

**HÖHERE TECHNISCHE LEHRANSTALT FÜR
ELEKTRONIK UND TECHNISCHE INFORMATIK
FACHRICHTUNGSSTANDARD**

FEBRUAR 2011

Arbeitsgruppe:

ADir. Mag. Sabine Niemeyer (Leitung)	BMUKK, Abt. II/2d
AV DI Dr. Bernhard Wess (Koordination)	HTBLVA Wien 20 - TGM
DI Norbert Bartos	HTBLVA Wien 20 – TGM
AV OStR Mag. Ing. Josef Bachlechner	HTBLA Steyr
DI Dr. Ernst Flöry	HTBLVA Rankweil
DI Dr. Peter Huemer	HTBLA Steyr
DI Felix Hutsteiner	HTBLA Steyr
AV DI Wolfgang Kuran	HTBLVA St. Pölten
DI Johann Leitner	HTBLA Klagenfurt-M.
Dir. DI Hubert Lutnik	HTBLA Klagenfurt-M.
DI Dr. Andreas Magauer	HTBLVA Salzburg
AV DI Leopold Moosbrugger	HTBLVA Rankweil
WL Alexander Musil	HTBLA Wien 22
WL DI Franz Parzer	HTBLA Steyr
DI Dr. Günther Platzer	HTBLA Klagenfurt-M.
WL Ulrich Sax	HTBLA Wien 22
WL Bruno Schatzmann	HTBLA Rankweil
DI Christoph Stüttler	HTBLVA Rankweil
AV DI Dr. Helmut Walters	HTBLVA Salzburg
DI Thomas Wimmer	HTBLVA Wien 20 – TGM

Kontakt:

sabine.niemeyer@bmukk.gv.at

bernhard.wess@tgm.ac.at

1. Das allgemeine Bildungsziel der Höheren Technischen Lehranstalten

Der Fachrichtungsstandard „Elektronik und Technische Informatik“ enthält die facheinschlägigen Lernziele, die gemäß dem Bildungsauftrag der Höheren Technischen Lehranstalten zur Ausübung eines gehobenen Berufes in der industriellen und gewerblichen Wirtschaft auf dem Gebiet der Elektronik und Technische Informatik befähigen (Schulorganisationsgesetz¹ §§ 65 und 72). Der Fachrichtungsstandard „Elektronik und Technische Informatik“ regelt in Verbindung mit den Standards für die fachrichtungsübergreifenden Lernziele² die in der Höheren Lehranstalt für Elektronik und Technische Informatik insgesamt zu vermittelnden Kompetenzen³, die

- das für weiterführende Studien und für die eigenständige Weiterbildung erforderliche vertiefte allgemeine Wissen sowie spezialisierte Kenntnisse und Verständnis der zur Berufsausübung erforderlichen Fachtheorie und Fachpraxis (Fachkompetenz),
- ein breites Spektrum von kognitiven und praktischen Fähigkeiten, um sich Informationen zu verschaffen und neues Wissen anzueignen, Phänomene und Prozesse zu analysieren, mit praxisüblichen Verfahren und kreativen Eigenleistungen Problemlösungen zu erreichen und Entscheidungsfindungen herbeizuführen (Methodenkompetenz), sowie
- die Fähigkeit, Sachverhalte adressatenbezogen darzustellen, Lern- und Arbeitsprozesse auch unter nicht vorhersehbaren Bedingungen zu steuern und zu beaufsichtigen sowie Verantwortung für die Überprüfung und Entwicklung der eigenen Leistung und der Leistung anderer Personen zu übernehmen (Sozial- und Selbstkompetenz)

umfassen.

2. Berufsbezogenes Kompetenzprofil aller Höheren Technischen Lehranstalten

Nach Abschluss einer Höheren Technischen Lehranstalt besitzen die Schülerinnen und Schüler im Besonderen

- umfassende und spezialisierte Kenntnisse der Fakten, Gesetze, Methoden und Werkstoffe in allen mit den Berufsfeldern der Ausbildung zusammenhängenden Fachdisziplinen einschließlich ihrer theoretischen Grundlagen aus der Mathematik, den Naturwissenschaften und der Informationstechnologie;
- die für die selbständige Ausübung eines Gewerbes oder einer industriellen Tätigkeit erforderlichen Kenntnisse der Mikroökonomie, des Privat-, Gewerbe- und Unternehmensrechts sowie über Organisation und Führung von Unternehmen;
- ein breites Basiswissen im Bereich der Naturwissenschaften und der Technik, ein Verständnis für volks- und betriebswirtschaftliche Prozesse sowie ein Orientierungswissen in den geistes- und sozialwissenschaftlichen Disziplinen, das sie insgesamt befähigt, sich kritisch mit relevanten Themen der Gesellschaft auseinander zu setzen

und können

- rechnerische, konstruktive und softwaretechnische Methoden und praktische Fertigkeiten zur Lösung von Aufgaben der Ingenieurpraxis unter Beachtung der jeweiligen Voraussetzungen und Grenzen ihrer Einsatzmöglichkeiten auswählen und damit Ergebnisse und auch kreative Lösungen zu konkreten Vorgaben oder abstrakt vorgegebenen Rahmenbedingungen gewinnen;
- sich durch Nutzung der technisch-wissenschaftlichen Informationsquellen neues Wissen aneignen, das Wissen verschiedener Disziplinen vernetzen, auf konstruktivem oder experimentellem Wege oder durch Einsatz von Simulationstechniken kreative Problem-

¹ vgl. z.B. <http://www.bmukk.gv.at/schulen/recht/gvo/schog.xml>

² Die Standards für die sprachliche, naturwissenschaftliche, informationstechnische sowie betriebswirtschaftlich-rechtliche Bildung sind – wie die Fachrichtungsstandards - unter www.bildungsstandards.berufsbildendeschulen.at veröffentlicht

³ Kompetenzen werden als Fachkompetenz, Methodenkompetenz sowie Sozialkompetenz und Personale Kompetenz beschrieben, und umfassen daher auch die in der EQR Empfehlung angeführten Deskriptoren Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenz im Sinne der Übernahme von Verantwortung und Selbstständigkeit.

lösungen auch in nicht vorhersehbaren Situationen finden und diese in Konferenzen und Fachzeitschriften argumentieren und kommunizieren;

- Entwicklungs-, Mess- und Prüfaufgaben nach vorgegebenen Anforderungen ausführen, aus der Kenntnis der Fertigungsverfahren und der einschlägigen Richtlinien fertigungs- und normgerechte Leistungen erbringen und diese den Regeln der technisch-wissenschaftlichen Kommunikation entsprechend darstellen;
- Sachverhalte des Alltags- und Berufslebens in korrektem Deutsch und mindestens einer Fremdsprache in Wort und Schrift ausdrücken, argumentieren und situationsadäquat kommunizieren; sie sind fähig, durch Einsicht in das gegenwärtige und vergangene Kulturschaffen am Kulturleben teilzunehmen und kulturell-kreative Impulse für die persönliche Entwicklung zu nutzen;
- komplexe soziale Situationen wahrnehmen, sich mit dem eigenen Handeln und dem Handeln anderer kritisch und verantwortungsbewusst auseinandersetzen, Aufgaben im Lern- und Arbeitsumfeld selbständig und im Team ausführen und beaufsichtigen, zur Entwicklung des eigenen Potenzials und der beruflichen Entwicklung anderer Menschen verantwortlich beitragen und Arbeitsprozesse koordinieren und leiten;
- marktadäquate Leistungen erbringen, Mitarbeiter/innen verantwortlich führen und unternehmerisch tätig werden; sie können Projekten planen und leiten, innovative Lösungen im jeweiligen Fachbereich erarbeiten, komplexe fachliche oder berufliche Tätigkeiten - auch unter nicht vorhersehbaren wechselnden Rahmenbedingungen - in einem spezifischen Fachbereich beaufsichtigen und steuern und Entscheidungsverantwortung übernehmen.

3. Berufsbezogenes Kompetenzprofil der Höheren Lehranstalt für Elektronik und Technische Informatik

Dem Fachrichtungsstandard „Elektronik und Technische Informatik“ liegt das folgende Kompetenzprofil zugrunde:

Einsatzgebiete und Tätigkeitsfelder:

Die Absolventen/innen der Höheren Lehranstalt für Elektronik und Technische Informatik können ingenieurmäßige Tätigkeiten auf dem Gebiet der Hardwaretechnik, der Mess- und Regelungstechnik, der Kommunikationssysteme und Kommunikationsnetze, der Computersysteme und der Softwaretechnik ausführen. Dabei steht die Planung, Entwicklung und Realisierung elektronischer Geräte, der Entwurf angepasster Softwarelösungen, die Auswahl, Analyse, messtechnische Überprüfung bzw. der Test und die Validierung der Komponenten, Module und Systeme im Vordergrund.

Kompetenzfelder der Elektronik und Technische Informatik:

Die Absolventen/innen der Höheren Lehranstalt für Elektronik und Technische Informatik besitzen

- ein fundiertes Verständnis über den Aufbau und die Wirkungsweise von elektronischen Systemen, die sie in einem Theorieunterricht und einem begleitenden Praxisunterricht in den Kompetenzfeldern Hardwareentwicklung, Messtechnik- und Regelungssysteme, Digitale Systeme und Computertechnik, Kommunikationssysteme und –netze sowie Fachspezifische Softwaretechnik erworben haben;
- ein solides Verständnis der Wechselwirkung von Hardware und Software, das durch inhaltliche und organisatorische Vernetzung der Kompetenzfelder Hardwareentwicklung, Digitale Systeme und Computertechnik sowie Fachspezifische Softwaretechnik vermittelt wird (Hardware Software Co-Design).
- ein hohes Maß an Anwendungssicherheit in den genannten Tätigkeitsbereichen, die sie durch praktische Arbeiten in Werkstätten und Laboratorien, in Konstruktionsübun-

- gen sowie durch praxisbezogene Projektarbeiten und betriebliche Pflichtpraktika erworben haben;
- ein vertieftes Verständnis der mathematischen und naturwissenschaftlichen Grundlagen, die in den Kompetenzfeldern Angewandte Mathematik und Naturwissenschaften vermittelt werden;
 - eine kommunikative Kompetenz, die auch die Fachterminologie und die im Fachgebiet verwendeten Kommunikations- und Präsentationsformen einschließt und in den Kompetenzfeldern Deutsch und Englisch vermittelt wird, sowie
 - eine unternehmerische Kompetenz, die betriebswirtschaftliche und rechtliche Kenntnisse, Wissen und Erfahrungen im Projektmanagement sowie Managementkenntnisse einschließt und in den Kompetenzfeldern Wirtschaft und Recht sowie Geografie, Geschichte und Politische Bildung vermittelt wird.

Zentrale berufsbezogene Lernergebnisse der Fachrichtung Elektronik und Technische Informatik:

Die Absolventen/innen der Höheren Lehranstalt für Elektronik und Technische Informatik können

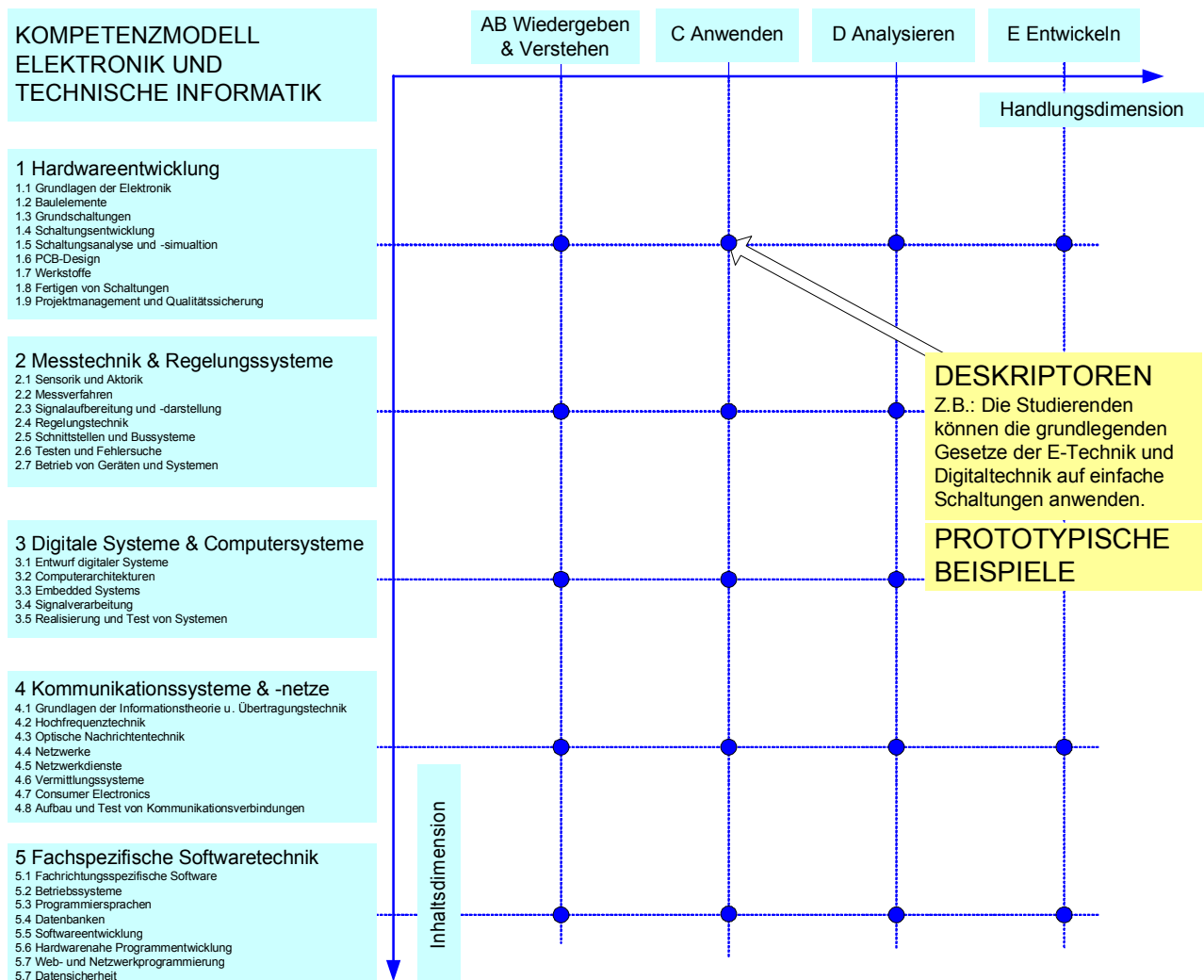
- elektronische Schaltungen und Systeme unter Berücksichtigung von Kundenvorgaben bzw. Normen und Vorschriften spezifizieren;
- elektronische Systeme durch hierarchische Modelle darstellen und die einzelnen in Wechselwirkung stehenden Hardware- und Software-Komponenten durch Verhaltens- und Strukturbeschreibungen spezifizieren;
- Algorithmen der digitalen Signalverarbeitung und der digitalen Regelungstechnik durch Abbildung auf Hardware und Software als elektronische Systeme realisieren;
- elektronische Schaltungen und Systeme unter Verwendung von Softwaretools für Analyse, Simulation und Synthese entwickeln;
- Baugruppen elektronischer und informationstechnischer Geräte manuell und maschinell herstellen;
- Prototypen elektronischer Systeme durch Assemblierung von elektronischen Baugruppen und Programmierung von maschinennaher Betriebssoftware herstellen;
- elektronische Systeme betreiben, Fehlfunktionen feststellen und Störungen unter Einsatz geeigneter Mess-, Prüf- und Diagnoseverfahren beheben;
- Arbeitsabläufe planen und organisieren, Projekte in der Entwicklung und im Support organisieren und durch sachgerechte Entscheidungen steuern und überwachen sowie technische Daten über Arbeitsabläufe unter Berücksichtigung von Vorgaben der Qualitätssicherung erfassen und dokumentieren;
- sich in den für die Elektronik relevanten Bereichen selbständig weiterbilden, betriebsintern und mit Kunden in Deutsch und Englisch kommunizieren, englischsprachige Dokumentationen und Fachvorträge erstellen und präsentieren.

4. Das Kompetenzmodell des HTL-Fachrichtungsstandards „Elektronik und Technische Informatik“

Das dem Fachrichtungsstandard „Elektronik und Technische Informatik“ zugrunde liegende Kompetenzmodell stellt – so wie die übrigen berufsfeldbezogenen Standards der österreichischen Berufsbildung - die zu erreichenden Kompetenzen mit Hilfe einer Inhalts- und einer Handlungsdimension dar. Die Inhaltsdimension weist die für die angestrebte gehobene berufliche Tätigkeit relevanten Themenbereiche aus, die Handlungsdimension die im jeweiligen Inhaltsbereich (Kompetenzfeld) zu erbringende Leistung. Ergänzend zur kognitiven Leistungsdimension finden auch personale und soziale Kompetenzen aus dem jeweiligen Berufsfeld (in einem eigenen Standard) Berücksichtigung. Man gelangt so zu einem Kom-

petenzverständnis, das dem im Europäischen Qualifikationsrahmen (EQR)⁴ verwendeten Ansatz entspricht.

In der folgenden Grafik ist das Kompetenzmodell, das dem Fachrichtungsstandard „Elektronik und Technische Informatik“ zugrunde liegt, schematisch dargestellt. Die Inhaltsdimension ist in 5 Kompetenzfelder unterteilt, nämlich „Hardwareentwicklung“ (mit den Kompetenzbereichen Grundlagen der Elektronik, Bauelemente, Grundsaltungen, Schaltungsentwicklung, Schaltungsanalyse und –simulation, PCB-Design, Werkstoffe, Fertigen von Schaltungen, Projektmanagement und Qualitätssicherung), „Messtechnik und Regelungssysteme“ (mit den Kompetenzbereichen Sensorik und Aktorik, Messverfahren, Signalaufbereitung und Signaldarstellung, Regelungstechnik, Schnittstellen und Bussysteme, Testen und Fehlersuche, Betrieb von Geräten und Systemen), „Digitale Systeme und Computersysteme“ (mit den Kompetenzbereichen Entwurf digitaler Systeme, Computerarchitekturen, Embedded Systems, Signalverarbeitung, Realisierung und Test von Systemen), „Kommunikationssysteme und –netze“ (mit den Kompetenzbereichen Grundlagen der Informationstheorie und Übertragungstechnik, Hochfrequenztechnik, Optische Nachrichtentechnik, Netzwerke,



Kompetenzmodell des Fachrichtungsstandards „Elektronik und Technische Informatik“

Netzwerkdienste, Vermittlungssysteme, Consumer Electronics, Aufbau und Test von Kommunikationsverbindungen) sowie „*Fachspezifische Softwaretechnik*“ (mit den Kompetenzbereichen Fachrichtungsspezifische Software, Betriebssysteme, Programmier-

⁴ Empfehlung des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2008 (2008/C 111/01): <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2008:111:0001:0007:DE:PDF>

sprachen, Datenbanken, Softwareentwicklung, Hardwarenahe Programmentwicklung, Web- und Netzwerkprogrammierung, Datensicherheit)

Die Handlungsdimension weist 4 Stufen auf. Die erste Stufe (*Wiedergeben und Verstehen*) bedeutet die Wiedergabe von Fachwissen sowie die Übertragung von etwas Gelerntem auf einen bestimmten Sachverhalt. Die zweite Stufe (*Anwenden*) drückt die Fähigkeit aus, unter Nutzung und Anwendung von gelernten Methoden eine Problemlösung zu erreichen. Die dritte Handlungskategorie (*Analysieren*) bedeutet, dass Eigenschaften und Verhaltensweisen von Systemen systematisch untersucht, Sachverhalte interpretiert und modellhaft dargestellt werden. Die vierte Stufe (*Entwickeln*) verlangt vom Lernenden kreative Problemlösungen und eigenständige Konzepte. Die zu erreichenden Kompetenzen werden durch *Deskriptoren* abgebildet, die die zu erreichenden Handlungsleistungen in den festgelegten Kompetenzfeldern der Inhaltsdimension durch Lernziele ausdrücken; eine weitere Konkretisierung erfolgt durch ausgewählte *prototypische Unterrichtsbeispiele*.

Die Deskriptoren zu den Inhalts- und Handlungsstufen sind im folgenden Abschnitt in der sogenannten *Kompetenzenmatrix* zusammengefasst dargestellt. Ein weiterer Abschnitt enthält zur Veranschaulichung der Deskriptoren ausgewählte Beispiele (prototypische Beispiele).

5. Die Deskriptoren des HTL-Fachrichtungsstandards „Elektronik und Technische Informatik“

Kompetenzfeld „Hardwareentwicklung“

1 Hardwareentwicklung	Wiedergeben /Verstehen	Anwenden
Kompetenzbereiche	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...
1.1 Grundlagen der Elektronik <ul style="list-style-type: none"> • Elektrotechnische Grundgrößen • Gleichstromtechnik • Grundbegriffe des elektrischen und magnetischen Feldes • Wechselstromtechnik • Grundlagen der Digitaltechnik 	... kennen die grundlegenden Gesetze der Elektrotechnik und der Digitaltechnik und können das Verhalten einfacher Schaltungen damit begründen.	... können die grundlegenden Gesetze der Elektrotechnik und der Digitaltechnik auf einfache Schaltungen anwenden.
1.2 Bauelemente <ul style="list-style-type: none"> • Elektromechanische Bauelemente • Passive Bauelemente • Aktive Bauelemente 	... kennen die prinzipielle Funktionsweise und die Eigenschaften elektronischer Bauelemente.	... können die Bauteile einfacher Schaltungen unter Beachtung relevanter Kriterien dimensionieren.
1.3 Grundsaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Digitale Grundsaltungen • Elektronische Schalter und Kippschaltungen • Analoge Grundsaltungen 	... kennen das Verhalten elektronischer Grundsaltungen und ihre typischen Anwendungsgebiete.	... können einfache elektronische Schaltungen nach vorgegebenen Spezifikationen entwerfen und dimensionieren.
1.4 Schaltungsentwicklung <ul style="list-style-type: none"> • Schaltungsspezifikation • Analoge Schaltungstechnik • Schaltungen mit un stetiger Charakteristik • Digitale Schaltungstechnik 	... können eine Schaltungsspezifikation erklären und einfache elektronische Schaltungsstrukturen erkennen.	... können Schaltungsmodule entsprechend der Spezifikation systematisch zu einer komplexeren Einheit zusammenfügen.
1.5 Schaltungsanalyse und -simulation <ul style="list-style-type: none"> • Schaltungsbeschreibungen • Analyseverfahren • Simulationswerkzeuge 	... kennen Methoden zur Beschreibung von Schaltungen, die typischen Strukturen einer Hardwarebeschreibungssprache und Werkzeuge zur Schaltungssimulation und können sie bedienen.	... können das Verhalten elektronischer Schaltungen beschreiben, simulieren und die Ergebnisse entsprechend darstellen.
1.6 PCB-Design <ul style="list-style-type: none"> • CAD-Werkzeuge • Planen und Realisieren von Layouts 	... kennen die grundsätzlichen Erfordernisse bei der Erstellung eines Platinenlayouts.	... können mit geeigneten Werkzeugen für gegebene Schaltungen ein Schaltungslayout erstellen.
1.7 Werkstoffe und deren Bearbeitung <ul style="list-style-type: none"> • Materialeigenschaften • Bearbeitungsverfahren • Fertigung 	... kennen gängige Werkstoffe, die in der Elektronik Anwendung finden, können ihre Eigenschaften beurteilen und kennen Werkzeuge und Verfahren zu ihrer Bearbeitung.	... können geeignete Werkstoffe für die Fertigung von elektronischen Komponenten auswählen und bearbeiten.
1.8 Fertigen von elektronischen Schaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Prototypenaufbau • PCB-Fertigungstechniken • Schaltungstest 	... kennen Möglichkeiten aus gegebenen Schaltplänen Schaltungen zu fertigen.	... können Fertigungstechniken zur Herstellung elektronischer Geräte umsetzen.
1.9 Projektmanagement und Qualitätssicherung <ul style="list-style-type: none"> • Methoden und Werkzeuge des Projektmanagements • Verfahren und Standards der Qualitätssicherung 	... kennen Methoden und Werkzeuge des Projektmanagements.	... können Abläufe bzw. Prozesse unter Berücksichtigung entsprechender Qualitätsstandards organisieren; ... können für Projekte geeignete Organisationsformen ableiten.

Kompetenzfeld „Hardwareentwicklung“ (Fortsetzung)

1 Hardwareentwicklung	Analysieren	Entwickeln
Kompetenzbereiche	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...
1.1 Grundlagen der Elektronik <ul style="list-style-type: none"> • Elektrotechnische Grundgrößen • Gleichstromtechnik • Grundbegriffe des elektrischen und magnetischen Feldes • Wechselstromtechnik • Grundlagen der Digitaltechnik 	... können das Verhalten von einfachen Schaltungen anhand der Grundgesetze der Elektrotechnik und der Elektronik untersuchen.	... können unter Berücksichtigung grundlegender Gesetze der Elektrotechnik und der Digitaltechnik geeignete Methoden zur Lösung von technischen Aufgabenstellungen auswählen.
1.2 Bauelemente <ul style="list-style-type: none"> • Elektromechanische Bauelemente • Passive Bauelemente • Aktive Bauelemente 	... können elektronische Bauelemente unter Verwendung von Datenblättern messtechnisch analysieren.	... können einfache und komplexe Bauelemente auswählen, einbauen und in Betrieb nehmen.
1.3 Grundsaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Digitale Grundsaltungen • Elektronische Schalter und Kippschaltungen • Analoge Grundsaltungen 	... können elektronische Schaltungen rechnerisch und messtechnisch im Zeit- und Frequenzbereich analysieren.	... können Bauelementegruppen auswählen, aufbauen und in Betrieb nehmen.
1.4 Schaltungsentwicklung <ul style="list-style-type: none"> • Schaltungsspezifikation • Analoge Schaltungstechnik • Schaltungen mit un stetiger Charakteristik • Digitale Schaltungstechnik 	... können eine komplexe Schaltung analysieren und in Bezug auf ihre spezifizierte Funktion hin bewerten.	... können elektronische Schaltungen nach gegebener Spezifikation entwickeln, fertigen, testen und in Betrieb nehmen.
1.5 Schaltungsanalyse und -simulation <ul style="list-style-type: none"> • Schaltungsbeschreibungen • Analyseverfahren • Simulationswerkzeuge 	... können Methoden der Hardwarebeschreibung zur Analyse elektronischer Schaltungen anwenden und aus den Ergebnissen die nötigen Schlussfolgerungen ziehen.	... können verschiedene Methoden zur Analyse elektronischer Schaltungen auswählen und anwenden und die Schaltung unter Zuhilfenahme der Ergebnisse redesignen.
1.6 PCB-Design <ul style="list-style-type: none"> • CAD-Werkzeuge • Planen und Realisieren von Layouts 	... können Layouts in Hinblick auf Konstruktionsrichtlinien und EMV-Kriterien beurteilen.	... können für eine komplexe elektronische Schaltung die Fertigungsunterlagen erstellen.
1.7 Werkstoffe und deren Bearbeitung <ul style="list-style-type: none"> • Materialeigenschaften • Bearbeitungsverfahren • Fertigung 	... können die Qualität systemrelevanter Komponenten und Verbindungstechniken messen und bewerten.	... können systemrelevante mechanische Komponenten normgerecht konstruieren und fertigen.
1.8 Fertigen von elektronischen Schaltungen <ul style="list-style-type: none"> • Prototypenaufbau • PCB-Fertigungstechniken • Schaltungstest 	... können die Qualität der Fertigung von elektronischen Geräten überprüfen und beurteilen.	... können elektronische Schaltungen fertigungsgerecht entwickeln, produzieren, messtechnisch überprüfen in Betrieb nehmen und dokumentieren.
1.9 Projektmanagement und Qualitätssicherung <ul style="list-style-type: none"> • Methoden und Werkzeuge des Projektmanagements • Verfahren und Standards der Qualitätssicherung 	... können Projektaufgaben analysieren, auswerten und darstellen und mit geeigneten Methoden und Werkzeugen planen.	

Kompetenzfeld „Messtechnik und Regelungssysteme“

2 Messtechnik und Regelungssysteme	Wiedergeben /Verstehen	Anwenden
Kompetenzbereiche	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...
2.1 Sensorik und Aktorik <ul style="list-style-type: none"> • Messung nichtelektrischer Größen • Betriebsverhalten von Elektromotoren • Stellglieder 	... kennen Sensoren, Aktoren und deren Ansteuerprinzipien.	... können Sensoren und Aktoren für bestimmte Aufgaben auswählen.
2.2 Messverfahren <ul style="list-style-type: none"> • Strom-, Spannungs-, und Leistungsmessung, Impedanzmessung • Frequenz- und Zeitmessung • Messfehler und statistische Größen 	... kennen geeignete Messverfahren für elektrische Kenngrößen, Frequenz und Zeit sowie zu berücksichtigende Messfehler und deren Kenngrößen.	... können für bestimmte Einsatzgebiete geeignete Messverfahren auswählen und zugehörige Messschaltungen dimensionieren.
2.3 Signalaufbereitung und -darstellung <ul style="list-style-type: none"> • Signalkennwerte • A/D- und D/A-Wandlung • Zeit- und Frequenzbereichsbeschreibung • Messverstärker • Filter • Computerunterstützte Messsysteme 	... kennen Verfahren zur Signaldarstellung und Funktionseinheiten zur Signalaufbereitung in einer Messkette.	... können geeignete AD- und DA-Wandler sowie Messverstärker und Filter für Messaufgaben auswählen und Signaldarstellungsverfahren in Verbindung mit Messsystemen anwenden.
2.4 Regelungstechnik <ul style="list-style-type: none"> • Modellierung von Regelstrecken • Reglertypen • Regelkreis • Simulation 	... kennen den Aufbau von Regelssystemen, dafür geeignete Beschreibungsformen und Werkzeuge zur Simulation.	... können Schaltungen für die Realisierung analoger Regler dimensionieren und Digitalregler parametrieren.
2.5 Schnittstellen und Bussysteme <ul style="list-style-type: none"> • Standardschnittstellen • Feldbusse 	... kennen gebräuchliche Schnittstellenstandards und branchenübliche Feldbussysteme.	... können Geräte mit Hilfe von Standardschnittstellen und Feldbussystemen verbinden und in Betrieb setzen.
2.6 Testen und Fehlersuche in Komponenten, Modulen und Systemen <ul style="list-style-type: none"> • Laborgeräte • Strategien zur Fehlersuche • Protokollierung 	... kennen Messgeräte und Messmethoden für Test und Fehlersuche in elektronischen Geräten.	... können gebräuchliche Mess- und Laborgeräte bedienen.
2.7 Betrieb von Geräten und Systemen <ul style="list-style-type: none"> • Inbetriebnahme • Technische Dokumentation • Service 	... sind in der Lage, die üblichen Darstellungsformen in technischen Dokumentationen und Serviceanleitungen zu verstehen.	... können mit Hilfe geeigneter Dokumentation Geräte und Systeme in Betrieb nehmen und einfache Servicearbeiten durchführen.

Kompetenzfeld „Messtechnik und Regelungssysteme“ (Fortsetzung)^{*)}

2 Messtechnik und Regelungssysteme	Analysieren	Ausführen
Kompetenzbereiche	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...
2.1 Sensorik und Aktorik <ul style="list-style-type: none"> • Messung nichtelektrischer Größen • Betriebsverhalten von Elektromotoren • Stellglieder 	... können Sensoren, Aktoren und Stellverfahren mit Hilfe von Kennlinien und mathematischen Zusammenhängen analysieren. (V)	... können mit geeignet ausgewählten Sensoren, Antrieben und Stellgliedern Mess- und Steuerungsanordnungen realisieren. (V)
2.2 Messverfahren <ul style="list-style-type: none"> • Strom-, Spannungs-, und Leistungsmessung, Impedanzmessung • Frequenz- und Zeitmessung • Messfehler und statistische Größen 	... können die durch bestimmte Messverfahren und –schaltungen bedingten Ergebnisse kommentieren, Messfehler abschätzen und geeignete Verbesserungsmaßnahmen vorschlagen. (V)	... können komplette Messaufgaben konzipieren, umsetzen und dokumentieren. (V)
2.3 Signalaufbereitung und -darstellung <ul style="list-style-type: none"> • Signalkennwerte • A/D- und D/A-Wandlung • Zeit- und Frequenzbereichsbeschreibung • Messverstärker • Filter • Computerunterstützte Messsysteme 	... können die Auswirkung von AD- und DA-Wandlung bewerten und das Verhalten von Messverstärkern und Filtern berechnen bzw. simulieren. (V)	... können komplette Signalverarbeitungsketten konfigurieren und für Messaufgaben einsetzen. (V)
2.4 Regelungstechnik <ul style="list-style-type: none"> • Modellierung von Regelstrecken • Reglertypen • Regelkreis • Simulation 	... können das Verhalten kompletter Regelkreise mit Simulation, Berechnung und Messungen analysieren. (V)	... können komplette Regelkreise bestehend aus Sensorik, Regler und Aktorik für eine Regelstrecke entwerfen, simulieren und in Betrieb nehmen. (V)
2.5 Schnittstellen und Bussysteme <ul style="list-style-type: none"> • Standardschnittstellen • Feldbusse 	... können Signalverläufe und Protokolle an Schnittstellen und Bussen analysieren und Fehlerzustände erklären. (V)	... können Feldbussysteme konzipieren und implementieren.
2.6 Testen und Fehlersuche in Komponenten, Modulen und Systemen <ul style="list-style-type: none"> • Laborgeräte • Strategien zur Fehlersuche • Protokollierung 	... können mit geeigneten Messgeräten Test und Fehlersuche in elektronischen Geräten durchführen und normgerecht protokollieren.	
2.7 Betrieb von Geräten und Systemen <ul style="list-style-type: none"> • Inbetriebnahme • Technische Dokumentation • Service 	... können den Inhalt technischer Dokumentationen interpretieren.	... können technische Dokumentation, Service- und Inbetriebnahmeanleitungen erstellen.

^{*)} Die durch (V) gekennzeichneten Lernziele gehen über den verpflichtenden Kernbereich hinaus und sind als Empfehlungen für allfällige Vertiefungen im Rahmen der schulautonomen Gestaltungsmöglichkeiten zu sehen.

Kompetenzfeld „Digitale Systeme und Computersysteme“

3 Digitale Systeme und Computersysteme	Wiedergeben /Verstehen	Anwenden
Kompetenzbereiche	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...
3.1 Entwurf digitaler Systeme <ul style="list-style-type: none"> • Zahlendarstellung und Codierung • Entwurf von Mikrocontrollerprogrammen • Entwurf paralleler Systeme • Komponentenauswahl und Systemdesign • Systemsimulation • EMV-konformes Design • Dokumentation 	... kennen und verstehen die Grundlagen für den Entwurf digitaler Systeme.	... können digitale Systeme entwerfen, dafür notwendige Funktionsbausteine auswählen und den Entwurf dokumentieren.
3.2 Computerarchitekturen <ul style="list-style-type: none"> • Basisarchitekturen • Computersysteme • Spezielle Architekturen 	... können die Eigenschaften von Computerarchitekturen erklären.	... können die Architektur eines Computersystems für eine gegebene Anwendung auswählen.
3.3 Embedded Systems <ul style="list-style-type: none"> • Prozessoren und Peripherie • Interface-Techniken • Hardwarebeschreibungssprachen und programmierbare Logikbausteine • Embedded Betriebssysteme 	... kennen und verstehen Hard- und Software für Embedded Systems.	... können Hardwarekomponenten, Schnittstellen und Betriebssysteme für Embedded Systems auswählen.
3.4 Signalverarbeitung <ul style="list-style-type: none"> • Signalprozessoren • Algorithmen der digitalen Signalverarbeitung • Signalanalyse, Signalgenerierung, Filterung 	... kennen und verstehen den Aufbau von Signalprozessoren sowie die Methoden der digitalen Signalverarbeitung.	... können Signalverarbeitungsalgorithmen für gegebene Anforderungen auswählen und parametrieren.
3.5 Realisierung und Test von Systemen <ul style="list-style-type: none"> • Portierung und Debugging • Prototypenfertigung • Systemanalyse und Systemtest • EMV-konformer Aufbau • Assemblierung von digitalen Systemen und Computersystemen • Fehlersuche und Fehlerbehebung an digitalen Systemen und Computersystemen 	... kennen die Methoden zur Realisierung und zum Test von Computersystemen.	... können Tests an fertigen Systemen durchführen und die Ergebnisse dokumentieren.

Kompetenzfeld „Digitale Systeme und Computersysteme“ (Fortsetzung)^{*)}

3 Digitale Systeme und Computersysteme	Analysieren	Entwickeln
Kompetenzbereiche	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...
3.1 Entwurf digitaler Systeme <ul style="list-style-type: none"> • Zahlendarstellung und Codierung • Entwurf von Mikrocontrollerprogrammen • Entwurf paralleler Systeme • Komponentenauswahl und Systemdesign • Systemsimulation • EMV-konformes Design • Dokumentation 	... können den Entwurf digitaler Systeme durch Simulation verifizieren und bewerten sowie fertige Systeme analysieren.	... können entwickelte Konzepte auf einer Entwicklungsplattform implementieren, in Betrieb nehmen und testen.
3.2 Computerarchitekturen <ul style="list-style-type: none"> • Basisarchitekturen • Computersysteme • Spezielle Architekturen 	... können Computerarchitekturen analysieren sowie ihre Eignung für einen speziellen Anwendungsfall bewerten und vergleichen. (V)	
3.3 Embedded Systems <ul style="list-style-type: none"> • Prozessoren und Peripherie • Interface-Techniken • Hardwarebeschreibungssprachen und programmierbare Logikbausteine • Embedded Betriebssysteme 	... können Embedded Systems modellieren und gewählte Ansätze hinsichtlich der Einsatzfähigkeit beurteilen.	... können Embedded Systems aus gewählten Komponenten aufbauen, die geforderten Leistungsdaten verifizieren und die Systeme in ihr Bestimmungsumfeld integrieren.
3.4 Signalverarbeitung <ul style="list-style-type: none"> • Signalprozessoren • Algorithmen der digitalen Signalverarbeitung • Signalanalyse, Signalgenerierung, Filterung 	... können Methoden der Signalverarbeitung durch Simulation analysieren und bewerten. (V)	... können Algorithmen der Signalverarbeitung implementieren, testen und optimieren. (V)
3.5 Realisierung und Test von Systemen <ul style="list-style-type: none"> • Portierung und Debugging • Prototypenfertigung • Systemanalyse und Systemtest • EMV-konformer Aufbau • Assemblierung von digitalen Systemen und Computersystemen • Fehlersuche und Fehlerbehebung an digitalen Systemen und Computersystemen 	... können die Funktion von Systemen durch Analyse und Test verifizieren und Fehler lokalisieren.	... können Fertigungs- und Betriebsunterlagen erstellen und Prototypen fertigen sowie nach vorgegebenen Unterlagen Systeme aufbauen und in Betrieb nehmen.

^{*)} Die durch (V) gekennzeichneten Lernziele gehen über den verpflichtenden Kernbereich hinaus und sind als Empfehlungen für allfällige Vertiefungen im Rahmen der schulautonomen Gestaltungsmöglichkeiten zu sehen.

Kompetenzfeld „Kommunikationssysteme und -netze“^{*)}

4 Kommunikationssysteme und –netze	Wiedergeben /Verstehen	Anwenden
Kompetenzbereiche	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...
4.1 Grundlagen der Informationstheorie und Übertragungstechnik <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen und Begriffe • Quell- und Kanalcodierungsverfahren • Modulations- und Demodulationsverfahren • Multiplexverfahren • Übertragungskanäle 	... kennen die Darstellung von Signalen im Zeit- und Frequenzbereich, verstehen die grundsätzlichen Theoreme der Informationstheorie und Übertragungstechnik. Sie können verschiedene Verfahren der Codierung und Modulation sowie des Multiplexens unterscheiden.	... können anwendungsspezifische Rechenmethoden zur Lösung von Aufgaben in der analogen und digitalen Übertragungstechnik einsetzen. (V)
4.2 Hochfrequenztechnik <ul style="list-style-type: none"> • Methoden der HF-Technik • HF-Bauelemente • Leitungen • HF-Schaltungen • Freiraumausbreitung und Antennen • Sende- und Empfangskonzepte • HF-Messtechnik 	... kennen das Frequenzverhalten von aktiven und passiven Bauelementen, sowie die Prinzipien der elektromagnetischen Wellenausbreitung.	... können die für die jeweilige Anwendung erforderlichen übertragungstechnischen Komponenten auswählen und einen geeigneten Arbeitsbereich festlegen. (V)
4.3 Optische Nachrichtentechnik <ul style="list-style-type: none"> • Sende- und Empfangselemente • Lichtwellenleiter • Aktive und passive optische Elemente • Optische Messtechnik 	... kennen die physikalische Funktionsweise und die Kennwerte von optoelektronischen Bauelementen.	... können die optoelektronischen Bauelemente für die jeweilige Anwendung auswählen. (V)
4.4 Netzwerke <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen und Aufgaben von Protokollen • Ausgewählte Protokolle • Protokollanalyse • Netzwerkkomponenten 	... kennenn die Aufgaben von Protokollen und können Protokollarchitekturen beschreiben.	... sind in der Lage, bestehende Netze entsprechend den Anforderungen zu konfigurieren.
4.5 Netzwerkdienste <ul style="list-style-type: none"> • Funktion von Netzwerkdiensten • Analyse kommunikationstechnischer Anforderungen • Implementierung und Anwendung von Netzwerkdiensten 	... kennen verschiedene Netzwerkdienste zur Übertragung von Daten-, Audio- und Videoinformationen.	... können einen geeigneten Netzwerkdienst nach anwendungsspezifischen Kriterien auswählen.
4.6 Vermittlungssysteme <ul style="list-style-type: none"> • Verkehrstheorie, Vermittlungsprinzipien • Systemarchitekturen von Vermittlungssystemen 	... kennen die Grundlagen der Verkehrstheorie und können die verschiedenen Vermittlungsprinzipien unterscheiden.	... können ein Anforderungsprofil für ein Vermittlungssystem erstellen. (V)
4.7 Consumer-Electronics <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Audio- und Videotechnik • Verfahren der Audio- und Videotechnik • Funktionsweise von ausgewählten Audio- und Videosystemen • Systeme der Unterhaltungselektronik (NFC) 	... kennen Verfahren zur Bearbeitung von analogen und digitalen Audio-, Bild- und Videosignalen, sowie Methoden der Datenkompression und Speicherung.	... können ausgewählte Komponenten der Verarbeitungskette zu einem Gesamtsystem zusammenfügen.
4.8 Aufbau und Test von Kommunikationsverbindungen <ul style="list-style-type: none"> • Verbindungstechnologien • Projektierung der physikalischen Vernetzung • Errichtung und Betrieb von Kommunikationsnetzen 	... kennen die gängigen Symbole in Schalt- und Installationsplänen.	... können die physikalische Vernetzung von Kommunikationssystemen und Netzen den geläufigen Standards entsprechend realisieren.

^{*)} Die durch (V) gekennzeichneten Lernziele gehen über den verpflichtenden Kernbereich hinaus und sind als Empfehlungen für allfällige Vertiefungen im Rahmen der schulautonomen Gestaltungsmöglichkeiten zu sehen.

Kompetenzfeld „Kommunikationssysteme und -netze“ (Fortsetzung)^{*)}

4 Kommunikationssysteme und –netze	Analysieren	Entwickeln
Kompetenzbereiche	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...
4.1 Grundlagen der Informationstheorie und Übertragungstechnik <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen und Begriffe • Quell- und Kanalcodierungsverfahren • Modulations- und Demodulationsverfahren • Multiplexverfahren • Übertragungskanäle 	... können übertragungstechnische Grundsaltungen rechnerisch und messtechnisch bzw. unter Anwendung von Softwarewerkzeugen im Zeit- und Frequenzbereich modellhaft darstellen und auswerten. (V)	... sind in der Lage, Aufgabenstellungen der Informationstheorie und Übertragungstechnik selbstständig zu erfassen und zu beschreiben, sowie Lösungskonzepte zu erarbeiten.
4.2 Hochfrequenztechnik <ul style="list-style-type: none"> • Methoden der HF-Technik • HF-Bauelemente • Leitungen • HF-Schaltungen • Freiraumausbreitung und Antennen • Sende- und Empfangskonzepte • HF-Messtechnik 	... können HF- Signale messtechnisch erfassen, die Funktion von Baugruppen evaluieren bzw. Systeme simulieren. (V)	... können die Anforderungen an HF-spezifische Schaltungen und Baugruppen unter Zuhilfenahme von geeigneten CAD-Tools selbstständig konzipieren, sowie deren Aufbau planen und Testscenarien erstellen. (V)
4.3 Optische Nachrichtentechnik <ul style="list-style-type: none"> • Sende- und Empfangselemente • Lichtwellenleiter • Aktive und passive optische Elemente • Optische Messtechnik 	... können optoelektronische Signale messtechnisch erfassen, die Ergebnisse interpretieren und entsprechend der Anwendung bewerten. (V)	... können optoelektronische Übertragungssysteme durch Verbindung von geeigneten Bauelementen realisieren. (V)
4.4 Netzwerke <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen und Aufgaben von Protokollen • Ausgewählte Protokolle • Protokollanalyse • Netzwerkkomponenten 	... können die Funktionsweise übertragungstechnischer Systeme - an einer Theorie orientiert - beschreiben und die Signale bzw. Protokolle an den Schnittstellen der in Wechselwirkung stehenden Module auf deren Funktionalität prüfen. (V)	... sind in der Lage, die Anforderungen an Netze zu definieren, geeignete Module und Protokolle auszuwählen und die Realisierung zu planen. (V)
4.5 Netzwerkdienste <ul style="list-style-type: none"> • Funktion von Netzwerkdiensten • Analyse kommunikationstechnischer Anforderungen • Implementierung und Anwendung von Netzwerkdiensten 	... sind in der Lage, die Funktionalität für einen ausgewählten Netzwerkdienst nachzuweisen. (V)	... können die Konfigurationsparameter festlegen und den Netzwerkdienst in ein System implementieren. (V)
4.6 Vermittlungssysteme <ul style="list-style-type: none"> • Verkehrstheorie, Vermittlungsprinzipien • Systemarchitekturen von Vermittlungssystemen 	... können ein Vermittlungssystem nach Verbindungsaufbauzeiten, Sicherheit und Kosten beurteilen. (V)	
4.7 Consumer-Electronics <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Audio- und Videotechnik • Verfahren der Audio- und Videotechnik • Funktionsweise von ausgewählten Audio- und Videosystemen • Systeme der Unterhaltungselektronik (NFC) 	... können einzelne Komponenten der Signalverarbeitungskette mit Hilfe eines geeigneten Software-Werkzeuges modellieren, simulieren und interpretieren.	... können geeignete Komponenten auswählen und durch Parametrisierung der Module ein Gesamtsystem anwenderspezifisch konfigurieren.
4.8 Aufbau und Test von Kommunikationsverbindungen <ul style="list-style-type: none"> • Verbindungstechnologien • Projektierung der physikalischen Vernetzung • Errichtung und Betrieb von Kommunikationsnetzen 	... können die praktische Realisierbarkeit von Projekten der Kommunikationstechnik bewerten. (V)	... können die physikalische Vernetzung von Kommunikationssystemen und Netzen den geläufigen Standards entsprechend planen und projektieren.

^{*)} Die durch (V) gekennzeichneten Lernziele gehen über den verpflichtenden Kernbereich hinaus und sind als Empfehlungen für allfällige Vertiefungen im Rahmen der schulautonomen Gestaltungsmöglichkeiten zu sehen.

Kompetenzfeld „Fachspezifische Softwaretechnik“

5 Fachspezifische Softwaretechnik	Wiedergeben/Verstehen	Anwenden
Kompetenzbereiche	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...
5.1 Fachrichtungsspezifische Software <ul style="list-style-type: none"> • Office-Programme • Fachspezifische Werkzeuge 	... verstehen die Funktionalität von Anwendersoftware.	... können Anwendersoftware zur Lösung von konkreten Aufgabenstellungen einsetzen.
5.2 Betriebssysteme <ul style="list-style-type: none"> • Architektur von Betriebssystemen • Systemprogrammierung 	... kennen die wesentlichen Komponenten eines modernen Betriebssystems und verstehe deren Aufgaben.	... können ein vorgegebenes Betriebssystem nutzen.
5.3 Programmiersprachen <ul style="list-style-type: none"> • Sprachkonzepte • Strukturen von Programmiersprachen 	... kennen die Vor- und Nachteile gängiger Programmiersprachen und können die für eine spezifische Aufgabe geeignete wählen.	... setzen Grundstrukturen, Befehle, Syntaxregeln und Programmiermechanismen einer vorgegebenen Programmiersprache ein.
5.4 Datenbanken <ul style="list-style-type: none"> • Datenbankstrukturen • Datenbankentwurf • Implementierung von Datenbanken 	... können in gängigen Notationsformen erstellte Modelle des Datenbankentwurfs interpretieren.	... können eine Abfragesprache auf Datenbanken anwenden.
5.5 Softwareentwicklung <ul style="list-style-type: none"> • Fachspezifische Algorithmen • Entwurfskonzepte • Software-Konfigurationsmanagement • Systemdokumentation • Software-Wartung • Konstruktive Qualitätssicherungsmaßnahmen • Validieren, Verifizieren und Testen 	... kennen und verstehen die gängigsten Standardalgorithmen und Datenstrukturen sowie deren Anwendungsbereiche und können relevante Informationen aus Entwicklungs- und Benutzerdokumentation entnehmen.	... können Sprachmittel der Objektorientierung einer Programmiersprache auf eine Aufgabenstellung anwenden und fachspezifische Algorithmen auswählen und einsetzen.
5.6 Hardwarenahe Programmentwicklung <ul style="list-style-type: none"> • Programmierung von Echtzeitsystemen • Testverfahren 	... kennen und verstehen Strukturen von Mikrocontrollerprogrammen sowie ihr Zusammenwirken innerhalb eines Systems.	... können Software für Mikrocontroller erstellen.
5.7 Web- und Netzwerkprogrammierung <ul style="list-style-type: none"> • Web-Programmierung • Client-Server-Architektur • Security 	... verstehen den Unterschied zwischen client- und serverseitigen Technologien und kennen aktuelle Vertreter beider Bereiche.	.. können den Aufbau und das ergonomische Design von Webseiten gestalten.
5.8 Datensicherheit <ul style="list-style-type: none"> • Schutz vor Datenmissbrauch • Schutz vor Datenverlust 	... kennen die relevanten rechtlichen Rahmenbedingungen für den Betrieb von EDV-Anlagen und für die Verwendung von personenbezogenen Daten.	... können Maßnahmen zum Schutz sensibler Daten planen und implementieren.

Kompetenzfeld „Fachspezifische Softwaretechnik“ (Fortsetzung)^{*)}

5 Fachspezifische Softwaretechnik	Analysieren	Entwickeln
Kompetenzbereiche	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...
5.1 Fachrichtungsspezifische Software • Office-Programme • Fachspezifische Werkzeuge		
5.2 Betriebssysteme • Architektur von Betriebssystemen • Systemprogrammierung	... können elementare Betriebssystemkomponenten auf ihre Ressourceneffizienz hin evaluieren. (V)	... können elementare Funktionen eines Betriebssystems erstellen. (V)
5.3 Programmiersprachen • Sprachkonzepte • Strukturen von Programmiersprachen	... können die Funktionalität von vorgegebenen Softwaremodulen anhand des Quellcodes nachvollziehen.	... können die Regeln von vorgegebenen Programmiersprachen für komplexe Aufgaben anwenden. (V)
5.4 Datenbanken • Datenbankstrukturen • Datenbankentwurf • Implementierung von Datenbanken	... können Datenbankstrukturen hinsichtlich ihrer Integrität bewerten.	... sind in der Lage, eine Datenbanklösung zu planen und zu realisieren. (V)
5.5 Softwareentwicklung • Fachspezifische Algorithmen • Entwurfskonzepte • Software-Konfigurationsmanagement • Systemdokumentation • Software-Wartung • Konstruktive Qualitätssicherungsmaßnahmen • Validieren, Verifizieren und Testen	... können Algorithmen und Datenstrukturen hinsichtlich Laufzeit und Speicherbedarf abschätzen	... können Software nach modernen Vorgehensmodellen entwickeln. (V)
5.6 Hardwarenahe Programmentwicklung • Programmierung von Echtzeitsystemen • Testverfahren	... können hardwarenahe Programmteile hinsichtlich Code- und Laufzeiteffizienz evaluieren. (V)	... sind in der Lage, Software für ein System zu erstellen, dieses in Betrieb zu nehmen, zu testen und zu dokumentieren.
5.7 Web- und Netzwerkprogrammierung • Web-Programmierung • Client-Server-Architektur • Security	... können unterschiedliche Authentifizierungsmechanismen hinsichtlich ihrer Eignung für konkrete Aufgabenstellungen bewerten. (V)	... sind in der Lage, Teilfunktionalitäten auf geeignete Knoten eines verteilten Systems anzuordnen, können Server einrichten und diese innerhalb eines vorgegebenen Netzwerkes zur Verfügung stellen. (V)
5.8 Datensicherheit • Schutz vor Datenmissbrauch • Schutz vor Datenverlust	... können ein bestehendes System auf Schwachstellen hinsichtlich Datensicherheit und Datenschutz analysieren. (V)	... können Maßnahmen zur Datensicherung technisch und organisatorisch umsetzen. (V)

^{*)} Die durch (V) gekennzeichneten Lernziele gehen über den verpflichtenden Kernbereich hinaus und sind als Empfehlungen für allfällige Vertiefungen im Rahmen der schulautonomen Gestaltungsmöglichkeiten zu sehen.

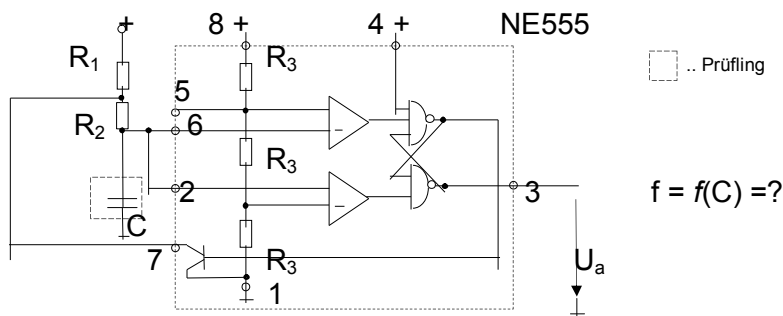
**6. Ausgewählte Beispiele zum HTL-Fachrichtungsstandard
„Elektronik und Technische Informatik“**

BEISPIEL 1: Messgerät für Flüssigkeitspegel

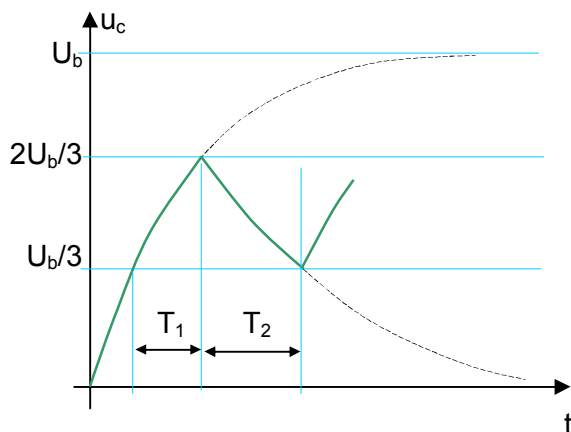
Kompetenzfeld: 1 Hardwareentwicklung
 Kompetenzbereich: 1.1 Grundlagen der Elektronik
 Handlungskompetenz: E (Entwickeln)
 Relevante(r) Deskriptor(en):
 Ich kann unter Berücksichtigung grundlegender Gesetze der Elektrotechnik und der Digitaltechnik geeignete Methoden zur Lösung von technischen Aufgabenstellungen auswählen.
 Themenbereich(e) und Fertigkeit(en):
 Grundlagen der Elektronik, Wechselstromtechnik, Ladekurven
 Methodisch - didaktische Hinweise: Einzelarbeit
 Hilfsmittel: Datenblatt des Timerbausteins NE555
 Quelle: Unterricht, Unterrichtsunterlagen
 Zeitbedarf : 90 min

Aufgabenstellung:

Eine Schaltung basierend auf dem Timerbaustein NE555 wird zur Messung des Füllstands eines Wasserbehälters eingesetzt. Die Messung erfolgt über die Bestimmung der Kapazität zwischen zwei eingetauchten Elektroden.



Der Verlauf der Kondensatorspannung ist im Datenblatt dokumentiert und ist nachfolgend dargestellt. Die Ladung der Kapazität C erfolgt über die Serienschaltung von R_1 und R_2 . Die Entladung erfolgt über den Widerstand R_2 . Die Umschaltung zwischen Ladevorgang und Entladevorgang wird über zwei im NE555 eingebaute Komparatoren gesteuert: Bei einer Kondensatorspannung von $U_b/3$ wird auf Ladung umgeschaltet. Bei einer Kondensatorspannung von $2U_b/3$ wird der Entladevorgang eingeleitet. Die Vorgänge sind im nachfolgenden Liniendiagramm dargestellt.



Mit einer geeigneten Methode ist der Zusammenhang zwischen füllstandsabhängiger Kapazität und Ausgangsfrequenz zu bestimmen.

Lösungsvorschlag:

Ladevorgang:

$$u_c = U_b(1 - e^{-\frac{t}{\tau_1}}) \quad \tau_1 = C(R_1 + R_2)$$

$$t_1 : U_b/3 = U_b(1 - e^{-\frac{t_1}{\tau_1}})$$

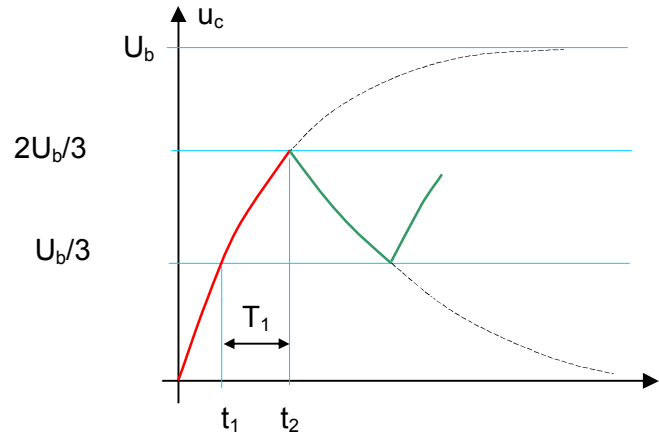
$$\frac{t_1}{\tau_1} = -\ln(2/3)$$

$$t_2 : 2/3 * U_b = U_b(1 - e^{-\frac{t_2}{\tau_1}})$$

$$\frac{t_2}{\tau_1} = -\ln(1/3)$$

$$T_1 = t_2 - t_1 = \tau_1(-\ln(1/3) + \ln(2/3)) = \tau_1 * \ln(2)$$

$$\underline{T_1 = \tau_1 * \ln(2)}$$

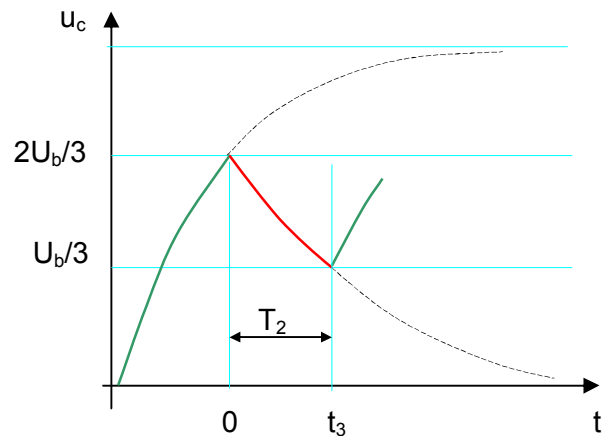


Entladevorgang:

$$u_c = \frac{2}{3} U_b e^{-t/\tau_2} \quad \tau_2 = CR_2$$

$$T_2 : \frac{1}{3} U_b = \frac{2}{3} U_b e^{-t_3/\tau_2}$$

$$\underline{T_2 = t_3 - 0 = -\tau_2 * \ln(1/2)}$$



$\tau_1 \quad \tau_2$ in T_1 und T_2 eingesetzt:

$$T_1 = (R_1 + R_2) * C * \ln(2)$$

$$T_2 = R_2 * C * \ln(2)$$

damit :

$$f = \frac{1}{T_1 + T_2} = \frac{1}{C * \ln(2)(R_1 + 2R_2)} \quad \text{bedeutet :}$$

$$\underline{\underline{f = f(C)}}$$

BEISPIEL 2: Pseudotetradenerkennung

Kompetenzfeld: 1 Hardwareentwicklung
 Kompetenzbereich: 1.3 Grundsaltungen
 Handlungskompetenz: C (Anwenden)
 Relevante(r) Deskriptor(en):
 Ich kann einfache elektronische Schaltungen nach vorgegebenen Spezifikationen entwerfen und dimensionieren.
 Themenbereich(e) und Fertigkeit(en): Entwurf von einfachen Schaltungen
 Methodisch - didaktische Hinweise: Einzelarbeit
 Zeitbedarf: 20 min

Aufgabenstellung:

Eine Dezimalzahl benötigt zehn Zustände, wobei diese mit vier Bits (Tetrade) codiert werden. Mit vier Bits lassen sich jedoch sechzehn Zustände darstellen, von denen nur zehn verwendet werden. Die sechs übrigen Zustände sind die Pseudotetraden.

Gegeben ist folgende Wahrheitstabelle:

Z ₃	Z ₂	Z ₁	Z ₀	Y
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	1

Bestimmen Sie die logische Gleichung und vereinfachen Sie diese mit Hilfe der Booleschen Algebra. Formen Sie diese Gleichung so um, dass die dazugehörige Schaltung nur noch aus NAND-Gattern besteht und stellen Sie das Ergebnis als Schaltbild dar.

Lösungsvorschlag:

Darstellen von Y in disjunktiver Normalform und vereinfachen mittels Boolescher Algebra:

$$\begin{aligned}
 Y &= Z_3 \cdot \bar{Z}_2 \cdot Z_1 \cdot \bar{Z}_0 + Z_3 \cdot \bar{Z}_2 \cdot Z_1 \cdot Z_0 + Z_3 \cdot Z_2 \cdot \bar{Z}_1 \cdot \bar{Z}_0 + Z_3 \cdot Z_2 \cdot \bar{Z}_1 \cdot Z_0 + Z_3 \cdot Z_2 \cdot Z_1 \cdot \bar{Z}_0 + Z_3 \cdot Z_2 \cdot Z_1 \cdot Z_0 = \\
 Y &= Z_3 \cdot \bar{Z}_2 \cdot Z_1 \cdot (\bar{Z}_0 + Z_0) + Z_3 \cdot Z_2 \cdot \bar{Z}_1 \cdot (\bar{Z}_0 + Z_0) + Z_3 \cdot Z_2 \cdot Z_1 \cdot (\bar{Z}_0 + Z_0) = \\
 Y &= Z_3 \cdot \bar{Z}_2 \cdot Z_1 + Z_3 \cdot Z_2 \cdot \bar{Z}_1 + Z_3 \cdot Z_2 \cdot Z_1 = \\
 Y &= Z_3 \cdot Z_1 \cdot (\bar{Z}_2 + Z_2) + Z_3 \cdot Z_2 \cdot (\bar{Z}_1 + Z_1) = \\
 \underline{\underline{Y &= Z_3 \cdot Z_1 + Z_3 \cdot Z_2}}
 \end{aligned}$$

Oder mittels KV-Diagramm:

	Z_0		$\overline{Z_0}$		
Z_1	0	0	0	0	$\overline{Z_3}$
	1	1	1	1	Z_3
$\overline{Z_1}$	0	1	1	0	Z_3
	0	0	0	0	$\overline{Z_3}$
	$\overline{Z_2}$	Z_2		$\overline{Z_2}$	

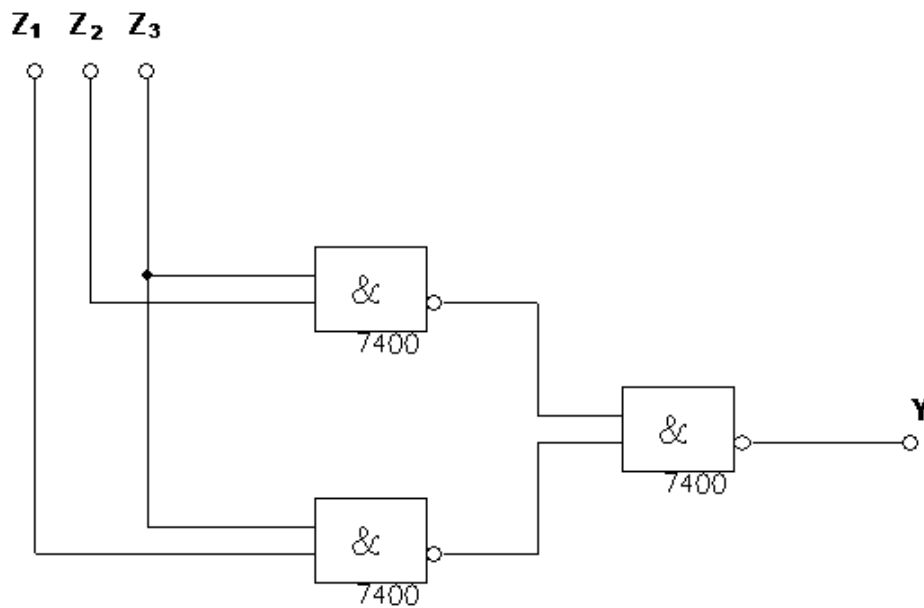
$$\underline{\underline{Y = Z_3 \cdot Z_1 + Z_3 \cdot Z_2}}$$

Umformen mit Hilfe der de Morganschen Regeln:

$$\overline{\overline{Y}} = \overline{\overline{Z_3 \cdot Z_1 + Z_3 \cdot Z_2}} =$$

$$\underline{\underline{Y = \overline{Z_3 \cdot Z_1} \cdot \overline{Z_3 \cdot Z_2}}}$$

Schaltbild:



BEISPIEL 3:ADC und Filter auswählen und analysieren

Kompetenzfeld: 2 Messtechnik und Regelungssysteme

Kompetenzbereich: 2.3 Signalaufbereitung und -darstellung

Handlungskompetenz: C (Anwenden), D (Analysieren)

Relevante(r) Deskriptor(en):

- Ich kann geeignete AD- und DA-Wandler sowie Messverstärker und Filter für Messaufgaben auswählen und Signaldarstellungsverfahren in Verbindung mit Messsystemen anwenden.
- Ich kann die Auswirkung von AD- und DA-Wandlung bewerten und das Verhalten von Messverstärkern und Filtern berechnen bzw. simulieren.

Themenbereich(e) und Fertigkeit(en): Signalaufbereitung und -darstellung

Methodisch - didaktische Hinweise: Einzelarbeit

Hilfsmittel: Alle verfügbaren Unterlagen (Lehrbücher, Mitschriften, Internet,)

Zeitbedarf: 30 min

Aufgabenstellung:

Eine digitale Signalverarbeitungskette soll ein Messsignal mit folgenden Eigenschaften aufzeichnen:

- Signalbandbreite = 5 kHz
- Quantisierungsrauschen < -80 dB bezogen auf die Maximalaussteuerung

Gefordert:

- a) Als Anti-Aliasing-Filter soll ein Butterworth-Tiefpass 8. Ordnung mit der Grenzfrequenz $f_G = 5$ kHz verwendet werden. Berechnen Sie die Abtastfrequenz f_S , so dass alle

Frequenzen größer oder gleich $\frac{f_S}{2}$ mindestens um 30 dB gedämpft werden.

Hinweis: Das Bodediagramm eines Butterworth-Tiefpasses kann in diesem Fall linear (Asymptoten-Knickzug) genähert werden.

- b) Wählen Sie eine passende Abtastfrequenz, indem Sie den Rechenwert von a) auf ganze kHz runden. Die Forderung bezüglich der Dämpfung muss dabei weiterhin erfüllt werden.
- c) Schätzen Sie die notwendige Bitanzahl eines ADC für diese Messaufgabe ab.
- d) Wählen Sie aufgrund der geforderten Abtastfrequenz bzw. Bitanzahl einen geeigneten ADC-Typ aus und begründen Sie ihre Wahl.
- e) Nennen Sie zumindest 2 nicht geeignete ADC-Typen und erklären Sie, warum diese nicht geeignet sind.

Lösungsvorschlag:

- a) Ein linear genäherter Tiefpass 8. Ordnung dämpft im Sperrbereich mit 160 dB/Dekade. Für die tatsächliche Dämpfung für Frequenzen größer f_G gilt:

$$\text{Dämpfung} = 160 \lg(\alpha) \text{ dB für } f = \alpha f_G$$

z.B. $\alpha = 10 \rightarrow \text{Dämpfung} = 160 \text{ dB}$

$\alpha = 2 \rightarrow \text{Dämpfung} \sim 48 \text{ dB}$

Für die Nyquistfrequenz $f_S/2$ gilt dann:

$$\alpha = 10^{\frac{\text{Dämpfung}}{160}} = 10^{\frac{30}{160}} = 1.54$$

Für die Abtastfrequenz gilt:

$$f_s = 2 \alpha f_G = 15.4 \text{ kHz}$$

- b) Um die Dämpfungsbedingung zu erfüllen, muss der nächst größere Wert genommen werden:

$$f_s = 16 \text{ kHz}$$

- c) Für eine Bitanzahl n gilt:
Signal-Rausch-Abstand SNR für das Quantisierungsrauschen = $20 \lg(2^n)$ (genähert)

$$2^n \approx 10^{\frac{SNR}{20}} = 10^{\frac{80}{20}} = 10000$$

$$n \approx {}_2\log\left(10^{\frac{SNR}{20}}\right) = 13.29$$

Gewählt: $n = 14$

- d) Gewählt: ADC mit sukzessiver Approximation
- 14 Bit Auflösung ist mit dieser ADC-Type gut möglich.
 - $f_s = 16 \text{ kHz} \rightarrow$ Wandlungszeit $< 62.5 \mu\text{s}$ gefordert,
ADC mit sukzessiver Approximation haben Wandlungszeiten im μs -Bereich.
- e)
- Flash-Wandler ist nicht geeignet, da die Auflösung von 14 Bit für Flash-Wandler zu hoch ist und andererseits die extrem kurzen Wandlungszeiten von Flash-Wandlern hier nicht benötigt werden.
 - Dual-Slope Wandler sind nicht geeignet, da zu langsam.

BEISPIEL 4: Simulation einer Regelung

Kompetenzfeld: 2 Messtechnik und Regelungssysteme

Kompetenzbereich: 2.4 Regelungstechnik

Handlungskompetenz: D (Analysieren)

Relevante(r) Deskriptor(en):

Ich kann das Verhalten kompletter Regelkreise mit Simulation, Berechnung und Messungen analysieren.

Themenbereich(e) und Fertigkeit(en): Regelungstechnik, Simulation

Methodisch - didaktische Hinweise: Einzelarbeit

Hilfsmittel: BORIS unter WinFact oder SIMULINK, alle Unterrichtsunterlagen

Zeitbedarf: 90 min

Aufgabenstellung:

Zu nachfolgender Strecke ist ein betragsoptimaler PD-Regler zu entwerfen:

$$F_S(s) = \frac{1}{(1+3s)(1+7s)5s}$$

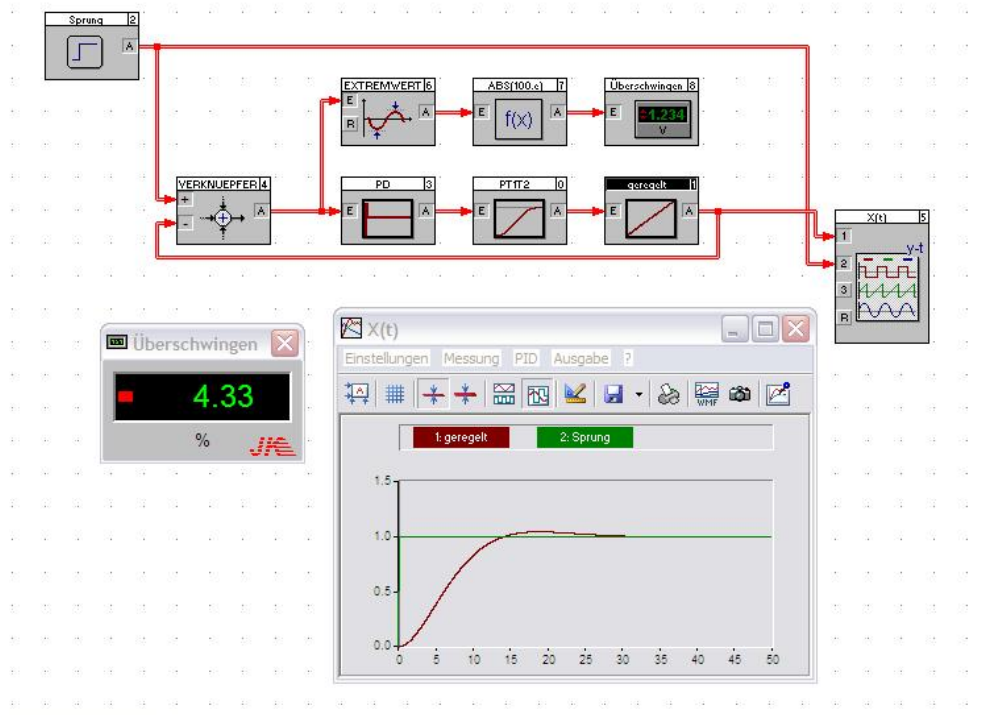
1. Welcher Streckentyp liegt vor? (P,I,D,T_N)
2. Ermitteln Sie die Zahlenwerte für die Reglerparameter!
3. Simulieren Sie die Sprungantwort des geregelten Systems! Implementieren Sie ein Messgerät zur Bestimmung des Überschwingens in [%].
4. Warum ist ein PD-Regler nicht realisierbar?
5. Unter welcher Voraussetzung kann im Regler auf einen I-Anteil verzichtet werden?
6. Bauen Sie den Regler zu einem PDT₁-Regler um (T_{1PD} = 0.5). Zeigen Sie durch Rechnung (Anfangswerttheorem) und Simulation den Stellgrößenbedarf (maximale Reglerausgangsgröße) bei einem Einheitssprung am geregelten System.
7. Welche Auswirkungen ergeben sich bei einer Begrenzung der Stellgröße auf $-2 < u(t) < 2$?

Lösungsvorschlag:

1. Welcher Streckentyp liegt vor? (P,I,D,T_N)
IT₂-Verhalten
2. Ermitteln Sie die Zahlenwerte für die Reglerparameter!

$$T_1 = 7, T_2 = 3, T_I = 5, T_V = T_1 = 7, k_p = \frac{T_I}{2T_2} = \frac{5}{2 \cdot 3} = 0.833$$

3. Simulieren Sie die Sprungantwort des geregelten Systems. Implementieren Sie ein Messgerät zur Bestimmung des Überschwingens in [%].

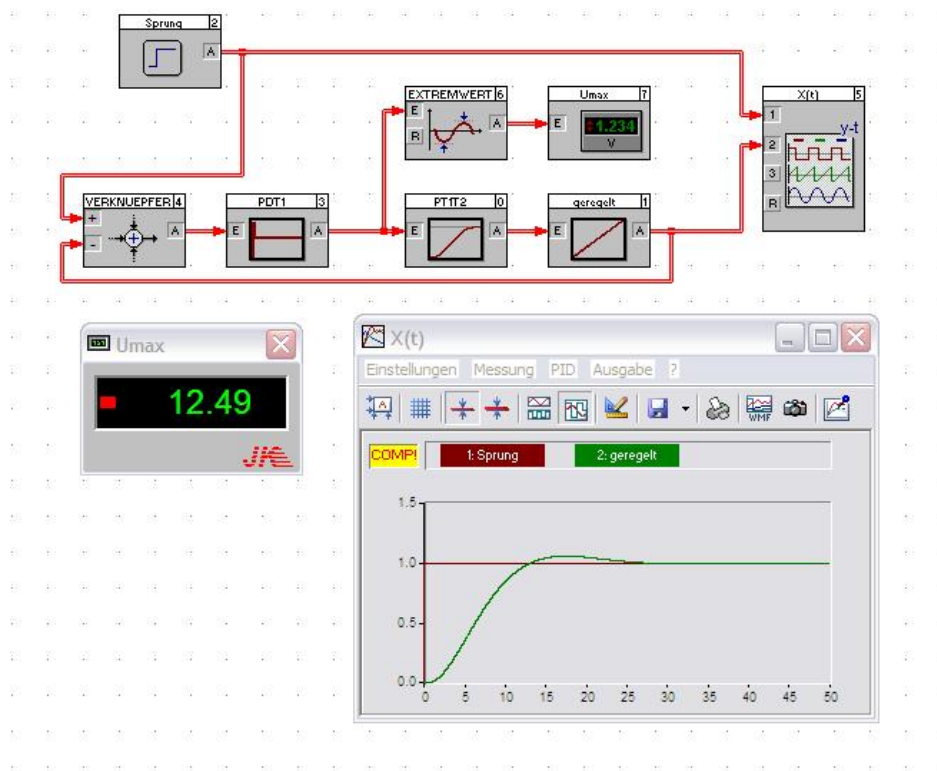


4. Warum ist ein PD-Regler nicht realisierbar?
 Ein Eingangssprung hätte einen Dirac-Impuls zur Folge. In realen Systemen sind die Stellgrößen begrenzt und zusätzliche Zeitkonstanten vorhanden. Ein realer PD-Regler besitzt PDT₁-Verhalten mit zusätzlicher Stellgrößenbegrenzung.
5. Unter welcher Voraussetzung kann im Regler auf einen I-Anteil verzichtet werden?
 Wenn die Strecke bereits einen I-Anteil besitzt kann auch mit einem P-, bzw. PD-Regler eine Regelung ohne stationäre Regelabweichung realisiert werden.
6. Bauen Sie den Regler zu einem PDT₁-Regler um (T_{1PD} = 0.5). Zeigen Sie durch Rechnung und Simulation den Stellgrößenbedarf bei einem Einheitssprung am geregelten System.

$$F_R(s) = k_p \left(1 + \frac{sT_V}{1+sT_{1PD}} \right) = k_p \left(\frac{1+s(T_V+T_{1PD})}{1+sT_{1PD}} \right)$$

Aus dem Anfangswerttheorem für $F_R(s)$ folgt:

$$u_{\max} = k_p \frac{T_V+T_{1PD}}{T_{1PD}} = 12.5$$

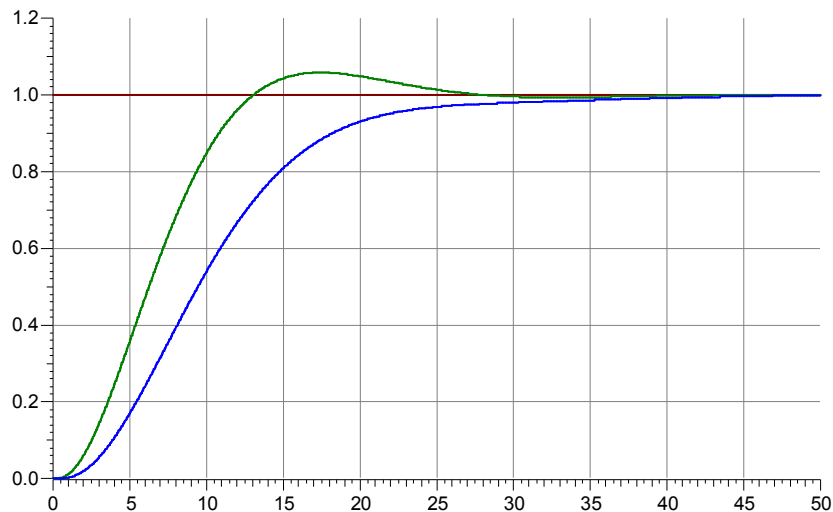


7. Welche Auswirkungen ergeben sich bei einer Begrenzung der Stellgröße auf $-2 < u(t) < 2$?

1: Sprung

2: PDT1 linear

3: PDT1 begrenzt



Das Überschwingen verschwindet, das System wird träger.

BEISPIEL 5: Umwandeln und Rechnen in verschiedenen Zahlensystemen

Kompetenzfeld: 3 Digitale Systeme & Computersysteme
 Kompetenzbereich: 3.1 Entwurf digitaler Systeme
 Handlungskompetenz: AB (Wiedergeben & Verstehen)
 Relevante(r) Deskriptor(en):
 Ich kenne und verstehe die Grundlagen für den Entwurf digitaler Systeme.
 Themenbereich(e) und Fertigkeit(en):
 Rechnen im binären und hexadezimalen Zahlensystem, Umwandlung dezimaler Zahlen in das binäre und hexadezimale Zahlensystem, Darstellung negativer Zahlen.
 Methodisch - didaktische Hinweise: Einzelarbeit
 Hilfsmittel: Tabelle mit 2er-Potenzen
 Zeitbedarf: 15 min

Aufgabenstellung:

Gegeben ist im dezimalen Zahlensystem folgender Ausdruck $1023 + 74 - 220$.
 Die Berechnungsschritte sind im binären Zahlensystem bei einer Datenwortbreite von 16 Bit durchzuführen und das Zwischen- sowie das Endergebnis in das hexadezimale Zahlensystem sowie zur Ergebniskontrolle in das dezimale Zahlensystem umzuwandeln.

Gefordert:

Die Ausarbeitung ist in folgenden Schritten durchzuführen und jeweils zu dokumentieren (jeder einzelne Rechen- bzw. Umwandlungsvorgang ist nachvollziehbar aufzuschreiben):

- A) Umwandlung der drei Operanden (220, 74, 1023) in die binäre Darstellung
- B) Durchführung der binären Addition
- C) Durchführung der binären Subtraktion durch Addition mit dem 2er-Komplement
- D) Umwandlung des (binären) Ergebnisses in hexadezimale sowie dezimale Schreibweise

Lösungsvorschlag:

A1) $1023_{10} = ?_2$

1023	:	2	=	511	Rest	1	-----+	
511	:	2	=	255	Rest	1	-----+	
255	:	2	=	127	Rest	1	-----+	
127	:	2	=	63	Rest	1	-----+	
63	:	2	=	31	Rest	1	-----+	
31	:	2	=	15	Rest	1	-----+	
15	:	2	=	7	Rest	1	-----+	
7	:	2	=	3	Rest	1	-----+	
3	:	2	=	1	Rest	1	-----+	
1	:	2	=	0	Rest	1	-----+	
								1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

$1023_{10} = 0000001111111111_2$

A2) $74_{10} = ?_2$

74	:	2	=	37	Rest	0	-----+	
37	:	2	=	18	Rest	1	-----+	
18	:	2	=	9	Rest	0	-----+	
9	:	2	=	4	Rest	1	-----+	
4	:	2	=	2	Rest	0	-----+	
2	:	2	=	1	Rest	0	-----+	
1	:	2	=	0	Rest	1	-----+	
								1 0 0 1 0 1 0

$74_{10} = 000000001001010_2$

A3) $220_{10} = ?_2$

220	:	2	=	110	Rest	0			
110	:	2	=	55	Rest	0			
55	:	2	=	27	Rest	1			
27	:	2	=	13	Rest	1			
13	:	2	=	6	Rest	1			
6	:	2	=	3	Rest	0			
3	:	2	=	1	Rest	1			
1	:	2	=	0	Rest	1			

| | | | | | | |
 1 1 0 1 1 1 0 0

$220_{10} = \mathbf{000000011011100_2}$

B) Durchführung der Addition

```

000001111111111
+ 000000001001010
-----
000010001001001
=====
    
```

C1) Berechnung des Zweierkomplements (-220):

```

000000011011100
-----
111111100100011  1er-Komplement
+ 000000000000001
-----
111111100100100  2er-Komplement
=====
    
```

C2) Addition mit dem Zweierkomplement:

```

000010001001001  Ergebnis Schritt B)
+ 111111100100100  2er-Komplement
-----
1|0000001101101101
=====
    
```

Das Resultat ist $\mathbf{000001101101101_2}$

D) Umwandlung des Ergebnisses:

```

0000|0011|0110|1101
  0  | 3  | 6  | D
    
```

$\mathbf{000001101101101_2 = 036D_{16}}$

$$2^0 + 2^2 + 2^3 + 2^5 + 2^6 + 2^8 + 2^9 =$$

$$1 + 4 + 8 + 32 + 64 + 256 + 512 =$$

$$877$$

$\mathbf{000001101101101_2 = 877_{10}}$

BEISPIEL 6: Analyse eines Codes in einer Hardwarebeschreibungssprache

Kompetenzfeld: 3 Digitale Systeme & Computersysteme
Kompetenzbereich: 3.3 Embedded Systems
Handlungskompetenz: D (Analysieren)
Relevante(r) Deskriptor(en):
Ich kann Embedded Systems modellieren und gewählte Ansätze hinsichtlich der Einsatzfähigkeit beurteilen.
Themenbereich(e) und Fertigkeit(en): Embedded Systems
Methodisch - didaktische Hinweise: Einzelarbeit
Hilfsmittel: VHDL Compiler
Zeitbedarf: 15 min

Aufgabenstellung:

Gegeben ist folgender VHDL-Code für ein Hardwaremodul:

```
library IEEE;
use IEEE.STD_LOGIC_1164.ALL;
use IEEE.STD_LOGIC_ARITH.ALL;
use IEEE.STD_LOGIC_UNSIGNED.ALL;

entity UnknownEntity is
    port(CLK, RESET : in std_logic;
         Q : out std_logic_vector(3 downto 0));
end UnknownEntity;

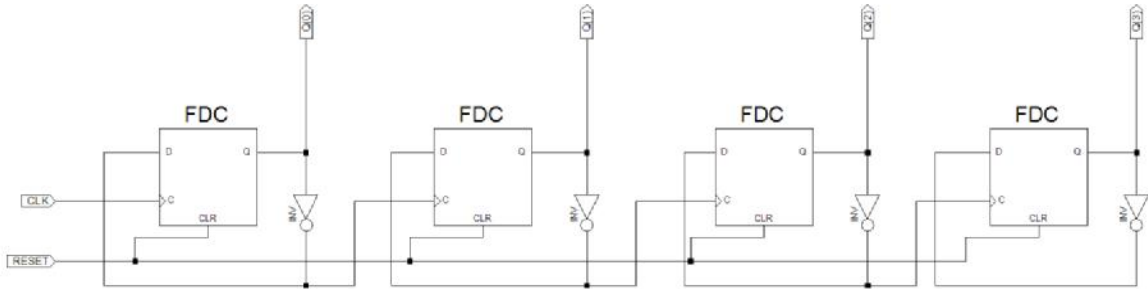
architecture Behavioral of UnknownEntity is
    signal tmp_count: std_logic_vector(3 downto 0);
begin
    UnbekannterProzess : process (CLK, RESET)
    begin
        if RESET = '1' then tmp_count <= (others => '0');
        elsif CLK ' event and CLK = '1' then tmp_count <=
tmp_count + 1;
        end if;
    end process UnbekannterProzess;
    Q <= tmp_count;
end Behavioral;
```

Gefordert:

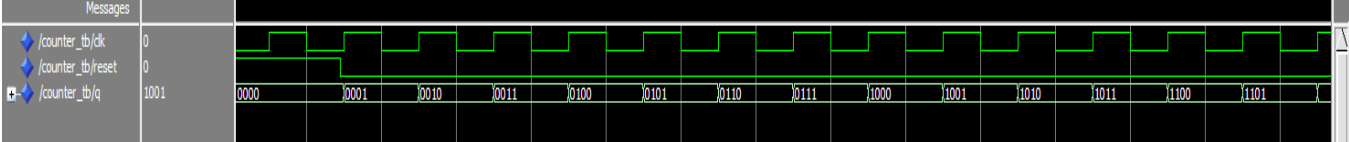
Geben Sie die zugehörige Detailschaltung und das Timing Diagram (Zeitdiagramm) an.

Lösungsvorschlag:

a) Schaltung:



b) Timing:



BEISPIEL 7: Codierung mit PRBS-Generator

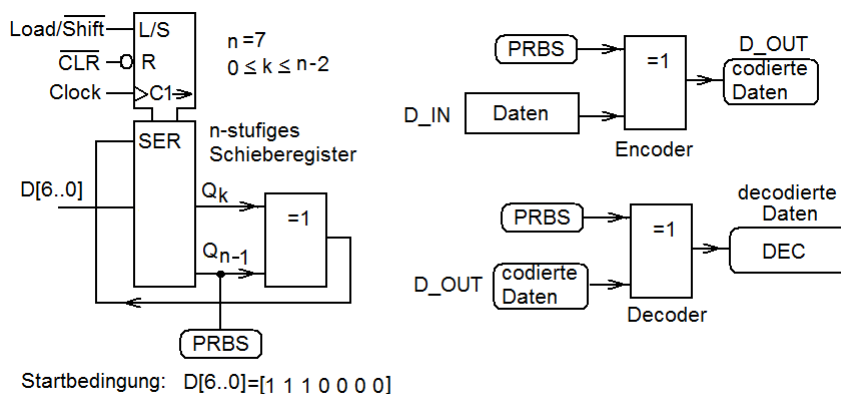
Kompetenzfeld: 4 Kommunikationssysteme und -netze
 Kompetenzbereich: 4.1 Grundlagen der Informationstheorie und Übertragungstechnik
 Handlungskompetenz: C (Anwenden)
 Relevante(r) Deskriptor(en):
 Ich kann anwendungsspezifische Rechenmethoden zur Lösung von Aufgaben in der analogen und digitalen Übertragungstechnik einsetzen.
 Themenbereich(e) und Fertigkeit(en): Grundlagen der Informationstheorie und Übertragungstechnik
 Methodisch - didaktische Hinweise: Einzelarbeit
 Hilfsmittel: Schaltungssimulationsprogramm z.B. PSpice
 Zeitbedarf: 40 min

Aufgabenstellung:

In der digitalen Informationsübertragung werden zur Verbesserung der Übertragungseigenschaften (WDMA) oder zur Codierung (OFDM) von Informationen digitale Pseudo-Zufallsgeneratoren verwendet. In dieser Aufgabe wird ein Pseudo-Zufallsgenerators schaltungsmäßig untersucht.

Ausgangspunkt ist das folgende Blockschaltbild.

Daten: 0-1-0-1 Sequenz mit 100 kb/s, Taktfrequenz $f_{clock}=1\text{MHz}$



Gefordert:

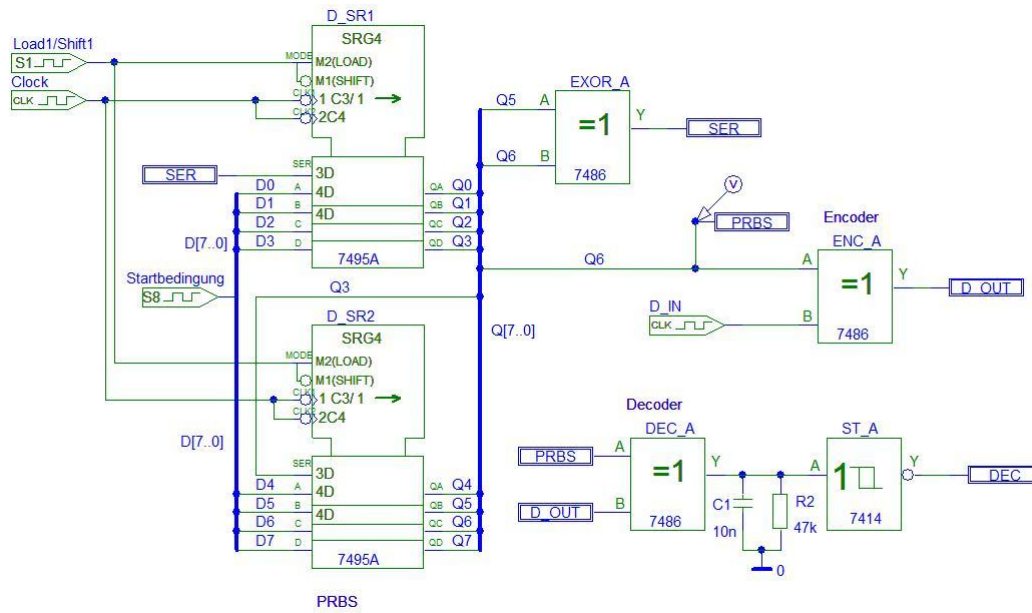
Aufbau und Simulation mit einem Schaltungssimulationsprogramm (z.B. PSPICE)

a) Signalanalyse im Zeit- und Frequenzbereich

- a. PRBS-Signal
- b. Frequenzen im Spektrum
- c. Wiederholrate der PRBS-Folge
- d. Codierte und decodierte Daten

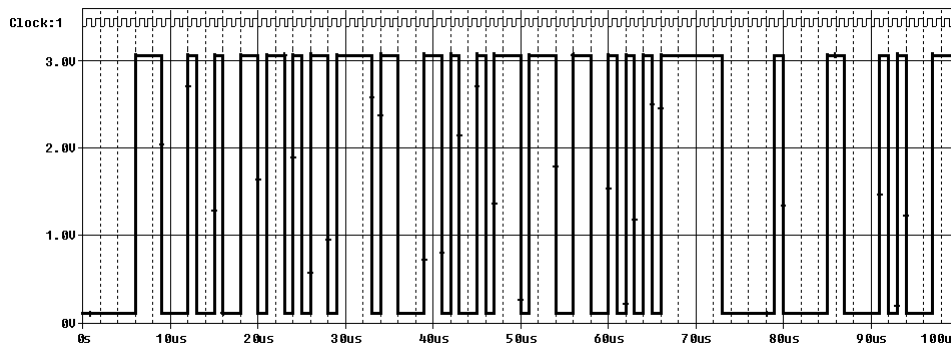
Lösungsvorschlag:

a) Simulation mit PSPICE

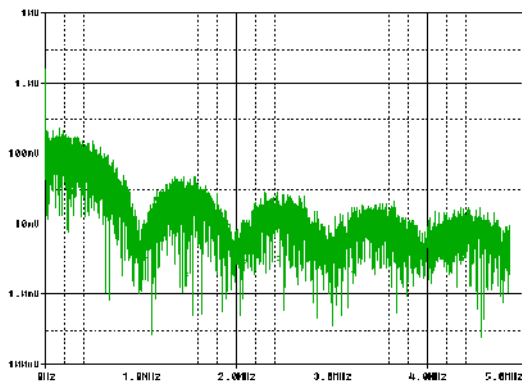


b) Signalanalyse:

b-a) PRBS – Impulsfolge mit Takt

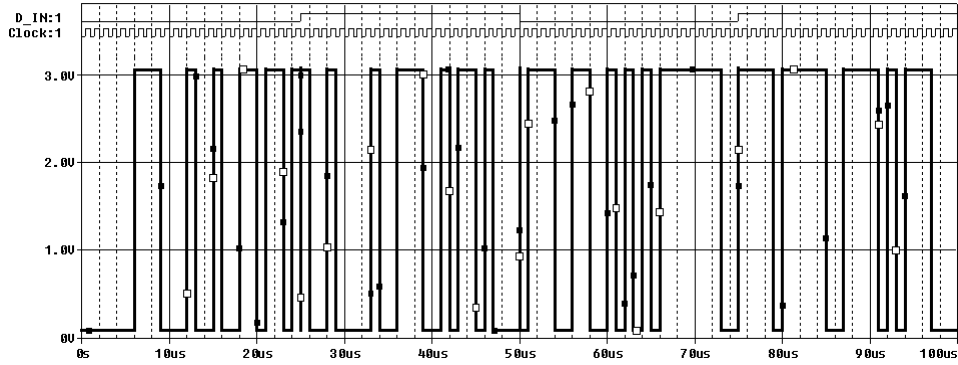


b-b) Frequenzspektrum: Nullstellen: Taktfrequenz

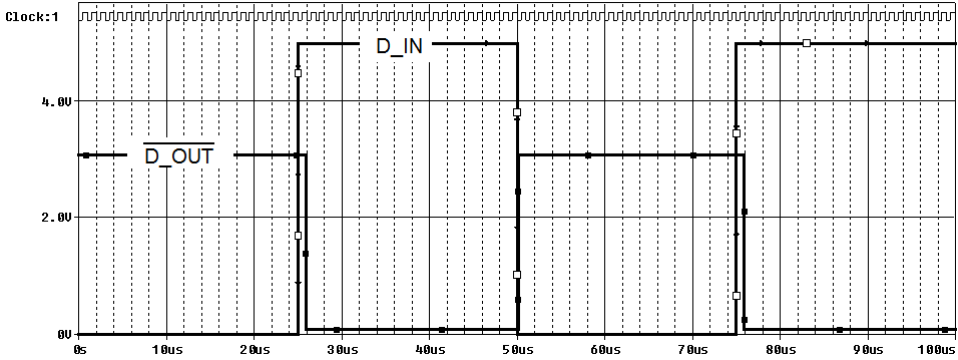


b-c) Wiederholrate der PRBS-Folge: $(2^N - 1)$ - Clockimpulse, nur wenn die Ausgänge Q5 und Q6 verwendet werden.

b-d) Daten, Daten mit PRBS codiert und Takt



Eingangsdaten (D_IN) und decodierte Daten (D_OUT)



BEISPIEL 8: Materialdispersion in LWL

Kompetenzfeld: 4 Kommunikationssysteme und –netze

Kompetenzbereich: 4.3 Optische Nachrichtentechnik

Handlungskompetenz: D (Analysieren)

Relevante(r) Deskriptor(en):

Ich kann optoelektronische Signale messtechnisch erfassen, die Ergebnisse interpretieren und entsprechend der Anwendung bewerten.

Themenbereich(e) und Fertigkeit(en): Optische Nachrichtentechnik

Methodisch - didaktische Hinweise: Einzelarbeit

Zeitbedarf: 15 min

Aufgabenstellung:

Bestimmen Sie für den gegebenen Lichtwellenleiter im 1300 nm – Bereich (OS1-A) die maximal zulässige Signalfrequenz bei einer Signalspeisung mit einer Laserdiode (Breite des Spektrums 2 nm) und einer LED (Breite des Spektrums 40 nm). Die Länge des Kabels beträgt 25 km. Die maximale Dispersion (Verbreiterung) darf 10 % der Impulsbreite des Signals nicht überschreiten.

FASERWERTE FÜR SIMPLEX-/DUPLIX- MINI-BREAK-OUT- UND BREAK-OUT-KABEL <small>(Kabeldaten siehe Seite 18 und 19) Fiber parameters for simplex/duplex/mini-break-out and break-out cables (cable data see pages 18 and 19)</small>					
OSI-Type		OS1-A	OM2 G5-A	OM3 G5-A	OM1 G6-B
EIGENSCHAFTEN <i>properties</i>	EINHEIT <i>unit</i>	E9/125 Singlemode	G50/125 Multimode	G50/125 Multimode	G62,5/125 Multimode
KERNDURCHMESSER <i>core diameter</i>	[µm]	9,2 ± 0,4	50 ± 2,5	50 ± 2,5	62,5 ± 3
MANTELDURCHMESSER <i>cladding diameter</i>	[µm]	125 ± 1	125 ± 2	125 ± 2	125 ± 2
DURCHMESSER PRIMÄRCOATING <i>cladding primary coating</i>	[µm]	245 ± 10	245 ± 10	245 ± 10	245 ± 10
NUMERISCHE APERTUR <i>numerical aperture</i>		–	0,200 ± 0,015	0,200 ± 0,015	0,275 ± 0,015
DÄMPFUNG <i>attenuation</i>	850 nm 1300 nm 1550 nm	[dB/km] – ≤ 0,38 (bei 1310 nm) ≤ 0,28	≤ 2,7 ≤ 0,7 –	≤ 2,5 ≤ 0,7 –	≤ 3,2 ≤ 0,9 –
BANDBREITE-LÄNGEN-PRODUKT <i>bandwidth-length-product</i>	OFL 850 nm OFL 1300 nm Effective modal 850 nm	[MHz·km] – –	– ≥ 600 ≥ 1200	– ≥ 1500 ≥ 500 ≥ 2000	– ≥ 250 ≥ 600 –
CHROMATISCHE DISPERSION <i>chromatic dispersion</i>	1310 nm 1550 nm	[ps/(km·nm)] [ps/(km·nm)]	≤ 3,5 ≤ 18	– –	– –
Typ gem. ISO/IEC 11801 und DIN EN 50173-1 Typ acc. to ISO/IEC 11801 and DIN EN 50173-1		OS1	OM 2	OM 3	OM 1

Ereichbare Gigabit und 10 Gigabit Ethernet Linklängen entnehmen Sie bitten unseren Faser-Datenblättern. Andere Fasertypen auf Anfrage.
For information regarding attainable Gigabit and 10 Gigabit Ethernet link lengths please refer to our fiber data sheets. Other fiber types on request.

Die Impulsverbreiterung Δt wird nach der folgenden Formel berechnet:

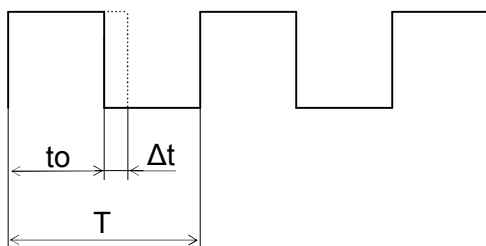
$$\Delta t = D \cdot \Delta\lambda \cdot l$$

Δt ...Impulsverbreiterung

D Chromatische Dispersion

$\Delta\lambda$..Breite des Spektrums der Lichtquelle

l Länge der Leitung



$$T = 1/f \dots \text{Periodendauer}$$

$$t_0 = T/2 \dots \text{Impulsbreite (durch Rechteck genähert)}$$

Δt Impulsverbreiterung

Lösungsansatz:

Die chromatische Dispersion D dieses Kabels bei 1310 nm beträgt laut Datenblatt maximal 3,5 ps/(km nm).

Periodendauer des Signals: $T_{\min} = 1/f_{\max}$

Die Impulsdauer t_0 beträgt die halbe Periodendauer (genähert mit Rechteckimpuls):

$$t_0 = T_{\min}/2 = 1/2f_{\max}$$

Maximale Impulsverbreiterung 10 % von t_0 :

$$\Delta t = 0,1 \cdot t_0 = \frac{0,1}{2f_{\max}}$$

Verbreiterung des Impulses ($\Delta\lambda$ Breite des Senderspektrums, l Länge des Kabels):

$$\Delta t = D \cdot \Delta\lambda \cdot l$$

Maximale Signalfrequenz:

$$\frac{0,1}{2f_{\max}} = D \cdot \Delta\lambda \cdot l \Rightarrow f_{\max} = \frac{0,1}{2D \cdot \Delta\lambda \cdot l}$$

Lasertiode:

$$f_{\max} = \frac{0,1}{2 \cdot 3,5 \frac{\text{ps}}{\text{nm} \cdot \text{km}} \cdot 2 \text{nm} \cdot 25 \text{km}} = \frac{0,1}{2 \cdot 3,5 \cdot 10^{-12} \frac{\text{s}}{\text{nm} \cdot \text{km}} \cdot 2 \text{nm} \cdot 25 \text{km}} = 571.428.571 \text{Hz} = 571 \text{MHz}$$

LED:

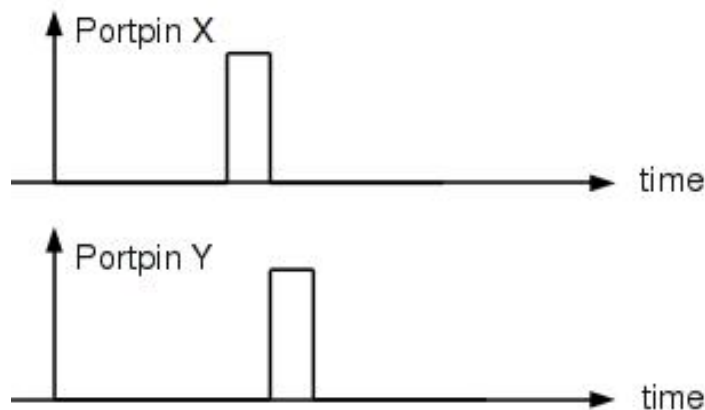
$$f_{\max} = \frac{0,1}{2 \cdot 3,5 \frac{\text{ps}}{\text{nm} \cdot \text{km}} \cdot 40 \text{nm} \cdot 25 \text{km}} = \frac{0,1}{2 \cdot 3,5 \cdot 10^{-12} \frac{\text{s}}{\text{nm} \cdot \text{km}} \cdot 40 \text{nm} \cdot 25 \text{km}} = 28.571.428 \text{Hz} = 28,5 \text{MHz}$$

BEISPIEL 9: Impuls-Erzeugung

Kompetenzfeld: 5 Fachspezifische Softwaretechnik
 Kompetenzbereich: 5.6 Hardwarenahe Programmentwicklung
 Handlungskompetenz: D (Analysieren)
 Relevante(r) Deskriptor(en):
 Ich kann hardwarenahe Programmteile hinsichtlich Code- und Laufzeiteffizienz evaluieren.
 Themenbereich(e) und Fertigkeit(en): Hardwarenahe Programmentwicklung
 Methodisch - didaktische Hinweise: Einzelarbeit
 Hilfsmittel:
 Fachliteratur, Internet, Working instructions, in Werkstätte gefertigtes Hardwaresystem,
 Logikanalysator, Oszilloskop, Messgeräte.
 Zeitbedarf: 90 min

Aufgabenstellung:

Für eine Schaltungsansteuerung einer Lichtschranke sollen durch einen Mikrocontroller auf zwei Portpin-Ausgängen Impulse unmittelbar hintereinander erzeugt werden. Die Impulse sollen periodisch wiederholt werden.

**Gefordert:**

Es ist ein geeigneter Controller zu wählen um Impulse mit einer Impulsbreite von wenigen Mikrosekunden Dauer zu generieren. Für diesen Controller soll ein kurzes Testprogramm geschrieben und in Betrieb genommen werden. Von den benachbarten Portpin-Anschlüssen ist der Status (High oder Low) nicht bekannt, darf aber durch die Programmsequenz keinesfalls verändert werden!

Wichtig: Der Wechsel von High auf Low des Impulses des PortpinsX und dem Wechsel von Low auf High des PortpinsY muss gleichzeitig erfolgen.

- a) Erstellen sie zuerst eine Software, die einen möglichst kurzen Impuls periodisch erzeugt.
- b) Messen sie die erzielte Zeitlänge mit einem geeigneten Messinstrument.
- c) Erzeugen sie zwei Impulse, so wie sie der obigen Skizze zu entnehmen sind. Die beiden Impulse sollen periodisch wiederholt werden. Für die Hardwareschaltung ist es wichtig, dass zwischen den beiden Impulsen keine Zeit verstreicht.

Nach Erstellung und Inbetriebnahme der Software soll mit einem Logikanalysator bzw. dem Oszilloskop überprüft werden, ob der Verlauf der Impulsformen korrekt ist und ob der Status der benachbarten Portpins, wie gefordert, unverändert bleibt.

Abschließend soll auch die Dauer der Impulse analysiert werden.

Lösungsvorschlag:

Die Lösungswege für Punkt a) und b) sind hier nicht extra ausgeführt, da die Lösung der unter Punkt c) gestellten Aufgabe diese Teilschritte mit einschließt.

8051:

Als Controller wurde zuerst ein 51er-Derivat ausgewählt. Als Quarzfrequenz wurde mit 4 Mhz getaktet.

Der Compiler bietet zwar die Möglichkeit jeden Portpin einzeln per Software anzusprechen, da aber laut Anforderung für Punkt c) beide Portpins gleichzeitig angesprochen werden müssen, wird hier einheitlich der ganze Port per Software angesprochen. So ist gewährleistet, dass keine Verzögerungszeit zwischen dem Pegelwechsel der beiden Impulse auftritt.

Das Programm verwendet zwei Masken MASK_A und MASK_B. Mit ihrer Hilfe kann leicht eine nachträgliche Umkonfiguration an die jeweiligen Hardwareanforderungen vorgenommen werden.

Die Variable shadow speichert den Zustand der anderen Portpins.

```
#include <at892051.h>
#define MASK_A 0x40
#define MASK_B 0x20

void main(void)
{
    data unsigned char shadow;
    shadow = 0x0c;
    for(;;)
    {
        shadow |= MASK_A;
        P1 = shadow;
        shadow &= ~MASK_A;
        shadow |= MASK_B;
        P1 = shadow;
        shadow &= ~MASK_B;
        P1 = shadow;
    }
}
```

Die anschließende Untersuchung mit dem Oszilloskop zeigte wie erwartet, dass die geforderten Impulse erzeugt werden konnten. Dabei ist die Dauer des ersten Impulses 6 Maschinentzyklen lang ($= 18 \mu\text{sec} = 6 \times 12 / \text{fosz}$) und die Dauer des zweiten 12 μsec . Die Analyse des durch den Compiler erzeugten Maschinencodes bestätigt diese Messungen. Für den Wechsel beider Portpinpegel sind zwei Befehlsschritte durchzuführen, für das Zurücksetzen des zweiten Portpins nur einer. ($\text{shadow} \mid= \text{MASK_B}$; $\text{shadow} \&= \sim\text{MASK_A}$; bzw. $\text{shadow} \&= \sim\text{MASK_B}$;) Dies erklärt die unterschiedliche Impulsbreite.

Die anderen vorinitialisierten Portpins ändern ihren Pegel während der Impulsgenerierung nie.

ATMEGA 8:

Als zweite Variante wurden die gleichen Arbeitsschritte auch mit einem AVR-Atmega8 Controller durchgeführt. Bei diesem Controller wurde als Oszillator der eingebaute 1 MHz-Oszillator verwendet.

Das Programm dafür ergibt sich wie folgt:

```
#include <avr/io.h>

#define MASK_A 0x40
#define MASK_B 0x20

void main(void)
{
    uint8_t shadow;
    DDRC = 0xff;
    shadow = 0x0c;
    for (;;)
    {
        shadow |= MASK_A;
        PORTC = shadow;
        shadow &= ~MASK_A;
        shadow |= MASK_B;
        PORTC = shadow;
        shadow &= ~MASK_B;
        PORTC = shadow;
    }
}
```

Bei diesem Controller muss ein Datenrichtungsregister gesetzt werden (DDRC). Bei der Untersuchung mit dem Oszilloskop ergibt sich prinzipiell ein gleichwertiges Verhalten. Jedoch beträgt hier die Impulsdauer des ersten Impulses 15 µsec, die des zweiten 10 µsec.

Sollten noch kürzere Impulse erwünscht werden, könnten folgende Zeilen in Betracht gezogen werden:

```
...
uint8_t shadowA, shadowB, shadowC, shadowD;
...

shadowA = 0x0c;

for (;;)
{
    shadowB = shadowA | MASK_A;
    shadowC = shadowB & ~MASK_A;
    shadowD = shadowC | MASK_B;
    shadowA = shadowD & ~MASK_B;

    PORTC = shadowB;
    PORTC = shadowD;
    PORTC = shadowA;
}
...
```

BEISPIEL 10: Installation und Konfiguration eines Webservers

Kompetenzfeld: 5 Fachspezifische Softwaretechnik

Kompetenzbereich: 5.7 Web- und Netzwerkprogrammierung

Handlungskompetenz: E (Entwickeln)

Relevante(r) Deskriptor(en):

Ich bin in der Lage Teilfunktionalitäten auf geeignete Knoten eines verteilten Systems anzuordnen, kann Server einrichten und diese innerhalb eines vorgegebenen Netzwerkes zur Verfügung stellen.

Themenbereich(e) und Fertigkeit(en): Web- und Netzwerkprogrammierung

Methodisch - didaktische Hinweise: Einzelarbeit

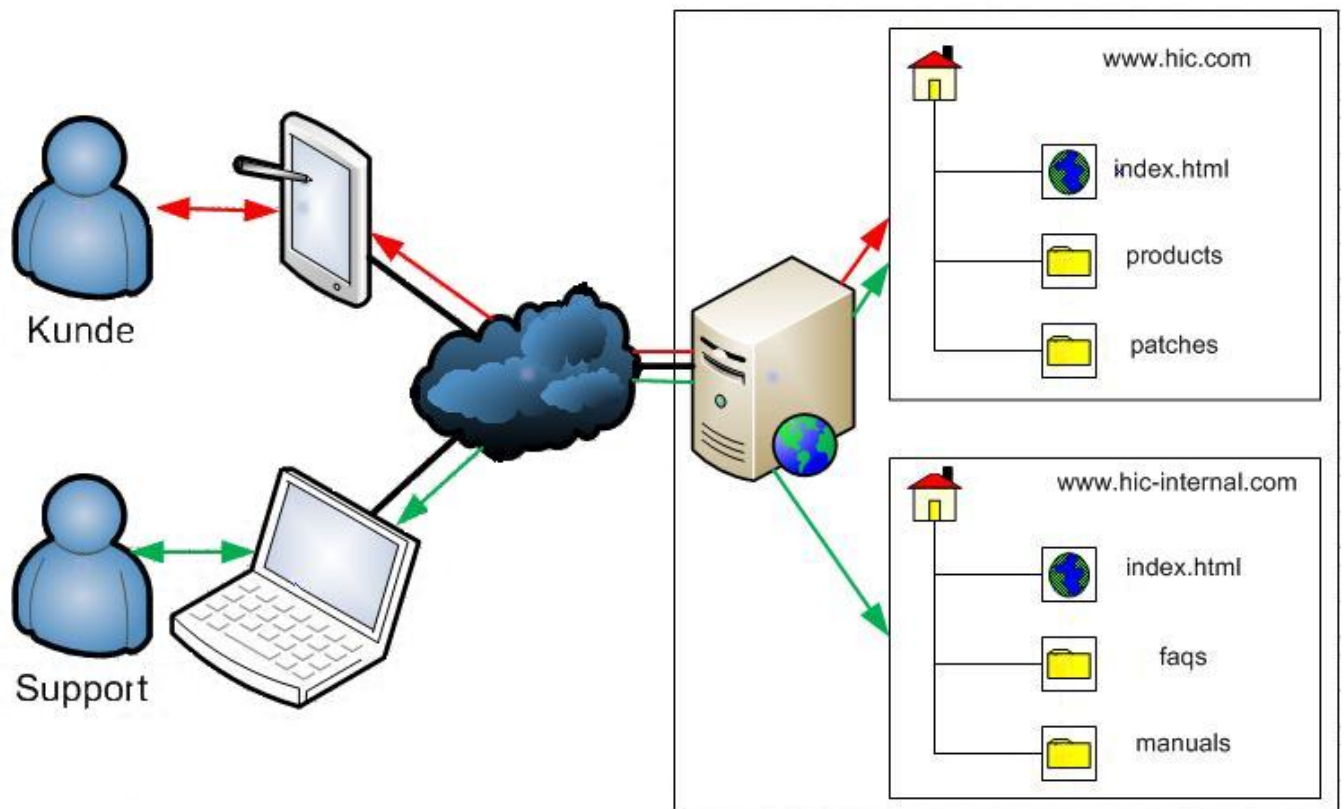
Hilfsmittel: PC mit Verbindung zum Internet

Zeitbedarf: 180 min

Aufgabenstellung:

Die Junior-Company einer HTL namens **hic** (*highly intelligent circuits*) möchte Informationen für Kunden und Wartungspersonal über einen Webserver zur Verfügung stellen.

Die gewünschte Struktur wird grob durch das folgende Bild beschrieben:



Das Konzept sieht die Erstellung zweier Namens-basierter virtueller Hosts auf einem Servercomputer vor.

Die beiden zu konfigurierenden Domänen sind:

- `hic.com`
- `hic-internal.com`

Gefordert:

Die Bearbeitung der Aufgabe sieht folgende Teilschritte vor, Änderungen in der Konfiguration sind direkt in den entsprechenden Dateien durchzuführen:

1. Auswahl einer geeigneten Webserver-Software
2. Installation der Webserver-Software (Binary)
3. Konfiguration des Webserver für automatisches Starten und Stoppen
4. Überprüfen, ob entsprechende Prozesse laufen
5. Abrufen der vorgefertigten Startseite des Webserver
6. Manuelles Stoppen des Servers
7. Manuelles Starten des Servers
8. Einlesen der Konfigurationsdateien vom laufenden Server
9. Setzen statischer Einträge für die Namensauflösung
10. Testen der Namensauflösung
11. Anlegen von Verzeichnisbäumen entsprechend der Struktur des Diagramms
12. Erstellen einer Indexdatei `index.html` in jedem der obigen Basisverzeichnisse
13. Einrichten der virtuellen Hosts www.hic.com und www.hic-internal.com
14. Definition getrennter Log-Dateien `hic_access.log` und `hic-internal_access.log` für die Zugriffe auf die beiden Server. Die Fehlermeldungen sollen weiterhin in eine gemeinsame Log-Datei fließen.
15. Abschließend ist über entsprechende Kommandozeilenbefehle die Anzahl an GET-Requests eines Servers aus der Log-Datei zu ermitteln.

Lösungsvorschlag:

Die geforderten Arbeitsschritte können wie folgt auf Basis von Ubuntu Linux 8.04 umgesetzt werden:

1. Wir wählen den Webserver Apache 2 aufgrund seiner Stabilität, weiten Verbreitung und freien Verfügbarkeit.
2. Installation der Webserver-Software (<http://httpd.apache.org/docs/2.2/>):

```
root@pcxx:~# apt-get install apache2
```
3. Im Zuge der Paketinstallation wird der Webserver automatisch gestartet und die Run-Skripts werden entsprechend angepasst.

4. Das Kommando `ps -aef | grep apache` bestätigt, dass entsprechende Prozesse laufen:

```
root      6099      1  0 15:55 ?        00:00:00 /usr/sbin/apache2 -k start
www-data  6100    6099  0 15:55 ?        00:00:00 /usr/sbin/apache2 -k start
www-data  6102    6099  0 15:55 ?        00:00:00 /usr/sbin/apache2 -k start
www-data  6107    6099  0 15:55 ?        00:00:00 /usr/sbin/apache2 -k start
user      6209    6171  0 15:59 pts/1  00:00:00 grep apache
```

5. Eingabe von <http://localhost/> in einem lokalen Browser sollte die Startseite mit dem Inhalt ***It works!*** anzeigen.

6. Manuelles Stoppen:

```
root@pcxx:/home/user# /etc/init.d/apache2 stop
```

7. Manuelle Starten:

```
root@pcxx:/home/user# /etc/init.d/apache2 start
```

8. Einlesen der Konfigurationsdateien bei laufendem Server:

```
root@pcxx:/home/user# /etc/init.d/apache2 reload
```

9. Für einen lokalen Test ohne Eintrag bei einem DNS-Server erweitern wir die Datei `/etc/hosts` um folgende Zeilen:

```
10.0.2.15 www.hic.com
10.0.2.15 www.hic-internal.com
```

10. Wir testen die Namensauflösung über `ping www.hic.com` und `ping www.hic-internal.com`.

11. Die Teilschritte bzw. Kommandos zum Anlegen von Ordnerhierarchien werden als bekannt vorausgesetzt.

12. Eine minimale Indexdatei zum Test des Servers www.hic.com könnte wie folgt aussehen (analog für hic-internal):

```
<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01//EN"
  "http://www.w3.org/TR/html4/strict.dtd">
<html>
  <head>
    <title>hic</title>
  </head>
  <body>
    Welcome to the hic site!
  </body>
</html>
```

13. Wir fügen folgende Zeilen in die Datei `/etc/apache/httpd.conf` ein, die als Teil der Gesamtkonfiguration integriert wird:

```
NameVirtualHost *

<VirtualHost *>
  ServerName www.hic.com
  DocumentRoot /var/hic
</VirtualHost>

<VirtualHost *>
  ServerName www.hic-internal.com
  DocumentRoot /var/hic-internal
</VirtualHost>
```

Etwaige mehrfache `NameVirtualHost`-Direktiven, wie sie je nach Version durch den Default-Server vorhanden sein können, müssen auskommentiert werden.

14. Die modifizierten Einträge sehen wie folgt aus:

```
NameVirtualHost *

<VirtualHost *>
  ServerName www.hic.com
  DocumentRoot /var/hic
  CustomLog /var/log/apache2/hic_access.log combined
</VirtualHost>

<VirtualHost *>
  ServerName www.hic-internal.com
  DocumentRoot /var/hic-internal
  CustomLog /var/log/apache2/hic-internal_access.log combined
</VirtualHost>
```

15. Eine mögliche Pipe lautet:

```
user@pcxx:/var/log/apache2$ grep 'GET /' hic_access.log | wc -l
```

BEISPIEL 11: Konstruktion der Mechanik und Elektronik für einen 3D-Scanner

Kompetenzfeld: 1 Hardwareentwicklung

Kompetenzbereiche: 1.6 PCB-Design, 1.7 Werkstoffe und deren Bearbeitung, 1.8 Fertigen von elektronischen Schaltungen

Handlungskompetenzen: C (Anwenden), E (Entwickeln)

Relevante(r) Deskriptor(en):

- Ich kann mit geeigneten Werkzeugen für gegebene Schaltungen ein Schaltungslayout erstellen.
- Ich kann geeignete Werkstoffe für die Fertigung von elektronischen Komponenten auswählen und bearbeiten.
- Ich kann systemrelevante mechanische Komponenten normgerecht konstruieren und fertigen.
- Ich kann Fertigungstechniken zur Herstellung elektronischer Geräte umsetzen.
- Ich kann elektronische Schaltungen fertigungsgerecht entwickeln, produzieren, messtechnisch überprüfen, in Betrieb nehmen und dokumentieren.

Themenbereich(e) und Fertigkeit(en):

PCB-Design, Werkstoffe und deren Bearbeitung, Fertigen von elektronischen Schaltungen

Methodisch - didaktische Hinweise: Gruppenarbeit

Hilfsmittel: alle

Zeitbedarf: 200 Unterrichtseinheiten

Gefordert:

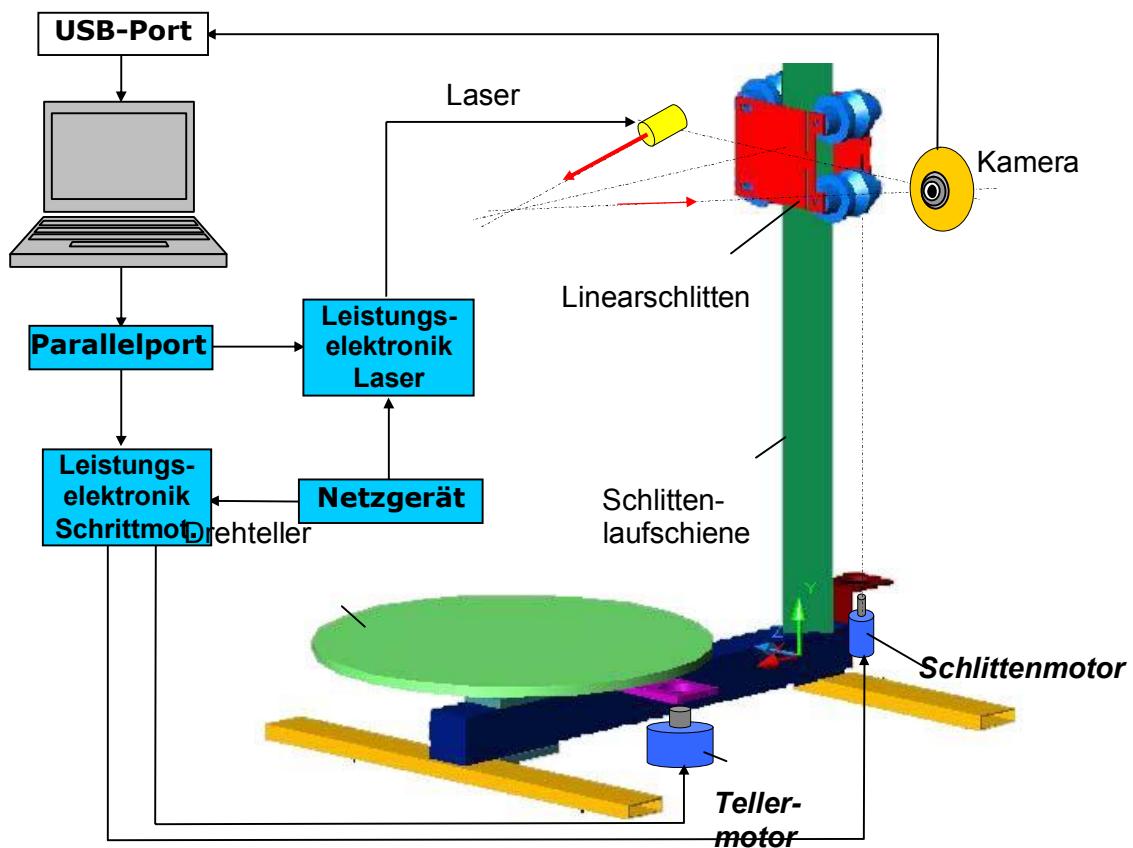
Der 3D-Scanner soll die automatisierte, Vermessung von 3-dimensionalen Objekten bis zu einem Durchmesser von 60cm und einer Höhe von etwa 80cm gestatten. Die zu scannenden Gegenstände werden auf dem rotierenden Tisch platziert und befestigt. Die Drehzahl ist einstellbar und kann zwischen 1U/min und 60U/min elektronisch verstellt werden. Der Drehtisch soll zylindrische Gegenstände mit einem Maximalgewicht von 10kg tragen können. Der Antrieb erfolgt über einen Gleichstrommotor. Lagerspiele von maximal 0.05mm sind zulässig. Die Position des Drehtisches ist spielfrei zu messen (Auflösung 0.01°). Die Beschleunigung auf Maximaldrehzahl hat bei voller Last in maximal 3s zu erfolgen. Für die Konstruktion soll auf eine minimale Anzahl von Teilkomponenten geachtet werden.

Aufgabenstellung:

- Platinenentwurf, Erstellung von Fertigungsunterlagen und Platinenfertigung
- mechanische Konstruktion, Erstellung der Konstruktionsunterlagen und Wahl der Werkstoffe
- Berechnung Getriebe, Antriebsberechnung und Simulation
- Fertigung der mechanischen Komponenten
- Verifikation der Präzision der gefertigten Komponenten und der Gesamtanlage
- messtechnische Überprüfung der Vorgabedaten

Lösungsvorschlag:

Das Gesamtprojekt beinhaltet umfangreiche Mechanik-, Elektronik und Softwareteile. Dieser Teil beschränkt sich ausschließlich auf die Hardware (Mechanik und Elektronik). Die Softwarekomponenten beinhalten die Ansteuerungssoftware für die Schrittmotoren, die Bildverarbeitung und die Ausgabe im Web-VRML-Format und im 3D-Autocad-Format und werden von einer zweiten Projektgruppe behandelt.



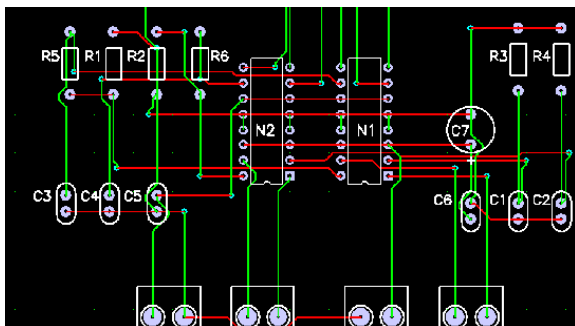
Übersicht Motoren und Getriebe

Motoren und Getriebe

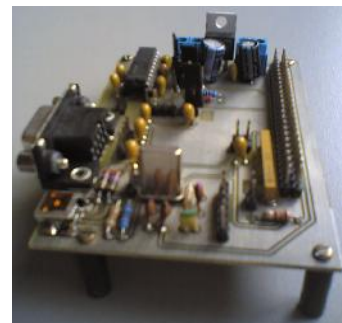
Die Berechnungen ergeben einen maximal zulässigen Polradwinkel von 0.3° . Eine Überdimensionierung des Schrittmotors ist nötig.

Leistungselektronik

Die Schrittmotoren arbeiten im Mikroschrittbetrieb. Die Leistungsstufe kann in Ausführung als Brücke sowohl für den Drehtellermotor (bipolar) und den Linearschlittenmotor (unipolar) eingesetzt werden. Die elektronischen Einheiten werden konstruiert, gefertigt und getestet.



Leiterplattenentwurf



Bestücktes Board

$$J_{Scheibe} = \int_0^{R1=55, h=10} r^2 dm = \int_0^{R1=55, h=10} r^2 * \rho 2r\pi * h * dr = \rho\pi h \frac{r^4}{2} \Big|_0^{R1=55, h=10} = ..$$

Simulation des Beschleunigungsvorganges

$$J_{Nabe} = J_{Scheib1} + J_{Scheib2} = 17.2 * 10$$

$$J_{Last} \approx \rho\pi h \frac{r^4}{2} = m \frac{r^2}{2} = 10 * \frac{0.2^2}{2} =$$

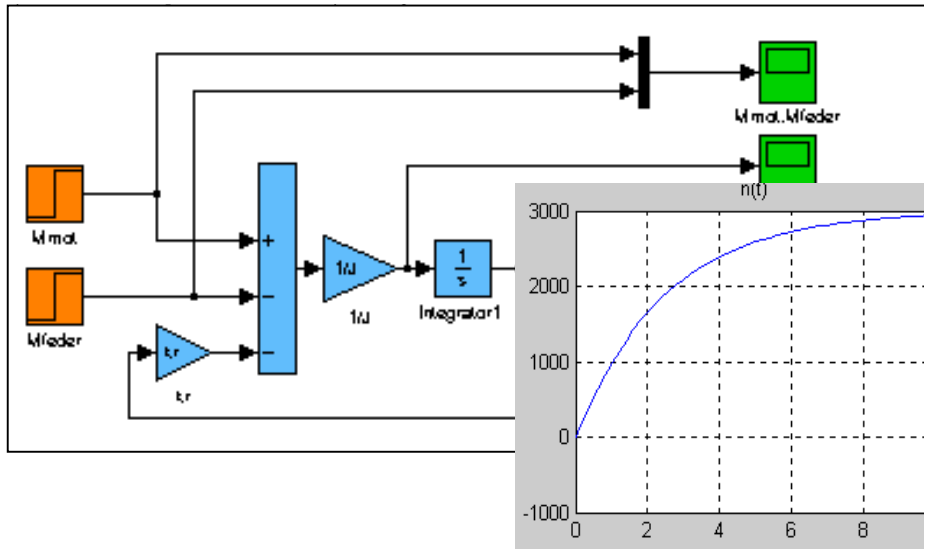
$$J_{ges} = (J_{Last} + J_{Nabe} + J_{Zahnrad}) / i^2 -$$

$$\sum M = M_{Motor} - M_{Feder} \quad | \quad M_{Feder, opt} = 0.5 * I$$

$$M_{Motor} - 0.5 * M_{Motor} - 0.1 * M_{Motor}$$

...

Herleitung der dyn. Gleichungen



Mechanische Konstruktion

Die Mechanik umfasst insgesamt ca. 80 Normteile und ca. 20 unterschiedliche zu konstruierende Einzelteile. Die 3D-Konstruktion gestattet die frühzeitige Überprüfung und Elimination von Konstruktionsfehlern. Die nahtlose Integration des Konstruktionsprozesses in einen CAM-Prozess ist gewährleistet. Die Fertigung erfolgt durch die Schülergruppe an den CNC-Maschinen. Als Werkstoffe wird zweckmäßigerweise Aluminium verwendet. Die Wellen werden in Stahl gefertigt.

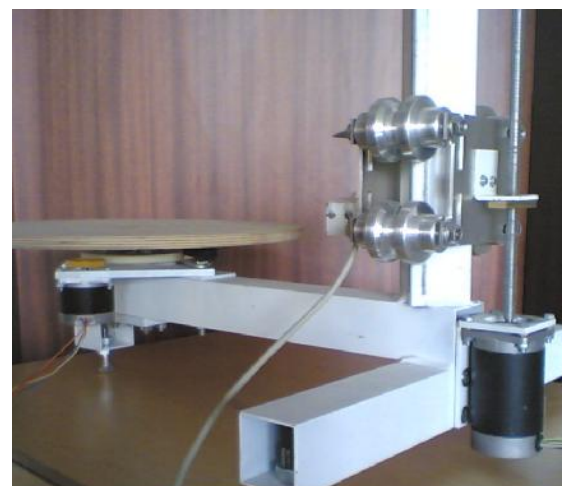
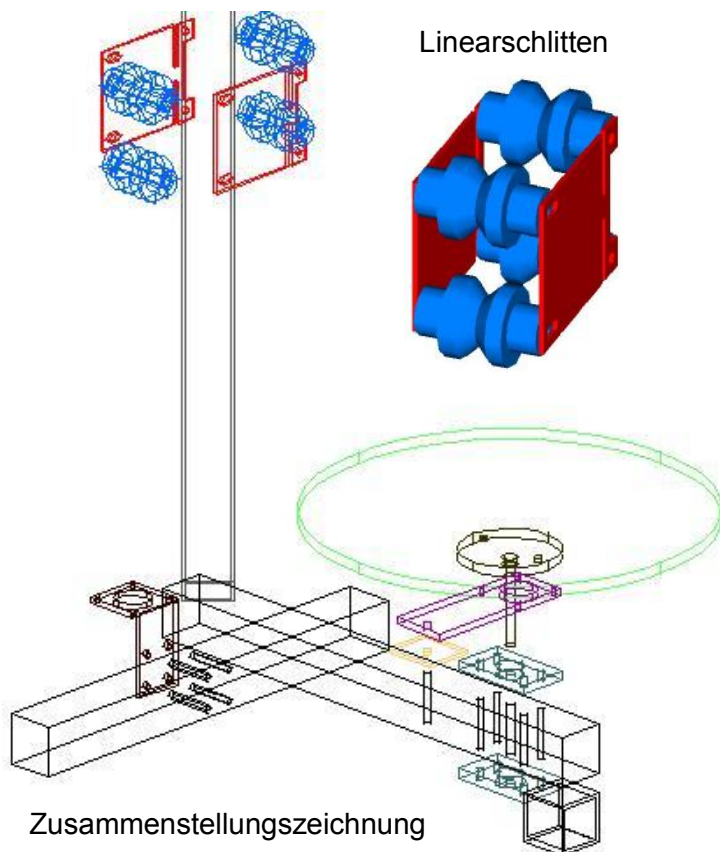
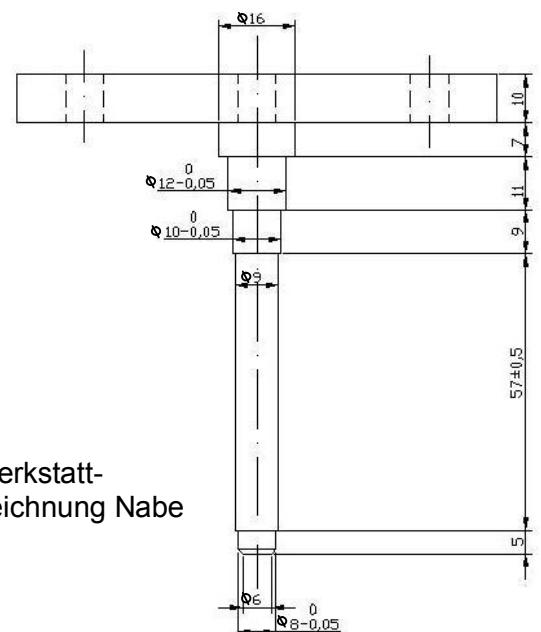


Foto des Scanners



Werkstatt-Zeichnung Nabe