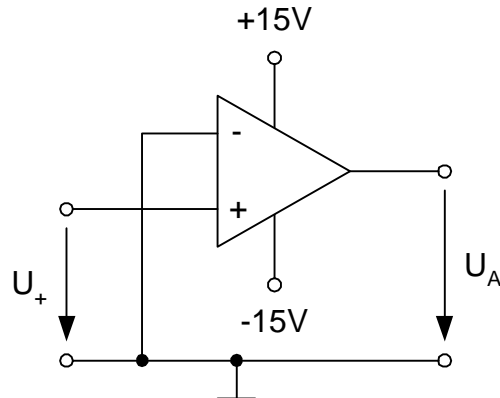


In welchem Fall ist die Ausgangsspannung U_A positiv?

- ☐ $U_+ > U_-$
- ☐ $U_+ = U_-$
- ☐ $U_+ < U_-$
- ☐ $U_+ > 0$
- ☐ $U_+ = 0$
- ☐ $U_+ < 0$

Item 32: 2_1_14_OPV_02

Der Operationsverstärker in der folgenden Schaltung hat eine Leerlaufverstärkung V_{OP} von 10 000. Die Eingangsspannung U_+ beträgt +2mV.



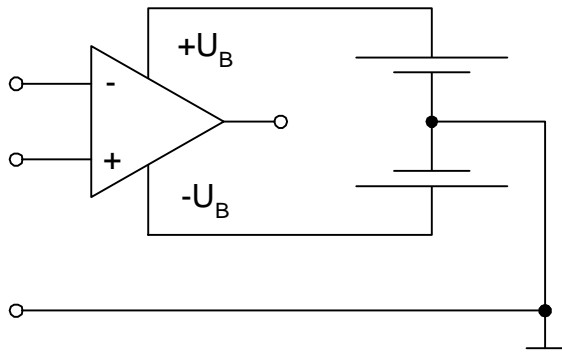
Welchen Wert hat die Ausgangsspannung U_A ?

- ☐ 0 V
- ☐ -15 V
- ☐ +15 V
- ☐ -20 V
- ☐ +20 V
- ☐ Die Spannung ist unendlich groß.
- ☐ anderer Wert

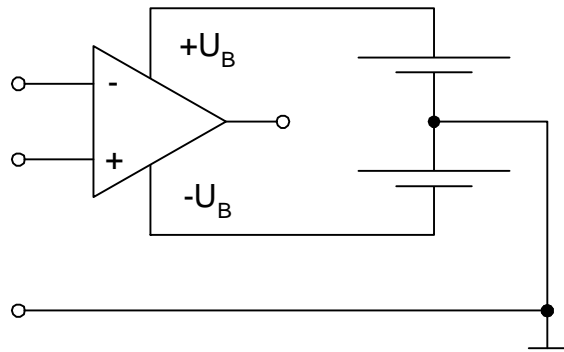
Item 33: 2_1_15_OPV_03

Durch welche Verschaltung der Spannungsquellen erzeugt man eine symmetrische Spannungsversorgung ($+U_B$ / $-U_B$) für den Operationsverstärker?

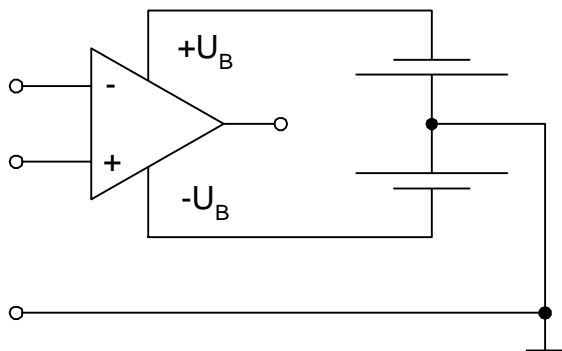
○ **Schaltung 1**



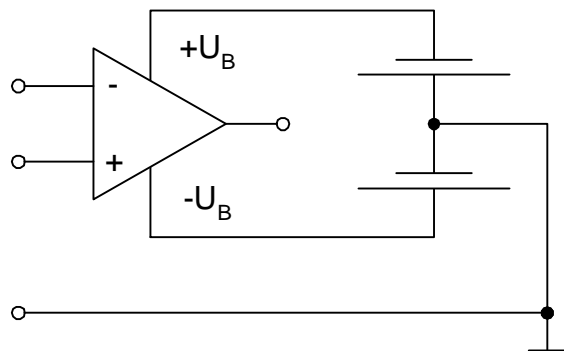
○ **Schaltung 2**



○ **Schaltung 3**

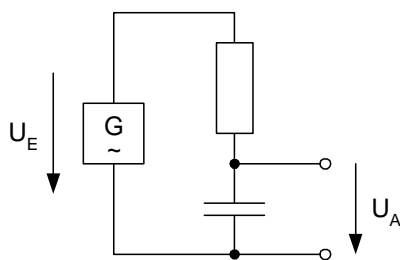


○ **Schaltung 4**



Item 34: 2_1_16_FS_01

Gegeben ist folgende Schaltung:



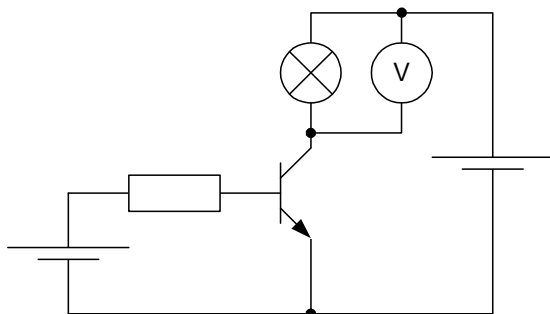
Welche der folgenden Aussagen ist richtig? Es können mehrere Antworten richtig sein.

- ☐ Der Scheitelwert der Ausgangsspannung U_A nimmt mit zunehmender Frequenz der Eingangsspannung U_E ab.
- ☐ Die Ausgangsspannung ist eine geglättete pulsierende Gleichspannung.
- ☐ Der Blindwiderstand des Kondensators verkleinert sich mit zunehmender Frequenz.

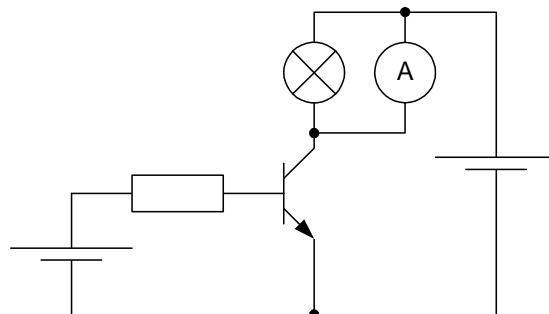
Item 35: 2_2a_01_Mess_01

In einer Schaltung soll der Strom durch die Glühlampe gemessen werden. Welche der folgenden Messschaltungen ist dazu geeignet?

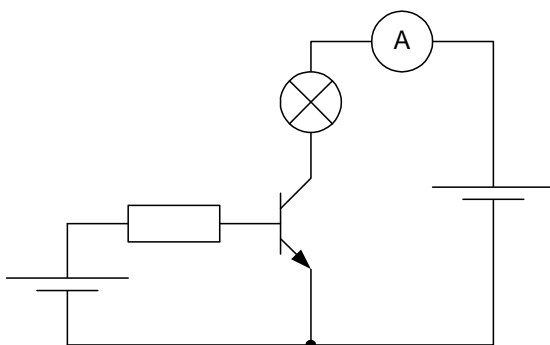
○ **Messschaltung 1**



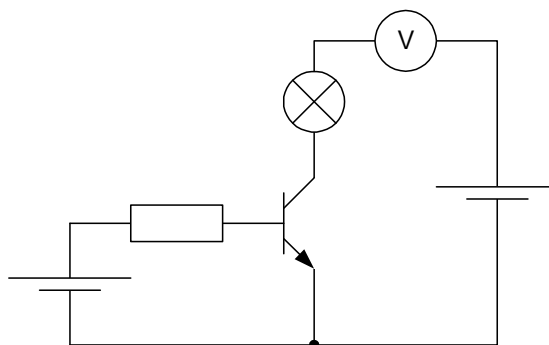
○ **Messschaltung 2**



○ **Messschaltung 3**



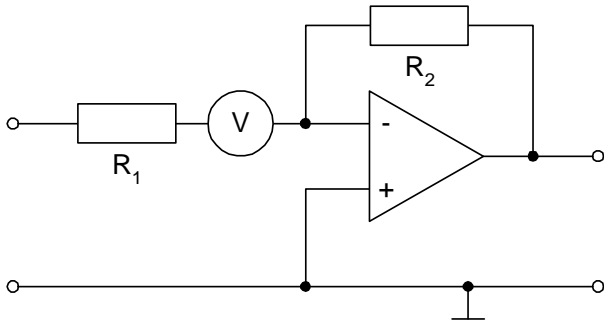
○ **Messschaltung 4**



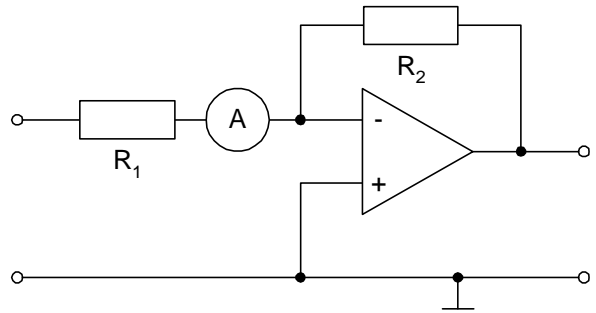
Item 36: 2_2a_02_Mess_02

In einer Schaltung soll die Spannung am Widerstand R_1 gemessen werden. Welche der folgenden Messschaltungen ist dazu geeignet?

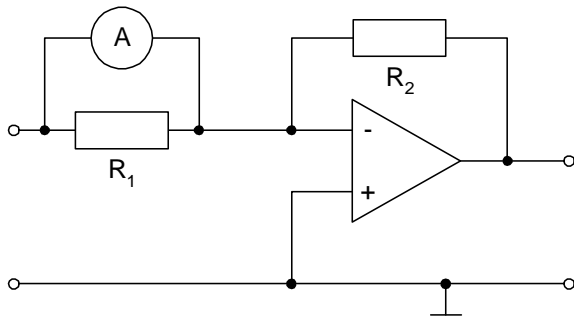
○ **Messschaltung 1**



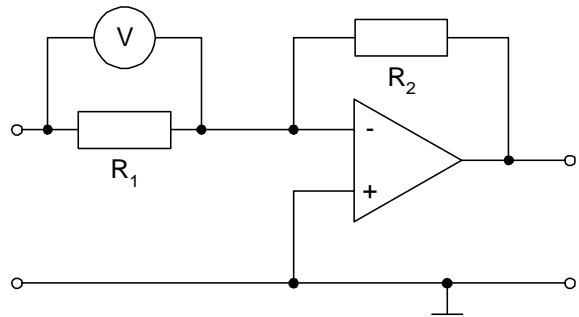
○ **Messschaltung 2**



○ **Messschaltung 3**



○ **Messschaltung 4**



Item 37: 2_2b_01_Mess_03

Der Strom durch einen Verbraucher an einer 5V-Gleichspannung soll positiv gemessen werden. Welche der folgenden Messgeräteeinstellungen ist richtig?

☐ Einstellung 1



☐ Einstellung 2



☐ Einstellung 3



☐ Einstellung 4



☐ Einstellung 5



☐ Einstellung 6

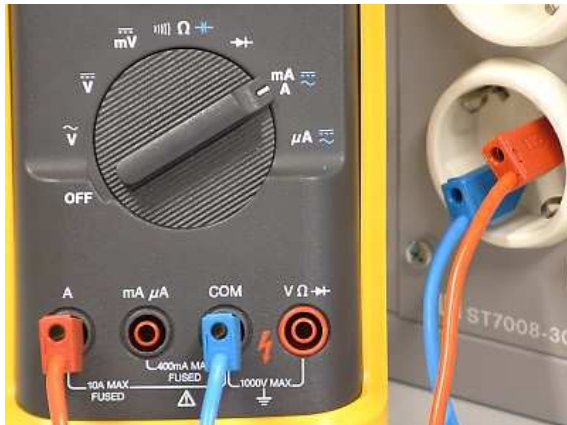


☐ keine Einstellung ist richtig

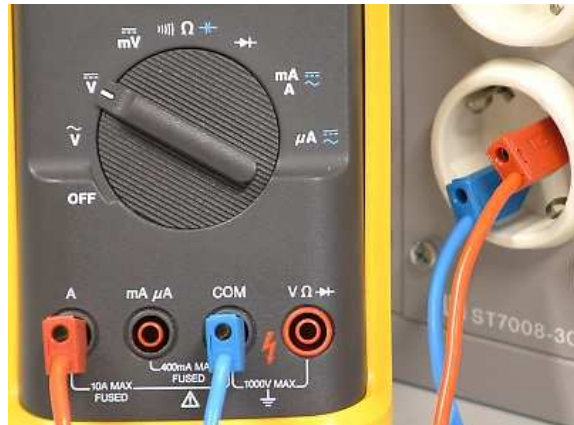
Item 38: 2_2b_02_Mess_04

Die Spannung in einer Steckdose soll gemessen werden. Welche der folgenden Messgeräteeinstellungen ist richtig?

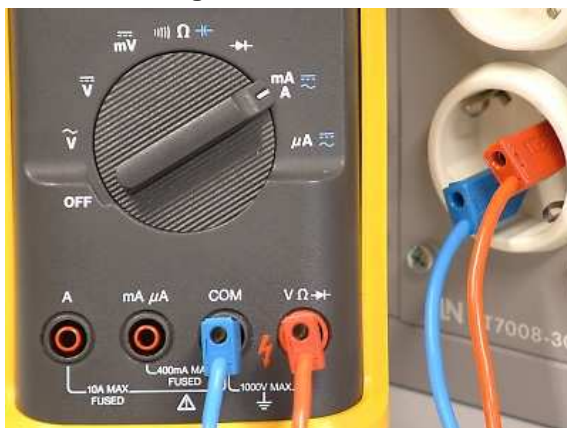
○ **Einstellung 1**



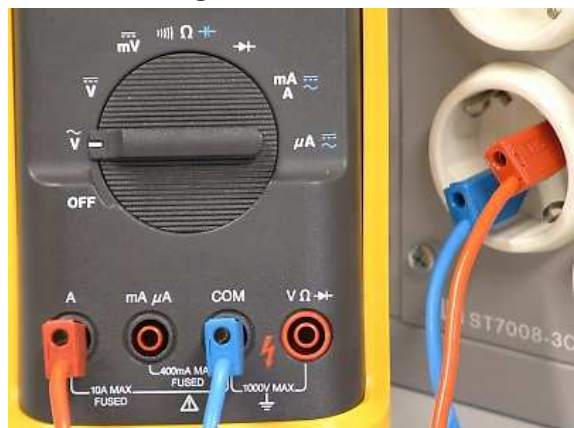
○ **Einstellung 2**



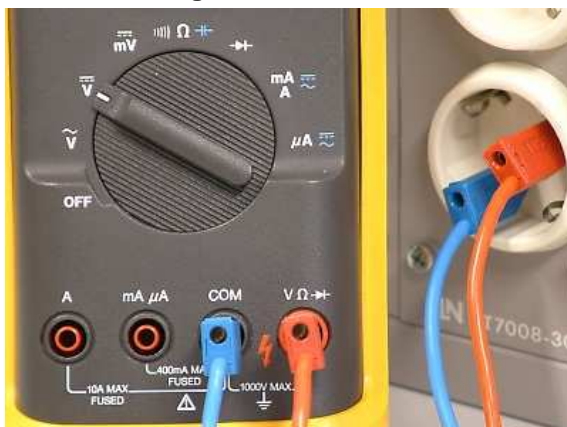
○ **Einstellung 3**



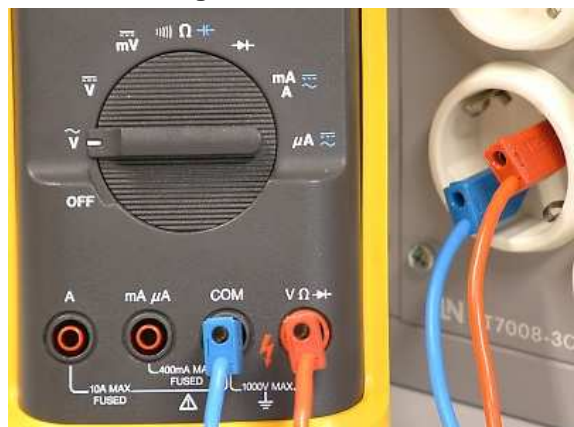
○ **Einstellung 4**



○ **Einstellung 5**



○ **Einstellung 6**



○ **keine Einstellung ist richtig**

Items zu der Kompetenzstufe 3

3. Stufe	Zur Lösung von einfachen elektrischen Aufgaben eine geeignete Schaltung auswählen und rechnerisch dimensionieren können.
<p>Ausgehend von einer Problembeschreibung ist der Schüler in der Lage eine geeignete Schaltung vorzuschlagen und die Bauteile entsprechend zu dimensionieren. Die Aufgaben sollten in einen praktischen Kontext gesetzt werden und sich in der Schwierigkeit an den Schaltungen der Stufe 2 orientieren.</p>	

Item 39: 3_1_01_SAW_01

Beim ADSL-Anschluss wird durch einen sogenannten "Splitter" das hochfrequente ADSL-Signal vom niederfrequenten Telefonsignal getrennt. Um welche Schaltung handelt es sich bei einem Splitter?

- ☐ Spannungsteiler
- ☐ Gleichrichterschaltung
- ☐ invertierende Operationsverstärkerschaltung
- ☐ Filterschaltung
- ☐ keine der genannten Schaltungen

Item 40: 3_1_02_SAW_02

Die analoge Ausgangsspannung eines Drucksensors liegt zwischen 0V und 12V. Diese soll mit einem AD-Wandler digitalisiert werden, der aber nur Spannungen zwischen 0V und 5V verarbeiten kann. Mit Hilfe welcher der folgenden Schaltungen/Bauteile können Sie den Spannungsbereich des Sensors auf den Spannungsbereich des AD-Wandlers anpassen?

- ☐ einfacher geschlossener Stromkreis mit Schalter
- ☐ Spannungsteiler
- ☐ Festspannungsregler
- ☐ Leuchtdiode mit Vorwiderstand
- ☐ Spannungsquelle mit Innenwiderstand
- ☐ Einpuls-Gleichrichterschaltung (M1)
- ☐ nicht-invertierende Operationsverstärkerschaltung
- ☐ RC-Hochpass

Item 41: 3_1_03_SAW_03

Eine Glühlampe 5V/2A soll den High-Pegel am Ausgang einer TTL-Logikschaltung anzeigen. Welche der folgenden Schaltungen ist geeignet um die Glühlampe einzuschalten?

- ☐ direkter Anschluss der Glühlampe an den Ausgang der TTL-Schaltung
- ☐ indirekter Anschluss der Glühlampe an den Ausgang der TTL-Schaltung über einen Transformator
- ☐ einfacher geschlossener Stromkreis mit Schalter
- ☐ invertierende Operationsverstärkerschaltung
- ☐ MOSFET als Schalter
- ☐ Festspannungsnetzteil

Item 42: 3_1_04_SAW_04

Das Ausgangssignal eines Mikrofons mit einer maximalen Ausgangsspannung von 20 mV soll so aufbereitet werden, dass es von einem AD-Wandler digitalisiert werden kann. Der 12-Bit AD-Wandler kann Spannungen von -5V bis +5V wandeln. Welche der folgenden Schaltungen/Bauteile ist geeignet um die Ausgangsspannung des Mikrofons an den Eingangsspannungsbereich des AD-Wandlers anzupassen?

- ☐ Spannungsteiler
- ☐ Transistor als Schalter
- ☐ Festspannungsregler
- ☐ nicht-invertierende Operationsverstärkerschaltung
- ☐ RC-Tiefpass

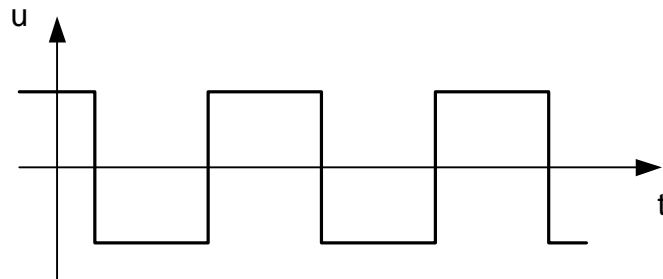
Item 43: 3_1_05_SAW_05

Eine 5V/0,3A Glühlampe soll in Betrieb genommen werden. Es steht aber nur ein 8V/0,5A-Gleichspannungsnetzteil zur Verfügung. Mit Hilfe welcher der folgenden Schaltungen/Bauteile kann die Glühlampe an dem Netzteil betrieben werden? Es können mehrere Antworten richtig sein.

- ☐ Vorwiderstand
- ☐ Hochpass
- ☐ Gleichrichterschaltung mit Glättungskondensator
- ☐ Transformator
- ☐ Festspannungsregler

Item 44: 3_1_06_SAW_06

Eine Rechtecksspannung entsprechend folgendem Liniendiagramm soll in eine Gleichspannung umgewandelt werden. Welche der folgenden Schaltungen/Bauteile ist dazu geeignet.

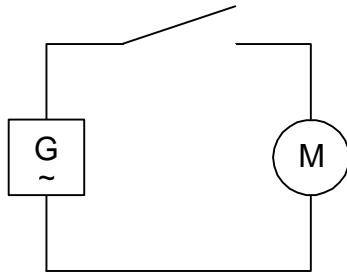


- ☐ Spannungsteiler
- ☐ Transistor als Schalter
- ☐ B2-Brückengleichrichter mit Glättungskondensator
- ☐ Festspannungsregler
- ☐ invertierende Operationsverstärkerschaltung
- ☐ RC-Tiefpass

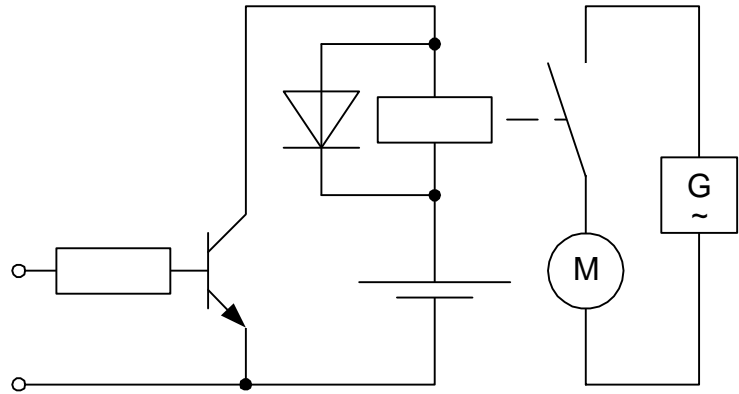
Item 45: 3_1_07_SAW_07

Ein Wechselstrommotor 230V/2A soll über den digitalen Ausgang eines Rechners eingeschaltet werden können. Der Ausgang benutzt TTL-Pegel. Welche der folgenden Schaltungen ist zum Anschluss an den digitalen Ausgang des Rechners geeignet?

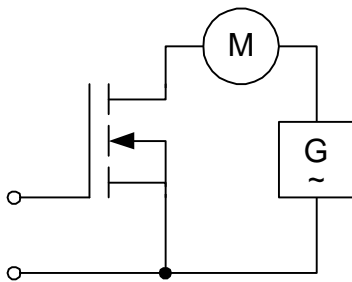
○ **Schaltung 1**



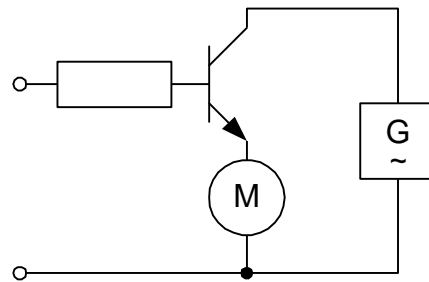
○ **Schaltung 2**



○ **Schaltung 3**

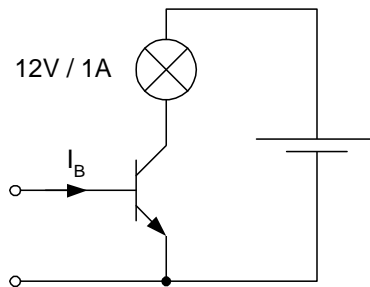


○ **Schaltung 4**



Item 46: 3_2_01_NPN_01

Gegeben ist folgende Schaltung:

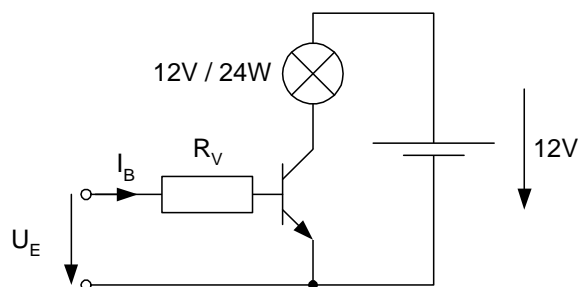


In welchem der gegebenen Bereiche liegt der minimal benötigte Basisstrom I_B damit der Transistor die Glühlampe voll einschaltet? Die Stromverstärkung des Transistors beträgt 200.

- ☐ Es wird kein Basisstrom benötigt.
- ☐ 0,3 mA - 3 mA
- ☐ 3 mA – 30 mA
- ☐ 30 mA – 300 mA
- ☐ 300 mA – 3000 mA
- ☐ 3 A – 30 A
- ☐ 30 A – 300 A
- ☐ 300 A – 3000 A
- ☐ anderer Bereich

Item 47: 3_2_02_NPN_02

Gegeben ist folgende Schaltung:



Bei einer Eingangsspannung U_E von 5 V soll die Glühlampe voll eingeschaltet sein. Der dazu benötigte Basisstrom I_B beträgt 10mA. Schätzen Sie den benötigten Vorwiderstand R_V durch eine Berechnung ab.

- ☐ Es wird kein Vorwiderstand benötigt.
- ☐ 70 Ohm
- ☐ 430 Ohm
- ☐ 500 Ohm
- ☐ 1130 Ohm
- ☐ 1200 Ohm

Item 48: 3_2_03_VW_01

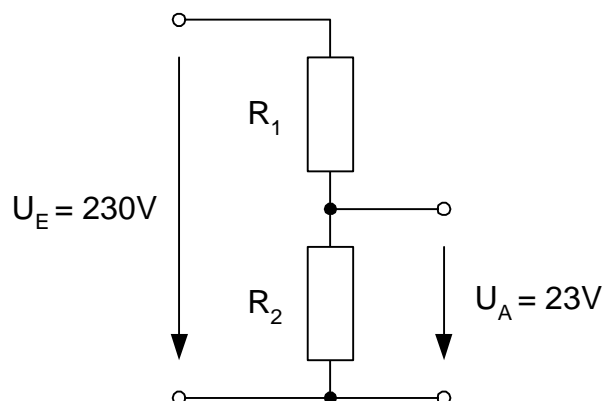
Eine grüne LOW-Current LED (2V / 4mA) soll über einen Vorwiderstand an 8V Gleichspannung betrieben werden.

In welchem der gegebenen Bereiche muss der Vorwiderstand liegen?

- ☐ Es wird kein Vorwiderstand benötigt.
- ☐ 0 Ohm - 700 Ohm
- ☐ 700 Ohm - 1200 Ohm
- ☐ 1200 Ohm - 1400 Ohm
- ☐ 1400 Ohm - 1900 Ohm
- ☐ 1900 Ohm - 5000 Ohm
- ☐ 5000 Ohm - 25000 Ohm
- ☐ anderer Bereich

Item 49: 3_2_04_SpT_01

Um die 230V-Netzspannung mit dem Oszilloskop messen zu können, soll diese mit Hilfe folgender Schaltung auf ein Zehntel ($U_A=23V$) reduziert werden. Welche der folgenden Widerstandspaarungen sind **geeignet und sinnvoll** für diese Aufgabe? Es können mehrere Antworten richtig sein.



	R_1	R_2
<input type="checkbox"/>	1 Ω	0,1 Ω
<input type="checkbox"/>	10 Ω	1 Ω
<input type="checkbox"/>	10 k Ω	1 k Ω
<input type="checkbox"/>	100 k Ω	10 k Ω
<input type="checkbox"/>	0,9 Ω	0,1 Ω
<input type="checkbox"/>	9 Ω	1 Ω
<input type="checkbox"/>	90 k Ω	10 k Ω
<input type="checkbox"/>	900 k Ω	100 k Ω

Item 50: 3_2_05_FS_01

Die Magnetfelder der Elektromotoren in einer Produktionshalle stören das Datensignal auf einem Netzwirkkabel das durch die Halle führt. Das Datensignal ($10\text{MHz} < f < 1\text{GHz}$) wird dadurch von einem Störsignal ($f = 100\text{Hz}$) überlagert. Mit Hilfe eines Filters, soll das Störsignal eliminiert werden. Welche der folgenden Schaltung ist für diese Aufgabe geeignet?

- ☐ RC-Hochpassfilter mit einer Grenzfrequenz von 1Hz
- ☐ RC-Hochpassfilter mit einer Grenzfrequenz von 100Hz
- ☐ RC-Hochpassfilter mit einer Grenzfrequenz von 1MHz
- ☐ RC-Tiefpassfilter mit einer Grenzfrequenz von 1Hz
- ☐ RC-Tiefpassfilter mit einer Grenzfrequenz von 100Hz
- ☐ RC-Tiefpassfilter mit einer Grenzfrequenz von 1MHz

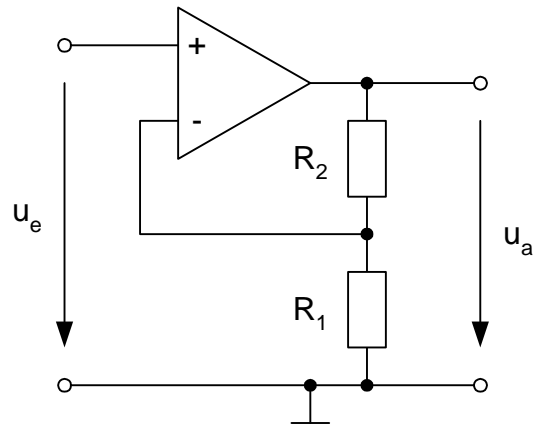
Item 51: 3_2_06_FS_02

Berechnen Sie die Kapazität eines RC-Hochpass für eine Grenzfrequenz von 3400 Hz wenn ein Widerstand von 10kOhm benutzt wird.

- ☐ 4,7 nF
- ☐ 4,7 μF
- ☐ 54 μF
- ☐ 54 mF
- ☐ 18,5 F
- ☐ 213 MF

Item 52: 3_2_08_OPV_01

Gegeben ist folgende Schaltung:

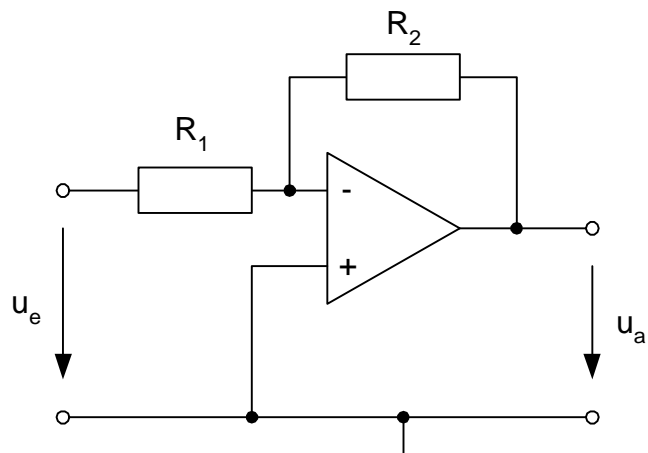


Durch welche der folgenden Widerstandspaarungen ergibt sich eine Verstärkung von 10?

	R_1	R_2
<input type="radio"/>	1 k Ω	10 k Ω
<input type="radio"/>	10 k Ω	1 k Ω
<input type="radio"/>	4 k Ω	20 k Ω
<input type="radio"/>	20 k Ω	4 k Ω
<input type="radio"/>	andere Paarung	

Item 53: 3_2_09_OPV_02

Gegeben ist folgende Schaltung:



Durch welche der folgenden Widerstandspaarungen ergibt sich eine Verstärkung von -10?

- | | R_1 | R_2 |
|-----------------------|----------------|---------------|
| <input type="radio"/> | 9 k Ω | 1 k Ω |
| <input type="radio"/> | 1 k Ω | 9 k Ω |
| <input type="radio"/> | 18 k Ω | 6 k Ω |
| <input type="radio"/> | 6 k Ω | 18 k Ω |
| <input type="radio"/> | andere Paarung | |

Items zu der Kompetenzstufe 4

4. Stufe	Fehler in elektronischen Schaltungen, wie sie in der Stufe 3 zur Anwendung kommen, systematisch aufsuchen und beheben können.
Der Schüler kann Fehler in elektronischen Schaltungen systematisch aufsuchen und beheben. Die Komplexität der Schaltungen sollte die der Schaltungen aus Stufe 3 nicht überschreiten.	

Item 54: 4_1_01

Welche der folgenden Vorgehensweisen ist am besten geeignet um einen Fehler in einer elektronischen Schaltung systematisch zu finden? Es können mehrere Antworten richtig sein.

- ☐ Zunächst kontrolliert man die Spannungsversorgung an allen Bauteilen respektive Baugruppen der Schaltung.
Ist die Spannungsversorgung in Ordnung, kontrolliert man, ob sich alle Eingangs- und Ausgangssignale der einzelnen Schaltungsstufen so verhalten wie erwartet. Dabei arbeitet man sich vom Schaltungseingang zum Schaltungsausgang vor. Der Fehler befindet sich an dem Bauteil an dem das Eingangssignal noch korrekt ist, das Ausgangssignal aber nicht mehr dem Soll entspricht.
- ☐ Zunächst kontrolliert man mit Hilfe eines Durchgangsprüfers, ob alle Verbindungen vorhanden sind. Anschließend ersetzt man nacheinander alle Bauteile der Schaltung durch neue Bauteile bis die Schaltung wieder funktioniert.
- ☐ Zunächst werden mit Hilfe eines Lötkolbens alle Lötstellen erneut verflüssigt und wieder abkühlen gelassen. Alle Kabelverbindungen werden neu gesteckt. Anschließend braucht nur noch das Eingangs- und Ausgangssignal der Schaltung kontrolliert zu werden.

Item 55: 4_1_02

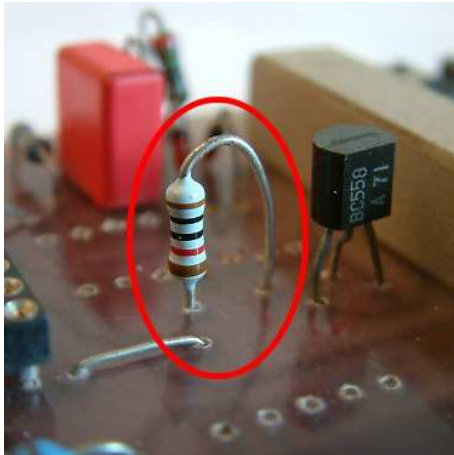
Die TxD-Leitung einer RS232-Schnittstelle hat im Ruhezustand (=keine Datenübertragung) einen Spannungspegel zwischen $-3V$ und $-15V$. Durch eine Messung ergibt sich, dass diese Spannung aber nur $0V$ beträgt. Welche der folgenden Ursachen kommen dafür in Frage? Es können mehrere Antworten richtig sein.

- ☐ Die Frequenz des Takts am Schnittstellen-IC ist zu hoch.
- ☐ Die Verbindung zwischen dem TxD-Pin am IC und dem Messpunkt ist unterbrochen.
- ☐ Es werden keine Daten übertragen.
- ☐ Der PC ist nicht eingeschaltet.

Wegen Zeitbegrenzung entfernte Items

Item 56: 1_1a_02_BT_02

Worum handelt es sich bei dem folgenden Bauteil?



- ☐ Widerstand
- ☐ Spule
- ☐ Kondensator
- ☐ Diode
- ☐ LED
- ☐ Transformator
- ☐ bipolarer Transistor
- ☐ MOSFET
- ☐ Spannungsregler
- ☐ Potentiometer
- ☐ Relais

Item 57: 1_1a_07_BT_07

Worum handelt es sich bei dem folgenden Bauteil?



- ☐ Widerstand
- ☐ Spule
- ☐ Kondensator
- ☐ Diode
- ☐ LED
- ☐ Transformator
- ☐ bipolarer Transistor
- ☐ MOSFET
- ☐ Spannungsregler
- ☐ Potentiometer
- ☐ Relais

Item 58: 1_2_02_AW_02

Markieren Sie die Anwendungsmöglichkeiten von Spulen. Es können mehrere Antworten richtig sein.

- ☐ Elektromagnet
- ☐ Filterschaltungen
- ☐ Kühlung

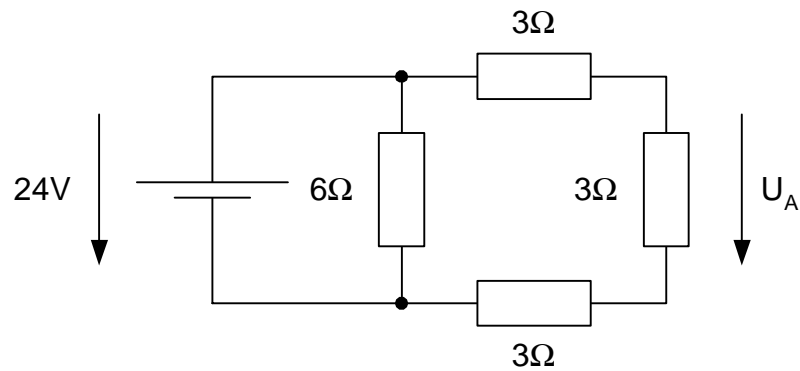
Item 59: 1_2_08_AW_08

Worum handelt es sich bei einem NTC-Widerstand?

- ☐ feuchtigkeitsabhängiger Widerstand
- ☐ temperaturabhängiger Widerstand
- ☐ druckabhängiger Widerstand
- ☐ geschwindigkeitsabhängiger Widerstand
- ☐ lichtabhängiger Widerstand

Item 60: 2_1_02b_LGS_02

Gegeben ist folgende Schaltung:

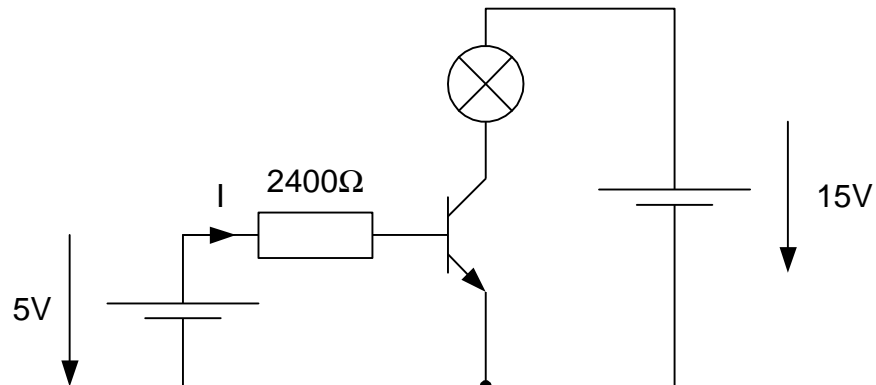


Berechnen Sie die Spannung U_A .

- ☐ 0 V
- ☐ 3 V
- ☐ 8 V
- ☐ 12 V
- ☐ 24 V
- ☐ Die Spannung ist unendlich groß.
- ☐ anderer Wert

Item 61: 2_1_05_VW_01

Gegeben ist folgende Schaltung:

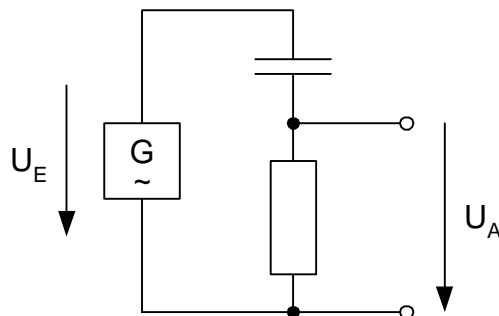


Schätzen Sie durch eine Berechnung den Strom I ab.

- ☐ 0 mA
- ☐ 1,8 mA
- ☐ 2,1 mA
- ☐ 5,8 mA
- ☐ 6,3 mA
- ☐ Es fließt ein unendlich großer Strom.

Item 62: 2_1_17_FS_02

Gegeben ist folgende Schaltung:



Welche der folgenden Aussagen ist richtig? Es können mehrere Antworten richtig sein.

- ☐ Der Scheitelwert der Ausgangsspannung U_A nimmt mit zunehmender Frequenz der Eingangsspannung U_E ab.
- ☐ Die Ausgangsspannung ist eine Mischspannung.
- ☐ Der Blindwiderstand des Kondensators verkleinert sich mit zunehmender Frequenz.

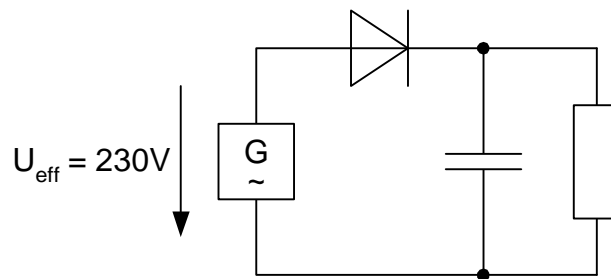
Item 63: 3_2_07_FS_03

Der Gesamtwiderstand eines RC-Tiefpass soll für keine Frequenz unter 10kOhm fallen. Welche Paarung ist geeignet?

- ☐ 1 Ohm / 0,047 mF
- ☐ 10 Ohm / 4700 nF
- ☐ 100 Ohm / 470 nF
- ☐ 1 kOhm / 47 nF
- ☐ 10 kOhm / 4,7 nF

Item 64: 3_2_10_GLR_01

Gegeben ist folgende Schaltung:



Wie groß muss die maximale Sperrspannung der Diode mindestens gewählt werden?

- ☐ 0 V
- ☐ 0,7 V
- ☐ 250 V
- ☐ 350 V
- ☐ 700 V
- ☐ 1000 V

Anhang B

Schwierigkeitsindex der Items

Item	Variable	maximale Punktzahl	mittlere erzielte Punktzahl	Schwierigkeitsindex
1_1a_01_BT_01	sc1	1	0.62	62%
1_1a_03_BT_03	sc2	1	0.49	49%
1_1a_04_BT_04	sc3	1	0.28	28%
1_1a_05_BT_05	sc4	1	0.87	87%
1_1a_06_BT_06	sc5	1	0.59	59%
1_1b_01_BT_08	sc6	1	0.62	62%
1_1b_02_BT_09	sc7	1	0.30	30%
1_1c_01_BT_10	sc8	3	1.09	36%
1_2_01_AW_01	sc9	3	1.71	57%
1_2_03_AW_03	sc10	2	1.23	62%
1_2_04_AW_04	sc11	3	1.63	54%
1_2_05_AW_05	sc12	2	0.99	49%
1_2_06_AW_06	sc13	2	0.63	32%
1_2_07_AW_07	sc14	1	0.77	77%
2_1_01a_EGS_01	sc15	1	0.83	83%
2_1_01b_EGS_02	sc16	1	0.41	41%
2_1_02a_LGS_01	sc17	1	0.45	45%
2_1_03_SpT_01	sc18	4	2.10	52%
2_1_04_SpT_02	sc19	1	0.69	69%
2_1_061a_RSpQ_01	sc20	1	0.40	40%
2_1_061b_RSpQ_02	sc21	1	0.34	34%
2_1_061c_RSpQ_03	sc22	1	0.40	40%
2_1_062a_RSpQ_04	sc23	1	0.62	62%
2_1_062b_RSpQ_05	sc24	1	0.41	41%
2_1_07_GLR_01	sc25	1	0.38	38%
2_1_08_GLR_02	sc26	1	0.35	35%
2_1_09_GLR_03	sc27	1	0.56	56%
2_1_10_NPN_01	sc28	1	0.41	41%
2_1_11_NPN_02	sc29	1	0.16	16%
2_1_12_NPN_03	sc30	1	0.18	18%
2_1_13_OPV_01	sc31	1	0.41	41%
2_1_14_OPV_02	sc32	1	0.29	29%
2_1_15_OPV_03	sc33	1	0.37	37%
2_1_16_FS_01	sc34	2	0.73	37%
2_2a_01_Mess_01	sc35	1	0.67	67%
2_2a_02_Mess_02	sc36	1	0.74	74%
2_2b_01_Mess_03	sc37	1	0.50	50%
2_2b_02_Mess_04	sc38	1	0.66	66%
3_1_01_SAW_01	sc39	1	0.63	63%
3_1_02_SAW_02	sc40	1	0.29	29%
3_1_03_SAW_03	sc41	1	0.20	20%
3_1_04_SAW_04	sc42	1	0.29	29%
3_1_05_SAW_05	sc43	2	0.50	25%
3_1_06_SAW_06	sc44	1	0.52	52%
3_1_07_SAW_07	sc45	1	0.45	45%
3_2_01_NPN_01	sc46	1	0.21	21%
3_2_02_NPN_02	sc47	1	0.17	17%
3_2_03_VW_01	sc48	1	0.21	21%
3_2_04_SpT_01	sc49	2	0.04	2%
3_2_05_FS_01	sc50	1	0.21	21%
3_2_06_FS_02	sc51	1	0.12	12%
3_2_08_OPV_01	sc52	1	0.09	9%
3_2_09_OPV_02	sc53	1	0.19	19%
4_1_01	sc54	1	0.35	35%
4_1_02	sc55	2	0.72	36%

Anhang C

**Erzielbares Ergebnisses für jede
Klassen- und Kompetenzstufe**

Item	Variable	maximale Punktzahl	Erzielbares Ergebnis pro Item			maximale Punktzahl pro Kompetenzstufe	Erzielbares Ergebnis pro Kompetenzstufe		
			T0IF	T1IF	T2IF		T0IF	T1IF	T2IF
1_1a_01_BT_01	sc1	1	0%	100%	100%	9	44%	78%	100%
1_1a_04_BT_04	sc3	1	0%	100%	100%				
1_1a_05_BT_05	sc4	1	100%	100%	100%				
1_1a_06_BT_06	sc5	1	100%	100%	100%				
1_1b_01_BT_08	sc6	1	100%	100%	100%				
1_1b_02_BT_09	sc7	1	100%	100%	100%				
1_1c_01_BT_10	sc8	3	0%	33%	100%				
1_2_01_AW_01	sc9	3	67%	100%	100%	13	23%	69%	100%
1_2_03_AW_03	sc10	2	50%	50%	100%				
1_2_04_AW_04	sc11	3	0%	67%	100%				
1_2_05_AW_05	sc12	2	0%	100%	100%				
1_2_06_AW_06	sc13	2	0%	0%	100%				
1_2_07_AW_07	sc14	1	0%	100%	100%				
2_1_01a_EGS_01	sc15	1	100%	100%	100%	23	52%	65%	100%
2_1_01b_EGS_02	sc16	1	0%	0%	100%				
2_1_03_SpT_01	sc18	4	100%	100%	100%				
2_1_04_SpT_02	sc19	1	100%	100%	100%				
2_1_061a_RSpQ_01	sc20	1	100%	100%	100%				
2_1_061b_RSpQ_02	sc21	1	100%	100%	100%				
2_1_061c_RSpQ_03	sc22	1	100%	100%	100%				
2_1_062a_RSpQ_04	sc23	1	100%	100%	100%				
2_1_062b_RSpQ_05	sc24	1	100%	100%	100%				
2_1_07_GLR_01	sc25	1	0%	100%	100%				
2_1_08_GLR_02	sc26	1	0%	100%	100%				
2_1_09_GLR_03	sc27	1	0%	100%	100%				
2_1_10_NPN_01	sc28	1	100%	100%	100%				
2_1_11_NPN_02	sc29	1	0%	0%	100%				
2_1_12_NPN_03	sc30	1	0%	0%	100%				
2_1_13_OPV_01	sc31	1	0%	0%	100%				
2_1_14_OPV_02	sc32	1	0%	0%	100%				
2_1_15_OPV_03	sc33	1	0%	0%	100%				
2_1_16_FS_01	sc34	2	0%	0%	100%				
2_2a_01_Mess_01	sc35	1	100%	100%	100%	4	100%	100%	100%
2_2a_02_Mess_02	sc36	1	100%	100%	100%				
2_2b_01_Mess_03	sc37	1	100%	100%	100%				
2_2b_02_Mess_04	sc38	1	100%	100%	100%				
3_1_01_SAW_01	sc39	1	0%	0%	100%	8	13%	50%	100%
3_1_02_SAW_02	sc40	1	100%	100%	100%				
3_1_03_SAW_03	sc41	1	0%	0%	100%				
3_1_04_SAW_04	sc42	1	0%	0%	100%				
3_1_05_SAW_05	sc43	2	0%	100%	100%				
3_1_06_SAW_06	sc44	1	0%	100%	100%				
3_1_07_SAW_07	sc45	1	0%	0%	100%				
3_2_01_NPN_01	sc46	1	0%	0%	100%	5	0%	20%	100%
3_2_03_VW_01	sc48	1	0%	100%	100%				
3_2_06_FS_02	sc51	1	0%	0%	100%				
3_2_08_OPV_01	sc52	1	0%	0%	100%				
3_2_09_OPV_02	sc53	1	0%	0%	100%				
4_1_01	sc54	1	100%	100%	100%	3	33%	67%	100%
4_1_02	sc55	2	0%	50%	100%				

Anhang D

Kurzfassung der TAO- Verbesserungsvorschläge und - Fehlerbeschreibungen

Date de soumission	Rapporteur	Résumé
10-13-04 17:16	loucl	test ne démarre pas
11-30-04 13:04	loucl	disparition des données
12-01-04 16:46	loucl	pas de traduction de certaines propriétés disponible
12-01-04 16:49	loucl	test delivery server ne trouve pas le login
12-01-04 16:51	loucl	ordre de trie des propriétés
12-01-04 16:58	loucl	pas tous les enseignants selectionnés sont affiliés
12-01-04 16:59	loucl	mot de passe pas sauvegarder
12-03-04 17:33	loucl	abréviation incompréhensible
12-03-04 17:47	loucl	démarrage du test en mauvaise langue
12-03-04 17:49	loucl	langue par défaut pour un test
12-03-04 17:56	loucl	faire ressortir le bouton de langue dans le test
12-06-04 21:39	loucl	affichage de l'URL au lieu du label
12-06-04 21:42	loucl	position et taille des fenêtres
12-06-04 21:44	loucl	absence de confirmation à la fin du test
12-06-04 21:55	loucl	arbre hiérarchique s'écroule
12-06-04 21:57	loucl	items déjà affiliés ne sont pas préselectionnés
12-06-04 22:04	loucl	checkboxes pas visibles
12-06-04 22:07	loucl	affichage incomplet du contenu des items et tests
12-06-04 22:10	loucl	modification du contenu d'un item ou test trop compliqué
12-06-04 22:15	loucl	réduire le nombre de nouvelles fenêtres
12-06-04 22:20	loucl	réduire d'avantage le nombre de nouvelles fenêtres
12-06-04 22:25	loucl	login commun pour tous les modules
12-06-04 22:28	loucl	administration commune pour tous les modules
12-06-04 22:34	loucl	importation de données d'élèves
12-06-04 22:38	loucl	langue affichée pour un test n'est pas disponible
12-07-04 08:06	loucl	preview ne marche pas
12-07-04 08:21	loucl	arbre hiérarchique vide après login
01-07-05 17:11	loucl	gestion des versions
01-07-05 17:13	loucl	copier coller des tests
01-07-05 17:24	loucl	rajouter des tooltips aux flèches de navigation
01-07-05 17:28	loucl	ne pas afficher les champs vides pendant l'exécution du test
01-07-05 17:34	loucl	évaluation individuelle de chaque question
01-07-05 17:51	loucl	intégrer la possibilité de donner des tuyaux
01-07-05 17:55	loucl	page blanche après changement de langue

04-06-05 18:19	loucl	impossible d'éditer le contenu d'un item
04-08-05 17:39	loucl	copie coller des items entiers
04-08-05 17:47	loucl	sauvegarder si des réponses sont partiellement correct pour des QCM
04-08-05 17:50	loucl	bloquer la correction des items déjà traités
04-11-05 16:03	loucl	plus de référence sur l'item
04-12-05 10:34	loucl	mauvais label chez la propriété "is tested with" d'un groupe
04-15-05 17:45	loucl	on peut marquer plusieurs réponses correctes au "single choice"
04-15-05 18:12	loucl	affichage incomplet des propositions
04-20-05 17:26	loucl	problème avec la création du contenu d'un item
05-12-05 14:18	loucl	exécution du test s'arrête
05-30-05 12:29	loucl	position des boutons "previous" "next"
05-30-05 12:34	loucl	pas de message d'erreur compréhensible après un mauvais login
06-01-05 18:00	loucl	désaffiliation d'items impossible en mode "Label"
06-03-05 09:20	loucl	perte d'un item
06-27-05 12:44	loucl	changement dans les affiliations de tests à des groupes n'a pas d'effet
07-01-05 13:06	loucl	réponses correctes se décalent après avoir supprimer une proposition
07-08-05 07:58	loucl	test s'arrête après premier item

Anhang E

TAO Informationsblatt Schüler/Lehrer



Wiltz, den 31. Mai 2005

TAO Elektronik Test - Schülerinformation

Am Ende dieses Schuljahres wirst du an einem 2-stündigen Test über deine Elektronikkenntnisse teilnehmen. Der Test dient dazu den Kenntnisstand der Informatik-Schüler in der Elektronik zu bestimmen. An dem Test nehmen alle Informatik-Schüler des Landes teil, die sich zur Zeit in der Technikerausbildung befinden. Es werden Fragen zu fast allen im Fach Elektronik behandelten Themen der Klasse T0IF-T2IF gestellt.

Du darfst für diesen Test alle beliebigen Unterlagen mitbringen. Es müßte allerdings ausreichen, wenn du deine Unterlagen aus den genannten Klassen mitbringst. Für etwaige Berechnungen solltest du auch einen Stift und ein paar Blätter bereit halten. Vergiss auch nicht einen Taschenrechner mitzubringen.

Es ist gewußt, dass die meisten Schüler einer 10. Klasse noch nicht das nötige Wissen haben um alle Fragen beantworten zu können. Dies sollte diese Schüler aber nicht davon abhalten zu versuchen ein Maximum an Fragen zu beantworten.

Der Test wird auf einem PC durchgeführt und besteht ausschließlich aus Single Choice- und Multiple Choice-Fragen, d.h. zu jeder Frage werden mehrere Antwortmöglichkeiten angezeigt. Die Single Choice-Fragen enthalten alle genau eine richtige Antwort. Bei diesem Fragetyp kannst du zur Not auch raten. Du erkennst diese Fragen an den Option Buttons ☐ vor den Antworten.

Die Multiple Choice-Fragen enthalten mindestens eine richtige Antwort. Jede richtig angeklickte Antwort gibt einen Pluspunkt. Jede falsch angeklickte Antwort gibt zwei Minuspunkte. D.h. klicke nur Antworten an von denen du sehr sicher bist, dass sie richtig sind. Du erkennst diese Fragen an den Check Boxes ☐ vor den Antworten.

Der Test wird anonym durchgeführt und hat auch keine Auswirkungen auf deine Schulnoten. Trotzdem solltest du dich mindestens in soweit auf den Test vorbereiten, dass du dir vorher einen Überblick über deine Unterlagen verschaffst, damit du während des Tests keine Zeit mit der Suche nach den richtigen Blättern verlierst.

Damit du dich mit der Manipulation des Tests vertraut machen kannst, habe ich einen kleinen Demo-Test mit 4 Fragen vorbereitet. Dazu geht man wie folgt vor:

1. Im Internet-Explorer folgenden Link eingeben: <http://www.tao.lu/delivery%20server/>
2. Mit dem Usernamen: "demo" und dem Passwort: "user" einloggen.
3. Nach mehreren Sekunden erscheint eine neue Seite "Connected as demo user ...". Hier durch Klicken des grünen Buttons den Test starten.
4. Es öffnet sich ein neues Fenster und nach ein paar weiteren Sekunden erscheint die erste Frage.
5. Nach der letzten Frage erscheint eine Abfrage, ob man den Test wirklich beenden will. Drückt man hier "Oui" werden die Antworten aller Fragen an den Test-Server geschickt und es erscheint eine summative Auswertung.

Viel Spaß, Claude Loullingen.



Wiltz, den 31. Mai 2005

TAO Elektronik Test - Lehrerinformation

Liebe Kollegen,

Innerhalb meines "Travail de candidature" habe ich einen computergestützten Test zum Bestimmen des Kompetenzniveaus von Informatikschülern im Fach Elektronik entwickelt. In Absprache mit eurer Schulleitung soll dieser Test dank eurer Unterstützung am Ende des Schuljahres an allen Informatikschülern der Technikerausbildung durchgeführt werden.

Der Test ist für einen Zeitraum von 100 Minuten bemessen und soll in den Tagen nach den letzten Prüfungen und dem Ende des Trimesters durchgeführt werden. Zur Durchführung des Tests benötigt jeder Schüler einen PC mit Internet Explorer 6.0 incl. Macromedia Flash Player Plug-In und einer Bildschirmauflösung von min. 1024x768 Punkten. Nehmt bitte Rücksprache mit den Direktionen eures Gebäudes damit euch ein entsprechender Klassensaal zur Verfügung gestellt wird.

In dem Test werden Fragen zu fast allen im Fach Elektronik behandelten Themen der Klasse T0IF-T2IF gestellt. Die Schüler dürfen für diesen Test alle beliebigen Unterlagen mitbringen. Es müßte allerdings ausreichen, wenn sie ihre Unterlagen aus den genannten Klassen mitbringen. Für etwaige Berechnungen sollten sie auch einen Stift, ein paar Blätter sowie einen Taschenrechner bereit halten.

Es ist gewußt, dass die meisten Schüler einer 10. Klasse noch nicht das nötige Wissen haben um alle Fragen beantworten zu können. Dementsprechend geringer sollte dann auch das in der Auswertung geschätzte Kompetenzniveau des Schülers ausfallen. Dies sollte diese Schüler aber nicht davon abhalten zu versuchen ein Maximum an Fragen zu beantworten.

Der Test besteht ausschließlich aus Single Choice- und Multiple Choice-Fragen, d.h. zu jeder Frage werden mehrere Antwortmöglichkeiten angezeigt.

Die Single Choice-Fragen enthalten alle genau eine richtige Antwort. Man erkennt diese Fragen an den Option Buttons ☐ vor den Antworten.

Die Multiple Choice-Fragen enthalten mindestens eine richtige Antwort. Jede richtig angeklickte Antwort gibt einen Pluspunkt. Jede falsch angeklickte Antwort gibt zwei Minuspunkte. Die Schüler sollten also nur die Antworten anklicken, von denen sie sehr sicher sind, dass sie richtig sind. Man erkennt diese Fragen an den Check Boxes ☐ vor den Antworten.

Vorbereitung der Schüler auf den Test

Ich bitte euch die Schüler mit Hilfe des beiliegenden Informationsblattes so schnell wie möglich über den bevorstehenden Test zu informieren. Eine gemeinsame Lektüre des Informationsblattes in der Klasse scheint mir sinnvoll, um etwaige Fragen auszuräumen.

Ich würde euch ebenfalls bitten die Schüler mental so auf den Test einzustellen, dass sie ihn mit der gebotenen Ernsthaftigkeit, aber ohne Stress angehen. Sie sollten den Test wie eine größere Rätselaufgabe betrachten. Dazu ist es wichtig den Schülern zu unterstreichen, dass der Test anonym und ohne Auswirkungen auf die Schulnoten durchgeführt wird.



Damit sich die Schüler mit der Manipulation vertraut machen können, habe ich einen kleinen Demo-Test mit 4 Fragen vorbereitet. Dazu geht man wie folgt vor:

6. Im Internet-Explorer folgenden Link eingeben: <http://www.tao.lu/delivery%20server/>
7. Mit dem Usernamen: "demo" und dem Passwort: "user" einloggen.
8. Nach mehreren Sekunden erscheint eine neue Seite "Connected as demo user ...". Hier durch Klicken des grünen Buttons den Test starten.
9. Es öffnet sich ein neues Fenster und nach ein paar weiteren Sekunden erscheint die erste Frage.
10. Nach der letzten Frage erscheint eine Abfrage, ob man den Test wirklich beenden will. Drückt man hier "Oui" werden die Antworten aller Fragen an den Test-Server geschickt und es erscheint eine summative Auswertung.

Organisatorisches:

Den Durchführungstermin für den Test sollte die Direktion der teilnehmenden Gebäuden in Rücksprache mit den betroffenen Lehrern selber festlegen. Prinzipiell ist es aber wünschenswert, dass die Tests in einem möglichst kurzen Zeitrahmen auf den verschiedenen Klassen durchgeführt werden, damit sich die Klassen möglichst wenig über die Inhalte des Tests absprechen können.

Die Loginnamen und die Passwörter für die Schüler werden den Lehrern rechtzeitig mitgeteilt.

Jedem teilnehmenden Lehrer lasse ich nach der Abgabe meiner Arbeit eine Kopie der Auswertung der Resultate zukommen.

Folgende Klassen nehmen voraussichtlich teil:

LNW	LTE	LTAM
T0IF (DELAL)	T0IF1 (DEMFR)	T0IF1 (MANDO)
T1IF (KIEAR)	T0IF2 (WEBPI)	T0IF2 (WENYV)
T2IF (LOUCL)	T1IF (GETJE)	T0IF3 (DAMRO)
	T2IF (KESPI)	T1IF1 (FEICL)
		T1IF2 (GOERI)
		T2IF1 (WEGMA)
		T2IF2 (WEGMA)

Durchführung des Tests:

Bei der Durchführung des Tests bitte ich dich darauf zu achten, dass die Schüler sich nicht untereinander absprechen.

Für alle nicht geklärten Fragen stehe ich selbstverständlich zur Verfügung.

Besten Dank im Voraus für deine Unterstützung,

Claude Loullingen
claude.loullingen@education.lu

Anhang F

Auszug aus dem Rahmenlehrplan des Kommunikationstechnikers

Übersicht der Lerngebiete

Der Rahmenlehrplan besteht aus elf Lerngebieten, die sich in drei verschiedene Gruppen gliedern:

- übergreifende Lerngebiete (Kommunikation, Zeichnen, Planen und Organisieren, Informationsbeschaffung und Informationsverarbeitung, Prüfen und Messen),
- Grundlernalgebiete (Elektrotechnik, Elektronik),
- berufsspezifische Lerngebiete (Informationstechnik, Montage- und Installationstechnik, Multimediatechnik, Telekommunikationstechnik)

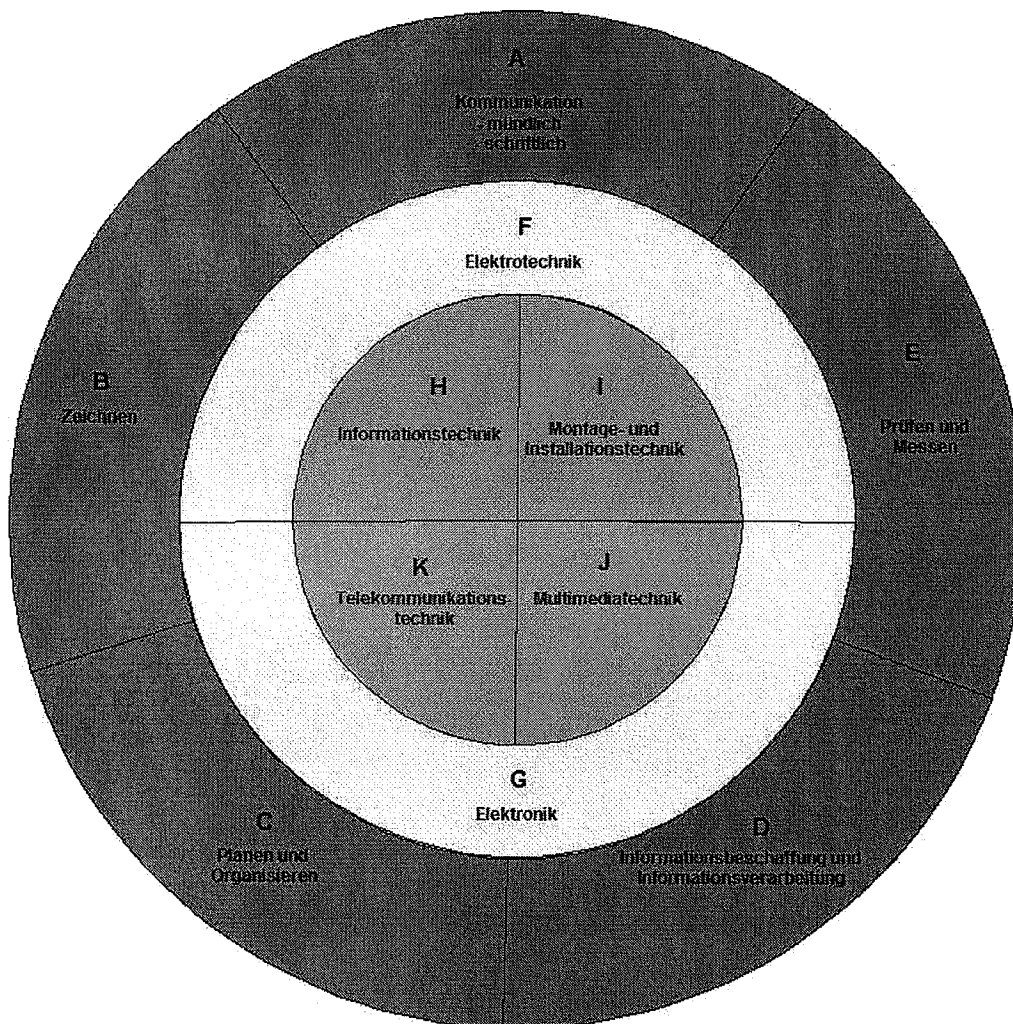


Abb. 4. Die Lerngebiete des Rahmenlehrplans

Lernziele des Rahmenlehrplans

A. Kommunikation - mündlich - schriftlich		Lernziele
A1	Technische Texte in den Sprachen Deutsch, Französisch und Englisch lesen und verstehen.	<ul style="list-style-type: none"> • Reparaturunterlagen, Betriebsanleitungen und Datenblätter von mechanischen und elektrischen Geräten in den Sprachen Deutsch, Französisch und Englisch lesen und verstehen. • Technische Beschreibungen der TSIMA-Technik in den Sprachen Deutsch, Französisch und Englisch lesen und verstehen.
A2	Technische Sachverhalte und Zusammenhänge in den Sprachen Luxemburgisch, Deutsch, Französisch und Englisch klar verständlich darstellen.	<ul style="list-style-type: none"> • Technische Systeme und ausgeführte Arbeiten der TSIMA-Technik in Form von Fachgesprächen und Vorträgen in den Sprachen Deutsch, Französisch und Luxemburgisch beschreiben und erklären. • Handhabung von technischen Systemen und ausgeführten Arbeiten der TSIMA-Technik in Form von Gesprächen und Vorträgen in der Sprache Englisch beschreiben und erklären.
A3	Technische Sachverhalte und Zusammenhänge schriftlich in den Sprachen Deutsch und Französisch einwandfrei darstellen und dokumentieren.	<ul style="list-style-type: none"> • Im Rahmen von Lernaufgaben, Laborversuchen und Projektarbeiten, technische Berichte, Protokolle und Prüfberichte in den Sprachen Deutsch und Französisch strukturiert erstellen.
A4	Technische Sachverhalte in Englisch schriftlich abfassen.	<ul style="list-style-type: none"> • Praktische Aufgaben in Englisch schriftlich dokumentieren.
A5	Mit Textverarbeitungs- und Tabellenkalkulationsprogrammen arbeiten.	<ul style="list-style-type: none"> • Vorträge, Projekte und Berichte mit Hilfe von Textverarbeitungs- bzw. Tabellenkalkulationssoftware dokumentieren (Grundfunktionen).
A6	Den Kunden die Handhabung von Baugruppen, Anlagen und Systemen der TSIMA-Technik erklären.	<ul style="list-style-type: none"> • Bedienung von Geräten erklären. • Leistungs- und Qualitätsmerkmale von Geräten erklären. • Präsentationsmethoden auswählen und anwenden. • Vorträge mit Hilfe von Präsentationssoftware planen und durchführen.

B. Zeichnen		Lernziele
B1	Schaltpläne, technische Zeichnungen, und Zusammenbauzeichnungen, lesen, verstehen und zeichnen.	<ul style="list-style-type: none"> • Einzelteile der Mechanik in den verschiedenen Darstellungsarten normgerecht zeichnen. • Schaltpläne der Elektrotechnik in den verschiedenen Darstellungsarten normgerecht zeichnen. • Skizzen von Schaltungen aus den Bereichen der Elektrotechnik und Elektronik, sowie von Einzelteilen der Mechanik normgerecht anfertigen. • Zusammenbauzeichnungen der TSIMA-Technik lesen und verstehen. • Schaltungen und Anlagen aus dem Bereich der TSIMA-Technik selbständig zeichnen.
B2	Mit CAD-Programmen arbeiten.	<ul style="list-style-type: none"> • SPS-, Schaltplan- und Layoutsoftware bedienen (Grundfunktionen).

C. Planen und Organisieren		Lernziele
C1	Arbeitsplanung anfertigen.	<ul style="list-style-type: none"> Im Rahmen von Lernaufgaben, Laborversuchen und Projektarbeiten Arbeitsschritte festlegen. Zeitaufwand abschätzen und erfassen. Praktische Aufgaben in Zeit- und Arbeitsschritte strukturieren.
C2	Planen von Schaltungen und Anlagen.	<ul style="list-style-type: none"> Schaltungen und funktional begrenzte Anlagen aus dem Bereich der Elektrotechnik und TSIMA-Technik selbständig planen und dokumentieren.

D. Informationsbeschaffung und Verarbeitung		Lernziele
D1	Normen und Vorschriften anwenden. (TSIMA ⁵ Technik, Arbeitsmaßnahmen, Datenschutz, Umweltschutz).	<ul style="list-style-type: none"> Normen der TSIMA-Technik berücksichtigen. Im Rahmen von Lernaufgaben, Laborversuchen und Projektarbeiten die geltenden Normen und Vorschriften (Arbeitssicherheit, Umweltschutz, Datenschutz, Installationstechnik) berücksichtigen. Im Rahmen von Lernaufgaben und Projektarbeiten sich selbständig in Normen und Vorschriften einarbeiten. Unfall- und Gesundheitsgefahren, die insbesondere durch elektrische Energie, von Maschinen und von gefährlichen Arbeitsstoffen ausgehen, erklären und beachten. Arbeitsplatzbedingte Ursachen von Umweltbelastungen erkennen und zu deren Vermeidung beitragen.
D2	Mit Internet umgehen und Suchmaschinen gezielt einsetzen.	<ul style="list-style-type: none"> Auf Internetdienste zugreifen. Die erweiterten Funktionen von Suchmaschinen anwenden.
D3	Kataloge und Produktinformationen beschaffen und anwenden.	<ul style="list-style-type: none"> Technische Daten und Kennwerte von Bauteilen, Bauelementen und Geräten der TSIMA-Technik aus Gebrauchsanleitungen, Datenbüchern, Katalogen, CD-ROM und Online-Datenbanken beschaffen und im Rahmen von praktischen Lernaufgaben, Laborübungen und Projektarbeiten anwenden. Serviceunterlagen, Schaltpläne, Datenbücher und Handbücher bei der Fehlersuche gezielt einsetzen.

E. Prüfen und messen		Lernziele
E1	Messgeräte und Messschaltungen anhand der Messgrößen auswählen und anwenden.	<ul style="list-style-type: none"> Prinzipielle Funktionsweise von Messgeräten beschreiben und deren Bedienung beherrschen. Messgeräte und Messschaltungen je nach Anwendungsbereich auswählen. Problemspezifische Messschaltungen selbständig auswählen und einsetzen. Digitale und analoge Messinstrumente anschließen, Messbereiche auswählen und Messresultate ablesen.

⁵ Telekommunikations-, Signalmelde-, Informations-, Multimedia-, Antennentechnik

E. Prüfen und messen		Lernziele
E2	Messresultate interpretieren, Messfehler erkennen und abschätzen.	<ul style="list-style-type: none"> Bauteile, Grundsaltungen und Baugruppen selbständig messtechnisch untersuchen und Ursachen von eventuellen Messfehlern erkennen. Messergebnisse einer Funktionsprüfung beziehungsweise Fehlersuche selbständig auswerten. Messergebnisse tabellarisch und zeichnerisch in einem Bericht darstellen und deren Ergebnisse nach Anweisung auswerten.
E3	Prüfgeräte, Testgeräte und Testprogramme auswählen, handhaben und deren Resultate interpretieren.	<ul style="list-style-type: none"> Test- und Prüfgeräte je nach Anwendungsbereich auswählen. Prüfgeräte zur Prüfung der Schutzmaßnahmen nach VDE 0100 einsetzen sowie deren Ergebnisse dokumentieren und auswerten. Testgeräte zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit von Leitungen (Busleitungen, Lichtwellenleiter, lokale Netze usw.) gezielt einsetzen, Testergebnisse dokumentieren und auswerten. Testprogramme zum Analysieren von TSIMA-Systemen und lokalen Netzen handhaben und deren Resultate interpretieren und auswerten.
E4	Methoden der Fehlersuche bei Bauelementen, Baugruppen und elektrischen Verbindungen anwenden sowie deren Ergebnisse interpretieren und den Fehler beheben.	<ul style="list-style-type: none"> Funktionsweise von Bauelementen, Schaltungen und Steuerungen messtechnisch überprüfen und die notwendigen Abgleich- und Einstellarbeiten durchführen. Baugruppen mit Hilfe von Messungen auf ihre Funktion selbständig überprüfen und Methoden der Fehlersuche anwenden. Defekte Bauteile, Baugruppen und fehlerhafte Verbindungen lokalisieren, ersetzen und die notwendigen Abgleich- und Einstellarbeiten durchführen.
E5	Methoden der Fehlersuche bei TSIMA -Anlagen anwenden sowie deren Ergebnisse interpretieren und den Fehler beheben.	<ul style="list-style-type: none"> Systematische Fehlersuche in Baugruppen und TSIMA -Anlagen durchführen, Fehlerursachen eingrenzen und erkennen. Ergebnisse der Fehlersuche interpretieren und dokumentieren. Fehler durch Austauschen der fehlerhaften Bauteile und Baugruppen beheben. Fehlermeldungen in Systemen interpretieren. Unter Einsatz von Test- und Fehlerdiagnostikprogrammen Fehler in Hard- und Software lokalisieren und beheben.

F. Elektrotechnik		Lernziele
F1	Bauteile der Elektrotechnik entsprechend ihren Eigenschaften und Anwendungsgebieten auswählen und einsetzen.	<ul style="list-style-type: none"> Elektromechanische Bauelemente und Bauteile unter Berücksichtigung von mechanischen, elektrischen und thermischen Grenzwerten und Kenndaten auswählen. Elektromechanische und elektronische Sensorbauelemente, unter Beachtung des Einsatzgebietes, auswählen und in Baugruppen einbauen.
F2	Die gängigen, in der Elektrotechnik verwendeten, Verbindungsleitungen unter Berücksichtigung ihrer Eigenschaften und der EMV- Aspekte auswählen und anwenden.	<ul style="list-style-type: none"> Leitungen der Energieverteilungstechnik auswählen, zurichten und an Betriebsmittel anschließen. Leitungen der Energieverteilungstechnik unter Berücksichtigung von magnetischen und elektrischen Störeinflüssen auswählen und verlegen.

G. Elektronik		Lernziele
G1	Bauteile der Elektronik entsprechend ihren Eigenschaften und Anwendungsgebieten auswählen und einsetzen.	<ul style="list-style-type: none"> • Aktive und passive Bauelemente der Elektronik (Analog- und Digitaltechnik), unter Beachtung ihrer Kennwerte und Eigenschaften auswählen und zu Schaltungen zusammenbauen. • Elektronische Bauelemente und Bauteile unter Berücksichtigung von elektrischen und thermischen Grenzwerten und Kenndaten auswählen. • Optische Bauteile nach Unterlagen auswählen, zu Schaltungen zusammenbauen und in Betrieb nehmen.
G2	Allgemeine Aufbautechniken der Elektronik anwenden.	<ul style="list-style-type: none"> • Bauelemente und Bauteile, unter Beachtung der Handhabungs- und Einbauvorschriften, zurichten und in Leiterplatten einbauen. <ul style="list-style-type: none"> ➤ konventionelle Aufbautechnik <ul style="list-style-type: none"> ▪ Einseitige und zweiseitige Leiterplatten nach vorgegebenem Bestückungsplan und Materialliste mit Bauteilen bestücken, löten und verdrahten. ▪ Leiterplatten nach selbst angefertigten Unterlagen (Layout, Bestückungsplan, Materialliste) mit Bauteilen bestücken, löten und verdrahten. ➤ SMD-Technik <ul style="list-style-type: none"> ▪ Leiterplatten nach vorgegebenem Bestückungsplan und Materialliste mit SMD-Bauelementen bestücken, löten und verdrahten.

H. Informationstechnik		Lernziele
H1	Geräte der Informationstechnik hinsichtlich Aufbau und Funktionsweise beherrschen.	<ul style="list-style-type: none"> • Aufbau und Funktionsprinzip von Komponenten und Geräten der Informationstechnik beschreiben. • Komponenten und Geräte der Informationstechnik nach Unterlagen auswählen, zu Baugruppen zusammenschalten und in Betrieb nehmen.
H2	Schnittstellen der Informationstechnik auswählen und einsetzen.	<ul style="list-style-type: none"> • Eigenschaften und Kenndaten von Schnittstellen der Informationstechnik beschreiben. • Komponenten und Geräte unter Beachtung der Schnittstellenbedingungen auswählen, zusammenschalten und in Betrieb nehmen.
H3	Geräte, Anlagen und Systeme der Informationstechnik hinsichtlich Hardware und Systemsoftware beherrschen.	<ul style="list-style-type: none"> • Baugruppen, Geräte und Anlagen der Informationstechnik hard- und softwaremäßig konfigurieren und in Betrieb nehmen.
H4	Die gängigen, in der Informationstechnik verwendeten, Verbindungsleitungen unter Berücksichtigung ihrer Eigenschaften und der EMV- Aspekte auswählen und anwenden.	<ul style="list-style-type: none"> • Leitungen der Informationstechnik auswählen, zurichten und an Betriebsmittel anschließen.

H. Informationstechnik		Lernziele
H5	Berufsspezifische elektrische Verbindungsarten aus der Informationstechnik anwenden.	<ul style="list-style-type: none"> • Anschlüsse bei Datennetzen und Universalverkabelungssystemen unter Berücksichtigung der Klassen und Kategorien fachgerecht ausführen.
H6	PC und Peripheriegeräte und Software einsetzen und anwenden.	<ul style="list-style-type: none"> • Hardware einbauen und bedienen sowie die Schnittstellen nach vorgegebenen Unterlagen verbinden. • Externe Geräte der Informationstechnik anschließen und bedienen. • Programme wie Betriebssysteme und Installationssoftware nach Anweisung und Unterlagen anwenden. • Sich in die entsprechende Software einarbeiten und diese bedienen.
H7	Bauteile der Netzwerktechnik auswählen und anwenden.	<ul style="list-style-type: none"> • Funktionsprinzip und Verwendungszweck von Komponenten und Geräten der Computernetzwerktechnik beschreiben. • Verkabelungskonzepte der lokalen Netze beschreiben. • Komponenten und Geräte der Netzwerktechnik nach Unterlagen auswählen, zu Baugruppen zusammenschalten und in Betrieb nehmen.
H8	Netzwerk-Software und deren gerätespezifische Programme anwenden.	<ul style="list-style-type: none"> • Netzwerksoftware installieren und bedienen. • Gerätespezifische Programme bedienen.
H9	Kommunikationsnetzwerke konfigurieren.	<ul style="list-style-type: none"> • LAN analysieren, anpassen und konfigurieren.
H10	Hard- und Software der Informationstechnik abstimmen.	<ul style="list-style-type: none"> • Zwischen Hardware-, Software- und Benutzerfehler unterscheiden. • Zusammenwirken von Hardwarekomponenten und Treibersoftware beschreiben. • Treibersoftware auswählen, installieren und Hardwarekomponenten konfigurieren.
H11	Software updaten.	<ul style="list-style-type: none"> • Systemerweiterungen und Software-Updates beschaffen und nach Unterlagen installieren.
H12	PC-Testprogramme anwenden.	<ul style="list-style-type: none"> • PC-Hardware mittels Testprogrammen überprüfen. • PC-Testprogramme aus der Telekommunikationstechnik auswählen und nach Anweisung und Unterlagen anwenden. • PC-Netzwerke mittels Testprogrammen kontrollieren.
H13	Grundlagen der strukturierten Programmierung beherrschen.	<ul style="list-style-type: none"> • Fachbezogene Programme mit problemorientierten Programmiersprachen schreiben und testen. • SPS-Programme mittels PC nach Unterlagen schreiben, testen und anwenden.
H14	Datenschutzbestimmungen beachten.	<ul style="list-style-type: none"> • Programmierbare Geräte und Anlagen gegen Viren schützen, bzw. den unbefugten Zugriff auf diese Geräte verhindern. • Berufsbezogene Vorschriften zum Datenschutz berücksichtigen.

I. Montage- und Installations- technik		Lernziele
11	Werkstoffe, Materialien und Werkzeuge unter Berücksichtigung ihrer Eigenschaften und Verwendung auswählen und fachgerecht anwenden.	<ul style="list-style-type: none"> Werkstoffe, wie Metalle (Eisen- und Nichteisen-Metalle) und Kunststoffe unterscheiden, entsprechend ihren Eigenschaften auswählen und fachgerecht bearbeiten. Materialien unter Berücksichtigung von Umweltschutz und Gesundheit auswählen, handhaben und entsorgen. Werkzeuge und Maschinen unter Berücksichtigung der Sicherheits- und Unfallverhütungsvorschriften entsprechend den zu verarbeitenden Werkstoffen auswählen und handhaben. Werkzeuge aus dem Elektro-, Elektronik- und TSIMA-Bereich auswählen und fachgerecht einsetzen.
12	Grundfertigkeiten der Werkstoffverarbeitung beherrschen.	<ul style="list-style-type: none"> Metalle und Kunststoffe unter Berücksichtigung des fachgerechten Einsatzes von Werkzeugen und Maschinen bearbeiten. Einzelteile aus Metall und/oder Kunststoff nach Plänen maßgenau herstellen und zu einem Gerät zusammenbauen.
13	Berufsspezifische mechanische und elektrische Verbindungsarten anwenden.	<ul style="list-style-type: none"> Lösbare und nichtlösbare mechanische Verbindungen unterscheiden und herstellen. Elektrische Verbindungsarten unterscheiden und herstellen.
14	Steckersysteme der Energietechnik auswählen und anschließen.	<ul style="list-style-type: none"> Steckersysteme der Energietechnik beschreiben. Steckersysteme auswählen, zusammenschalten und in Betrieb nehmen.
15	Allgemeine Aufbautechniken der Elektromechanik anwenden.	<ul style="list-style-type: none"> Mechanische Teile zu Baugruppen, insbesondere zu Einschüben und Gehäusen, zusammenbauen. Bauelemente, Bauteile und Geräte in unterschiedlichen Verdrahtungsarten nach Unterlagen unter Berücksichtigung der EMV-Richtlinien zu Baugruppen zusammenbauen.
16	Bauteile der Installationstechnik entsprechend ihren Eigenschaften und Anwendungsgebieten auswählen und einsetzen.	<ul style="list-style-type: none"> Komponenten und Bauelemente der Installationstechnik auswählen und unter Anwendung verschiedener Verdrahtungs- und Verlegetechniken zu Schaltungen zusammenbauen.
17	Installationsarten, Montage-, Verlege- und Anschlusstechniken unter Berücksichtigung der EMV-Aspekte anwenden.	<ul style="list-style-type: none"> Leitungen der Energieverteilungstechnik unter Berücksichtigung von magnetischen und elektrischen Störeinflüssen auswählen, verlegen, zuordnen und an Betriebsmittel anschließen.
18	Funktional begrenzte Anlagen installieren und in Betrieb nehmen.	<ul style="list-style-type: none"> Elektronische und elektromechanische Baugruppen zu Geräten und Anlagen unter Verwendung technischer Unterlagen zusammenbauen, montieren, installieren und in Betrieb nehmen. Mechanische Einzelteile der TSIMA-Technik anhand von Zusammenbauzeichnungen montieren.
19	Baugruppen und Bauelemente lokalisieren und fachgerecht austauschen.	<ul style="list-style-type: none"> Elektronische, elektromechanische, mechanische Bauelemente und Baugruppen erkennen und lokalisieren. Elektronische, elektromechanische, mechanische Bauelemente und Baugruppen ausbauen, inspizieren, überprüfen und nach vorgegebenen Unterlagen bzw. Wartungsplänen austauschen.

I. Montage- und Installations- technik		Lernziele
I10	Geräte, Anlagen und Systeme der Installationstechnik hinsichtlich Hardware und Systemsoftware beherrschen.	<ul style="list-style-type: none"> Baugruppen, Geräte und Anlagen der Energieverteilungstechnik hard- und softwaremäßig konfigurieren und in Betrieb nehmen.
I11	Eigenschaften und Anwendung der Gebäudeleittechnik (bezüglich TSIMA) beherrschen.	<ul style="list-style-type: none"> Aufbau und Funktionsprinzip von Komponenten und Geräten der Gebäudeleittechnik beschreiben. Komponenten und Geräte der Gebäudeleittechnik nach Unterlagen auswählen, zu Baugruppen zusammenschalten und in Betrieb nehmen.
I12	Betriebsparameter einer EIB-Installation einstellen.	<ul style="list-style-type: none"> Betriebsparameter einer EIB-Installation nach Anweisung und Unterlagen einstellen und testen.

J. Multimediatechnik		Lernziele
J1	Geräte der Audio-, Video- und Multimediatechnik hinsichtlich Aufbau und Funktionsweise beherrschen.	<ul style="list-style-type: none"> Baugruppen in Geräten der NF-Technik analysieren und die Funktion der Geräte beschreiben. Baugruppen in Geräten der Multimedia-Technik analysieren und die Funktion der Geräte beschreiben. Digitale Signalverarbeitung in Geräten der Audio/Video-Technik beschreiben.
J2	Hard- und Software der Multimediatechnik abstimmen.	<ul style="list-style-type: none"> Anlagen und Baugruppen der Multimediatechnik nach Vorgabe hard- und softwaremäßig konfigurieren.
J3	Drahtlose Übertragungstechniken der Multimedia-technik hinsichtlich Aufbau und Funktionsweise beherrschen.	<ul style="list-style-type: none"> Funktion von Baugruppen und Geräten der drahtlosen Übertragungstechnik beschreiben. Bauteile und Geräte der drahtlosen Übertragungstechnik nach Unterlagen auswählen, zu Baugruppen zusammenschalten und in Betrieb nehmen.
J4	Bauteile der Multimediatechnik entsprechend ihren Eigenschaften und Anwendungsgebieten auswählen und einsetzen.	<ul style="list-style-type: none"> Bauteile und Geräte der Antennentechnik, unter Beachtung ihrer Kennwerte und Eigenschaften, auswählen und zu Baugruppen zusammenbauen.
J5	Berufsspezifische elektrische Verbindungsarten aus der Antennentechnik anwenden.	<ul style="list-style-type: none"> Anschlüsse und Verbindungen bei Antenneninstallationen fachgerecht herstellen.

K. Telekommunikationstechnik		Lernziele
K1	Geräte der Telekommunikationstechnik hinsichtlich Aufbau und Funktionsweise beherrschen.	<ul style="list-style-type: none"> Geräte und Baugruppen der Telekommunikationstechnik analysieren und beschreiben. Geräte der Telekommunikationstechnik nach Unterlagen handhaben und in Betrieb nehmen.

Anhang G

**Programme des Fachs TRONI
für die Klassen T0IF, T1IF und
T2IF**



Enseignement secondaire technique

Régime de la formation de technicien

—
Division informatique

Division informatique

Électronique

Classe de T0IF

Nombre de leçons: 6.0

Nombre minimal de devoirs: 3

Langue véhiculaire: Allemand

Objectifs	Contenu	h _c	h _L
Einführung in die Elektrotechnik, Elektrischer Stromkreis	Gefahren, Leiter, Nichtleiter, Erzeuger, Verbraucher, Energiefluss, Schalter, Sicherung, Ladungsträger, Spannung, Strom, Widerstand, Leitwert, Normen, Symbole, Rechenaufgaben.	16	
Einführung in die Messtechnik (Teil1)	Anschluss von Strom- und Spannungsmesser, Messbereiche, Ablesen der Skala, Regeln zum richtigen Messen Absoluter und relativer Fehler, Rechenaufgaben	4	4
Ohmsches Gesetz	Proportionalität, Widerstandskennlinie, Indirekte und direkte Widerstandsmessung, Leiterwiderstand, Rechenaufgaben..	18	6
Kirchhoffsche Gesetze	Reihenschaltung von Widerständen (Maschenregel), Anwendung: LED mit Vorwiderstand, Spannungsabfall auf Leitungen, Parallelschaltung von Widerständen (Knotenpunktregel), Rechenaufgaben	22	6
Gemischte Schaltungen	Gruppenschaltungen, belasteter und unbelasteter Spannungsteiler (kein Last- und Querstrom), Belastungskennlinie (z.B. auch in EXCEL aufzeichnen), Rechenaufgaben	14	4



Spannungsquelle mit Innenwiderstand	Ursprung, Klemmenspannung, Innenwiderstand, Leerlauf- und Kurzschlussbetrieb, Belastungskennlinie. Reihenschaltung von mehreren Spannungsquellen Rechenaufgaben Parallelschaltung von 2 Spannungsquellen am Beispiel der Starthilfe beim Auto	8	2
Akkumulatoren und Batterien	Galvanisches Element, Primär- und Sekundärelement, NiCd-, NiMH-Akku, Selbstentladung, Memory-Effekt, Begriff 'Kapazität' erläutern (mAh, Ah), Umweltproblematik Batterien in Notstromversorgungen	4	
Energie und Energieerzeugung	Formeln und Einheiten zur mechanischen Arbeit, Energie, Leistung und Wirkungsgrad, Rechenaufgaben. Erzeugung elektrischer Energie (prinzipielle Funktionsweise von Kraftwerken). Der Schüler soll erkennen von wo die elektrische Energie herkommt. Energie und Umwelt Alternative Energieerzeugung	6	
Elektrische Arbeit und Leistung	Arbeit, Energie, Leistung, Indirekte Leistungsmessung, Direkte Leistungsmessung, Rechenaufgaben	6	2
Energieverbrauch in der Computertechnik	Energieklassen erklären, Einsatz eines Energiemessgerätes (Energiamonitor) zum bestimmen des Energieverbrauchs (z.B. Standby-Betrieb), Kostenberechnung	2	2
Magnetisches Feld	Magnetpole, Begriff der Feldlinien am Beispiel eines Stabmagneten, stromdurchflossener Leiter, Zylinderspule, magnetischer Fluss, Flussdichte und Feldstärke, Elektromagnet (keine Berechnungen im magnetischen Kreis), Einfluss des Magnetfeldes auf informationstechnische Geräte, Rechenaufgaben	8	
Motorprinzip verstehen	Kraftwirkungen auf einen stromdurchflossenen Leiter, Kraftwirkungen auf eine stromdurchflossene Spule	6	
Generatorprinzip verstehen	Bewegter Leiter im Magnetfeld, Induzierte Spannung, Lenzsches Gesetz	6	



Aufbau und Funktion von Relais	Magnetische Kraftwirkung in einem Relais Magnetische Kraftwirkung im Magnetkontakt (Reed-Kontakt) Relais, Schütz, TTL-kompatibles Relais, Last- und Steuerstromkreis (Problematik der Kontaktbelastbarkeit) Begriff der galvanischen Trennung Relaissteuerung durch PC-Schnittstelle (auf Schnittstellenbelastbarkeit eingehen)	4	4
Elektrisches Feld	Elektrische Ladungen, Begriff der Feldlinien und der Feldstärke, Naturerscheinung: Blitz (Gefahren, Äquipotentiallinien), Blitzableiter, Blitzschutz in der Informationstechnik, Begriff des Faraday'schen Käfigs (Abschirmung an Übertragungsleitungen und Geräten) Kraftwirkungen auf Ladungen am Beispiel des Oszilloskops,	5	
Kondensator als Ladungsspeicher	Kapazität und Ladungsmenge eines Plattenkondensators Rechenübungen, Kapazität unterschiedlicher Kondensatoren im Versuch untersuchen (Hinweis auf Kondensator als Informationsspeicher)	3	2
Einführung in die Messtechnik (Teil2)	Grundfunktionen des Oszilloskops, Darstellen und Interpretation eines periodischen Signals		2
Kondensator im Gleichstromkreis	Lade- und Entladekennlinie eines Kondensators Schülerversuch und Diskussion der Ergebnisse (Signalverformung durch Leitungskapazität)	2	2
		134	36

Hinweise:

- Insgesamt sind 18 Schülerversuche vorgesehen. Zu jedem Versuch muss der Schüler eine Versuchsauswertung vorlegen.
- Bei den Rechenaufgaben ist besonders auf ein selbstständiges Lösen der Aufgaben zu achten. Weiterhin sollen geübt werden: Formeln und Einheiten; Umstellen von Gleichungen; Diagramme zeichnen und interpretieren; der richtige Einsatz des Taschenrechners.
- 9 Klassenarbeiten dienen dem Prüfen des Lernstoffs. Bei der anschließenden gemeinsamen Korrektur soll vor allem auf bestehende Rechenprobleme eingegangen werden.

Le programme est valable pour les classes suivantes: T0IF



Enseignement secondaire technique

Régime de la formation de technicien

—
Division informatique

Division informatique

Électronique

Classe de T1IF

Nombre de leçons: 2.0

Nombre minimal de devoirs: 2

Langue véhiculaire: Allemand

Objectifs	Contenu	h_c^1	h_L^2
Grundlagen der Elektronik	Halbleiterdioden messtechnisch untersuchen, Umgang mit Kennlinien.	6	4
Halbleiterbauelemente mit besonderen Eigenschaften	Lumineszenzdioden (LED), Fotodioden, Varistoren, PTC- bzw. NTC-Widerstände.	2	2
Grundbegriffe des Wechselstroms beschreiben	Drehung einer Leiterschleife im Magnetfeld, Liniendiagramm, Zeigerdiagramm, Mathematische Beschreibung von sinusförmigen Wechselgrößen, Graphische Darstellung, Momentanwert, Scheitelwert (Amplitude), Periodendauer, Frequenz. Definition des Effektivwertes.	12	2
Wirkwiderstand, Kapazität und Induktivität im Wechselstromkreis	Widerstand, verlustfreier Kondensator, verlustfreie Spule. Wirkwiderstand, Blindwiderstand. Liniendiagramme, Zeigerdiagramme.	6	
Simulationsprogramm SPICE (Teil 1)	Einführung, Erstellen einer CIR-Datei, Anwendung auf die Addition sinusförmiger Spannungen mit gleicher Frequenz und unterschiedlicher Frequenz (Synthese einer Rechteckspannung).		8
Transformator	Einphasentransformator: Aufbau, Wirkungsweise, Übersetzungsverhältnis der Spannungen und der Ströme	4	2

¹ h_c : heures de cours théoriques

² h_L : heures de cours pratiques (labo)



Gleichrichter, Stabilisierungsschaltungen und Netzgeräte	Einpuls-Gleichrichterschaltung, Zweipuls-Brückenschaltung. Spannungsstabilisierung mit Zenerdiode. Integrierte Spannungsregler (78xx, 79xx, L200).	8	
Simulationsprogramm SPICE (Teil 2)	Anwendung auf die Gleichrichterschaltungen: Einfluss von Ladekondensator und Siebung.		4

Le programme est valable pour les classes suivantes: T1IF



Enseignement secondaire technique

Régime de la formation de technicien

—
Division informatique

Division informatique

Électronique

Classe de T2IF

Nombre de leçons: 2.0

Nombre minimal de devoirs: 2

Langue véhiculaire: Allemand

Objectifs	Contenu	h_c^1	h_L^2
1. Bipolarer-NPN-Transistor als Schalter	<ul style="list-style-type: none">– Grundsätzlicher Aufbau und prinzipielle Wirkungsweise (keine Halbleiterphysik, keine Kennlinien)– Stromverstärkungsfaktor– Transistor als Schalter (Dimensionierung an Hand von Stromverstärkung und $U_{BE} = 0,8V$)	4	2
2. MOS-FET Transistor	<ul style="list-style-type: none">– Grundsätzlicher Aufbau und prinzipielle Wirkungsweise (keine Halbleiterphysik, keine Kennlinien) des selbstsperrenden n-Kanal Transistors– Anwendung als Schalter	3	2
3. Analog-Verstärker	<ul style="list-style-type: none">– Anwendungsgebiete (Soundkarte, Mikrofon etc.)– Dämpfung und Verstärkung– Praktisches Beispiel: invertierender und nicht-invertierender OPV-Verstärker<ul style="list-style-type: none">• Schaltungen und Formeln gegeben• Messung von V_u	3	2 2
4. Filterschaltungen	<ul style="list-style-type: none">– Anwendungsgebiete– Prinzipielle Funktionsweise, Berechnung der Grenzfrequenz für:<ul style="list-style-type: none">• RC-Hochpaß• RC-Tiefpaß– Logarithmische Skalen	4	2 2

¹ h_c : heures de cours théoriques

² h_L : heures de cours pratiques (labo)



5. Lichtwellenleiter	<ul style="list-style-type: none">– Lichtleitung in einer Glasfaser– Stufenindexfaser– Gradientenfaser– Monomodefaser– Dämpfung einer Glasfaser	2	
6. Serielle Schnittstelle	<ul style="list-style-type: none">– Serielle Datenübertragung– Synchrone und asynchrone Übertragung– V24 / RS-232C-Schnittstellensignale– Verbindung DTE - DTE– Verbindung DTE - DCE– Null-Modem– Pegel der Schnittstellensignale– Benutzen der Schnittstellensignale als digitale Ein- und Ausgänge– Übertragungsgeschwindigkeit– Software- und Hardware-Handshake-Verfahren– Struktur und Programmierung des Schnittstellenbaustein 8251– Datenübertragung zwischen 2 PCs mit Terminalprogramm und Nullmodem	14	2 2 2
7. Parallele Schnittstelle	<ul style="list-style-type: none">– Parallele Datenübertragung– Elektrische Eigenschaften der parallelen Schnittstelle– LPTx: Datenport, Statusport, Kontrollport, Signale und Adressen– Schnittstellenarten: SPP, BPP, EPP, ECP– Kommunikationssystem der Standard Centronics-Schnittstelle	6	2

Versuche:

- Transistor als Schalter
- MOSFET als Schalter
- Analog-Verstärker (Messtechnik)
- Filterschaltung
- Simulation einer Filterschaltung
- Parallele Schnittstelle: Lauflicht
- Serielle Datenübertragung: Digitale Ein- und Ausgänge
- Serielle Datenübertragung: Oszilloskop
- Serielle Datenübertragung: Terminalprogramm (TP, Delphi, Assembler)

Le programme est valable pour les classes suivantes: T2IF

Literaturverzeichnis

Literaturverzeichnis

- [BMBF 03] Bundesministerium für Bildung und Forschung. Expertise zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards. 2003.
- [Bortz 02] J. Bortz und N. Döring. Forschungsmethoden und Evaluation. 3. Auflage. Springer Verlag. Berlin 2002.
- [Frohn 95] M. Frohn et. al., HPI Elektronik II, Prüfungsaufgaben, Bauelemente und Grundschaltungen der Mikroelektronik. Pflaum Verlag. München 1995.
- [MEN 03] Ministère de l'Éducation nationale et de la Formation professionnelle. Ausbildungsprofil und Rahmenlehrplan. Techniciens diplômé en électronique (m/f) Section communication et information. Luxemburg 2003.
- [MEN 04] Programmes de la branche TRONI (Électronique) pour les classes T0IF, T1IF et T2IF, Luxemburg 2004.
- [Plichart 04] P. Plichart et. al. TAO, a colaborative distributed computer-based assessment framework built on Semantic Web standards. Centre de Recherche Public Henri Tudor (CRPHT). Centre d'Innovation par les Technologies de l'Information (CITI). Luxemburg 2004.
- [PISA 04] Ministère de l'Éducation nationale et de la Formation professionnelle. PISA 2003 Nationaler Bericht. Luxemburg 2004.
- [Priesterath 90] W. Priesterath. Elektronik als Hobby. Falken Verlag. Niedernhausen 1990.
- [Weinert 01] F.E. Weinert. Leistungsmessung in Schulen. Beltz Verlag. Weinheim und Basel 2001.
- [Yaffee 03] R. Yaffee. New York 2003.
<http://www.nyu.edu/its/socsci/Docs/correlate.html>