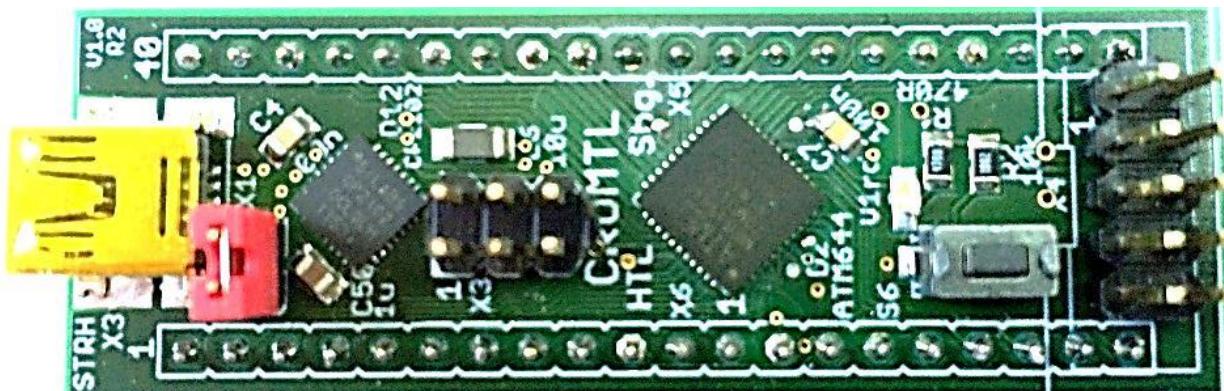


Hard- und Software Projektentwicklung

HWE FSST

Projektleitfaden



Geltende Vorschrift zur
Unterlagenerstellung

Inhaltsverzeichnis

VORWORT:	6
1 GELTUNGSBEREICH.....	7
1.1 Auszug aus dem geltenden Lehrplan für HWE, FSST, GME	7
1.1.1 Kompetenzbereich „PCB-Design“:.....	7
1.1.2 Kompetenzbereich „Werkstoffe der Elektronik“:	7
1.1.3 Kompetenzbereich „Embedded Systems“:	8
1.1.4 Kompetenzbereich „Realisierung und Test von Systemen“:	8
1.1.5 Kompetenzbereich „Fachrichtungsspezifische Software“:.....	8
1.1.6 Kompetenzbereich „Softwareentwicklung“:.....	9
1.1.7 Kompetenzbereich „Hardwarenahe Programmentwicklung“:.....	9
2 AUSFÜHRUNG DER FERTIGUNGSUNTERLAGEN.....	10
2.1 Projektmappenbeschriftung.....	11
2.2 Projektdeckblatt	12
2.3 Terminplan und Benotungsblatt	13
2.4 Projektinhaltsverzeichnis.....	14
2.4.1 Grafik Vorlage	16
2.4.2 Text Vorlage.....	17
2.5 Projektkurzbeschreibung.....	18
2.6 Pflichtenheft	19
2.7 Bedienungsanleitung	21
2.8 Fertigungsunterlagen für den Hard- und Softwarebereich (Reihenfolge der Dokumentation)	23
2.9 Kalkulation.....	24
2.10 Literaturliste, Internetverweise.....	25
3 FERTIGUNGSUNTERLAGEN FÜR DEN HARDWAREBEREICH	26
3.1 Blockschaltbild	26
3.2 Schaltplan - Stromlaufplan	27
3.2.1 Schaltzeichen und Symbole.....	29

3.2.2	Beschriftung von Schaltzeichen und Symbolen	37
3.2.3	Platzteilung und Abbrüche in einem Schaltplan	41
3.2.4	Bauteilnummerierung	41
3.2.5	Netzlinien - Bussysteme - Labels - Begrenzungslinien	42
3.2.6	Darstellung der Stromversorgung bei Schaltplänen	46
3.2.7	Darstellung von Steckverbindern und Lötpads	47
3.2.8	Verwendete Normen für Schaltzeichen und Referenzkennzeichen	48
3.2.9	Design Rules für Schaltpläne in der CAD Software	49
3.3	Stückliste (Leiterplattenstückliste)	51
 3.3.1	Kurzbezeichnungen	56
3.4	Schaltungsbeschreibung - Funktionsbeschreibung	57
3.5	Impulsdiagramme, Oszilloskopbilder	58
3.6	Angaben zur Schaltungssimulation	59
3.7	Leiterplattenkonstruktion	60
3.8	Gehäusekonstruktion - Einzelteilzeichnung	61
3.9	Layout - Leiterbild	62
 3.9.1	Leiterplatten Auftragsformular	67
3.10	Layouts	68
3.11	Lötstoppmasken	69
3.12	Bestückungspläne	70
3.13	Bauteileaufdruck	71
3.14	Bohrplan	72
3.15	Geräteverdrahtungspläne	73
3.16	Einzelteilzeichnung	75
3.17	Montagezeichnung	75
3.18	Explosionszeichnungen	75
3.19	Montage, Einbau und Einstellanleitung	75
3.20	Prüfvorschrift	75
3.21	Bau und Messanleitung	76
3.22	Gerätestückliste - Gesamtstücklisten	79
3.23	Fertigungsrichtlinien für Leiterplatten	80
 3.23.1	Allgemeine Richtlinien ÖN EN 60097 ersetzt DIN 40801	80
 3.23.2	Raster	81
 3.23.3	Rastermaß	81
 3.23.4	Lötaugen	83

3.23.5	Leiterbahnen.....	84
3.24	Design Rules nach HTL – Standard	89
3.25	Design Rules für industrielle Fertigung.....	90
3.26	Datenblätter	91
4	HINWEISE ZUR SOFTWAREDOKUMENTATION.....	92
4.1	Empfehlungen zur Softwaredokumentation	92
4.2	Benutzerdokumentation	93
4.3	Systemdokumentation.....	94
4.4	Weitere Unterlagen zur SW-Dokumentation	95
4.5	Coding Standards für C-Programme	100
4.5.1	Coding-Rules.....	101
5	VORDRUCKE	103
5.1	Allgemeine HTL Standardvorlage.....	103
5.1.1	Standardvorlage Text 20xx.....	103
5.1.2	Standardvorlage Grafik 20xx	104
5.2	Vorlage für technische Zeichnungen	105
5.2.1	Vorlage für A4 Zeichnungen.....	107
5.2.1.1	A4 Rahmen im Hochformat:	107
5.2.1.2	A4 Rahmen im Querformat:.....	108
5.2.2	Vorlage für A3 Zeichnungen.....	109
5.3	Vorlage für Stücklisten	110
5.4	Vorlage für Kalkulation	112
5.5	Vorlage für Terminplan	113
5.6	Vorlage für Deckblatt	114
6	ANHANG SICHERHEITSTECHNIK	115
6.1	Sicherheitstechnik – die Vorschriften.....	115
6.1.1	Schutzklasse 1	115
6.1.2	Schutzklasse 2	116
6.1.3	Schutzklasse 3 - SELV	116
6.2	Prüfmethoden der Schutzklassen	117
6.3	Praktische Hinweise	119
6.3.1	Netzdurchführung.....	119
6.3.2	Netzschalter.....	120
6.3.3	Verdrahtung.....	120

6.3.4	Transformatoren.....	122
6.3.5	Tipps für den Schutzleiteranschluss	123
6.3.5.1	Anschluss auf unlackierten Gehäuseteilen	123
6.3.5.2	Anschluss auf lackierten Gehäuseteilen	123
6.3.5.3	Beispiel für Chassisaufbauten	123
6.3.5.4	Schutz vor chemischer und elektrochemischer Korrosion.....	124
6.3.5.5	Kontaktscheiben und Kontaktmuttern	124
6.4	Arbeitsplatzsicherheit - Messen und Testen	125
7	ANHANG ANSCHLUSSBELEGUNGEN UND HILFSMITTEL	126
7.1	Gehäusebauformen und Maße.....	126
7.2	Gehäusekurzbezeichnungen	132
7.3	Steckerbelegungen	135
7.3.1	Audio, Video, DMX, MIDI.....	135
7.3.2	PC Stecker.....	135
7.3.3	PC-Technik Stromversorgung	139
7.3.4	Telekommunikation allgemein.....	140
7.3.5	Telekommunikation Österreich - TDO Dose	141
7.3.6	Netzwerktechnik	143
7.3.7	Steckverbindungen in der Elektronik	145
8	ANHANG KENNWERTE, NORMEN UND NORMBEHELFE	146
8.1	Zeichnungsformate	146
8.2	Farbcodetabellen	148
8.3	Normreihen.....	149
8.4	Ersatz der Normen DIN40719 & EN61346 durch IEC81346	150
8.5	Wichtige Tonfrequenzen und Schalldrücke	158
8.6	EMV - Richtlinien	160
8.7	RoHS – Restriction of Hazardous Substances.....	163
9	ANHANG VERWENDETE SOFTWARE UND GRUNDEINSTELLUNGEN	167
9.1	EAGLE ab Version 7	167

Vorwort:

Diese Mappe enthält die derzeit gültigen Anweisungen über das Aussehen und die Form der in der HTL Salzburg angefertigten Projekte und Übungen.

Die Arbeitsgemeinschaft Elektronik (kurz: ARGE) hat sich darauf geeinigt, dass diese Vorgaben im Theorie-, Labor- und Prototypenbauunterricht bindend umzusetzen sind.

In der ARGE sind alle Lehrer aus dem fachtheoretischen Unterricht sowie Lehrer aus dem fachpraktischen Prototypenbauunterricht vertreten.

Da die Elektronik ein sehr dynamisches Arbeitsfeld darstellt, ist die entsprechende Anpassung dieses Manuskripts an die aktuellen Gegebenheiten erforderlich. Die Schüler werden aufgefordert, immer die neuesten, geltenden Richtlinien zu verwenden. Am Schulserver wird ein entsprechendes Verzeichnis eingerichtet, in dem diese Richtlinien jederzeit abgerufen werden können.

Es wurde versucht, immer auf die geltenden österreichischen Normen zurück zu greifen. Dort, wo es nicht möglich war, wurde auf die entsprechende DIN oder IEC Norm verwiesen. Abweichungen von Normvorgaben treten nur in den Bereichen auf, in denen eine Anpassung an die Gegebenheiten eines Schulbetriebes hilfreich und sinnvoll ist.

1 Geltungsbereich

Die Richtlinien sind für den Theorie- und Prototypenbauunterricht bindend. Dem einzelnen Lehrer obliegt es, Teile aus diesen Richtlinien zu ändern oder entsprechend den unterrichtsspezifischen Gegebenheiten zu ergänzen. Prinzipiell ist für die in diesem Skriptum nicht definierten Bereiche die ÖNORM als Lehrgrundlage zu verwenden.

1.1 Auszug aus dem geltenden Lehrplan für HWE, FSST, GME

1.1.1 Kompetenzbereich „PCB-Design“:

Bildungs- und Lehraufgabe:

Die Schülerinnen und Schüler

- kennen die grundsätzlichen Erfordernisse bei der Erstellung eines Platinenlayouts;
- können mit geeigneten Werkzeugen für gegebene Schaltungen ein Schaltungslayout erstellen;
- können Layouts in Hinblick auf Konstruktionsrichtlinien und EMV-Kriterien beurteilen und für komplexe elektronische Schaltungen die Fertigungsunterlagen erstellen.

Lehrstoff:

- CAD-Werkzeuge (Grundlagen).
- CAD-Werkzeuge (Anwendungen); Planen und Realisieren von Layouts.
- Signalintegrität, EMV-Kriterien.
- Fertigungsunterlagen: technische Freihandzeichnungen, normgerechte Objektdarstellung mittels CAD.
- Erstellen der Fertigungsunterlagen (Schaltplan, Druckvorlage, Bohrplan, Bestückungsplan, Werkzeichnungen, Zusammenstellungszeichnungen, Stückliste) nach vorgegebenen Schaltungen unter Berücksichtigung feinwerktechnischer Bauelemente.

1.1.2 Kompetenzbereich „Werkstoffe der Elektronik“:

Bildungs- und Lehraufgabe:

Die Schülerinnen und Schüler

- 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, die Qualität systemrelevanter Komponenten und Verbindungstechniken messen und bewerten;
- können systemrelevante mechanische Komponenten normgerecht konstruieren und fertigen.
- die fachbezogenen Vorschriften und Normen verwenden.

1.1.3 Kompetenzbereich „Embedded Systems“:

Bildungs- und Lehraufgabe:

Die Schülerinnen und Schüler

- können Embedded Systems unter Verwendung von Entwicklungsplattformen als Hardware Software Co-Design realisieren;
- können für die jeweilige Anwendung geeignete programmierbare Logikbausteine auswählen, mithilfe von Hardwarebeschreibungen konfigurieren und testen.

Lehrstoff:

- Prozessoren, Einführung in die Mikrocontrollerprogrammierung.
- Entwurf und Dokumentation von Mikrocontrollerprogrammen, Peripheriebausteine, Interface-Techniken.
- Betriebssysteme für Embedded Systems; Echtzeitverarbeitung.

1.1.4 Kompetenzbereich „Realisierung und Test von Systemen“:

Bildungs- und Lehraufgabe:

Die Schülerinnen und Schüler können

- Prototypen digitaler Systeme fertigen, in Betrieb nehmen, unter Verwendung von Software-Tools und Messgeräten testen bzw. Fehler lokalisieren und beheben.

Lehrstoff:

- Produktentwicklungen: Systematik und Wertanalyse; fächerübergreifende Projekte unter Einbeziehung der Pflichtgegenstände "Laboratorium" und "Prototypenbau";
- Entwicklung von Geräten und Software; Dokumentation und Präsentation.
- Digitale Systeme:
- Aufbau, Test und Fehlersuche bzw. -behebung.
- Mikrocontroller und programmierbare Logikbausteine:
- Implementierung, Test und Fehlersuche bzw. -behebung.
- Komplexe Systeme:
- Einsatz von Betriebssystemen für Embedded Systems; EMV-konformer Aufbau.

1.1.5 Kompetenzbereich „Fachrichtungsspezifische Software“:

Bildungs- und Lehraufgabe:

Die Schülerinnen und Schüler verstehen

- die Funktionalität von Anwendersoftware und können sie zur Lösung von konkreten Aufgabenstellungen einsetzen.
- kennen die Vor- und Nachteile gängiger Programmiersprachen und können die für eine spezifische Aufgabe geeignete wählen;
- können Grundstrukturen, Befehle, Syntaxregeln und Programmerzeugungsmechanismen einer vorgegebenen Programmiersprache einsetzen und die Funktionalität von Softwaremodulen anhand des Quellcodes nachvollziehen;
- können die Regeln von vorgegebenen Programmiersprachen für die Lösung komplexer Aufgaben anwenden.

Lehrstoff:

- Office-Programme, fachspezifische Werkzeuge.
- Sprachkonzepte, Syntaxregeln.
- Strukturen von Programmiersprachen.
- Modulare Programmierung.
- Spezifischer Einsatz adäquater Programmiersprachen für spezifische Aufgabenstellungen.
- Spezifischer Einsatz adäquater Programmiersprachen für komplexe Aufgabenstellungen.

1.1.6 Kompetenzbereich „Softwareentwicklung“:

Bildungs- und Lehraufgabe:

Die Schülerinnen und Schüler

- kennen und verstehen die gängigsten Standardalgorithmen und Datenstrukturen sowie deren Anwendungsbereiche und können relevante Informationen aus Entwickler- und Benutzerdokumentation entnehmen;
- können Sprachmittel der Objektorientierung einer Programmiersprache auf eine Aufgabenstellung anwenden, fachspezifische Algorithmen auswählen und einsetzen sowie Algorithmen und Datenstrukturen hinsichtlich Laufzeit und Speicherbedarf abschätzen;
- können Software nach modernen Vorgehensmodellen entwickeln.

Lehrstoff:

- Softwaredokumentation.
- Systemdokumentation; Standardalgorithmen; Verifizieren und Testen.
- Fachspezifische Algorithmen; Objektorientierte Programmierung.
- Implementierung fachspezifischer Algorithmen; Software-Konfigurationsmanagement; Validieren; Software-Wartung.
- Entwurfskonzepte und Vorgehensmodelle; Entwicklung fachspezifischer Software; Software-Wartung, konstruktive Qualitätssicherungsmaßnahmen.

1.1.7 Kompetenzbereich „Hardwarenahe Programmierung“:

Bildungs- und Lehraufgabe:

Die Schülerinnen und Schüler

- kennen und verstehen Strukturen von Mikrocontrollerprogrammen sowie ihr Zusammenwirken innerhalb eines Systems;
- können Software für Mikrocontroller bzw. -systeme erstellen, in Betrieb nehmen, testen und dokumentieren;
- können hardwarenahe Programmteile hinsichtlich Code- und Laufzeiteffizienz evaluieren.

Lehrstoff:

- Mikrocontrollerprogrammierung.
- Programmierung von Echtzeitsystemen, Testverfahren.

2 Ausführung der Fertigungsunterlagen

Die im Unterricht zu verwendenden Vordrucke sind gemäß ÖNORM ausgelegt.

ÖNORM EN ISO 216 definiert die Papierformate und die ÖNORM EN ISO 7200 die Schriftfelder. Die ÖNORM A 1080:2007 definiert die Richtlinien für die Textgestaltung und ist als Grundlage für alle Dokumente zu verwenden.

Alle Vordrucke werden im Kapitel 5 dieses Leitfadens beschrieben.

Für mechanische Konstruktionen sind die im Maschinenbau üblichen Vordrucke zu verwenden. Dazu gehören auch Zeichnungen von Leiterplatten und Gehäuseteilen, die deren Umrisse bzw. Angaben zum mechanischen Bearbeiten beinhalten. Frontplatten, Gehäuseteile sowie Bauteile für die mechanische Befestigung von Leiterplatten fallen auch in diese Kategorie.

Alle anderen Leiterplattenunterlagen, wie

- Stromlaufpläne (Schaltpläne)
- Verdrahtungspläne
- Layouts
- Lötstoppmasken
- Fertigungslayer
- Bohrpläne
- Bestückungspläne
- Stücklisten

gelten nicht als mechanische Konstruktion!

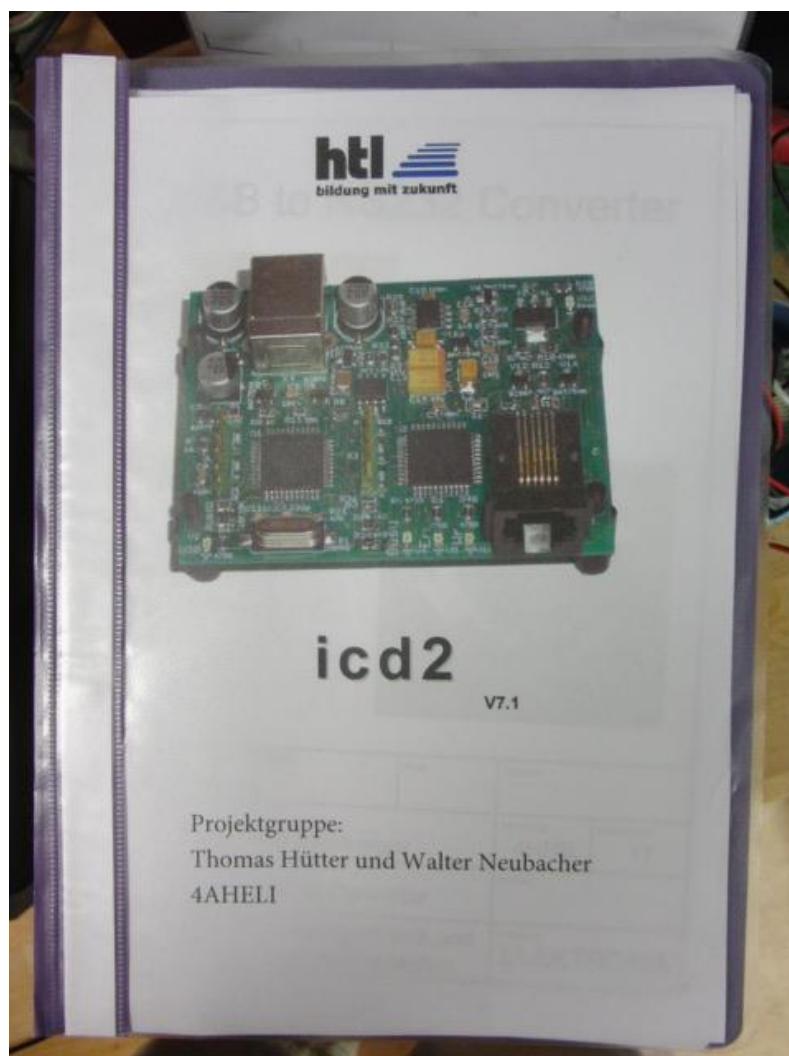
Unterlagen sind prinzipiell auf A3 oder A4 Format zu drucken. Die Abgabe erfolgt in einer Projektmappe im Format A4. Alle Blätter müssen normgerecht gefaltet werden. Die Nummerierung beginnt immer bei eins und wird fortlaufend erhöht. Für die Katalognummer des Schülers ist die Tagebuchnummer einzusetzen.

2.1 Projektmappenbeschriftung

Projektunterlagen sind im A4 Format in gebundener Form abzugeben. Bei der Verwendung eines Schnellhefters ist darauf Rücksicht zu nehmen dass dieser aus einer durchsichtigen Folie besteht, wobei das erste sichtbare Blatt das Deckblatt ist (siehe 5.6). Nach Lehreranweisung darf das Schriftfeld auch mit einem Selbstklebeetikett versehen werden.

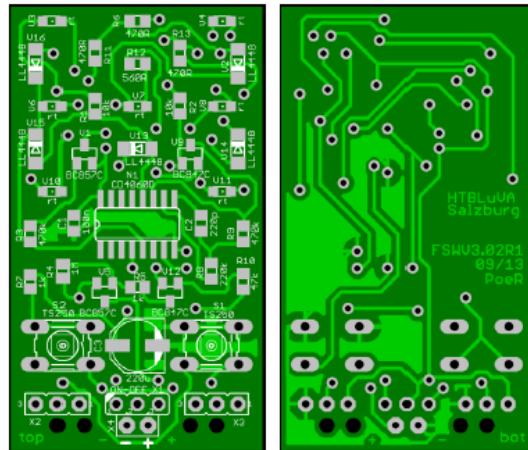
Das Deckblatt (Etikett) muss folgende Informationen enthalten:

- Projektname eventuell mit Zusatz Hardware oder Software
- Unterrichtsgegenstand oder Reifeprüfung
- Vorname, Zuname, Tagebuchnummer. Vorname darf abgekürzt werden! Sollten mehrere Projektpartner beteiligt sein, kann diese Zeile dupliziert werden.
- Klasse bzw. Jahrgang, alles in Großbuchstaben! (2AHEL)



2.2 Projektdeckblatt

Das Deckblatt eines Projektes darf frei gestaltet werden, hier ist die Kreativität des Schülers gefordert. Es soll ein Logo (auf Wunsch ebenfalls frei gestaltbar) und sonst nur die notwendigen Informationen wie Name, Jahrgang, Projekttitle und Gegenstand enthalten. Siehe auch Punkt 2.1.



Version: 3.02
Revision: 001

Ein Projekt von
Max Muster
PBE4 - 2xHEL

2.3 Terminplan und Benotungsblatt

Der Terminplan ist eine Zusammenstellung aller durchzuführenden Arbeiten bis zur Fertigstellung des Projektes. In diesem Blatt werden die geplanten Termine der Teilbereiche eines Projektes sowie die tatsächliche Abgabe und die Bewertung der Einzelleistung eingetragen. Dieses Blatt wird oft als „Terminplan“ oder „Bewertungsbogen“ bezeichnet. Jeder Schüler hat diese Unterlage **immer** mitzuführen. Bei Verlust ist eine neue Projektarbeit zu machen und ein entsprechender Nachweis über die gelernten Tätigkeiten zu erbringen. In diesem Blatt werden vom Lehrer der Leistungsnachweis sowie die Termintreue festgehalten, es handelt sich somit um ein **Dokument!**

Wordvorlage: Terminplan.doc

Nr	Art der Unterlage	Termin	Abgabe	Note	Termin	Abgabe	Note
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							

ARIAL (72) z.

Abgabetermin: ARIAL (16) z.	Abgabe:	Note:	Signum:
Name: ARIAL (20) zentriert		Jahrgang: XXHELX	Katalog-Nr.: 17
Benennung: ARIAL (20) zentriert	Dateiname: ARIAL (10)		
	HWE 1 GME1	Abteilung: ELEKTRONIK	

2.4 Projektinhaltsverzeichnis

Nach dem einheitlichen Deckblatt folgt das Inhaltsverzeichnis, welches ebenfalls nach vorgegebenen Regeln zu erstellen ist.

Kleinere Projekte können in einem Schnellhefter gesammelt und gemeinsam abgegeben werden. In diesem Fall ist ein entsprechendes, erweitertes Inhaltsverzeichnis anzufertigen.

Das Inhaltsverzeichnis basiert auf der HTL Standardvorlage. Diese Vorlage ist sowohl in einer grafikfähigen Version als auch in einer textbasierenden verfügbar. Nach Rücksprache mit dem Lehrer wird für das gesamte Projekt eine der beiden Vorlagen verwendet. Innerhalb des Projektes ist ein Wechsel der Vorlagen nicht erlaubt.

Das Inhaltsverzeichnis besteht aus mehreren Teilen, die je nach Projekt variieren können. So gehört ein Abbildungsverzeichnis (wenn erforderlich), ein Abkürzungsverzeichnis (wenn erforderlich), ein Anlagenverzeichnis, und das Literaturverzeichnis (wenn erforderlich) zwingend zum Inhaltsverzeichnis dazu. Die Nummerierung erfolgt hier mit römischen Zahlen (siehe Muster). Die einzelnen Fertigungsunterlagen werden dann mit arabischen Ziffern nummeriert, bzw. die Anlagen als Beilagen bezeichnet.

Wichtig: Ab dem Schuljahr 2013/14 werden sämtliche Fertigungsunterlagen die mit einem ISO7200 Rahmen ausgestattet sind als Anlagen abgegeben.

Das folgende Beispiel wurde von Hr. Ing. Robert Pöttinger BEd zur Verfügung gestellt.

Wordvorlage: Standardvorlage Grafik 20xx.doc oder Standardvorlage Text 20xx.doc

	Elektronik Technische Informatik	Girls-Day 2011 MINDER V 2.1																																		
Inhaltsverzeichnis																																				
<table border="0"> <tr> <td>Bedienungsanleitung:</td> <td style="text-align: right;">4</td> </tr> <tr> <td>Bauanleitung:</td> <td style="text-align: right;">5</td> </tr> <tr> <td> Widerstände einlöten:</td> <td style="text-align: right;">5</td> </tr> <tr> <td> Montage des IC-Sockels:</td> <td style="text-align: right;">5</td> </tr> <tr> <td> Die fünf Taster:</td> <td style="text-align: right;">6</td> </tr> <tr> <td> LEDs befestigen:</td> <td style="text-align: right;">6</td> </tr> <tr> <td> Die Kapazität wird eingebaut:</td> <td style="text-align: right;">7</td> </tr> <tr> <td> Ein einfacher Halbleiter ist ebenso vorgesehen:</td> <td style="text-align: right;">7</td> </tr> <tr> <td> Die Töne werden durch einen kleinen Schallwandler ausgegeben:</td> <td style="text-align: right;">8</td> </tr> <tr> <td> Die IC-Montage:</td> <td style="text-align: right;">8</td> </tr> <tr> <td> Die Power-Station:</td> <td style="text-align: right;">9</td> </tr> <tr> <td> Rückführung des Anschlusskabels im Batteriefach:</td> <td style="text-align: right;">9</td> </tr> <tr> <td> Einbau der Zugentlastung an der Leiterplatte:</td> <td style="text-align: right;">10</td> </tr> <tr> <td> Effekthascherei mit Werbung für die HTBLuVA:</td> <td style="text-align: right;">11</td> </tr> <tr> <td> Hier erfolgt die Stromversorgung:</td> <td style="text-align: right;">11</td> </tr> <tr> <td> Viel Spaß beim Spielen ist garantiert:</td> <td style="text-align: right;">11</td> </tr> <tr> <td>Farbcodetabelle:</td> <td style="text-align: right;">12</td> </tr> </table>			Bedienungsanleitung:	4	Bauanleitung:	5	Widerstände einlöten:	5	Montage des IC-Sockels:	5	Die fünf Taster:	6	LEDs befestigen:	6	Die Kapazität wird eingebaut:	7	Ein einfacher Halbleiter ist ebenso vorgesehen:	7	Die Töne werden durch einen kleinen Schallwandler ausgegeben:	8	Die IC-Montage:	8	Die Power-Station:	9	Rückführung des Anschlusskabels im Batteriefach:	9	Einbau der Zugentlastung an der Leiterplatte:	10	Effekthascherei mit Werbung für die HTBLuVA:	11	Hier erfolgt die Stromversorgung:	11	Viel Spaß beim Spielen ist garantiert:	11	Farbcodetabelle:	12
Bedienungsanleitung:	4																																			
Bauanleitung:	5																																			
Widerstände einlöten:	5																																			
Montage des IC-Sockels:	5																																			
Die fünf Taster:	6																																			
LEDs befestigen:	6																																			
Die Kapazität wird eingebaut:	7																																			
Ein einfacher Halbleiter ist ebenso vorgesehen:	7																																			
Die Töne werden durch einen kleinen Schallwandler ausgegeben:	8																																			
Die IC-Montage:	8																																			
Die Power-Station:	9																																			
Rückführung des Anschlusskabels im Batteriefach:	9																																			
Einbau der Zugentlastung an der Leiterplatte:	10																																			
Effekthascherei mit Werbung für die HTBLuVA:	11																																			
Hier erfolgt die Stromversorgung:	11																																			
Viel Spaß beim Spielen ist garantiert:	11																																			
Farbcodetabelle:	12																																			



Anlagenverzeichnis:

Schaltplan:	Beilage 1
Stückliste:	Beilage 2
Materialkalkulation:	Beilage 3
Layout Bottom:	Beilage 4
Bestückungsplan Top:	Beilage 5
Bohrplan:	Beilage 6
LP-Konstruktion:	Beilage 7

2.4.1 Grafik Vorlage



1 Folgende Festlegungen werden getroffen:
2 Kopfzeile verpflichtend 1 cm von oben, Fußzeile 1 cm von unten.
3 Nach der Kopfzeile und vor der Fußzeile ist jeweils eine Leerzeile verpflichtend.
4 Schriftgröße der Kopf / Fußzeile: 12pt, Schriftart Arial wird empfohlen.
5 Empfohlene Schriftart des Dokuments: Times New Roman basierend auf Standardvorlage.
6 Schriftgröße des Inhalts: 12pt
7 Nutzbare Zeilen im Dokument: 51 bei Schriftgröße 12pt
8 Überschriften sind abgestuft von 16-13pt

Überschrift Ebene1: (16pt, Fett)

Überschrift Ebene2: (14pt, Fett)

Überschrift Ebene3: (13pt, Fett)

12
13 Linker Rand: verpflichtend 2 cm
14 Rechter Rand: verpflichtend 1 cm

15
16 **Aufbau der Kopfzeile:**

17 Linksbündig: verpflichtend nach Lehreranweisung
18 HTL - Logo
19 HTL - Salzburg ~~Elektronik~~ Logo (coming soon)
20 HTL - ~~Biomedizin~~ Logo (coming soon)

21
22 Mitte: Angabe der Abteilung:
23 Elektronik - Technische Informatik
24 Elektronik - Biomedizin
25
26 Rechtsbündig: Freie Angabe (nach Lehreranweisung), bevorzugt:
27 Zeile 1: Unterrichtsgegenstand
28 Labor, Werkstätte, EDT, FTKL, Werkstättenlabor,
29 Produktionstechnik
30 Zeile 2: Projektname / Übungsname, Aufgabenstellung
31 Zeile 3: Art der Unterlage, Zusatzinformation etc.

32
33 **Aufbau der Fußzeile:**

34 Linksbündig: verpflichtend Klasse, Leerzeichen, Vorname, Leerzeichen, Nachname
35 Mitte: verpflichtend Datum in der Form: tt.mm.jjjj
36 Rechtsbündig: verpflichtend Seite/von Seiten insgesamt

37
38
39
40 Mit dieser Festlegung entspricht die Grafik basierende Vorlage der Textvorlage.
41 Die Kopfzeile trägt das Logo statt dem Text „HTL-Salzburg“, mittig ist die Abteilung, rechts
42 Projekt und Unterrichtsgegenstand.

43
44
45
46
47 **Keine Kopf / Fußzeile bei der ersten Seite, Deckblatt zählt als Seite 1!**
48 Die Fußzeile ist bei der Text basierenden Vorlage und der grafischen gleich.
49 Die Vorlage ist angelehnt an die ÖNORM A 1080.

50
51

2.4.2 Text Vorlage

HTL-Salzburg / Elektronik

USB-Bridge 1.0f

Werkstätte Elektronik 1

- 1 Folgende Festlegungen werden getroffen:
- 2 Kopfzeile verpflichtend 1 cm von oben, Fußzeile 1 cm von unten.
- 3 Nach der Kopfzeile und vor der Fußzeile ist jeweils eine Leerzeile verpflichtend.
- 4 Schriftgröße der Kopf / Fußzeile: 12pt, Schriftart Arial wird empfohlen.
- 5 Empfohlene Schriftart des Dokuments: Times New Roman basierend auf Standardvorlage.
- 6 Schriftgröße des Inhalts: 12pt
- 7 Nutzbare Zeilen im Dokument: 53 bei Schriftgröße 12pt
- 8 Überschriften sind abgestuft von 16-13pt

Überschrift Ebene1: (16pt, Fett)

- Überschrift Ebene2: (14pt, Fett)**
Überschrift Ebene3: (13pt, Fett)

- 13 Linker Rand: verpflichtend 2 cm
- 14 Rechter Rand: verpflichtend 1 cm

Aufbau der Kopfzeile:

- 17 Linksbündig: verpflichtend „HTL-Salzburg / Elektronik“.
- 18 Mitte: Freie Angabe je nach Lehreranweisung, bevorzugt Projekt / Übungsname.
- 19 Rechtsbündig: Freie Angabe (nach Lehreranweisung), bevorzugt Unterrichtsgegenstand
Labor, Werkstätte, EDT, FTKL, Werkstättenlabor, Produktionstechnik.

Aufbau der Fußzeile:

- 23 Linksbündig: verpflichtend Klasse, Leerzeichen, Vorname, Leerzeichen, Nachname.
- 24 Mitte: verpflichtend Datum in der Form: tt.mm.jjjj
- 25 Rechtsbündig: verpflichtend Seite/von Seiten insgesamt.

Keine Kopf / Fußzeile bei der ersten Seite, Deckblatt zählt als Seite 1!

- 29 Mit dieser Festlegung entspricht die Text basierende Vorlage der grafischen.
- 30 Die Kopfzeile trägt links den Text „HTL-Salzburg / Elektronik“ statt dem Logo,
- 31 mittig ist die Projektbezeichnung, rechts der Unterrichtsgegenstand.

- 33 Die Fußzeile ist bei der Text basierenden Vorlage und der grafischen gleich.
- 34 Die Vorlage ist angelehnt an die ÖNORM A 1080.

35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53

2.5 Projektkurzbeschreibung

Als nächstes Blatt folgt eine Kurzbeschreibung des Projektes. Diese muss in einfachen - auch für den Nichtfachmann verständlichen - Worten verfasst werden. Nicht die Vollständigkeit der Aufgabenstellung, sondern die zentrale Erfassung des Problems soll hier vermittelt werden.

Wordvorlage: Standardvorlage Grafik 20xx.doc oder Standardvorlage Text 20xx.doc

 HTBLuVA Salzburg	Elektronik Technische Informatik	Werkstättenlabor USB Konverter Fertigungsunterlagen
Kurzbeschreibung: Der USB-RS232 Konverter dient dazu ein Gerät mit RS232 Schnittstelle an den USB Port vom PC anzuschließen. Gerade Laptophersteller haben in den letzten Jahren auf den Einbau einer seriellen Schnittstelle (RS232) aus Platz- und Preisgründen verzichtet. Da aber viele Industriesteuerungen diese Schnittstelle als Standard verwenden ist ein Bedarf an kompatiblen Konvertern gegeben. Die Umsetzung erfolgt durch einen USB Chip von der Firma FTDI (www.ftdichip.com), der die Protokollkonvertierung übernimmt. Dieser Chip wird mit dem dazugehörigen Treiber am PC als COM Port angezeigt und kann auch als solcher verwendet werden. Die dazugehörigen Treiber für das verwendete System können von der Web Site herunter geladen werden. Es werden Treiber für viele Betriebssysteme angeboten, darunter auch für LINUX, MAC, und WINDOWS CE Systeme. Da die Protokollkonvertierung von dem FTDI Chip nur auf TTL Basis arbeitet, ist ein weiterer Chip notwendig. Dieser erzeugt die normgerechten Pegel um die RS232 Schnittstelle zu emulieren. Weiters ist es möglich die Treibersoftware zu personalisieren, damit kann man eigene Projekte realisieren, die mit einer individuell vergeben PID Nummer sich am System anmelden. Die Stromversorgung erfolgt komplett über den USB Port, es werden keine externen Netzteile benötigt. Bei der Wahl des Gehäuses wurde nicht nur auf die praktische Verwendbarkeit Rücksicht genommen, sondern auch auf das Design. Deswegen wurde ein transparentes, zylinderförmiges Rohr verwendet welches durch die Beleuchtung durch LEDS ein „State of the Art“ Design ergibt.		

2.6 Pflichtenheft

Lasten- und Pflichtenheft sind wohl die Grundlage eines jeden Projektes. Diese „Leistungsbeschreibung“ enthält eine Auflistung der Leistungsmerkmale, die ein Projekt erfüllen muss. Es sind die Vorgaben des Auftraggebers, die hier in Worten und Aufgabenbereichen dargestellt werden müssen. Letztendlich wird das Pflichtenheft zur Grundlage des Entwicklungsauftrages. Die darin enthaltenen Aufgabenstellungen sind bei einem Rechtsstreit die wirkliche Referenz. Nicht nur die Qualität eines Auftrages (welche Funktionen erfüllt werden müssen), sondern auch die Quantität (Umfang der Leistung, Stückzahl, etc.) wird hier definiert. Das Pflichtenheft kann durch grafische Elemente ergänzt werden, auch Fotografien können hier verwendet werden. Ziel ist die eindeutige Definition der Aufgabenstellung.

Ein **Lastenheft** (auch: Grobkonzept) beschreibt die unmittelbaren Anforderungen, Erwartungen und Wünsche an ein geplantes Produkt in natürlicher Sprache. Das kann zum Beispiel ein Softwareprogramm, aber auch ein Auto oder eine Kaffeemaschine sein. Im Gegensatz zum Pflichtenheft muss es weder präzise noch vollständig detailliert sein. Es enthält aber alle wesentlichen Basisanforderungen. Das Pflichtenheft lässt sich auch als Präzisierung des Lastenhefts verstehen.
Je nach Einsatzgebiet und Branche können sich Lastenhefte in Aufbau und Inhalt stark unterscheiden. Auch sind die Begriffe Lastenheft, Pflichtenheft und Spezifikation oft nicht klar gegeneinander abgegrenzt oder werden synonym verwendet.

Das **Pflichtenheft** (auch: Sollkonzept, Fachfeinkonzept, fachliche Spezifikation) ist die vertraglich bindende, detaillierte Beschreibung einer zu erfüllenden Leistung, zum Beispiel eines geplanten Geräts, einer technischen Anlage, einer Maschine, eines Werkzeugs oder auch eines Computerprogramms. Im Gegensatz zum Lastenheft sind die Inhalte

* präzise *
* vollständig *
* nachvollziehbar *

sowie mit technischen Festlegungen verknüpft, die die Betriebs- und Wartungsumgebung festlegen.

Im Gegensatz zum technischen Design (auch: technische Spezifikation) beschreibt das Pflichtenheft die geplante Leistung, im Software- als auch im Hardwareteil als Black Box. Es enthält in der Regel nicht die Lösung der Probleme (hier der Implementierungsprobleme). Es ist bewährte Praxis, bei der Erstellung eines Pflichtenheftes das Ein- und Ausschlussprinzip zu verwenden, d. h. konkrete Fälle explizit ein- oder auszuschließen.

Nach Lieferung des Gerätes (der Software) wird häufig über einen Akzeptanztest festgestellt, ob alle Forderungen des Pflichtenheftes erfüllt werden.

Wordvorlage: Standardvorlage Grafik 20xx.doc oder Standardvorlage Text 20xx.doc

Gliederung des Lastenheftes: (nach Helmut Balzert)

- 1 Zielbestimmung
- 2 Produkteinsatz
- 3 Produktübersicht
- 4 Produktfunktionen
- 5 Produktdaten
- 6 Produktleistungen
- 7 Qualitätsanforderungen. Hierin werden folgende Punkte aufgeführt und mit gut, normal oder nicht relevant ausgezeichnet:
 - Funktionalität
 - Benutzbarkeit
 - Zuverlässigkeit
 - Effizienz
 - Änderbarkeit
 - Übertragbarkeit
- 8 Ergänzungen
Dies können Bemerkungen sein oder weiterführende Grafiken und Dinge, die man für Umsetzung berücksichtigen kann oder soll.

Gliederung des Pflichtenheftes: (nach Helmut Balzert)

- 1 Zielbestimmung
 - 1.1 Musskriterien: für das Produkt unabdingbare Leistungen, die in jedem Fall erfüllt werden müssen.
 - 1.2 Wunschkriterien: die Erfüllung dieser Kriterien wird angestrebt.
 - 1.3 Abgrenzungskriterien: diese Kriterien sollen bewusst nicht erreicht werden.
- 2 Produkteinsatz
 - 2.1 Anwendungsbereiche
 - 2.2 Zielgruppen
 - 2.3 Betriebsbedingungen: physikalische Umgebung des Systems, tägliche Betriebszeit, ständige Beobachtung des Systems durch Bediener oder unbeaufsichtigter Betrieb
- 3 Produktübersicht: kurze Übersicht über das Produkt
- 4 Produktfunktionen: genaue und detaillierte Beschreibung der einzelnen Funktionen
- 5 Produktdaten: langfristig zu speichernde Daten aus Benutzersicht
- 6 Produktleistungen: Anforderungen bezüglich Zeit und Genauigkeit
- 7 Qualitätsanforderungen
- 8 Benutzungsoberfläche: grundlegende Anforderungen, Zugriffsrechte
- 9 Nichtfunktionale Anforderungen: einzuhaltende Gesetze und Normen, Sicherheitsanforderungen, Plattformabhängigkeiten
- 10 Technische Produktumgebung
 - 10.1 Software: für Server und Client, falls vorhanden
 - 10.2 Hardware: für Server und Client getrennt
 - 10.3 Orgware: organisatorische Rahmenbedingungen
 - 10.4 Produkt-Schnittstellen
- 11 Anforderungen an die Entwicklungsumgebung
- 12 Gliederung in Teilprodukte

Bereitstellung dieser Unterlagen durch Prof. OStR Dipl.-Ing. **Gottfried Haiml**

2.7 Bedienungsanleitung

Ein sehr schwieriger Teil eines jeden Projektes ist die Erstellung einer Bedienungsanleitung. Großes Augenmerk ist diesem Abschnitt zu widmen. Die Bedienungsanleitung soll übersichtlich, korrekt und für einen Nichtfachmann verständlich geschrieben sein. Der berühmte „rote Faden“ muss sich von Anfang an durch das Manuskript ziehen. Auf keinen Fall darf man auf die Sicherheitshinweise, die Energieversorgung und die korrekte Inbetriebnahme (Quick reference) verzichten. Für Bedienungsanleitungen existiert je nach Anwendungsbereich eine eigene ÖNORM!

Die nationale deutsche Ausgabe existiert als DIN-Norm DIN EN 82079-1 hierzu ist zugleich VDE 0039-1 und im Juni 2013 erschienen. Die nationalen Ausgaben in Österreich und der Schweiz repräsentieren hingegen derzeit (Stand: April 2013) noch den Stand der EN 62079, nämlich: ÖVE/ÖNORM EN 62079 vom Januar 2002 bzw. SN EN 62079 vom April 2001.

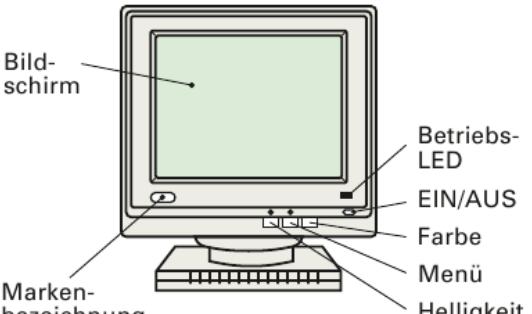
Wordvorlage: Standardvorlage Grafik 20xx.doc oder Standardvorlage Text 20xx.doc

Vorlagen entnommen aus Tabellenbuch Elektrotechnik 2.0.

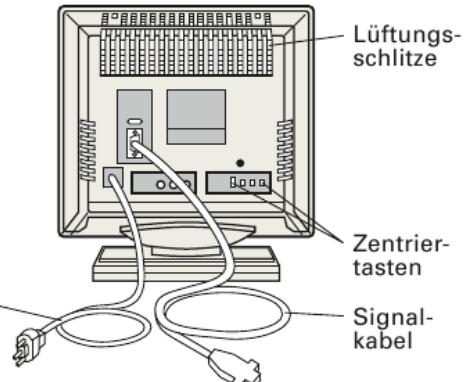
Vorgang	Arbeitsablauf	Bemerkungen, Beispiel
Entwurf des Rohtextes	<ul style="list-style-type: none"> • Anhand der ausgewählten Bilder den Text formulieren, • dabei für Gleisches immer die gleichen Begriffe verwenden, • bei gleichen Sachverhalten auch gleiche Satzstrukturen verwenden. 	Ergänzungen zu Stellen ohne Bilder vornehmen. In einer Dokumentation können Begriffe beliebig oft wiederholt werden, kein Literaturdeutsch anstreben. Fachworte, insbesondere Fremdworte, erklären.
Erstellung des end-gültigen Textes	<ul style="list-style-type: none"> • Rohtext selber korrigieren, • Text durch sachkundige Person überprüfen lassen, • deren Korrektur, wenn sinnreich, übernehmen, • Reinschrift vornehmen. 	Rechtschreibung und Kommasetzung beachten, Wörterbuch, z.B. Duden, gebrauchen. Bildhinweise im Text mindestens beim erstmaligen Gebrauch des Bildes einheitlich vornehmen. Bilder und Text werden meist auf CD/DVD im pdf-Format an den Kunden ausgeliefert.
Layout	<ul style="list-style-type: none"> • Festlegen, ob einspaltiger oder mehrspaltiger Satz, • gut lesbare Schrifttype angeben und ob Blocksatz oder Flattersatz, • beim Satz nicht über 60 Anschläge je Zeile und bei mehrspaltigem Satz nicht weniger als 40 Anschläge je Zeile. 	Bilder einheitlich anordnen, z.B. in einer rechten Spalte oder vor dem entsprechenden Bildhinweis. Hauptabschnitte mit neuer Seite beginnen lassen. Auf jede Seite höchstens drei Überschriften setzen. Raum für Ergänzungen frei lassen.
Bildverzeichnis und Tabellenverzeichnis erstellen	<ul style="list-style-type: none"> • Nummerierung z.B. nach Seite und dortiger Nummer, z.B. 100/1, 100/2 usw. • Urheberrechte beachten, insbesondere bei Entnahme aus Lehrbüchern oder Internet. 	Bildinhalt (Bildunterschrift) und bei Bedarf Quelle des Bildes angeben. Bei Tabellen ist entsprechend zu verfahren.

Kapitel	Inhalt	Bemerkungen
Beschreibung	Kurze Beschreibung der Bedienungselemente, Anzeigeelemente, Buchsen für Eingangssignale und Ausgangssignale. Grafiken dienen zur Verdeutlichung (Bild).	Dieses Kapitel dient der schnellen Orientierung. Es setzt oft mindestens Grundkenntnisse des Gerätes oder der Anlage voraus.
Montage	Hinweise für Aufstellungsbedingungen und den Zusammenbau anhand einer Stückliste, meist mit Explosionszeichnungen ergänzt.	Wichtig sind Abmaße und Umgebungsbedingungen wie Temperatur, Feuchtigkeit. Teilweise wird sogar das zu verwendende Werkzeug beschrieben bzw. abgebildet.
Inbetriebnahme	Reihenfolge der Inbetriebnahmeabläufe, Sicherheitshinweise, Anschlusskizzen, Maßnahmen zum Einschalten, Ausschalten, Prüfen, Überwachen, Korrigieren. Hinweise zum Voreinstellen (Konfigurieren) von Grundfunktionen.	Unter Inbetriebnahme ist das erstmalige Einschalten eines Gerätes oder einer Anlage beim Kunden gemeint.

Frontansicht



Ansicht von hinten



Ansichten von Monitoren

Kapitel	Inhalt	Bemerkungen
Funktionen	Beschreibung der Funktionen und deren Zusammenspiel. Sind diese vom Benutzer beeinflussbar, so ist deren Bedienung zu beschreiben.	Sie stellen die Leistungsbeschreibung des Gerätes oder der Anlage dar.
Einstellungen	Standardeinstellwerte (Grundeinstellungen, Default-Werte) von Komponenten, Baugruppen oder Softwaremodulen.	Zu beschreiben sind Starteinstellwerte bei der Inbetriebnahme und mögliche Einstellwerte im ungestörten Betrieb.
Betrieb	Einschalten, Ausschalten durch den Kunden im ungestörten Betrieb. Verhaltensweisen bei gestörtem Betrieb.	Vorsichtsmaßnahmen für einen ungestörten Betrieb sind zu beschreiben, z.B. bei Temperaturwechsel, Feuchtigkeit, Staub, EMV.
Fehlermeldungen, Fehlerbehandlung	Beschreibung der Fehlermeldungen (Störmeldungen, Alarmsmeldungen) und Beschreibung der jeweils einzuleitenden Maßnahmen zur Be seitigung.	Die Fehlermeldungen müssen aussagefähig und vollständig sein. Die Darstellung erfolgt am übersichtlichsten tabellarisch.
Instandhaltung, Wartung	Beschreibung von Wartungsintervallen und den zu wartenden Komponenten oder Baugruppen mit den dazugehörigen Maßnahmen.	Es ist zu unterscheiden, welche Wartungsarbeiten vom Kunden selbst und welche vom Kundendienstpersonal des Herstellers vorzunehmen sind.
Kundendienst, Ersatzteilhaltung, Garantie	Angaben über notwendige Daten zur Ersatzteilbeschaffung. Angaben über Kundendienstleistungen, Kundendienstadressen, Adressen zur Ersatzteilbeschaffung, Hotline-Adressen (Telefon, Fax, E-Mail), Garantiebedingungen, Garantiedauer, Garantieleistungen.	Die Adressen für Kundendienst und Ersatzteilbeschaffung sind nach Regionen anzugeben.
Technische Daten	Angaben zur elektrischen Spannungsversorgung, elektrischen Leistungsaufnahme, Betriebstemperatur. Kennwerte für Hydraulikkomponenten, Pneumatikkomponenten. Schnittstellen, Datenübertragungsraten, Drehzahlen, Kraftmomente, Gewichte, Abmessungen, mitgeliefertes Zubehör.	Die technischen Daten sind oft als Anhang beschrieben. Die angegebenen Werte gelten für den störungsfreien Betrieb. Auf zulässige Toleranzen sollte hingewiesen werden.

2.8 Fertigungsunterlagen für den Hard- und Softwarebereich (Reihenfolge der Dokumentation)

Unter Fertigungsunterlagen versteht man alle notwendigen Bau- und Funktionspläne, sowie die gesamten Unterlagen für die Softwareerstellung. Die genaue Beschreibung dieser Unterlagen für den Hardwareteil findet man im Teil 3 dieses Manuskriptes, der Softwareteil wird unter Punkt 4 behandelt.

Reihenfolge der einzelnen Unterlagen (kann variieren je nach Designvorgabe):

- Projektdeckblatt
- Terminblatt
- Inhaltsverzeichnis
- Sicherheitsvorschriften (Safety instruction)
- Kurzbeschreibung
- Inbetriebnahmeanleitung (Quick reference)
- Bedienungsanleitung (User guide)
- Bauanleitungen
- Mess-, Abgleich- und Prüfanleitungen
- Schaltungsbeschreibung (Funktionsbeschreibung)
- Technische Daten (Technical data)
- Softwaredokumentation

Als Anlagen folgen nun folgende Fertigungsunterlagen:

- Blockschaltbilder
- Stromlaufpläne
- Stücklisten
- Layouts
- Bestückungspläne
- Bohrpläne
- Leiterplattenkonstruktionen
- Gehäusekonstruktionen
- Explosionszeichnungen
- Verdrahtungspläne
- Kalkulation (eventuell nur intern)

2.9 Kalkulation

Kalkulation - wohl einer der wichtigsten Punkte in einem Projekt. In der kurzlebigen und von starkem Mitbewerb geprägten Welt gilt es nicht nur Lösungen für ein Problem zu finden, sondern die Kosten möglichst gering und die Entwicklungsdauer möglichst kurz zu halten. Oft ist der Weg über eine längere Entwicklungszeit und dafür günstigere Materialkosten der erfolgreicher (spez. bei Massenprodukten). Bei Einzelanfertigungen oder geringen Stückzahlen ist eher eine möglichst kurze Entwicklungszeit, dafür aber eine materialintensivere Vorgangsweise zu empfehlen.

Zur Beachtung:
 Amerikanische,
 indische oder
 europäische
 Entwickler sind nur
 mehr einen Mausklick
 voneinander entfernt!
 Die Kalkulation
 unterscheidet
 demnach zwischen
 Material- und
 Lohnkosten
 (Personalkosten).

Im FTKL Unterricht
 wird nur die
 Materialkalkulation
 ausgeführt.

Wordvorlage:
Materialkalkulation
HTL 20xx.doc

Lfd. Nr.	Stück- zahl	Ein- heit	Benennung	5		6	
				Lieferant / Bestellnummer	Preis	Einzel	Gesamt
1	2	STK	WID 16R, 1%, 0,125W, R14, 15	mercateo.at / B1313-713251	0,004	0,008	
2	4	STK	WID 20R, 1%, 0,125W, R43, 45, 48 FF ", R49	mercateo.at / B1313-713253	0,005	0,020	
3	2	STK	WID 22R, 1%, 0,125W, R7, 12	mercateo.at / B1313-713254	0,004	0,008	
4	1	STK	WID 82R, 1%, 0,125W, R67	mercateo.at / B1313-713268	0,004	0,004	
5	1	STK	WID 100R, 1%, 0,125W, R32	mercateo.at / B1313-713270	0,004	0,004	
6	1	STK	WID 120R, 1%, 0,125W, R66	mercateo.at / B1313-713272	0,004	0,004	
7	2	STK	WID 220R, 1%, 0,125W, R68-69	mercateo.at / B1313-713278	0,004	0,008	
8	16	STK	WID 330R, 1%, 0,125W, R50-65	mercateo.at / B1313-713282	0,004	0,066	
9	3	STK	WID 1k, 1%, 0,125W, R17, 24, 31 FF ", (R76)	mercateo.at / B1313-713294	0,004	0,012	
10	5	STK	WID 1k5, 1%, 0,125W, R1, 3, 5-6 FF ", R47	mercateo.at / B1313-713298	0,004	0,021	
11	4	STK	WID 2k2, 1%, 0,125W, R19, 25, 27 FF ", R36	mercateo.at / B1313-713302	0,004	0,016	
12	7	STK	WID 3k3, 1%, 0,125W, R2, 4, 8-11 FF ", R16	mercateo.at / B1313-713306	0,004	0,029	
13	2	STK	WID 10k, 1%, 0,125W, R21, 29 FF ", (R77)	mercateo.at / B1313-713318	0,004	0,008	
14	2	STK	WID 12k, 1%, 0,125W, R33-34	mercateo.at / B1313-713320	0,004	0,008	
15	1	STK	WID 22k, 1%, 0,125W, R18	mercateo.at / B1313-713326	0,004	0,004	
16	3	STK	WID 47k, 1%, 0,125W, R23, 26, 35	mercateo.at / B1313-713334	0,004	0,012	
17	8	STK	WID 100k, 1%, 0,125W, R39-42, 44 FF ", R46, 70-71	mercateo.at / B1313-713342	0,004	0,033	
18	3	STK	WID 470k, 1%, 0,125W, R37, 73 FF ", R75	mercateo.at / B1313-713358	0,004	0,012	
19	8	STK	WID 1M, 1%, 0,125W, R13, 20, 22 FF ", R28, 30, 38, 72, 74	mercateo.at / B1313-713366	0,004	0,000	
20	2	STK	KERKO 22p, 50V, C13-14	mercateo.at / B1313-713366	0,004	0,033	
21	4	STK	KERKO 1n, 50V, C46, 49, 52, 56	mercateo.at / B1314-264-4337	0,021	0,085	
22	2	STK	KERKO 4n7, 50V, C20, 22	mercateo.at / B1314-464-6717	0,052	0,104	
23	5	STK	KERKO 10n, 50V, C19, 21, 41, 61 FF ", C62	mercateo.at / B1314-264-4371	0,018	0,092	
24	2	STK	KERKO 22n, 50V, C8-9	mercateo.at / B1314-264-4387	0,022	0,045	
25	1	STK	KERKO 47n, 50V, C32	mercateo.at / B1314-264-4393	0,033	0,033	
26	7	STK	KERKO 100n, 50V, C15, 17, 23, 27 FF ", C29, 64-65, (67)	mercateo.at / B1314-264-4416	0,025	0,176	
27	2	STK	KERKO 180n, 16V, C24, 28	farnell.at / 1759148	0,024	0,048	
28	4	STK	KERKO 220n, 16V, C45, 48, 53, 55	mercateo.at / B1314-741-4601	0,024	0,097	
29	15	STK	KERKO 1u, 16V, C1-4, 10-11, 25 FF ", C30, 35, 38, 42, 44, 47, 54, 57	mercateo.at / B1314-741-4608	0,023	0,339	
30	4	STK	KERKO 1u, 50V, C50-51, 58-59	mercateo.at / B1314-740-7593	0,050	0,201	
31	2	STK	KERKO 2u2, 25V, C43, 60	mercateo.at / B1314-723-6625	0,057	0,114	
32	1	STK	TALKO 1u, 35V, C26	mercateo.at / B1314-684-3872	0,164	0,164	
33	8	STK	TALKO 10u, 16V, C5-7, 12, 16, 18	mercateo.at / B1314-648-0632	0,139	1,112	
				Übertrag:			
				Materialpreis	€ 2,972		
				Materialgemeinkosten (10%)	€ 0,297		
				Materialverkaufspreis	€ 3,269		
Sachnummer, Dateiname:		Name:	Max Mustermann		Toleranz	Werkstoff:	
Beilage 12							
 HTBLuVA Salzburg Technische Informatik		ID-Nr.: 4xHElx xx	Ges.: Mus/M	Geprüft: Betreuer:	Dokumentart: Materialkalkulation	Freigabe: StrH	
Benennung:		TRINITY		Version: 3.1	Revision: R003	Dokumentstatus: Fertigung	
		USB-Effekt-Amplifier		Maßstab: ohne	Spr.: DE	Datum: 41525	Blatt: 1/2

2.10 Literaturliste, Internetverweise

Die Literaturliste enthält alle Angaben, die notwendig sind, um eine Zeitschrift oder ein Buch oder einen Artikel wieder besorgen zu können. Sie stellt eine Art Referenzliste dar. Alle Informationen, die aus dem Internet besorgt wurden, müssen mit Angabe der derzeit gültigen Webadresse, dem Entnahmedatum und Angabe der Organisation vermerkt werden. Verwendete Dokumente sind dem Projekt in elektronischer Form beizulegen (CDROM, DVD, Stick). Bei gedruckter Literatur (Bücher) erfolgt die Angabe von Titel, Autor, Verlag, Datum, Seite von/bis und ISBN Nummer. Bei nicht im Haus verfügbarer Literatur sind dem Projekt relevante Literaturstellen im Anhang als Kopie beizulegen. Datenblätter und verwendete Planungshilfen müssen mittels Fußnote oder Querverweisen eindeutig bezeichnet werden.

Die HTL-Salzburg verwendet für Diplomarbeiten eigene Vorlagen, im Anhang des Leitfaden findet man diese Vorgaben.

Wordvorlage:
Standardvorlage
Grafik 20xx.doc oder
Standardvorlage Text 20xx.doc

 Elektronik Technische Informatik	PBE4 Funshake – SMD Würfel Literaturverzeichnis
<p>V Literaturverzeichnis</p> <p>Daut, R. (2013). <i>Allgemeine Bedienungsanleitung für Digital-Multimeter (DMM)</i>. Abgerufen am 17. 07 2013 von Komerzi oHG Elektronik und mehr ...: http://www.komerzi.de/informationsservice/allgemeine_bedienungsanleitung_multimeter.htm</p>	
2xHEL Max Muster 17.7.2013 V	

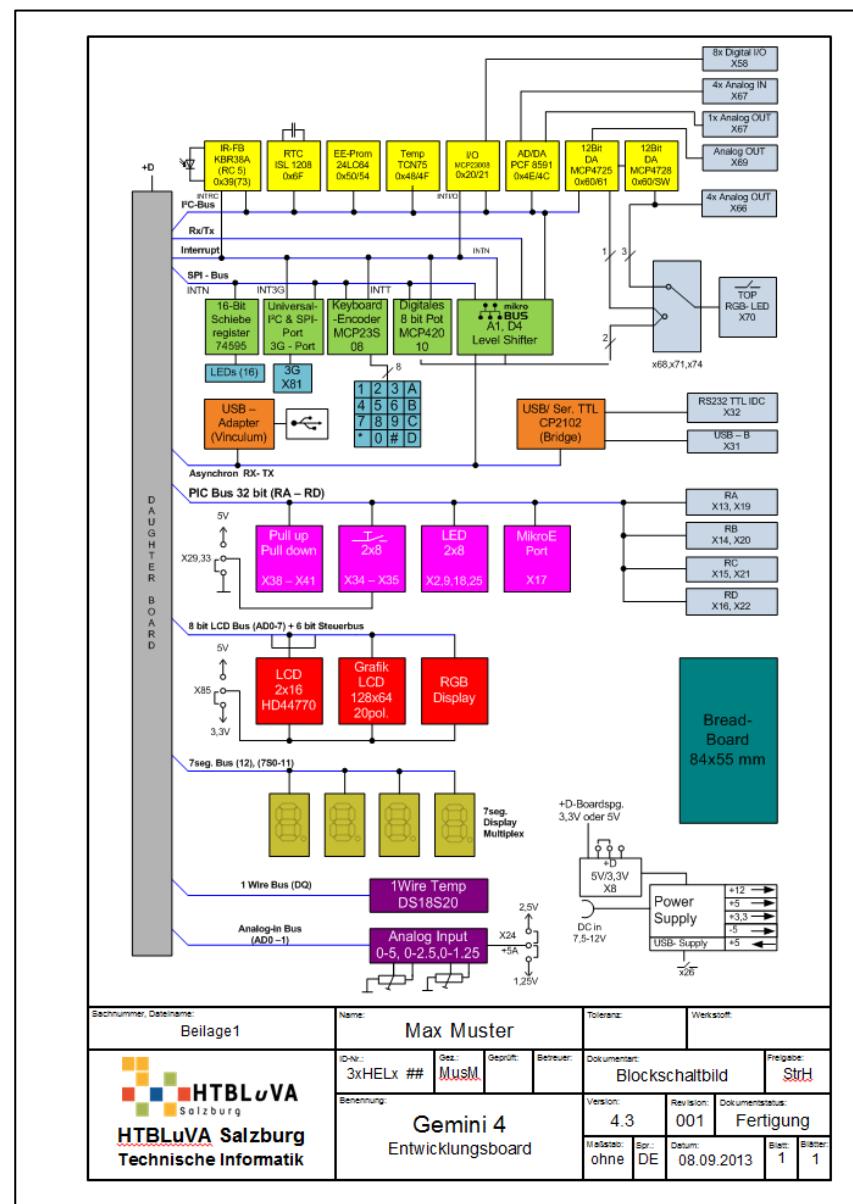
3 Fertigungsunterlagen für den Hardwarebereich

3.1 Blockschaltbild

Blockschaltbilder werden auf A3 oder A4 Zeichenblättern gezeichnet. In der ÖNORM E 1262 findet man die entsprechenden Regulationsbestimmungen.

Ein Blockschaltbild ist der erste Schritt einer Entwicklung. Hier wird versucht, die Anforderungen aus dem Pflichtenheft in logische Funktionsblöcke umzusetzen. Aus einem Blockschaltbild geht auch das Zusammenspiel aller Komponenten hervor. Dadurch ist es möglich, das Konstruktionskonzept schnell zu erfassen und einen Überblick über die folgenden Baugruppen zu erhalten. Auch das schnelle Auffinden der einzelnen Schaltpläne wird dadurch beschleunigt, ebenso wird im Störungsfall die Fehlersuche erleichtert, indem man aus dem Blockschaltbild die Funktion der einzelnen Module schnell erkennen kann.

Der Signalfluss im Blockschaltbild erfolgt von links nach rechts. Eingänge werden links gezeichnet, Ausgänge rechts, Displays (Anzeigen) oben, Tastaturen (Eingabegeräte) unten. Die Spannungsversorgung (Power Supply, Netzteil) wird am Blattrand platziert, die verschiedenen Spannungen durch Symbole gekennzeichnet.



Die Erstellung eines Blockdiagramms erfolgt mit Standardsoftware, wie zum Beispiel Microsoft Word (Autoformen), Star Office bzw. beliebige andere Programme (SPLAN). Besonders gut bewährt hat sich das Programm Microsoft VISIO, da es eine schnelle und leicht zu erlernende Benutzeroberfläche bietet.

Jedes Blockdiagramm wird mit dem Standardzeichnungsrahmen der ARGE abgegeben.

Wordvorlage: Rahmen HTL 20xx.doc

3.2 Schaltplan - Stromlaufplan

Abgeleitet aus dem Blockschaltbild ergibt sich der eigentliche Stromlaufplan. Für jeden Block gibt es einen oder mehrere Stromlaufpläne.

Die Ausführung des Stromlaufplanes sowie die gesamte Umsetzung unterliegt den Richtlinien der ARGE. Diese „Firmennorm“ (Hausnorm) ist in weiten Bereichen an die entsprechende ÖNORM angelehnt und im gesamten Schulbereich gültig.

Stromlaufpläne werden auf A3 oder A4 Zeichenblättern gezeichnet. In der ÖNORM E 1274 und in der ÖNORM EN 61346 werden die entsprechenden Zeichnungsrichtlinien behandelt. Im Punkt 5 dieses Leitfadens werden die Zeichnungsrahmen und Schriftfelder beschrieben.

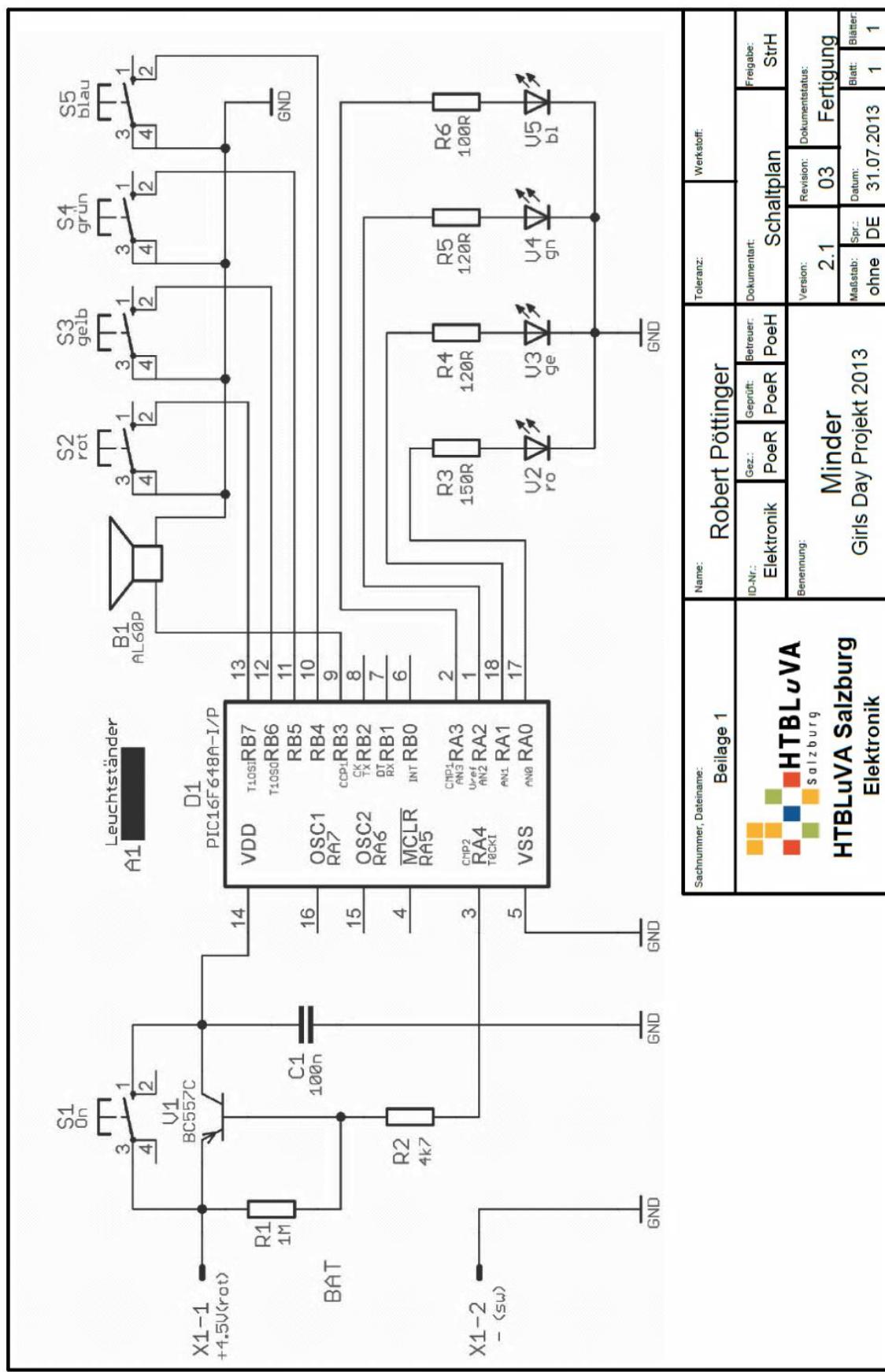
Schaltpläne werden mittels einer CAD Software am Rechner erstellt. Methoden aus früheren Zeiten, Tuschezeichnungen etc. sind ausnahmslos verboten. Freihandzeichnungen werden für Entwürfe und zu Übungszwecken nach wie vor verwendet und unterliegen den entsprechenden Formvorgaben (Zeichnungsrahmen, Schriftfelder siehe Teil 5). Derzeit wird in der HTL Salzburg das CAD Programm „EAGLE“ in der Version 6.xx verwendet. Frühere Versionen sind nicht geeignet!!

Im Stromlaufplan wird mittels grafischer Symbole die elektrische Funktion einer Schaltung dargestellt. Dies erfolgt durch genormte Symbole und entsprechende Verbindungslien. Dabei wird keinerlei Rücksicht auf die Abmessungen, die Bauform und die Lage der Bauteile genommen. Ein Transformator mit einem Gewicht von einigen Kilogramm kann im Schaltplan genauso groß erscheinen wie ein SMD Baustein, der nur einige Millimeter groß ist. Falls es notwendig ist, können zusätzliche Informationen (Tabellen, Diagramme etc.) im Schaltplan vermerkt werden. Diese Informationen können die Funktion, Verdrahtung, Prüfung, Wartung oder die Fehlersuche betreffen.

Alle Maßeinheiten, die das CADSYSTEM betreffen, sind in mil angegeben. 1 mil = 0,0254 mm und entspricht einem 1/1000 inch.

Der Stromlaufplan ist die Geburtsurkunde eines Gerätes!

Wordvorlage: Rahmen HTL 20xx.doc



3.2.1 Schaltzeichen und Symbole

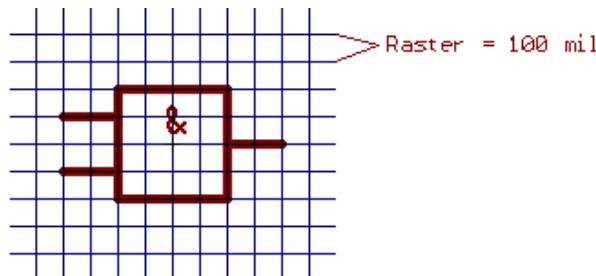
Sämtliche Schaltzeichen sind laut der gültigen ÖNORM EN 60617 zu zeichnen. Dabei ist es völlig unerheblich, ob in diversen CAD Programmen die vordefinierten Symbolbibliotheken mit der Norm übereinstimmen oder nicht, es gilt immer die aktuelle Norm. In den meisten Fällen ist eine entsprechende Anpassung der Bibliotheken unumgänglich. Sollte kein gültiges Symbol existieren, so ist eines gemäß den Richtlinien der Norm (EN 60617 -12) zu entwerfen.

Nach erfolgter Erstellung eines neuen Symbols wird dieses – nach Rücksprache mit den zuständigen Lehrern – in die HTL Symbolbibliothek aufgenommen.

Sämtliche Schaltzeichen sind im Friedrich Tabellenbuch für Informations- und Kommunikationstechnik (Ausgabe 2003/04) im Kapitel 18 zu finden. Die Schaltzeichen beruhen auf der DIN EN 60617, die identisch mit der ÖNORM ist.

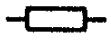
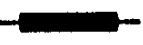
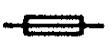
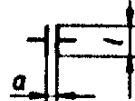
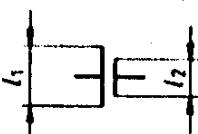
Die Anschlusslinien der Schaltzeichen müssen zwingend auf einem, dem Stromlaufplan zu Grunde liegenden Rasterpunkt liegen. Im Programm EAGLE wird standardmäßig das 100 mil Raster verwendet (entspricht 2,54mm).

Zwischen benachbarten Baugruppen und deren Anschlusslinien ist ein Abstand von mindestens 200 mil einzuhalten.



Die Größe der Schaltzeichen und die entsprechenden Linienbreiten sind in der DIN 6774 geregelt. Die Angabe erfolgt hier in Verhältnissen. So zum Beispiel das Symbol des Widerstandes mit der Angabe 1 : ≥ 2 . Das bedeutet, dass die Länge des Widerstandes mindestens doppelt so lang sein muss wie seine Breite.

Aus dieser Angabe heraus folgt, dass die Größe und Linienbreite nicht von Bedeutung ist. Ein Widerstand könnte also 200 mil lang und demnach höchstens 100 mil breit sein, somit wäre er normgerecht. Ebenfalls würde ein Widerstand mit 300 mil Länge und einer Breite von 75 mil im Bereich der Norm liegen. Dies kann man zur Kennzeichnung von verschiedenen Widerstandsleistungen oder Sonderbauformen heranziehen.

Widerstand		$1: \geq 2$
Wicklung		$1: \geq 2$
Sicherung		$1: 3$
Kondensator		 $a = 1/5$ bis $1/3$ der Länge l
Elektromechan. Antrieb zus. Feld für besondere Eigenschaften	 	$1: 2$ $1: 1$ bis $1: 2$
Schalschloß		$1: 1$
Primär-Element Batterie		 $l_1 = 2 \cdot l_2$

Beispiele von normgerechten Schaltzeichen:

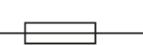
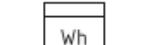
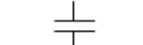
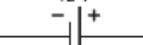
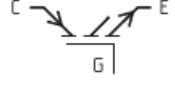
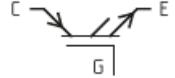
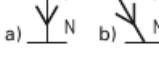
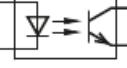
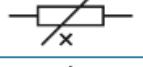
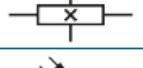
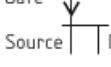
Schaltzeichen	Benennung	Schaltzeichen	Benennung	Schaltzeichen	Benennung
●	1. Verbindung, allgemein 2. Anschluss, z.B. Klemme 3. Kennzeichen für Gasfüllung		Schließer, handbetätig		Überspannungsableiter
			Öffner, handbetätig		mechanische Verbindung (wahlweise Darstellung)
			Sicherung, allgemein		Begrenzungslinie, Trennlinie
○	Anschluss, z.B. lösbare Klemme		Widerstand, allgemein		Leuchtenauslass
			Widerstand, veränderbar		Leuchtmelder, Leuchte, allgem.
			Wirkwiderstand mit Anzapfungen		Leuchtstofflampe
a) b)	Verbindungen mit Richtungsangabe des hinzukommenden a) Leiters b) Leiterbündels		Glimmlampe		Wecker, allgemein
			Induktivität, Spule, Wicklungsstrang desgleichen, nicht genormt		kWh-Zähler, allgemein
○	Dose, allgemein		Drosselpule mit Anzapfungen		Kondensator
	1. Messinstrument 2. Messwerk 3. Ständer einer Maschine 4. Läufer einer Maschine 5. Hülle, Gehäuse		Drosselpule mit Eisenkern		Galvanisches Element (langer Strich: Pluspol, kurzer Strich: Minuspol)
			Transformator (Umspanner) für Einphasen-Wechselstrom, Übertrager		Halbleiterdiode
			Leuchtdiode, LED		Akkumulatorenbatterie 12 V
			Dauermagnet		(wahlweise Darstellung)
\ /	Bewegliche Schaltstücke				
-----	Handantrieb (wahlweise Darstellung)				
=====					

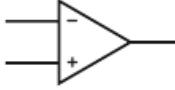
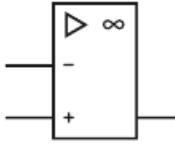
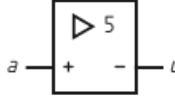
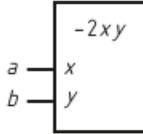
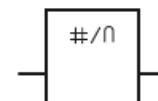
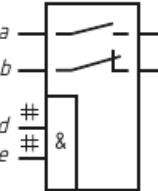
Abb1: Entnommen aus Tabellenbuch Elektrotechnik 2012

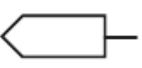
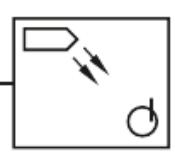
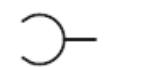
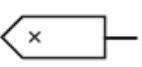
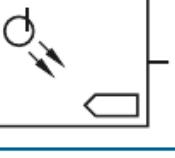
Schaltzeichen	Benennung	Schaltzeichen	Benennung	Schaltzeichen	Benennung
Allgemeine Schaltzeichen					vgl. EN 60617-2
	Veränderbarkeit, allgemein Einstellbarkeit, allgemein	Form 1 	Widerstand mit beweglichem Kontakt als Potenziometer		Kondensator gepolt, z.B. Elektrolytkondensator
	Arten der Veränderbarkeit oder Einstellbarkeit	Form 2 			ungepolter Elektrolytkondensator (nur bei Bedarf)
	stetig		PTC-Widerstand	a) b)	a) Erdung, allgemein b) desgl., fremdspannungsarm
	stufig		NTC-Widerstand		Körper, Masse (wahlweise Darstellungen)
	unter Einfluss einer physikalischen Größe, linear		Widerstand, spannungsabhängig (gegensinnig)	a) b)	Schutzleiteranschluss (je nach Norm)
	desgleichen, nicht linear				Idealer Spannungsquelle (Spannungsquelle)
Beispiele			Induktivität stetig veränderbar		Idealer Stromerzeuger (Stromquelle)
	Widerstand veränderbar		Kondensator einstellbar		
	einstellbar als Spannungsteiler				
Schaltzeichen für Schaltgeräte					vgl. EN 60617-7
	verlängerte Kontaktgabe: a) Schließer b) Öffner c) Wechsler		Kennzeichen für „betätigt“		Wechsler ohne Unterbrechung
	Steckerstift		zwangsgeführte Betätigung, z.B. bei NOT-AUS		Nicht von selbst zurückgehender a) Schließer b) Öffner
	Steckerbuchse	a) b)	a) selektiv (verzögert) b) kurzzeit-verzögert		a) Zwillings-schließer b) Zwillings-öffner
Kennzeichen		Beispiele			Schließer, a) schließt verzögert b) öffnet verzögert
	selbsttätiger Rückgang (nur bei Bedarf)		Öffner, Ausschaltglied		Wischer, Kontaktgabe bei a) Anzug b) Rückfall
	nicht selbst-tätiger Rückgang (nur bei Bedarf)		Wechsler, Umschaltglied		Endschalter a) Schließer b) Öffner
	Verzögerung a) nach links b) nach rechts		Zweiweg-Schließer		
	mechanische Verriegelung		Doppelschaltglieder: Schließer 1 schließt vor 2		
a) b)	Bei Bedarf: a) Schützfunktion b) Auslöserfunktion				

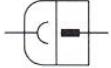
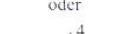
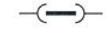
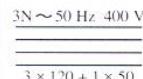
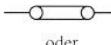
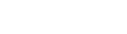
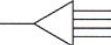
Schaltzeichen	Benennung	Schaltzeichen	Benennung	Schaltzeichen	Benennung
Antriebe		Trenn-, Last- und Leistungsschalter		Sicherungen	
	Handantrieb, allgemein	a)	b)	a)	Sicherung mit Kennzeichnung des Netzanschlusses
	desgl., durch Drücken				Sicherungstrennschalter
	desgl., durch Ziehen				Absperrorgane (Ventile)
	desgl., durch Drehen				Absperrorgan, allgemein, z.B. geschlossen
	desgl., durch Kippen				Absperrorgan, offen
	desgl. abnehmbar, z.B. Steckschlüssel				Kupplungen, Bremsen
	anderer Antrieb, z.B. Pedal				Kupplung, entkuppelt
	Antrieb für NOT-AUS-Schalter				desgl., gekuppelt
	Näherungsbetätigung				Bremse, eingelegt
	Berührungsbetätigung				Bremse, gelöst (gelüftet)
	elektromagnetischer Antrieb mit Anzugsverzögerung				Beispiele
	desgleichen mit Abfallverzögerung		b)		Handantrieb mit 4 Stellungen (2 und 3 sind Raststellungen)
	Antrieb für Stromstoßrelais				Ventil mit Fühler und Antrieb durch Nocken
	thermische Betätigung, z.B. beim Motorschutzrelais				Fliehkraftkupplung, bei Drehzahl > n kuppelnd
	desgleichen, bei Drehstromgerät		1 2 3 4 2 3 4		thermisch betätigter Öffner eines Motorschutzrelais mit Raste
	elektromagnetische Betätigung, z.B. für Überstromschutz (nicht allgemein verbreitet)		1 2 3 4 2 3 4		Öffner eines durch Dauermagnet betätigten Näherungsschalters
Elektronische Schalter		 	a) elektronischer Schalter b) elektronisches Schütz		
	Halbleiterschütz	 	Sperre, in einer Richtung desgl., in beiden Richtungen		

Beispiele für Halbleiterelemente:

Schaltzeichen	Benennung	Schaltzeichen	Benennung	Schaltzeichen	Benennung
Allgemeine Aufbauelemente			Z-Diode	IGBTs	
	Umrahmung (nur bei Bedarf)		Z-Dioden gegenseitig geschaltet		IGBT, Anreicherungs- typ mit N-Kanal
	Halbleiterzone mit Anschlüssen ohne Gleich- richterwirkung	a)  b) 	a) Leuchtdiode (LED) b) Fotodiode		IGBT, Verarmungstyp mit N-Kanal (C, E, G nur zur Erklärung)
a)  b) 	P-Gebiet beeinflusst N-Zone N-Gebiet beeinflusst P-Zone		Strahlungs- detektor, z.B. für γ -Strahlen	Transistoren, bipolar	
	Halbleiterdiode		Optokoppler, hier mit LED und Fototransistor	Thyristoren	
Kennzeichen		 a)  b) 	Durchbruch- Effekt, a) in einer Richtung b) in beiden Richtungen	 E B	NPN-Transistor (E, C, B nur zur Erklärung)
		 a)  b) 	a) Schottky-Effekt b) Tunnel-Effekt		PNP-Transistor
		 a)  b) 	Strahlung a) Licht b) ionisierend		PNP- Fototransistor
Halbleiter ohne Gleichrichterwirkung		Transistoren, unipolar		Thyristoren	
	Feldplatte (fluss- dichteabhängiger Widerstand)		Selbstperrender Kanal (beim An- reicherungstyp)		Thyristor, allgemein
	Hallgenerator		isoliertes Gate (IG)		P-Gate-Thyristor (häufigster Typ)
	Fotowiderstand	 Source ↓ Drain	Sperrschiicht-FET mit N-Kanal (Anschluss- bezeichnung nur zur Erklärung)		N-Gate- Thyristor
	Peltier-Element		Sperrschiicht-FET mit P-Kanal		GTO, Thyristor, abschaltbar
Dioden			Verarmungs-IG- FET mit N-Kanal, Substrat intern mit Source verbunden		Thyristor- tetrode
	Diode, temperatur- abhängig		Anreicherungs- Isolierschicht-FET mit P-Kanal und Substrat- anschluss		rückwärts- leitender P-Gate-Thyristor
	flussdichte- abhängig (Magnetdiode)				spannungs- gesteuerte Thyristor
	Tunneldiode				rückwärts- sperrende Thyristordiode (Vierschicht- diode)
	Kapazitätsdiode				Diac
	Schottkydiode				Triac (Zweirichtungs- thyristortriode)
					Ditriac

Symbol	Benennung	Symbol	Benennung	Symbol	Benennung
Kennzeichen vgl. EN 60617-13					
-	Invertierung	$\Sigma \triangleright 5$	Summier-verstärker	$\#/\cap$	Digital-Analog-Umsetzer (DA-Umsetzer, DA-Konverter, DAU, DAC)
+	Nichtinvertierung	$a + 0,1$ $b + 0,1$ $c + 0,5$ $d + 0,5$	$u = -5 \cdot (0,1 a + 0,1 b + 0,5 c + 0,5 d)$ $V = 5$	$\cap/\#$	Analog-Digital-Umsetzer (AD-Umsetzer, AD-Konverter, ADU, ADC)
\cap	Analogsignal				
#	Digitalsignal				
Σ	Summierung				
\int	Integrierend	$\int \triangleright 10$	Integrierverstärker		
R	Rücksetzen	$a + 2$ $h \# H$	wenn $h = 0$ $u = -10 \int_0^t 2 a dt$		
S	Setzen				
H	Halten				
$\frac{d}{dt}$	Differenzierend	$\frac{d}{dt} \triangleright 5$	Differenzierverstärker		
Beispiele		$a - 4$	$u = 5 \frac{d}{dt} (-4 a)$		
	Operationsverstärker, unbeschaltet, praxisübliche Form		desgleichen, genormtes Symbol		
	invertierender Verstärker $u = -5 \cdot a$		Multiplizierer $u = -2 ab$	  	Schließer (geschlossen, solange $e = 1$) Öffner (offen, solange $e = 1$) Schließer und Öffner (Schalten bei $d = 1$ und $e = 1$, also $d \wedge e = 1$)

Schaltzeichen	Benennung	Schaltzeichen	Benennung	Schaltzeichen	Benennung
Audioumsetzer, Videoumsetzer					
	Mikrofon, allgemein		Wandlerkopf, allgemein		Video-Aufzeichnungsgerät für CD oder DVD
	Hörer, allgemein		Wandlerkopf, vereinfacht		
	Lautsprecher, allgemein		Löschkopf		
	System für Wechselsprechverkehr		Wiedergabekopf, lichtempfindlich		Video-Wiedergabegerät von CD oder DVD

Schaltzeichen	Erklärung	Schaltzeichen	Erklärung	Schaltzeichen	Erklärung
Leiter und Anschlüsse					
	Leiter, Leitung, Kabel, Schiene Anwendung: Die Anzahl der Leiter (Adern) kann durch Querstriche oder Zahlenangaben gekennzeichnet werden Beispiel: 4 Leiter		Beispiel: Drehstrom-Synchrongenerator mit herausgeführtem Sternpunkt		Steckverbindung, Steckerseite fest, Buchsenseite beweglich
 oder 	Weitere Angaben zeigt nebenstehendes Beispiel: Dreiphasen-Vierleiterystem mit drei Außenleitern und einem Neutralleiter 50 Hz, 400 V (oberhalb), Außenleiter 120 mm ² Neutralleiter 50 mm ² (unterhalb)	 o oder •	Anschluss (Klemme) Abzweig von Leitern		Steckverbindung von zwei Buchsen mit einem Stecker (U-Stecker)
		 oder 	Doppelabzweig		Steckverbindung mit Adapter
	Leiter, bewegbar		Anschlussleiste, Klemmleiste mit Anschlussbezeichnungen	 oder 	Trennstelle, Lasche geschlossen
	Koaxialkabel		Verzweigung, Abzweig für eine Gruppe von Parallelstromkreisen „n“ Anzahl der Stromkreise		desgleichen, offen
	Koaxialkabel, geschirmt		Beispiel: Stromkreis mit 10 parallelen und identischen Widerständen		Schaltlinie, Trennklinke
	Koaxiale Leitung mit Anschlussstelle				Stecker und Klinke, langer Stecker: Stekerspitze, kürzerer Stecker: Manschette
	Verdrillte Leitung mit drei Leitern				
	Mehrere Leiter in einem Kabel, z.B. drei Leiter				
	Kabel oder Leitung nicht angeschlossen				
 Beispiel: Wechsel der Folge der Außenleiter L1 und L2	Tauschen von Leitern Beispiel: Wechsel der Folge der Außenleiter L1 und L2	 oder  oder  oder  oder  oder 	Buchse, z. B. Pol einer Steckdose Stecker Buchse und Stecker, Steckverbindung Steckverbindung, mehrpolig Stirnkontaktverbindung Stecker und Buchse, koaxial	      	Kabelverbinder desgleichen, mit vier einadrigen Kabeln Verbindungsmuffe mit vier Leitungen Abzweigmuffe mit vier Leitungen desgleichen, einpolige Darstellung
	Neutralpunkt in einem Mehrleiter-system				

3.2.2 Beschriftung von Schaltzeichen und Symbolen

In der DIN 6774 sind drei Schriftgrößen (bezogen auf 0,5 mm Strichstärke) für die Beschriftung vorgesehen:

- Klein (Toleranzen, Indizes, Exponenten ...): Schrifthöhe 2,5 mm
- Mittel (Maßangaben, Maßstab, Beschriftung ...): Schrifthöhe 3,5 mm
- Groß (Schnittkennzeichnung, Positionsnummer ...) Schrifthöhe 5 mm

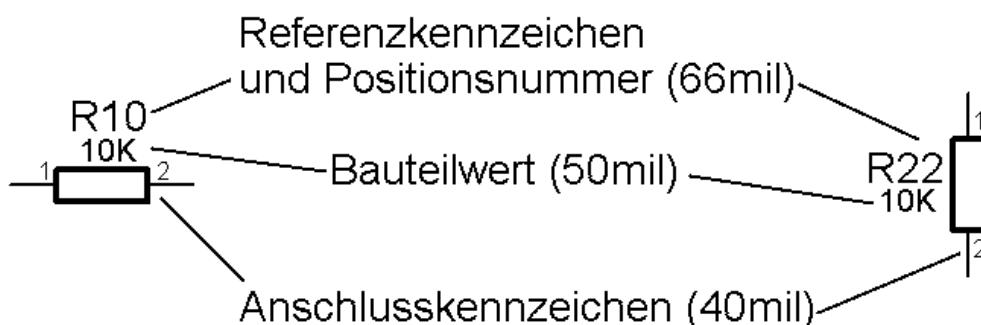
In der HTL-Salzburg wird die Schrifthöhe (aufgrund der dünneren Strichstärke) auf untenstehende Werte abgeändert. Durch moderne Drucktechniken ist auch die Reproduzierbarkeit gegeben.

Folgende Parameter werden benötigt, um einen Bauteil im Schaltplan eindeutig zu kennzeichnen:

- | | |
|--|------------------------------------|
| ▪ Referenzkennzeichen (Betriebsmittelkennzeichen) | 66 mil (~1,7mm) Höhe mittig |
| ▪ Positionsnummer | 66 mil (~1,7mm) Höhe mittig |
| ▪ Bauteilwert | 50 mil (~1,3mm) Höhe mittig |
| ▪ Anschlusskennzeichen (wenn notwendig)
seitlich/oben | 40 mil (~1,3mm) Höhe |

Bei vertikaler Darstellung wird das Bauteil links daneben bezeichnet, bei horizontaler Darstellung darüber. Die Anschlusskennzeichnung steht unmittelbar außerhalb des Schaltzeichens.

Horizontale Darstellung



Vertikale Darstellung

Kennbuchstaben für die Kennzeichnung der Art eines Betriebsmittels:

Anmerkung: Eine alphabetisch geordnete Liste der in dieser Tabelle aufgeführten Beispiele - siehe Beiblatt 1 zu ÖNORM EN 61346-2000.

Die hier aufgeführten Referenzkennzeichen wurden in der DIN40719 veröffentlicht. Diese Norm wurde 2009 zurückgezogen und durch die EN 61346-2000 ersetzt.

Nicht in den Beispielen aufgeführte Betriebsmittel sind entsprechend der Gruppenzugehörigkeit einzuordnen. Dabei haben funktionelle Gesichtspunkte Vorrang vor konstruktiven.

Kennbuchstabe	Art des Betriebsmittels	Beispiele
A	Baugruppen, Teilbaugruppen	Verstärker mit Röhren oder Transistoren, Magnetverstärker, Laser, Maser Gerätekombinationen: Baugruppen und Teilbaugruppen, die eine konstruktive Einheit bilden, aber nicht eindeutig einem anderen Kennbuchstaben zugeordnet werden können, wie Einschübe, Rahmen, Einsätze, Steckkarten, Flachbaugruppen, Kühlkörper, Ortssteuerstellen usw.
B	Umsetzer von nicht elektrischen auf elektrische Größe oder umgekehrt	Thermoelektrische Fühler, Thermozellen, fotoelektrische Zellen, Dynamometer, Kristallwandler, Mikrofon, Tonabnehmer, Lautsprecher, Drehfeldgeber, Funktionsdrehmelder Messumformer; Thermoelemente; Widerstandsthermometer; Fotowiderstand; Druckmessdosen; Dehnungsmessdosen; Dehnungsmessstreifen; Piezoelektrische Geber; Drehzahlgeber; Geschwindigkeitsgeber; Impulsgeber; Tachogenerator; Weg- und Winkelumsetzer; Näherungsinitiatoren; Hallsonden; Quarze, Resonatoren, Feldplattenpotentiometer; Geber für Druck, Menge, Dichte, Niveau, Temperatur
C	Kondensatoren	
D	Binäre Elemente, Verzögerungseinrichtungen, Speichereinrichtungen	Kombinative Elemente, Verzögerungsleitungen, bistabile Elemente, monostabile Elemente, Kernspeicher, Register, Magnetbandgeräte, Plattenspeicher Einrichtungen der binären und digitalen Steuerungs-, Regelungs- und Rechentechnik. Integrierte Schaltkreise mit binären und digitalen Funktionen, Verzögerer; Signalblocker; Zeitglieder, Speicher- und Gedächtnisfunktionen, z.B. Trommel- und Magnetbandspeicher, Schieberegister, Verknüpfungsglieder, z.B. UND- und ODER - Glieder. Digitale Einrichtungen, Impulszähler, digitale Regler und Rechner.
E	Verschiedenes	Beleuchtungseinrichtungen, Heizeinrichtungen, Einrichtungen, die an anderer Stelle dieser Aufstellung nicht angeführt sind Elektrofilter, Elektrozäune, Lüfter, messtechnische Geräteabsperrungen, Abgleichgefäß

F	Schutzeinrichtungen	Sicherungen (Feinsicherungen, Schraubsicherungen, HH-Sicherungen), Überspannungsentladevorrichtungen, Überspannungsableiter Fernmeldeschutzschalter, Schutzrelais; Bimetallauslöser; magnetische Auslöser; Druckwächter, Windfahnenrelais, Fliehkraftschalter; Buchholzschutz; elektronische Einrichtungen zur Signalüberwachung; Funktionssicherung; Installationsleitungsschutzschalter
G	Generatoren, Stromversorgungen	rotierende Generatoren, rotierende Frequenzwandler; Batterien, Stromversorgungseinrichtungen, Oszillatoren, Quarzoszillatoren ruhende Generatoren und Umformer: Ladegeräte; Netzgeräte; Stromrichtgeräte; Taktgeneratoren
H	Meldeeinrichtungen	Optische und akustische Meldegeräte Signalleuchten: Geräte für das Gefahren- und Zeitmeldewesen Leuchtdioden als Meldeeinheit, Displays als Meldeeinheit
J		frei
K	Relais, Schütze	Leistungsschütze, Hilfsschütze: Hilfsrelais, Zeitrelais; Blinkrelais und Reed-Relais
L	Induktivitäten	Drosselpulen, Wellensperren
M	Motoren	
N	Verstärker, Regler	Einrichtungen der analogen Steuerungs-, Regelungs- und Rechentechnik: elektronische und elektromechanische Regler; Operationsverstärker, Impedanzwandler; Steuersätze; Analogregler und Analogrechner; integrierte Schaltkreise mit analogen Funktionen, Transduktoren, Spannungsregler
P	Messgeräte, Prüfeinrichtungen	anzeigende, schreibende undzählende Messeinrichtungen, Impulsgabe, Uhren Analog, binär und digital anzeigende und registrierende Messgeräte (Anzeiger, Schreiber, Zähler), mechanische Zählwerke binäre Zustandsanzeigen; Oszillografen; Datensichtgeräte, Simulatoren; Prüfadapter; Mess-, Prüf- und Einspeisepunkte
Q	Starkstrom-Schaltgeräte	Leistungsschalter, Trennschalter Schalter in Hauptstromkreisen: Schalter und Schutzeinrichtungen; Schnellschalter; Lasttrenner; Stern Dreieckschalter, Polumschalter; Schaltwalzen, Trennlaschen; Zellenschalter; Sicherungstrenner; Sicherungslasttrenner; Installationsschalter; Motorschutzschalter
R	Widerstände	einstellbare Widerstände, Potentiometer, Regelwiderstände, Nebenschlusswiderstände, Heißleiter Festwiderstände; Anlasser; Bremswiderstände; Kaltleiter; Messwiderstände; Shunt

S	Schalter, Wähler	Steuerschalter, Taster, Grenztaster, Wahlschalter, Wähler, Nummernschalterkontakt, Koppelstufe Befehlsgeräte; Einbaugeräte: Drucktaster; Schwenktaster; Leuchttaster; Steuerquittierschalter; Messstellenumschalter; Steuerwalzen; Kopierwerke; Dekadenwahlschalter, Kodierschalter, Funktionstasten; Wähl scheiben; Drehwähler
T	Transformatoren	Spannungswandler, Stromwandler Netz-, Trenn- und Steuertrafos
U	Modulatoren, Umsetzer von elektrischen in andere elektrische Größen	Diskriminator, Demodulator, Frequenzwandler, Kodiereinrichtung, Inverter, Umsetzer, Telegrafenübersetzer Frequenz-Modulatoren (-Demodulatoren); (Strom-) Spannungs-Frequenzumsetzer; Frequenz-Spannungs (Strom)-Umsetzer; Analog-Digital-Umsetzer; Digital-Analog-Umsetzer; Signal-Trennstufen; Gleichstrom- und Gleichspannungswandler; Parallel-Serien-Umsetzer; Serien-Parallel-Umsetzer; Code-Umsetzer; Optokoppler; Fernwirkgeräte
V	Röhren, Halbleiter	Elektronenröhren, Gasentladungs röhren, Dioden, Transistoren, Thyristoren, FET, Anzeigeröhren, Verstärker röhren, Thyratrons: Hg-Stromrichter; Zenerdioden; Tunneldioden; Kapazitätsdiode n; Triac's, IGBT, MOSFET,
W	Übertragungswege, Hohlleiter, Antennen	Schaltdrähte, Kabel, Sammelschienen, Hohlleiter, gerichtete Kupplungen von Hohlleitern, Dipole, parabolische Antennen Lichtleiter; Koaxialleiter; TFH-, UKW-Richtfunk und HF-Leitungsübertragungswege; Fernmeldeleitungen
X	Klemmen, Stecker, Steckdosen	Trennstecker und – Steckdosen, Prüfstecker, Klemmenleisten, Löt leisten Koaxstecker; Buchsen; Messbuchsen; Vielfachstecker; Steckverteiler; Rangierverteiler; Kabelstecker; Programmierstecker; Kreuzschienenverteiler, Klinken
Y	elektrisch betätigte mechanische Einrichtungen	Bremsen, Kupplungen, Druckluftventile Stellantriebe, Hubgeräte; Bremslüfter; Regelantriebe; Sperrmagnete; mechanische Sperren; Motorpotentiometer; Permanent-Magnete; Fernschreiber; elektrische Schreibmaschinen; Drucker; Plotter; Bedienungsblattschreiber
Z	Abschlüsse, Gabelübertrager, Filter, Entzerrer, Begrenzer Ausgleichseinrichtungen, Gabelabschlüsse	Kabelnachbildung en, Dynamikregler, Kristallfilter R/C- und L/C-Filter; Funkentstör- und Funkenlöscheinrichtungen; aktive Filter; Hoch-, Tief- und Bandpässe; Frequenzweichen; Dämpfungseinrichtungen

Die Verwendung dieser Betriebsmittelkennzeichen ist bindend. Die CAD Programme sind diesen Normen anzupassen. Die entsprechenden Bauteilbibliotheken müssen bearbeitet werden.

Die Referenzkennzeichen (früher: Betriebsmittelkennzeichen) sind in der ÖN EN 61346 eindeutig definiert. Siehe Friedrich Kapitel 18.

3.2.3 Platzeinteilung und Abbrüche in einem Schaltplan

Der Funktionsablauf in einem Schaltplan soll möglichst von links nach rechts bzw. von oben nach unten erfolgen. Ziel dieser Maßnahme soll eine bessere Lesbarkeit sein.

Eingänge sind demnach entweder links oder oben, Ausgänge entweder rechts oder unten anzutragen.

Wenn möglich, sollte die gesamte Schaltung auf ein Blatt gezeichnet werden. Wenn dies nicht möglich ist, sollte eine komplette Baugruppe pro Seite gezeichnet werden.

Wenn Schaltungen sich über mehrere Blätter verteilen, müssen die Abbrüche mit Leitungsbezeichnung, Blattnummer und Planquadrat gekennzeichnet werden. Dies gilt sinngemäß auch dann, wenn Abbrüche innerhalb eines Blattes liegen. In diesem Fall entfällt die Blattnummer.

	Reset Netzname (Busname)
<hr/>	2 Blatt 2
	C5 Planquadrat C5

3.2.4 Bauteilnummerierung

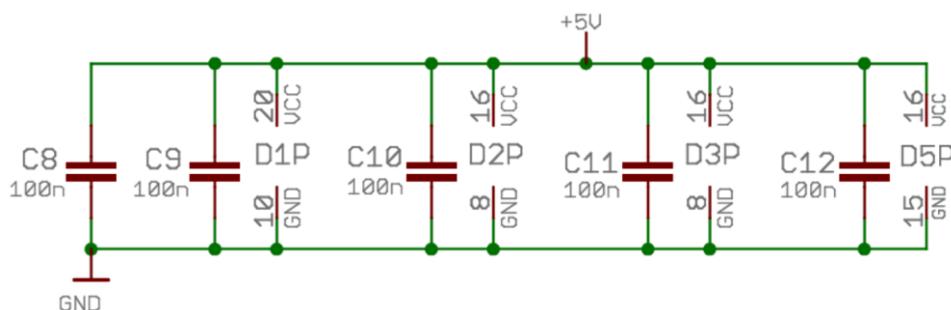
Jedes Bauteil ist mit einer eigenen, eindeutigen Positionsnummer zu versehen. Bei integrierten Schaltungen sind die Anschlüsse durch Pin bzw. Anschlussnummern zu kennzeichnen. Diese Nummern beginnen ausgehend vom Betriebsmittelkennzeichen immer bei eins und werden durchnummieriert.

Beispiel: R1, R2, R3 R19 C1,C2,C3 C8 V1,V2

Die Beschriftung des Stromlaufplanes geschieht immer **von links nach rechts** und **von oben nach unten**, nach Ebenen geordnet.

Stromversorgungsanschlüsse von IC oder Hybriden können in einer entsprechenden Tabelle **oder** mittels separater Spannungsversorgung zusammengefasst werden. Die Tabelle wird immer von unten nach oben beschriftet.

Zusammengefasste Stromversorgung:



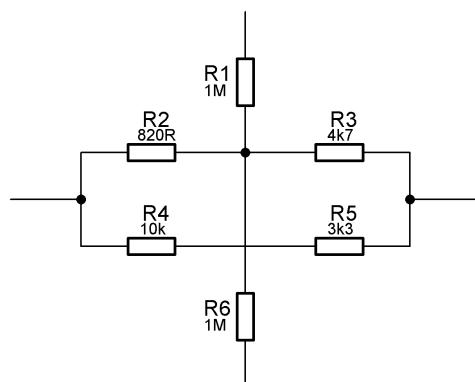
Tabellenform:

5	14	D2
12	24	D1, D3
Gnd	+5V	IC

3.2.5 Netzlinien - Bussysteme – Labels - Begrenzungslinien

Netzlinien:

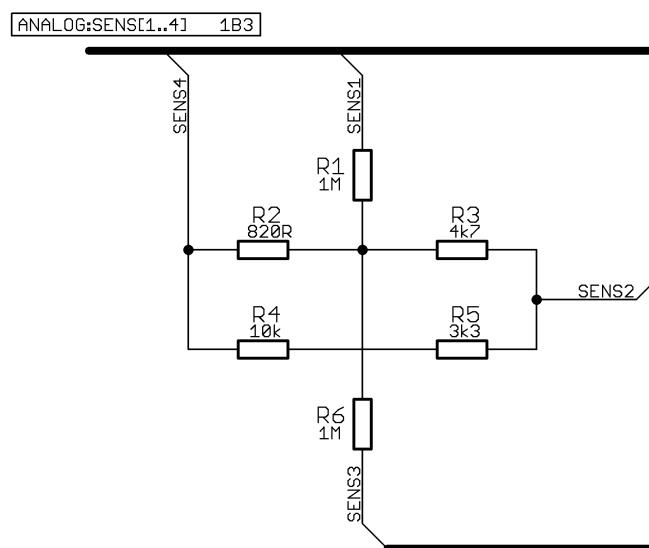
Unter einer **Netzlinie** versteht man die Verbindung der Bauteile untereinander. Netzlinien können entweder als Einzellinie oder als Bussystem ausgeführt werden. Zwei sich kreuzende Linien haben keine elektrische Verbindung. Sollen diese Linien eine elektrische Verbindung aufweisen, muss bei der Kreuzung ein Punkt – Junction – gesetzt werden. In diesem Moment werden die beiden sich kreuzenden Linien zu einem neuen Netz, sie gehören elektrisch zusammen. Dies gilt sinngemäß auch für Abzweigungen.



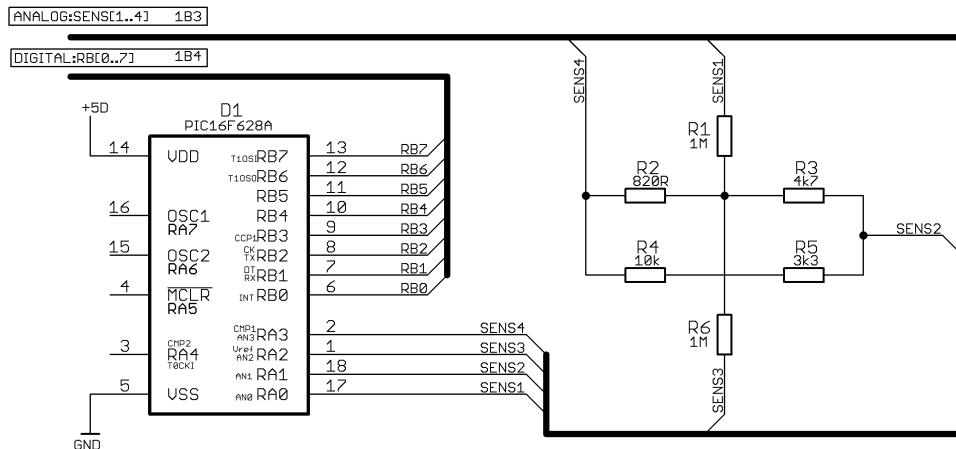
Bussysteme:

Bei Verwendung von **Bussystemen** sind die Einmündungswinkel in den Bus mit 45 Grad und immer gleich lang zu zeichnen. Unmittelbar beim Austritt aus dem Bus ist die Beschriftung – Label – zu setzen. Der entsprechende Platz ist zu berücksichtigen. Besonders bei langen Busnamen müssen hier Probleme vermieden werden. Labelgröße: 50 mil (1,3 mm). Bussysteme sollen nicht für die Betriebsspannung, sondern nur für zusammengehörige elektrische Verbindungen genutzt werden. Alle Netzlinien mit gleichen Namen (Label) sind elektrisch verbunden.

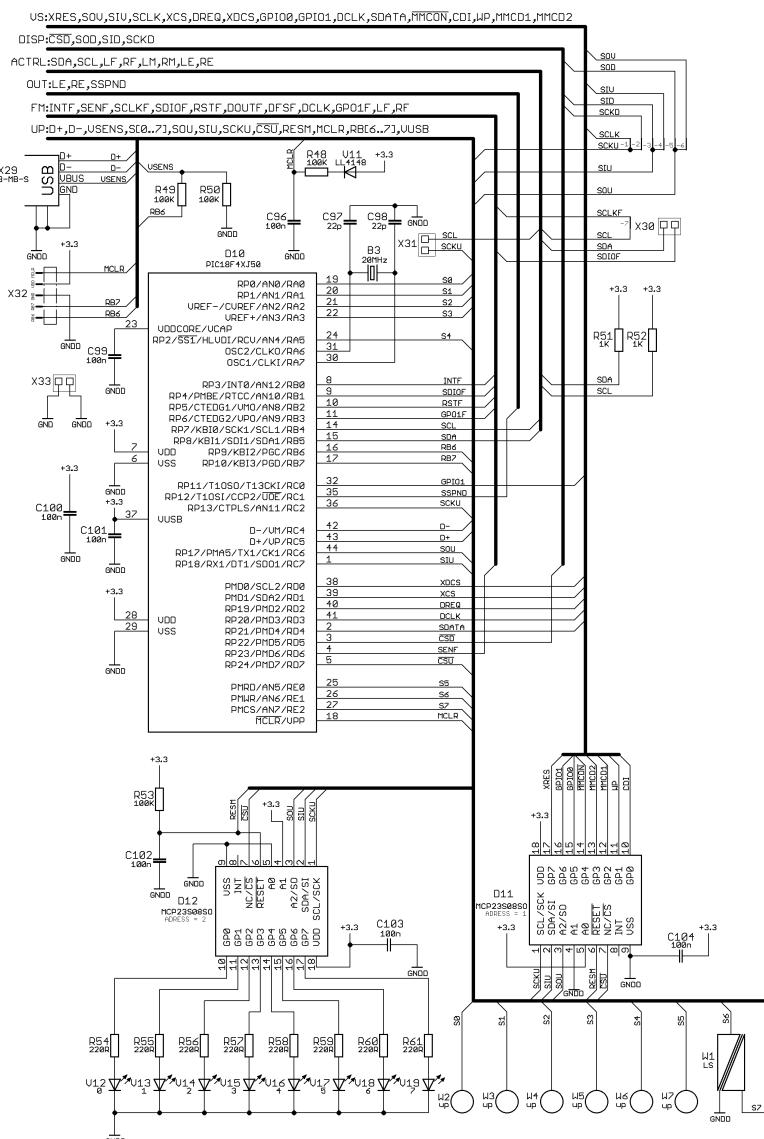
Die Richtung der Einmündung entspricht der Signalrichtung!



Buslinien beginnen und enden jeweils mit einer Einmündung. Die Richtung der Einmündung ist gleichzeitig die Richtung, wo die Netzlinie den Bus verlässt. Bei Mehrfachanschlüssen des gleichen Netzes sollte bei unidirektionalen Signalverläufen die Signalrichtung der Einmündungsrichtung entsprechen.

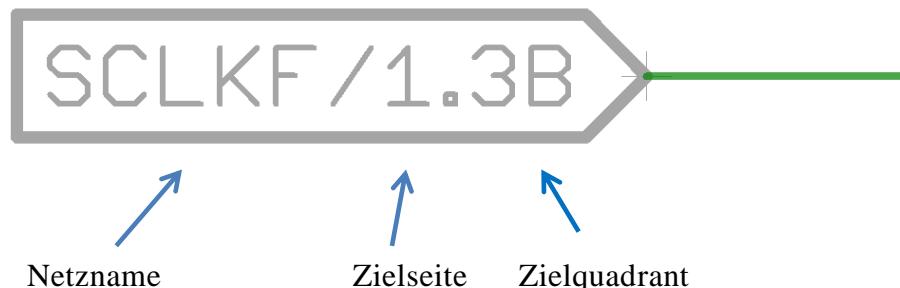


Lassen sich bei mehreren Datenbussen Kreuzungen nicht vermeiden, müssen diese Kreuzungen horizontal oder vertikal erfolgen, die Beschriftung erfolgt direkt am Busaustritt.

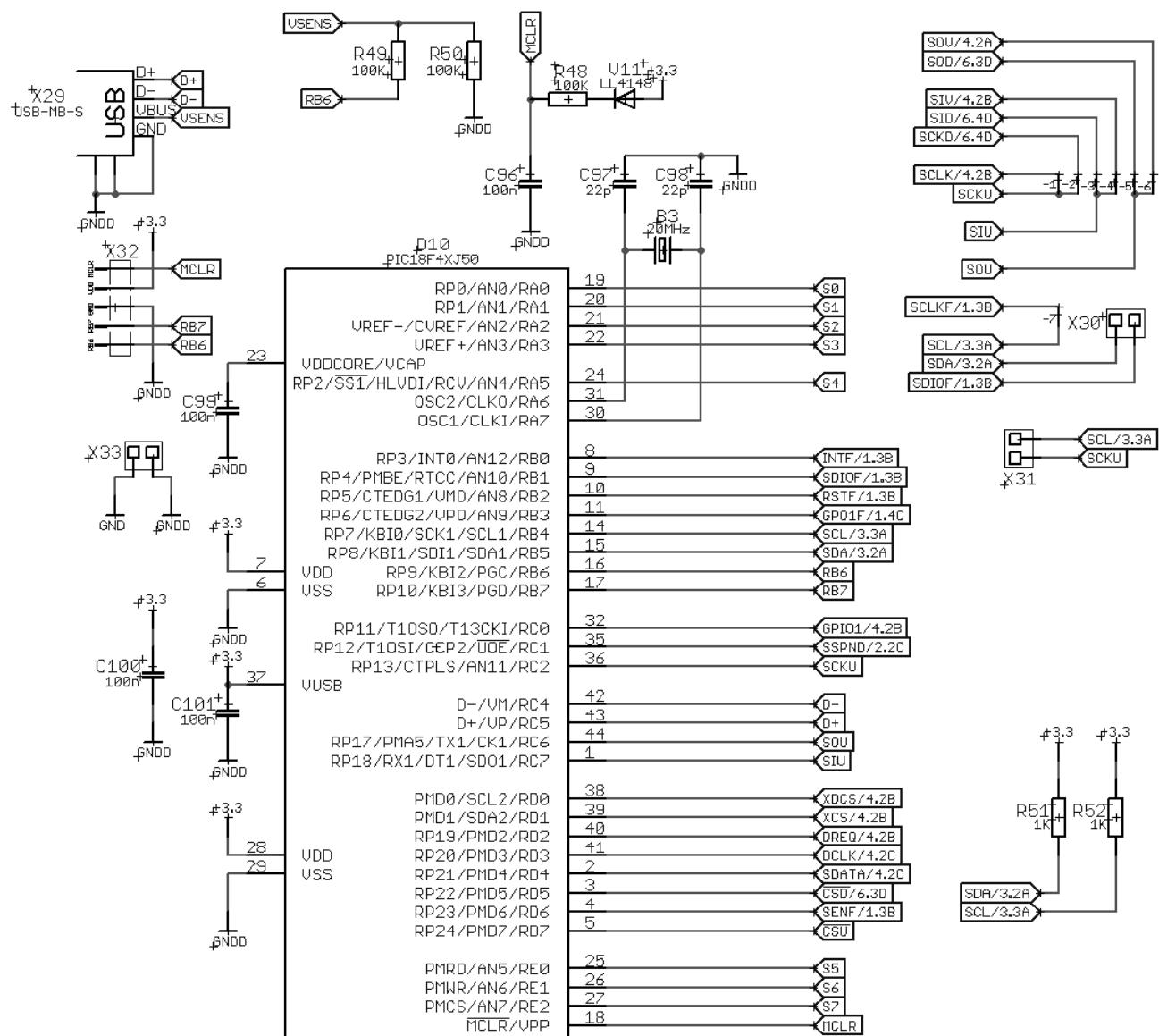


Labeling:

Bei Verwendung von Labels als Netzbezeichner soll immer das Zielfeld des Netzes angegeben werden. EAGLE gibt beim automatischen Labelingsystem die Blattnummer, den Blattquadranten (nur wenn ein normgerechter Zeichnungsrahmen verwendet wird) und den Netznamen an. Bei Netzen am selben Blatt wird nur der Netzname angegeben.



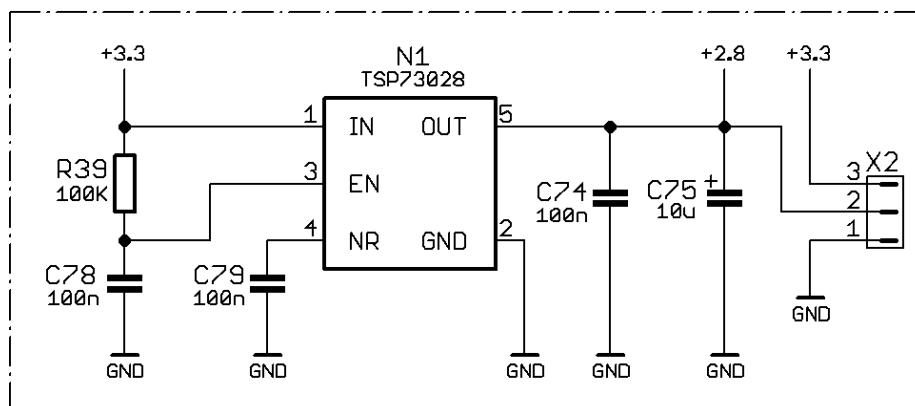
VORSICHT: Labelingsysteme können, bei falscher Verwendung, zur Unleserlichkeit eines Schaltplanes führen.



Begrenzungslinien:

Unter **Linien** - **Wires** - versteht man Begrenzungslinien ohne elektrische Funktion. Sie werden benötigt, um einzelne Module oder Baugruppen abzugrenzen oder um Hinweise grafischer Natur im Schaltplan zu verankern. Die Linienart ist in der ÖNORM E 1205 definiert und wird als strichpunktierter Linie ausgeführt. Die Klarheit des Schaltplanes hat Vorrang vor der Begrenzungslinie, auch wenn sich dadurch eine unregelmäßige Form dieser Linie ergibt!

Wird die Schaltung einer solchen Einheit nicht vollständig dargestellt, ist sie mit einem Bezugscode (z.B.: S4) oder einer Anmerkung (z.B.: siehe Zeichnungsnummer XY) zu versehen. Für das Verständnis kann ein einfaches Symbol innerhalb der Begrenzungslinie verwendet werden, das die Art und Richtung des Signalflusses angibt (Hybrid).



Funktionsblöcke können auch mit sinnvollen Texten ergänzt werden, diese werden direkt in den Block oder in einen eigenständigen Block geschrieben. Kurze, aussagekräftige Texte haben Vorrang vor Informationsmüll.

µS BUS:

```

XRES: Reset US10xx -> up
SOV: Serial Out (only in Command Mode) Us10xx -> up
SIU: Serial In (Data & Command) Us10xx -> up
SCLK: Serial Clock In (Data & Command) Us10xx -> up
XCS: Chip Select Command Interface Us10xx -> up
XDCS: Chip Select Data Interface Us10xx -> up
PREQ: Data Request (Data & Command), DI MMC<2>, SI EEPROM<5>, LED Us10xx -> up
GPIO0: CS EEPROM<1>, if on Reset H -> Boot from EEPROM, Us10xx -> up
GPIO1: CS MMC<1>, SCK EEPROM<6>, US10xx -> up
PCLK(GPIO2): DO MMC<7>, SO EEPROM<2>, US10xx -> up
SDATA(GPIO3): SCL MMC<5>, US10xx -> up
MMC0N: Supply Voltage On for MMC -> up
CDI: Card in MMC, aktiv low -> up
WP: MMC Write Protected, aktiv low -> up
MMC0D1: MMC<8> DAT1 -> up
MMC0D2: MMC<9> DAT2 -> up

```

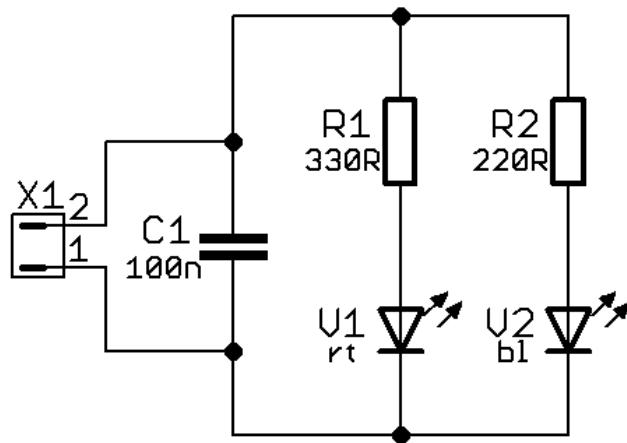
Vorsicht: Netz oder Buslinien stellen im Schaltplan eine elektrische Verbindung dar. Begrenzungslinien (Wires) sind reine Zeichnungslinien! Alle Informationen sollen immer im INFO-Layer (98) enthalten sein!

3.2.6 Darstellung der Stromversorgung bei Schaltplänen

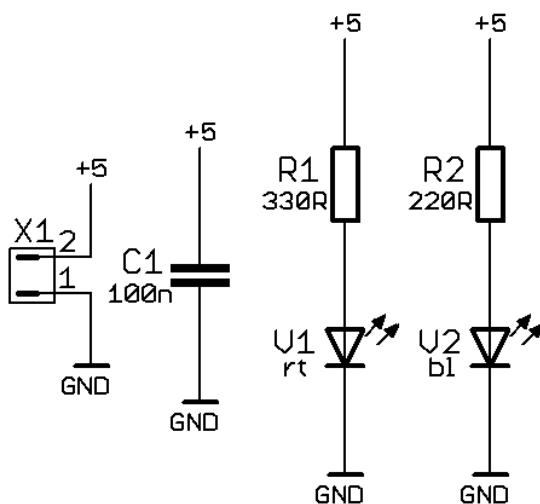
Betriebsspannungen und Bezugspotentiale können im Schaltplan mit normalen Linien oder vereinfacht mit Symbolen dargestellt werden. Die vereinfachte Darstellung fördert die Lesbarkeit und Übersichtlichkeit und ist bei größeren Plänen zu bevorzugen.

Kennzeichnung durch Linien:

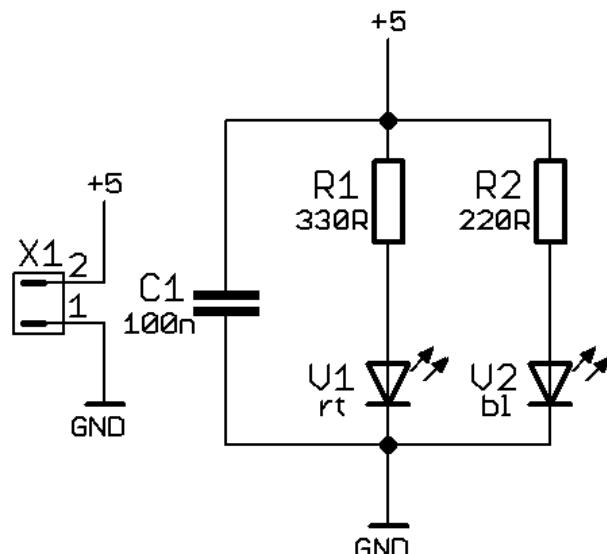
Die Spannungsversorgung wird wie eine Netzlinie gezeichnet.



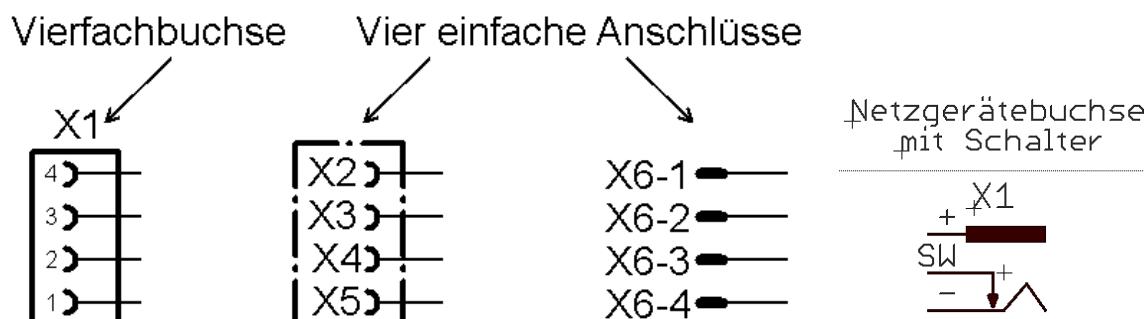
Kennzeichnung durch Symbole wie +, -, +12, +5, -12, +8V, ⊥ (Massesymbol).



Kennzeichnung durch eine Kombination beider Methoden.



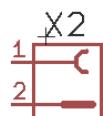
3.2.7 Darstellung von Steckverbindern und Lötpads



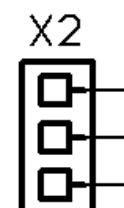
Buchsenleisten oder Steckerleisten können zusammengefasst werden. Es ist auch eine Mischbezeichnung möglich. So kann im Verdrahtungsplan durchaus eine Verbindung von X1-1 nach X3 angegeben werden. Die strichpunktierte Linie bedeutet, dass diese 3 Buchsen zu einer Einheit (Modul) zusammengefasst wurden, für sich aber eigenständig sind. (Eigene Devices !) Hingegen ist die Buchsenleiste X1 eine Einheit und kann nicht getrennt werden. Sie besteht eben aus vier Kontakten.

Lötpads ohne Bohrung (Testpins, Überlötbrücken, lötbare Jumperblocks) werden in dieser Form dargestellt.

Buchse/Stecker



Darstellung von einer Steckverbindung mit Buchse und Stecker



3.2.8 Verwendete Normen für Schaltzeichen und Referenzkennzeichen

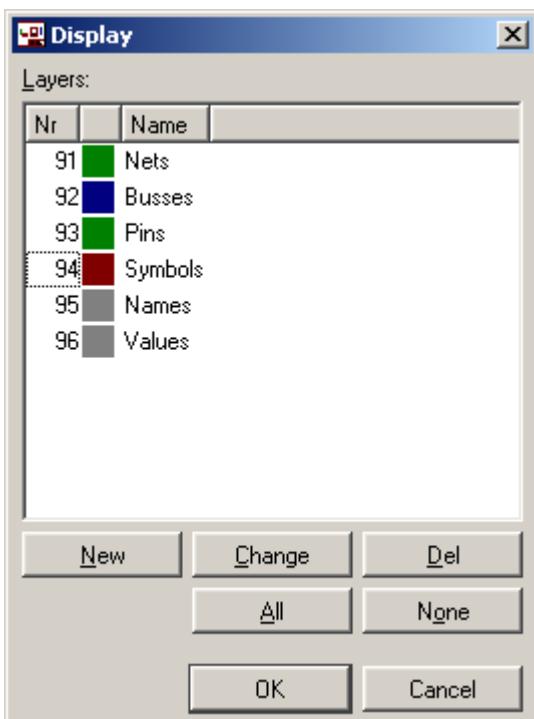
International	Europa	National	Titel	Bemerkung
IEC 60617-2 bis 13	EN 60617-2 bis 13	ÖNORM EN 60617-2 bis 13	Graphische Symbole für Schaltungsunterlagen	Teile 2 - 11 bei IEC als Datenbank (Norm = Datenbank!)
IEC 61734 Technical Report		Beiblatt 1 zu ÖNORM EN 60617-12	Entwickeln von Schaltzeichen nach den Normen IEC 60617-12 und IEC 60617-13	
ISO 81714-1	EN 81714-1	ÖNORM EN ISO 81714-1	Gestaltung von graphischen Symbolen zur Anwendung in der technischen Produktdokumentation - Teil 1: Grundregeln	
IEC 81714-2	EN 81714-2	ÖNORM EN 81714-2	Gestaltung von graphischen Symbolen zur Anwendung in der technischen Produktdokumentation - Teil 2: Spezifikation für graphische Symbole in rechnerinterpretierbarer Form einschließlich graphischer Symbole für eine Referenzbibliothek und Anforderungen für ihren Datenaustausch	
IEC 61082	EN 61082	ÖNORM EN 61082 Teil 1-4	Dokumente der Elektrotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln, Teil 2: Funktionsbezogene Schaltpläne, Teil 3: Verbindungspläne, Verbindungstabellen und Verbindungslisten, Teil 4: Ortsbezogene- und Installationsdokumente	
IEC 61346	EN 61346	ÖNORM EN 61346 Teil 1,2	Industrielle Systeme, Anlagen und Ausrüstungen und Industrieprodukte - Strukturierungsprinzipien und Referenzkennzeichnung - Teil 2:	
		DIN 40719	Betriebsmittelkennzeichen und Regeln für das rechnergestützte Erstellen von Stromlaufplänen. Teil 6 & Teil1000	Gültig noch bis 12/2003. Ablösung durch ÖNORM EN 61346 Teil 1,2
IEC 81714-3			Design of graphical symbols for use in technical documentation of products - Part 3: Classification of connect nodes, networks and their encoding	

3.2.9 Design Rules für Schaltpläne in der CAD Software

Um ein problemloses Zusammenspiel aller Komponenten der CAD Software zu ermöglichen, ist es notwendig, folgende Regeln beim Erstellen von Bauteilen bzw. beim Konstruieren des Schaltplanes einzuhalten.

Um die Arbeit zu erleichtern, wird ein Schaltzeichen nicht auf einem einzigen Blatt dargestellt, sondern auf mehreren Blättern, die übereinander liegen - die so genannten Layer.

EAGLE verwendet im Schaltplan standardmäßig sechs Layer.



Layer 91: der Netzlayer. In diesem Layer werden die elektrischen Verbindungslinien der Bauteile untereinander eingetragen. (siehe 3.2.5)

Layer 92: der Buslayer. In diesem Layer werden die Bussysteme gezeichnet (siehe 3.2.5)

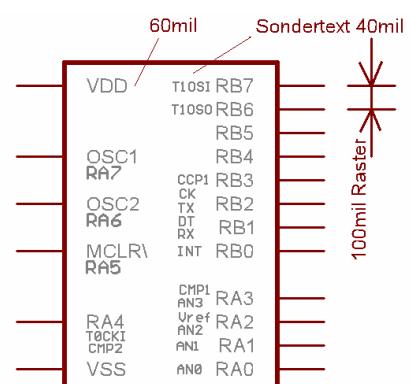
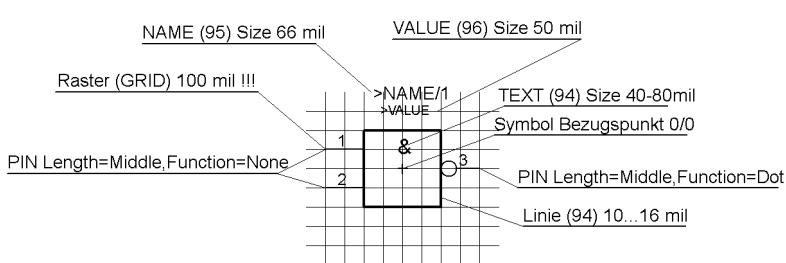
Layer 93: Alle Anschlusspins der Bauteile werden in diesem Layer gezeichnet. **Alle Pins müssen im 100 mil Raster sein.** (siehe 3.2.1)

Layer 94: Alle Linien und Texte, die zum Schaltzeichen gehören, müssen in diesem Layer gezeichnet werden. Das Raster ist hier beliebig zu verwenden. Vorsicht: Weder das Referenzkennzeichen (Betriebsmittelkennzeichen) noch der Bauteilwert wird hier eingetragen.

Layer 95: Hier wird das Referenzkennzeichen mit der Variable >NAME abgelegt.

Layer 96: Hier wird der Bauteilwert in der Variable >VALUE abgelegt.

Der Bezugspunkt (X=0, Y=0) muss in der Bauteilmittie fixiert werden. Dies ist gleichzeitig der Einfügepunkt im Schaltplan.



Die Pins (elektrische Anschlusspunkte) im Layer 94 können verschiedene Längen und Symbole annehmen. Ebenso wird die Funktion des Pins definiert (kleine Ziffern im Kreis).

Symbol	Funktion
	Long NC = Not Connected
	Middle Sup = Supply
	Short Out = Output
	Point OC = Open Collector
	Middle Dot Pas = Passiv
	Middle Clock Hz = High Impedance
	Middle Dot Clock In = Input

Standardmäßig wird die Funktion der Pins auf Pas gesetzt, es entstehen dann keine Probleme im ERC.

3.3 Stückliste (Leiterplattenstückliste)

Die Stückliste wird mit dem Standard-Zeichnungsrahmen nach ÖNORM A 6040 Teil 3 hergestellt. Die Stückliste stellt die Grundlage der Kalkulation und für den Wareneinkauf dar. Sie ist sehr sorgfältig zu erstellen und auf Vollständigkeit zu überprüfen. Die in der HTL-Salzburg eingesetzte Stückliste besteht – außer dem von der Norm vorgeschriebenen Aussehen – aus sechs Spalten. Jeder Eintrag in der Stückliste wird zweizeilig ausgeführt, wobei die zweite Zeile in der Benennungsspalte die Positionsnummer enthält. Im Schaltplan stehen die Positionsnummer und die Bauteilbezeichnung (Value), nach Lehreranweisung nur die Positionsnummer. Ein Stern bedeutet, dass es sich um nicht benötigte Bauteile in dieser Bestückungsvariante handelt.

In der Spalte „Bestellnummer“ werden die Bestellnummer und der Lieferant des Bauteils vermerkt. Beim ersten Auftreten eines neuen Lieferanten wird auch die Internetseite einmalig angegeben.

Die Spalte „MCd“ erhält entweder den Bauteilaufdruck z.B.: 3301 für einen Widerstand mit $3,3\text{k}\Omega$ oder den Marking Code von einem Bauteil, z.B.: 1B für einen Transistor BC846B. In der Spalte „Bemerkungen“ werden das Rastermaß, Bauform, Gehäusetype, ersetzte Teile etc. vermerkt. Hier werden auch Bauteile gekennzeichnet die nicht RoHS kompatibel sind. Stücklisten können Texte und weitere Stücklisten enthalten.

Die Reihenfolge der Bauteile in der Spalte „Benennung“ ist wie folgt festgelegt:

- Passive elektr. Bauteile:
 - Widerstände (fixe, veränderbare, veränderliche),
 - Kondensatoren (fixe, veränderbare, veränderliche),
 - Elko,
 - Spulen (fixe, veränderbare).
- Halbleiter:
 - Dioden, Zenerdioden,
 - Leuchtdioden,
 - Transistoren,
 - Thyristoren, Triacs,
 - IC (analoge, digitale),
 - Displays.
- Elektromechanische Bauteile:
 - Taster, Schalter,
 - Buchsen, Steckverbinder,
 - Sicherungen,
 - Lautsprecher,
 - Transformatoren,
 - Summer,
 - Kabel.
- Mechanische Bauteile:
 - Kühlkörper,
 - Schrauben, Muttern, Distanzhülsen, Bolzen,
 - Montagematerial,
 - Gehäuse.

Allgemein gilt: Vom kleinsten zum größten Bauteilwert sortieren bzw. alphabetisch bei Halbleiterbauelementen.

Beispiel einer Stückliste:

1	2	3	4	5	6	7
Lfd. Nr.	Stück- zahl	Ein- heit	Benennung	Lieferant / Bestellnummer	MCd	Bemerkung
1	2	STK	WID 16R, 1%, 0,125W R14, 15	mercateo.at B1313-713251	16R0	SMD 0805
2	4	STK	WID 20R, 1%, 0,125W R43, 45, 48	mercateo.at B1313-713253	20R0	SMD 0805
		FF	" R49			
3	2	STK	WID 22R, 1%, 0,125W R7, 12	mercateo.at B1313-713254	22R0	SMD 0805
4	1	STK	WID 82R, 1%, 0,125W R67	mercateo.at B1313-713268	82R0	SMD 0805
5	1	STK	WID 100R, 1%, 0,125W R32	mercateo.at B1313-713270	1000	SMD 0805
6	1	STK	WID 120R, 1%, 0,125W R66	mercateo.at B1313-713272	1200	SMD 0805
7	2	STK	WID 220R, 1%, 0,125W R68-69	mercateo.at B1313-713278	2200	SMD 0805
8	16	STK	WID 330R, 1%, 0,125W R50-65	mercateo.at B1313-713282	3300	SMD 0805
9	3	STK	WID 1k, 1%, 0,125W R17, 24, 31	mercateo.at B1313-713294	1001	SMD 0805
		FF	" (R76)			
10	5	STK	WID 1k5, 1%, 0,125W R1, 3, 5-6	mercateo.at B1313-713298	1501	SMD 0805
		FF	" R47			
11	4	STK	WID 2k2, 1%, 0,125W R19, 25, 27	mercateo.at B1313-713302	2201	SMD 0805
		FF	" R36			
12	7	STK	WID 3k3, 1%, 0,125W R2, 4, 8-11	mercateo.at B1313-713306	3301	SMD 0805
		FF	" R16			
13	2	STK	WID 10k, 1%, 0,125W R21, 29	mercateo.at B1313-713318	1002	SMD 0805
		FF	" (R77)			
14	2	STK	WID 12k, 1%, 0,125W R33-34	mercateo.at B1313-713320	1202	SMD 0805
15	1	STK	WID 22k, 1%, 0,125W R18	mercateo.at B1313-713326	2202	SMD 0805
16	3	STK	WID 47k, 1%, 0,125W R23, 26, 35	mercateo.at B1313-713334	4702	SMD 0805
17	8	STK	WID 100k, 1%, 0,125W R39-42, 44	mercateo.at B1313-713342	1003	SMD 0805
		FF	" R46, 70-71			
18	3	STK	WID 470k, 1%, 0,125W R37, 73	mercateo.at B1313-713358	4703	SMD 0805
Sachnummer, Dateiname:			Name:	Toleranz	Werkstoff:	
Beilage 3			Max Mustermann			
 HTBLuVA Salzburg Technische Informatik			ID-Nr.: 4xHELx xx	Gez.: MusM	Geprüft: 	Dokumentart: Stückliste
			Benennung: TRINITY	Version: 3.1	Revision: R003	Friegabe: StrH
			USB-Effekt-Amplifier	M. Stab: ohne	Spr.: DE	Dokumentenstatus: Fertigung
				Datum: 41525	Blatt: 1	Blatt/ Blätter: 4

1	2	3	4	5	6	7
Lfd. Nr.	Stück- zahl	Ein- heit	Benennung	Lieferant / Bestellnummer	MCd	Bemerkung
19	8	FF STK	" R75 WID 1M, 1%, 0,125W R13, 20, 22 FF " R28, 30, 38, 72, 74	mercateo.at B1313-713366 mercateo.at B1313-713366	1004	SMD 0805
20	2	STK	KERKO 22p, 50V C13-14	mercateo.at B1314-264-4258		SMD 0805
21	4	STK	KERKO 1n, 50V C46, 49, 52, 56	mercateo.at B1314-264-4337		SMD 0805
22	2	STK	KERKO 4n7, 50V C20, 22	mercateo.at B1314-464-6717		SMD 0805
23	5	STK	KERKO 10n, 50V C19, 21, 41, 61 FF " C62	mercateo.at B1314-264-4371		SMD 0805
24	2	STK	KERKO 22n, 50V C8-9	mercateo.at B1314-264-4387		SMD 0805
25	1	STK	KERKO 47n, 50V C32	mercateo.at B1314-264-4393		SMD 0805
26	7	STK	KERKO 100n, 50V C15, 17, 23, 27 FF " C29, 64-65, (67)	mercateo.at B1314-264-4416		SMD 0805
27	2	STK	KERKO 180n, 16V C24, 28	farnell.at 1759148		SMD 0805
28	4	STK	KERKO 220n, 16V C45, 48, 53, 55	mercateo.at B1314-741-4601		SMD 0805
29	15	STK	KERKO 1u, 16V C1-4, 10-11, 25 FF " C30, 35, 38, 42, 44, 47, 54, 57	mercateo.at B1314-741-4608		SMD 0805
30	4	STK	KERKO 1u, 50V C50-51, 58-59	mercateo.at B1314-740-7593		SMD 1206, TDK, X7R
31	2	STK	KERKO 2u2, 25V C43, 60	mercateo.at B1314-723-6625		SMD 3216 *ww. 1u5
32	1	STK	TALKO 1u, 35V C26	mercateo.at B1314-684-3872	0135 L	SMD B 3528-21
33	8	STK	TALKO 10u, 16V C5-7, 12, 16, 18 FF " C31, 63	mercateo.at B1314-648-0632	1016 L	SMD B 3528-21
34	0	STK	*TALKO 47u, 10V (C66)	mercateo.at B1314-684-4617	4710 L	SMD B 3528-21
35	6	STK	ELKO 220u, 35V C33-34, 36-37 FF " C39-40	mercateo.at B1314-737-9665	220M 35V	SMD Panasonic F 8x8x10,5
36	1	STK	IND 10n 750mA L1	mercateo.at B1314-254-6946	10K	SMD 3528 750mA GK20

Sachnummer, Dateiname:

Name:

Max Mustermann

Toleranz:

Werkstoff:

Beilage 3


HTBLuVA Salzburg
Technische Informatik

ID-Nr.:	Gez.:	Geprüft:	Betreuer:	Dokumentart:	Füllgabe:	
4xHELx xx	MusM			Stückliste	StrH	
Benennung:				Version:	Revision:	Dokumentenstatus:
USB-Effekt-Amplifier				3.1	R003	Fertigung
Maßstab:	Spr.:	Datum:	Blatt:	Blätter:		
ohne	DE	41525	2	4		

1	2	3	4	5	6	7
Lfd. Nr.	Stück- zahl	Ein- heit	Benennung	Lieferant / Bestellnummer	MCd	Bemerkung
37	4	STK	IND 33u 7447709330 L2-5	we-online.at 744 770 933 0	330K	SMD 1210 WE-PD Power Choke
38	0	STK	*IND 47u Drossel L6	we-online.at 744 778 514 7	470K	SMD 5,9x6,2x3,3mm *ww. ELL6PG470M
39	1	STK	DIO LL5818 V7	mercateo.at B1314-688-1962		SOD 87 MELF
40	0	STK	*DIO VS-10BQ040TRPBF V33-34	mercateo.at B1314-543-1566	V1F	SMB
41	4	STK	DIO BAS85, 70V V5-6, 31-32	mercateo.at B1314-700-3848		SOD80 MiniMELF
42	1	STK	DIO 3V3, 0,5W V8	mercateo.at B1314-687-2876		SOD80C MiniMELF (Zener)
43	6	STK	LED rot V9, 17-20, 27	we-online.at 150 080 SS7 500 0		SMD 0805
44	6	STK	LED grün V10, 13-14, 23-24, 28	we-online.at 150 080 VS7 500 0		SMD 0805
45	4	STK	LED gelb V15-16, 21-22	we-online.at 150 080 YS7 500 0		SMD 0805
46	6	STK	LED blau V11-12, 25-26, 29-30	we-online.at 150 080 BS7 500 0		SMD 0805
47	1	STK	FET N BF545B,215 V4	mercateo.at B1314-626-2333	21*	SOT23 (TO-236AB)
48	3	STK	TRANS N BC846B-7-F V1-3	mercateo.at B1314-711-4847	1B, K1R	SOT23, *ww. BC846
49	0	STK	*VREG AP1509-50SG-13 N4	mercateo.at B1314-751-2923	1509	SOP8L
50	1	STK	IC TPS73025DBVT N1	mercateo.at B1314-620-1344	7302	SOT23
51	1	STK	IC MCP6004-I/SL N2	mercateo.at B1314-628-3481	6004	SOIC-N14 *ww. MC33204D
52	1	STK	IC MCP6002-I/SN N3	mercateo.at B1314-628-3598	6002	SO8 *ww. LM1458
53	1	STK	IC PCM2705CDB D1	farnell.at 2064233	2705	SSOP28
54	1	STK	IC TPA3100D2PHPG4 D2	mercateo.at B1314-662-5125	3100	HT QFP48-1
55	1	STK	IC PIC18F45K22-I/PT D3	mercateo.at B1314-704-7722	18F4	TQFP44
56	4	STK	SW Taster 6x6 S1-4	we-online.at 430 182 043 816	5	SMD Taster quad. 6x6mm *ww. STS61
57	0	STK	*CON Cinchbuchse SCP604 X3	mercateo.at B1313-150174		SCP604 90G
58	0	STK	*CON Bananenstecker X9			Bananenstecker
59	1	STK	CON DC-Buchse DC10L X13	mercateo.at B1313-129892		DC SKT DUAL 2,1/2,5mm
60	1	STK	CON Klinkenbuchse IES101-4 X1	mercateo.at B1314-513-0421		2xÖffnerkontakt
61	0	STK	*CON AW140-EG-G36B X15	mercateo.at B1314-674-2312		5pol.-1-reihig, *ww. WWS36
Sachnummer, Dateiname:		Name:		Toleranz		Werkstoff:
Beilage 3		Max Mustermann				
 HTBLuVA Salzburg Technische Informatik		ID-Nr.:	Gez.:	Geprüft:	Betreuer:	Dokumentart:
		4xHELx xx	MusM			Stückliste
Benennung: TRINITY USB-Effekt-Amplifier		Version:		Revision:	Dokumentenstatus:	
		3.1		R003	Fertigung	
Maßstab: ohne		Spr.:		Datum:	Blatt:	Blätter:
		DE		41525	3	4

1	2	3	4	5	6	7
Lfd. Nr.	Stück- zahl	Ein- heit	Benennung	Lieferant / Bestellnummer	MCd	Bemerkung
62	11	STK FF	*CON Überlötjumper X4-7, 10-11 " X14, 16-18			nicht bestückt
63	2	STK	CON Printklemme 2pol X8, 12	we-online.at 691 101 710 002		RM5,08 AK(Z)500-V- 2-polig
64	1	STK	CON USB-Printbuchse X2	we-online.at 614 004 161 21		USB Typ B
65	1	STK	SICH Printsicherung 3,15A F1	mercateo.at B1314-226-0513	3,15	TR5
66	1	STK	QU 12MHz B1	mercateo.at B1314-478-9460	12.00	HC49S-SMD
67	1	STK	PLATINE GP2 -	selcom.at #9000142	0	TRINITY V3.0 R006 Platine

Sachnummer, Dateiname: Beilage 3	Name: Max Mustermann	Toleranz:	Werkstoff:			
 HTBLuVA Salzburg Technische Informatik	ID-Nr.: 4xHELx xx	Gez.: MusM	Geprüft: Betreuer:	Dokumentart: Stückliste	Freigabe: StrH	
	Benennung: TRINITY USB-Effekt-Amplifier			Version: 3.1	Revision: R003	Dokumentenstatus: Fertigung
	Maßstab: ohne	Spr.: DE	Datum: 41525	Blatt: 4	Blätter: 4	

3.3.1 Kurzbezeichnungen

Die Spalte <<Benennung>> der Stückliste beginnt immer mit der entsprechenden Bauteilbezeichnung. Um nicht immer alle Bauteile in ihrer Gesamtheit aufzuführen, werden in der HTL Salzburg für folgende Bauteile Abkürzungen eingeführt.

Kurzbezeichnung	Bauteil
BAT	Batterie
BGR	Brückengleichrichter
CON	Steckverbinder, Connector
DIO	Diode
DISP	Siebensegmentanzeige, LCD, etc.
ELKO	Elektrolytkondensator
FETN	Feldeffekttransistor N-Kanal
FETP	Feldeffekttransistor P-Kanal
IC	Integrierte Schaltung
IND	Induktivität, Spule
KERKO	Keramikkondensator
KUKO	Kunststoffkondensator
LED	Leuchtdiode
LS	Lautsprecher
MIC	Mikrofon
MFETN	Mosfet N-Kanal
MFETP	Mosfet P-Kanal
OKO	Optokoppler
OP	Operationsverstärker
PIEZO	Piezoelektrischer Schallwandler
POTI	Potentiometer
QU	Quarz
RES	Resonator
SW	Schalter
SICH	Sicherung
STRIM	Spindeltrimmer
TAST	Taster
TALKO	Tantalkondensator
TRAFO	Transformator
TRANSN	NPN -Transistor
TRANSP	PNP -Transistor
TRIAC	Triac
TRIM	Trimmer
TZDIO	Temperaturkomp.- ZDIO
VREG	Spannungsregler
WID	Widerstand
ZDIO	Zenerdiode

Die Kurzbezeichnungen sind immer in Großbuchstaben anzuführen!

3.4 Schaltungsbeschreibung - Funktionsbeschreibung

Die Schaltungsbeschreibung (Funktionsbeschreibung) enthält detaillierte Informationen über den Signalweg vom Eingang bis zum Ausgang der gesamten Schaltung. Sie ist so zu verfassen, dass ein betriebsfremder Techniker sie problemlos lesen und verstehen kann. Jede Schaltstufe ist in ihrer Einzel- und Gesamtfunktion zu beschreiben, wobei nicht die rechnerische Dimensionierung im Vordergrund steht, sondern vielmehr der logische Funktionsbereich. Auch wird hier auf die Betriebsspannungsanforderungen Rücksicht genommen.

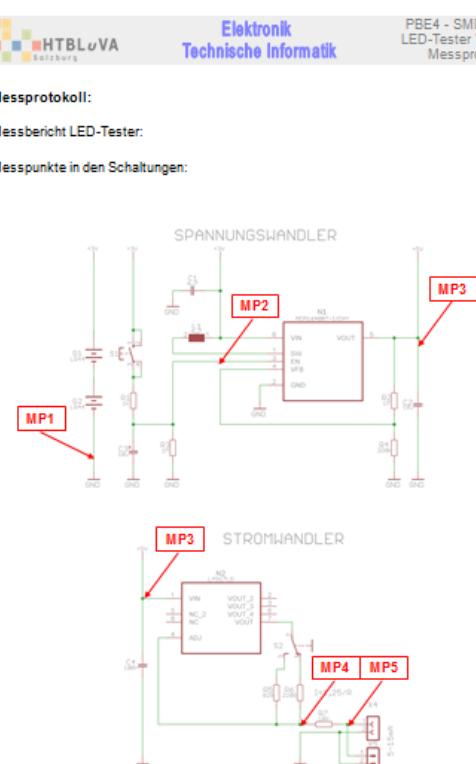
Wordvorlage: Standardvorlage Grafik 20xx.doc oder Standardvorlage Text 20xx.doc

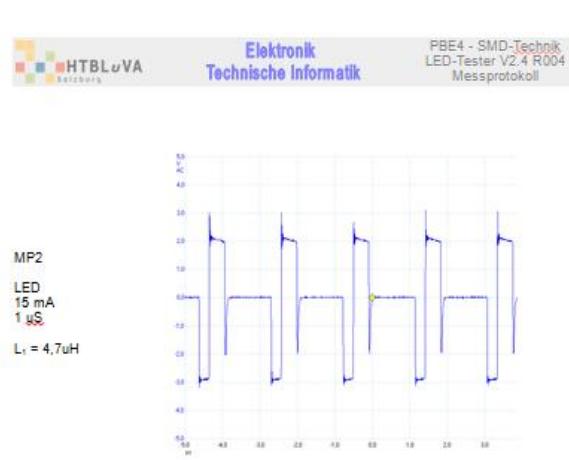
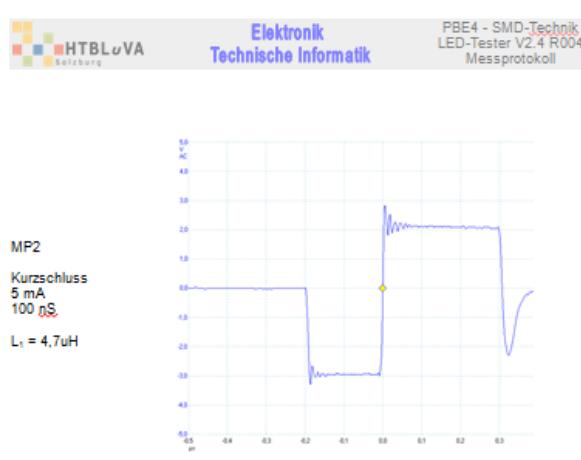
 HTBLuVA Salzburg	Elektronik	PHSBG-SCHÜLF-5213EJ01 Prototypenbau mit SMD-Technologie
<h4>2. Schaltungsbeschreibung Trinity 3.1</h4> <p>Das Projekt "Trinity" besteht aus vier Schaltungsteilen, die - wie nachfolgend beschrieben - zusammenarbeiten.</p> <h5>2.1. Soundkarte (PCM 2705C)</h5> <p>Da sich der Chip beim Anstecken des Gerätes am USB-Bus anmeldet und von Windows mit Generic-Treibern unterstützt wird, kann das Gerät ohne Treiberinstallation sofort verwendet werden. Der Chip wird mit 5V Gleichspannung aus der USB-Buchse versorgt. Die Spule L1 und die Kondensatoren C10, C11 wirken als EMV-Filter. Durch die Parallelschaltung des Elkos C11 und des Kondensators C12 wird bei hoher Frequenz ein Spulenverhalten verhindert. Der Pull-Up Widerstand R5 zieht die D+ Leitung auf 3,3V, dadurch wird das Gerät vom PC als Highspeed-Device (480MHz) erkannt. Nach erfolgreicher Enumeration und Treiberinstallation werden PC-seitig 3 USB-Endpoints erkannt, ein HID-Endpoint, ein Control-Endpoint und ein ISO-Out-Endpoint mit anschließendem DA-Wandler. Dieser arbeitet mit einer Oversampling Technologie ($f_s=128$) und zeichnet sich durch einen äußerst guten Störabstand aus. Durch die verwendete Wandler-Technologie wird das Quantisierungsrauschen auf ein Minimum reduziert. Am Ausgang steht ein digitales Signal nach SPDIF Standard zur Verfügung, welches über eine Cinch-Buchse zur Verfügung gestellt wird. Weiter sind 2 Stereo-Analog-Ausgänge mit einem Pegel von $1,8V_{ss}$ an $10k\Omega$ vorhanden. Der im Chip integrierte Spannungsregler stellt die notwendige Betriebsspannung von 3,3V zur Verfügung. Betrieben wird das ganze System von einem 12MHz Quarz der über eine interne 8-fach PLL auf dem Systemtakt mit 96MHz gebracht wird. An den Stereoausgängen befindet sich je ein Boucherot-Glied (Snubberglied), welches die notwendige Dämpfung unerwünschter Schwingungen übernimmt. Am SSPND-Ausgang wird bei aktiver Wiedergabe und erfolgreiche Enumeration ein High-Pegel mit 3,3V ausgegeben. Dieser wird verwendet, um die integrierte Endstufe freizuschalten. Mit dem vorhandenen SPI-Interface ist es möglich, die Lautstärke und das Weiterschalten von Musikstücken über den entsprechenden HID-Endpoint zu steuern. Das Ausgangssignal wird nun über den Klinkeneingang X1 geführt, welcher es ermöglicht, dass externe Audioquellen wie iPod, iPad, Handy oder Smartphone anstatt der integrierten Soundkarte abgespielt werden können. Die notwendige Umschaltung erfolgt automatisch beim Einsticken.</p>		
Helmut Strasser, Robert Pöttinger		01.03.2013
		7 / 18

3.5 Impulsdiagramme, Oszilloskopbilder

Für die Fehlersuche und den Abgleich einer Schaltung kann es von Vorteil sein, entsprechende Messpunkte mit deren Signal- und Spannungsverhältnissen anzugeben. Auch Oszilloskopbilder können eingefügt und dem entsprechenden Messpunkt zugeordnet werden. Die entsprechenden Messbereiche und Einstellungen sind anzugeben. (1V/cm, 50ms/cm, AC-Kopplung, Trigger etc.) Die Mindestanforderungen an die zu verwendenden Messgeräte sind ebenfalls zu vermerken.

Wordvorlage: Standardvorlage Grafik 20xx.doc oder Standardvorlage Text 20xx.doc

 <p>Messprotokoll:</p> <p>Messbericht LED-Tester:</p> <p>Messpunkte in den Schaltungen:</p>	<p>PBE4 - SMD-Technik LED-Tester V2.4 R004 Messprotokoll</p> <p>PBE4 - SMD-Technik LED-Tester V2.4 R004 Messprotokoll</p> <p>Messstabelle (Betriebswerte bei voller Batterie – 2xLR44 = 2x1,5V=3V):</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>#</th> <th>MP1 ~ U_{IN} [V]</th> <th>MP1 ~ I_{IN} [mA]</th> <th>MP2 ~ U_{IN} [V]</th> <th>MP2 ~ I_{IN} [mA]</th> <th>MP3 ~ U_{IN} [V]</th> <th>MP3 ~ I_{IN} [mA]</th> <th>Anmerkung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>3.039</td> <td>0.06</td> <td>5.028</td> <td>4.719</td> <td>0</td> <td>5.81</td> <td>Leerauf</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>3.013</td> <td>11.93</td> <td>5.023</td> <td>0</td> <td>5.81</td> <td>Kurzschluss 5 mA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2.979</td> <td>29.77</td> <td>4.914</td> <td>0</td> <td>15.47</td> <td>Kurzschluss 15 mA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>3.014</td> <td>11.91</td> <td>5.023</td> <td>2.003</td> <td>5.81</td> <td>LED 5 mA, 0.7V</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>3.018</td> <td>10.3</td> <td>5.023</td> <td>2.92</td> <td>5.01</td> <td>LED 15 mA, 3.2V</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Messstabelle (Betriebswerte bei halb leerer Batterie – 2xLR44 ~ 1.5V):</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>#</th> <th>MP1 ~ U_{IN} [V]</th> <th>MP1 ~ I_{IN} [mA]</th> <th>MP2 ~ U_{IN} [V]</th> <th>MP2 ~ I_{IN} [mA]</th> <th>MP3 ~ U_{IN} [V]</th> <th>MP3 ~ I_{IN} [mA]</th> <th>Anmerkung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1.561</td> <td>0.13</td> <td>5.017</td> <td>4.536</td> <td>0</td> <td>5.81</td> <td>Leerauf</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1.505</td> <td>26.83</td> <td>4.917</td> <td>0</td> <td>5.81</td> <td>Kurzschluss 5 mA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>1.408</td> <td>78.1</td> <td>4.918</td> <td>0</td> <td>15.47</td> <td>Kurzschluss 15 mA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>1.508</td> <td>25.78</td> <td>4.918</td> <td>1.993</td> <td>5.54</td> <td>LED 5 mA, 0.7V</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>1.512</td> <td>22.04</td> <td>4.964</td> <td>2.908</td> <td>4.59</td> <td>LED 15 mA, 3.2V</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Messstabelle (Betriebswerte bei fast leerer Batterie – 2xLR44 ~ 0.8V):</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>#</th> <th>MP1 ~ U_{IN} [V]</th> <th>MP1 ~ I_{IN} [mA]</th> <th>MP2 ~ U_{IN} [V]</th> <th>MP2 ~ I_{IN} [mA]</th> <th>MP3 ~ U_{IN} [V]</th> <th>MP3 ~ I_{IN} [mA]</th> <th>Anmerkung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0.912</td> <td>0.27</td> <td>5.027</td> <td>4.528</td> <td>0</td> <td>5.81</td> <td>Leerauf</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0.773</td> <td>69.8</td> <td>4.917</td> <td>0</td> <td>5.81</td> <td>Kurzschluss 5 mA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0.647</td> <td>131.1</td> <td>2.835</td> <td>0</td> <td>12.19</td> <td>Kurzschluss 15 mA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0.783</td> <td>65.01</td> <td>4.917</td> <td>1.994</td> <td>5.58</td> <td>LED 5 mA, 0.7V</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>0.822</td> <td>46.14</td> <td>4.925</td> <td>2.901</td> <td>4.25</td> <td>LED 15 mA, 3.2V</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Berechnung der zu erwartenden Batterielebensdauer: LR44: 1.5 V, 110 mAh \rightarrow 2xLR44 = 3 V \rightarrow ~ 220mAh Durchschnittlicher Verbrauch \sim 25mA \rightarrow $\frac{220 \text{ mAh}}{25 \text{ mA}} = 8.8 \text{ [h]}$ \rightarrow ~ 9 Stunden Betriebszeit bis die Batterie komplett leer wäre. Realistisch sind ca. 8 Stunden Dauerbetrieb, welcher sich durch die Autoabschaltung (nach ca. 10 Sekunden) fast nicht ergeben kann. Eine realistische Batterielebenszeit von ca. einem Jahr kann vorhergesagt werden.</p>	#	MP1 ~ U _{IN} [V]	MP1 ~ I _{IN} [mA]	MP2 ~ U _{IN} [V]	MP2 ~ I _{IN} [mA]	MP3 ~ U _{IN} [V]	MP3 ~ I _{IN} [mA]	Anmerkung	1	3.039	0.06	5.028	4.719	0	5.81	Leerauf	2	3.013	11.93	5.023	0	5.81	Kurzschluss 5 mA		3	2.979	29.77	4.914	0	15.47	Kurzschluss 15 mA		4	3.014	11.91	5.023	2.003	5.81	LED 5 mA, 0.7V		5	3.018	10.3	5.023	2.92	5.01	LED 15 mA, 3.2V		#	MP1 ~ U _{IN} [V]	MP1 ~ I _{IN} [mA]	MP2 ~ U _{IN} [V]	MP2 ~ I _{IN} [mA]	MP3 ~ U _{IN} [V]	MP3 ~ I _{IN} [mA]	Anmerkung	1	1.561	0.13	5.017	4.536	0	5.81	Leerauf	2	1.505	26.83	4.917	0	5.81	Kurzschluss 5 mA		3	1.408	78.1	4.918	0	15.47	Kurzschluss 15 mA		4	1.508	25.78	4.918	1.993	5.54	LED 5 mA, 0.7V		5	1.512	22.04	4.964	2.908	4.59	LED 15 mA, 3.2V		#	MP1 ~ U _{IN} [V]	MP1 ~ I _{IN} [mA]	MP2 ~ U _{IN} [V]	MP2 ~ I _{IN} [mA]	MP3 ~ U _{IN} [V]	MP3 ~ I _{IN} [mA]	Anmerkung	1	0.912	0.27	5.027	4.528	0	5.81	Leerauf	2	0.773	69.8	4.917	0	5.81	Kurzschluss 5 mA		3	0.647	131.1	2.835	0	12.19	Kurzschluss 15 mA		4	0.783	65.01	4.917	1.994	5.58	LED 5 mA, 0.7V		5	0.822	46.14	4.925	2.901	4.25	LED 15 mA, 3.2V	
#	MP1 ~ U _{IN} [V]	MP1 ~ I _{IN} [mA]	MP2 ~ U _{IN} [V]	MP2 ~ I _{IN} [mA]	MP3 ~ U _{IN} [V]	MP3 ~ I _{IN} [mA]	Anmerkung																																																																																																																																										
1	3.039	0.06	5.028	4.719	0	5.81	Leerauf																																																																																																																																										
2	3.013	11.93	5.023	0	5.81	Kurzschluss 5 mA																																																																																																																																											
3	2.979	29.77	4.914	0	15.47	Kurzschluss 15 mA																																																																																																																																											
4	3.014	11.91	5.023	2.003	5.81	LED 5 mA, 0.7V																																																																																																																																											
5	3.018	10.3	5.023	2.92	5.01	LED 15 mA, 3.2V																																																																																																																																											
#	MP1 ~ U _{IN} [V]	MP1 ~ I _{IN} [mA]	MP2 ~ U _{IN} [V]	MP2 ~ I _{IN} [mA]	MP3 ~ U _{IN} [V]	MP3 ~ I _{IN} [mA]	Anmerkung																																																																																																																																										
1	1.561	0.13	5.017	4.536	0	5.81	Leerauf																																																																																																																																										
2	1.505	26.83	4.917	0	5.81	Kurzschluss 5 mA																																																																																																																																											
3	1.408	78.1	4.918	0	15.47	Kurzschluss 15 mA																																																																																																																																											
4	1.508	25.78	4.918	1.993	5.54	LED 5 mA, 0.7V																																																																																																																																											
5	1.512	22.04	4.964	2.908	4.59	LED 15 mA, 3.2V																																																																																																																																											
#	MP1 ~ U _{IN} [V]	MP1 ~ I _{IN} [mA]	MP2 ~ U _{IN} [V]	MP2 ~ I _{IN} [mA]	MP3 ~ U _{IN} [V]	MP3 ~ I _{IN} [mA]	Anmerkung																																																																																																																																										
1	0.912	0.27	5.027	4.528	0	5.81	Leerauf																																																																																																																																										
2	0.773	69.8	4.917	0	5.81	Kurzschluss 5 mA																																																																																																																																											
3	0.647	131.1	2.835	0	12.19	Kurzschluss 15 mA																																																																																																																																											
4	0.783	65.01	4.917	1.994	5.58	LED 5 mA, 0.7V																																																																																																																																											
5	0.822	46.14	4.925	2.901	4.25	LED 15 mA, 3.2V																																																																																																																																											



3.6 Angaben zur Schaltungssimulation

Die Schaltungssimulation wird auf Grund des Schaltplanes durchgeführt. Es existieren Konvertierungsprogramme, die die Netzliste in ein Format bringen, welches durch die meisten Simulationsprogramme gelesen werden kann. Die entsprechenden Programme (LTSPICE, PSPICE, Microcap, Electronic Workbench u.v.m) werden im Bedarfsfall nach Lehreranweisung eingesetzt.

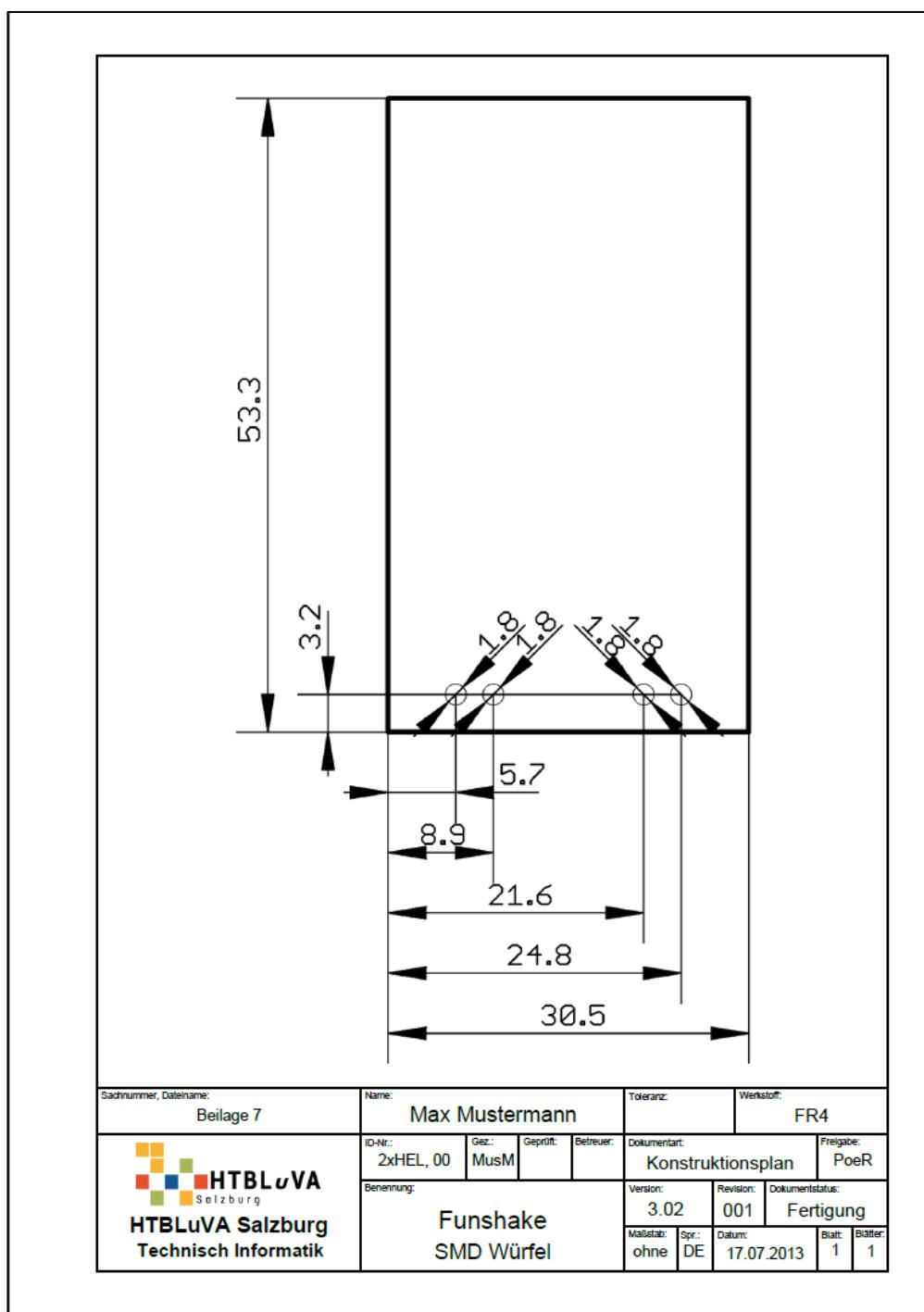
EAGLE ist mit dem Simulationsprogramm LTSPICE kompatibel, für diese Software existieren sehr viele Bauelemente mit entsprechenden Simulationsmodellen. Durch die derzeit kostenlos erhältliche Vollversion und über 1.6 Millionen Installationen weltweit ist dieses Programm einer der Marktführer im Simulationssektor. Vorsicht ist geboten, wenn man einen Schaltplan simulieren will. Es existieren eigene Bibliotheken für diese Simulation, nicht jede im EAGLE mitgelieferte Bibliothek ist dafür geeignet.

Wordvorlage: Standardvorlage Grafik 20xx.doc oder Standardvorlage Text 20xx.doc

3.7 Leiterplattenkonstruktion

Dabei handelt es sich um die mechanische Konstruktion einer Leiterplatte mit ihren Außenabmessungen, Stanzungen und größeren Bohrungen.

Die Erstellung dieser Zeichnung erfolgt - wie alle mechanischen Zeichnungen - mit einem eigenen CAD Programm bzw. direkt im EAGLE. Die HTL-Salzburg verwendet derzeit Solid Edge als Referenzprogramm. Alle anderen Programme, die ähnlich präzise Ergebnisse liefern, sind erlaubt, auch EAGLE.



3.8 Gehäusekonstruktion - Einzelteilzeichnung

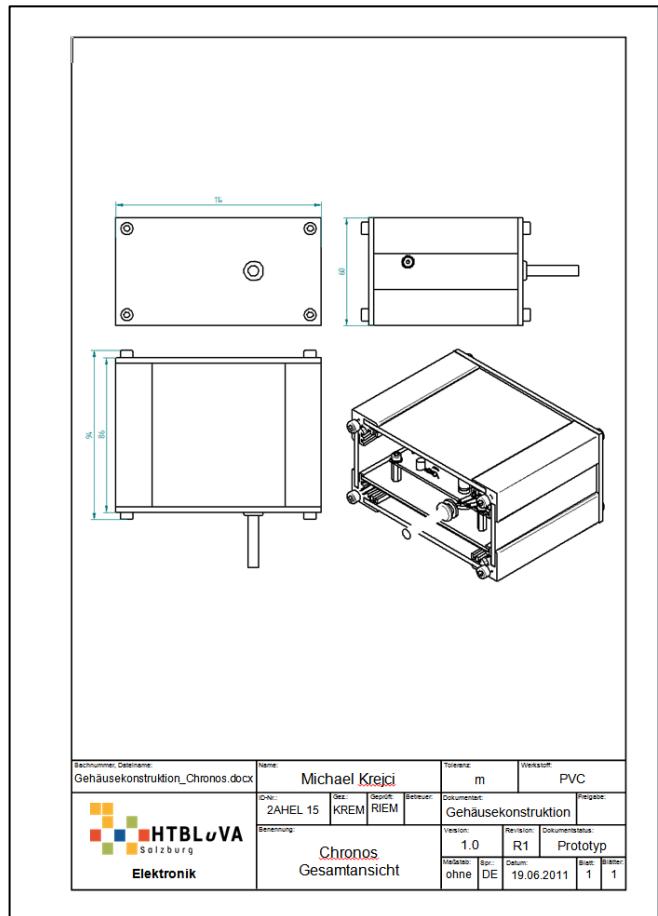
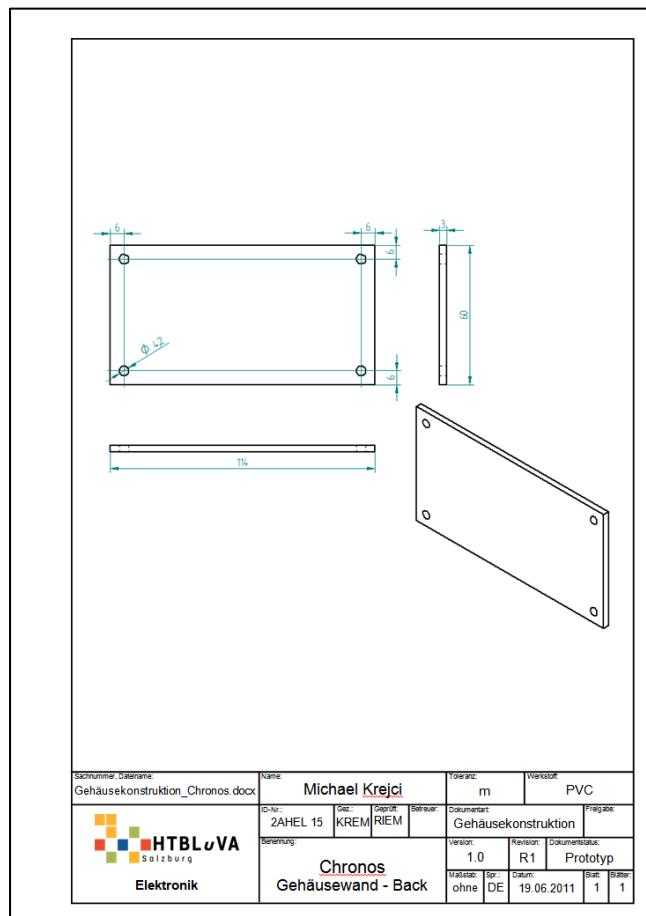
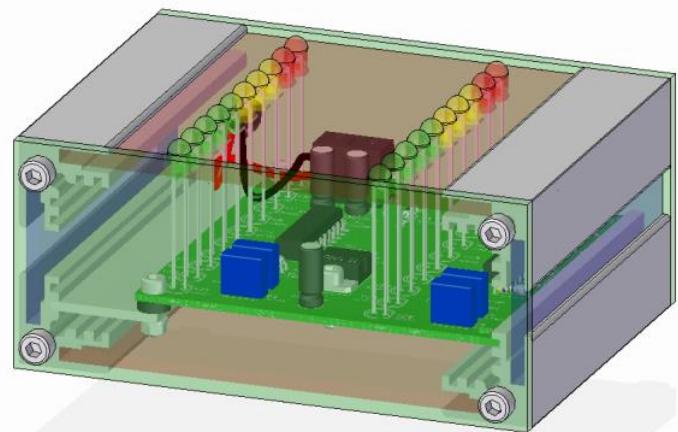
Mit einer Gehäusekonstruktionszeichnung werden mechanische Teile dargestellt. Als Zeichnungsrahmen wird hierfür das Normblatt aus dem Maschinenbau in A3 oder A4 Format verwendet.

Die Erstellung dieser Zeichnung erfolgt - wie alle mechanischen Zeichnungen - mit einem eigenen CAD Programm. Die HTL-Salzburg verwendet derzeit Solid Edge als Referenzprogramm. Alle anderen Programme, die ähnlich präzise Ergebnisse liefern, sind nach Rücksprache mit dem Lehrer erlaubt.

Einzelteilzeichnungen betreffen nicht nur die Leiterplatten, sondern sämtliche, für das Gerät notwendigen mechanischen Bauteile, wie Frontplatten, Rückwände, Abdeckungen, etc.

Explosionszeichnungen werden prinzipiell mit Positionsnummer ausgeführt.

Vorlage: Solid Edge: Rahmen_A4.dft

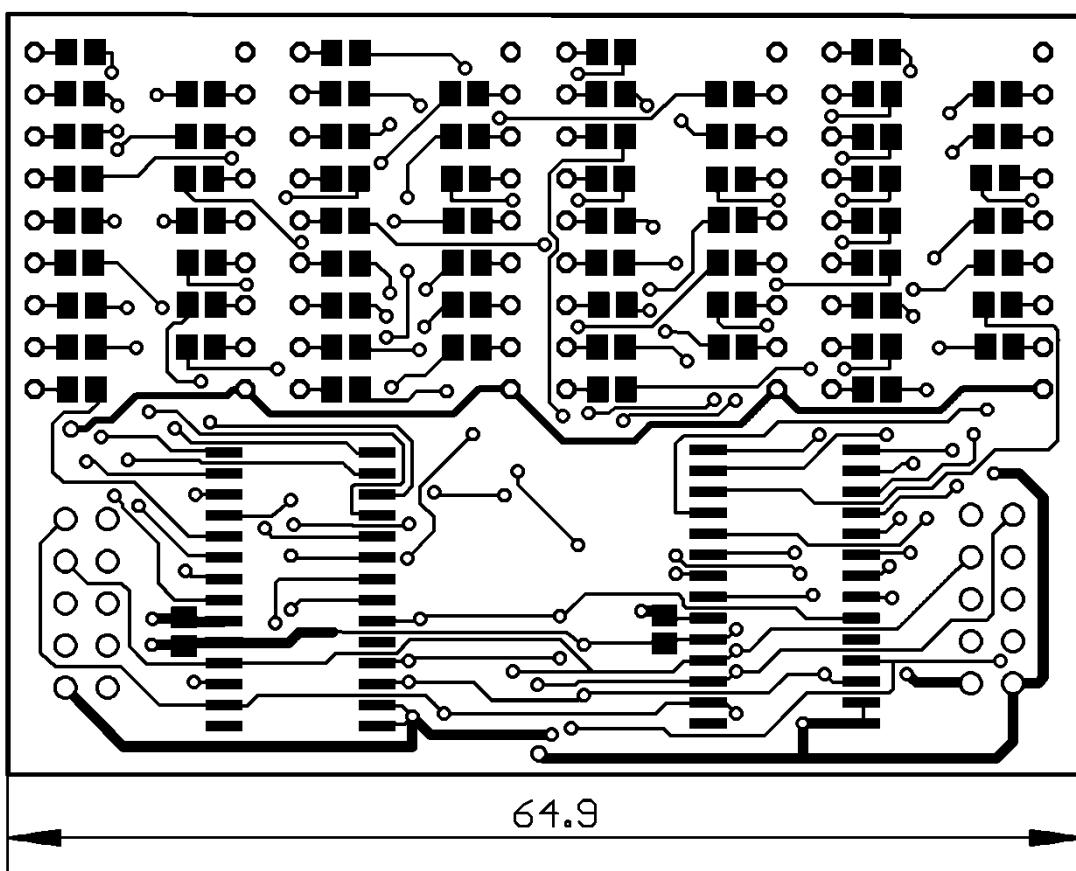


3.9 Layout - Leiterbild

Layouts werden auf A3 oder A4 Zeichenblättern gezeichnet. In der ÖNORM E 1274 und in der DIN 40719 werden die entsprechenden Zeichnungsrichtlinien behandelt. Im Punkt 5 dieses Leitfadens werden die Zeichnungsrahmen und Schriftfelder beschrieben. Layouts werden ausschließlich mittels einer CAD Software am Rechner erstellt. Methoden aus früheren Zeiten, wie Kleben, Tuschezeichnungen etc. sind ausnahmslos verboten. Derzeit wird in der HTL Salzburg das CAD Programm „EAGLE“ in der Version 6.xx verwendet. Frühere Versionen sind nicht geeignet!! Die Layoutentflechtung erfordert ein hohes Maß an Wissen über die Bauteile, die physikalischen Gegebenheiten und Eigenschaften der verwendeten Materialien sowie jede Menge Erfahrung. Dies kann nur durch ständiges Üben, durch „Tun“ erlernt werden. Einige Grundregeln und Ausführungsnormen müssen eingehalten werden, der Entflechtungsprozess selbst ist nicht an strikte Regeln gebunden. Für die automatische Entflechtung stehen heute leistungsstarke Tools zur Verfügung, die sog. Autorouter.

Im zweiten Jahrgang FTKL ist der Einsatz eines Autorouters ausnahmslos verboten!

Beispiel einer entflochtenen Leiterplatte:



Moderne CAD Programme arbeiten mit mehreren, übereinander angeordneten Layern. Dies kann man sich wie eine Menge Klarsichtfolien vorstellen, die einfach exakt übereinander gelegt werden. Jetzt werden die einzelnen Lagen benannt und nummeriert. Auf diese Weise ist es möglich, einzelne Ausdrucke von den entsprechenden Layern anzufertigen, und dies wiederum ermöglicht die jeweiligen Fertigungsschritte. Bei manchen CAD Programmen existieren an die 100 verschiedenen Layer!

Die wichtigsten Layer (fett) in der chronologischen Reihenfolge:

1 Top	Leiterbahnen oben, früher: Bestückungsseite
2 Route2	Innenlage (Signal- oder Versorgungslayer)
3 Route3	Innenlage (Signal- oder Versorgungslayer)
4 Route4	Innenlage (Signal- oder Versorgungslayer)
5 Route5	Innenlage (Signal- oder Versorgungslayer)
6 Route6	Innenlage (Signal- oder Versorgungslayer)
7 Route7	Innenlage (Signal- oder Versorgungslayer)
8 Route8	Innenlage (Signal- oder Versorgungslayer)
9 Route9	Innenlage (Signal- oder Versorgungslayer)
10 Route10	Innenlage (Signal- oder Versorgungslayer)
11 Route11	Innenlage (Signal- oder Versorgungslayer)
12 Route12	Innenlage (Signal- oder Versorgungslayer)
13 Route13	Innenlage (Signal- oder Versorgungslayer)
14 Route14	Innenlage (Signal- oder Versorgungslayer)
15 Route15	Innenlage (Signal- oder Versorgungslayer)
16 Bottom	Leiterbahnen unten, früher Lötseite (Solder Side)
17 Pads	Pads (bedrahtete Bauteile), Lötaugen
18 Vias	Vias (durchgehend), Durchkontaktierungen
19 Unrouted	Luftlinien, Ratsnest
20 Dimension	Platinen-Umrisse (und Kreise für Holes)
21 tPlace	Bestückungsdruck oben
22 bPlace	Bestückungsdruck unten
23 tOrigins	Aufhängepunkte oben (Kreuz aut. gen.)
24 bOrigins	Aufhängepunkte unten (Kreuz aut. gen.)
25 tNames	Servicedruck oben (Bauteile-Namen, NAME)
26 bNames	Servicedruck unten (Bauteile-Namen, NAME)
27 tValues	Bauteile-Werte oben (VALUE)
28 bValues	Bauteile-Werte unten (VALUE)
29 tStop	Lötstopmaske oben (aut. generiert)
30 bStop	Lötstopmaske unten (aut. generiert)
31 tCream	Lotpaste oben
32 bCream	Lotpaste unten
33 tFinish	Veredelung oben
34 bFinish	Veredelung unten
35 tGlue	Klebemaske oben
36 bGlue	Klebemaske unten
37 tTest	Test- und Abgleichinformationen oben
38 bTest	Test- und Abgleichinformationen unten
39 tKeepout	Sperrflächen für Bauteile oben

40 bKeepout	Sperrflächen für Bauteile unten
41 tRestrict	Sperrflächen für Leiterbahnen oben
42 bRestrict	Sperrflächen für Leiterbahnen unten
43 vRestrict	Sperrflächen für Vias
44 Drills	Bohrungen, durchkontaktiert
45 Holes	Bohrungen, nicht durchkontaktiert
46 Milling	CNC-Fräser-Daten zum Schneiden der Platine.
47 Measures	Bemaßungen
48 Document	allgemeine Dokumentation
49 Reference	Passermarken
51 tDocu	Bauteiledokumentation oben
52 bDocu	Bauteiledokumentation unten

Der Benutzer kann entscheiden, welche Layer eingeblendet werden und welche nicht. Man sieht die Printplatte immer von oben, also vom TOP Layer (früher: Bestückungsseite) aus.

Abgeleitet aus diesen Layern ergeben sich für die Fertigungsunterlagen folgende Forderungen:

- Layout aller vorhandenen Lagen (Top, Bottom, Layer 1...15) -> EAGLE
- Lötstopmasken für Top und Bottom Layer -> EAGLE
- Bestückungsplan für Top und Bottom Layer -> EAGLE
- Bauteileaufdruck für Top und Bottom Layer -> EAGLE
- Bohrplan, Layer 17, 18, 44, 45 -> EAGLE
- Verwendete Design Rules (DRC-Dateien) -> EAGLE
- Geräteverdrahtungsplan -> EAGLE oder ein externes CAD Programm
- Einzelteilzeichnung, sie entspricht Layer 46 (47) -> EAGLE oder externes CAD Programm
- Montagezeichnung, Gruppenzeichnung -> externes CAD Programm
- Explosionszeichnung -> externes CAD Programm
- Montage, Einbau und Einstellanleitung -> externe Standardsoftware
- Prüfvorschrift, -> externe Standardsoftware unterstützende Layer 37, 38
- Bau und Messanleitung -> externe Standardsoftware
- Gesamtstückliste des Gerätes, mit Verweis auf die fertigen Printstücklisten -> ext.
- Verweise auf verwendete Bauteilebibliotheken (Libraries) -> externe Standardsoftware

Achtung:

Beim Ausdrucken von Layouts, Bestückungsplänen, Bohrplänen etc. müssen die Layer tOrigins (23) und bOrigins (24) ausgeblendet werden!

Vereinbarungen:

Layouts sind grundsätzlich am TOP Layer mit dem Schriftzug „Top“ und am BOTTOM Layer mit dem Schriftzug „Bot“ zu beschriften. Die Schrifthöhe beträgt mindestens 2 mm. Das HTL Logo (nur der Schriftzug htl oder HTBLuVA-Sbg) ist an geeigneter Stelle mit entsprechender Höhe zu platzieren.

Der **Projektnname**, die **Versionsnummer**, der **Name** des Schülers (eventuell Kurzform) sowie das **Datum** (in der Form Monat/Jahr z.B.: 09/03) wird ebenfalls am Bottomlayer eingefügt. Schriftgröße: 2 mm

Nur wenn es aus Platzgründen nicht möglich ist, können Teile der Informationen auch am TOP Layer (wenn vorhanden) eingefügt werden.

Der Koordinatenursprung (X=0, Y=0) muss mit der linken unteren Ecke der Leiterplatte exakt übereinstimmen. Dort ist auch der Rasterursprung zu setzen.

Die Platinenumrisse werden im Dimension Layer (20) mit 10 mil Strichstärke gezeichnet. Linke untere Ecke im Koordinatenursprung (X,Y=0)!

Fräskonturen werden im Milling Layer (46) mit 5 mil Strichstärke gezeichnet.

Um die Kosten für die Fertigung gering zu halten, ist Sorge zu tragen, dass möglichst wenig Kupfer zum Wegätzen vorhanden ist. Dies kann durch Auffüllen der freien Flächen mit Polygonen bewerkstelligt werden. **Diese Füllflächen (Polygone) müssen, wenn keine Gründe dagegen sprechen, mit Massepotential (GND) verbunden werden.** Damit das Löten der Platte erleichtert wird, müssen die Füllparameter entsprechend untenstehender Tabelle eingestellt werden:

- Isolate: 25-40 mil
- Spacing: 25-40 mil
- Thermals: On
- Orphans: Off

**Achtung:
Keine Masseflächen bzw. Polygone bei netzspannungsführenden Leitungen !**

Sonderregeln bei netzspannungsführenden Leitungen:

Die Mindestabstände zwischen Leiterbahnen (DIN Norm VDE 160, Bemessung von Kriech- und Luftstrecken) sind einzuhalten. In diesem Bereich darf keine Flächenfüllung (Polygon) erfolgen!

**Vereinbarung für netzspannungsführende Leitungen u.
Hochvoltspannungen:**

**Abstand zu anderen Potentialen (Masse, Sekundär etc.) mind. 8 mm
Abstand der Netzeleitungen zueinander > 4 mm (besser 5 mm)
Leiterbahnstärken mind. 24 mil**

Vorsicht: In diesem Bereich sind keine Beschriftungen erlaubt, ebenso keine Befestigungsbohrungen!

Für jede Leiterplattenfertigung ist im Haus ein Arbeitsauftragsformular zwingend auszufüllen. Dieses Formular kann in der Mechatronikwerkstätte, Raum 242 bezogen werden. Die entsprechenden Daten sind sorgfältig und korrekt auszufüllen, sonst besteht die Gefahr des Terminverlustes. Der Schüler haftet für etwaige Fehler und Verzögerungen!! Prinzipiell unterscheidet man zwischen der Printfertigung im Haus (Raum 242) und einer externen Printfertigung durch entsprechende Dienstleister. Da hier unterschiedliche Design Rules einzuhalten sind, werden diese Anforderungen in einem separaten Kapitel dieses Leitfadens festgehalten (siehe: Design Rule-Vereinbarungen).

Leiterbahn Design Rules (HTL-Salzburg):

- Minimale Leiterbahnstärke: besser 16 mil, eventuell auch 12 mil!
- Minimaler Leiterbahnabstand: 8 mil **AUSNAHME: Netzspannungen (s.o)**
- Begrenzungslinie (Board) im Dimensionlayer 20: Linienstärke 10 mil.
- Fräskonturen werden im Milling Layer 46 gezeichnet! Linienstärke 5mil.
- Der Ursprung (0 0) liegt immer in der linken unteren Ecke!
- Bohrungen sind in **metrischen** Werten anzugeben, Abstufungen sind im 0.1 mm Abstand von 0.5 mm bis 2.5 mm möglich. Bohrlöcher haben das Originalmaß bereits in der Bibliothek (in mm)!
- Restring (Lötaugenaussendurchmesser – Bohrlochdurchm. / 2) mind. 13 mil, besser 16 mil. Diese Werte sollen in der Bibliothek bereits berücksichtigt werden. Eine nachträgliche (globale) Änderung ist in den Design Rules möglich, wirkt sich aber auf alle Lötaugen aus!
- VIAS (für Drahtbrücken und Durchkontaktierungen) haben eine runde Lötaugenform, Bohrdurchmesser 0.5 – 0.8 mm (20 – 32 mil) Restring mind. 13mil.
- Durchkontaktierungen werden mittels Hohlnieten hergestellt, bitte den erhöhten Platzbedarf der Niete durch Vergrößerung des Restrings beachten (16mil).
- Nicht alle Bauteile können am Bestückungslayer verlötet werden. Vorsicht bei Durchkontaktierungen!
- Holes können bis 2.6 mm CNC gebohrt werden, darüber hinaus wird manuell mittels einer Printbohrmaschine aufgebohrt.
- Isolate und Thermal 32mil, mindestens 16mil.
- Beschriftungen mindesten 50mil groß, nur Vectorschrift, Ratio mind. 12%
- Alle restlichen Einstellungen entsprechen den Standardeinstellungen.
- Nicht vergessen: Manche Bibliotheken sind nicht korrekt! Diese Bauteile müssen auf obige Werte geändert werden!
- Diese Parameter sind im Design Rule-Bereich von EAGLE einzugeben und zu überprüfen.
- Datenübergabe der fertigen Prints entweder auf Diskette, USB Stick oder direkt übers Netzwerk in der Mechatronikwerkstätte. **Die fertigen Dateien sind ohne Zeichenrahmen, ohne Referenzmaß und mit der linken unteren Platinenecke auf Position (0 0) abzugeben!**
- Verwendete Versionsnummer von EAGLE: V6.xx

VORSICHT:

Einige Seriennummern bei EAGLE entsprechen nicht den Lizenzbestimmungen, somit ist es möglich, dass Ihre Dateien am CNC Rechner nicht lesbar sind. Bitte überprüfen Sie ihre Version auf gültige Seriennummern. (Fehlercode: Load Error 296 o.ä.). Dies gilt auch für Bibliotheken!

3.9.1 Leiterplatten Auftragsformular

Arbeitsauftrag – Leiterplatten

Bestellername (<i>Schülername</i>):	Datum:	
Klasse:	Projektbezeichnung:	Arbeits-Auftr.Nr.: <i>(vom Projektbetreuer zu erfragen)</i>
Projektbetreuer: <i>(Lehrer)</i>		
Format	Länge: mm x Breite: mm	Anzahl/Nutzen:
Durchkontaktierung gewünscht: <i>(nur für 5.Klassen Elektronik im Rahmen des Maturaprojekts)</i>		
Kleinster Bohrdurchmesser (bitte unbedingt angeben): mm		
Dateiname und Position der Eagle-Datei (<i>kompletten Pfad angeben</i>):		
Email zur Fertigstellungs-Verständigung:		
Unterschrift des/der Schülers/Schülerin:	Unterschrift des Projektbetreuers:	

Dieses Formular ist vollständig ausgefüllt in folgendes Laufwerk zu kopieren:

Für Schüler der Elektronik-Abteilung: `\fs-i.edu.htm\klassen\$Printlabor\Klasse\Name`

Für Schüler der Elektro-Abteilung: `\fs-et.edu.htm\klassen\$Printlabor\Klasse\Name`

(für die Klasse ist die jeweilige Klasse zu verwenden, welche der Schüler besucht, in der jeweiligen Klasse ist ein Unterverzeichnis mit dem Nachnamen des Schülers zu erstellen)

Eine ausgedruckte und vom Schüler und Projektbetreuer unterschriebene Kopie ist im Printlabor abzugeben – nur dadurch wird sichergestellt, dass das Printlabor den Auftrag auch ausführt.

Die Bearbeitungszeit beträgt etwa 2 Tage, bzw. 14 Tage bei durchkontaktierten Platinen!

Damit die Platine auch tatsächlich gefertigt werden kann ist der HTL-DRC (befindet sich im Verzeichnis Printlabor) unbedingt anzuwenden. Wenn dieser DRC Fehler anzeigt wird die Platine **NICHT PRODUZIERT!!** (Ausnahmen hierzu nur nach persönlicher Absprache im Printlabor bzw. bei Texten).

Checkliste zur Platinenproduktion (Punkte einfach abhaken):

- „Width“ des Dimension-Layers = 10mil
- Alle Texte sind Vektor-Font (kleinste Textgröße 50mil).
- Folgende Textelemente sind verpflichtend auf jeder Platine anzugeben: „Platinenname“, „Namenskürzel des Schülers“, „Klasse“, „HTBLuVA-Sbg.“, „Datum“, „Versionsnummer“, bei zweiseitigen Platinen die Markierung „top“ und „bottom“.
- Ratio der Texte mind. 12%
- Pro Layer muss ein Polygon definiert sein – bitte auf den Isolate-Wert achten (minimal: 16 mil).
- Wenn notwendig sollte das Polygon auch mit dem Signal „Ground“ verbunden sein (gleicher Name wie das Ground-Netz).
- Leiterbahn-Standardbreite ist 16mil.
- Dünnerne Leiterbahnen nur für kurze Strecken und in Ausnahmefällen (Gefahr der Unterätzung).
- Kleinster Bohrdurchmesser ist 0,6mm (in begründeten Ausnahmefällen 0,5mm).
- Größter Bohrdurchmesser ist 3,2mm (Bohrer im 1/10mm Abstand sind nur zwischen 0,6mm und 1,5mm verfügbar).

3.10 Layouts

Jeder Layer, der Leiterbahnen enthält, muss der Dokumentation beigefügt werden. Es gelten die unter Punkt 3.9 beschriebenen Vorgaben. Die Ausdrucke müssen in der **Draufsicht** sein, also nicht in Spiegelschrift. Im Schriftfeld ist der jeweilige Layer zu vermerken, nebst allen anderen geforderten Daten. Ein Referenzmaß, gerundet auf 1/10mm, ist anzugeben, mindestens auf einer Seite der Platine, unten oder rechts! Das Referenzmaß kann entfallen bei Angabe des entsprechenden Maßstabes.

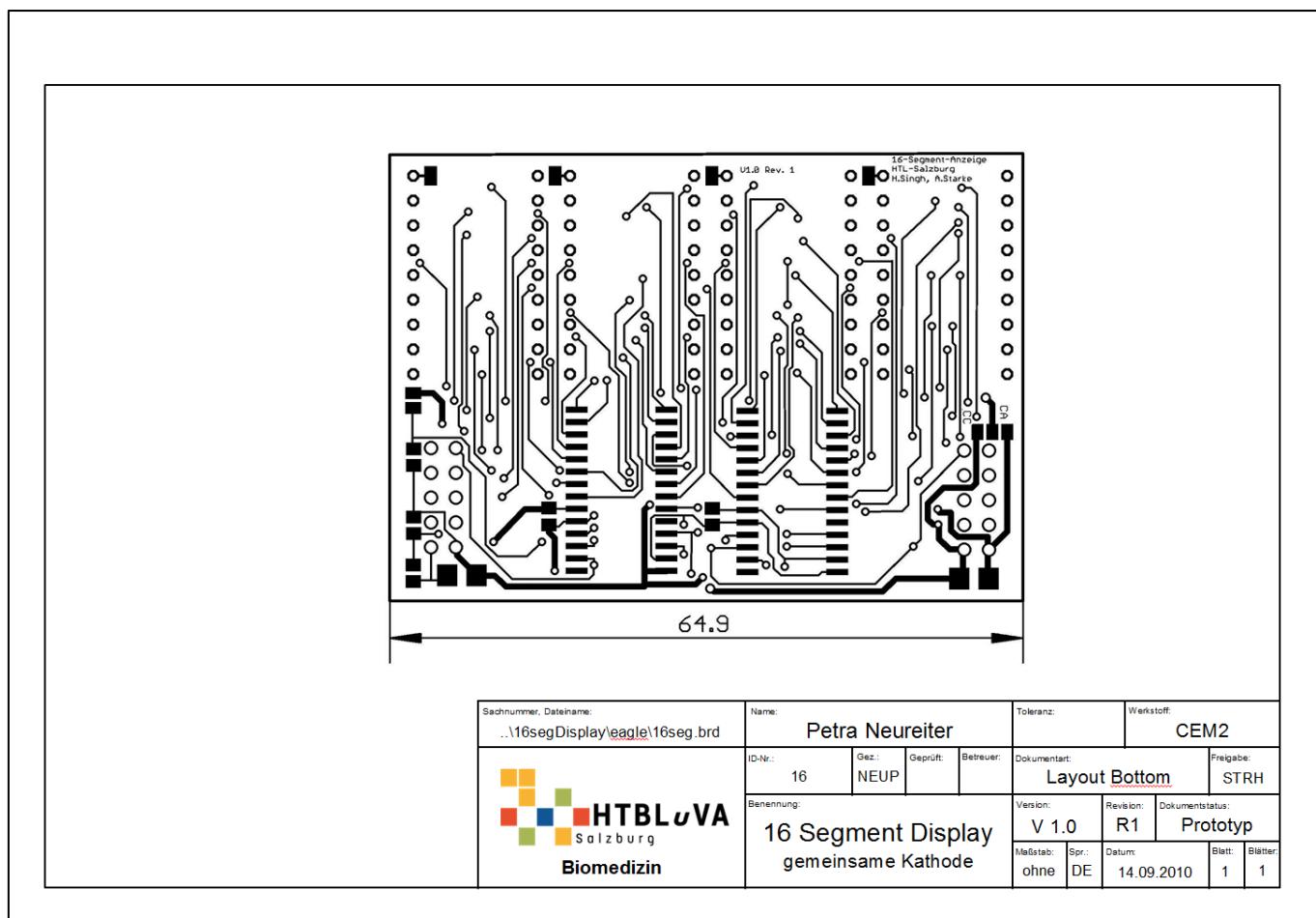
Standardvorlagen Word: Rahmen HTL 20xx.doc

Devicenamen:

HTL-FRAME-A4,
HTL-FRAME-A4-REVERS,
HTL-FRAME-A3

Achtung: Alle Frames (Schematic und Layout) liegen im Layer 110, dieser muss aktiviert sein!

Layer: Top (Bot), Pads, Vias, Dimension, Frames, Sonderlayer



3.11 Lötstoppmasken

Die Lötstoppmaskenpläne existieren für den Top- und Bottomlayer. Sie entstehen durch Vergrößerung der Lötaugen (Pads) um einige mil (typ: 4mil).

Diese Pläne sind dem Projekt auf Wunsch des Projektleiters beizulegen, standardmäßig genügt die elektronische Form.

Lötstoppmasken werden im selben Maßstab wie Layouts ausgedruckt!

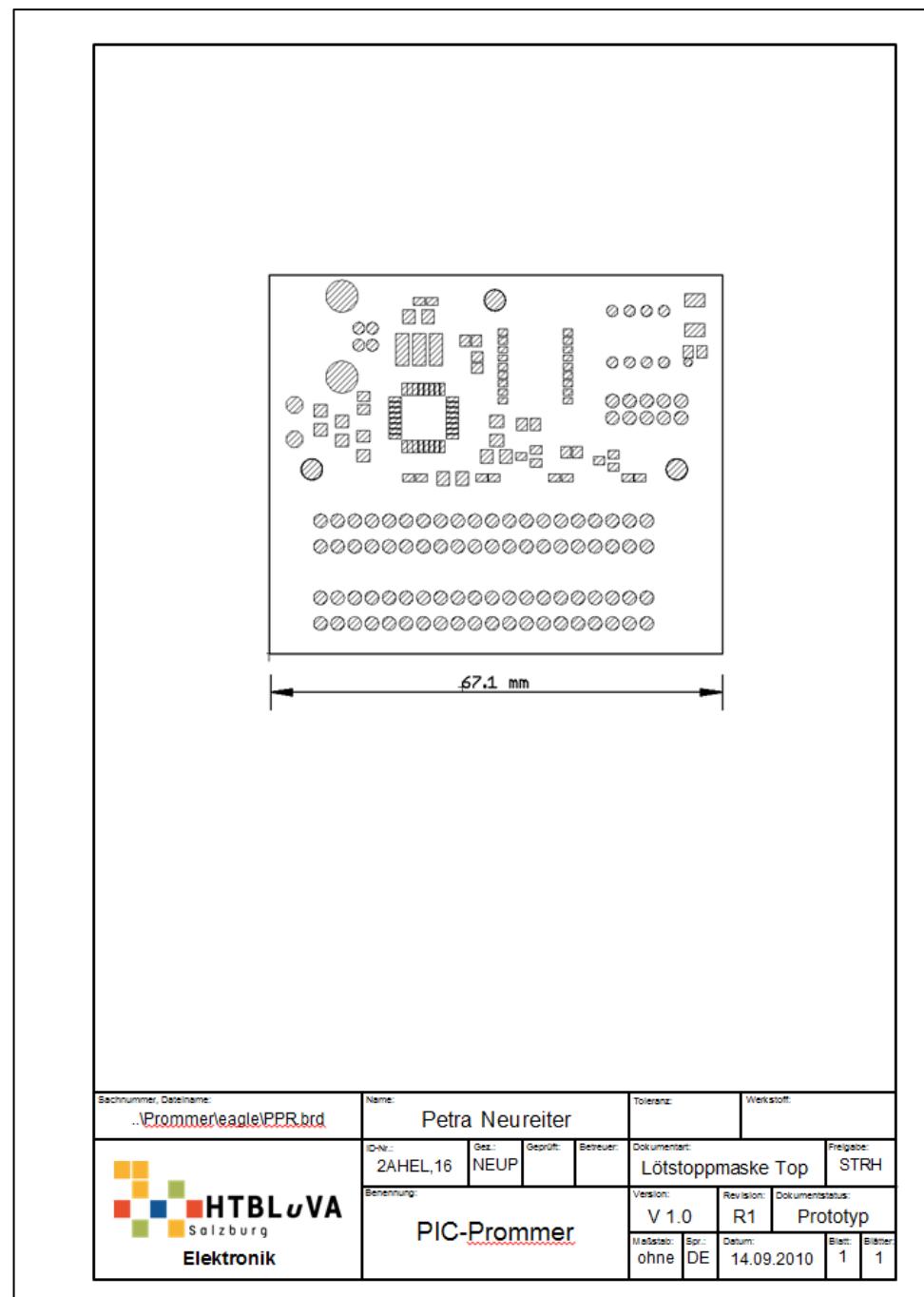
Referenzmaß unten oder rechts von der Printplatte.

Es gelten die unter Punkt 3.9 beschriebenen Vorgaben.

Wordvorlage:
Rahmen HTL
20xx.doc

Layer:

tStop (bStop)
Dimension
Documents
Frames
Sonderlayer



3.12 Bestückungspläne

Bestückungspläne sind die Grundlage zur Bestückung der Leiterplatte. Sie existieren für Top- und Bottomlayer. Sie können im Maßstab 1:1 oder bei SMD Bestückung im Maßstab 2:1, 4:1 ausgedruckt werden. Ziffernhöhe mind. 40mil, Versionsnummern und Namen mind. 70mil, Anordnung nach logischen Gesichtspunkten. Wenn möglich, nicht über Pads oder VIAS platzieren! (Der Bestückungsaufdruck wird dadurch unleserlich!) Lesbarkeit der Beschriftungen von unten oder von rechts! Strichstärke mindestens 6mil.

Bestückungspläne werden ohne Pads und Vias oder – auf Lehrerwunsch – mit Pads ausgedruckt. Vias sind jedenfalls auszublenden. Referenzbezeichner sind immer anzugeben, Bauteilwerte je nach Gegebenheit und nach Lehrerwunsch. Bitte fragen Sie ihren Betreuer.

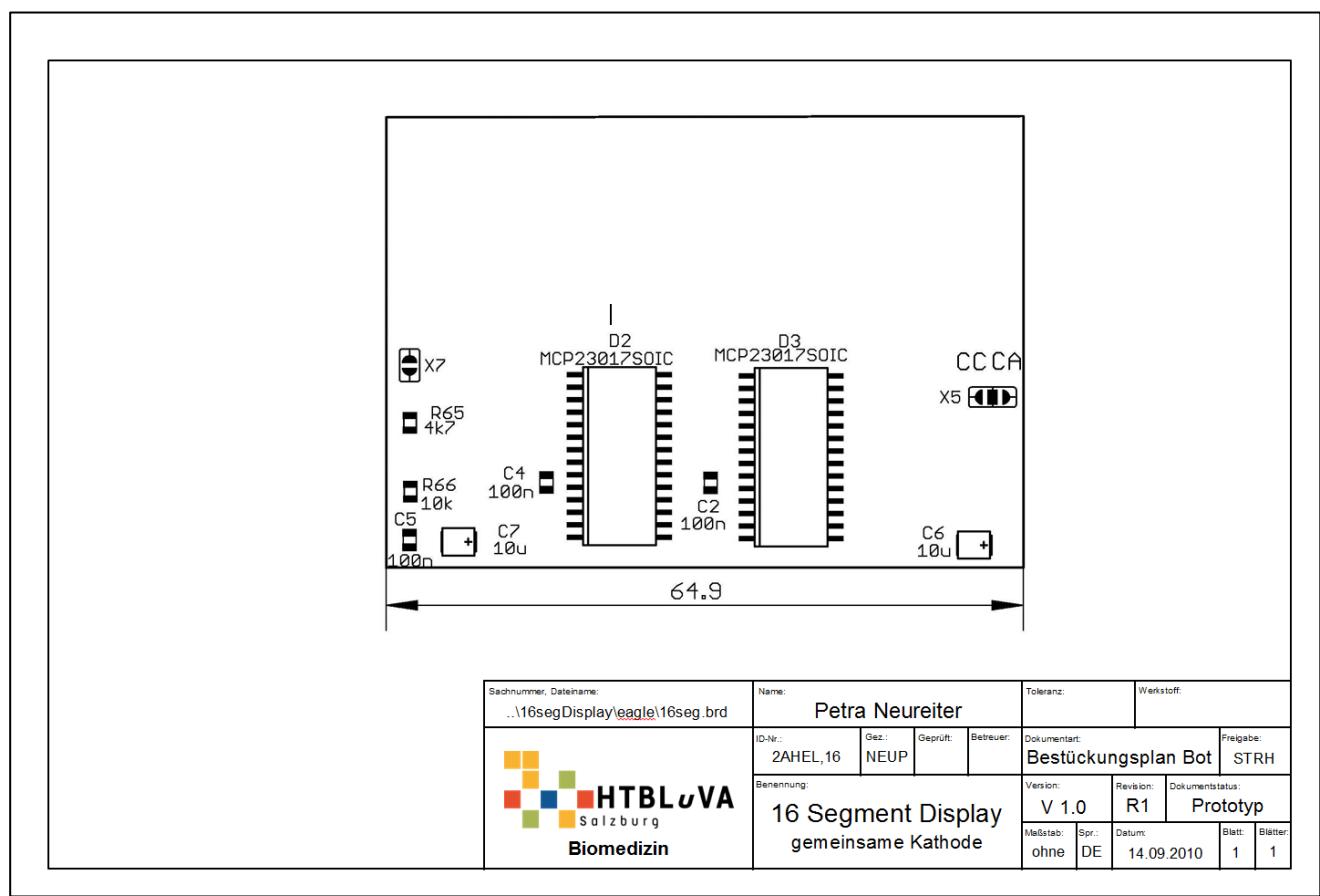
Bestückungspläne werden im selben Maßstab wie Layouts ausgedruckt!

Referenzmaß unten oder rechts von der Printplatte.

Wordvorlage: Rahmen HTL 20xx.doc

Layer:

tPlace (bPlace), tNames (bNames), tValues (bValues), Dimension, Documents, Frames, Sonderlayer

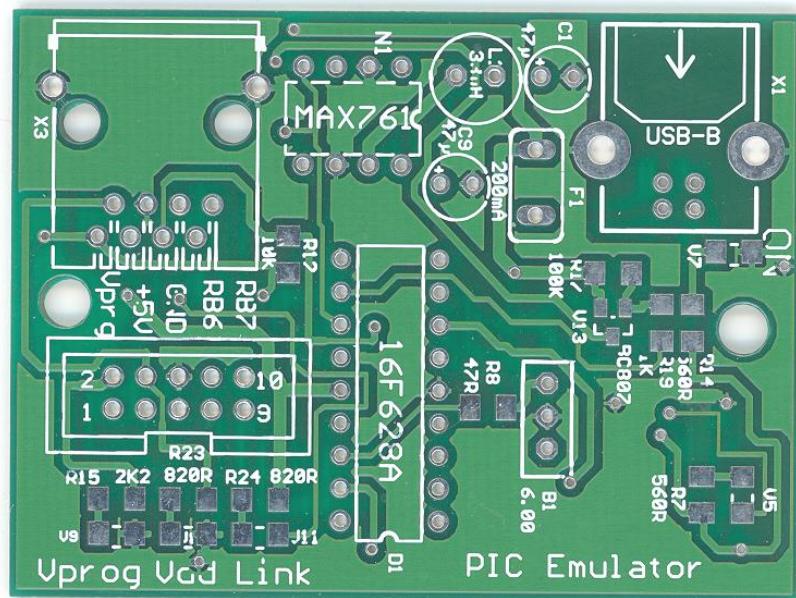
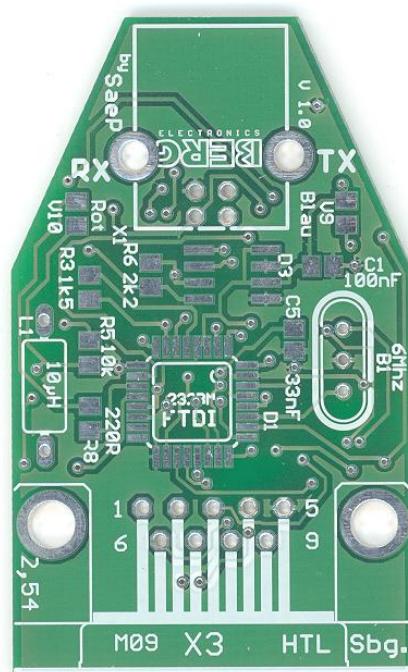


Gepolte Bauteile, Stecker und Stifteleisten sowie alle Integrierten Schaltungen sind **deutlich** mit einem Referenzanschluss (PIN1, Kathode, Stift1 etc.) zu kennzeichnen!

3.13 Bauteileaufdruck

Dies sind ergänzende Angaben für Service oder Informationszwecke. Aussehen und Ausführung wie der Bestückungsdruck, eventuell werden Sonderlayer (51,52) eingeblendet. Diese werden nur bei industrieller Fertigung benötigt, in der HTL - Salzburg ist derzeit kein Bauteileaufdruck möglich!

Es gelten die unter Punkt 3.9 beschriebenen Vorgaben.



3.14 Bohrplan

Der Bohrplan enthält die Informationen, an welcher Position und mit welchem Durchmesser auf der Leiterplatte die Löcher zu bohren sind. Die Symbole für die entsprechenden Durchmesser sind frei wählbar, jedoch müssen sie in einer Legende festgehalten werden. Bohrpläne in Fertigungsunterlagen verlieren durch die zunehmende CNC Bearbeitung an Bedeutung und werden in manchen Unternehmen nur mehr in elektronischer Form gebraucht.

Vorgabe in der HTL-Salzburg: Bohrpläne sind dem Projekt beizulegen.

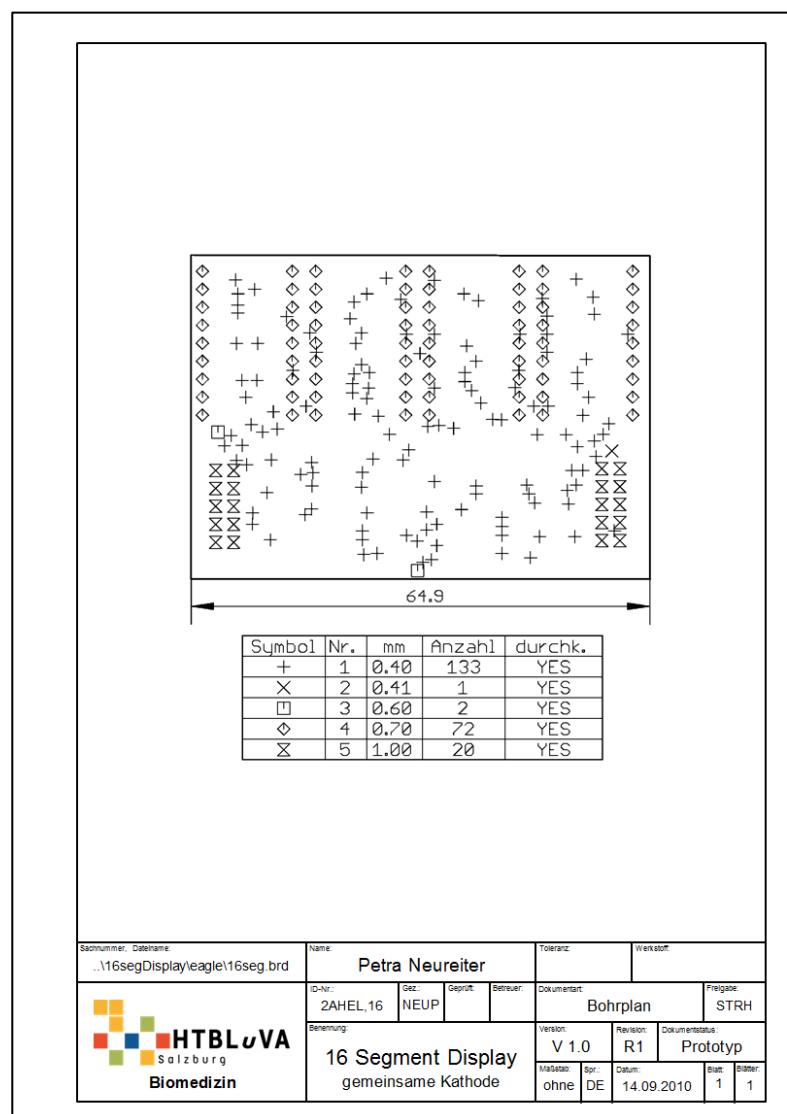
Es werden nur Bohrer mit metrischen Einheiten angegeben und zwar mit einer Abstufung von 0,1 mm.

Vorlage: Wird direkt aus EAGLE mittels ULP und Standardrahmen erzeugt

mehreren Spalten aufgebaut.

- Spalte 1 enthält immer das entsprechende Bohrsymbol
- Spalte 2 die Bohrernummer
- Spalte 3 den Bohrdurchmesser gerundet auf 0,1 mm
- Spalte 4 die Anzahl der Bohrungen
- Spalte 5 die Angabe ob die Bohrung durchkontakteert ist (plated) oder nicht.

Die Symbole müssen den richtigen Bohrdurchmessern zugeordnet sein.
Die entsprechenden Hinweise erhalten Sie in der Mechatronikwerkstätte Raum 242.



3.15 Geräteverdrahtungspläne

Geräteverdrahtungspläne vermitteln Informationen über die elektrischen Innenverbindungen von Geräten. Die Ausführung ist in der ÖNORM E 1276 geregelt. Diese gilt nicht für die Darstellung von gedruckten Schaltungen.

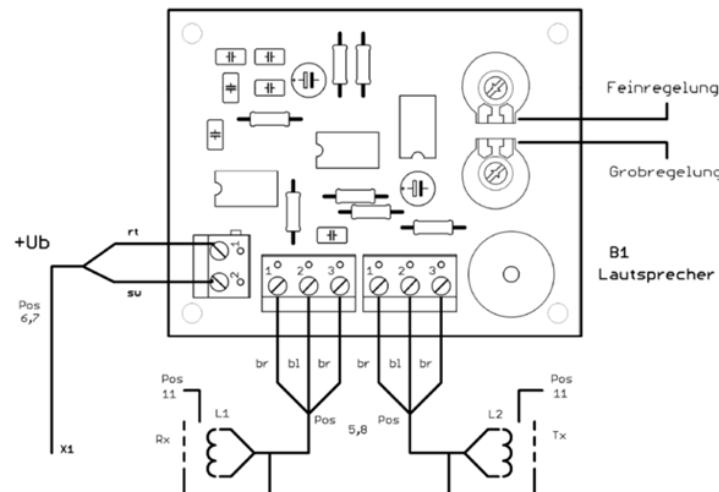
Es gelten die unter Punkt 3.9 beschriebenen Vorgaben.

Geräteverdrahtungspläne sollen in lagerichtiger Darstellung, mit Blickrichtung auf die Verdrahtungsseite, gezeichnet werden.

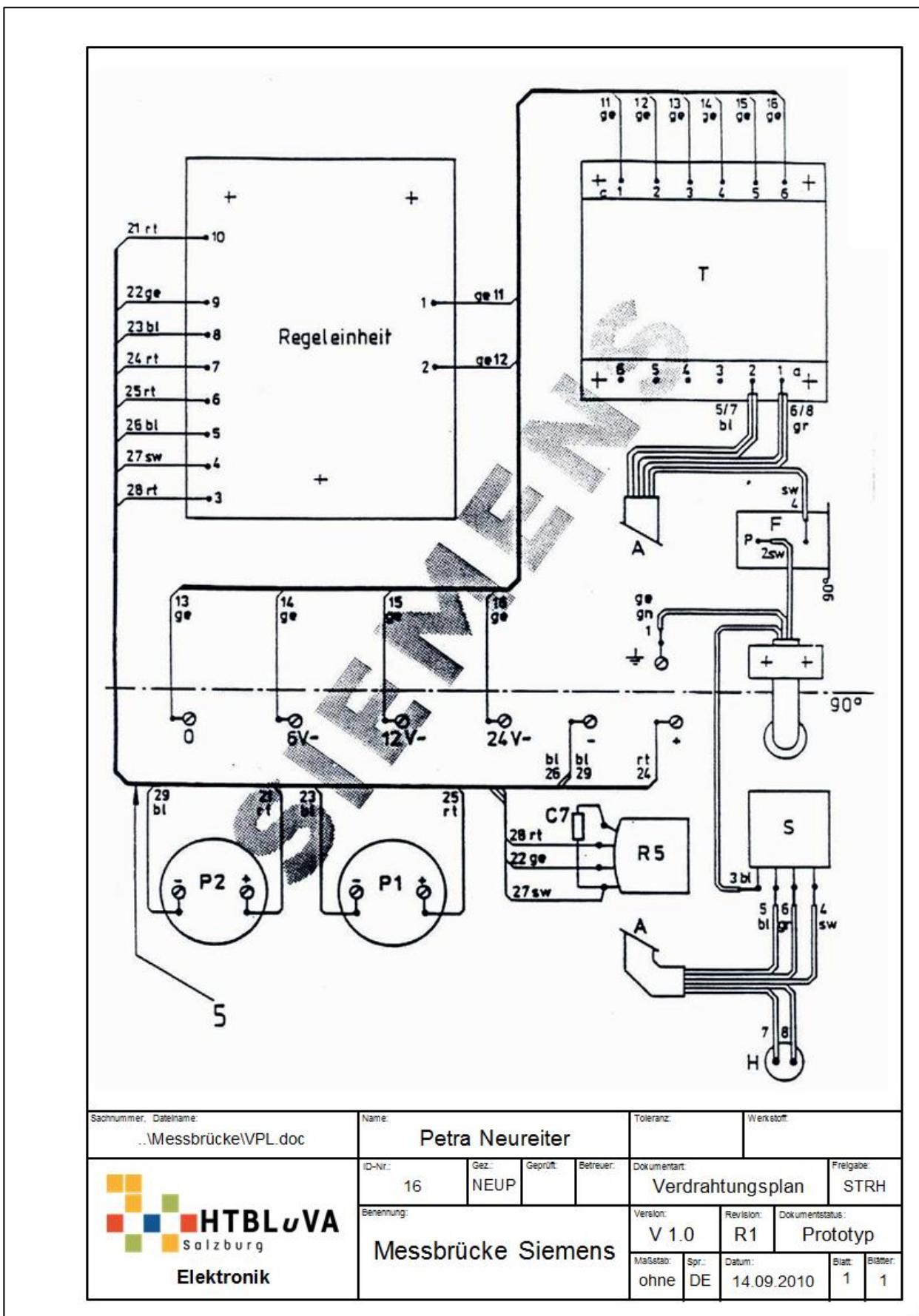
In diesen Plänen erkennt man, ob Leitungen verdrillt, geschirmt oder getrennt verlegt werden müssen.

Die Leitungen werden durch Kennziffern und/oder Farben eindeutig gekennzeichnet. Die Länge der Leitungen ist ebenfalls anzugeben!
Bei jeder Leitung befindet sich der Hinweis auf die Position der Gerätestückliste. Dort sind alle wesentlichen Merkmale der verwendeten Leitung festgehalten.

Vorlage: Rahmen
HTL 20xx.doc



Sachnummer: Dateiname: ..\Metallsammler\eaagle\HD82.brd	Name: Daniela Reiff	Toleranz:	Werkstoff:				
 HTBLuVA Salzburg Elektronik	ID-Nr.: 2CHEL_16	Gez.: REID	Gepruf.: 	Betreuer: 	Dokumentart: Verdrahtungsplan	Freigabe: STRH	
	Benennung: Metallsucher HD-82				Version: V 1.0	Revision: R1	Dokumentstatus: Prototyp
	Maßstab: ohne	Spr.: DE	Datum: 14.09.2010	Blatt: 1	Blätter: 1		



3.16 Einzelteilzeichnung

Diese wurde bei der Schaltplanerstellung unter Punkt 3.2 besprochen.
Es gelten die unter Punkt 3.9 beschriebenen Vorgaben.

Vorlage: Solid Edge: Rahmen_A4.dft

3.17 Montagezeichnung

Das betrifft die Darstellung von mechanischen Bauteilen, die aus Einzelteilen zusammengebaut werden. Anfertigung mittels CAD Software Solid Edge o.ä.

Vorlage: Solid Edge: Rahmen_A4.dft

3.18 Explosionszeichnungen

Darstellung der Bauteile in der richtigen Reihenfolge. Anfertigung mittels CAD Software Solid Edge o.ä.

Vorlage: Solid Edge: Rahmen_A4.dft

3.19 Montage, Einbau und Einstellanleitung

Diese Anleitung wird mittels Standardsoftwarepaketen erstellt und regelt den Zusammenbau von Einzelteilen sowie den Abgleich von Bauelementen.
Es gelten die unter Punkt 3.9 beschriebenen Vorgaben.

Wordvorlage: Standardvorlage Grafik 20xx.doc oder Standardvorlage Text 20xx.doc

3.20 Prüfvorschrift

Die Prüfvorschrift ist eine Anleitung, wie Platinen und Bauteile zu prüfen sind. Dieser Test kann beim Hersteller im Fertigungsprozess bereits integriert sein. Die Testpunkte auf Durchgang und Kurzschluss sind anzugeben. Ansonsten muss die Prüfvorschrift so ausgeführt sein, dass mit den vorhandenen Messgeräten eine Überprüfung möglich ist. Bei Mikrocontrollerschaltungen ist eine entsprechende Prüf-Software zu schreiben und die Ergebnisse auszuwerten.

Eine Prüfvorschrift muss so gestaltet sein, dass jeder Schüler - auch die, die im Projekt nicht involviert waren - die Platine (Bauteile) testen können.

Wordvorlage: Standardvorlage Grafik 20xx.doc oder Standardvorlage Text 20xx.doc

3.21 Bau und Messanleitung

Die Aufgabe einer Bauanleitung besteht darin, den Elektroniker, der die Platine bestückt, Schritt für Schritt in der richtigen Reihenfolge zum fertigen Produkt zu führen. Detaillierte Angaben zum Bestücken sind erforderlich. Zum Beispiel wird hier auf die Polarität von Bauteilen eingegangen, die Kennzeichnung von integrierten Schaltungen, Lötdauer bei kritischen Bauelementen, Abstand von der Platinenoberfläche bei Spezialteilen etc. Nach jedem Bestückungsschritt oder nach mehreren kann eine Zwischenprüfung der einzelnen Gruppen sinnvoll sein. Diese kann in der Bauanleitung vorgeschrieben werden. In der Bauanleitung können fachspezifische Bezeichnungen verwendet werden. Diese Bauanleitung kann durch Fotos und Skizzen ergänzt werden.

Wordvorlage:
Standardvorlage
Grafik 20xx.doc
oder
Standardvorlage
Text 20xx.doc

Bauanleitung Metronom-Stimmgabel

1. Bauteile auf Vollständigkeit und Platine optisch auf Ätzfehler prüfen.
2. Drahtbrücken X5-X27 einlöten.
3. R1-R3, R5 und R7-R22 einlöten.
4. V1-V6 einlöten. Polarität beachten!
5. N1, D1 und D2 einlöten. Markierung bei Pin 1 beachten!
6. Buchsenleisten X2 einlöten. Auf senkrechten, parallelen Einbau achten! Anschlüsse nicht kürzen!
7. C1-C5, C7 und C9 einlöten.
8. R4 und R6 einlöten.
9. C6 und C8 einlöten. Polarität beachten!
10. S1-S6 einlöten.
11. X1, X3 und X4 einlöten.
12. B2 einlöten.
13. V7 einlöten. Polarität beachten! Einbauhöhe an Gehäuse anpassen!
14. B1 mit Litzendraht 0,5mm² mit X4 verbinden. Länge 100mm
15. LCD in Buchsenleiste X2 einstecken. Einbaurichtung beachten! Einbauhöhe an Gehäuse anpassen!
16. In Gehäuse einbauen. Siehe **Einbuanleitung ins Gehäuse!**
17. Spannungsversorgung X1 mit dem Netzteil verbinden.
18. Kontrast des LCDs durch verstellen von R6 einstellen.
19. Gerät laut **Prüfprotokoll** prüfen und Funktionstest durchführen. Ergebnisse ins Prüfprotokoll eintragen.

Ein anderes Beispiel für eine Bauanleitung wird im folgenden Abschnitt beschrieben.



Elektronik

PHSBG-SCHÜLF-5213EJ01
Prototypenbau mit
SMD-Technologie

3. Bau- und Prüfanleitung sowie Inbetriebnahme

3.1. Bauanleitung

3.1.1 Überprüfen der Platine

3.1.1.1 Zuerst ist die Leiterplatte mit der Mikroskop-(Dino)-Lupe auf Fertigungsfehler (stichprobenartig, bei heiklen Stellen wie beim PCM2705C oder TPA3100D2) zu überprüfen.

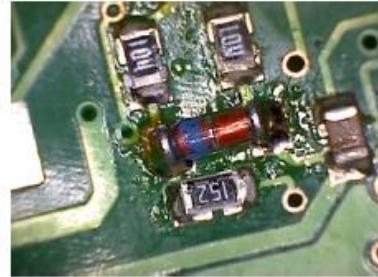
3.1.2 Übersichtsbeschreibung der durchzuführenden Arbeiten

3.1.2.1 Vorbereitend ist anzumerken, dass bei diesem Projekt mehrere unterschiedliche Lötzinnstärken (0,5mm 0,75mm und gegebenenfalls sogar 1,00mm) und Lötspitzen (zum Beispiel XNT-1, XNT-GW und diverse breitere Lötspitzen für das Löten mit höherer Leistung und Temperatur, wie die XT KN Ø 2,0mm) für die Fertigstellung der Löt-Übung erforderlich und somit zur Verwendung vorzubereiten sind.

3.1.2.2 Die Löttemperatur kann je nach Anwendung zwischen 350°C bis 420°C (33µH-Spulen L2 – L5) betragen. Bei ausreichender Löterfahrung kann bleifreies Lot verwendet werden, jedoch wird beim Prototypenbau verbleites Lot empfohlen. Je nach verwendetem Lötzinn muss auch das Flussmittel entsprechend angepasst werden.

3.1.2.3 Beim Löten von SMD-Bauteilen soll mit dem Komplexesten begonnen werden. Bei diesem Projekt ist dies der Chip mit dem HTQFP48-Gehäuse. Ist dieser auch auf der Rückseite mit der Masse verbunden und somit „in Kühlung“ befindlich, kann mit der löttechnischen Bearbeitung der restlichen Halbleiter auf der Rückseite begonnen werden. Hier ist es ratsam des Öfteren auszuprobieren, ob die Leiterplatte für das Löten auf der Vorderseite bereits eine stabile Lage besitzt. Ansonsten empfiehlt es sich, gegebenenfalls noch einige Nicht-Halbleiter-Bauteile bis zu einer Stabil-Lage einzulöten. Erst dann ist die Vorderseite an der Reihe und bis auf einen erhöhten Bauteil, einen Tantal-Elektrolytkondensator mit der Bauform 3528, fertig zu löten. Sind hier die Bauteile angebracht ist, wiederum die Rückseite inklusive der größeren SMD- und THT-Bauteile, nun aber bis zur Fertigstellung an der Reihe. Am Top-Layer ist nun nur noch der vorher ausgelassene Tantal-Elektrolyt-Kondensator einzulöten.

3.1.3.3 Als Nächstes werden die Dioden (V5, V6 und V8) eingelötet. Dabei muss auf die Polung geachtet werden (besonders bei V8 – hier handelt es sich um eine Z-Diode). Die Kathode ist hierbei durch einen Ring gekennzeichnet.

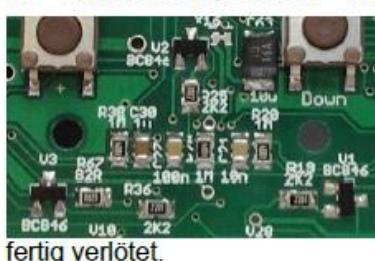


3.1.3.4 Der N-Kanal-Feldeffekttransistor BF545A (V4) ist in weiterer Folge anzubringen.

3.1.3.5 Damit anschließend am Top-Layer weitergearbeitet werden kann, können die vier Stück 1 μ F Keramik-Kondensatoren (C50, 51, 58 und 59) und - falls zur Lagenstabilisierung erforderlich - einige andere passive Bauteile noch dazu, ebenfalls bereits eingelötet werden.



3.1.3.6 Der Doppel-OPV MCP6002 am Top-Layer ist das erste Bauteil, welches auf dieser Leiterplattenseite verlötet wird.



3.1.3.7 Die Transistoren (BC846B - V1-V3) sind als nächstes an der Reihe. Diese werden zuerst mit dem SMD-Halter eingerichtet, fixiert und dann verlötet. Bei der „Freihandlötzung“ wird das Bauteil an einem Löt-Pin, vorzugsweise an dem SOT23-Gehäuse alleinstehenden Pin, mit dem zugehörigen Löt-Pad am Print verbunden und dann fertig verlötet.

zuerst mit dem SMD-Halter eingerichtet, fixiert und dann verlötet. Bei der „Freihandlötzung“ wird das Bauteil an einem Löt-Pin, vorzugsweise an dem SOT23-Gehäuse alleinstehenden Pin, mit dem zugehörigen Löt-Pad am Print verbunden und dann fertig verlötet.

3.1.3.8 Die Dioden (V31 – V32) werden jetzt eingelötet. Dabei muss auf die Polung geachtet werden. Die Kathode ist hierbei durch einen Ring gekennzeichnet. Eine Diode wirkt wie ein elektronischer Schalter. Sie kann eingeschaltet werden, wenn die Spannung über einem gewissen Pegel liegt, normalerweise etwa 0,6 V bei Siliziumdioden, und ermöglicht den Stromfluss in einer Richtung. Manche Instrumente verfügen über eine eigene, spezielle Betriebsart mit der Bezeichnung Dioden-Prüfung (→). In dieser Betriebsart muss die Ablesung 0,6 bis 0,7 V in der einen Richtung betragen, und in der anderen Richtung eine



3.22 Gerätetückliste - Gesamtstücklisten

Stücklisten werden in mehrere Teile unterteilt. Einerseits Stücklisten für die Leiterplattenfertigung (**siehe 3.3**) und andererseits die Geräte- und Gesamtstückliste. Gerätetücklisten (Gesamtstücklisten) können weitere Stücklisten enthalten (Leiterplattenstückliste etc.).

Hier werden alle mechanischen und elektrischen Teile erfasst. Dazu zählen auch alle für die Verdrahtung und Kühlung notwendigen Bauteile, sowie die an Front und Rückseite angebrachten Steuerelemente. Gehäuse und Gehäuseteile sowie Anschlussleitungen werden hier taxativ aufgezählt.

Wordvorlage: Stückliste HTL 20xx.doc

Gerätetückliste:

1	2	3	4	5	6	7
Lfd. Nr.	Stück- zahl	Ein- heit	Benennung	Lieferant / Bestellnummer	MCd	Bemerkung
1	1	STK	Platine Feuchtometer Netzteil	HTL-Eigebau		fertig bestückt
2	1	STK	Platine Feuchtometer	HTL-Eigebau		fertig bestückt
3	8	STK	M5 x 10 Flachrundkopf	www.conrad.at 886964 - 62		Sicherheitsschraube mit Zapfen Kreuzschlitz
4	8	STK	M3x16 Zylinderkopfschraube	www.elcomp.at 5520308		Stahl verzinkt
5	16	STK	Unterlegscheibe M3	www.conrad.at 814628 - 62		PVC
6	8	STK	M3x8 Distanzbolzen	www.elcomp.at 5372301		mit Schalter & Sicherung 3 pol
7	1	STK	Kombi-KG Einbaustecker	at.rs-online.com 110-4620		A = 1; I = 270 (130/140)
8	2	STK	SE-KB 01 Kaltgeräte Einbaubuchse	www.elcomp.at 5038020		A = 1; I = 435 (70/80/125/160)
9	1	LFM	Litzendraht Gelb/Grün	www.elcomp.at 5310088		A = 1; I = 505 (60/65/90/90/100/100 d = 4,8; l = 10; Schrumpfrate 2:1 CU-verzint)
10	1	LFM	Litzendraht Schwarz	www.elcomp.at 5310070		1,5m
11	1	LFM	Litzendraht Blau	www.elcomp.at 5310076		Winkel/Gerade
12	0,1	LFM	Schrumpfschlauch rot	www.elcomp.at 5340188		PVC 110 x 100 x 3
13	14	STK	Stiftkabelschuh blank	www.elcomp.at 5110550		Plexiglas 96 x 110 x 3
14	2	STK	Kaltgeräte Stecker auf Schuko Buchse	www.amazon.de B0029EBEAA		Plexiglas 96 x 110 x 3
15	1	STK	Kaltgerätekabel CAB510	www.elcomp.at 5076605		Plexiglas 114 x 100 x 3
16	1	STK	Trägerplatine	HTL-Eigebau		Plexiglas 114 x 100 x 3
17	1	STK	Gehäuse Deckel	HTL-Eigebau		Plexiglas 114 x 100 x 3
18	1	STK	Gehäuse Boden	HTL-Eigebau		Plexiglas 114 x 100 x 3
19	1	STK	Gehäuse Front	HTL-Eigebau		Plexiglas 114 x 100 x 3
20	1	STK	Gehäuse Back	HTL-Eigebau		Plexiglas 110 x 82 x 3
21	1	STK	Gehäuse Seitenwand Links	HTL-Eigebau		Plexiglas 110 x 82 x 3
22	1	STK	Gehäuse Seitenwand Rechts	HTL-Eigebau		Aluminium l = 110
23	4	STK	Eckprofil	www.fischerelektronik.de		

Sachnummer, Dateiname: Beilage 3	Name: Max Mustermann	Toleanz:	Werkstatt:
xxHELx xx	ID-Nr.: xxHELx xx Gez.: MusM Geprüft: Betreuer:	Dokumentart: Stückliste	Freigabe: StrH
HTBLuVA Salzburg Technische Informatik	Benennung: Gemini 4 Entwicklerboard	Version: 4.3 Revision: 001	Dokumentenstatus: Fertigung
	Maßstab: ohne Spr.: DE	Datum: 09.09.2013	Batt.: Blätter: 1 1

3.23 Fertigungsrichtlinien für Leiterplatten

3.23.1 Allgemeine Richtlinien ÖN EN 60097 ersetzt DIN 40801

Gedruckte Schaltungen Grundlagen Raster		DIN 40 801 Blatt 1										
Printed circuits, fundamental parameters, grid system		Mit DIN 40 801 Blatt 2 Ersatz für DIN 40 801										
<i>Zusammenhang mit IEC-Empfehlung 97, 3. Ausgabe 1970, siehe Erläuterungen.</i>												
1. Geltungsbereich Diese Norm gilt für gedruckte Schaltungen und soll sicherstellen, daß die Leiterplatten und die darauf zu montierenden Bauteile zusammenpassen.	3.1.2. Wird ein feineres Raster als 2,50 mm, jedoch über 0,5 mm benötigt, so soll ein Rastermaß von 0,625 mm oder 0,635 mm verwendet werden. <i>Anmerkung: Es ist unzulässig, diese bei der IEC „Sekundärraster“ genannten feineren Raster weiter zu unterteilen.</i>											
2. Begriffe 2.1. Raster Das Raster ist ein rechtwinkliges Netz aus gedachten Linien gleichen Abstandes, das zum Festlegen der Lage von Verbindungen auf einer Leiterplatte dient. <i>Anmerkung: Die Verbindungen sollen auf den Kreuzungspunkten der Rasterlinien liegen. Dagegen ist die Leiterführung unabhängig vom Raster, die Leiter brauchen den Rasterlinien nicht zu folgen.</i>	3.2. Leiterplatten, auf denen auch kleinere Abstände als 0,625 mm vorkommen. 3.2.1. Zur Festlegung der Lage von Verbindungen auf einer Leiterplatte soll ein Rastermaß von 0,1 mm verwendet werden.											
2.2. Rastermaß Das Rastermaß ist der Abstand zweier benachbarter Rasterlinien. <i>Anmerkung: Die Anwendung für andere Zwecke, insbesondere als Maßeinheit, ist unzulässig.</i>	3.2.2. Ist ein Rastermaß über 0,1 mm, jedoch unter 0,625 mm zweckmäßig, so ist ein Rastermaß von 0,5 mm zu verwenden. 3.2.3. Werden noch feinere Raster als 0,1 mm notwendig, so ist das Rastermaß durch Zehnteilung des Wertes 0,1 mm zu bilden. <i>Anmerkung: Zu Abschnitt 3.1 und 3.2 siehe auch Erläuterungen.</i>											
3. Rastermaße	4. Zugehörige Bauteile Werden Bauteile für ein Raster nach Abschnitt 3.1 ausgelegt, so sollen – soweit möglich – ihre Außenmaße und die Lage ihrer Anschlüsse so gewählt werden, daß sie in beide Raster (2,50 und 2,54 bzw. 0,625 und 0,635 mm) passen. Weitere Hinweise über die Ausbildung und Anwendung von Bauteilen für gedruckte Schaltungen sind in Vorbereitung.											
<table border="1"> <tr> <td>2,50</td><td>0,625</td><td>0,5</td><td>0,1</td><td>mm</td></tr> <tr> <td>2,54</td><td>0,635</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	2,50	0,625	0,5	0,1	mm	2,54	0,635				<p>3.1. Leiterplatten, auf denen nur Abstände von 0,625 mm oder größer vorkommen</p> <p>3.1.1. Zur Festlegung der Lage von Verbindungen auf einer Leiterplatte soll ein Rastermaß von 2,50 mm oder 2,54 mm¹⁾ verwendet werden.</p> <p>Hinweise auf weitere Normen Gedruckte Schaltungen, Grundlagen, Löcher, Nenndicken siehe DIN 40 801 Blatt 2 Gedruckte Schaltungen, Grundlagen, Leitfaden für die Ausbildung und Anwendung von Bauteilen siehe DIN 40 801 Blatt 1 Beiblatt (z. Z. noch Entwurf) Gedruckte Schaltungen, Leiterplatten, Allgemeine Anforderungen und Prüfungen siehe DIN 40 803 Blatt 1 (z. Z. noch Entwurf) Gedruckte Schaltungen, Leiterplatten, Unterlagen siehe DIN 40 803 Blatt 2 Gedruckte Schaltungen, Begriffe siehe DIN 40 804</p>	<p>¹⁾ Dieser gegenüber der vorigen Ausgabe dieser Norm neu aufgenommene Wert entspricht der IEC-Publikation 97, siehe auch Erläuterungen.</p> <p>Erläuterungen Seite 2</p> <p>Deutsche Elektrotechnische Kommission · Fachnormenausschuß Elektrotechnik im DNA gemeinsam mit Vorschriftenausschuß des VDE</p>
2,50	0,625	0,5	0,1	mm								
2,54	0,635											

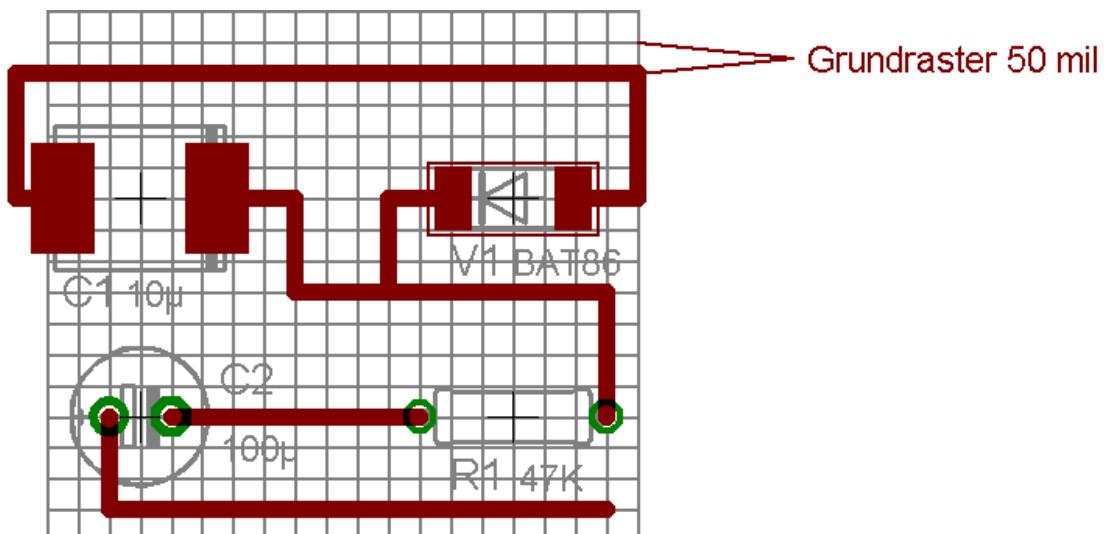
3.23.2 Raster

Das Raster ist ein rechtwinkeliges Netz aus gedachten Linien gleichen Abstands, das zum Festlegen der Lage von Verbindungen auf einer Leiterplatte dient. Alle Bauteilanschlüsse müssen auf einem Rasterpunkt (Schnittpunkt zweier Linien) liegen.

Wichtig: Diese Vorschrift gilt nur für die Bauteilanschlüsse. Die Leiterbahnen müssen dem Raster nicht folgen, sie sind rasterlos!

3.23.3 Rastermaß

Das Rastermaß ist die kürzeste Länge zwischen zwei Schnittpunkten eines Rasters. Das in der Elektronik meist verwendete Rastermaß beruht auf 1/10“ Abstand (= 100mil -> entspricht: 2,54 mm). Alle Anschlusspins müssen auf einem Rasterpunkt liegen. Laut Norm darf dieses Raster unterteilt werden, wenn Bauteile darauf nicht platziert werden können.



Empfohlene Rastermaße in der HTL Salzburg:

50 mil	25 mil	12,5 mil	6,25 mil	3,125 mil
1,27 mm	0,635 mm	0,32 mm	0,16 mm	0,08 mm

Es soll immer das größtmögliche Rastermaß verwendet werden. Ist eine Platzierung im 50 mil Raster nicht möglich, wird auf das nächst kleinere, also auf das 25 mil Raster gewechselt. Wird ein Raster unter 25 mil benötigt, muss auf das 12,5 mil Raster gewechselt werden. Reicht dies nicht aus, ist auf ein 6,25 mil Raster zu wechseln.

Werden noch feinere Raster benötigt, so ist das Rastermaß durch eine weitere Zweiteilung zu realisieren. Sonderbauformen im mm Raster werden unmittelbar beim Lötpad auf das Grundraster geknickt.

Rastermaße sind keine Maßeinheit!

Auszug aus der DIN-Norm DIN 40 803/ Blatt2**• 3.1 Allgemeine Hinweise auf Herstellungsverfahren und Genauigkeit**

Das Leiterbild auf der Leiterplatte kann nicht genauer werden als die Druckvorlage.

Die erforderliche Genauigkeit ergibt sich aus der gewünschten Genauigkeit der Leiterplatte (Grobätztechnik; Feinleitertechnik) und der Wahl des Massstabes.

Dabei sind die unvermeidlichen Fertigungstoleranzen (z.B. beim Übertragen des Druckbildes auf die Leiterplatte, beim Ätzen, beim Bohren usw.) der Übertragungsfehler beim photographischen Verkleinern der Verkleinungsmassstab zu beachten.

Üblicherweise ist beim Anfertigen der Druckvorlage mit Abweichungen von +- 0,25mm von den Sollmaßen zu rechnen.

Die Druckvorlage ist beim Versand und Lagerung sorgfältig zu behandeln. Rollen und Knicken ist zu vermeiden.

• 3.3 Maßstab (M)

Folgende Massstäbe sollen gewählt werden:

M 1:1 M 2:1 M 4:1 M 8:1

Für Leiterplatten, die ein Raster kleiner als 2,5mm bzw. 2,54mm (siehe DIN-Blatt 49 801/Blatt1) benutzen und an deren Genauigkeit hohe Anforderungen gestellt werden, soll k e i n kleinerer Massstab als M 4:1 gewählt werden. (SMD-Technik)

3.23.4 Lötaugen

Unter Lötaugen versteht man jene Kupferfläche auf der Leiterplatte, die zur Befestigung (löten) eines Bauteiles auf der Leiterplatte dient. Beim Erstellen des Leiterbildes werden zuerst die Bauteile platziert, dadurch liegen die Lötaugen definitiv am Raster fest. Je nach Anwendungsfall kann es von Vorteil sein, verschiedene Lötaugenformen zu verwenden. In der Norm ÖN EN 60326 werden runde Lötaugen empfohlen. Folgende Lötaugenformen stehen zur Verfügung:



Rund – Round



Eckig – Square



8 -Eck – Octagon



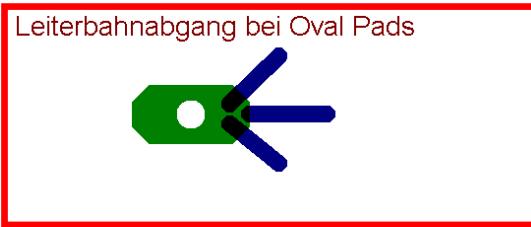
Oval – Long



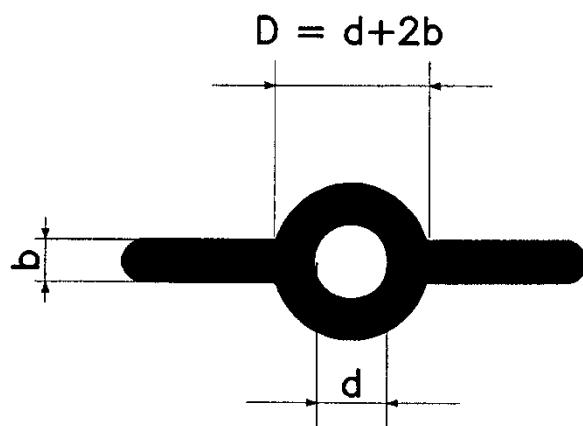
Oval – Offset

Dimensionierung von Lötaugen:

Lötaugen sollten so groß wie möglich dimensioniert werden, um eine gute mechanische Befestigung des Bauteiles zu sichern. Zu klein dimensionierte Lötaugen lösen sich leicht von der Trägerplatte und stellen ein Fehlerrisiko dar.



Berechnung des Mindestdurchmessers eines Lötauges:



D = Lötaugendurchmesser

B = Leiterbahnbreite

d = Bohrdurchmesser
(Anschluszdraht des
Bauteils + 0,1(2)mm)

Diese Mindestwerte sollen in der HTL überschritten werden. Wir sprechen hier vom so genannten Restring, der > 13 mil sein muss.

Berechnung des kleinstmöglichen Lötaugenaussendurchmessers:

Bohrloch 0.8 mm, Restring 13 mil (0,33mm): $0,8 + 2 \cdot 0,33 = 1,46\text{mm} \Rightarrow 57,5\text{ mil}$

Bohrloch 1mm, Restring 13 mil: $1 + 2 \cdot 0,33 = 1,66\text{mm} \Rightarrow 66\text{mil}$

VIAS: Bohrloch 0,6mm, Restring 13 mil: $0,6 + 2 \cdot 0,33 = 1,26\text{mm} \Rightarrow 50\text{mil}$

Tabelle: Empfohlene Werte: Lochdurchmesser zu Lötaugendurchmesser (HTL)

Bohrungsdurchmesser in der Leiterplatte ¹ in mil	24	32	40	51	63	78
Bohrungsdurchmesser in der Leiterplatte in mm	0,6	0,8	1,0	1,3	1,6	2,0
Lötaugenaussendurchmesser in mil	56	66	76	86	100	120
Lötaugenaussendurchmesser ² in mm	1,40	1,70	1,90	2,20	2,50	3,00

Diese Tabelle gibt Richtwerte an, die je nach Fertigungsstätte verschieden sein können. In der HTL-Salzburg gelten als Minimalwerte die unter Punkt 3.8.1 bzw. 3.24 angeführten Design Rules, jedoch sollen – wenn möglich – die in der Tabelle angegebenen Werte verwendet werden.

3.23.5 Leiterbahnen

Leiterbilder sind an keinerlei Raster gebunden. Bei der Wahl der Leiterbahnstärke ist folgendes zu beachten:

- Leitungsführung
- Abstände zwischen den Leitern
- Abstände zwischen Leitern und Lötaugen
- Kapazität
- Induktivität
- Ohmscher Widerstand
- max. Belastbarkeit
- Löt und Fertigungsverfahren
- Kriechstrecken
- ÖVE / VDE / EN Vorschriften

Leiterbahnen sollen immer so kurz wie möglich ausgeführt werden!

¹ gerundet

² gerundet

Die Mindestleiterbahnstärke hängt von einigen wesentlichen Faktoren ab.

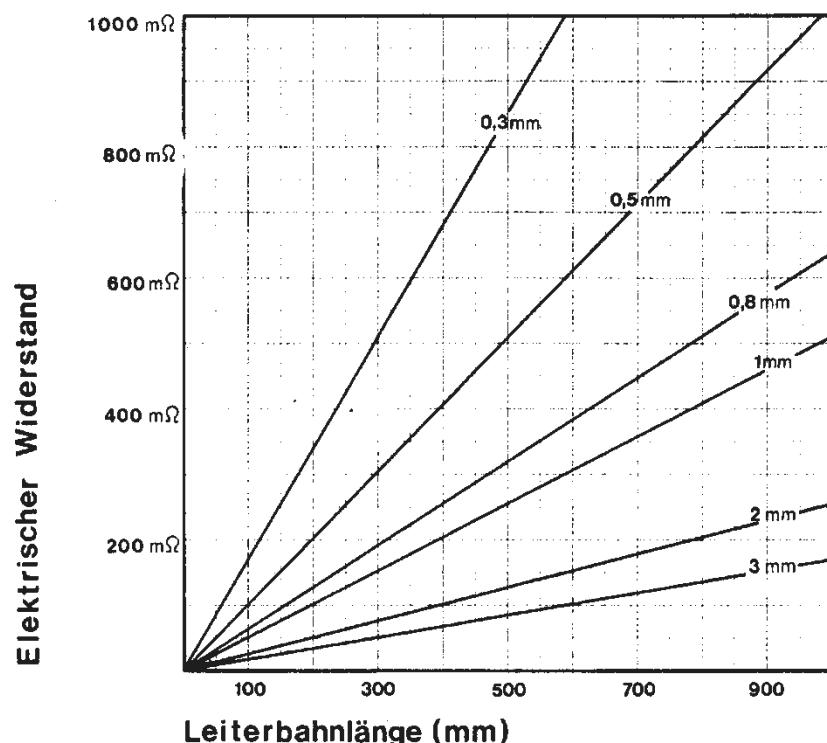
Die minimal zu fertigende Leiterbahnbreite wird immer von den Design Rules des Leiterplattenherstellers angegeben. (HTL: siehe 3.8.1 bzw. 3.24)

Nun muss die Auswahl der Leiterbahnen nach der entsprechenden Strombelastung und Leitungslänge angepasst werden. Der ohm'sche Widerstand einer Leiterbahn führt zur Erwärmung der gesamten Platte und erzeugt einen Spannungsabfall entlang der Leiterbahn!

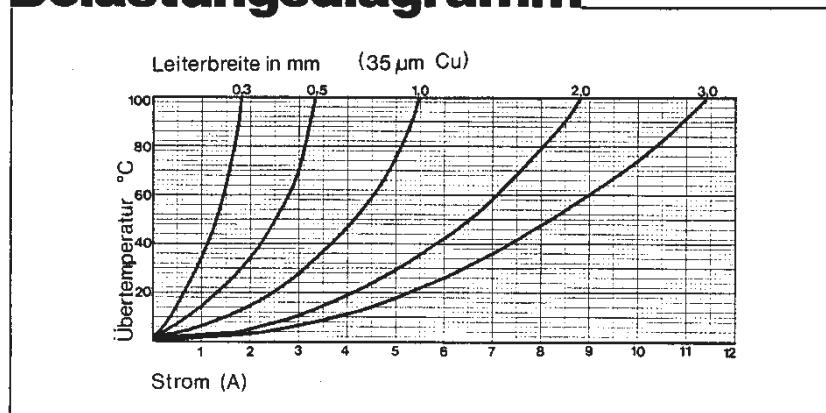
Bei diesen Überlegungen spielt auch die Kupferdicke der Trägerplatte eine Rolle. Standardmäßig werden Leiterplatten mit einer 35 µm dicken Kupferschicht ausgeliefert. Erhältlich sind auch Kupferstärken mit 70µm und 125µm.

Folgende Diagramme können zur Leiterbahnstärkenbestimmung herangezogen werden.

Elektrischer Widerstand von Leiterbahnen (35µm Cu)



Belastungsdiagramm


Beispiel:

Bei einer Leiterbahnbreite von 1,5 mm auf 35 µm Kupfer erwärmt sich die Bahn bei einem Strom von 3 A auf ca. 10 °C über Raumtemperatur. Diese Orientierungswerte können stark differieren in Abhängigkeit von der Einbaulage der Platine, der Umgebung und Luftbewegung.

The current - carrying - capacitor of copper tracks on base material
Example:

A track 1.5 mm wide on 35 µm copper will heat to approx. 10 °C above room temperature when a 3 amp current is applied. These values may vary greatly depending on the structure of the board of the board and on the environment and air circulation.

Schichtstärke <i>Thickness copper layer</i>	Leiterbahnbreite <i>Track-width</i>	Max. Strom in Abhängigkeit zur Temperaturerhöhung. <i>Max. current depending on temperature increase.</i>				
		10 °C	20 °C	30 °C	45 °C	60 °C
35 µm	0,25 mm	0,5 A	0,8 A	1,0 A	1,3 A	1,6 A
	0,50 mm	1,0 A	1,6 A	2,0 A	2,5 A	3,0 A
	1,00 mm	2,2 A	3,0 A	3,6 A	4,2 A	4,8 A
	1,50 mm	3,0 A	3,8 A	4,6 A	5,3 A	6,5 A
	2,00 mm	3,8 A	5,0 A	6,5 A	7,5 A	8,5 A
	3,00 mm	4,5 A	6,5 A	8,0 A	9,5 A	11,0 A
	4,00 mm	6,0 A	8,5 A	10,0 A	12,0 A	13,5 A
	5,00 mm	7,0 A	10,0 A	12,0 A	14,5 A	16,0 A
	6,00 mm	7,5 A	11,0 A	14,0 A	16,0 A	18,0 A
	8,00 mm	9,0 A	14,0 A	17,0 A	20,0 A	22,5 A
	10,00 mm	10,0 A	16,0 A	20,0 A	23,0 A	26,0 A
70 µm	0,25 mm	1,0 A	1,6 A	2,0 A	2,5 A	3,0 A
	0,50 mm	2,0 A	2,8 A	3,5 A	4,0 A	4,5 A
	1,00 mm	3,5 A	4,7 A	5,8 A	6,8 A	8,0 A
	1,50 mm	4,5 A	6,2 A	7,5 A	9,0 A	10,5 A
	2,00 mm	6,0 A	8,5 A	10,0 A	12,0 A	13,5 A
	3,00 mm	7,5 A	11,0 A	14,0 A	16,0 A	18,0 A
	4,00 mm	9,0 A	13,5 A	17,0 A	19,0 A	22,0 A
	5,00 mm	10,0 A	15,0 A	19,0 A	23,0 A	25,0 A
	6,00 mm	11,0 A	18,0 A	22,0 A	26,0 A	28,0 A

Ergebnisse:

Bei signalführenden Leiterbahnen ist der Strom normalerweise sehr gering. Lediglich die Mindestleiterbahnstärke nach den Design Rules ist einzuhalten.

Bei stromführenden Leiterbahnen - das sind alle Spannungsversorgungen, Ausgangslastleitungen (Relais etc.) - wird die Mindestleiterbahnstärke unabhängig vom tatsächlichen Strom auf 24 mil festgelegt (FTKL Standard).

Grundregel:

Spannungsversorgungen so dick wie möglich.

Masseleitungen wenn möglich als Massefläche

Netzspannungsführende Signale min. 24 mil
und Abstände zu anderen Bahnen beachten

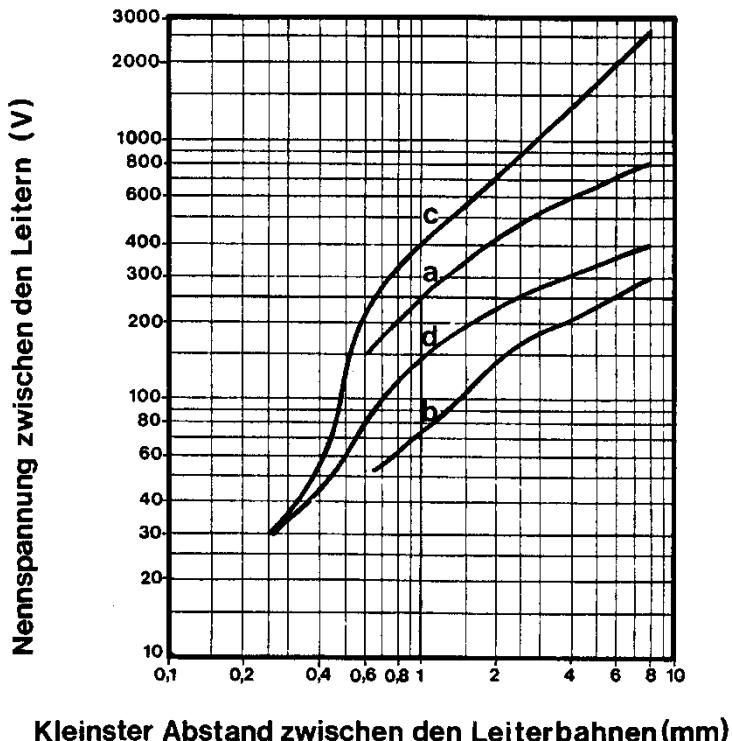
Immer so dick wie möglich

Der Mindestabstand von Leiterbahnen ist im Wesentlichen von der Spannungsdifferenz zwischen den Leitern, dem Basismaterial und einem Schutzlacküberzug abhängig. Daraus ergeben sich Mindestabstände. Im Einzelfall sind die nationalen Normen zu beachten!

Vorsicht: Je nach Einsatzgebiet können die Prüfspannungen (Schutzklassen) wesentlich höher sein als die normale Betriebsspannung.

Abstand zwischen Leiterbahnen (ÖN EN 60326)

- a ohne Isolierüberzug,
Höhen bis 3000 m
- b ohne Isolierüberzug,
Höhen über 3000 m
bis 15000 m
- c mit Isolierüberzug,
Höhen bis 3000 m
- d mit Isolierüberzug
Höhen über 3000 m



Das Diagramm entspricht auch dem Anhang B der IEC-Publikation 326 und gibt Richtwerte. Sind Leiterplatten für Geräte bestimmt, für die einschlägige Vorschriften bestehen (VDE, ÖVE), so sind diese einzuhalten.

Die Mindestabstände zwischen Leiterbahnen (DIN Norm VDE 160, Bemessung von Kriech- und Luftstrecken) sind einzuhalten. In diesem Bereich darf keine Flächenfüllung (Polygon) erfolgen!

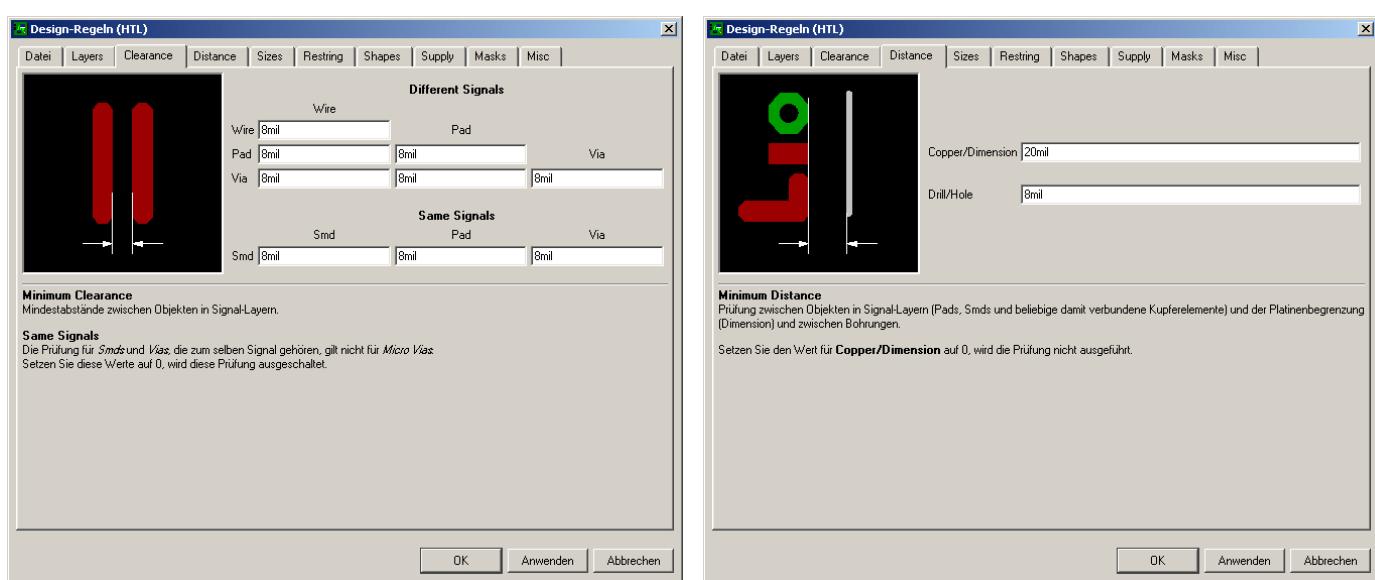
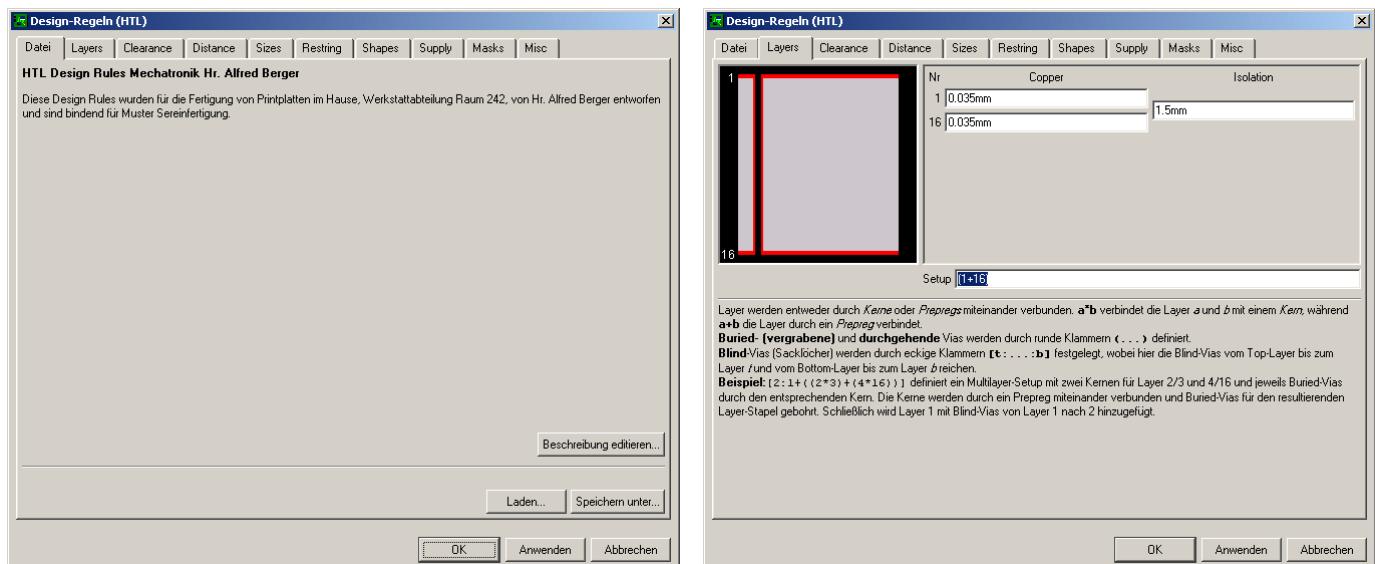
Vereinbarung für netzspannungsführende Leitungen u. Hochvoltspannungen:

Abstand zu anderen Potentialen (Masse, Sekundär etc.) mind. 8mm
Abstand der Netzteileungen zueinander > 4mm (besser 5mm)
Leiterbahnstärken mind. 24mil

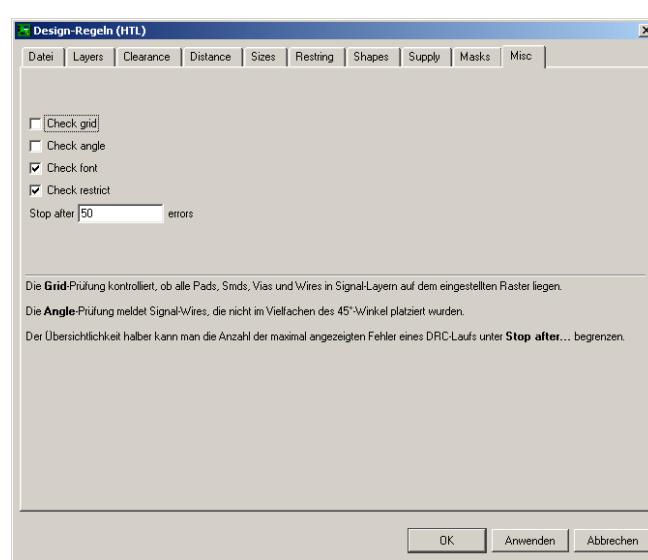
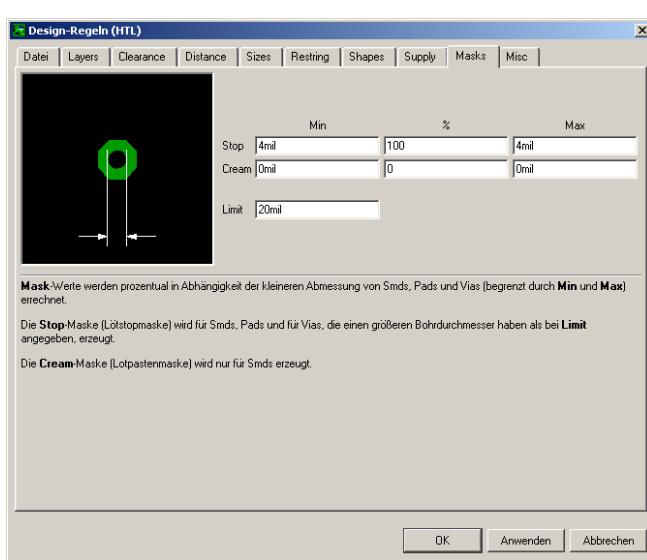
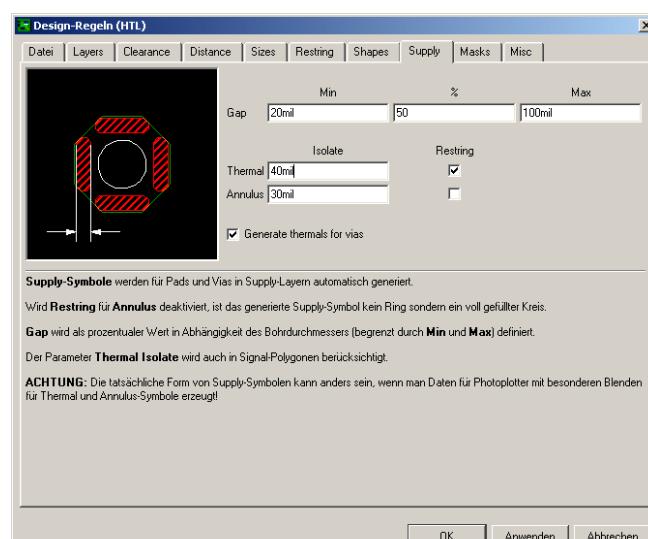
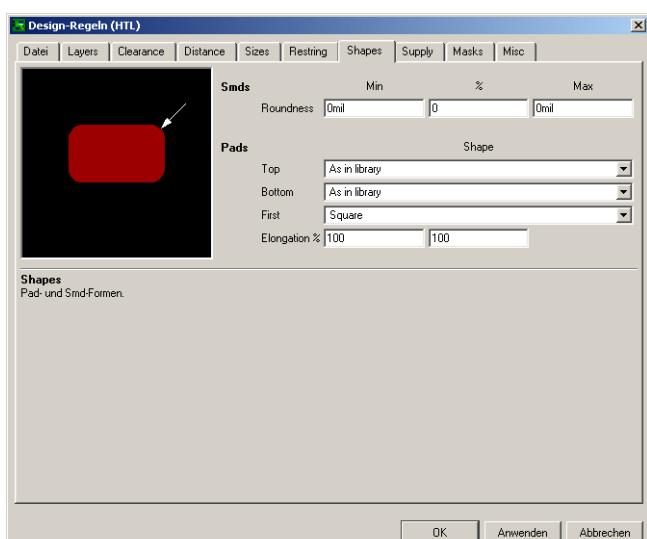
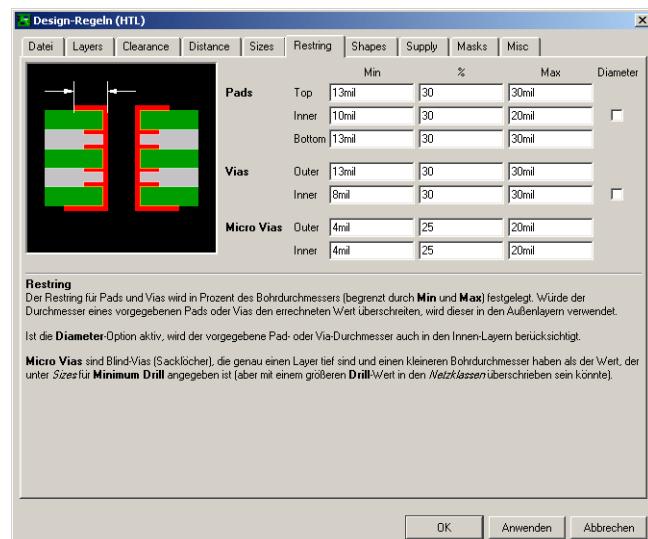
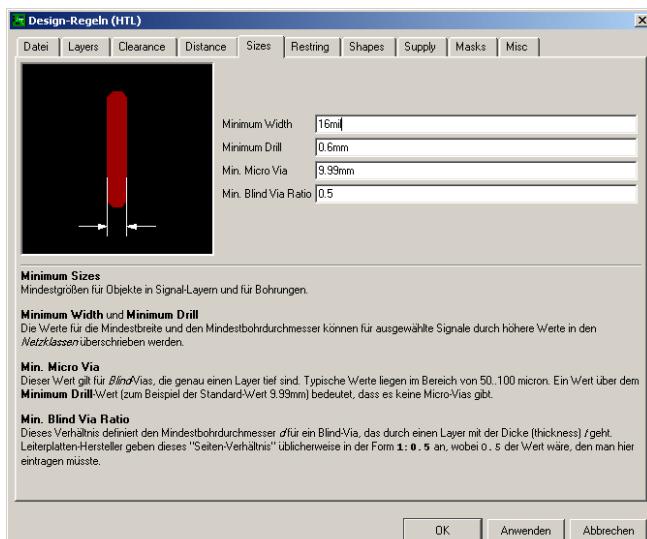
Vorsicht: In diesem Bereich sind keine Beschriftungen erlaubt, ebenso keine Befestigungsbohrungen!

3.24 Design Rules nach HTL – Standard

Für die Printfertigung im Hause gelten folgende Grundeinstellungen:



3.25 Design Rules für industrielle Fertigung



Je nach gewähltem Hersteller existieren verschiedene Design Rules. Im Bedarfsfall sind diese zu erfragen und in den DRC Check zu integrieren!

Wichtig: Zuerst die Design Rules festlegen, dann platzieren und routen!

3.26 Datenblätter

Datenblätter werden standardmäßig über das Internet besorgt. Sie sind in Form von PDF Dateien dem Projekt in elektronischer und gedruckter Form beizulegen. In der Literaturliste ist ein Verweis auf die Homepage der Firma sowie der entsprechende Link anzugeben. Alle Datenblätter sollen in einem eigenen Ordner abgelegt werden. Der Ordner soll möglichst in einem Verzeichnis liegen, welches immer mit derselben Verknüpfung erreichbar ist. Dieses Verzeichnis gehört auch regelmäßig gesichert. Datenblätter sind die Referenz für die gesamte Bauteilbibliothek von EAGLE!

4 Hinweise zur Softwaredokumentation

Software und die dazugehörige Dokumentation sind untrennbare Bestandteile eines Programms, obwohl gerade die Dokumentation oft stark vernachlässigt wird. Sie unterstützt dabei auch die Grundelemente der Qualitätssicherung. Dokumentation ist notwendig bei Programmen, die

- mehr als rund 200 LOC (lines of code – Programmierzeilen) enthalten;
- geplant länger als ein Jahr eingesetzt werden sollen.

Die Software-Dokumentation hat verschiedene Aufgaben zu erfüllen. Sie hat einerseits den Zweck, die spätere Wartung oder Erweiterung eines Programms zu erleichtern, andererseits dient sie dazu, einem Anwender die problemlose Benutzung der Software zu ermöglichen. Je nach Verwendungszweck unterscheidet man daher zwischen Systemdokumentation und Benutzerdokumentation als Sammelbegriff.

Detaillierte Anforderungen an die Software-Dokumentation werden durch den Lehrer des jeweiligen Unterrichtsgegenstands festgelegt.

4.1 Empfehlungen zur Softwaredokumentation

- **Entwicklungsbegleitende Dokumentation**

Jeder Softwareentwicklungs- bzw. Softwarewartungsprozess ist zugleich als Dokumentationsprozess zu verstehen. Durch entwicklungsbegleitende (projektbegleitende) Dokumentation soll arbeitsaufwendige Nachdokumentierung im Anschluss an die Programmerstellung vermieden werden. Basis dafür bildet die Anwendung von Vorgehensmodellen (Phasenmodellen) für die Softwareentwicklung. Dokumentationsteile, die Ergebnisse bzw. Teilergebnisse einzelner Phasen der Programmentwicklung repräsentieren.

- **Benutzerorientierung der Dokumentation**

Die Softwaredokumentation hat auf den Endzweck ausgerichtet zu sein und muss damit jeweils auf verschiedene Benutzerkreise zugeschnitten sein.

- **Programmkommentare**

Neben der vollständigen Programmdokumentation ist unbedingt eine aussagekräftige Kommentierung im Quelltext des Programms vorzusehen.

- **Grafische Darstellungsmittel**

Bei der Erstellung der Programmdokumentation ist bei jeder sich bietenden Möglichkeit einer grafischen Darstellung der Vorzug zu geben. Aufrufbäume, Programmablaufpläne bzw. Struktogramme, Datenflusspläne und Dialogablaufpläne erhöhen die Übersichtlichkeit und Verständlichkeit der Dokumentation. Die logische Struktur von Datenbanken lässt sich sinnvoll durch Entity-Relationship-Diagramme abbilden.

- **Hinweise zur Gestaltung der Dokumentation**

Neben einer geeigneten Gliederung sollte die Dokumentation unbedingt ein Stichwortverzeichnis sowie Querverweise enthalten. Zusammenfassungen und Beispiele erhöhen die Verständlichkeit.

4.2 Benutzerdokumentation

Die Benutzerdokumentation dient dazu, dem Anwender die Benutzung einer Software zu erklären. Sie ist so zu gestalten, dass ein Benutzer ohne Vorkenntnisse des Programms zur problemlosen Bedienung (bzw. Installation) der Software in der Lage ist.
Die Strukturierung der Dokumentation soll dem Benutzer die Möglichkeit geben, nach seinen Vorkenntnissen und Bedürfnissen vorzugehen.

Zur Benutzerdokumentation zählen folgende Unterlagen:

- Funktionale Beschreibung (Functional Specification):
gibt Auskunft über den Leistungsumfang des Programms. Was kann mein Programm, was kann es nicht?
- Installationsanleitung (Installation Guide):
beschreibt alle notwendigen Schritte zur Installation des Programms auf einem Computer samt den Möglichkeiten zur Konfiguration. Wichtig dabei ist, auf mögliche HW-Konstellationen einzugehen, bzw. die erforderlichen HW-Voraussetzungen festzulegen. Zur besseren Veranschaulichung empfiehlt es sich, Bildschirm-Abzüge (screenshots) für die wichtigsten Einstellungen beizufügen.
- Einführungshandbuch (Beginners Manual, Tutorial, Introduction):
erklärt die wichtigsten Funktionen für die normale Verwendung der Software in einfacher Sprache. Hierbei ist es essentiell, sich auf das Wesentliche zu beschränken, für komplexere Probleme wird auf das Referenz-Handbuch verwiesen.
- Referenz-Handbuch (Reference Manual):
dient in erster Linie als Nachschlagwerk und ist daher zweckmäßig alphabetisch zu ordnen.
Das Referenzhandbuch sollte sämtliche Funktionen des Programms beschreiben, also insbesondere die Benutzeroberfläche und die Programmoptionen.
- Operatorhandbuch (User Guide) – meist nur für Mainframes:
beschreibt die häufigsten Situationen bei der Bedienung und die daraus folgenden Reaktionen des Systems bzw. notwendige Eingriffe des Bedieners.
Es gibt Auskunft über evtl. auftretende Fehlermeldungen, deren Ursache und erforderliche Schritte zur Behebung.

4.3 Systemdokumentation

Systemdokumentation ist in erster Linie für den Programmierer gedacht. Sie enthält daher naturgemäß mehr technische Details als die Benutzerdokumentation. Dennoch ist bei der Erstellung darauf zu achten, eine andere Sichtweise des Programms zu entwickeln, weg von den internen Details, hin auf die Funktionalität, die durch das Programm zur Verfügung gestellt wird.

Thematisch umfasst dieser Teil der Dokumentation die Beschreibung der

- Programmarchitektur
- wichtigsten Programmmodulen sowie deren Interaktion
- Testdaten und Testfälle

Zur Systemdokumentation zählt man:

- Anforderungskatalog, Pflichtenheft: (siehe Kap. xxx)
- Design-Dokument, Entwurfsdokumentation zu allen Komponenten und Gesamtsystem Alle Unterlagen, die im Rahmen des Programm-Entwurfs zustande gekommen sind, gehören in diese Kategorie. Hierzu zählen beispielsweise Struktogramme (Nassi-Shneiderman-Diagramme) bzw. UML-Diagramme, Dokumente zum Datenbank-Entwurf (z.B. ER-Diagramm, Relationen-Modell), usw.
- Implementationsdokumentation:
dazu zählen Beschreibungen der verwendeten Algorithmen, Source-Code-Listings, etc.
Wie wurde ein bestimmtes Problem gelöst und warum wurde es so gelöst?
- Referenz-Handbuch:
als Nachschlagewerk alphabetisch geordnet bzw. mit Stichwort-Verzeichnis, enthält Schnittstellenbeschreibungen, Einschränkungen,...
- Testplan, Testdokumentation:
enthält Auskünfte über durchgeführte Tests und die Ergebnisse dieser Tests. Dabei ist eine möglichst genaue Beschreibung der Test-Umgebungsbedingungen unerlässlich.
Bei komplexen Programmen wird unterschieden zwischen Einheitentests (Modultests), Integrationstest, Datentest und Akzeptanztest (Gesamttest)

4.4 Weitere Unterlagen zur SW-Dokumentation

Die Dokumentation kann weiters noch folgende Unterlagen umfassen:

- **Stückliste**

Die SW-Stückliste enthält alle Angaben über Programme, Bibliotheken, Datenfiles sowie deren Dokumentation, die für ein Programmsystem erforderlich sind. Dazu gehören Source- und Objektcodes, Grafik- oder Datenfiles, Bindevorschriften, Compiler-Versionen, EPROM-Programmier-Vorschriften, Test-Unterlagen sowie die gesamte SW-Dokumentation.

Mit Hilfe der in der Stückliste angeführten Programm-, Daten- und Batchdateien muss es möglich sein, reproduzierbar opcode-gleiche Programme oder EPROMs herzustellen.

- **Rahmenspezifikation, Grobspezifikation**

Die Rahmenspezifikation ist bei Programm-Systemen erforderlich, die einen modularen Aufbau aufweisen, z.B. ein Programm, das aus mehreren Modulen besteht. Sie beschreibt die Schnittstellen des Systems nach außen, die Funktion der einzelnen Module im Überblick und die Schnittstellen der Module zueinander. Zur Beschreibung der Zusammenhänge dienen neben verbalen Erläuterungen auch Diagramme wie z.B. Blockschaltbilder, UML,...

- **Detailspezifikation, Programmbeschreibung**

Die Detailspezifikation beschreibt die Funktionsweise einzelner Module. Dazu gehören die Leistungsmerkmale ebenso wie die Lösungsmethoden (Algorithmen). Wesentlich ist auch eine genaue Beschreibung der Schnittstellen durch die Angabe der verwendeten Übergabe-Parameter und deren Bedeutung, sofern diese nicht in der Rahmenspezifikation bereits beschrieben wurden.

- **Entwurfsunterlage, Zustandsdiagramm, SADT**

Zu Entwurfsunterlagen zählen alle Diagramme, die anstelle einer verbalen Beschreibung des Problems eine Darstellung mittels Symbolen verwenden. Der Vorteil dieser Diagramme liegt darin, dass sie anschaulicher sind und meist dazu zwingen, das Problem systematisch und vollständig zu lösen. Dazu gehören Entscheidungstabellen, Zustandsdiagramme, Bediendiagramme, SADT (Structured Analysis and Design Technique), Syntaxdiagramme usw. Zu speziellen Aufgabenstellungen wurden eigene Entwurfssprachen entwickelt (Z.B. SDL).

- **Struktogramm, Nassi-Shneiderman-Diagramm**

Der Ablauf eines Programms, das in einer prozeduralen Sprache geschrieben wird, ist zweckmäßigerweise in Form eines Struktogramms (Nassi-Shneiderman-Diagramm) darzustellen.

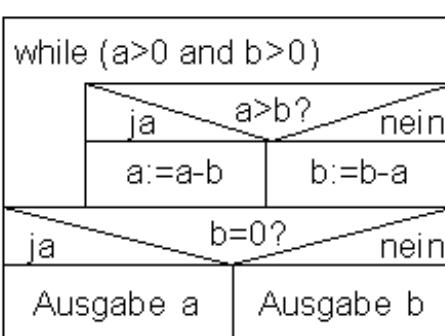
Dabei wird der Programmalgorithmus in immer kleinere Teile zerlegt, bis man schließlich bei den einfachsten Grundstrukturen landet. Dazu zählen Sequenzen, Verzweigungen (einfach oder mehrfach), Schleifen (kopf- oder fußgesteuert, zählergesteuert), Sprunganweisungen und Unterprogrammaufrufe.

Mit Hilfe dieser elementaren Grundstrukturen lassen sich alle komplexen Abläufe eines strukturierten Programms beschreiben. Die Beschreibung ist dabei unabhängig von der gewählten Programmiersprache.

Die Darstellung der elementaren Grundstrukturen ist durch die DIN 66261 genormt.

Beispiel:

Funktion zur Berechnung des GGTs zweier Zahlen nach dem Algorithmus von Euklid:

Darstellung als Struktogramm und Umsetzung in C
<p>while ($a>0$ and $b>0$)</p>  <pre> a>b? +---+ ja a:=a-b +---+ nein b:=b-a +---+ b=0? +---+ ja Ausgabe a +---+ nein Ausgabe b +---+ </pre>	<pre> int GGT(int a, int b); { while (a>0) && (b>0) { if (a>b) a -= b; else b -= a; } if (b==0) return(a) else return(b) } </pre>

Für die Erstellung von Struktogrammen stehen heute verschiedene Software-Pakete zur Verfügung, (z.B. Struktex, EasyCODE, ...) wobei zwischen Programmen zum SW-Entwurf und Programmen zur nachträglichen Dokumentation von bereits fertigem Programmcode zu unterscheiden ist.

- **Unified Modeling Language (UML)**

Bei objektorientierten Sprachen tritt an Stelle des Struktogramms die Unified Modeling Language. UML http://de.wikipedia.org/wiki/Unified_Modeling_Language ist eine von der Object Management Group (OMG) entwickelte und standardisierte Sprache für die Modellierung von Software und anderen Systemen. Im Sinne einer Sprache <http://de.wikipedia.org/wiki/Sprache> definiert die UML dabei Bezeichner für die meisten Begriffe, die für die Modellierung wichtig sind, und legt mögliche Beziehungen zwischen diesen Begriffen fest. Die UML definiert weiters grafische Notationen für diese Begriffe und für Modelle von statischen Strukturen und von dynamischen Abläufen, die man mit diesen Begriffen formulieren kann. (Quelle: de.wikipedia.org)

- **Entity-Relationship-Diagramm, Relationenmodell**

Zur Darstellung von Datenbankmodellen eignet sich das Entity-Relationship-Diagramm (ER-Diagramm). Es stellt die Objekte dar, über die Informationen zu speichern sind, sowie die zwischen ihnen herrschenden Beziehungen. Für den konkreten Datenbankentwurf wird häufig das Relationenmodell herangezogen.

- **Datenflussplan, Steuerflussplan**

Im Steuerflussplan wird graphisch dargestellt, wie sich Programme gegenseitig aufrufen. Die Schnittstellen können dabei nummeriert und nachfolgend beschrieben werden. Im Datenflussplan wird der Fluss der Daten zwischen Ein/Ausgabe und Speicher graphisch dargestellt. Symbole siehe DIN 66001. Beide Pläne können ineinander gezeichnet werden.

- **Datenstrukturbeschreibung**

Bei großen Datenbeständen (Dateien, Datenbanken) ist eine eigene Beschreibung der Strukturen sinnvoll. Daten sollen nach Möglichkeit nicht global definiert sein, sondern nur eigenen Zugriffsprogrammen zugänglich sein.

- **Source-, Assembler- Compiler-Listing**

Diese Dokumente sind ausschließlich als Anhang abzugeben. Zur leichten Lesbarkeit des Quellcodes ist bereits bei der Programm-Erstellung darauf zu achten, dass aussagekräftige Namen für Variablen, Funktionen, Objekte ... verwendet werden. Weiters kann durch ein einheitliches Bezeichnungsschema die Unterscheidung von globalen und lokalen Variablen bzw. Ein- und Ausgabevariablen erleichtert werden (z.B.: globale Variablen mit großem Anfangsbuchstaben, lokale Variablen mit kleinem Anfangsbuchstaben,...). Genauere Festlegungen dazu erfolgen durch den jeweiligen Lehrer.

Durch die Verwendung von Kommentaren wird die Verständlichkeit von komplexen Programmteilen weiter verbessert, aber

ACHTUNG: Ein falscher Kommentar ist schlechter als gar kein Kommentar!!!

- **Programmkopf – Modulkopf**

Der Programmkopf gibt einen Überblick über die Funktion und Schnittstellen eines Programms. Jedes Programm und jedes Modul ist minimal zu beschreiben. Dazu sind die externe und die interne Schnittstelle darzustellen.

- Externe Schnittstelle: Aufruf samt Übergabe- und Rückgabeparametern (allenfalls samt Wertebereichen und besonderen Bedeutungen)
- Interne Schnittstelle: kurze Beschreibung der Funktion samt allfälligen Voraussetzungen, Randbedingungen und Voraussetzungen für die Nutzung

Zusätzlich enthält er verwaltungstechnische Angaben, wie Erstellungsdatum, Änderungshistorie,...

Er besteht aus folgenden **Mindesteintragungen**:

- Programmname: Dateiname
- Funktion: Was macht das Programm
- Programmierer: Ein oder mehrere Namen
- Version/Zustand
- Datum
- Aufrufparameter
- Returnparameter
- Aufgerufene Programme
- Änderungsgrund

Beispiele:

Assemblerprogrammmodul:

```

COMMENT +
*****
** HTL-           Dateiname          Autor          Datum:      **
** Salzburg       char_chk          Meier/5AHELI   10.12.2006  **
*****


Programmname:      Zeichenprüfung
Dateiname:         char_chk.asm
Funktion:          Programmmodul zum Überprüfen einer Zeichenfolge
                   auf Vorkommen eines bestimmten Zeichens
Assemblер:        TASM 5.1
Version:          1.03
Änderungsgrund:   V1.01: Rückgabecode vereinfacht auf 0/1
                   V1.02: Fehlercode eingebaut
                   V1.03: Korrektur Zeichenzähler auf 255
Unterprogramme:    int 21h
Aufrufparameter:  AX...Adresse Zeichenkette,
                   BL...gesuchtes Zeichen
Rückgabeparameter: CL...Zeichen gefunden (1), nicht gefunden (0)
                   CH...Fehlercode (0...Ablauf o.k., 1...Fehler)
veränderte Register: AX, BX, CX, DX

```

Hochsprachenprogramm:

```
*****  

/* Programmname: Klassenlistenerstellung *  

/* Dateiname: kl_liste.c *  

/* Funktion: Programm zur Erstellung der Klassenliste *  

/* durch interaktive Eingabe am BS, *  

/* Sortierung nach Familien- und Vorname *  

/* automatische Nummernvergabe. *  

/* Eingabeparameter: -- *  

/* Rückgabewerte: -- *  

/* Compiler: C# *  

/* Ersteller: Meier J./4BHELI, Müller P./4BHELI *  

/* Version, Zustand: 2.02 *  

/* Änderungsdatum: 10.12.2006 *  

/* Aufgeruf. Programme: - *  

/* Änderungsgrund: V2.00: Erweiterung auf mehrere Klassen *  

/* V2.01: Schülerzähler dreistellig *  

/* V2.02: Umlaute richtig eingesortiert *  

*****
```

Für Assembler Unterprogramme bzw. C-Programme können unnötige Eintragungen entfallen. Bei Programmänderungen ist die Versionsnummer um 1 zu erhöhen.

- **Binde- Locate- EPROM-Programmiervorschrift**

Diese Vorschriften sind meist als Batch-Datei ausgeführt und dienen zum Erstellen von Programm-Systemen bzw. EPROM's. Die Binevorschrift enthält die Anweisungen für den Linker mit den notwendigen Optionen. Die Locatevorschrift enthält die Adressen zum Entrelativieren. Linker und Locater können ein gemeinsames Programm sein. Die EPROM-Programmiervorschrift enthält die Information, wie das Programm auf mehrere EPROM's verteilt wird.

- **Binder-, Locateprotokoll, Symboltabelle**

Diese Protokolle entstehen beim Linken und Locaten. Sie beinhalten Informationen über die Adressen von Programmen und Variablen. Sie werden beim Testen auf Assembler-Ebene benötigt oder in Form einer Datei von einem symbolischen Debugger geladen.

- **Prüfvorschrift, Testunterlagen**

Beim Testen von Software beginnt man beim Modul (Unterprogramme, einzelne Programmteile), wenn alle Module erfolgreich getestet sind, wird das gesamte Programm geprüft. (Bottom-Up-Methode). Dabei soll jeder Zweig eines Struktogrammes mindestens einmal durchlaufen werden. Da das systematische Testen bei häufigen Änderungen bzw. Korrekturen sehr aufwendig ist, empfiehlt es sich, diesen Vorgang mit Hilfe von Testdaten zu automatisieren.

4.5 Coding Standards für C-Programme

Die hier angeführten Coding-Standards stellen eine Minimalversion für kleine Projekte dar. Sie gelten als Empfehlung und sollen im Prototypenbau ab 2010 angewendet werden. Für große Projekte sind entsprechend weitere Regeln zu ergänzen. Diese Coding Standards wurden aus dem Buch „Softwareentwicklung in C“ von Klaus Schmarantz entnommen.

Generelle Regeln:

Die folgenden Prinzipien verbessern die Lesbarkeit und Wartbarkeit eines Programms sehr stark:

- Einfachheit:
Das Prinzip der Einfachheit ist auch als das KISS-Prinzip (**K**eep **I**t **Small and **S**imple) bekannt. Kurz gesagt sollen Funktionen genau eine, für ihren Abstraktionslevel adäquate, atomare Aufgabe erfüllen. Niemals sollen Funktionen mehrere Aufgaben auf einmal erfüllen, genauso wenig, wie sie Aufgaben erfüllen sollen, die in einen anderen Abstraktionslevel gehören (=Durchgriff nach unten oder oben). Die Parameterlisten von Funktionen sollen so kurz und übersichtlich wie möglich gehalten werden. Funktionen selbst sollen als Faustregel niemals mehr als 60 Zeilen lang sein. Eine durchschnittliche Länge von ca. 30 Zeilen ist zu bevorzugen.**
- Intuition:
Das Prinzip der Intuition bedeutet, dass man den geschriebenen Source-Code „wie ein Buch“ lesen und verstehen können muss, und zwar ohne Kommentare im Source-Code und ohne Erklärungen des Programmierers! Damit ist impliziert, dass Variablen- und Funktionsnamen sprechend sein und genau ihrer Funktionalität entsprechend benannt sein müssen. Einbuchstabenvariablen, wie z.B. i, sind nicht erlaubt. Unnötige Kommentare werden als störend erachtet und sollen dementsprechend weggelassen werden. Ein typisches Beispiel für solche unnötigen Kommentare wäre:
`count++; // and here the counter is incremented`
- Einheitlichkeit:
Verwandte Teile im Source-Code müssen denselben Prinzipien folgen. Z.B. wenn eine Funktion copy als ersten Parameter die Destination und als zweiten Parameter den Source nimmt, dann müssen verwandte Funktionen, wie z.B. move, sich an dieselben Konventionen halten. Genauso gilt dies z.B. in einer struct für einen Knoten. Wenn für diesen in der Implementation einer einfach verketteten Liste der Pointer auf das nächste Element unter dem Namen next ansprechbar ist, dann darf er nicht in einem Knoten für eine doppelt verkettete Liste auf einmal z.B. successor heißen.

4.5.1 Coding-Rules

Die hier angeführten Regeln helfen, den Source-Code so weit wie möglich zu vereinheitlichen und damit die Arbeit im Team zu erleichtern:

Die Sprache für Source-Code ist Englisch. Dies gilt für alle Teile eines Programms, von Variablennamen über Funktionsnamen bis zu Kommentaren im Source-Code.

- Der Gebrauch von Block-Kommentaren (`/* comment */`) ist zu vermeiden. Stattdessen müssen Zeilenkommentare (`// comment`) eingesetzt werden. Dies macht Source-Code robuster gegen Änderungen und erleichtert das Debugging.
- Wenn es sich nicht vermeiden lässt z.B. algorithmische Details in Form von Kommentaren in den Source-Code einzubringen, dann ist ein Block mit einer vollständigen Erklärung des Algorithmus vor der Implementation des Algorithmus selbst zu schreiben. Es darf die Kommentierung des Algorithmus nicht im laufenden Source-Code Zeile für Zeile erfolgen, denn sonst wird der Code durch die Kommentare unleserlich.
- Sollten jemals Codezeilen in das Programm Eingang finden, bei denen beim Lesen der Zeile nicht sofort klar ist, was sie tut, dann muss dies in einem kurzen Kommentar dort festgehalten werden. Jedoch sollte man sich immer sehr gut überlegen, ob es nicht eigentlich ein besseres, leichter lesbares Konstrukt gibt, das keinen Kommentar braucht.
- Globale Variablen sind nach allen Möglichkeiten zu vermeiden.
- Wenn aus irgendwelchen Gründen böse Hacks im Source-Code nicht vermeidbar sind (z.B. Zeitdruck), so sind diese unbedingt in hack-start und hack-end Kommentare zu fassen, damit man sie einfach wieder finden und ausbessern kann. Die hack-... Kommentare haben die folgende Form:
`// FIXXME (<author, date>) -> <description of the hack>`
[..... the code with the hack]
`// END FIXXME (<author, date>)`

Hier gehört das Keyword FIXXME immer mit zumindest zwei 'X' geschrieben, denn damit kann man leicht nach ihm suchen. Je nachdem, wie schlimm der Hack ist, können auch mehrere 'X' vorkommen. Als Faustregel für die Abstufung gilt, dass der SVH (=Schlimmste Vorstellbare Hack) mit 5 'X' geschrieben wird.

- Namen von Bezeichnern müssen den folgenden Konventionen genügen:
 - Funktionen: erstesWortKleinRestCapitalizedOhneUnderlines
 - Konstanten: GROSS_MIT_UNDERLINES
 - Lokale Variablen: klein_mit_underlines
 - Globale Variablen: klein_mit_underlines_und_underline_am_ende_
 - Structures: _CapitalizedMitUnderlinesZuBeginnUndEnde_ Diese dürfen nicht direkt verwendet werden, sondern nur über ein typedef (=typedef'ed Structures)!
 - typedef'ed Structures: DurchgehendCapitalizedOhneUnderlines
 - Unions: _CapitalizedMitUnderlinesZuBeginnUndEnde_ Diese dürfen nicht direkt verwendet werden, nur über typedef (=typedef'ed Unions)!
 - typedef'ed Unions: DurchgehendCapitalizedOhneUnderlines

- Die Struktur des Source-Codes muss den folgenden Prinzipien genügen:
 - Jedes File muss einen Header besitzen, in dem zumindest der Filename und eine kurze Beschreibung des Inhalts zu finden sind. In der Praxis hat es sich eingebürgert, dass weiters der Name des Autors, das Erstellungsdatum, das letzte Änderungsdatum, eine Versionsnummer und ein Copyright-Statement im Header stehen.
 - Geschwungene Klammern für Code-Blöcke müssen in einer eigenen Zeile stehen. Die Einrückung der Klammern entspricht genau dem umschließenden Block. Der eingeschlossene Block selbst muss genau um 2 Spaces eingerückt sein. Einrückungen dürfen ausschließlich mit Spaces gemacht werden, Tabs sind verboten, denn sonst kann es mit verschiedenen Editor-Einstellungen und beim Drucken Probleme geben.
 - Vor jeder Funktionsdefinition muss eine Linie der folgenden Form stehen, damit eine Funktion beim Lesen des Source-Codes visuell hervorsticht:

```
// -----
```

Diese Linie soll in der Regel mit 60-70 '-' geschrieben werden.
 - Zwischen dieser Linie und dem Header der Funktion muss in kurzen Worten beschrieben werden, wozu diese Funktion dient. Bei größeren Projekten muss auch beschrieben sein, was bei den einzelnen Parametern erwartet wird, welche Randbedingungen gelten, welche Return-Values zu erwarten sind und wie diese zu interpretieren sind

5 Vordrucke

5.1 Allgemeine HTL Standardvorlage

5.1.1 Standardvorlage Text 20xx

HTL-Salzburg / Elektronik

USB-Bridge 1.0f

Werkstätte Elektronik 1

5.1.2 Standardvorlage Grafik 20xx

5.2 Vorlage für technische Zeichnungen

Diese A4-Vordrucke sind nach ISO EN ÖN 7200 gefertigt, speziell auf die Schule abgestimmt.

Grundsätzliche Normschriftbilder für Sonderanwendung:

Die Rahmenlinien sind mit einer Strichstärke von 0,50 mm auszuführen, die Unterteilungslinien mit 0,25 mm. Siehe Muster.

5.4.2 Schriftfelder und Stücklisten

Die Firmen des Maschinenbaus richten sich im Allgemeinen bei der Gestaltung der Schriftfelder für technische Produktdokumentationen nach DIN EN ISO 7200 und für Stücklisten nach DIN 6771-2 (zurückgezogen 10/2007). Die technischen Zeichnungen erhalten ein Schriftfeld. Es wird im Abstand von je 10 mm von den Blattkanten so angeordnet, dass es nach dem Falten der Zeichnung auf A4 sichtbar in der unteren rechten Ecke erscheint, s. Seite 22. Aus organisatorischen Gründen und im Hinblick auf die maschinelle Datenverarbeitung sowie die wirtschaftliche Erstellung der Dokumentationen legt DIN EN ISO 7200 für alle Benutzer die gleichen Datenfelder fest.

(Verwendungsbereich) ①	(Zul. Abw.) ②	(Oberfläche) ③	Maßstab (Werkstoff, Halbzeug) (Teile-Nr.) (Modell- oder Gesenk-Nr.) ④	(Gewicht) ⑤
	Datum Bear. Gepr. Norm ⑦	Name ⑧ a ⑨ a ⑩		
Zust. Aenderung	Datum	Num. (Urspr.)	(Ers. f.:)	(Ers. d.):
		⑭	⑮ a	⑮

5.34 Bisheriges Grundschriftfeld für Zeichnungen DIN 6771-1 (05.2004 zurückgezogen)

Verantwortl. Abt. ABC 1	Technische Referenz Eva Musterfrau	Erstellt durch Max Mustermann	Genehmigt von Paul Muster		
Gesetzlicher Eigentümer (z.B. Firma, Gesellschaft, Unternehmen)		Dokumentenart <u>Zusammenbauzeichnung</u>	Dokumentenstatus <u>freigegeben</u>		
		Titel, Zusätzlicher Titel Grundplatte mit Halter	ABC 123 456-8		
		Änd.	Ausgabedatum	Spr.	Blatt
		A	2005-03-06	de	1

ISO 7200

180 mm

Erläuterungen:

Feldname	Gesetzlicher Eigentümer, z. B. Firma, Gesellschaft, Unternehmen, gekürzter Handelsname oder ein Emblem	Sachnummer diese muss eindeutig in der Organisation des gesetzlichen Eigentümers sein	Änderungsindex um verschiedene Versionen eines Dokumentes identifizieren zu können	Ausgabedatum ist das Datum der ersten offiziellen Freigabe	Abschnitt/Blattnummer durch diese wird das Blatt identifiziert	Anzahl der Abschnitte/Blätter gesamte Anzahl der Blätter, aus denen ein Dokument besteht	Sprachzeichen um die Sprache anzuzeigen
Sprachabhängig	–	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Empfohlene Anzahl der Zeichen	nicht festgelegt	16	2	10	4	4	4 pro Sprache
Verbindlichkeit	ja	ja	optimal	ja	ja	optimal	optimal

Tab. 1: Identifizierende Datenfelder

Feldname	Verantwortliche Abteilung Name der organisatorischen Einheit	Technische Referenz Name der Person, die Kenntnis über den Inhalt des Dokumentes hat	Genehmigte Person Name der Person, die das Dokument genehmigt hat	Ersteller die Person, die das Dokument ausgearbeitet oder überarbeitet hat	Dokumentenart Stellung des Dokumentes bezüglich des Inhaltes und des Darstellungsformats	Klassifikation/Schlüsselwörter Text/Kennung für eine Wiederauffindung	Dokumentenstatus Lebenszyklus des Dokumentes	Seitenzahl	Seitenanzahl	Papierformat Formatangabe des Originaldokumentes
Sprachabhängig	nein/ja (Sprachenabhängigkeit)	nein/ja (Sprachenabhängigkeit)	nein/ja (Sprachenabhängigkeit)	nein/ja (Sprachenabhängigkeit)	ja	nein/ja (Sprachenabhängigkeit)	ja	nein	nein	nein
Empfohlene Anzahl der Zeichen	10	20	20	20	30	nicht festgelegt	20	4	4	4
Verbindlichkeit	optimal	optimal	ja	ja	ja	optimal	optimal	optimal	optimal	optimal

Tab 2: Administrative Datenfelder

Diese folgenden Vorlagen werden verwendet für:

- Blockschaltbild
- Schaltplan
- Einzelteilzeichnung
- Layout
- Lötstoppmasken
- Bestückungspläne
- Bauteileaufdruck
- Bohrplan
- Geräteverdrahtungsplan
- Montagezeichnung
- Explosionszeichnung

5.2.1 Vorlage für A4 Zeichnungen

5.2.1.1 A4 Rahmen im Hochformat:

Der HTL Standardrahmen wird für alle technischen Unterlagen im A4 Format verwendet (Eagle, Solid Edge etc.).

Sechzifferige Dateiname: Arial (10) zentriert		Name: Arial (14) zentriert				Toleranz:		Werkstoff:	
		ID-Nr.: 3AHELI 18	Gez.: NEUP	Geprüft:	Betreuer:	Dokumentart: Arial (12) zentriert		Freigabe:	
Biomedizin		Benennung: Arial (16) zentriert Arial (12) zentriert				Version:	Revision:	Dokumentenstatus: Arial (12)	
						Maßstab:	Epr.:	Datum:	Blatt:

5.2.1.2 A4 Rahmen im Querformat:

Sachnummer, Dateiname: Beilage	Name: 			Toleranz: Werkstoff:							
	ID-Nr.:	Ges.:	Geprift:	Betreuer:	Dokumentart:	Freigabe:					
	Benennung:				Version:	Revision:	Dokumentstatus:				
							Maßstab:	Sur.:	Datum:	Blatt:	Erläuter:
							DE	09.09.2013	1	1	

5.2.2 Vorlage für A3 Zeichnungen

8	7	6	5	4	3	2	1	
F	E	D	C	B	A			
8	7	6	5	4	3	2	1	
F	E	D	C	B	A			

Sachnummer / Datenblatt: Beilage XX	Name: Vorname Name <small>z.B.: XXHELI, 00 Nam/Vorname</small>	Tochter: mittel	Weisung: - <small>Prüfung:</small>
	<small>Bemerkung:</small> HTBLuVA Salzburg Technische Informatik	<small>Dokumentenstatus:</small> Schaltplan Version: 2.0	<small>Revision:</small> <small>Ersteller:</small> Fertigung ohne DE 01.01.2011 1 4

5.3 Vorlage für Stücklisten

Es gelten dieselben Grundregeln wie unter 5.2 mit folgenden Ergänzungen:

1	2	3	4	5	6	7
Lfd. Nr.	Stück- zahl	Ein- heit	Benennung	Lieferant / Bestellnummer	MCd	Bemerkung
Sachnummer, Dateiname: Beilage 3			Name: Max Mustermann		Toleranz:	Werkstoff:
 HTBLuVA Salzburg Technische Informatik			ID-Nr.: xxHELx xx	Gez.: MusM	Geprüft:	Betreuer: Dokumentat.: Stückliste Freigabe: StrH
Benennung: Gemini 4 Entwicklerboard			Version: 4.3	Revision: 001	Dokumentenstatus: Fertigung	
			Maßstab: ohne	Spr.: DE	Datum: 09.09.2013	Batt.: 1 Blätter: 1

Stückliste nach ISO 7200:

Es gilt: a=4mm, b=2,5mm

5.4 Vorlage für Kalkulation

1 Lfd. Nr.	2 Stück- zahl	3 Ein- heit	4 Benennung	5 Lieferant / Bestellnummer	6 Preis Einzel Gesamt
Übertrag:					
Materialpreis € 0,000					
Materialgemeinkosten (10%) € 0,000					
Materialverkaufspreis € 0,000					
Sachnummer, Dateiname: Beilage 10	Name: Max Mustermann	Toleranz:	Werkstoff:		
 HTBLuVA Salzburg Technische Informatik	ID-Nr.: xxHELx xx	Gez.: MusM	Gepruft.: 	Dokumentat.: Materialkalkulation	Freigabe: StrH
	Benennung: Gemini 4	Version: 4.3	Revision: 001	Dokumentenstatus: Fertigung	
		Maßstab: ohne	Spr.: DE	Datum: 09.09.2013	Batt.: 1 Blätter: 1

5.5 Vorlage für Terminplan

Nr.	Art der Unterlage	Termin	Abgabe	Note	Termin	Abgabe	Note
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							

ARIAL (72) z.

Abgabetermin: ARIAL (16) z.	Abgabe:	Note:	Signum:
Name: ARIAL (20) zentriert		Jahrgang: XXHELX	Katalog-Nr.: 17
Benennung: ARIAL (20) zentriert	Dateiname: ARIAL (10)		
	HWE 1 GME1		Abteilung: ELEKTRONIK

5.6 Vorlage für Deckblatt

Prototypenbau mit SMD-Technologie

PH-Salzburg-SCHÜLF-5213EJ01



Referenten:

Helmut Strasser

Robert Pöttinger

6 Anhang Sicherheitstechnik

6.1 Sicherheitstechnik – die Vorschriften

Alle elektronischen Geräte müssen so konstruiert sein, dass sie Bedingungen der ÖNORM bzw. der DIN/EN Norm 8701 (100) erfüllen.

Die Vorschriften sollen der Gefahr eines elektrischen Schläges bei bestimmungsgemäßem Gebrauch **und im Fehlerfall** vorbeugen.

Dazu muss die Berührung von Teilen, die spannungsführend sind oder bei einem Fehler spannungsführend werden können, durch den Einsatz von Kapselung oder Abdeckungen oder durch das Anbringen dieser Teile an unzugänglichen Stellen ausgeschlossen werden. Eine Alternative stellt die Beschränkung von Spannungen und Strömen an Teilen, die absichtlich oder zufällig berührt werden können, durch eine Spannungs- und/oder Strombegrenzung oder Erdung dar.

Die Höhe des Stromes, der für den Menschen gefährlich werden kann, schwankt je nach Art des Anschlusses an den Körper, der Frequenz und der Zeitspanne des Stromflusses.

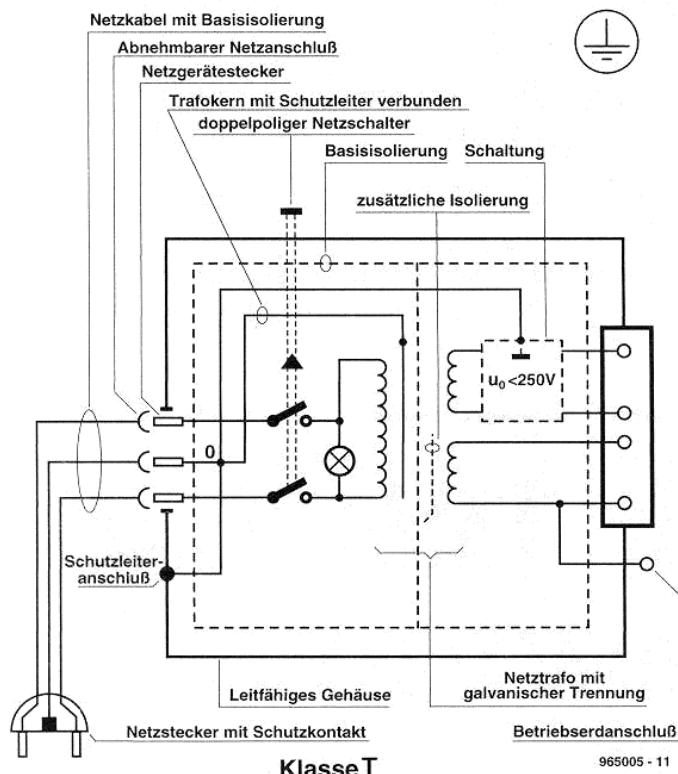
Einteilung der Geräte in 3 Klassen:

6.1.1 Schutzklasse 1

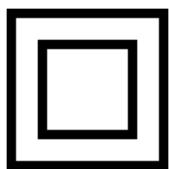


Kennzeichen: 3-poliger Anschluss, Erdleitung. Alle berührbaren Teile sind mit dem Erdleiter verbunden. Die Verbindung wird mittels eines gelb/grünen Kabels hergestellt (Eindraht oder flexibel). Der Querschnitt darf nicht kleiner als der der Versorgungsleiter sein, außerdem darf gelb/grün auf keinen Fall für andere Aufgaben als die Schutzerdung verwendet werden! Die Geräte können Teile haben, die mit Schutzkleinspannung betrieben werden, bzw. mit verstärkter und doppelter Isolierung ausgestattet sind.

Besitzt das Gerät eine abnehmbare Anschlussleitung, muss der Gerätestecker einen voreilenden Erdkontakt haben.



6.1.2 Schutzklasse 2



Kennzeichen: 2-poliger Anschluss bzw. kein Erdleiter im Gerät angeschlossen (in der Zuleitung erlaubt, im Gerät verboten, außer zum Durchschleifen des Erdleiters zu weiteren Geräten!)
 Bei SK2 wird der Schutz durch eine zusätzliche bzw. verstärkte Isolierung herbeigeführt.

Bauarten:

- ⊕ zusammenhängendes Gehäuse aus Isolierstoff, das alle Metallteile umschließt, außer Kleinteile, die durch eine verstärkte Isolierung von aktiven Bauteilen getrennt sind.
- ⊕ Metallumhülltes, zusammenhängendes Gehäuse, wobei die aktiven Teile durch eine doppelte Isolierung (wenn nicht anwendbar durch verstärkte) getrennt sind
- ⊕ Kombination aus beiden obigen Punkten.

Es ist **unzulässig**, die Zusatzisolation durch nichtleitende Schrauben, Muttern oder Montageteile erreichen zu wollen. Bei einer möglichen Reparatur könnte es durch Vertauschung zur Aufhebung der Zusatzisolation kommen!

6.1.3 Schutzklasse 3 - SELV



Kennzeichen: Betriebsspannungsversorgung durch Schutzkleinspannung.
 Stecker an Geräten mit Schutzklasse 3 dürfen keinen Schutzkontakt haben und nicht in Steckdosen für höhere Spannungen passen.

Wenn die Versorgungsspannung unter 25V Wechselspannung oder unter 60V Gleichspannung liegt, kann auf jeden Schutz gegen direkte Berührung verzichtet werden. Diese Spannung gilt für Menschen und Tiere als ungefährlich. Verwendung auch im Kinderspielzeugbereich.

Geräte der Schutzklasse 3, die mit der maximal erlaubten Wechselspannung von 50V bzw. der maximal erlaubten Gleichspannung bis 120V gespeist werden, müssen einen direkten Berührungsenschutz aufweisen.

Die Erzeugung der Schutzkleinspannung muss über einen Trafo oder Umformer geschehen, der getrennte Wicklungen, entsprechende galvanische Trennung aufweist und nach DIN/VDE 0551 ausgeführt ist.

6.2 Prüfmethoden der Schutzklassen

Schutzklasse 1

Schutzklasse 2

➤ **Sichtprüfung**

Kontrolle von Gehäuse, Gehäuseteilen, Abdeckungen, Isolierteile und alle für die Sicherheit wichtigen Teile.

➤ **Netzanschlussprüfung**

Netzanschlussleitungen (auch dem Gerät beigefügte) sind auf sichtbare Beschädigungen zu untersuchen, ebenso die Zugentlastung und die Biegeschutztülle die zusätzlich mit Handprobe zu prüfen sind.

➤ **Schutzleiterprüfung**

Der ordnungsgemäße Zustand der Schutzleiterverbindung ist zu überprüfen.

Der Widerstand zwischen allen berührbaren Teilen und dem Schutzkontakt darf 0.3Ω nicht überschreiten.

Handprobe + Besichtigung im gesamten Verlauf des Schutzleiters soweit es ohne weiterer Zerlegung möglich ist.

Während der Prüfung müssen Anschlußleitungen über ihrer ganzen Länge bewegt werden !!

Der ordnungsgemäße Zustand der Schutzisolierung des Gerätes und der Anschlußleitung ist zu überprüfen. Bei Austausch der Netzanschlussleitung ist auf die Länge und den erforderlichen Querschnitt zu achten. Es darf an einer 2 pol. Leitung auch ein Schukostecker montiert sein, der Nulleiteranschluss bleibt dann frei. Bei der Verwendung einer 3 pol. Anschlußleitung ist im Schukostecker der Schutzleiter anzuschließen, Geräteseits darf er nicht angeschlossen sein.

➤ **Isolationsprüfung**

Überprüfung nur mit Isolationsprüfgerät !

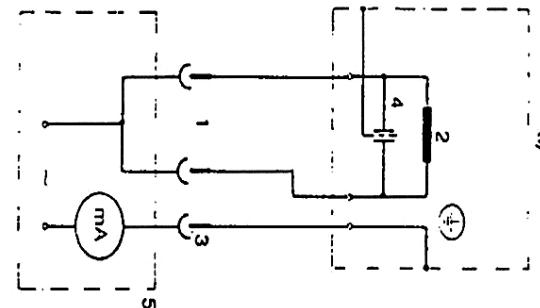
Isolationswiderstand $> 0.5 \text{ M}\Omega$
 Bei Geräten die Heizkörper enthalten oder Entstörkondensatoren eingebaut wurden, kann eine Ersatzableitstrommessung durchgeführt werden, wenn $R_{iso} < 0.5 \text{ M}\Omega$

Isolationswiderstand $> 2 \text{ M}\Omega$
 gegenüber allen berührbaren Teilen des Gerätes. (LS-Gitter, Antennenanschluß, LS-Buchsen, Alle Ein + Ausgänge etc.)

Die Ausgangsgleichspannung des Meßgerätes muß bei einer Belastung mit 0.5 Mohm mindestens 500 V betragen !

➤ Ersatzableitstrommessung für SK1

- Bei netzbetriebenen Meßeinrichtungen muß der Meßkreis vom Netz galvanisch getrennt sein.
- Die Ersatzableitstrommessung ist mit einer Wechselspannung von 50 Hz und einer Leerlaufspannung zwischen mind. 25V und höchstens 250 V durchzuführen.
(Kurzschlußstrom über 50 V max. 5 mA !!
Foldback Charakteristik !!!)
- Der angezeigte Ersatzableitstrom darf 7 mA nicht überschreiten, außer bei Geräten mit einer Heizleistung > 6 KW wobei hier 15 mA zulässig sind.



➤ Funktionsprüfung

- Nach Instandsetzung ist die gefahrlose Funktion (Betrieb) des Gerätes sicherzustellen.
- Es sind die Instandsetzungsanweisungen des Herstellers (Importeurs) heranzuziehen !!!

➤ Aufschriften

- Aufschriften müssen vollständig und lesbar sein !!
- Nach Änderungen müssen die Aufschriften berichtigt und/oder ergänzt werden !!

Prüfung der Spannungsfestigkeit:

- Nach erfolgter Instandsetzung und/oder Änderung wird am vollständig montierten Gerät die Spannungsfestigkeit durch Anlegen einer praktisch sinusförmigen Wechselspannung mit einer Frequenz von 50 Hz geprüft.
- Während der Prüfung muss das Gerät vom Netz abgetrennt sein. Dabei ist sicherzustellen, dass alle beanspruchten Isolierungen erfasst werden und zu berücksichtigen, dass Schalter, Temperaturregler usw. geschlossen sind.
- Der für die Prüfung zu verwendende Stromkreis muss eine stromüberwachende Einrichtung enthalten, die abschaltet, wenn ein Strom von mehr als 5 mA fließt. Das Ansprechen dieser Stromüberwachung und ein Durch- oder Überschlag muss sichtbar oder hörbar angezeigt werden.
- Die Prüfspannung gemäß Tabelle wird 3 Sekunden lang zwischen unter Spannung stehenden Teilen und berührbaren Metallteilen (bzw. Körper), die im Fehlerfall durch Isolationsfehler oder falsche Montage spannungsführend werden können, angelegt.

Prüfspannungen:

Schutzklasse I
1000V

Schutzklasse II
3500V

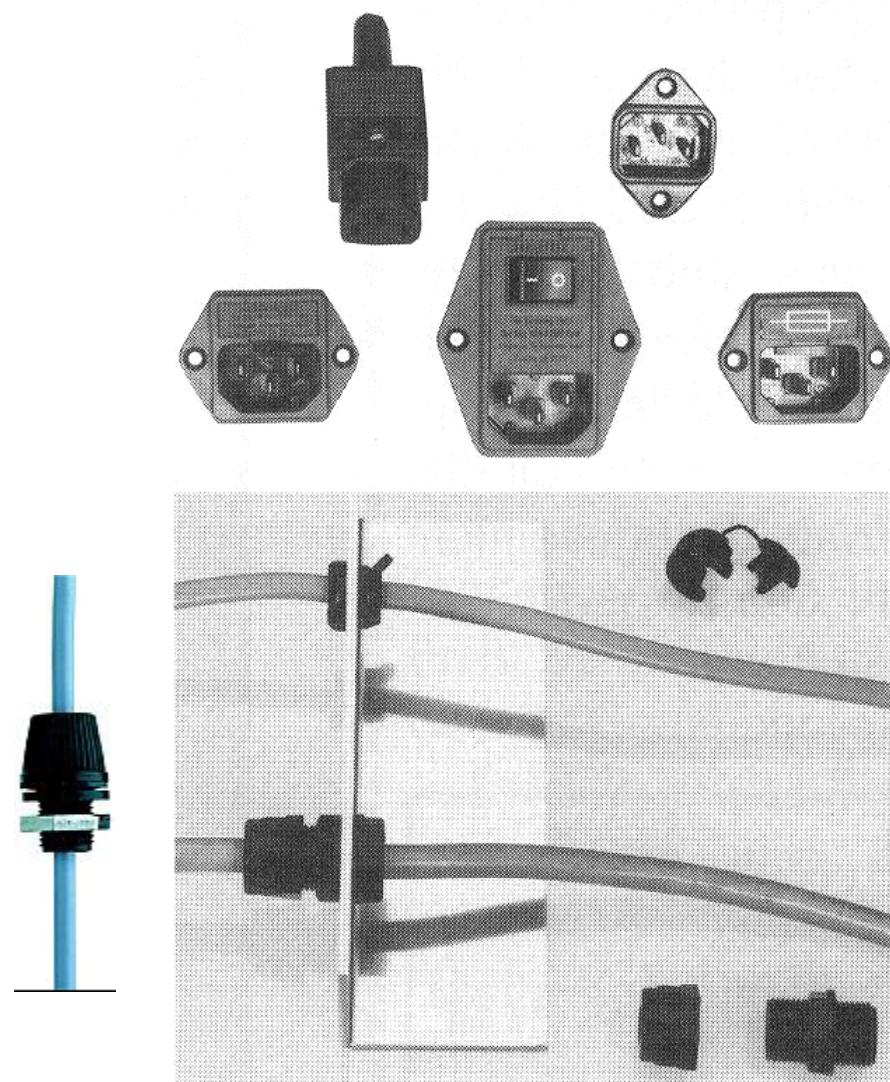
Schutzklasse III
400 V

Während der Prüfung darf kein Überschlag oder Durchschlag auftreten und der Auslösestrom des Überstromrelais nicht überschritten werden.

6.3 Praktische Hinweise

6.3.1 Netzdurchführung

In der Praxis betreffen die Vorschriften vor allem den Umgang mit der 230V Netzspannung. Oberstes Gebot ist, die netzspannungsführenden Teile so kompakt und stabil wie möglich zu halten. Dies kann durch komplette Netzspannungsgerätestecker (Buchsen) mit oder ohne Schutzleiteranschluss erreicht werden. Auch die Kombination mit doppelpoligen Netzschaltern und Gerätesicherungen wird am Bauteilemarkt angeboten. Verzichtet man auf solche Gerätestecker, muss das Netzkabel mit einer wirksamen Zugentlastung und Gehäusedurchführung ausgerüstet sein. Bei Klasse 1 Geräten wird der Schutzleiter unmittelbar neben der Durchführung mit dem Gehäuse leitend verbunden, in einer Art und Weise, dass im Fehlerfall der Schutzleiter der letzte Anschluss ist, der seine elektrische Verbindung verliert. Wenn möglich, wird auch der Trafokern direkt mit dem Schutzleiter (gelb/grün zwingend vorgeschrieben) verbunden.



6.3.2 Netzschatler

Bei der Auswahl des Netzschatlers ist zunächst auf die nötige Spannungsfestigkeit von 250 V zu achten. Diese Information findet man üblicherweise auf der Rückseite oder im Datenblatt des Schalters, ebenso die Angabe über den maximal zulässigen Strom. Der in Klammern gesetzte Wert gilt für induktive oder kapazitive Belastung (Motoren etc.).

Vorsicht:

Die angegebene Spannung am Netzschatler betrifft nur die Schaltspannung, sagt jedoch nichts über den Berührschutz bei dieser Spannung aus.

Im Bereich eines Netzteiles sollten nur Netzschatler und Bauteile mit ÖVE/VDE/IEC Prüfzeichen verwendet werden, da nur diese Prüfzeichen die Einhaltung der Kriech- und Luftstrecken nach außen garantieren.

Alle Netzschatler müssen zweipolig sein, wenn nicht eine der drei folgenden Bedingungen gegeben ist:

- ⊕ Ein einpoliger Schalter schaltet einen Netztransformator mit galvanisch getrennter Primär- und Sekundärwicklung.
- ⊕ Ein Funktionsschalter mit ausreichender Spannungsfestigkeit kann verwendet werden, wenn der Netztrafo getrennte Wicklungen besitzt, zusätzlich die Leistung des Gerätes weniger als 10W beträgt und deutlich sichtbar angezeigt wird, dass die Netzspannung angeschlossen ist.
- ⊕ Kein Netzschatler ist notwendig, wenn die Leistungsaufnahme bei normalem Gebrauch nicht über 10 W liegt, wie es beispielsweise in Uhren, Antennenverstärkern oder anderen Geräten für kontinuierlichen Gebrauch der Fall ist.

Schmelzsicherungen und Bauteile von Netzentstörfiltern müssen nicht, können und sollten aber - wenn möglich - mit ausgeschaltet werden.

6.3.3 Verdrahtung

Die Verdrahtung der netzspannungsführenden Teile erfordert erhöhte Aufmerksamkeit. Das Netzkabel muss einen Mindestquerschnitt von $2 \times 0.75 \text{ mm}^2$ und eine Isolationsschicht von mindestens 0,4mm Stärke aufweisen. Der Schutzleiter – wenn vorhanden – darf nicht dünner als die Außenleiter sein und muss farblich mit gelb/grün ausgeführt sein. Er muss länger als die anderen Anschlussleitungen sein.

Doppelt isolierte Netzleitungen (NYLHY) sind einfach isolierten Netzleitungen (NYFAZ) immer vorzuziehen.

Die Adern können mit Steckschuhen (AMP) am Netzschatler oder den Netsicherungen angesteckt oder mit entsprechenden Adernendhülsen an (Platinen-) Lüsterklemmen festgeschraubt werden. Auf eine entsprechende Basis- und Zusatzisolation ist zu achten (je nach Schutzzklasse)!

Keinesfalls sollte man das Netzkabel direkt in die Platine einlöten oder einer mechanischen Spannung aussetzen!

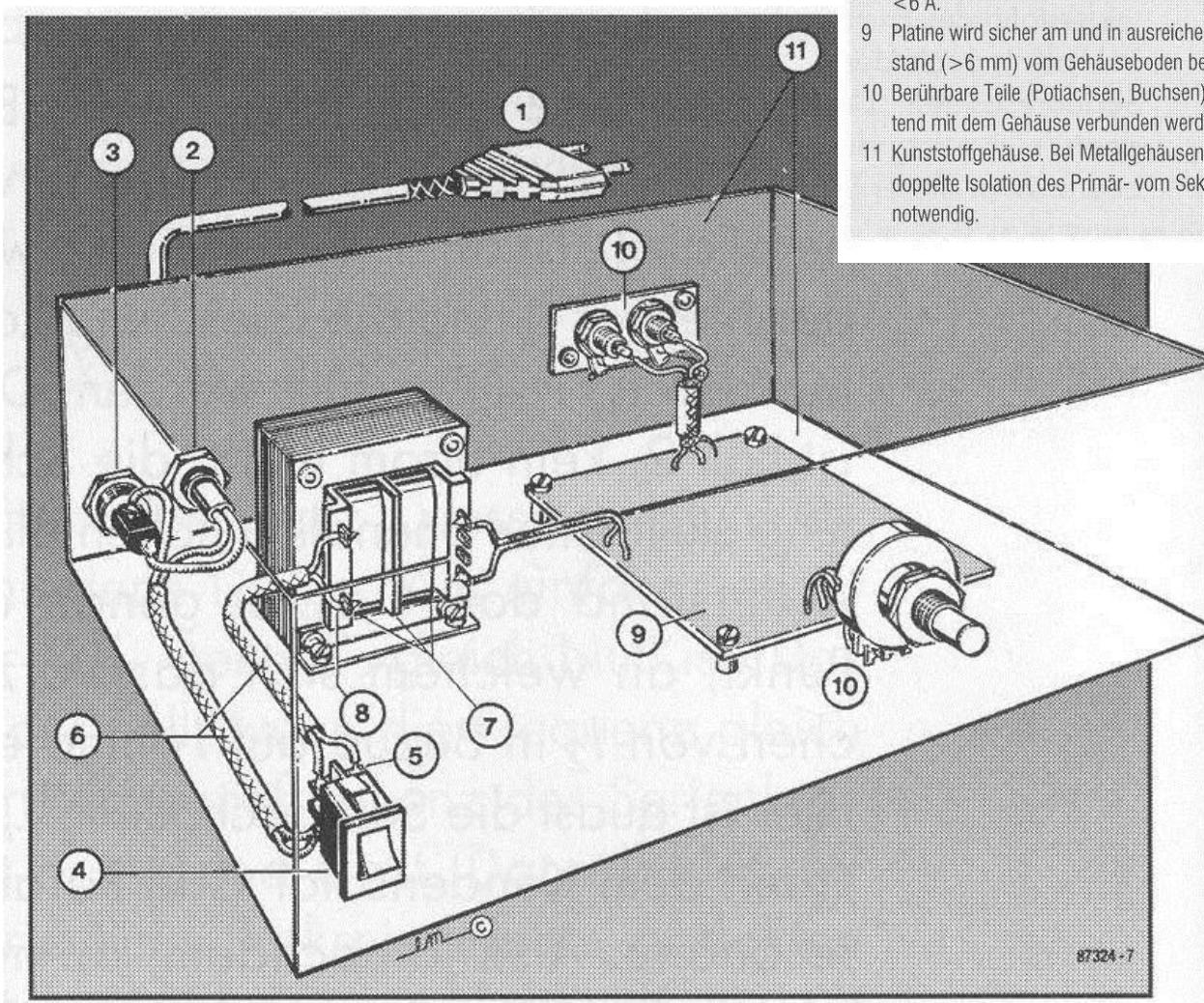
Litzenenden, die in einer Lüster- oder Platinenklemme verschraubt werden, müssen einen Spleißschutz aufweisen. Adernendhülsen (isoliert oder unisoliert) sind hier die richtige Wahl.

Auf keinen Fall ist Verdrillen und/oder Verzinnen ein geeigneter Spleißschutz und somit unzulässig!

Bei Geräten der Schutzklasse 1 ist darauf zu achten, dass der Schutzleiter mit allen berührbaren und leitfähigen Teilen niederohmig zu verbinden ist, also auch Kühlkörper und Potentiometerachsen!

Weiterhin ist für eine ausreichende Entlüftung (Kühlung) der elektrischen Baugruppen zu sorgen. Zu hohe Temperaturen verkürzen die Lebensdauer und stellen mögliche Brandursachen dar.

Niemals sollte auf eine Schmelzsicherung verzichtet werden. Als Faustregel gilt: Primärsicherung um 25% höher dimensionieren als der maximale Dauerstrom.



6.3.4 Transformatoren

Netztransformatoren, die für den Einbau in elektronische Geräte vorgesehen sind, besitzen in den meisten Fällen keine Schutzklasse, sondern sind nur vorbereitet für eine Schutzklasse!

Transformatoren, die die Kennzeichnung „vorbereitet für Schutzklasse II“ tragen, können bei entsprechenden Maßnahmen auch für Klasse I Geräte verwendet werden.

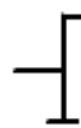
Diese Maßnahmen betreffen

bei Trafos mit den folgenden Symbolen nur die umgebenden Bauteile, da eine doppelte oder verstärkte Isolierung des Trafos bereits gegeben ist.



Vorsicht: Trafos, die keine oder folgende Kennzeichnung tragen, besitzen nur eine Basisisolierung und **müssen** zusätzlich geschützt werden.

Bei **Spartrafos** mit folgender Kennzeichnung sind die Primär- und Sekundärwicklungen nicht galvanisch getrennt, sie **sind** im Regelfall für elektronische Geräte **ungeeignet!**



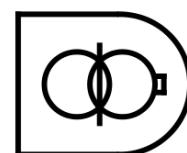
Transformatoren mit folgenden Zeichen sind ohne weitere Einrichtung unbeschränkt kurzschlussfest.



Transformatoren mit folgendem Zeichen sind bedingt kurzschlussfest, sie haben meist eingebaute thermische Sicherungen und sind dadurch geschützt.

Transformatoren mit folgendem Zeichen sind nicht kurzschlussfest.

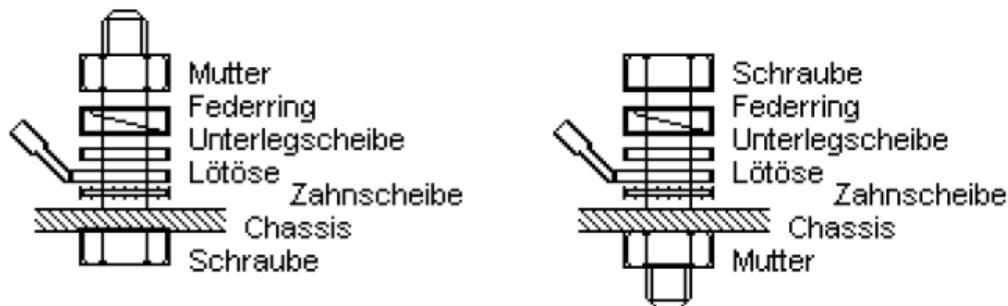
Diese Trafos besitzen eine sichere elektrische Trennung und sind dauerkurzschlussfest. Optimale Verwendung für Schutzklasse III Geräte, Kinderspielzeug etc.



6.3.5 Tipps für den Schutzleiteranschluss

6.3.5.1 Anschluss auf unlackierten Gehäuseteilen

Reihenfolge der Anordnung oder **Reihenfolge der Anordnung**



6.3.5.2 Anschluss auf lackierten Gehäuseteilen

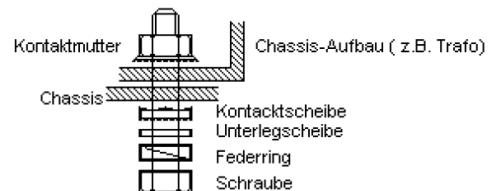
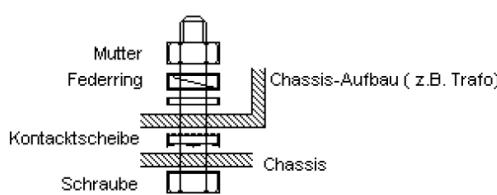


Auf lackierten Chassis
ist der Lack weiträumig oder
gezielt, mit einem geeigneten
Werkzeug, zu entfernen.
Dann sind auch die Standard-
arten verwendbar.



Durch die Verwendung von
Kontaktscheiben kann das
Entfernen der Lackschicht
entfallen.

6.3.5.3 Beispiel für Chassisaufbauten



Beispiele für die Montage von Aufbauten auf dem Chassis

Es wird empfohlen, die Aufbauten mit einer Lötöse zu versehen und durch
einen Schutzleiter in das Schutzleitersystem einzubeziehen

6.3.5.4 Schutz vor chemischer und elektrochemischer Korrosion

Wurde auf lackierten Stahlchassis der Lack für Kontaktflächen entfernt ist Vorsicht geboten.

- Die freie Fläche mit Alkohol reinigen
- Keinesfalls mit den Fingern berühren (Schweiß)
- Die Fläche mit Kontaktfett dünn bestreichen oder mit Kontaktspray dünn einsprühen. Auch die Verwendung von Kontaktsilber hat sich bewährt. Kontaktsilber ist in Stiften erhältlich.
- Erst dann die Schraubverbindung herstellen.

Werden Chassis aus Aluminium verwendet, ist auf geeignetes Kontaktmaterial zu achten. Die „Elektrochemische Spannungsreihe“ ist bei der Auswahl zu berücksichtigen.

K Ca Al Mn Zn Fe Cd Co Ni Sn Pb H2 Cu Hg Ag Au

Aufgrund der Gesetzmäßigkeiten der „Elektrochemischen Spannungsreihe“ können sich kleine „Elemente“ (Batterien) bilden, die durch ihren Ionenaustausch zu elektrochemischer Korrosion führen. Je weiter die einzelnen Stoffe in der Spannungsreihe voneinander entfernt stehen, desto größer ist die auftretende Spannung und die Korrosionsgefahr.

6.3.5.5 Kontaktscheiben und Kontaktmuttern



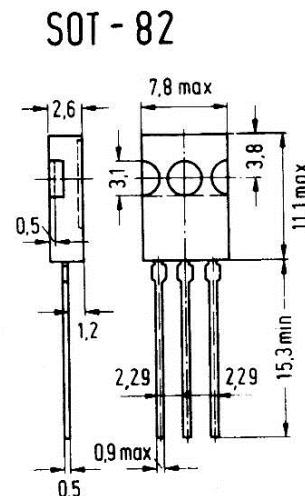
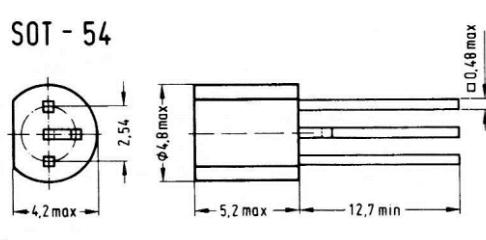
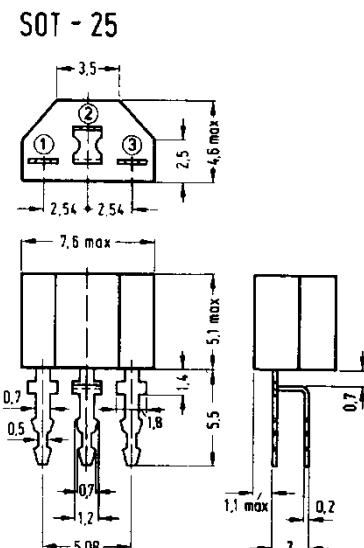
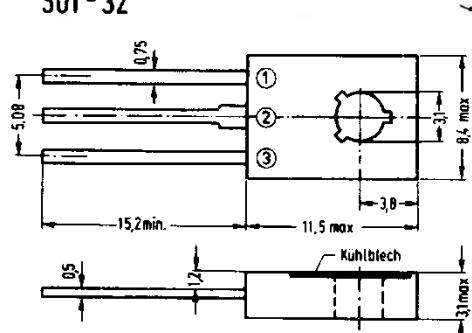
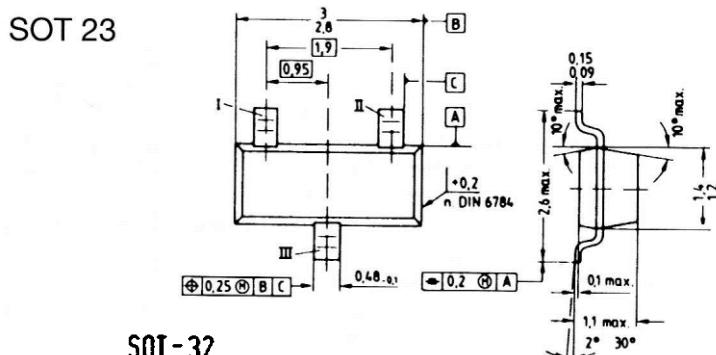
6.4 Arbeitsplatzsicherheit - Messen und Testen

Bei Messungen am offenen Gerät oder bei Eingriffen in das Gerät zu Mess-, Test- oder Reparaturzwecken müssen besondere Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden.

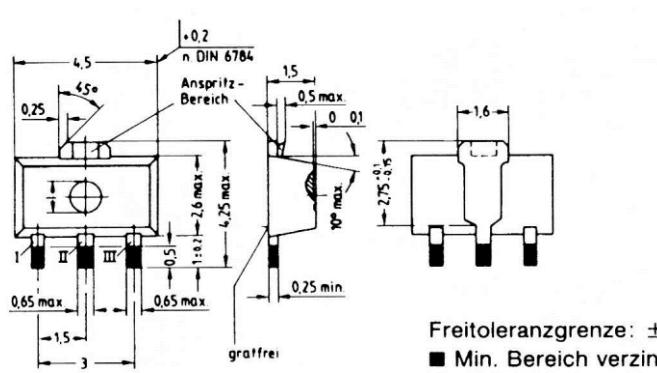
- Guter physischer und psychischer Zustand des Technikers. Niemals unter Alkohol- oder Drogeneinfluss arbeiten!
- Das Gerät muss über einen Sicherheitstrenntransformator nach VDE/IEC 0550 gespeist werden.
- Es darf immer nur ein Gerät als Verbraucher am Trenntrafo angeschlossen sein.
- Geeignete Schutzbekleidung (Handschuhe) ist im Bedarfsfalle zu tragen.
- Geeignetes Werkzeug verwenden.
- Bei Lötarbeiten auf Lötrauchabsaugung achten.
- Ausreichende gute Beleuchtung (Berührschutz, event. Niederspannungslampe) ist notwendig.
- Arbeitsplatzschutz durch FI-Schalter mit 30mA oder besser 10mA Auslösestrom.
- Not-Aus Schalter an gut zugänglichen Stellen müssen vorhanden sein.
- Wenn möglich niemals unbeaufsichtigt oder alleine unter Netzspannung arbeiten.
- Erste Hilfe Maßnahmen müssen vorhanden sein bzw. die Mitarbeiter entsprechend evaluieren.
- Notrufnummern abklären, oftmals gelten betriebsspezifische Rufnummern.

7 Anhang Anschlussbelegungen und Hilfsmittel

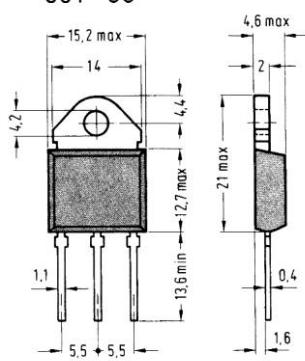
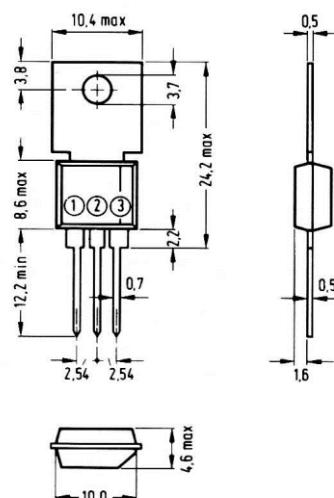
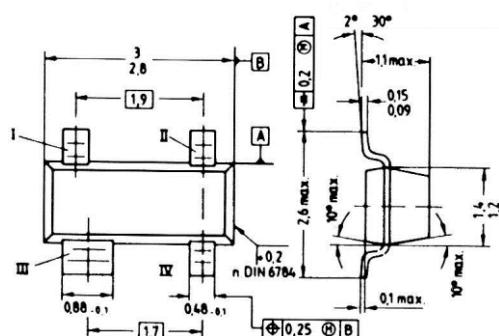
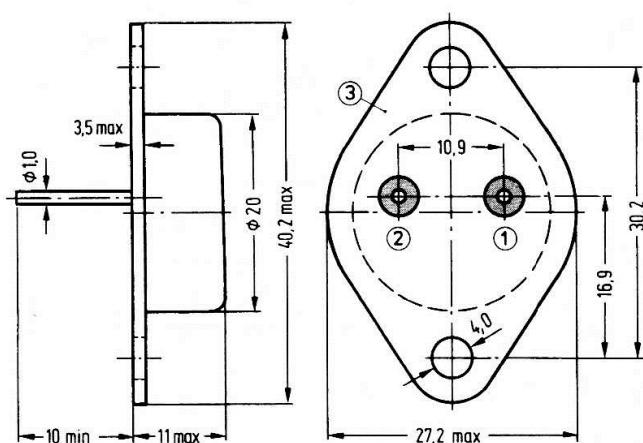
7.1 Gehäusebauformen und Maße



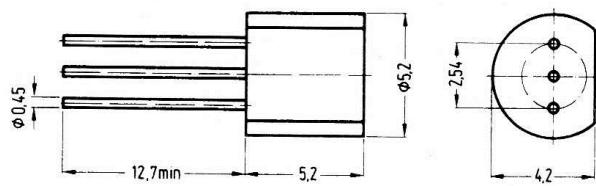
Gehäuse: SOT 89



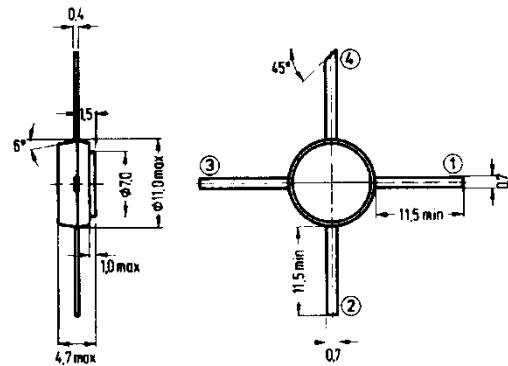
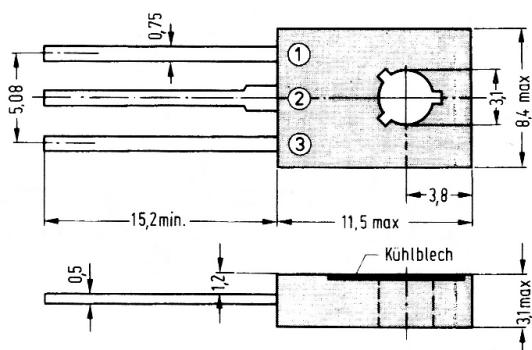
Freitoleranzgrenze: $\pm 0,1$ mm
■ Min. Bereich verzinnter Oberfläche

SOT - 93

SOT - 128

SOT 143

T0 - 3


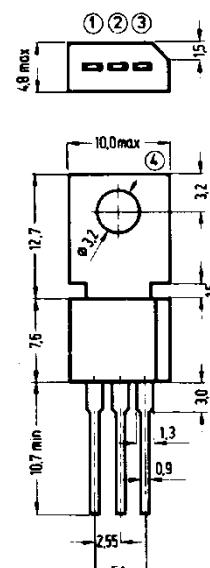
TO - 92



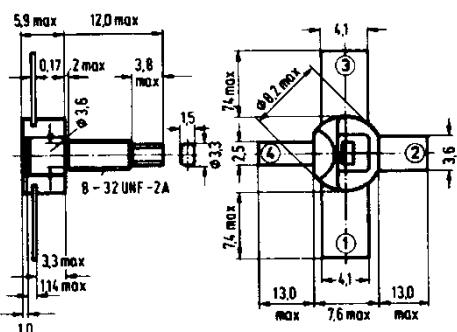
TO - 131

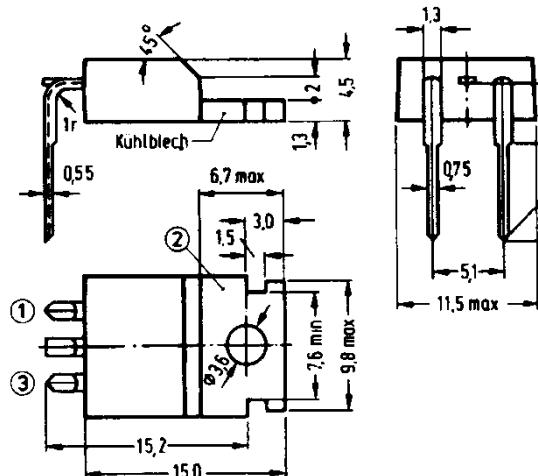
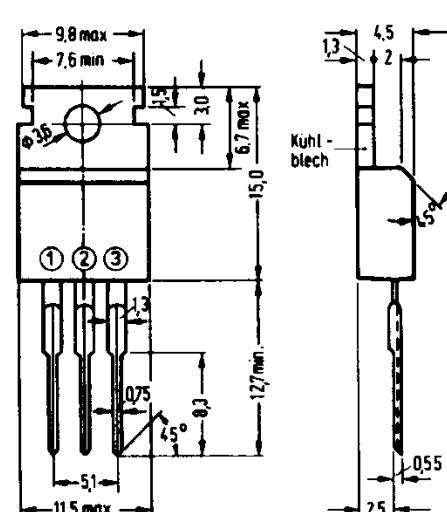
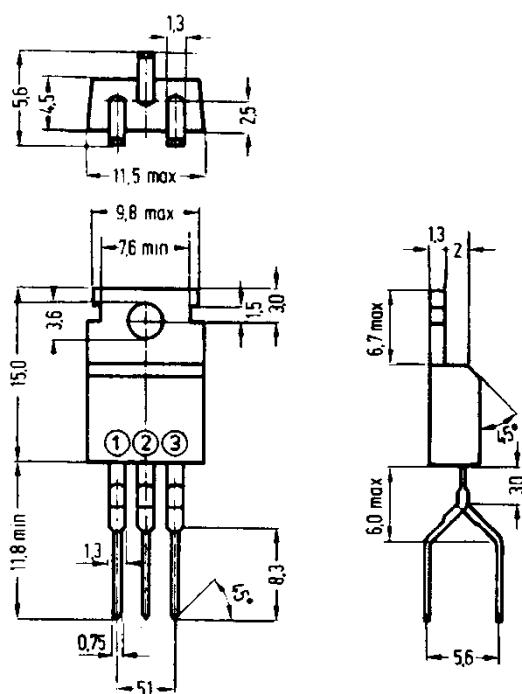
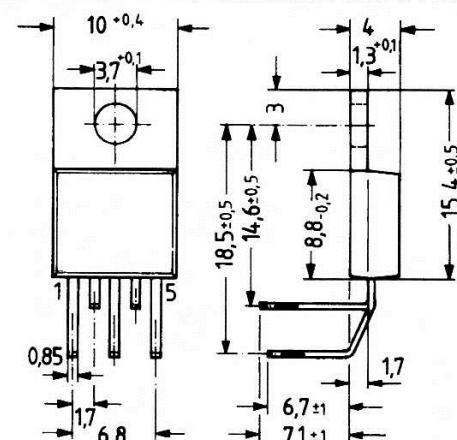
TO - 126
(SOT - 32)

TO - 202

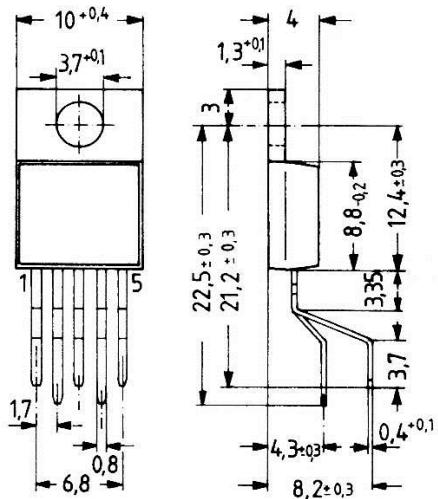


TO - 216

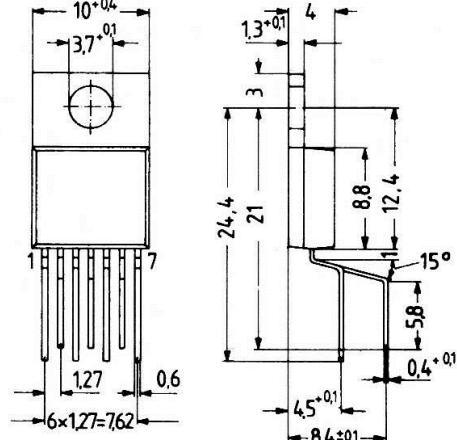


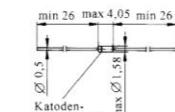
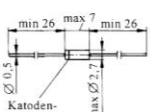
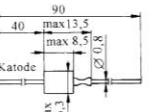
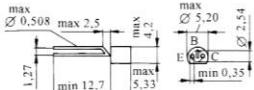
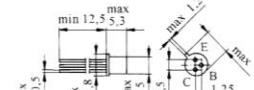
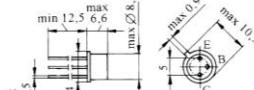
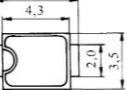
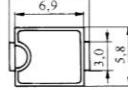
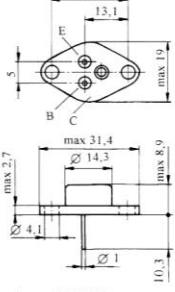
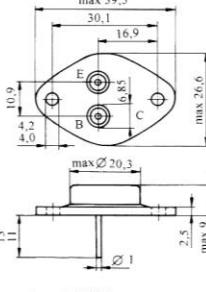
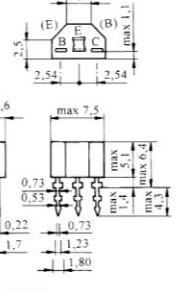
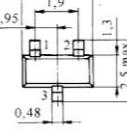
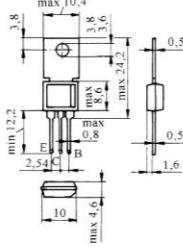
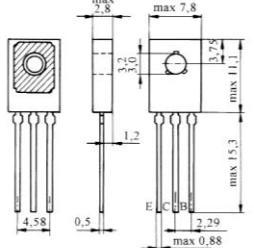
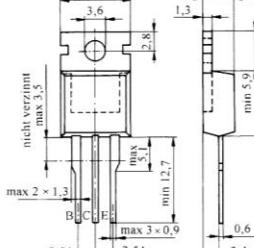
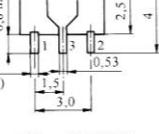
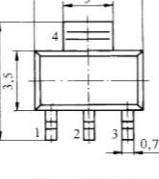
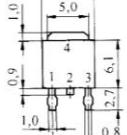
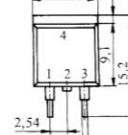
TO - 220 A

TO - 220 B

TO - 220 C

**Kunststoffleistungsgehäuse
TO-220/5-H mit Kühlklappe und 5 Anschlüssen**


**Kunststoffleistungsgehäuse
TO-220/5 mit Kühllasche und 5 Anschlüssen**



**Kunststoffleistungsgehäuse
TO-220/7 mit Kühllasche und 7 Anschlüssen**

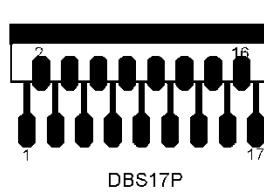
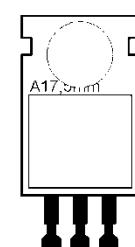
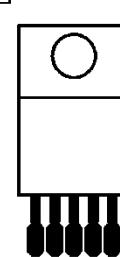
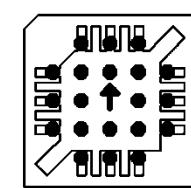
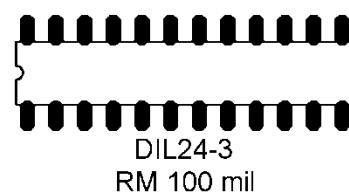
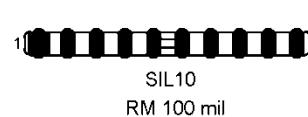
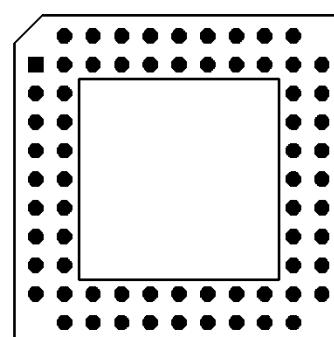
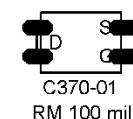
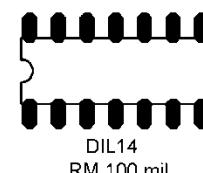
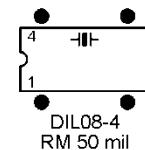
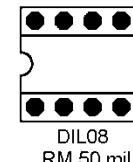
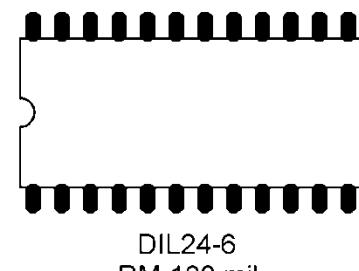
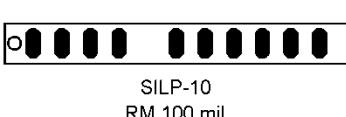
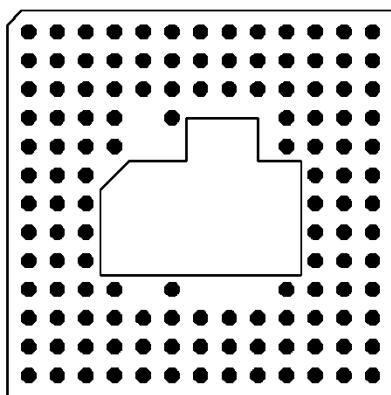
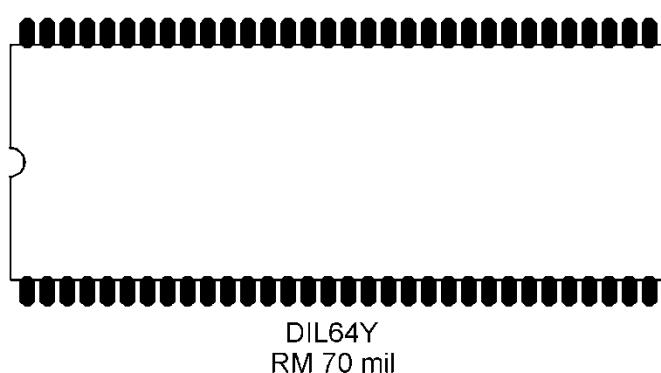
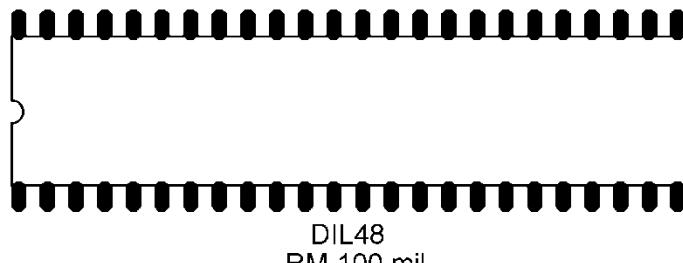


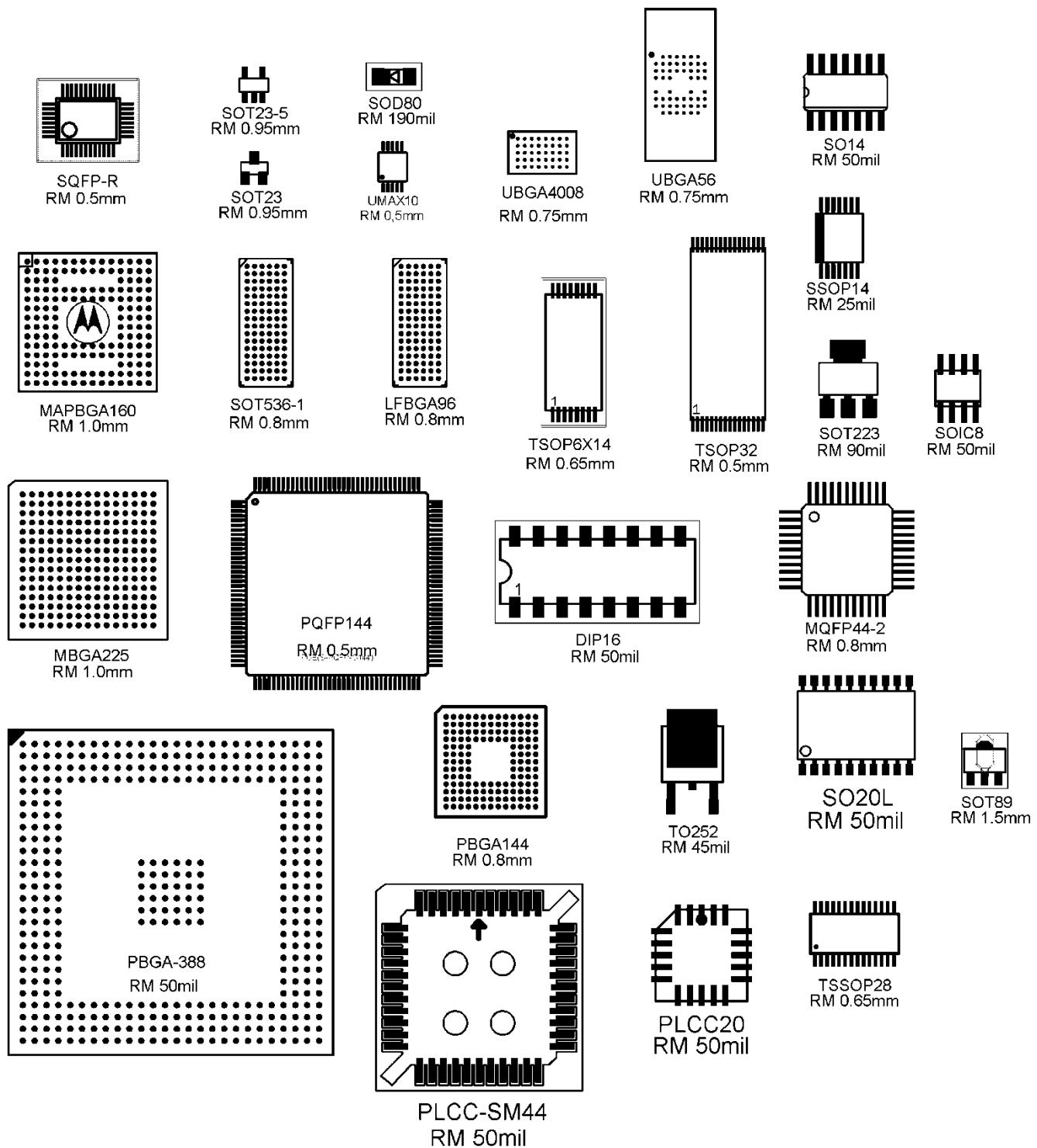
Glasgehäuse DO-35	Glasgehäuse DO-7	Metallgehäuse DO-13	4.10.12 Gehäuse von Dioden und Transistoren	
 <p>$R_{th,JU} \leq 800 \text{ K/W}$</p>	 <p>$R_{th,JU} \leq 800 \text{ K/W}$</p>	 <p>$R_{th,JU} \leq 100 \text{ K/W}$</p>	MELF	MiniMELF
TO-92 DIN 41868 Typ 10 D 3	TO-18 DIN 41868 Typ 18 A 3	TO-15 DIN 41868 Typ 5 C 3	SMB	SMC
 <p>$R_{th,JG} = 200 \dots 500 \text{ K/W}$</p>	 <p>$R_{th,JG} \leq 200 \text{ K/W}$ $R_{th,GU} \approx 300 \text{ K/W}$</p>	 <p>$R_{th,JG} = 25 \dots 60 \text{ K/W}$ $R_{th,GU} = 170 \text{ K/W}$</p>		
SOT-9	TO-3 DIN 41872 Typ 3 A 2	SOT-25	SOT-23	SOT-143
 <p>$R_{th,JG} = 4 \dots 13 \text{ K/W}$</p>	 <p>$R_{th,JG} = 1 \dots 6 \text{ K/W}$</p>	 <p>$R_{th,JU} \leq 420 \text{ K/W}$</p>		
TO-202	TO-126 DIN 41869 Typ 12 A 3	TO-220 DIN 41869 Typ 14 A 3	SOT-89	SOT-223
 <p>$R_{th,JG} = 8 \dots 13 \text{ K/W}$ $R_{th,GU} \approx 60 \text{ K/W}$</p>	 <p>$R_{th,JG} = 3 \dots 10 \text{ K/W}$ $R_{th,GU} \approx 95 \text{ K/W}$</p>	 <p>$R_{th,JG} = 1 \dots 4 \text{ K/W}$ $R_{th,GU} \approx 70 \text{ K/W}$</p>		
DPAK	D ² PAK			
				
				<p>$R_{th,JS} = 6 \dots 9 \text{ K/W}$</p>
				<p>$R_{th,JS} = 0,8 \dots 1,25 \text{ K/W}$</p>

7.2 Gehäusekurzbezeichnungen

DBSP	<u>D</u> <u>I</u> <u>L</u> - <u>B</u> <u>e</u> <u>n</u> <u>t</u> - <u>S</u> <u>I</u> <u>L</u> Power Package
DIL	<u>D</u> <u>u</u> <u>l</u> <u>I</u> <u>n</u> <u>L</u> <u>i</u> <u>n</u> e Package
LFBGA	<u>L</u> <u>o</u> <u>w</u> profile <u>F</u> <u>i</u> <u>n</u> e-pitch <u>G</u> <u>r</u> <u>i</u> <u>n</u> d- <u>A</u> <u>r</u> <u>r</u> y package
MAPBGA	<u>M</u> <u>o</u> <u>l</u> d <u>A</u> <u>r</u> <u>ro<u>p</u> <u>P</u><u>l</u><u>a</u><u>s</u>e <u>G</u><u>r</u><u>i</u><u>d</u> <u>A</u><u>r</u><u>r</u>y</u>
MBGA	<u>M</u> <u>i</u> <u>c</u> ro <u>B</u> <u>e</u> <u>l</u> l <u>G</u> <u>r</u> <u>i</u> <u>d</u> <u>A</u> <u>r</u> <u>r</u> y
MPGA	<u>M</u> <u>i</u> <u>c</u> ro (<u>M</u> <u>e</u> <u>ta</u>) <u>P</u> <u>i</u> <u>n</u> <u>G</u> <u>r</u> <u>i</u> <u>d</u> <u>A</u> <u>r</u> <u>r</u> y
MQFP	<u>M</u> <u>e</u> <u>t</u> ric <u>Q</u> <u>a</u> <u>d</u> <u>F</u> <u>l</u> <u>a</u> <u>t</u> <u>P</u> <u>a</u> <u>c</u> k
PBGA	<u>P</u> <u>l</u> <u>a</u> <u>s</u> tic <u>B</u> <u>a</u> <u>l</u> <u>G</u> <u>r</u> <u>i</u> <u>d</u> <u>A</u> <u>r</u> <u>r</u> y <u>P</u> <u>a</u> <u>c</u> ke
PGA	<u>P</u> <u>i</u> <u>n</u> <u>G</u> <u>r</u> <u>i</u> <u>d</u> <u>A</u> <u>r</u> <u>r</u> y
PLCC	<u>P</u> <u>l</u> <u>a</u> <u>s</u> tic <u>L</u> <u>e</u> <u>a</u> <u>d</u> <u>C</u> <u>h</u> <u>i</u> p <u>C</u> <u>a</u> <u>r</u> <u>ri</u> <u>t</u> <u>S</u> <u>o</u> <u>c</u> <u>k</u> et
PQFP	<u>P</u> <u>l</u> <u>a</u> <u>s</u> tic <u>Q</u> <u>a</u> <u>d</u> <u>F</u> <u>l</u> <u>a</u> <u>t</u> <u>P</u> <u>a</u> <u>c</u> k
QFP	<u>Q</u> <u>a</u> <u>d</u> <u>F</u> <u>l</u> <u>a</u> <u>t</u> <u>P</u> <u>a</u> <u>c</u> k
SIL	<u>S</u> <u>i</u> <u>g</u> le <u>I</u> <u>n</u> <u>L</u> <u>i</u> <u>n</u> e
SILP	<u>S</u> <u>i</u> <u>g</u> le <u>I</u> <u>n</u> <u>L</u> <u>i</u> <u>n</u> e <u>P</u> <u>a</u> <u>c</u> ke
SOD	<u>S</u> <u>ma</u> <u>ll</u> <u>O</u> <u>ut</u> <u>l</u> e <u>D</u> <u>i</u> <u>o</u> <u>d</u> e
SOT	<u>S</u> <u>ma</u> <u>ll</u> <u>O</u> <u>ut</u> <u>l</u> e <u>T</u> <u>ra</u> <u>n</u> <u>s</u> ti <u>o</u> <u>n</u>
SQFP-R	<u>Q</u> <u>a</u> <u>d</u> <u>F</u> <u>l</u> <u>a</u> <u>t</u> <u>P</u> <u>a</u> <u>c</u> k
QFP	<u>Q</u> <u>a</u> <u>d</u> <u>F</u> <u>l</u> <u>a</u> <u>t</u> <u>P</u> <u>a</u> <u>c</u> k
SSOP	<u>S</u> <u>ma</u> <u>ll</u> <u>S</u> <u>hr</u> <u>i</u> <u>n</u> <u>O</u> <u>ut</u> <u>l</u> e <u>P</u> <u>a</u> <u>c</u> ke
TO	<u>T</u> <u>ra</u> <u>n</u> <u>s</u> ti <u>o</u> <u>n</u> <u>O</u> <u>ut</u> <u>l</u> e
TSOP	<u>T</u> <u>hi</u> <u>n</u> <u>S</u> <u>ma</u> <u>ll</u> <u>O</u> <u>ut</u> <u>l</u> e <u>P</u> <u>a</u> <u>c</u> ke
TSSOP	<u>T</u> <u>hi</u> <u>n</u> <u>S</u> <u>ma</u> <u>ll</u> <u>S</u> <u>hr</u> <u>i</u> <u>n</u> <u>O</u> <u>ut</u> <u>l</u> e <u>P</u> <u>a</u> <u>c</u> ke
UBGA	<u>U</u> <u>bi</u> <u>l</u> <u>B</u> <u>e</u> <u>l</u> l <u>G</u> <u>r</u> <u>i</u> <u>d</u> <u>A</u> <u>r</u> <u>r</u> y
UMAX	<u>U</u> <u>bi</u> <u>l</u> <u>M</u> <u>ax</u> <u>P</u> <u>a</u> <u>c</u> ke

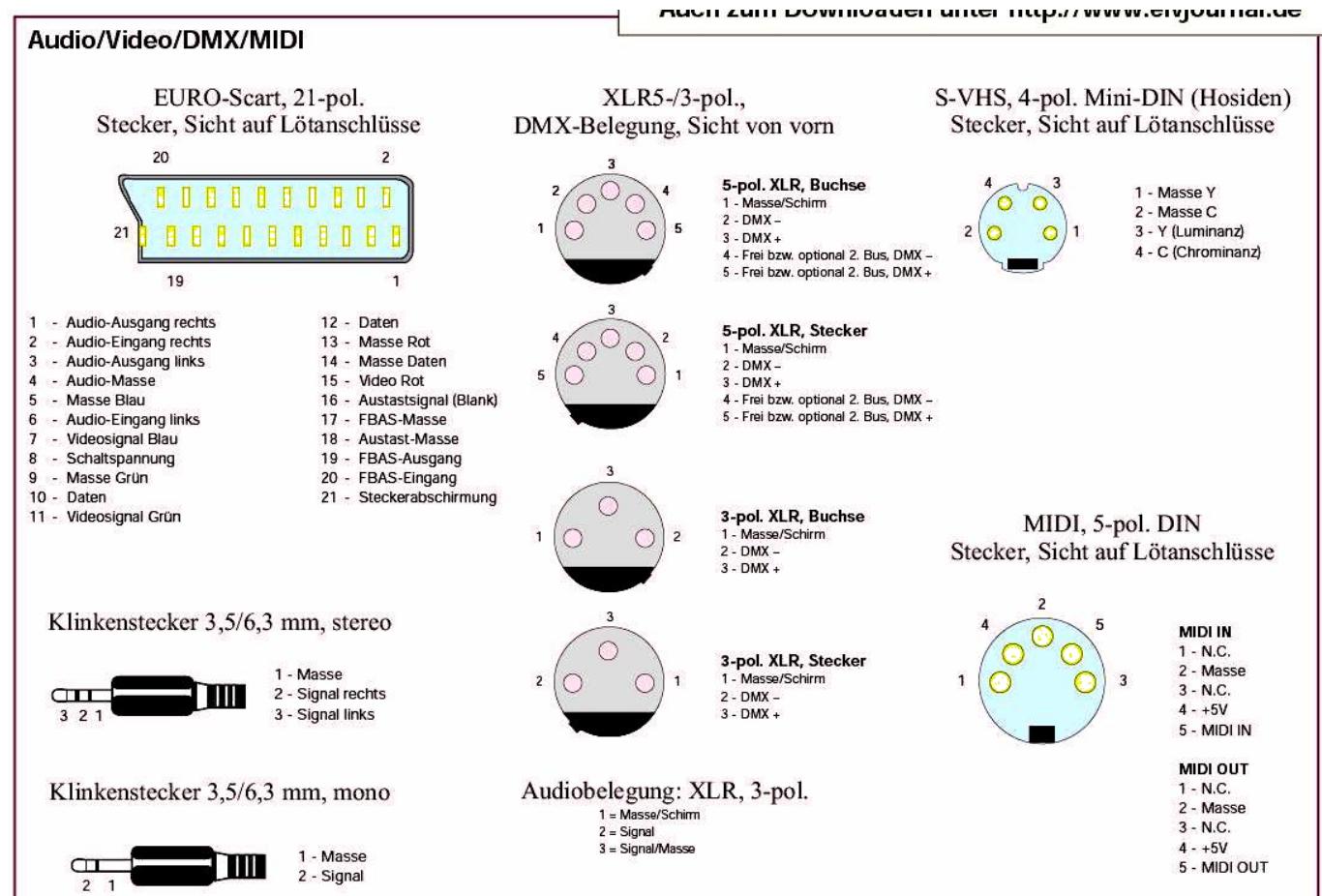
EAGLE Packages, Footprints





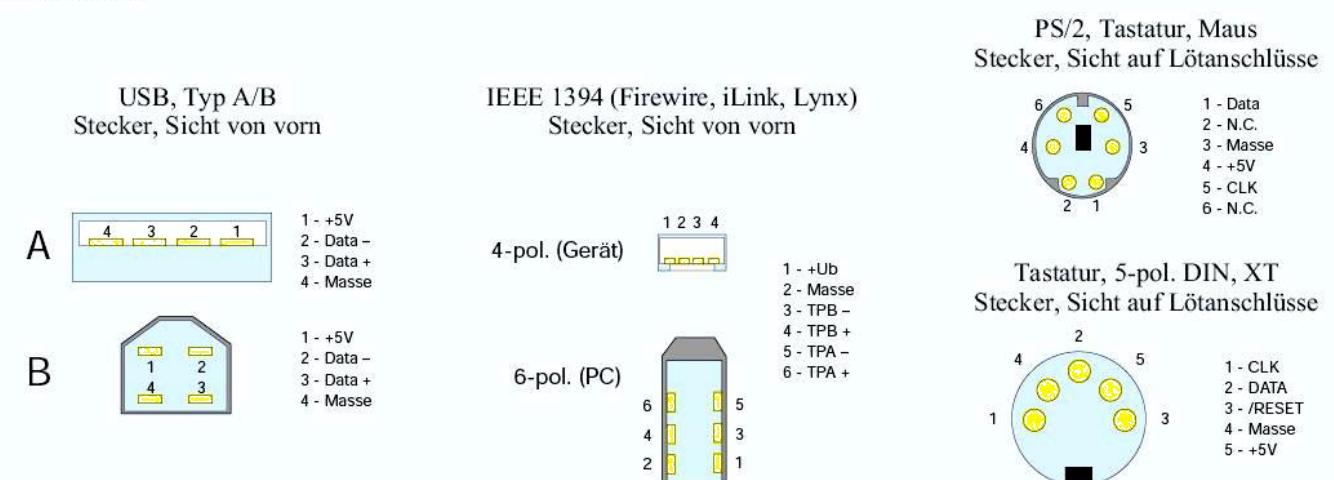
7.3 Steckerbelegungen

7.3.1 Audio, Video, DMX, MIDI

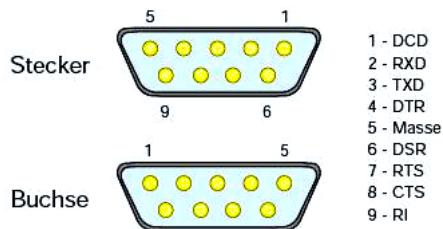


7.3.2 PC Stecker

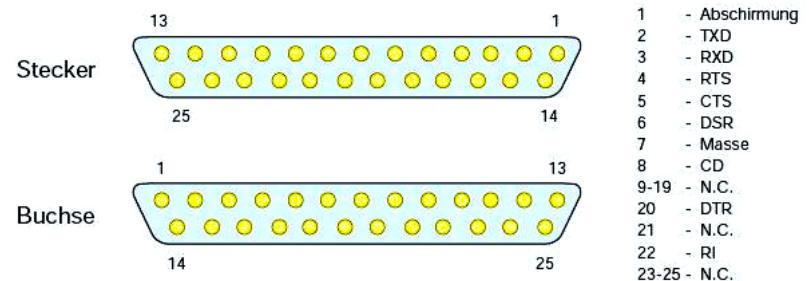
PC-Technik



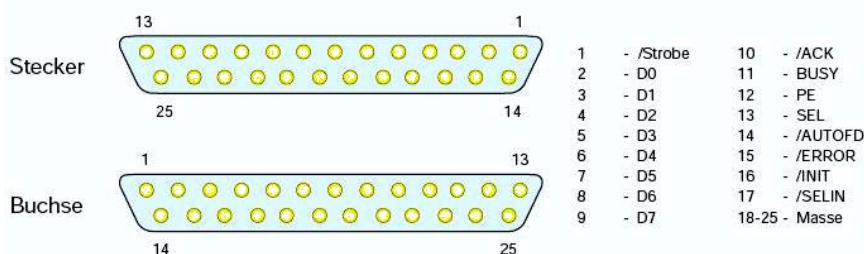
Serielle Schnittstelle, DB 9
Stecker und Buchse,
Sicht auf Lötanschlüsse



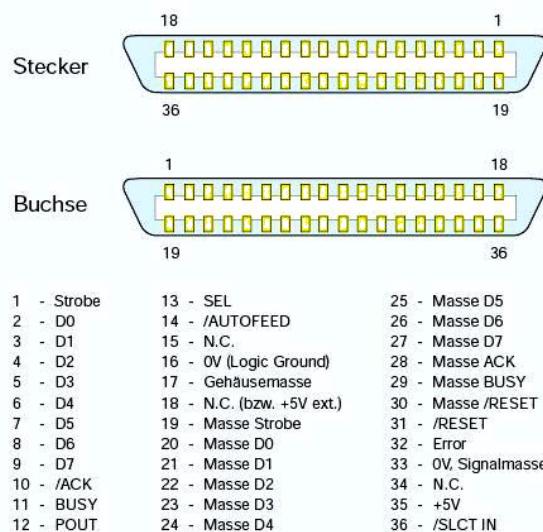
Serielle Schnittstelle, DB 25, vereinfachte PC-Belegung
Stecker und Buchse, Sicht auf Lötanschlüsse



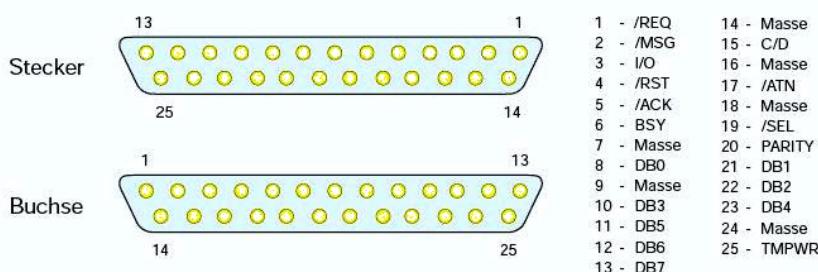
Parallel-Schnittstelle, DB 25
Stecker und Buchse, Sicht auf Lötanschlüsse

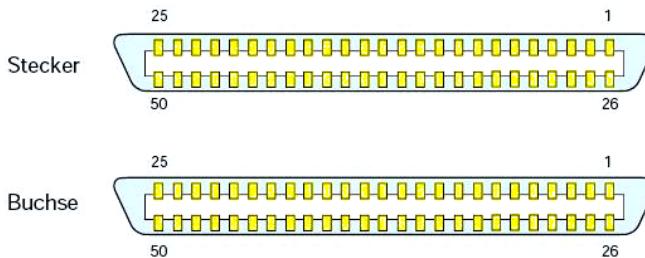


Centronics-Schnittstelle, 36-pol. Amphenol
Stecker und Buchse, Sicht auf Lötanschlüsse



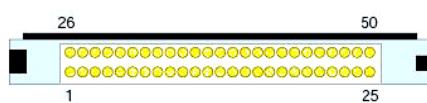
SCSI-Schnittstelle, DB 25
Stecker und Buchse, Sicht auf Lötanschlüsse



SCSI-Schnittstelle, 50-pol. Amphenol
Stecker und Buchse, Sicht auf Lötanschlüsse


1	- Masse	18	- Masse	35	- Masse
2	- Masse	19	- Masse	36	- Masse
3	- Masse	20	- Masse	37	- N.C., reserviert
4	- Masse	21	- Masse	38	- TERMPWR
5	- Masse	22	- Masse	39	- N.C., reserviert
6	- Masse	23	- Masse	40	- Masse
7	- Masse	24	- Masse	41	- /ATN
8	- Masse	25	- Masse	42	- Masse
9	- Masse	26	- /DB0	43	- /BSY
10	- Masse	27	- /DB1	44	- /ACK
11	- Masse	28	- /DB2	45	- /RST
12	- N.C., reserviert	29	- /DB3	46	- /MSG
13	- N.C.	30	- /DB4	47	- /SEL
14	- N.C., reserviert	31	- /DB5	48	- /C-D
15	- Masse	32	- /DB6	49	- /REQ
16	- Masse	33	- /DB7	50	- /I-O
17	- Masse	34	- /DBP		

Compact-Flash, Sicht von vorn



1	- Masse	26	- /CD1
2	- D03	27	- D11
3	- D04	28	- D12
4	- D05	29	- D13
5	- D06	30	- D14
6	- D07	31	- D15
7	- /CE1	32	- /CE2
8	- A10	33	- /S1
9	- /OE	34	- /ORD
10	- A09	35	- /OWR
11	- A08	36	- /WE
12	- A07	37	- /RDY;/REQ
13	- +5V	38	- +5V
14	- A06	39	- /CSEL
15	- A05	40	- /S2
16	- A04	41	- RESET
17	- A03	42	- /WAIT
18	- A02	43	- /INPACK
19	- A01	44	- /REG
20	- A00	45	- /BVD2; SPKR
21	- D00	46	- /BVD1
22	- D01	47	- D08
23	- D02	48	- D09
24	- /WP;/IOIS16	49	- D10
25	- /CD2	50	- Masse

VGA-Schnittstelle
Stecker und Buchse, Sicht auf Lötanschlüsse

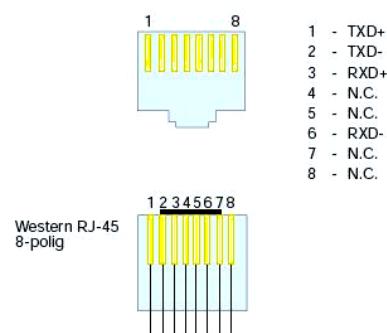
Stecker	5	1	6	1	Rot
	10		15	11	Grün
	1	5	10	6	Blau
Buchse	6		11	15	ID2
	1		5	1	Digital-Masse
	15		10	11	Masse Rot
	11		1	5	Masse Grün
	13		13	8	Masse Blau
	14		14	9	N.C.
	10		10	10	Synch-Masse
	11		11	11	ID0
	12		12	12	ID1; SDA
	13		13	13	HSYNC/CSYNC
	14		14	14	VSYNC
	15		15	15	ID3; SCL

Gameport, DB 15
Stecker und Buchse, Sicht auf Lötanschlüsse

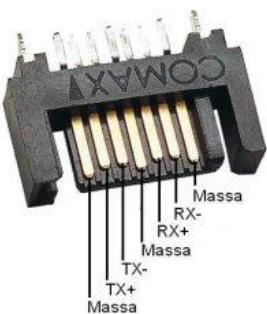
Stecker	8	1	1	1	+5V
	15	9	15	9	Button 1
	1	5	10	3	Stick 1, X-Pos.
Buchse	1	8	9	4	Masse
	15	15	1	5	Masse
	9	1	6	6	Stick 1, Y-Pos.
	15	15	7	7	Button 2
	8	8	8	8	+5V
	10	10	10	11	Button 4
	11	11	11	12	Stick 2, X-Pos.
	12	12	12	13	Masse, bei MIDI-Option: MIDITXD
	13	13	13	13	Stick 2, Y-Pos.
	14	14	14	14	Button 3
	15	15	15	15	+5V, bei MIDI-Option: MIDIRXD

Netzwerkanschluss RJ 45

Buchse: Sicht von vorn

RJ-45-Stecker: Aufsicht von oben,
Rastklinke unten

IDE-Kabel, 40-pol. Pfostenstecker
Sicht von vorn

1	- /RESET	11	- D03	21	- N.C.	31	- IRQR
2	- Masse	12	- D12	22	- Masse	32	- /IOCS16
3	- D07	13	- D02	23	- /IOW	33	- A1
4	- D08	14	- D13	24	- Masse	34	- N.C.
5	- D06	15	- D01	25	- /IOR	35	- A0
6	- D09	16	- D14	26	- Masse	36	- A2
7	- D05	17	- D00	27	- IOCHRDY	37	- /IDECS0
8	- D10	18	- D15	28	- ALE	38	- /DECS0
9	- D04	19	- Masse	29	- N.C.	39	- LED
10	- D11	20	- N.C., Codierung	30	- Masse	40	- Masse

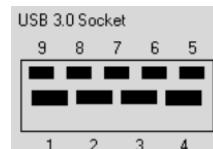
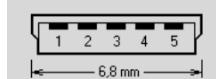

SATA

USB 2.0 / 3.0

USB 2.0 Buchse von vorn



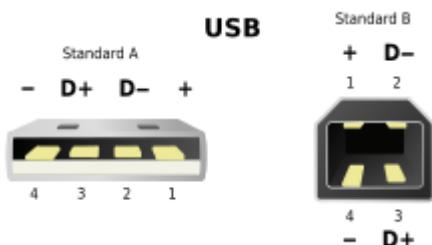
Mini USB Buchse (Mini-B) von vorn



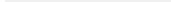
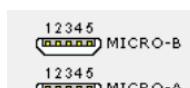
Pin	Bedeutung	Umschreibung	Farbe
1	VBUS	+ 5V DC	Rot
2	D -	Data -	Weiß
3	D +	Data +	Grün
4	GND	Masse (Ground)	Schwarz

Pin	Bedeutung	Umschreibung	Farbe
1	VBUS	+ 5V DC	Rot
2	D -	Data -	Weiß
3	D +	Data +	Grün
4	ID	frei	keine Farbe
5	GND	Masse (Ground)	Schwarz

Pin	Bedeutung	Umschreibung	Farbe
1	VBUS	+ 5V DC	Rot
2	D -	Data -	Weiß
3	D +	Data +	Grün
4	GND	Ground (Masse)	Schwarz
5	USB3_RX -	USB 3.0 Data Recive (differential)	Blau
6	USB3_RX +	USB 3.0 Data Recive (differential)	Gelb
7	GND	Ground (Masse)	blank
8	USB3_TX -	USB 3.0 Data Transmit (differential)	Violett
9	USB3_TX +	USB 3.0 Data Transmit (differential)	Orange



Micro USB Stecker – Micro USB Buchse

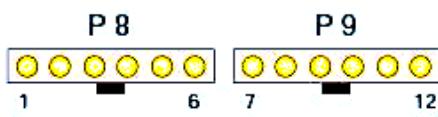


Merken	Name	Kabelfarbe	Beschreibung
1	VCC	Rot	+5 VDC
2	D-	Weiß	Data -
3	D +	Grün	Data +
4	Identifikation		Kann N/C, GND oder als einem angeschlossenen Gerät Präsenzmelders (kurzgeschlossen mit GND mit Widerstand) sein
5	GND	Schwarz	Boden

7.3.3 PC-Technik Stromversorgung

XT

Kabelstecker, Sicht von vorn auf die Kontakte



Pin	Funktion	Kabelfarbe	Pin	Funktion	Kabelfarbe
1	- PWRGood	Orange	7	- Masse	Schwarz
2	- +5V	Rot	8	- Masse	Schwarz
3	- +12V	Gelb	9	- -5V	Weiß
4	- -12V	Blau	10	- +5V	Rot
5	- Masse	Schwarz	11	- +5V	Rot
6	- Masse	Schwarz	12	- +5V	Rot

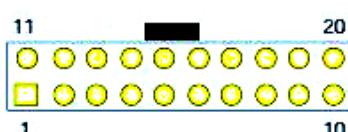
SATA Power



Pin	Signal
1	+3.3VDC
2	+3.3VDC
3	+3.3VDC
4	GND
5	GND
6	GND
7	+5VDC
8	+5VDC
9	+5VDC
10	GND
11	GND
12	GND
13	+12VDC
14	+12VDC
15	+12VDC

ATX

Kabelstecker, Sicht von vorn auf die Kontakte



Pin	Funktion	Kabelfarbe	Pin	Funktion	Kabelfarbe
1	- +3,3V	Orange	11	- +3,3V	Orange
2	- +3,3V	Orange	12	- -12V	Blau
3	- Masse	Schwarz	13	- Masse	Schwarz
4	- +5V	Rot	14	- PS-ON	Grün
5	- Masse	Schwarz	15	- Masse	Schwarz
6	- +5V	Rot	16	- Masse	Schwarz
7	- Masse	Schwarz	17	- Masse	Schwarz
8	- Power OK	Grau	18	- -5V	Weiß
9	- +5V STB	Violett	19	- +5V	Rot
10	- +12V	Gelb	20	- +5V	Rot

5,25"-Stecker

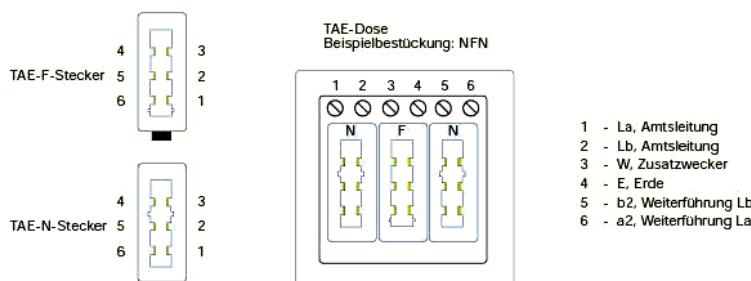
Pin	Funktion	Kabelfarbe
1	- +12V	Gelb
2	- Masse	Schwarz
3	- Masse	Schwarz
4	- +5V	Rot

3,5"-Stecker

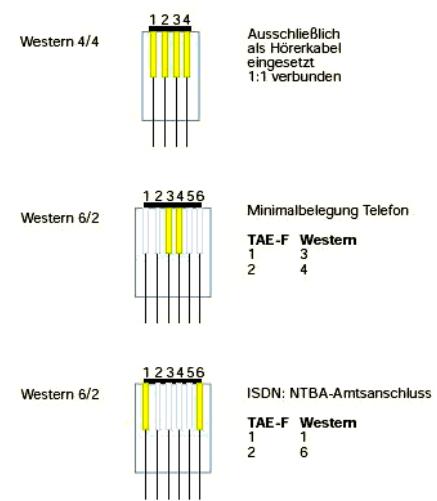
Pin	Funktion	Kabelfarbe
1	- +12V	Gelb
2	- Masse	Schwarz
3	- Masse	Schwarz
4	- +5V	Rot

7.3.4 Telekommunikation allgemein

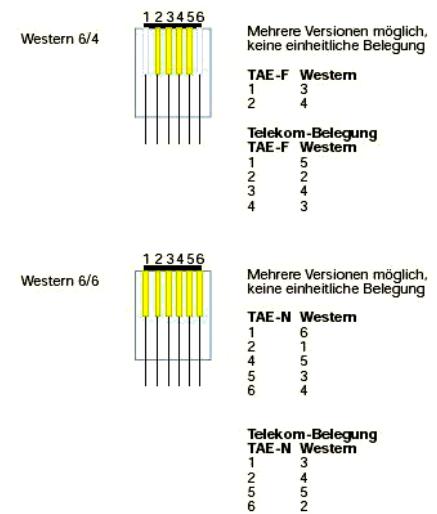
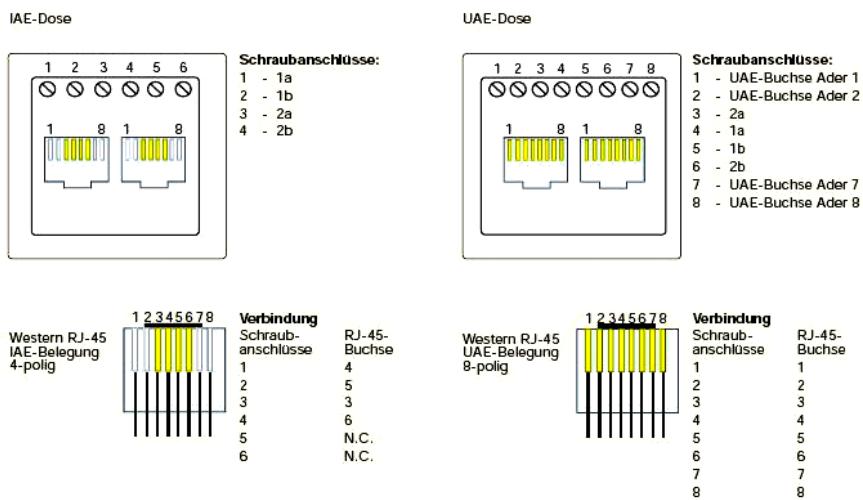
TAE-System
Stecker/Dose, Sicht von vorn



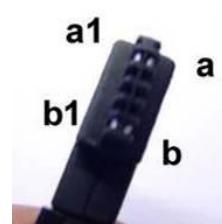
Western-System
Aufsicht auf Stecker von oben,
Rastklappe unten



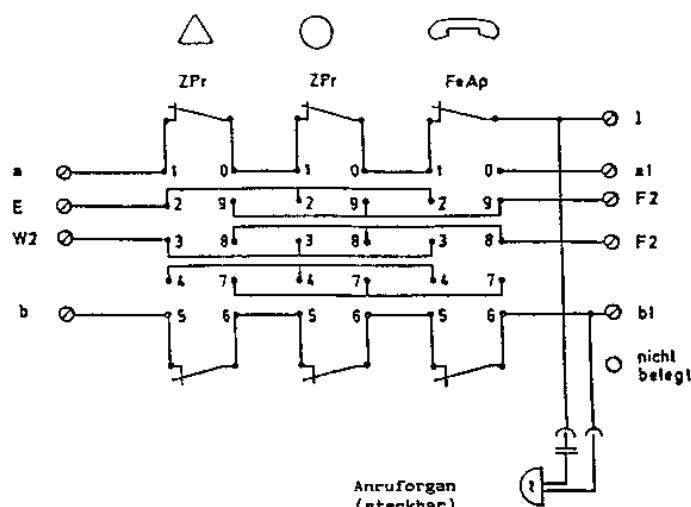
ISDN-Anschlüsse
IAE/UAE,
Dose: Sicht von vorn
RJ-45-Stecker: Aufsicht von oben, Rastklappe unten



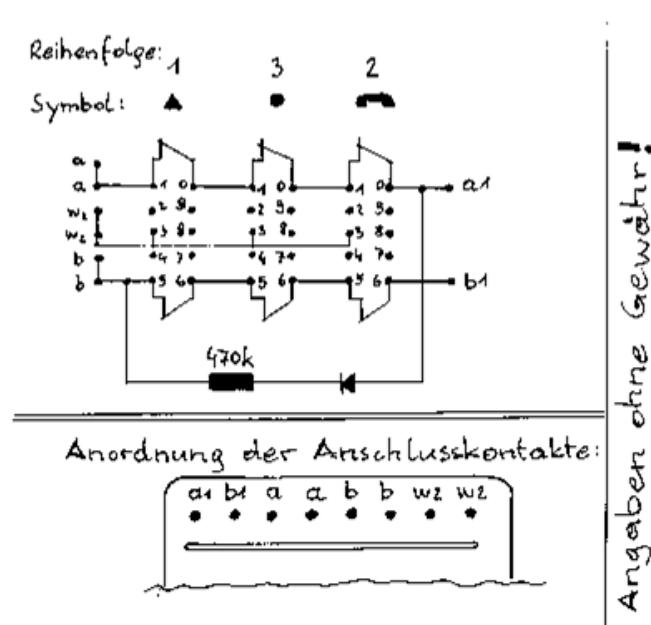
7.3.5 Telekommunikation Österreich - TDO Dose



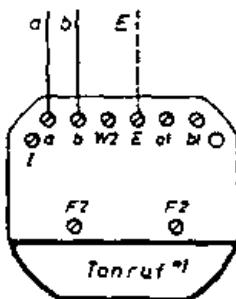
Schaltbild TDO Dose alt mit Schraubanschluss



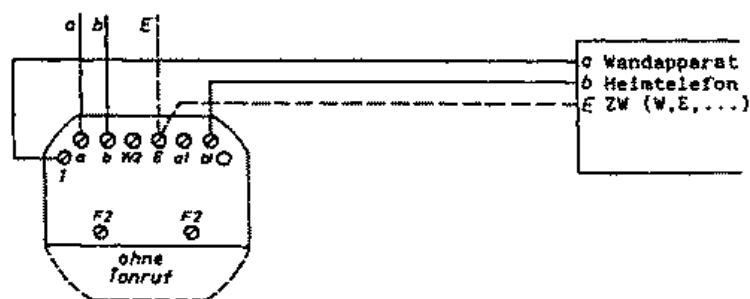
Schaltbild TDO Dose neu mit LSA Anschlüssen



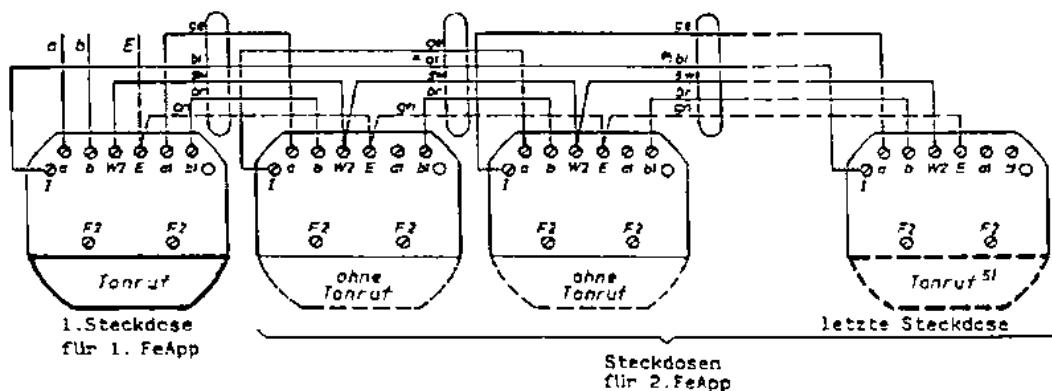
Anschaltung TDO Dose allgemein



Anschaltung eines Zweitapparates

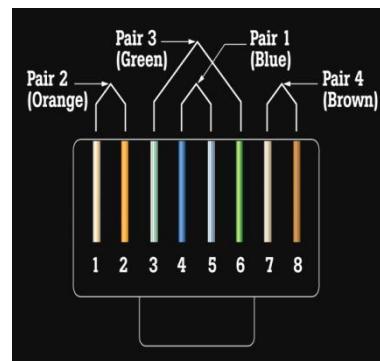
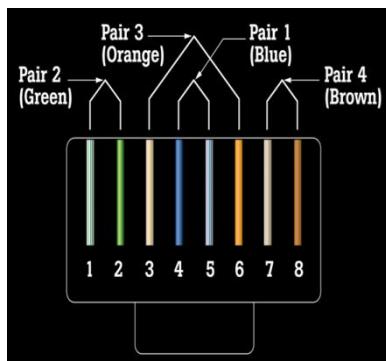
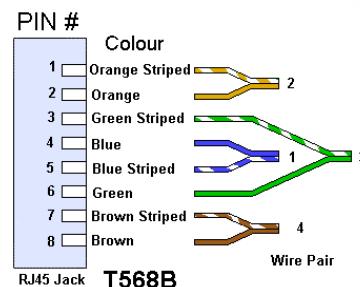
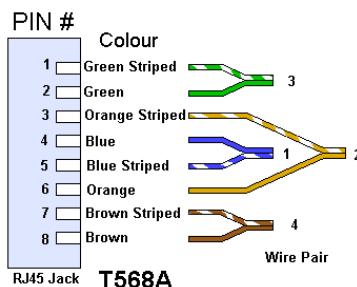
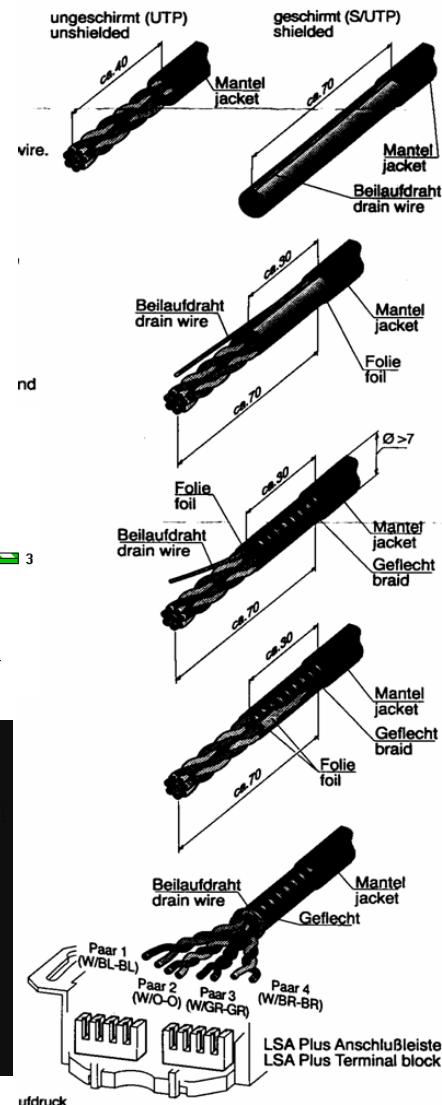
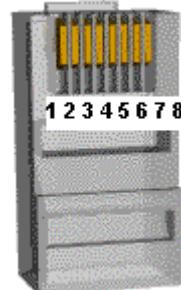


Anschaltung mehrerer Telefone (Hausanlage)



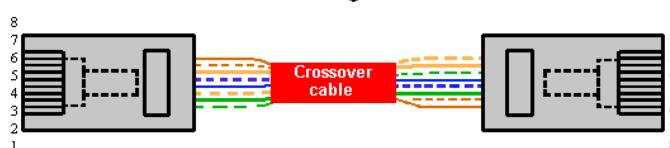
7.3.6 Netzwerktechnik

7.3.6.1 Kupfer:



ufdruck

Crossover-Kabel
zur Verbindung zweier Hubs

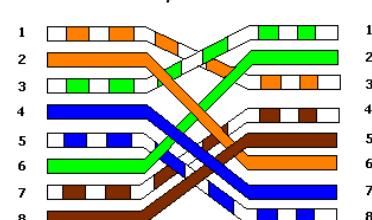


normale 1:1-Verbindung	Crossover-Verbindung
Normal port	Normal port
Rx+ 1 ← 1 Tx+	Rx+ 1 ← 2 Tx-
Rx- 2 ← 2 Tx-	Rx- 2 ← 1 Tx+
Tx+ 3 → 3 Rx-	Tx+ 3 → 4 Rx+
Tx+ 4 → 4 Rx+	Tx+ 4 → 3 Rx-
Tx+ 5 → 5 Rx+	Tx+ 5 → 6 Rx-
Tx- 6 → 6 Rx-	Tx- 6 → 5 Rx+
Tx- 7 → 7 Rx-	Tx- 7 → 7 Rx+
Tx- 8 → 8 Rx-	Tx- 8 → 8 Rx+

TIA/EIA 568A



TIA/EIA 568B

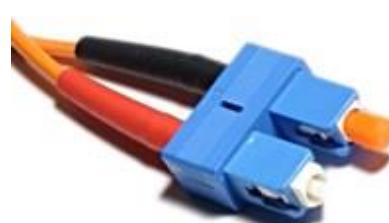


7.3.6.2 Lichtwellenleiter - Steckverbinder

ST Stecker



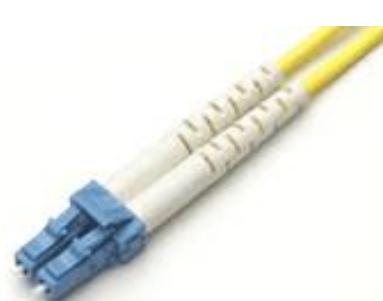
SC Stecker



MTRJ Stecker



LC Stecker



E-2000 Stecker



MIC Stecker



FSMA Stecker



FC-PC Stecker



Escon Stecker



7.3.7 Steckverbindungen in der Elektronik

Board to board: (Stiftleisten, 1.27mm bis 2.54mm)



Board to wire

Buchse gerade m. Verriegelung WR-MM



Wannenstiftleiste gerade 2.54 mm WR-BHD



Pfostenverbinder IDC m. Zugentlastung* 2.54 mm WR-BHD



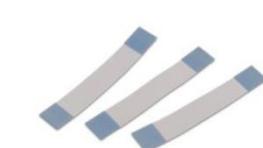
Stiftleiste abgewinkelt mit Verrastung 2.54 mm WR-WTB

Serie 101 - 5.00mm horizontaler Kabeleingang - 2.5mm² Draht WR-TBL



FPC und FFC Steckverbindungen

SMD ZIF Stecker liegend Kontakte oben 1.00 mm WR-FPC



Flexibles Flachbandkabel 0.50 mm Typ 2 (Kontakte gegenüberliegend) WR-FFC

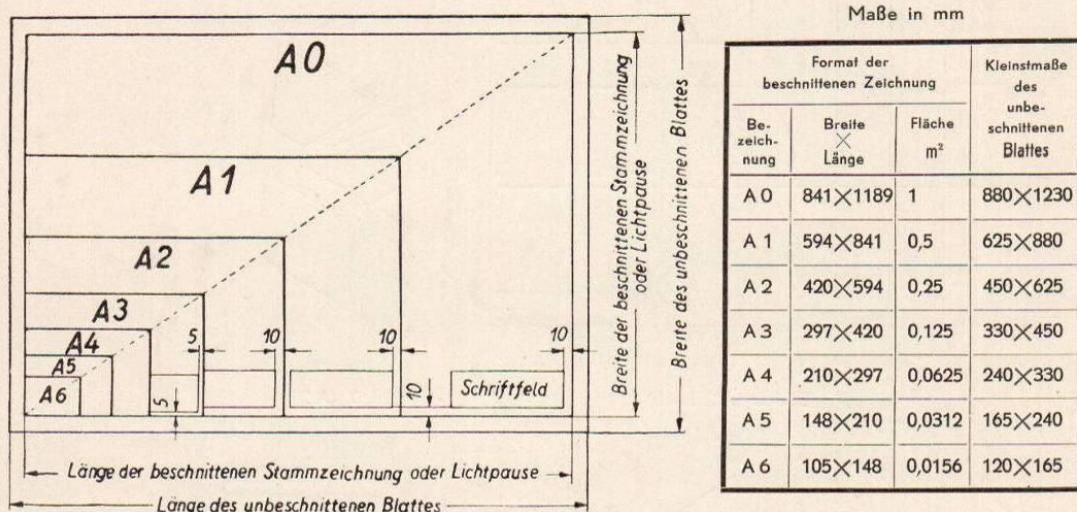
8 Anhang Kennwerte, Normen und Normbehelfe

8.1 Zeichnungsformate

1) Formate

Die Abmessungen der beschnittenen Stammzeichnung oder Lichtpause stimmen mit den Abmessungen der Vorzugsreihe A laut Önorm A 1001 überein (Bild 1).

Bild 1



Die Formate können sowohl in Querlage als auch in Hochlage verwendet werden. Ein 20 mm breiter Heftrand, um den die Nutzfläche der Zeichnung kleiner wird, ist links vorzusehen.

Größere Formate als A0 werden durch Verdoppelung gewonnen. Schmalformate werden durch Aneinanderreihen gleicher oder benachbarter Formate erhalten (Bild 2 bis 4)

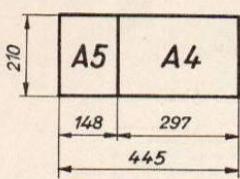


Bild 2

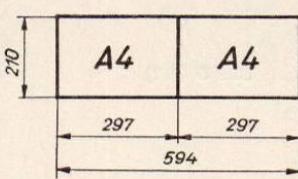


Bild 3

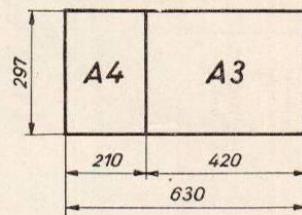


Bild 4

2) Faltung von Zeichnungen

2,1) Faltung auf Format A4 mit Lochung zum Einheften in Ordner u. a.

Das Schriftfeld muß bei der gefalteten Zeichnung stets obenauf und in richtiger Lage sichtbar sein.

Bei den Formaten A0, A1 und A2 wird Falte 1, vom linken Rand der Zeichnung ausgehend, mittels der 210 mm breiten Faltschablone (Bild 10) nach innen gebogen.

Von Punkt A bis zum Punkt B wird bei denselben Formaten ein dreieckiges Stück nach außen gebogen, damit nur das linke untere Feld (210 \times 297 mm) gelocht wird.

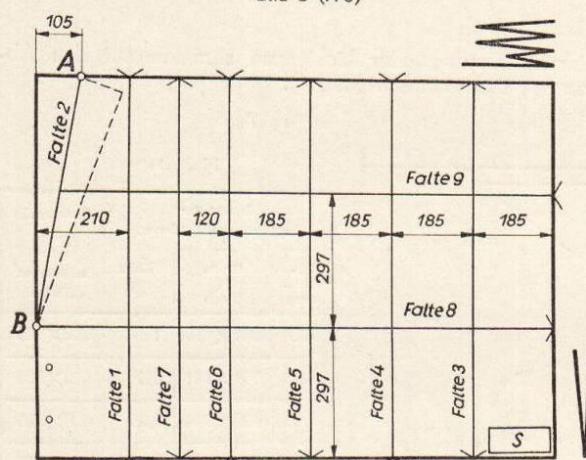
Vom rechten Rand der Zeichnung ausgehend, wird die Faltung der Länge nach und vom unteren Rand ausgehend der Breite nach, in der aus den Bildern 5 bis 9 ersichtlichen Reihenfolge und Art, nach innen oder nach außen fortgesetzt. In sinnemäßer Weise ist auch bei der Faltung von Schmalformaten bzw. Hochformaten zu verfahren. Ein allenfalls, z. B. bei Hochformaten, beim

Falten nicht aufgehender Teil, wird zwecks Ausgleichs der Blattgröße halbiert eingefaltet und bringt so den Zeichnungsstreifen mit dem Schriftfeld oben auf.

Bei oft gebrauchten Zeichnungen empfiehlt es sich, die gelochten Stellen und die Ränder zu verstärken.

Größere Zeichnungen als im Format A0 sollen in der Regel nicht in Ordner eingehetzt werden.

Bild 5 (A 0)



Kennzeichnung der Faltung von der Zeichenfläche aus gesehen:

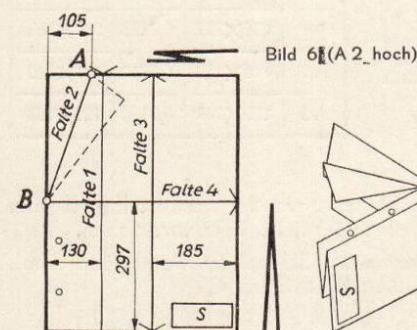
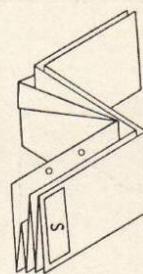
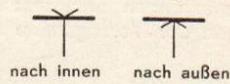


Bild 7 (A 2)

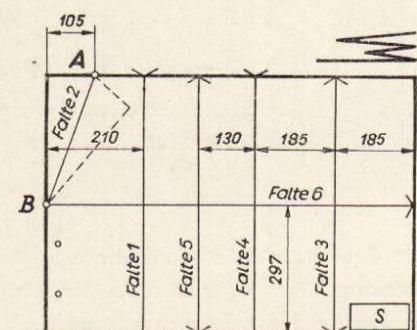
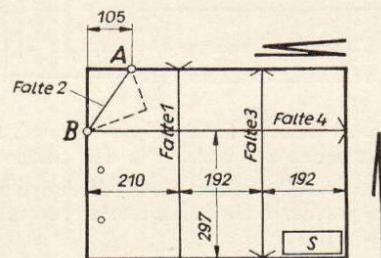


Bild 9 (A 3)

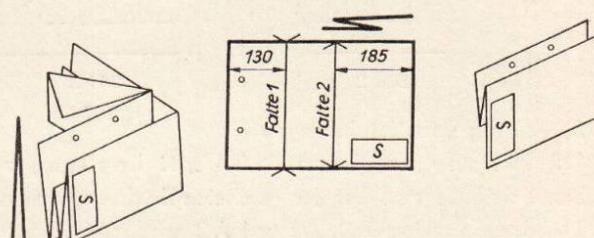
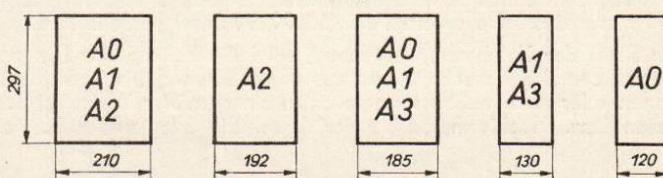


Bild 10

Faltschablonen

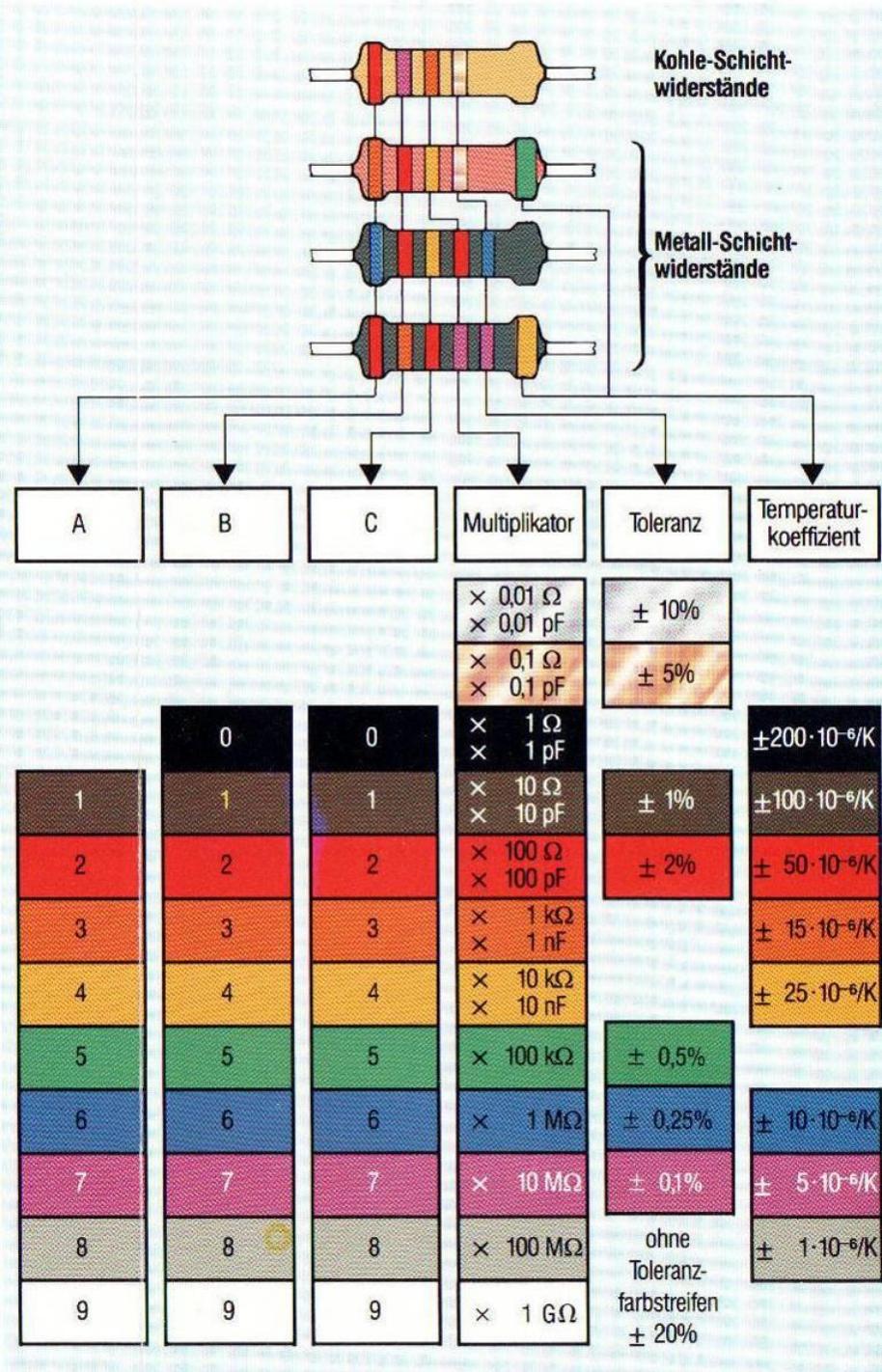


2.2) Faltung zum Einordnen ohne Lochung.

Die Faltung zum Einordnen ohne Lochung ist freigestellt.

8.2 Farbcodetabellen

Widerstände



Metall-Schichtwiderstände mit Toleranzen $\leq 1\%$ und Temperaturkoeffizienten $\leq 100 \cdot 10^{-6}/K$ sind mit einem 6. Farbring von 1,5facher Breite für die TK-Angabe gekennzeichnet.

Metallglasur-Schichtwiderstände der Baureihen VR sind mit den Farben Gelb und Grau an Stelle von Gold und Silber gekennzeichnet, da Metallpartikel in der Lackumhüllung die Hochspannungs-Eigenschaften negativ beeinflussen würden.

8.3 Normreihen

Kurzzeichen und Bezeichnung von Vielfachen und Teilen der Einheiten

k	Kilo	10^3	m	Milli	10^{-3}
M	Mega	10^6	μ	Mikro	10^{-6}
G	Giga	10^9	n	Nano	10^{-9}
T	Tera	10^{12}	p	Piko	10^{-12}

Internationale Normreihen

Reihe E 12														
10	12	15	18	22	27	33	39	47	56	68	82			
Reihe E 24														
10	11	12	13	15	16	18	20	22	24	27	30	33	36	39
47	51	56	62	68	75	82	91							43
Reihe E 96														
100	102	105	107	110	113	115	118	121	124	127	130			
133	137	140	143	147	150	154	158	162	165	169	174			
178	182	187	191	196	200	205	210	215	221	226	232			
237	243	249	255	261	267	274	280	287	294	301	309			
316	324	332	340	348	357	365	374	383	392	402	412			
422	432	442	453	464	475	487	499	511	523	536	549			
562	576	590	604	619	634	649	665	681	698	715	732			
750	768	787	806	825	845	866	887	909	931	953	976			

Klassifizierung der Temperaturcharakteristik von Keramik-Vielschichtkondensatoren

Klasse 2 nach EIA

Nach dem EIA-Standard R.S.198 (EIA: Electronic Industries Association) erfolgt die Klassifizierung durch eine dreistellige Kurzbezeichnung.

Beispiel: X7R

1. Stelle: untere Kategorietemperatur	2. Stelle: obere Kategorietemperatur	3. Stelle: größte Kapazitätsänderung im Temperaturbereich (Be- zugstemperatur +25°C)
X – 55°C	4 + 65°C	A $\pm 1,0$ %
Y – 30°C	5 + 85°C	B $\pm 1,5$ %
Z + 10°C	6 + 105°C	C $\pm 2,2$ %
	7 + 125°C	D $\pm 3,3$ %
	8 + 150°C	E $\pm 4,7$ %
		F $\pm 7,5$ %
		P ± 10 %
		R ± 15 %
		S ± 22 %
		T $+22/-33$ %
		U $+22/-56$ %
		V $+22/-82$ %

8.4 Ersatz der Normen DIN40719 & EN61346 durch IEC81346

Mit zunehmender Automatisierung und weiter steigender Komplexität von elektrischen Systemen gewinnt die technische Kommunikation in der Elektrotechnik mehr und mehr an Bedeutung. Dabei stehen Darstellungsform, Handhabung und Lesbarkeit in direktem Zusammenhang mit Produktions-, Errichtungs- und Inbetriebnahmekosten. Reparatur- und Instandsetzungszeiten hängen in der Elektrotechnik wesentlich von aussagefähigen und verständlichen Schalt-, Montage- bzw. Ablaufplänen ab. Grundlage für die Gestaltung der Dokumente sind die Festlegungen für Schaltungsunterlagen und Schaltzeichen nach den EN- und IEC-Normen, die in die Deutsche Industrie Norm (DIN) übernommen werden.

Normerklärung

Die DIN EN 61346 hat seit einigen Jahren Gültigkeit und ersetzt die DIN 40719-2 sowie teilweise die DIN 6779-1 und DIN 6779-2. Ab Mai 2010 wurde diese Norm durch die IEC 81346 ersetzt. In der DIN EN IEC 81346 sind die "Strukturierungsprinzipien und Referenzkennzeichnung von industriellen Systemen, Anlagen, Ausrüstungen und Industrieprodukten" geregelt. Vergleicht man die alte Norm (DIN 40719-2 von 1978) mit der neuen Norm (DIN EN 81346-2), so stellt man fest, dass sich nicht alle Kennbuchstaben geändert haben. Für viele Betriebsmittel wurden die alten Kennbuchstaben beibehalten, z.B.:

- Kondensator (C),
- Sicherung (F),
- Steckdose (X) oder
- Zeitrelais (K).

Einige Betriebsmittel haben mit der neuen Norm einen anderen Kennbuchstaben erhalten, um sie zweckgebunden eindeutiger zu benennen, z.B.:

- Antenne (früher T, jetzt W),
- Diode (früher V, jetzt R),
- Signalleuchte (früher H, jetzt P) oder
- Tachogenerator (früher G, jetzt B).

Die bisher gebräuchliche Kennzeichnung von Betriebsmitteln nach DIN 40719-2 bzw. EN 61346-2 kann durch den produktbezogenen Aspekt vollständig abgedeckt werden. Um die Objekte oder Systeme nach dem Produktaspekt noch eindeutiger und unverwechselbarer differenzieren zu können, gibt es die Möglichkeit, diese in unterschiedlicher Anwendungstiefe der Norm zu kennzeichnen. Die Anwendungsbeispiele verdeutlichen dies, wobei der Grad der Differenzierung in den Beispielen von der Stufe 0 (alte Norm) bis zur Stufe 3 ansteigend dargestellt ist.

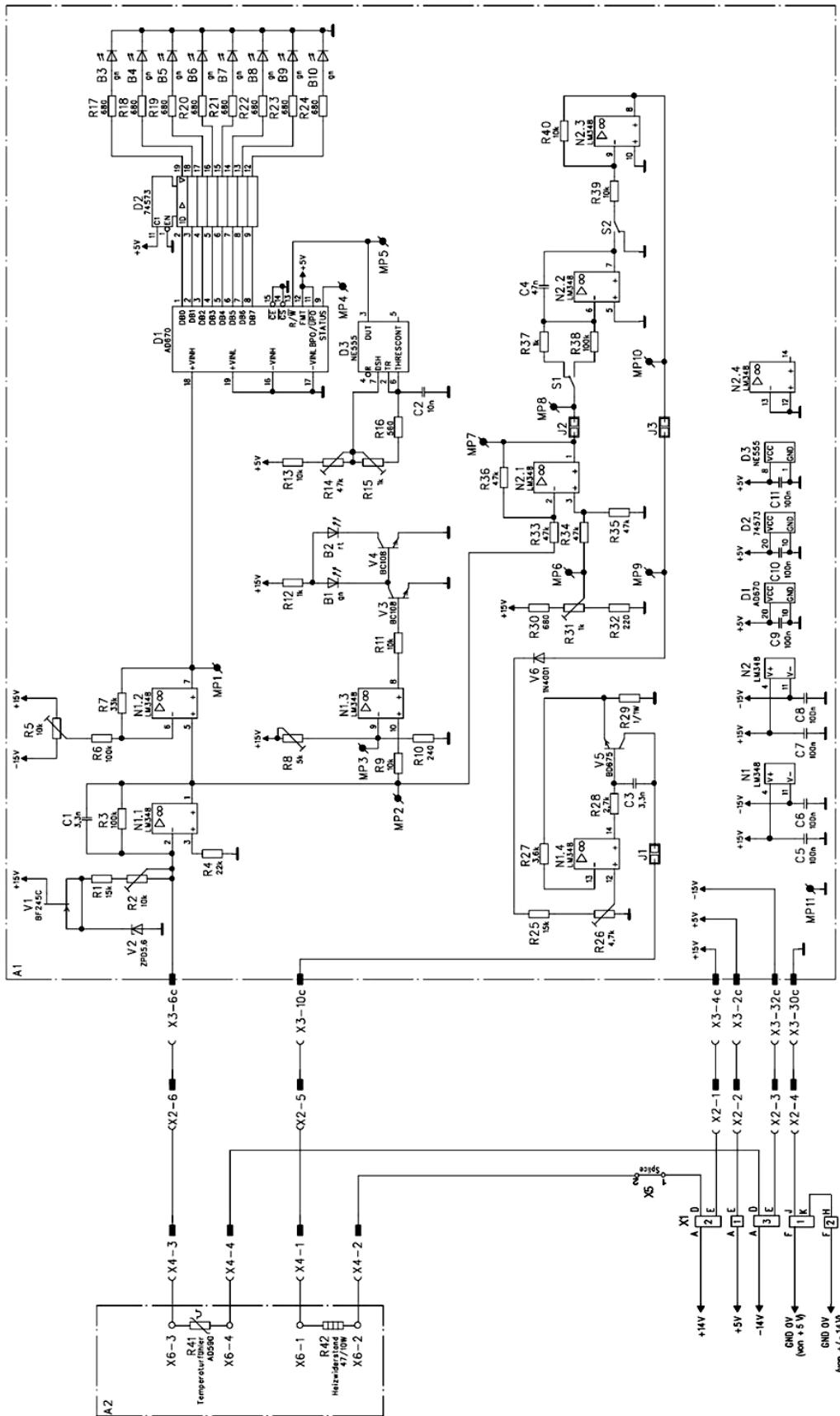
Neue Betriebsmittelkennzeichen:

Kenn-buchstabe	Art des Betriebsmittels	Beispiele
A	Zwei oder mehr Zwecke oder Aufgaben ANMERKUNG: Diese Klasse ist nur für Objekte, für die kein Hauptzweck oder keine Hauptaufgabe identifiziert werden kann.	Sensorbildschirm, Touch-Screen
B	Umwandlung einer Eingangsvariablen (physikalischen Eigenschaft, Zustand oder Ereignis) in ein zur Weiterverarbeitung bestimmtes Signal	Buchholz-Relais, Fühler, Brandwächter, Gaswächter, Messelement, Messrelais, Messwiderstand, Messwandler, Mikrophon, Bewegungsmelder, Fotozelle, Pilotschalter, Positionsschalter, Näherungsschalter, Näherungsfühler, Schutzrelais, Sensor, Rauchfühler, Tachogenerator, Temperaturfühler, thermisches Überlastrelais, Videokamera
C	Speichern von Material, Energie oder Information	Puffer (Speicher), Pufferbatterie, Kondensator, Ereignisspeicher (hauptsächlich Speicherung), Festplatte, Speicher, Arbeitsspeicher (RAM), ROM, Speicherbatterie, Magnetbandaufzeichnungsgerät (hauptsächlich Speicherung), Spannungsschreiber (hauptsächlich Speicherung)
D	Für spätere Normung reserviert	
E	Bereitstellen von Strahlung oder Wärmeenergie	Boiler, Leuchtstofflampe, Heizung, Lampe, Glühbirne, Laser, Leuchte, Maser, Radiator
F	Direkter (selbsttätiger) Schutz eines Energie- oder Signalflusses von personal oder Einrichtungen vor gefährlichen oder unerwünschten Zuständen Einschließlich Systeme und Ausrüstung für Schutzzwecke	Kathodische Schutzanode, Faradyscher Käfig, Sicherung, Leitungsschutzschalter, Überspannungsableiter, thermischer Überlastauslöser

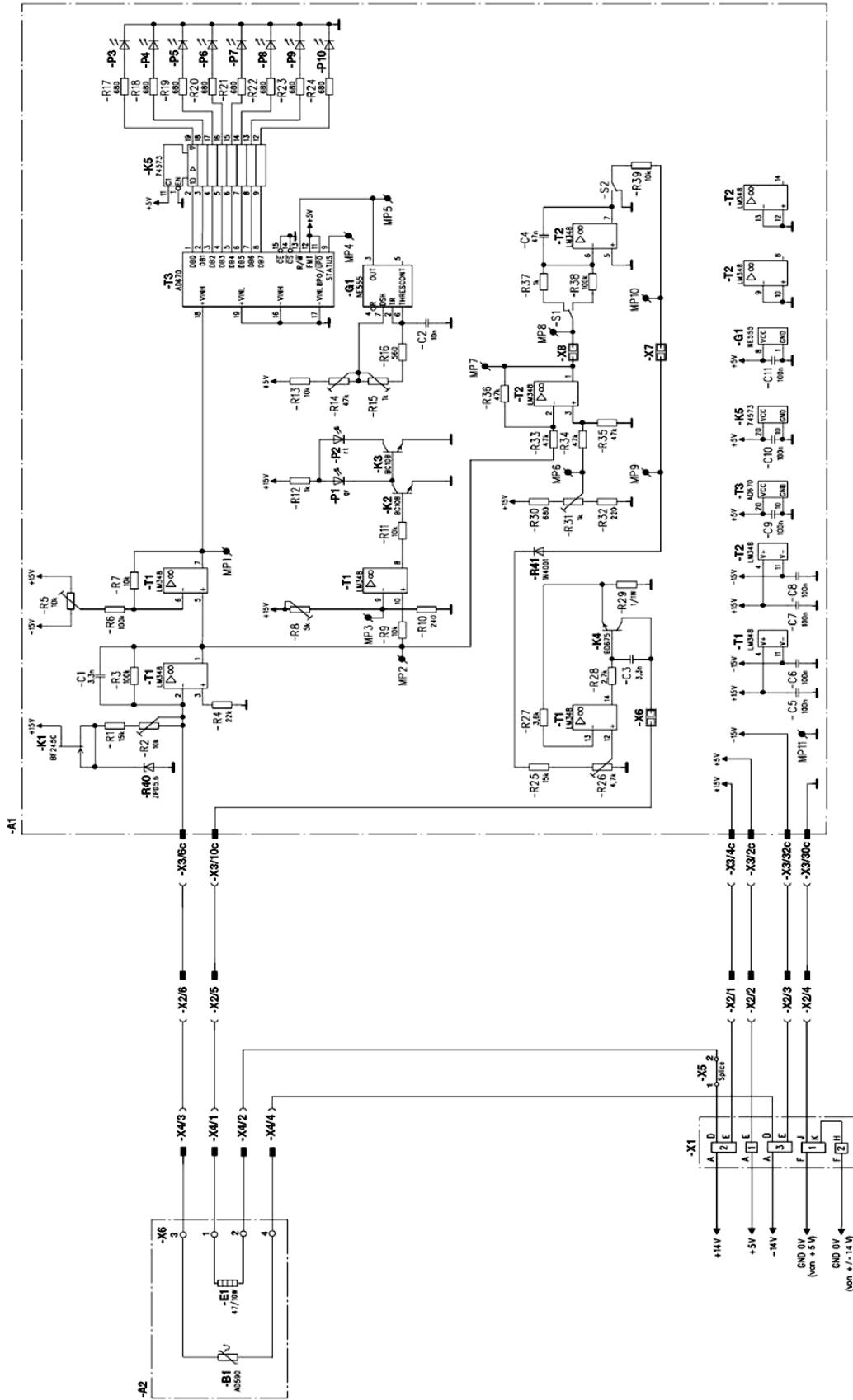
G	<p>Initiiieren eines Energie- oder Materialflusses</p> <p>Erzeugen von Signalen, die als Informationsträger oder Referenzquelle verwendet werden</p> <p>Produzieren einer neuen Art von Material oder eines Produktes</p>	Batterie, Dynamo, Brennstoffzelle, Generator, Leistungsgenerator, Umlaufender Generator, Signalgenerator, Solarzelle, Wellengenerator
H	Für spätere Normung reserviert	
I	Nicht anwendbar	--
J	Für spätere Normung reserviert	
K	Verarbeitung (Empfang, Verarbeitung und Bereitstellung) von Signalen oder Informationen (mit Ausnahme von Objekten für Schutzzwecke – siehe Kennbuchstabe F)	Relais, Schaltrelais, Analogbaustein, Parallelschaltgerät, Binärbaustein, Hilfsschütz, Zentralverarbeitungseinheit (CPU), Verzögerungsglied, Verzögerungslinie, Elektronisches Ventil, Elektronenröhre, Regler, Filter, Induktionsrührer, Mikroprozessor, Prozessrechner, Programm-Steuergerät, Synchronisiergerät, Zeitrelais, Transistor, MOSFET
L	Für spätere Normung reserviert	
M	Bereitstellung von mechanischer Energie (mechanische Dreh- oder Linearbewegung) zu Antriebszwecken	Stellantrieb, Betätigungspsule, Elektromotor, Linearmotor
N	Für spätere Normung reserviert	
O	Nicht anwendbar	--
P	Darstellung von Informationen	Akustisches Signalgerät, Ampermeter, Klingel, Uhr, Linienschreiber, Anzeigeeinheit, Elektromechanisches Anzeigegerät, Ereigniszähler, Geigerzähler, LED, Lautsprecher, Meldeleuchte (optisches Signalgerät), Drucker, Spannungsschreiber, Signallampe, Vibrations-Signalgerät, Synchronoskop, Messgerät, Voltmeter, Wattmeter, Wattstundenzähler

Q	Kontrolliertes Schalten oder Variieren eines Energie-, Signal- oder Materialflusses (bei Signalen in Regel-/Steuerkreisen siehe Klassen K und S)	Leitungsschalter, Lastschütz, Trennschalter, Sicherungsschalter, Sicherungstrennschalter, Motoranlasser, Leistungstransistor, Leistungs-MOSFET, Schleifringkurzschließer, Schalter (für Last), Thyristor, Triac, IGBT (Wenn der Hauptzweck Schutz ist, siehe Klasse F)
R	Begrenzung oder Stabilisierung von Bewegung oder Fluss von Energie, Information oder Material	Diode, Diac, Drosselpule, Begrenzer, Widerstand, Zenerdiode
S	Umwandeln einer manuellen Betätigung in ein zur Weiterverarbeitung bestimmtes Signal	Steuerschalter, Quittierschalter, Tastatur, Lichtgriffel, Maus, Tastschalter, Wahlschalter, Sollwerteinsteller
T	Umwandlung von Energie unter Beibehaltung der Energieart Umwandlung eines bestehenden Signals unter Beibehaltung des Informationsgehalts Verändern der Form oder Gestalt eines Materials	AC/DC-Umformer, Verstärker, Antenne, Demodulator, Frequenzwandler, Messumformer, Messgeber, Modulator, Leistungstransformator, Transformator, Gleichrichter, Gleichrichterstation, Signalwandler, Signalumformer, Telefonapparat, Wandler
U	Halten von Objekten in einer definierten Lage	Isolator, Kabeltragvorrichtung
V	Verarbeitung (Behandlung) von Materialien oder Produkten (einschließlich Vor- und Nachbehandlung)	Filter, Rauchgasfilter
W	Leiten oder Führen von Energie, Signalen, Materialien oder Produkten von einem Ort zu einem anderen	Sammelschiene, Kabel, Leiter (elektrisch), Informationsbus, Lichtwellenleiter, Durchführung, Wellenleiter
X	Verbinden von Objekten	Verbinder (elektrisch), Steckdose, Klemme, Klemmenblock, Klemmleiste, Anschlussklemmleiste
Y	Für spätere Normung reserviert	
Z	Für spätere Normung reserviert	

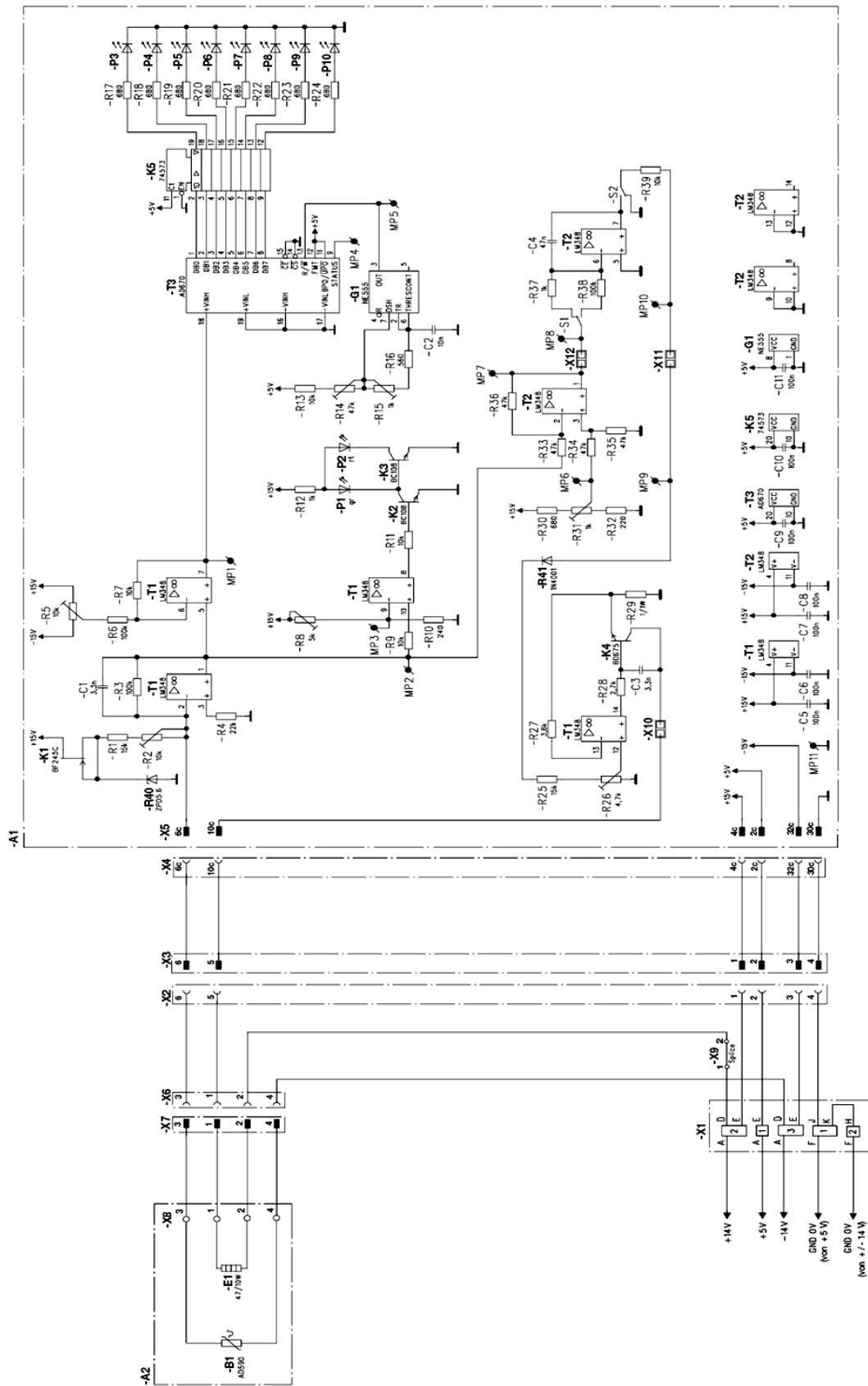
Plandarstellung Stufe 0 = alte Norm:

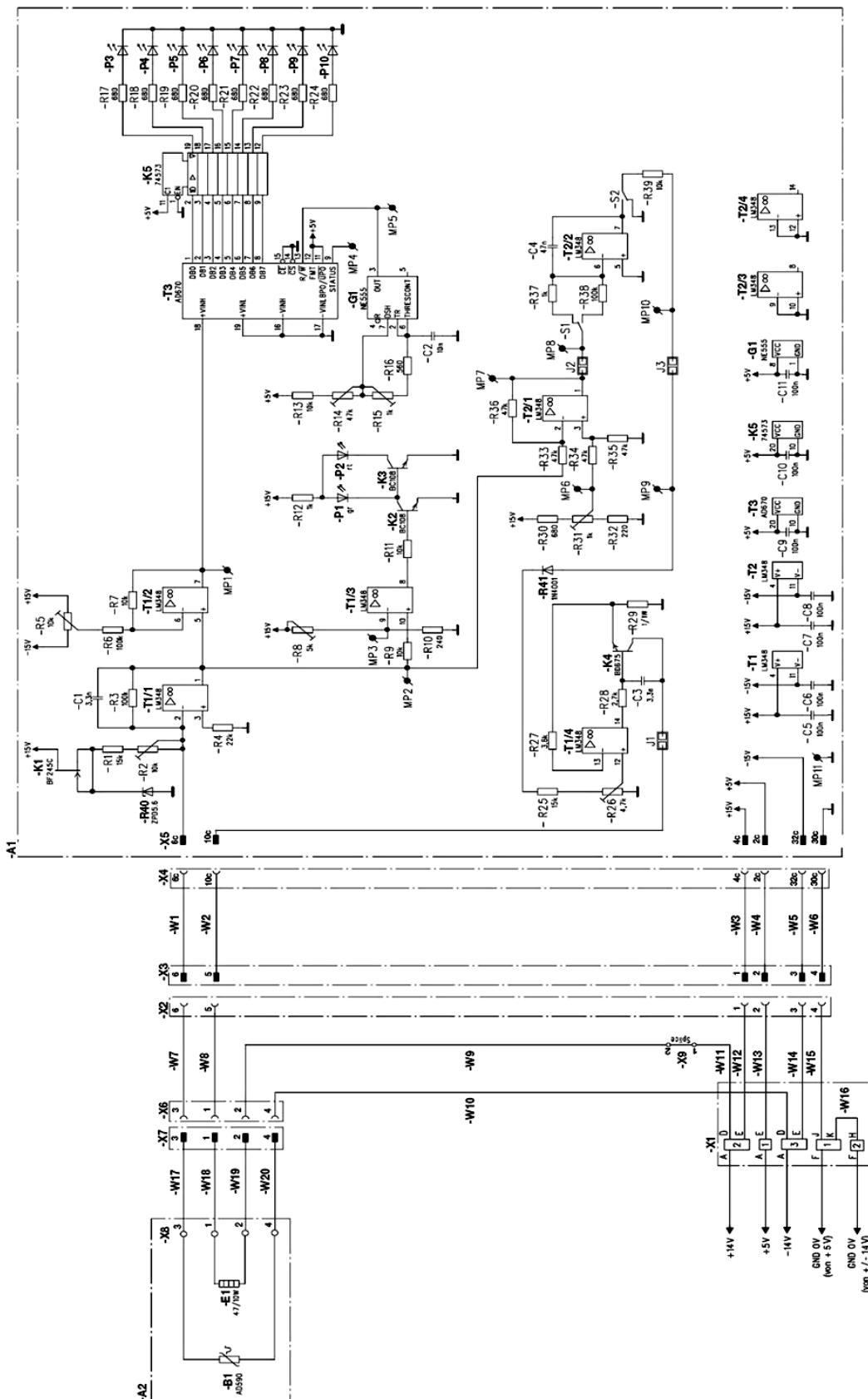


Plandarstellung Stufe 1:



Plandarstellung Stufe 2:



Plandarstellung Stufe 3 = neue Norm vollständig angewendet:


8.5 Wichtige Tonfrequenzen und Schalldrücke

In der Musik ist eine Oktave ein musikalisches Intervall bei dem der obere Ton die doppelte Frequenz des unteren Tons hat. So hat der Kammerton a' eine Frequenz von 440 Hz, das a'' , das eine Oktave höher liegt, eine von 880 Hz, und das a''' hat eine Frequenz von 1,760 kHz.

Der Begriff ist aus der Musik übernommen. Eine Oktave umfasst acht Töne, der achte Ton hat die doppelte Frequenz vom ersten Ton einer Oktave.

Frequenzmäßig betrachtet ist eine Oktave ein Frequenzbereich zwischen einer unteren und einer oberen Frequenz, die im Verhältnis 1:2 sind.

Die Mittenfrequenz einer Oktave berechnet sich aus dem geometrischen Mittel beider Frequenzen. Die standardisierten Mittenfrequenzen liegen bei 16Hz, 32Hz, 63Hz, 125Hz, 250Hz, 500Hz, 1kHz, 2kHz, 4kHz, 8kHz und 16kHz. Eine Oktave besteht aus drei Terzen oder 6 Ganztönen, 12 Halbtönen, 24 Vierteltönen. Ein Halbton wiederum aus 100 Cent.

In der Filtertechnik spricht man oft von der Steilheit pro Oktave. Folgendes ist definiert.

- Ein Filter 1. Ordnung entspricht 6 dB / Oktave oder 20dB pro Dekade
- Ein Filter 2. Ordnung entspricht 12 dB / Oktave oder 40dB pro Dekade
- Ein Filter 3. Ordnung entspricht 18 dB / Oktave oder 60dB pro Dekade
- Ein Filter 4. Ordnung entspricht 24 dB / Oktave oder 80dB pro Dekade

Die Angabe von Frequenzen in der Maßeinheit „Oktaven“ wird auch oft in der Hoch- und Niederfrequenztechnik verwendet, wenn eine Bandbreite abhängig von der Frequenz ist und die genauen Grenzfrequenzen entweder variabel oder ohne Bedeutung sind. Eine Oktave bedeutet hier, dass die obere Grenzfrequenz den doppelten Wert der unteren Grenzfrequenz erreicht. Eine bestimmte Baugruppe, die eine Bandbreite von einer Oktave umfasst, kann also beispielsweise in den Frequenzbereichen 1 bis 2 GHz, oder 2 bis 4 GHz, oder auch 6,2 bis 12,4 GHz, oder 8,9 bis 17,8 GHz eingesetzt werden.

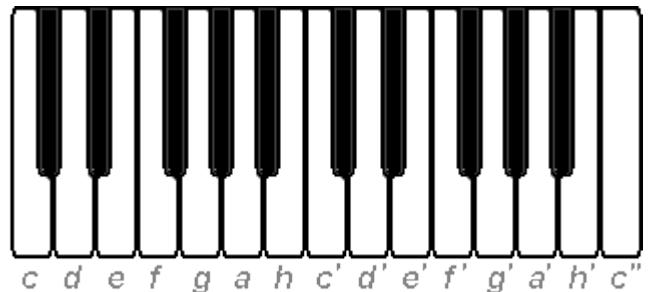
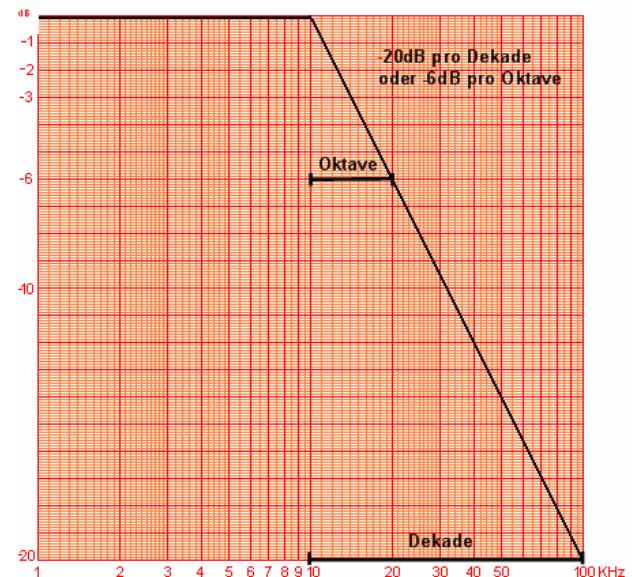


Bild 1: Zwei Oktaven auf einem Klavier



Schalldruck und Schallpegel

Bei einer akustischen Wahrnehmung reagiert das Trommelfell des Menschen schon bei der geringsten Luftdruckänderung, welche als Schalldruck bezeichnet wird. Der Schalldruck gibt bei der Ausbreitung in Luft an, um welchen Wert der atmosphärische Druck schwankt. Die Druckänderung ist bei Schallwahrnehmungen allerdings sehr klein. Trotzdem umfasst der Schalldruck einen großen Wertebereich:

Beispiele	Schalldruck in μPa	Schallpegel in dB
Reizschwelle	20	0
Flüstern	200	20
Zimmerlautstärke	2.000	60
starker Verkehrslärm	20.000	80
Schmerzschwelle	60.000.000	120

Der atmosphärische Druck liegt bei ca. 1000 hPa (1000000000 μPa). Man bezeichnet die Stärke des Schallereignisses im Alltag als Schallpegel (Lautstärke), um den großen Wertebereich besser zu überschauen und Besonderheiten des menschlichen Gehörs zu berücksichtigen.

Als praktisches Beispiel sei hier der in Winzerkreisen bekannte Klang von Gläsern angeführt. Durch die Form und Ausführung lässt sich der typische Klang wie folgt beschreiben:

Rotweinglas:

- Grundton: **300 Hz**
- Schallpegel aus 1 Meter Entfernung: **45 dB.**



Weißweinglas:

- Grundton: **500 Hz**
- Schallpegel aus 1 Meter Entfernung: **54 dB.**

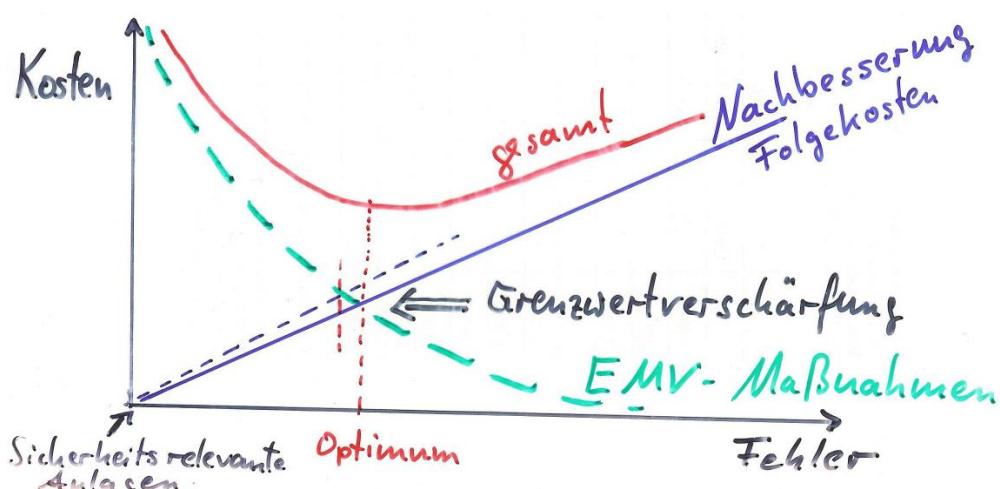


8.6 EMV - Richtlinien

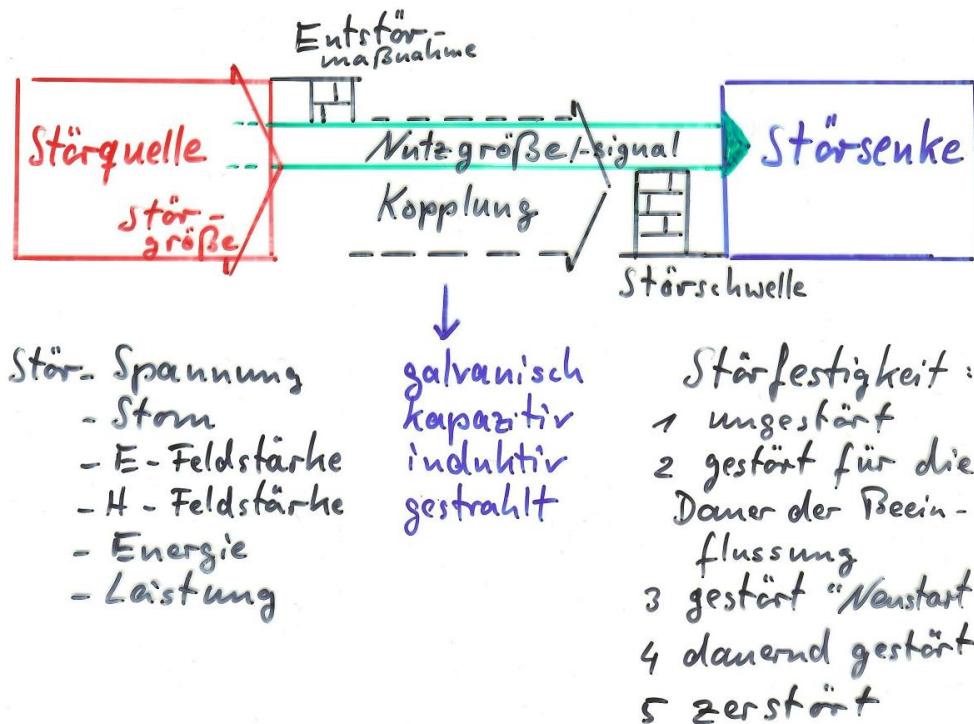
Unter elektromagnetischer Verträglichkeit (EMV, engl. EMC: electromagnetic compatibility) versteht man die Eigenschaft einer Anlage, eines Gerätes, einer Baugruppe oder Stufe, in der vorgesehenen oder vorgegebenen elektromagnetischen Umgebung definitionsgemäß zu arbeiten und dabei die Umgebung nicht unzulässig zu stören.

Verschiedene Faktoren beeinträchtigen eine optimale EMV-Arbeit.

Der Schaltungsentwickler muss die zu entwickelnde Schaltung für die am späteren Einsatzort zu erwartenden – heute großteils in Normen festgelegten – EMV-Bedingungen auslegen. Diese liegen aber an seinem Labor und Werkstattplatz nicht vor. Außerdem steht der Entwickler normalerweise unter extrem hohen Zeitdruck. Er ist bestrebt, die geforderte Aufgabenstellung möglichst schnell in eine Schaltung umzusetzen. Für die EMV-Problematik hat er in dieser Phase keine Zeit, sie wird deshalb erst einmal beiseite gelassen. Auch ist man der Meinung, dass die EMV-Arbeit an der laufenden Schaltung leichter zu verrichten ist. Eine solche Vorgangsweise findet auch bei Vorgesetzten Zustimmung und Anerkennung. So verständlich dieses Verhalten im ersten Moment ist, so bitter rächt es sich bei der Fertigstellung. Denn auf diese Weise wird der EMV die nötige Aufmerksamkeit erst geschenkt, wenn der Prototyp bereits aufgebaut ist und seine Mängel im Betrieb – die oft erst im Zusammenwirken mit anderen Schaltungen – auftreten. Üblicherweise wurden bis zu diesem Zeitpunkt keinerlei EMV-Maßnahmen oder Regeln aus Erfahrungen berücksichtigt. Warum sie bei anderen Projekten zu einer akzeptablen Lösung geführt haben ist oft nicht bekannt. Wenn man nach dieser Methode arbeitet bleibt oft nur mehr „Basteln“ und das Prinzip „Versuch und Irrtum“ als Lösungsansatz übrig, spätestens ab diesen Zeitpunkt werden die Entwicklungskosten explodieren. Das Diagramm zeigt wie sich die Entwicklungskosten bei richtiger und falscher Vorgangsweise entwickeln, auf jeden Fall ist ein optimaler Punkt zwischen Entwicklungsaufwand und EMV-Störfestigkeit gegeben, wenn von Entwicklungsbeginn an auf die EMV-Problematik eingegangen wird.



Begriffserklärung:



Eine unter EMV-Gesichtspunkten erfolgreiche Entwicklung sieht anders aus, sie erfordert koordinierte EMV-Maßnahmen in allen Phasen der Entwicklung.

Definitionsphase:

In der Definitionsphase wird festgelegt, in welcher EMV –Umgebung die Schaltung eingesetzt werden soll. Damit liegen die anzuwendenden Normen fest und die Grenzwerte für die Störfestigkeit und Störaussendung sind definiert.

Projektierungsphase:

In der Projektierungsphase ist zu untersuchen, welche Konsequenzen dies auf Verfahren, Konstruktion, Schaltungsentwurf und Layout hat. Es gilt zu klären, was bei einer Aufteilung der Schaltung in Baugruppen oder Teilgeräte (bei einer räumlichen mehr oder weniger weit verteilten Anlage) an konstruktiven und schaltungstechnischen Maßnahmen aus EMV-Gründen zu bedenken und zu veranlassen ist, wie man z.B. Schnittstellen ausstattet, welchen Wechselwirkungen die Teile untereinander und mit der Umgebung ausgesetzt sind. Auch muss entschieden werden, welche Baugruppen zweckmäßigerweise einer begleitenden EMV-Prüfung unterzogen werden.

Entwicklungsphase:

In der Entwicklungsphase werden die Erkenntnisse der EMV-Analyse aus den ersten beiden Phasen konsequent auf den Schaltungsentwurf umgesetzt. Verfahrenstechnische, schaltungstechnische aber auch konstruktive, layouttechnische Gesichtspunkte sind in dieser Phase gezielt zum Erreichen einer guten EMV einzusetzen. Der Entwickler muss sich ernsthaft mit der EMV Problematik auseinandersetzen.

Layoutentwurf:

Mit dem Layoutentwurf werden die parasitären Elemente einer Schaltung festgelegt, und es wird über ihre schädliche oder förderliche Wirkung auf die Funktion und EMV der Schaltung entschieden. Der Layoutentwurf ist deshalb enger Bestandteil des Schaltungsentwurfs und auf keinen Fall von ihm zu trennen. Layouter und Schaltungsentwickler sind eins oder arbeiten Hand in Hand. Der Layouter hat keine Chance ohne Informationen und Vorgaben aus der Entwicklung ein brauchbares Layout zu erzeugen. Den Layoutentwurf außer Haus zu machen, oder ihn gar in andere Erdteile auszulagern, zeugt von einer völligen Unkenntnis der Wirkung der physikalischen Zusammenhänge bei der Schaltungsentwicklung und deren Folgen.

Testphase:

Die Messungen in der folgenden Testphase sind nicht für eine Analyse der EMV-Fehler ausgelegt und dafür auch nicht geeignet. Mit ihnen soll die Einhaltung der gesetzlich geforderten EMV-Eigenschaften überprüft werden. Trotzdem wird diese Phase benutzt, um die Schaltung EMV-mäßig zu härten. Häufige Nichteinhaltung von EMV-Tests kostet viel Geld und sollte zu Überlegungen führen, wie die EMV-Arbeitsweise in den vorangegangenen Phasen zu verbessern ist.

EMV gerechte Entwicklung setzt auch einen großen Erfahrungsschatz voraus. Die Weitergabe der Erfahrungen erfolgt in Betrieben oft sehr schleppend bis gar nicht, hier ist auch die Logistik und der Ablauf zu überdenken.

8.7 RoHS – Restriction of Hazardous Substances

Was ist die RoHS-Richtlinie?

Immer mehr Hersteller von Elektro- und Elektronikgeräten (Electrical and Electronics Equipment, EEE oder auch Elektro- und Elektronikgeräte - EEG) verzichten auf den Einsatz von Blei und anderen gefährlichen Stoffen in ihren Produkten und wenden sich stattdessen ungiftigen Substanzen zu. Ende des Jahres 2002 haben das Europäische Parlament und der Europäische Ministerrat zwei Richtlinien verabschiedet, mit denen die Verwendung gefährlicher Stoffe im Abfallstrom verringert werden soll. Die WEEE-Richtlinie (Waste Electrical and Electronic Equipment, Elektro- und Elektronik-Altgeräte) sollte die WEEE-Menge mithilfe von umfassenden Abfallmanagementprogrammen einschränken. Die Zwillings-Richtlinie der WEEE, also die RoHS-Richtlinie (Restrictions of Hazardous Substances, Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten), trat am 1. Juli 2006 in Kraft.

Für die folgenden gefährlichen Stoffe gelten starke Einschränkungen bzw. ein vollständiges Nutzungsverbot:

- Blei
- Cadmium
- Quecksilber
- Sechswertiges Chrom
- Polybromierte Biphenyle (PBB)
- Polybromierte Diphenylether (PBDE)

Welche Produkte fallen unter RoHS?

RoHS gilt für EEG (Elektro- und Elektronikgeräte, die zu ihrem ordnungsgemäßen Betrieb elektrische Ströme oder elektromagnetische Felder benötigen, und Geräte zur Erzeugung, Übertragung und Messung solcher Ströme und Felder und für den Betrieb mit Wechselspannung von höchstens 1 000 Volt bzw. Gleichspannung von höchstens 1 500 Volt ausgelegt sind), die unter folgende im Anhang IA der Richtlinie 2002/96/EG über Elektro- und Elektronik- Altgeräte (WEEE) genannten Kategorien 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 und 10 fallen:

- Haushaltsgroßgeräte
- Haushaltskleingeräte
- IT- und Telekommunikationsgeräte
- Geräte der Unterhaltungselektronik
- Beleuchtungskörper
- Elektrische und elektronische Werkzeuge mit Ausnahme ortsfester Großwerkzeuge
- Spielzeug sowie Sport- und Freizeitgeräte
- Automatische Ausgabegeräte
- RoHS gilt darüber hinaus für elektrische Glühlampen und Leuchten in Haushalten.

Die RoHS Richtlinie sieht Ausnahmen in folgenden Bereichen vor:

- Medizinische Geräte (Kategorie 8) und Überwachungs- und Kontrollinstrumente (Kategorie 9). Diese Ausnahme ist befristet und wird zu einem späteren Zeitpunkt ebenfalls in den RoHS Richtlinien Platz finden.
- EEG, die mit dem Schutz der wesentlichen Sicherheitsinteressen des Staates verbunden sind, Waffen, Munition und Kriegsgerät für militärische Zwecke.
- EEG, die Teil eines anderen Gerätes sind, das selbst nicht in den Geltungsbereich der Richtlinie fällt.
- Große, ortsfeste Industriewerkzeuge.
- Ersatzteile für die Reparatur oder Weiterverwendung von EEG, die vor dem 1. Juli 2006 auf den Markt gebracht worden sind.

Blei - Die Fakten:

Blei ist ein in der Natur vorkommendes, bläulich-graues Metall, das in geringen Mengen in der Erdkruste zu finden ist. Blei kommt in vielen Bereichen unserer Umwelt vor. Ein Großteil davon stammt aus menschlichen Tätigkeiten, etwa der Verbrennung fossiler Brennstoffe, dem Bergbau oder der Produktion. Blei wird vielseitig verwendet. Es kommt bei der Herstellung von Batterien, Munition, Metallprodukten (Lötmetall und Rohre) sowie Röntgenschutzvorrichtungen zum Einsatz. Aus Gründen des Gesundheits- und Umweltschutzes wurde die Verwendung von Blei in Kraftstoffen, Farben und Lacken, keramischen Produkten, Dichtungen und zum Schweißen von Rohrleitungen in den letzten Jahren erheblich reduziert.

Warum nun ein Verbot für Blei?

Blei ist ein wesentlicher Bestandteil des Lötmetalls, das bei der Herstellung von Leiterplatten verbraucht wird. Leiterplatten werden in immer mehr alltäglichen Haushaltsgeräten von Toastern bis hin zu DVD-Playern verwendet und enden in zunehmendem Masse auf Mülldeponien in aller Welt. Das Problem dabei ist, dass durch den Säuregehalt des Regenwassers das bleihaltige Lötmetall aus diesen zerstörten Leiterplatten herausgewaschen wird. So gelangt das Blei ins Grundwasser und schließlich auch ins Trinkwasser. Blei kann praktisch jedes Organ und System des Körpers schädigen. Besonders anfällig ist das zentrale Nervensystem, vor allem bei Kindern. Ferner schädigt Blei die Nieren und die Fortpflanzungsorgane. Die Wirkung von Blei ist stets dieselbe, unabhängig davon, ob es eingeatmet oder verschluckt wird. In hohen Konzentrationen kann Blei die Reaktionsfähigkeit beeinträchtigen, die Finger, Hand- und Fußgelenke schwächen und die Merkfähigkeit verringern. Blei kann zu Anämie, einer Bluterkrankung, führen. Der Zusammenhang zwischen diesen Wirkungen und der Exposition gegenüber geringeren Bleikonzentrationen ist noch ungeklärt.

Blei in der Industrie:

Zwar zielt die RoHS-Richtlinie der EU direkt auch auf die Elektronikindustrie ab, allerdings wird nur ein geringer Teil des industriell verbrauchten Bleis für die Produktion von Elektro- und Elektronikgeräten verwendet. Im Vergleich zur Herstellung von Akkumulatoren und Batterien, für die 80% des produzierten Bleis verbraucht werden, macht die Verwendung von Blei in Lötmetallen für Leiterplatten nur 0,49% aus bzw. der Gesamtverbrauch für Elektro- und Elektronikgeräte nur rund 2%.

Blei - Die Alternativen:

Der Ausschluss von Blei aus dem Produktionsprozess für Leiterplatten ist für Hersteller eine Herausforderung. Die Verwendung von Elementen wie Silber, Kupfer und Wismut anstelle von Blei in Lötmetallen birgt eine Reihe von Problemen:

- Höhere Verarbeitungstemperaturen:
Der Einsatz der neuen Lötmetalle in der Produktion erfordert rund 20 bis 40 Grad höhere Schmelztemperaturen.
- Engeres Zeitfenster für Aufschmelzprozess:
Zwischen Liquidus und Maximum (40 bis 20°K)
- Patente auf Lötmetalle
- Verunsicherung des Marktes:
Es gibt eine Vielzahl neuer Lötmetalle mit unterschiedlichsten Oberflächenverträglichkeiten, Nachbearbeitungsmöglichkeiten und Prozesstemperaturen.
- Schlechte Kenntnisse:
Es gibt keine umfassende Informationsquelle, die über alle Alternativen informiert, und keine vollständige Datenbank mit allen bleifreien Alternativen.

Zwar gibt es eine ganze Reihe von verfügbaren Alternativen, um Blei aus dem Lötprozess zu verbannen, doch die einzige realistische, gangbare Alternative zu Blei (Pb) in Lötmetall ist Zinn (Sn). Im Allgemeinen enthalten moderne Lötmetalle hohe Mengen von Zinn sowie eine Vielzahl von Werkstoffen, die elementare Ähnlichkeiten mit Blei aufweisen.

Es gibt einige wichtige Aspekte im Zusammenhang mit der Umstellung auf einen bleifreien Prozess:

- Kompatibilität:
Zunächst einmal müssen alle gelöteten Oberflächen bleifrei sein. Das gilt sowohl für die Komponente als auch für die Leiterplatte. Jegliche Verunreinigung einer bleifreien Lötverbindung mit Blei mindert die Zuverlässigkeit der Verbindung in erheblichem Masse.
- Temperatur:
Alle bleifreien Legierungen schmelzen erst bei höheren Temperaturen als herkömmliche Zinn-Blei-Legierungen (60/40 Zinn-Blei schmilzt bei rund 180°C, bleifreie Legierungen dagegen erst ab 227°C). Das bedeutet, dass die Temperatur des Lötkolbens erhöht werden muss. Folglich müssen sowohl die Komponenten als auch die Leiterplatten eine entsprechende Temperaturfestigkeit besitzen, um auch diesen höheren Temperaturen standzuhalten. Die höheren Temperaturen stellen ferner höhere Ansprüche an das Flussmittel und es kann ein höherer Feststoffgehalt erforderlich werden oder ein aktiveres Flussmittel, wenn das Löten bei Verwendung bleifreier Materialien schwierig wird.
- Inspektion:
Bleifreie Lötstellen sehen deutlich anders aus als herkömmliche Zinn-Blei-Lötstellen. Sie sind in der Regel recht matt und der Verlauf ist geringer, was zu recht steilen Kontaktwinkeln an den Rändern der Lötstellen - dort, wo das Lot auf das Substrat trifft - führt. Das bedeutet nicht, dass die Lötstelle fehlerhaft ist. Einige Studien haben bereits nachgewiesen, dass eine bleifreie Lötstelle in der Tat sogar zuverlässiger ist als vergleichbare Zinn-Blei-Lötstellen.

- Nacharbeiten und Reparaturen:

Es ist überaus wichtig, dass bei einer eventuellen Nachbearbeitung oder Reparatur ebenfalls ein bleifreies Lötmittel verwendet wird. Das bedeutet, dass vor einer Nachbearbeitung erst geklärt werden muss, welches Lötmittel verwendet wurde. In der Regel ist dies auf einem Modul oder einer Leiterplatte eindeutig angegeben. Welche Legierungen beim bleifreien Löten zum Einsatz kommen, kann je nach Anwendungsgebiet variieren. Um sicherzugehen, sollte die Legierung 99C (99,7% Zinn, 0,3% Kupfer) bei allen bleifreien manuellen Lötarbeiten verwendet werden, da sie mit allen möglichen bleifreien Legierungen kompatibel ist. Eine Spur Silber wird einigen bleifreien Lötpasten zugesetzt, um die Benetzung und die Bildung einer Lötstelle während der Phase des schnellen Aufschmelzens bei typischen SMT-Bestückungsprozessen zu unterstützen, doch auch bei diesen Lötstellen ist die Verwendung von 99C bei Nachbearbeitungen recht sicher.

9 Anhang Verwendete Software und Grundeinstellungen

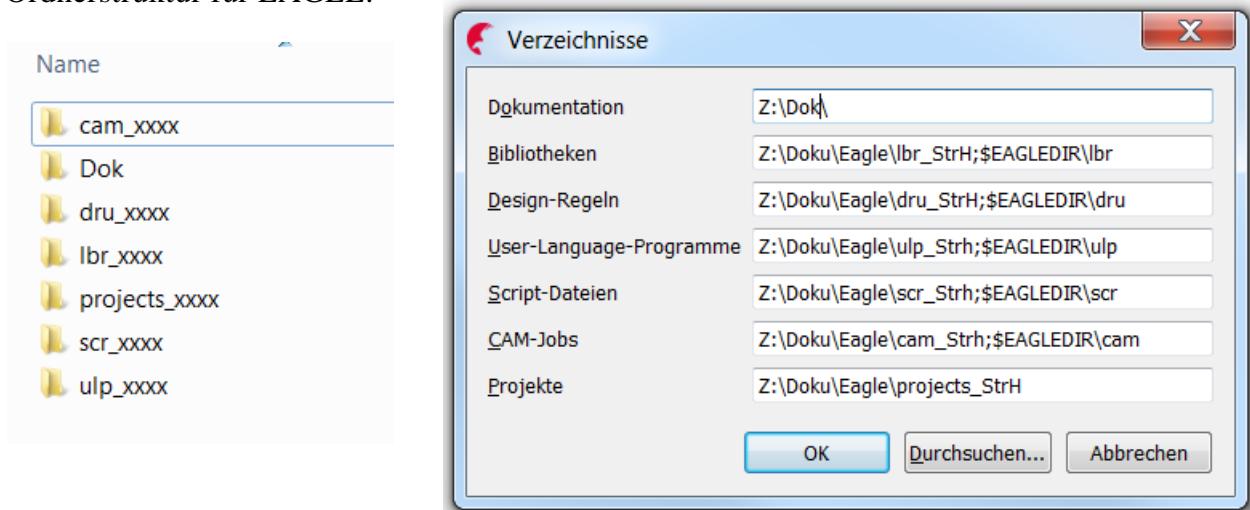
9.1 EAGLE ab Version 7

Installationsvorgaben und Grundeinstellungen:

Seit Version 7 wird EAGLE standardmäßig im Laufwerk C in einen eigenen Ordner direkt im Root Verzeichnis installiert. Dies wurde seitens des Herstellers CADSOFT eingeführt um Probleme mit dem „Local Roaming“ von Microsoft zu umgehen. Natürlich ist jedem Benutzer freigestellt wie er sein System privat verwendet, in der HTL Salzburg haben sich Fachtheorie und Fachpraxis (vielen Dank an Hr. Dipl.-Päd. Ing. **Norbert Wen** für die Mitarbeit) auf folgende Struktur geeinigt:

- Die Installation erfolgt im Root Verzeichnis, wie von CADSOFT vorgegeben.
- Die eigenen Bibliotheken und Grundstrukturen werden im privaten Bereich des Benutzers installiert, diese können sich lokal am Rechner, im Netzwerk, oder in der Cloud (gespiegelt) befinden. Reine Cloudlösungen ohne lokale Laufwerke verlangsamen die Arbeit mit EAGLE extrem und sind zu unterlassen.
- Originalbibliotheken dürfen nie verändert werden, deswegen muss immer eine eigene Ordnerstruktur für die privaten Bibliotheken angelegt werden. Die Vorlage befindet sich in diesem Dokument weiter unten. Diese Ordnerstruktur ist zu personalisieren!
- Datenblätter werden in einem eigenen Ordner gespeichert und gehören zu jeder Projektentwicklung dazu. Datenblattarchive sollen als wachsende Struktur vom ersten bis zum fünften Jahrgang geführt werden, die Quelle ist das Internet, Links zum Hersteller sind möglich, aber meistens nicht zuverlässig, deswegen Datenblätter immer herunterladen und sinnvoll abspeichern.
- Beim ersten Start von EAGLE wird bei der Aktivierung „Freeware“ ausgewählt.
- Die Grundeinstellungen und Ordnerstrukturen sind nach folgenden Screenshots einzustellen

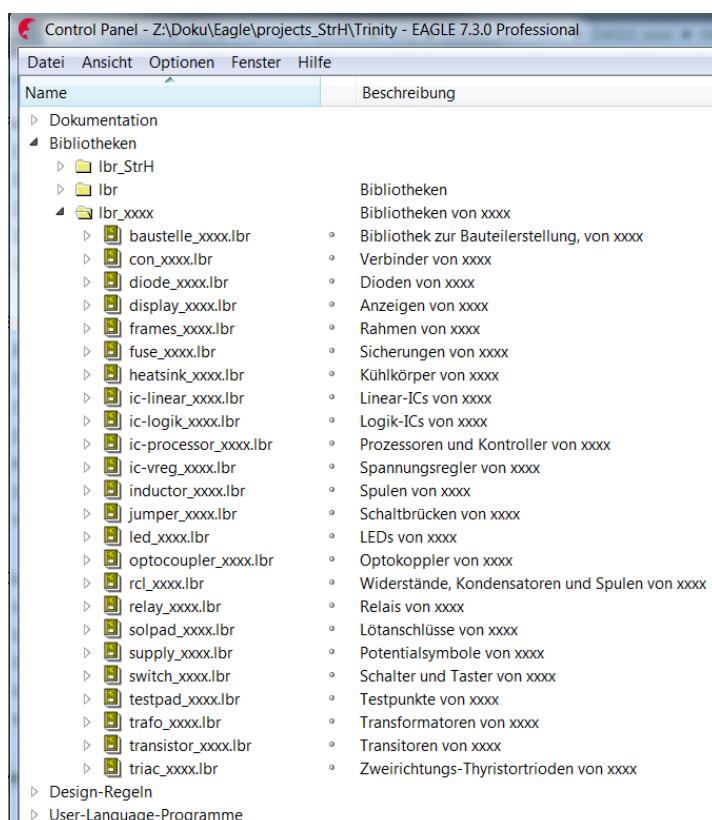
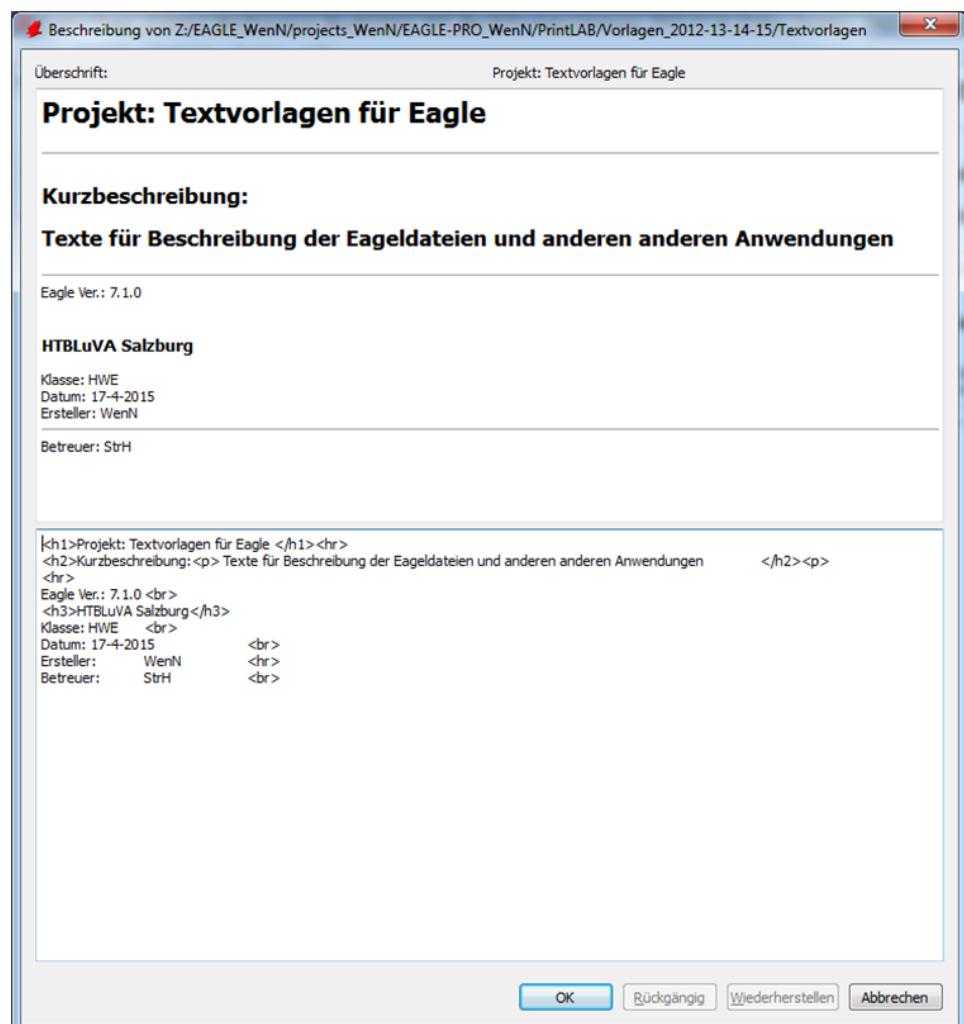
Ordnerstruktur für EAGLE:



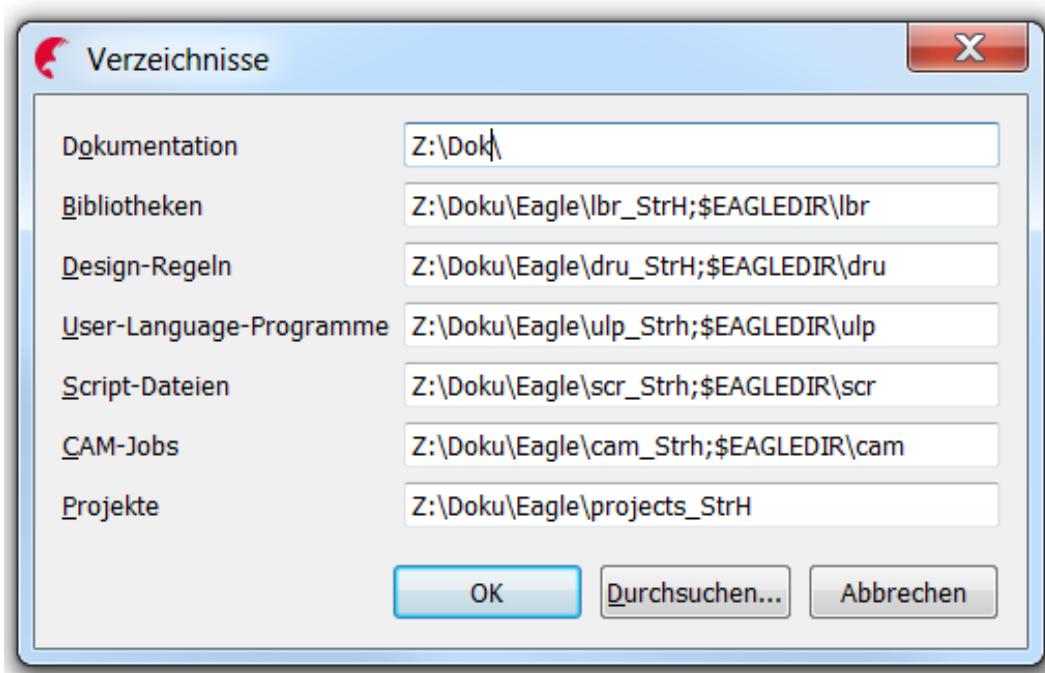
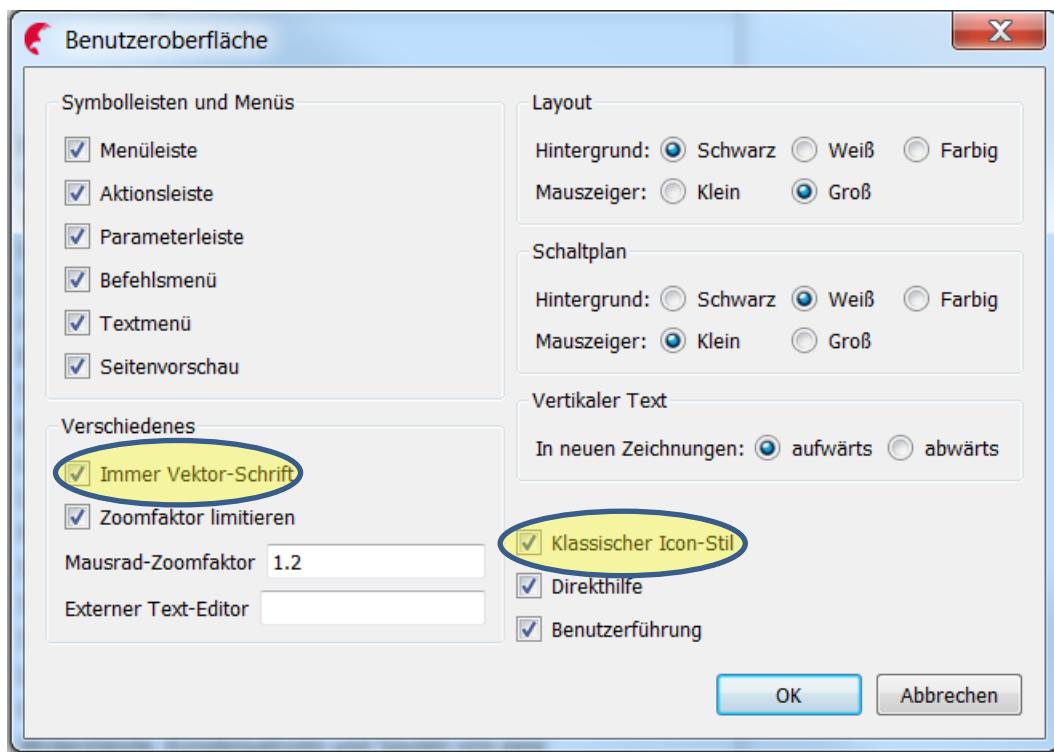
Control Panel - Z:\Doku\Eagle\projects_StrH\Trinity - EAGLE 7.3.0 Professional

Name	Beschreibung
▷ Dokumentation	
▷ Anleitungen	
▷ Datasheet	
▷ Audio	
▷ Dioden	
▷ Display	
▷ IC allgemein	
▷ IC Audio Endstufen	
▷ IC Clock und RTC	
▷ IC Digitale Pot	
▷ IC Displaytreiber	
▷ IC Frequenzgeneratoren Digitale Synthese DDS	
▷ IC IO	
▷ IC Logik	
▷ IC Motortreiber	
▷ IC OPV	
▷ IC Sensoren	
▷ IC Spannungsregler	
▷ IC Timer	
▷ IC USB Bridges	
▷ Kondensatoren	
▷ Links	
▷ Mechanik	
▷ Module	
▷ Prozessoren	
▷ Quarz und Taktgeneratoren	
▷ Sicherungen Polyfuse	
▷ SILABS 47xx	
▷ Specifications	
▷ Steckverbinder	
▷ Transformatoren	
▷ Transistoren	
▷ Tutorials AN	
▷ Widerstände	
▷ Eagle intern	
▷ Ideen	
▷ Lehrfilme	
▷ Notizen	
▷ Todo	
▷ Vorlagen	
▷ Bibliotheken	Bibliotheken
▷ lbr_StrH	
▷ lbr	
▷ Design-Regeln	Design-Regeln
▷ dru_StrH	
▷ dru	
▷ User-Language-Programme	User-Languag...
▷ ulp_StrH	
▷ ulp	
▷ Script-Dateien	Script-Dateien
▷ scr_StrH	
▷ scr	
▷ CAM-Jobs	CAM-Prozess...
▷ cam_StrH	
▷ cam	
▷ Projekte	

Alle Bibliotheken und Ordner sind mit aussagekräftigen Beschreibungen auszustatten. Eine entsprechende Textvorlage befindet sich hier:



Folgende Grundeinstellungen sind im Control Panel nach der Installation vorzunehmen:



Am Schulserver befinden sich viele Schulungsvideos über EAGLE,
bitte verwenden sie diese für den Unterricht. Den Speicherort erhalten sie vom
Trainer!