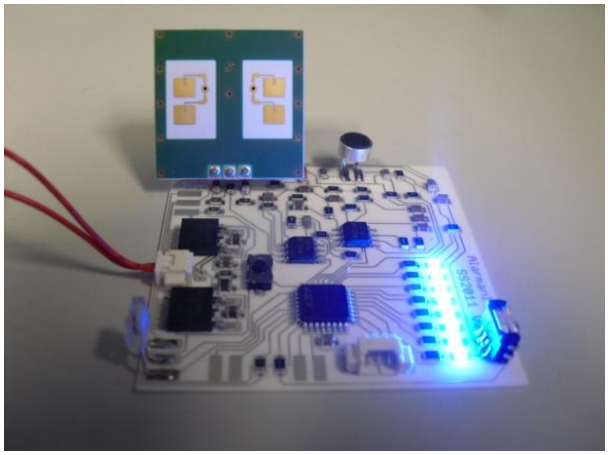
Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft

Fakultät: Maschinenbau und Mechatronik

Laborbericht
Hybride Integration (MTB712)

Sommersemester 2011

Thema: Alarmanlage
Gruppe: Alarmsystem L2



Dozent: Prof. Dipl.-Wirtsch.-Ing. F. J. Neff
Betreuer: Dipl.-Ing. (FH) B. Beck

Autoren und Matrikelnummern:
Daniel Emelius (27329), Daniel Grötzinger (27375)
und Thomas Kristof (27596)

7. Studiensemester

E-Mail-Adressen:
emda0011@hs-karlsruhe.de, grda0021@hs-karlsruhe.de, krth0033@hs-karlsruhe.de

Abgabedatum: 22.07.2011

Inhaltsverzeichnis

1 Danksagungen 4
2 Einleitung 5
3 Problemstellung 6
4 Aufgabenstellung 7
5 Stand der Technik 8
5.1 Alarmsystem 1 8
5.2 Alarmsystem 2 11
5.3 Alarmsystem 3 13
6 Projektplan 15
7 Strukturplan 16
8 Anforderungsliste 17
9 Hardware 19
10 Software 20
10.1 Beschreibung der Config Datei 20
10.1.1 Pinnamen 21
10.1.2 Parameter 21
11 Funktionsbeschreibung 23
11.1 Einstellungsmöglichkeiten per Fernbedienung 23
11.2 Einstellungsmöglichkeiten per Software 23
12 Leiterplattenlayout 25
13 Stückliste 26
14 Leiterplattenherstellung 27
14.1 Der Reinraum 27
14.1.1 Definition und Entstehung 27
14.1.2 Einsatzgebiete 27
14.1.3 Funktion 27
14.1.4 Der Reinraum der Hochschule Karlsruhe 29
14.2 Fertigungsschritte 31
14.2.1 Siebdruckschablone erstellen 31
14.2.2 Druckprozess 33
14.2.3 Versuch zur Fehlerbehebung 37
14.2.4 Brennvorgang 38

14.2.5 Bestückung 39
15 Gesamtsystem 41
16 Erstinbetriebnahme durch Entwicklungsteam 42
17 Probleme 43
18 Bedienungsanleitung 44
19 Verbesserungen 46
20 Fazit 47
21 Abbildungsverzeichnis 48
21.1 Quellennachweis der Abbildungen 49
22 Tabellenverzeichnis 50
22.1 Quellennachweis der Tabellen 50
23 Literaturverzeichnis 51
24 Anhang 52
24.1 Stückliste (ausführlich) 52
24.2 Übersicht der Software 53

1 Danksagungen

Zu Beginn dieses Dokuments möchten wir uns bei einigen Personen bedanken.

Für die Unterstützung bei unserem Projekt möchten wir uns recht herzlich bei Herrn Dipl.-Ing. W. Pluschke bedanken, der uns bei der Beschaltung der Sensoren sowie Dimensionierung der Bauteil unterstütze. Außerdem möchten wir uns bei Herrn Dipl.-Ing. (FH) B. Beck für die Unterstützung bei der Substratherstellung sowie Bestückung und bei Herrn Dipl.-Ing. (FH) O. Stumpf ebenfalls für die Unterstützung bei Bestückung bedanken. Besonderen Dank gilt auch Herrn Prof. Dipl.-Wirtsch.-Ing. F. J. Neff, der den Abgabetermin für unsere Dokumentation aufgrund des aufgetretenen Problemes mit dem Layout großzügigerweise um drei Wochen unbürokratisch nach hinten verschoben hat.

2 Einleitung

Im Rahmen der Laborveranstaltung Hybride Integration (MTB712) wurde von Studenten in einer Projektarbeit des Wintersemesters 2010/2011 eine zweiseitig bestückte Alarmsystem-Flachbaugruppe entwickelt. Mit dieser Flachbaugruppe ist es möglich über einen Taster ein Signal auszulösen, welches an ein GSM-Modul weitergeleitet wird. Das GSM-Modul sendet aufgrund dieses Signals eine vorher verfasste SMS an eine abgespeicherte Nummer.

Gefertigt wurde die Flachbaugruppe im Reinraum der Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft. Die Leiterbahnen und Lötpads wurden dazu mittels Siebdruckverfahren auf ein Keramiksubstrat aufgebracht und in einem Ofen eingebrannt. Anschließend wurde auf das Substrat manuell Lötpaste aufgebracht und es auch manuell mit SMD-Bauteilen bestückt bevor die Bauteile in einem Reflowlötofen aufgelötet wurden.

Das Projekt konnte, mit dem Ziel eine SMS versenden zu können, erfolgreich abgeschlossen werden.

3 Problemstellung

Mit der bisherigen Alarmsystem-Flachbaugruppe ist es nur über einen Taster möglich ein Alarmsignal zu erzeugen und das GSM-Modul anzusteuern.

4 Aufgabenstellung

Die Aufgabe unserer Gruppe besteht darin mindestens zwei unterschiedliche Sensortypen auszuwählen, mit denen das Alarmsystem mit Hilfe eines Mikrocontrollers ausgelöst werden kann. Für die Beschaltung der Komponenten sind weitere Bauteile, wie zum Beispiel Widerstände und Kondensatoren, zu dimensionieren und ein geeignetes Layout zu entwickeln. Das Substrat soll ausschließlich mit SMD-Bauteilen bestückt werden und die Leiterbahnen bzw. Lötpads mittels Siebdruckverfahren aufgebracht werden. Das Ganze soll am Ende auf einer Seite der Alarmsystem-Flachbaugruppe[1] Platz finden.

Abbildung 1: Gruppenfoto (v. l.: Daniel Grötzinger, Daniel Emelius, Thomas Kristof)

[1] Eine weitere Gruppe (Alarmsystemgruppe I) hat die Aufgabe das GSM-Modul mitsamt seiner Beschaltung auf der anderen Seite der Alarmsystem-Flachbaugruppe unterzubringen.

5 Stand der Technik

Um einen kleinen Überblick zu erhalten welche ähnlichen Produkte es schon auf dem Markt zu erwerben gibt, haben wir im Internet recherchiert. Dabei wurde darauf Wert gelegt, dass das Alarmsystem als Merkmal eine Fernbedienung besitzt und bei einem Alarm eine Benachrichtigung per Anruf/SMS an den Eigentümer abgibt/aussendet. Im Folgenden werden nun drei Alarmsysteme näher dargestellt.

5.1 Alarmsystem 1

Hersteller: ABUS

Bezeichnung: Secvest IP - Basis Set (FUAA10020)

Preis: 759,90€

Abbildung 2: Secvest IP - Basis Set (FUAA10020)

Beschreibung:

„Das Secvest IP Basis Set (FUAA10020) bietet den perfekten Einstieg in die vernetzte Alarmtechnik. Das Set enthält neben der Secvest IP Alarmzentrale einen Funk-Bewegungsmelder für die Innenraumüberwachung, einen Funk-Öffnungsmelder für den Einbruchschutz an Fenster oder Türe und eine bidirektionale Funk-Fernbedienung, mit welcher der Anlagenstatus des Alarmsystems abgefragt werden kann. Eine Erweiterung mit einer Vielzahl an weiteren (Funk-)Komponenten lässt sich jederzeit problemlos umsetzen.“(alarm-technik.eu)

„Die Secvest IP ist eine 3 Zonen Funkalarmanlage für den Einsatz von bis zu 11 Funkmelder und 3 Bedieneinheiten (z. B. Funk-Fernbedienung, Secvest Key Funkzylinder). Das Alarmsystem verfügt

über einen 10/100 MBit Netzwerkanschluss und ermöglicht so einen weltweiten Zugriff. Die Bedienung erfolgt dabei über Browser oder "iPhone/iPad App". Die Programmierung der Anlage erfolgt über den integrierten Web-Server. Im Alarmfall erfolgt eine E-Mail-Benachrichtigung, ist eine PIR Netzwerkkamera TVIP41550 eingebunden, finden sich als Anhang der E-Mail die aufgezeichneten Videodaten.“(alarm-technik.eu)

Technische Daten:[2]

- Alarmzonen, Teilbereiche: 3 Funkalarmzonen für insgesamt 11 Melder (4/4/3), 3 virtuelle IP-Zonen (für PIR Netzwerkkamera oder IP-Alarmmodul)
- Funktechnik: 868 MHz FM, Schmalband, verschlüsselt
- Funkleistung: Max. 10mW
- Reichweite - Senden: Ca. 30m im Gebäude, ca. 100m im Freien
- Reichweite - Empfangen: Ca. 30m im Gebäude, ca. 100m im Freien
- Bedienelemente: Bis zu 3 Funk-Fernbedienungen oder Secvest Key Funkzylinder
- Schaltausgänge: 1x Relais, 4 Transistor
- Erweiterbar (Funk): Ja (um 8 Melder je IP Alarmmodul)
- Alarmierung: Mehrere Funk-Innensirenen einlernbar, Alarmmeldungen über E-Mail mit bis zu 3 vordefinierbaren Ereignistexten, an bis zu 3 E-Mail-Adressen
- Integrierte Sirene: Nein
- Kommunikation/Alarmierung: E-Mail
- Sprachen: DE, UK, NL, FR, DK, IT
- Bedienung: Über Funk-Fernbedienung, Secvest Key Funkzylinder oder online über Browser oder iPhone App
- Anzeige: Status LEDs
- Ereignisspeicher: Alarmmeldungen, per Weboberfläche abrufbar
- Unterstützte Browser: Safari, Mozilla Firefox, Google Chrome
- Unterstützte Software: iPhone-App
- Netzwerkanschluss: RJ-45 Ethernet 10/100 Base-T
- Netzwerkprotokoll: TCP/IP, DHCP, SMTP, DNS, NTP, HTTP
- Stromversorgung: 12V Steckernetzteil

[2] *alarm-technik.eu*. (kein Datum). Abgerufen am 15. 06 2011 von http://www.alarm-technik.eu/funkalarmanlagen/secvest-ip/secvest-ip_basis-set_fuaa10020.php

- Stromaufnahme: 500mA
- Sabotageüberwacht: Ja
- Notstromversorgung
- Schutzart: IP 34
- Umgebungstemperatur: -10°C bis +55°C max. 75% Luftfeuchtigkeit nicht kondensierend
- Abmessungen (HxBxT): 233 x 193 x 45 mm

Lieferumfang Set FUAA10020:[3]

- IP Alarmzentrale FUAA10010
- Schaltnetzteil 13,8 VDC FU3819
- 2,1 Ah Notstromakku BT2020
- Batterie-Anschlusskabel
- LAN-Kabel
- Software
- Bedienungsanleitung
- Befestigungsmaterial
- Funk-Fernbedienung FU8100
- Funk-Öffnungsmelder FU8320W
- Funk-Bewegungsmelder FU8350

[3] *alarm-technik.eu*. (kein Datum). Abgerufen am 15. 06 2011 von http://www.alarm-technik.eu/funkalarmanlagen/secvest-ip/secvest-ip_basis-set_fuaa10020.php

5.2 Alarmsystem 2

Hersteller: CONRAD

Bezeichnung: Drahtlose Mini-Alarmanlage mit Telefonwahlgerät

Preis: 49,95€

Abbildung 3: Drahtlose Mini-Alarmanlage mit Telefonwahlgerät

Beschreibung:

„Die einfache und effektive Lösung, um Wohnräume, Geschäfte oder Büros zuverlässig abzusichern. Im Alarmfall ertönt die eingebaute Sirene und zusätzlich werden Sie telefonisch benachrichtigt. Wenn Sie es wünschen, werden bis zu 3 Rufnummern mit max. 16 Ziffern angewählt. Im Alarmfall hört der Angerufene in den überwachten Raum für eine Dauer von 30 s hinein. Zusätzlich können Sie über den mitgelieferten Magnetkontakt Türen oder Fenster in Ihre Überwachung mit einbeziehen. Über die kleine Fernbedienung aktivieren Sie Ihre Minialarmanlage mit Telefonwahlgerät.“(CONRAD)

Technische Daten:[4]

- Betriebsspannung: Alarmzentrale: 230 V/50 Hz
- Fernbedienung: 12 V (Batterie Typ 23 A)
- Stromversorgung: Zentrale: Notstromversorgung über 9 V Block-Batterie (bitte Batterien separat bestellen), Fernbedienung: Typ 23

[4] *CONRAD*. (kein Datum). Abgerufen am 15. 06 2011 von http://www.conrad.de/ce/de/product/750440/Minialarmanlage-mit-Telefonwahlgeraet/0801048&ref=list

- Erfassungswinkel: ca. 110 °
- Schalldruck: 101 dB
- Max. Reichweite: PIR-Sensor: 12 m, Funkreichweite: 20 m
- Erfassungsweite: ca. 12 m
- Funkfrequenz: 433.92 MHz
- Stromaufnahme (Ruhe/ausgelöst): ca. 9 mA / ca. 15 mA
- Empfängermaße: 88 x 130 x 45 mm
- Sendermaße: 35 x 60 x 15 mm

Lieferumfang:[5]

- Mini-Alarmzentrale
- Wandhalter
- TAE-Anschlusskabel
- Tür-/Fensterkontakt mit Anschlusskabel
- Magnet für den Tür-/Fensterkontakt
- Fernbedienung
- Netzteil
- Befestigungsmaterial inkl. Batterie Typ 23
- Bedienungsanleitung

[5] *CONRAD*. (kein Datum). Abgerufen am 15. 06 2011 von http://www.conrad.de/ce/de/product/750440/Minialarmanlage-mit-Telefonwahlgeraet/0801048&ref=list

5.3 Alarmsystem 3

Hersteller: MARMITEK®

Bezeichnung: HomeGuard™ (MS8000)

Preis: 47,90€

Abbildung 4: HomeGuard™ (MS8000) und Fernbedienung (KR 21E)

Beschreibung:[6]

- Basis Alarmsystem: Ideal für kleine Appartements.
- Überwachen Sie Ihre Wohnung, wo immer Sie auch sind!
- Ruhigen Herzens Ihre Wohnung verlassen: Bei Gefahr werden Sie (oder zum Beispiel Ihr Nachbar) telefonisch gewarnt (3 Nummern programmierbar).
- Geborgen alleine daheim: Mit der Panikfunktion warnen Sie in Notfällen Nachbarn oder Freunde. Stiller Alarm möglich.
- Keine zusätzlichen Teile notwendig: Bewegungsmelder, Telefonwähler und Sirene sind eingebaut.

[6] *MARMITEK*. (kein Datum). Abgerufen am 15. 06 2011 von • http://www.marmitek.com/de/produkt-details/home-automation-security/x-10-security/homeguard.php

- Bedienung über Tastatur und Funkfernbedienung (funktioniert quer durch Decken und Wände hindurch).
- Verdahtete Anschlüsse für zusätzliche Sensoren wie Rauchmelder, Wasser- und/oder Magnetsensoren.

Technische Daten:[7]

- Speisung: 230 V AC, 50V, 9V PP3Back up Batterie 12 Std. Stand-by Zeit
- Interne Sirene: 95 dB (A)
- Fernbedienungen: Max. 4 anzumelden
- Telefonnumerwähler: Eingebaut, max. 3 Nummer von max. 16 Ziffern
- PIR Reichweite: 180 ° - 6 Meter, geradeaus – 12 Meter (PIR austauschbar)
- RF Empfangsfrequenz: 433,92 MHz
- Umgebungstemperatur: -10 °C bis +50 °C (in Betrieb), -20 °C bis +70 °C (Lagerung)

Lieferumfang:[8]

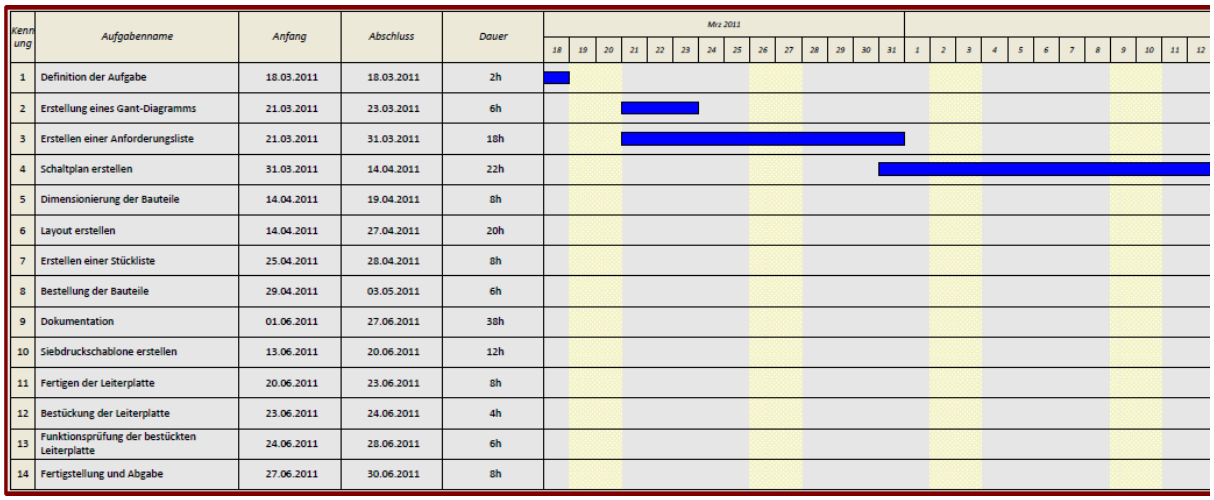
- HomeGuard (inkl. 9V Back up Batterie)
- Fernbedienung
- Telefonkabel
- Sensorkabel
- Spannungsversorgungskabel mit Netzteil
- Handbuch

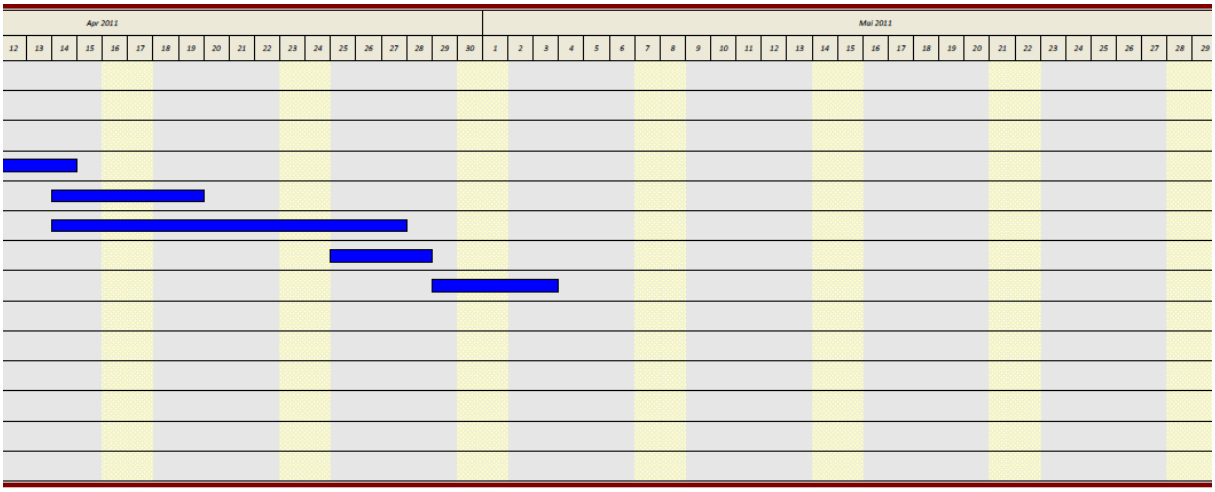
[7] *MARMITEK*. (kein Datum). Abgerufen am 15. 06 2011 von • http://www.marmitek.com/de/produkt-details/home-automation-security/x-10-security/homeguard.php
[8] *Ebenda*

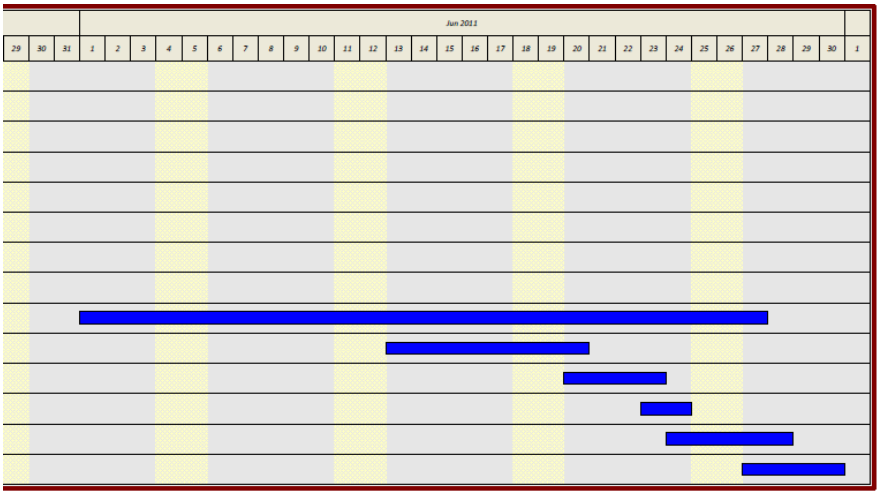
6 Projektplan

Der Projektplan wurde zu Beginn des Projektes erstellt und listet alle durchzuführenden Tätigkeiten mit der voraussichtlichen dafür benötigten Zeit auf. Die Abfolge ist in eine logische Reihenfolge gegliedert und sollte eingehalten werden.

Kennung	Aufgabenname	Anfang	Abschluss	Dauer
1	Definition der Aufgabe	18.03.2011	18.03.2011	2h
2	Erstellung eines Gant-Diagramms	21.03.2011	23.03.2011	6h
3	Erstellen einer Anforderungsliste	21.03.2011	31.03.2011	18h
4	Schaltplan erstellen	31.03.2011	14.04.2011	22h
5	Dimensionierung der Bauteile	14.04.2011	19.04.2011	8h
6	Layout erstellen	14.04.2011	27.04.2011	20h
7	Erstellen einer Stückliste	25.04.2011	28.04.2011	8h
8	Bestellung der Bauteile	29.04.2011	03.05.2011	6h
9	Dokumentation	01.06.2011	27.06.2011	38h
10	Siebdruckschablone erstellen	13.06.2011	20.06.2011	12h
11	Fertigen der Leiterplatte	20.06.2011	23.06.2011	8h
12	Bestückung der Leiterplatte	23.06.2011	24.06.2011	4h
13	Funktionsprüfung der bestückten Leiterplatte	24.06.2011	28.06.2011	6h
14	Fertigstellung und Abgabe	27.06.2011	30.06.2011	8h



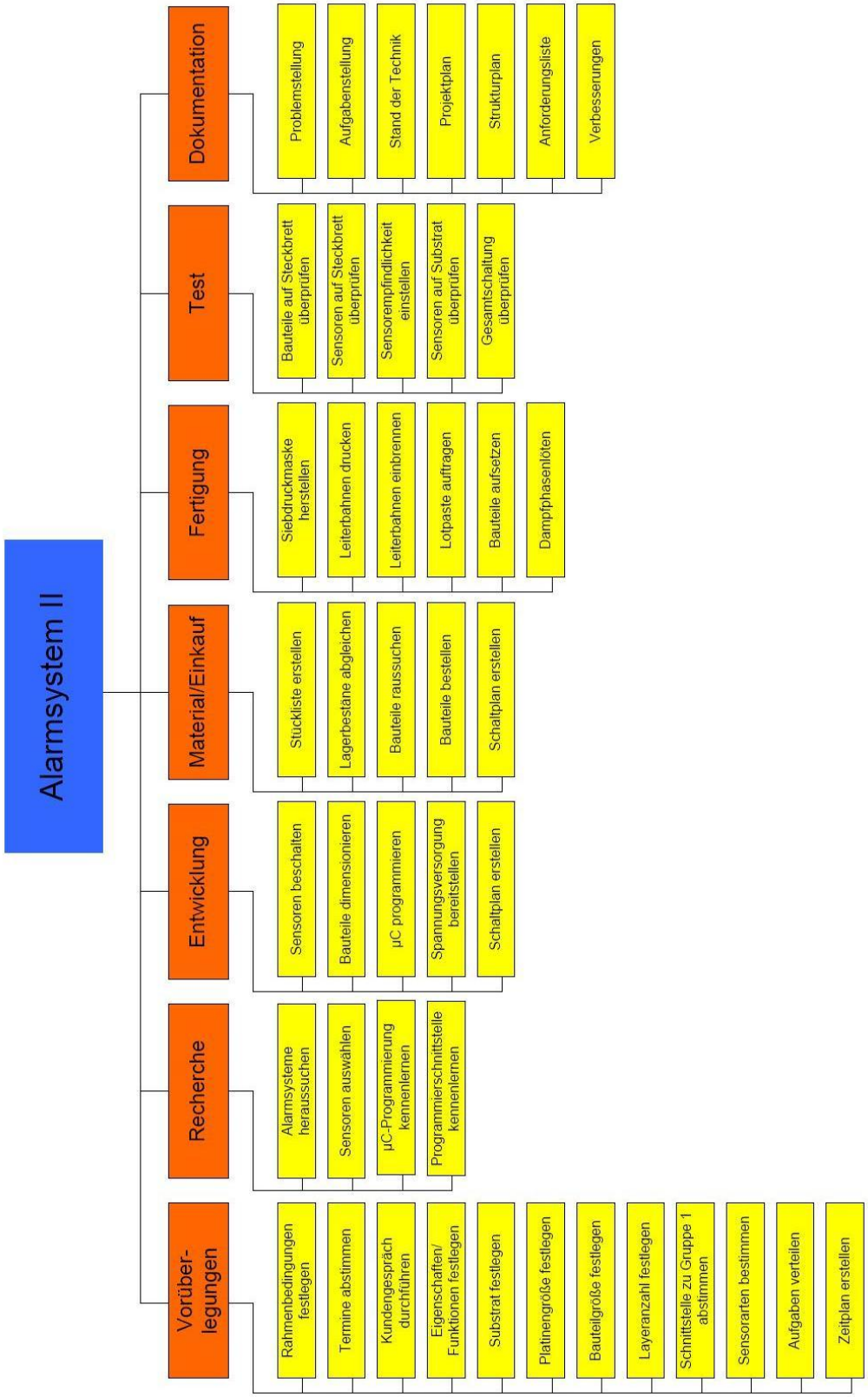




Anmerkung: Vom 04.05.2011 bis einschließlich 31.05.2011 wurden die Arbeiten am Projekt aufgrund von Klausurvorbereitungen unterbrochen.

7 Strukturplan

Zur Gliederung des Projekts wurde ein Projektstrukturplan erstellt. Dieser soll zur besseren Übersicht und zu einer verbesserten Überwachung des Projekts führen.



8 Anforderungsliste

Im Folgenden ist die Anforderungsliste zu finden, die zu Beginn des Projektes erstellt wurde. Die dort aufgelisteten Anforderungen wurden mit dem Kunden abgestimmt und sind in drei verschiedene Arten unterteil. Die Anforderungen die mit „J/N“ gekennzeichnet sind, sind sogenannte Ja/Nein-Anforderungen. Ja/Nein-Anforderungen müssen auf jeden Fall erfüllt werden. Die Anforderungen mit einem „F“ sind Forderungen und müssen einen der drei Erfüllungsgrade (Mindest-, SOLL-, Ideal-erfüllung) erfüllen. Die „W“-Anforderungen sind Wunschanforderungen. Diese müssen um eine Projektarbeit oder ein Projekt erfolgreich abzuschließen nicht erfüllt sein können aber um die Kundenzufriedenheit zu erhöhen optional erfüllt werden.

Prof. Dr.-Ing. F. J. Neff Hybride Integration Labor				**Anforderungsliste**	Hybride Integration - MTB7			
Betreuer: Dipl.–Ing. (FH) B. Beck				für	Daniel Emelius, Daniel Grötzinger, Thomas Kristof			
Hochschule Karlsruhe Technik und Wirtschaft				**Alarmanlage L2**	**Auftragsnummer** A_L2_Sommersemester 2011			
Organisations-Daten		**Prozess-Daten**			**Wert - Daten**			
Nummer	Name	Art	Phase	**Anforderungen**	Mindest-Erfüllung	SOLL-Erfüllung	Ideal-Erfüllung	Einheit
				Physikalisch-Technische Funktion				
F01	DE	F		Gewicht der bestückten Leiterplatte	>100	50 - 100	<50	g
F02	DG	F		Strom-/ Spannungsversorgung	Netzgerät	Batterie	autonom	
F03	TK	F		Maximal zulässige Betriebstemperatur	40	43	45	°C
F04	TK	F		Maximale Luftfeuchtigkeit	55	65	75	%
F05	DE	F		Anzahl Sensoren	2	3	4	
F06	TK	F		Programmierschnittstelle	µC ausbauen	Verbindungsdraht	Stecker	
F07	TK	F		Status-LED	0	1	>1	
F08	TK	F		Aktivierung/Deaktivierung des Alarms	Strom-unterbrechnung	zeitverzögert	extern	
F09	DE	J/N		Abmessungen des Leiterplatte (2 x 2 Zoll)				
F10	DE	J/N		Bewegungsmelder				
F11	DG	J/N		Sensorplatzierung auf Platine				
F12	DG	J/N		Serielles 5V Sendesignal für SMS				
F13	DE	J/N		Alle Bauteile auf eine Seite				
F14	TK	W		Dauerbetrieb möglich				
F15	DE	W		Akustischer Sensor				
F16	DE	W		Lichtempfindlicher Sensor				
F17	DE	W		Kontaktsensor				
F18	DE	W		Lichtschranke				
F19	DE	W		Erschütterungssensor				
F20	TK	W		ISP-Interface				
F21	TK	W		Externe Bedienung durch Fernbedienung				
F22	TK	W		Externe Bedienung durch SMS				
F23	DG	W		Empfangssignal von SMS-Modul				
F24	TK	W		Einzelne Sensoren abschaltbar				
F25	DG	W		Unterspannungserkennung				
Anforderungsarten: J/N - Ja/Nein; F - Forderung; W - Wunsch; ***Konstruktionsphase:*** P - Prinzip; K - Konzept; E - Entwurf; A - Ausarbeitung								
Ersetzt Ausgabe Vom **15.06.2011**				Gruppe L2 **Mitglieder und Kürzel:** Daniel Emelius (DE), Daniel Grötzinger (DG), Thomas Kristof (TK)	**Ausgabe:** **16.06.2011** **Version:** **6** **Blatt 1 von 2**			

Prof. Dr.-Ing. F. J. Neff Hybride Integration Labor	**Anforderungsliste**	Hybride Integration - MTB7
Betreuer: Dipl.–Ing. (FH) B. Beck	für	Daniel Emelius, Daniel Grötzinger, Thomas Kristof
Hochschule Karlsruhe Technik und Wirtschaft	**Alarmanlage L2**	**Auftragsnummer** A_L2_Sommersemester 2011

Organisations-Daten		Prozess-Daten			Wert - Daten			
Nummer	Name	Art	Phase	**Anforderungen**	Mindest-Erfüllung	SOLL-Erfüllung	Ideal-Erfüllung	Einheit
				Technologie				
T01	DG	J/N		Layoutprogramm Eagle				
T02	DG	J/N		SMD Bauteile				
T03	DG	J/N		Widerstands-/Kondensatorgrößen 0805				
T04	DE	J/N		Material der Leiterplatte				
T05	DG	J/N		Breite der Leiterbahnen 0,150mm				
T06	DG	J/N		Abstand der Leiterbahnen 0,150mm				
T07	DG	J/N		Verwendung von Normteilen				
T08	DG	J/N		Im LMHS (FU10) der Hochschule Karlsruhe fertigbar				
T09	TK	W		Programmierung mit Keil				
				Wirtschaftlichkeit				
W01	TK	F		Betriebsdauer der Schaltung	-	1	2,5	Jahre
W02	DE	J/N		Zeitraum 1 Semester				
W03	DE	W		Materialkosten <100€				
W04	DG	W		Stromverbrauch der Schaltung im Standby Betrieb <1mA				
				Mensch-Produkt-Beziehungen				
M01	DG	F		Maximale Oberflächentemperatur	keine Verbrennungen	erhöhte Raumtemperatur	Raumtemperatur	
M02	TK	F		Einstellung Empfindlichkeit des Alarmsystems	keine	Im Code codiert	Einstellbar durch Benutzer	
M03	TK	F		Einschalt-/Ausschaltverzögerung	keine	Im Code codiert	Einstellbar durch Benutzer	
M04	DE	J/N		Alarmsystem arbeitet geräuschlos				
M05	DG	J/N		Dokumentation				
M06	TK	W		Rückmeldung der Benutzereingaben				
M07	DE	W		Unterbrechnungsfreie Stromversorgung für 60min				

Anforderungsarten: J/N - Ja/Nein; F - Forderung; W - Wunsch; ***Konstruktionsphase:*** P - Prinzip; K - Konzept; E - Entwurf; A - Ausarbeitung

Ersetzt Ausgabe Vom **15.06.2011**	Gruppe L2 **Mitglieder und Kürzel:** Daniel Emelius (DE), Daniel Grötzinger (DG), Thomas Kristof (TK)	**Ausgabe:** **16.06.2011** **Version:** **6** **Blatt 2 von 2**

Anmerkung: Die Anforderungen der Anforderungsliste wurden mit den Anforderungen der Alarmsystemgruppe I abgeglichen.

9 Hardware

Neben den üblichen Bauteilen (Widerstände, Kondensatoren, Dioden, Operationsverstärkern, Steckverbindern, usw.) besitzt unser Alarmsystem[9] folgende Hardware:

- Sensoren
  - Radarsensor als Bewegungsmelder
  - Mikrofon zur akustischen Raumüberwachung
  - Helligkeitssensor zum Feststellen der Lichtintensität
  - Taster zum Auslösen eines manuellen Alarms
- LEDs zur Anzeige verschiedener Funktionen bzw. Zustände
- Infrarotempfänger zum Empfang von Infrarotsignalen einer Fernbedienung
- Mikrocontroller zur Ansteuerung der Sensoren, Verarbeiten der Sensorsignale, Auslösen des Alarms und Schalten in sonstige Funktionen (zum Beispiel verschiedene Möglichkeiten um Strom zu sparen)
- Fernbedienung um Einstellungen am Gesamtsystem vorzunehmen

[9] Ohne Berücksichtigung der Bauteile der Alarmsystemgruppe I

10 Software

Der verwendete Mikrocontroller wurde mit dem Programm µVision der Firma Keil™ programmiert. Zur Übertragung der Software auf den Mikrocontroller wurde ein sogenannter MCU ToolStick-Adapter von der Firma SILICON LABS verwendet. Die Datenübertragung erfolgt dabei über eine USB-Schnittstelle eines PCs und den auf dem Substrat angebrachten, drei-poligen MOLEX-Steckverbinder. Der Adapter wurde uns freundlicherweise von Herrn Dipl.-Ing. (FH) Beck zur Verfügung gestellt.

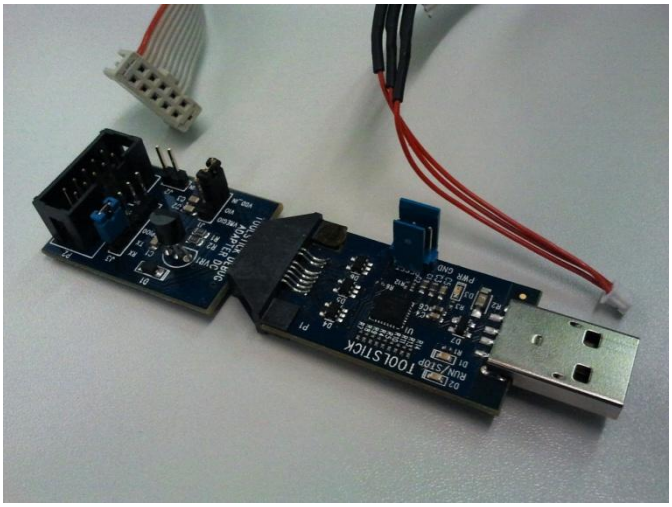


Abbildung 5: MCU ToolStick-Adapter mit Verbindungskabel Adapter-Substrat

Die Software ist modular aufgebaut wodurch einzelne Teile einfach und autark getestet werden können. Außerdem ist die Software durch den modularen Aufbau übersichtlicher und somit sind auch Änderungen leichter durchzuführen. Da die Software aufgrund der Komplexität des Systems dennoch sehr umfangreich ist (über 2000 Zeilen Code) und den Rahmen dieses Dokuments sprengen würde, wurde darauf verzichtet den Quellcode in dieses Dokument zu kopieren. Er ist lediglich auf der mit abgegeben CD zu finden. Dort wurde der Code auch ausführlich dokumentiert und kommentiert. In diesem Dokument wird daher nur eine kurze Übersicht über die Software des Mikrocontrollers in Kapitel 24.2 Übersicht der Software auf Seite 53 gegeben. Weitere Erläuterungen zur Software sind auch im Kapitel 11 Funktionsbeschreibung auf Seite 23 zu finden.

10.1 Beschreibung der Config Datei

In der Config Datei lassen sich alle Parameter der Software anpassen. Diese Einstellungsmöglichkeiten gehen weit über das, was der Endnutzer verstehen muss. Für einen normalen Betrieb des Alarmsystems sind keine Änderungen notwendig.

Anmerkung: Kursiv geschriebene Wörter entsprechen einem ganzen Array von Werten. ## steht für verschiedene Werte. In eckigen Klammern steht die Einheit.

10.1.1 Pinnamen

- **Pin_jennie3-7:** Pads am Rand der Platine mit denen die Signale an die Gruppe mit dem GSM-Modul übergeben werden können. Im aktuellen Softwarestand haben die Pins noch keine Funktion.

- **Pin_*Sensor*:** Die Pins am Controller, an denen die Sensorsignale eingelesen werden. Alle Pins sind in der Lage auf den A/D Wandler aufgeschaltet zu werden. Sollte hier ein anderer Pin vergeben werden, muss dies auch im „Sensormanager“ angepasst werden, da dort der Pin für den A/D Wandler ausgewählt wird.

- **Pin_supply_*Sensor*:** Die Pins am Controller welche die Stromversorgung für die Sensoren bereitstellen. Der Pin für das Radar ist lowaktiv, alle anderen high. Der Taster hat nur einen virtuellen Pin.

- **Pin_led_1-8:** Die Ausgänge des Controllers für die acht LEDs auf der Schaltung.

- **Pin_ir:** Der Ausgang des Infrarot Empfängers. Der Pin ist auf einen externen Interrupt aufgeschaltet.

10.1.2 Parameter

- **Rc_taste##:** Dies sind die Codes der Fernbedienung auf die wir abfragen. Soll eine andere Taste verwendet werden, muss hier der Code angepasst werden.

- **Rc_pause_kurz:** Nach einer abgebrochen Botschaft der Fernbedienung wird diese Zeit gewartet bis ein neuer Code aufgenommen wird. [vielfaches von 5ms]

- **Rc_pause_lang:** Nach einem erfolgreich empfangenen Code der Fernbedienung wird diese Zeit gewartet bis ein neuer Code aufgenommen wird. [vielfaches von 5ms]

- **Sensor_*sensor*:** Identifikationsnummern für die Sensoren.

- **Sensor_schwellenschritt:** Beim Einstellen der Schwellenwerte mit der Fernbedienung ist das der Wert um den bei einem Tastendruck der Schwellenwert verschoben wird. Eine LED entspricht 32.

- **Sensor_mittel_*sensor*:** Einstellung ob die eingelesenen Sensorwerte gemittelt werden sollen. Gemittelt werden immer 256 Werte, auch über messpausen hinweg. Auch wenn mehrere Sensoren gleichzeitig aktiv sind, wird der Mittelwert für jeden Sensor separat berechnet. [0=keine Mittelwertbildung | 1=Mittelwert bilden]

- **Sensor_offset_radar:** Wert um den das Ruhesignal des Radars vom Nullwert verschoben ist. [8-Bit A/D Wert]

- **Sensor_skale_radar:** Faktor um den der Wert vom Radar verstärkt wird. Dient dazu die Skala an die anderen Sensoren anzupassen.

- **Entprelldauer_*sensor*:** Dauer wie lange das Signal über der eingestellten Schwelle liegen muss, damit der Alarm ausgelöst wird. [Programmdurchlaufzyklen ≈ 1ms]
- **Led_blinkdauer:** Wie schnell die LEDs blinken. [vielfaches von 5ms]
- **Led_blinken_*situation*:** Das Muster das die LEDs im Wechsel mit 0000 0000 anzeigen.
- **Em_dauer_aus/warmup/abtasten_*sensor*:** Im Überwachungsmodus werden die Sensoren nur zyklisch mit Strom versorgt um Strom zu sparen. Der Wert „aus“ gibt an wie lange der Sensor keinen Strom bekommt, „warmup“ gibt an wie lange der Sensor Strom bekommt, jedoch noch nicht abgetastet wird, der Wert für „abtasten“ gibt die Zeit an wie lange der Sensor ausgelesen wird. Danach beginnt der Durchlauf von vorne. Die Werte können auch auf null gesetzt werden, somit wird der Zustand ausgelassen. Mindestens Einer muss aber >0 sein. Die Werte können komplett unabhängig voneinander eingestellt werden. [vielfaches von 5ms]
- **Em_ausschalten/warmup/abasten:** Identifikationsnummern
- **Zustand_zeit:** Zeit wie lange es dauert bis die Anzeige automatisch zu der „aktueller Sensor-wert“ Ansicht wechselt. Die Zeit wird mit dem Wert aus „**Zustand_zeit_helper**“ multipliziert. [vielfaches von 5ms]

11 Funktionsbeschreibung

Dank des verwendeten Mikrocontrollers besitzt unser Alarmsystem mehrere verschiedene Einstellungsmöglichkeiten durch die es hauptsächlich möglich ist Strom zu sparen. Die Einstellungsmöglichkeiten teilen sich in zwei verschiedene Arten auf. Dies sind Einstellungen, die mit Hilfe der Fernbedienung zur Laufzeit des Systems vorgenommen werden können, welche bei einem Stromausfall nicht gespeichert werden. Die anderen Einstellungsmöglichkeiten können über eine Konfigurationsdatei in der Software durchgeführt werden. Diese sind fest im Codespeicher hinterlegt und können nur durch neu kompilieren und erneutem aufspielen des Programms auf den Mikrocontroller verändert werden.

11.1 Einstellungsmöglichkeiten per Fernbedienung

Folgende Einstellungsmöglichkeiten per Fernbedienung bietet das System:

- Ein-/Ausschalten des Systems
- Alarm zurücksetzen
- Einzelne Sensoren aktivieren/deaktivieren (mit Anzeige welcher Sensor aktiviert/deaktiviert ist)
- Empfindlichkeit/Schwellwert einzelner Sensoren einstellen (mit Anzeige des aktuellen Schwellwertes)
- Anzeige des aktuellen Ausschlags jedes einzelnen Sensors
- Im laufenden Betrieb: Visualisierung welcher Sensor gerade ausgelesen wird

11.2 Einstellungsmöglichkeiten per Software

Folgende Einstellungsmöglichkeiten sind in der Konfigurationsdatei möglich:

- Allgemein
    - Pinbelegung
    - Speicherbelegung der Variablen
- Fernbedienung
    - Pause nach erfolgreich übertragenem Tastendruck
    - Pause nach fehlerhaft übertragenem Tastendruck
- Schrittweite, um die pro Knopfdruck die Schwelle verändert wird

- LEDs
    - Blinkgeschwindigkeit
    - Blinkmuster für diverse Situationen
- Sensor
    - Intervall in dem der jeweilige Sensor abgetastet wird
    - Umschalten der Abtastdauer jedes Sensors zwischen einmalig oder 5ms
- Leerlaufzeit bis zum automatischen Wechsel der Anzeige

12 Leiterplattenlayout

Im Folgenden ist das Leiterplattenlayout zu sehen. Das Layout wurde auf ein Keramiksubstrat mit der Größe 2x2 Zoll gedruckt. Die Leiterbahnen besitzen eine Stärke von 150µm bzw. 300µm für den Versorgungspfad für die Platine der anderen Alarmsystemgruppe (Stecker zu 5V-Spannungsregler und von dort weiter zu den Spannungsversorgungs-Pads der Alarmsystemgruppe I). Die dickeren Leiterbahnen werden benötigt, da bei der Netzsuche des GSM-Moduls kurzzeitig ein Strom von 2A benötigt wird. Der minimale Abstand zwischen zwei Leiterbahnen oder einer Leiterbahn und einem Pad beträgt 200µm. Das komplette Substrat ist bis auf die verwendeten Sensoren mit SMD-Bauteilen bestückt. Da nur ein Layer zur Verfügung stand mussten, um Drahtbrücken zu vermeiden, vier 0Ω-Widerstände eingesetzt werden.

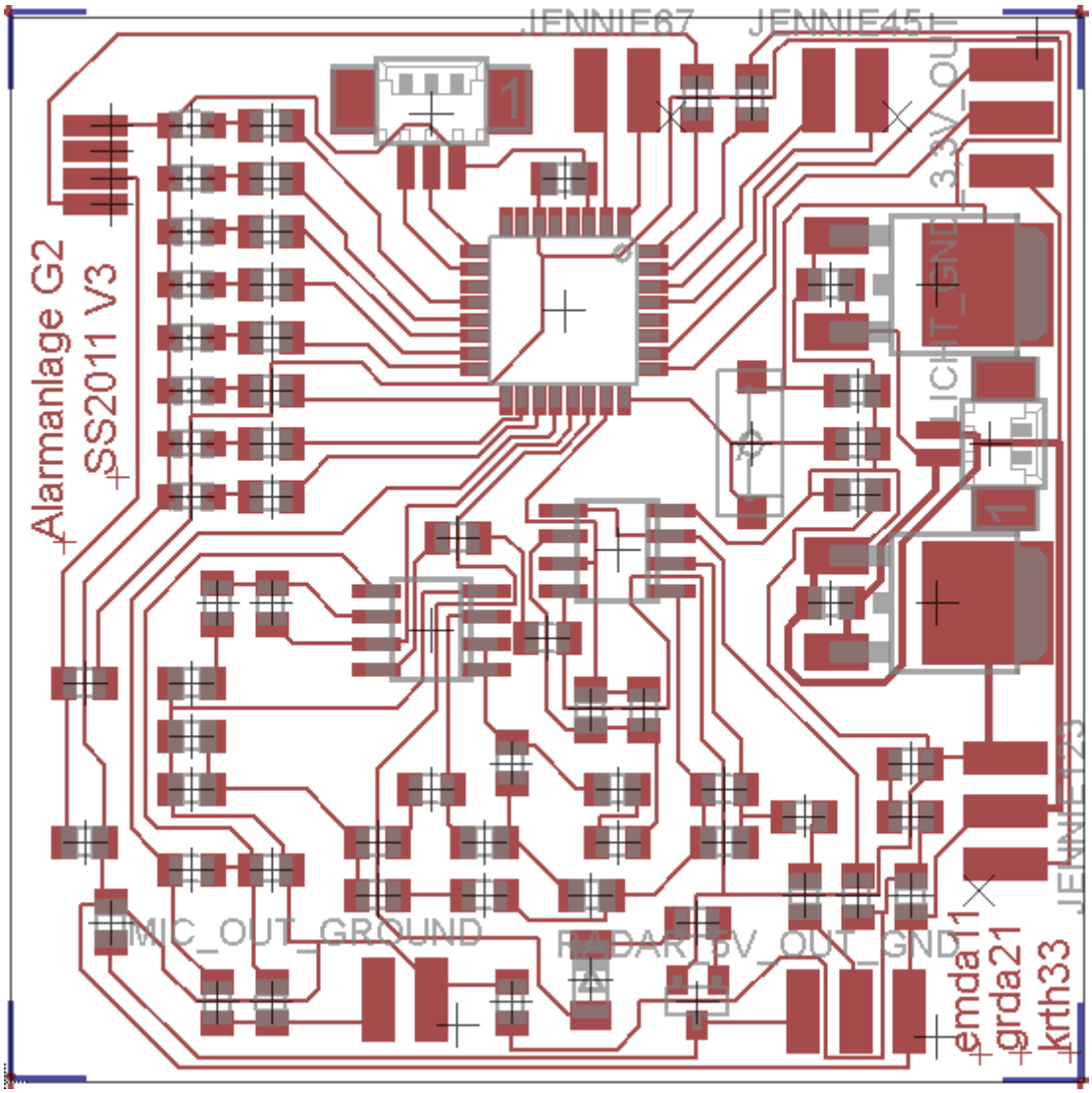


Abbildung 6: Leiterplattenlayout

13 Stückliste

Im Folgenden ist die Stückliste des Alarmsystems II zu sehen. Darauf sind alle verwendeten Bauelemente, die auf dem Substrat sind, untereinander aufgelistet.

EAGLE Version 5.6.0 Copyright (c) 1988-2009 CadSoft

Part	Value	Package	Library	Position (mm)	Orientation
C1	4u7	C0805	resistor	(43.18 8.89)	R270
C2	680n	C0805	resistor	(38.1 8.89)	R270
C3	680n	C0805	resistor	(29.21 13.97)	R180
C4	680p	C0805	resistor	(34.29 11.43)	R0
C5	150p	C0805	resistor	(27.94 17.78)	R270
C6	3n3	C0805	resistor	(27.94 8.89)	R0
C7	3n3	C0805	resistor	(22.86 11.43)	R0
C8	3n3	C0805	resistor	(8.89 16.51)	R180
C9	3n3	C0805	resistor	(8.89 13.97)	R180
C10	10µ	C0805	resistor	(39.37 22.86)	R0
C11	22µ	C0805	resistor	(40.64 27.94)	R0
C12	0µ1	C0805	resistor	(3.81 11.43)	R180
C13	1µ5	C0805	resistor	(12.7 3.81)	R270
C14	10µ	C0805	resistor	(39.37 38.1)	R0
C15	0µ1	C0805	resistor	(26.67 43.18)	R0
C16	22µ	C0805	resistor	(40.64 33.02)	R180
C17	1µ5	C0805	resistor	(8.89 19.05)	R180
C18	22µ	C0805	resistor	(5.08 7.62)	R270
D1	2,7V	MELF-MLL34	semicon-smd-ipc	(27.94 4.91)	R270
IC1	C8051F320	TQFP32-08	silabs-2	(26.67 36.83)	R270
IC2	MC33078D	SO08	linear	(29.21 25.4)	R90
IC3	MC33078D	SO08	linear	(20.32 21.59)	R90
IC4	LD117ADT50TR	DPACK	v-reg-neu	(44.45 22.86)	R270
IC5	LD117ADT33TR	DPACK	v-reg-neu	(44.45 38.1)	R270
IR_GND	TPTP06SQ	TP06SQ	testpad	(5.08 45.72)	R0
IR_NC	TPTP06SQ	TP06SQ	testpad	(5.08 44.45)	R0
IR_OUR	TPTP06SQ	TP06SQ	testpad	(5.08 41.91)	R0
IR_SUP	TPTP06SQ	TP06SQ	testpad	(5.08 43.18)	R0
JENNIE45	SIDE_SWITCHER-2-POL	SIDE_SWITCH-2-POL	SPNG_REGLER	(42.565 46.115)	R90
JENNIE67	SIDE_SWITCHER-2-POL	SIDE_SWITCH-2-POL	SPNG_REGLER	(31.74 46.12)	R90
JENNIE123	SIDE_SWITCH-3-POL	SIDE_SWITCHER-3-POL	SPNG_REGLER	(46.435 9.125)	R0
LED1		CHIPLED_0805	led	(8.89 27.94)	R90
LED2		CHIPLED_0805	led	(8.89 45.72)	R90
LED3		CHIPLED_0805	led	(8.89 43.18)	R90
LED4		CHIPLED_0805	led	(8.89 40.64)	R90
LED5		CHIPLED_0805	led	(8.89 38.1)	R90
LED6		CHIPLED_0805	led	(8.89 35.56)	R90
LED7		CHIPLED_0805	led	(8.89 33.02)	R90
LED8		CHIPLED_0805	led	(8.89 30.48)	R90
LICHT_GND_3,3V_OUT	SIDE_SWITCH-3-POL	SIDE_SWITCHER-3-POL	SPNG_REGLER	(49.23 49.86)	R180
MIC_OUT_GROUND	SIDE_SWITCHER-2-POL	SIDE_SWITCH-2-POL	SPNG_REGLER	(21.59 2.7)	R90
Q1		SOT23	semicon-smd-ipc	(33.02 3.81)	R180
R1	10k	R0805	resistor	(24.13 3.81)	R270
R2	10k	R0805	resistor	(43.18 12.7)	R180
R3	1k	R0805	resistor	(40.64 8.89)	R270
R4	10k	R0805	resistor	(43.18 15.24)	R0
R5	4k7	R0805	resistor	(38.1 12.7)	R180
R6	220k	R0805	resistor	(34.29 13.97)	R180
R7	4k7	R0805	resistor	(29.21 11.43)	R0
R8	1Meg	R0805	resistor	(30.48 17.78)	R90
R9	270k	R0805	resistor	(24.13 15.24)	R270
R10	56k	R0805	resistor	(17.78 8.89)	R0
R11	470k	R0805	resistor	(22.86 8.89)	R0
R12	56k	R0805	resistor	(17.78 11.43)	R180
R13	470k	R0805	resistor	(20.32 13.97)	R180
R14	68k	R0805	resistor	(8.89 10.16)	R180
R15	680k	R0805	resistor	(12.7 22.86)	R270
R16	2k2	R0805	resistor	(10.16 22.86)	R90
R17	82	R0805	resistor	(12.7 27.94)	R0
R18	82	R0805	resistor	(12.7 45.72)	R0
R19	82	R0805	resistor	(12.7 43.18)	R0
R20	82	R0805	resistor	(12.7 40.64)	R0
R21	82	R0805	resistor	(12.7 38.1)	R0
R22	82	R0805	resistor	(12.7 35.56)	R0
R23	82	R0805	resistor	(12.7 33.02)	R0
R24	82	R0805	resistor	(12.7 30.48)	R0
R25	100	R0805	resistor	(3.81 19.05)	R0
R26	10k	R0805	resistor	(40.64 30.48)	R0
R27	2k2	R0805	resistor	(10.16 3.81)	R90
R28	33k	R0805	resistor	(12.7 10.16)	R180
R29	1k5	R0805	resistor	(33.02 7.62)	R0
R30	0	R0805	resistor	(35.56 46.99)	R270
R32	0	R0805	resistor	(33.02 46.99)	R270
R33	0	R0805	resistor	(21.59 26)	R0
R34	0	R0805	resistor	(25.86 21.21)	R180
RADAR_5V_OUT_GND	SIDE_SWITCH-3-POL	SIDE_SWITCHER-3-POL	SPNG_REGLER	(44.38 2.14)	R90
U$4	TASTER-2-POL	TASTER-2-POL	Ergaenzung	(35.56 30.48)	R270
X2	53261-02	53261-02	con-molex	(46.99 30.48)	R270
X4	53261-03	53261-03	con-molex	(20.32 46.22)	R0

Anmerkung: Eine ausführliche Stückliste mit Bestellnummern und Preisen ist im Kapitel 24.1 Stückliste (ausführlich) auf Seite 52 zu finden.

14 Leiterplattenherstellung

In den folgenden Abschnitten wird eine Einführung zum Thema Reinraum gegeben und im Anschluss daran werden die einzelnen Schritte zur Herstellung und Bestückung unseres Substrats beschrieben. Die Schritte wurden in Zusammenarbeit mit Herrn Dipl.-Ing. (FH) Beck und Herrn Dipl.-Ing. (FH) Stumpf im Reinraum durchgeführt.

14.1 Der Reinraum

14.1.1 Definition und Entstehung

Ein Reinraum ist ein Raum dessen Luft partikelärmer als normale Luft ist. Reinräume kamen zuerst in der Medizintechnik zum Einsatz. Dort war es nötig, die Operationssäle von groben Partikeln frei zu halten um bei medizinischen Eingriffen keine Infektion der Wunde zu provozieren.

14.1.2 Einsatzgebiete

Heutzutage kommen Reinräume auch bei verschieden Fertigungsprozessen zum Einsatz. Beispielsweise in der Raumfahrt, Elektronik (Halbleiterfertigung), Pharmazie (Erzeugung von Arznei), Lebensmitteltechnik (Herstellung und Verarbeitung), Gentechnik, Oberflächentechnik (lackieren), Optik, Feinwerk- und Mikrosystemtechnik.

In der Mikrosystemtechnik sind die Bauteile durch den Fortschritt heute sehr klein, oftmals in der Größenordnung von Partikeln. Dort würden kleinste Verunreinigungen schon verheerende Einflüsse auf die Funktion des Produktes haben. Wenn sich beispielsweise Staubpartikel auf einer Platine befinden, kann es passieren, dass es zu Kurzschlüssen kommt oder beim Platzieren eines Bauteils dieses keinen richtigen Kontakt zur Leiterbahn erhält wodurch die Gesamtfunktion nicht gewährleistet ist.

14.1.3 Funktion

Die Luft wird in Reinräumen durch spezielle Belüftungssysteme von außen zugeführt. Dabei werden 99,9% der Partikel die größer als 0,5µm sind ausgesondert. Die Räume sind gegen die Außenwelt hermetisch abgeriegelt. Die gesäuberte Luft wird von oben in die Reinräume eingeleitet und strömt meistens durch kleine extra im Boden eingelassene Löcher wieder in die Atmosphäre der „Außenwelt“. Der Luftstrom, auch Down Flow genannt, drückt die Partikel nach unten. Durch das ununterbrochene Einblasen von Luft entsteht ein ständiger Luftaustausch. Dieser Umwälzprozess kann in m^3/h angegeben werden. Wegen der Abdichtung nach außen und der zugeführten Luft herrscht in Reinräumen ein geringer Überdruck.

Die Einteilung eines Reinraums erfolgt in verschiedene Klassen. Die Klassen spiegeln die Kontamination der Luft mit Partikeln wieder. Die Reinheitsklasse ist von folgenden Faktoren abhängig:

- Anzahl der Luftwechsel
- Strömungsart der Luft

- Strömungsgeschwindigkeit der Luft
- Menge der am Arbeitsplatz anfallenden Verunreinigungen
- Wechselwirkungen mit benachbarten Arbeitsplätzen
- Qualität der Filter
- Güte der Ausrüstung

In folgender Tabelle sind die Reinraumklassen nach ISO 14644-1 und die zugehörige Anzahl der Partikel je m^3 angegeben:

	Partikel je m^3					
Klasse	0,1 µm	0,2 µm	0,3 µm	0,5 µm	1,0 µm	5,0 µm
ISO 1	10	2				
ISO 2	100	24	10	4		
ISO 3	1.000	237	102	35	8	
ISO 4	10.000	2.370	1.020	352	83	
ISO 5	100.000	23.700	10.200	3.520	832	29
ISO 6	1.000.000	237.000	102.000	35.200	8.320	293
ISO 7				352.000	83.200	2.930
ISO 8				3.520.000	832.000	29.300
ISO 9				35.200.000	8.320.000	293.000

Tabelle 1: Reinraumklassen

Auf dem folgenden Bild kann man einen Eindruck davon bekommen, wie gut die Filteranlagen eines Reinraums sind. Die Anlagen filtern ca. 99,9% der Partikel größer als 0,5µm aus der Luft heraus.

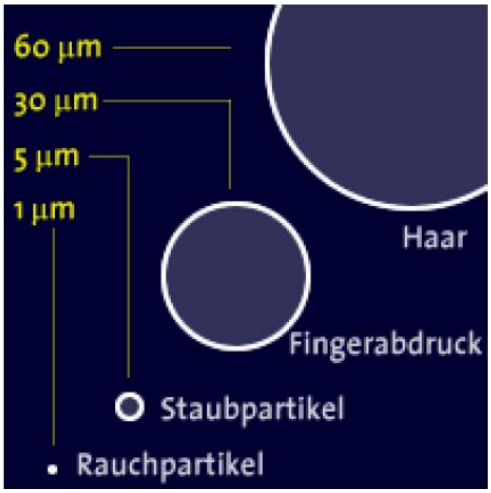


Abbildung 7: Größenvergleich von Partikeln

Um die Luft in Reinräumen nicht mit Partikeln von außen zu verunreinigen, gibt es zahlreiche Maßnahmen. Personen, die einen Reinraum betreten wollen oder Gegenstände, die zugeführt werden, müssen zuerst eine Schleuse passieren. In der Schleuse werden sie von mehreren starken Luftströmen angeblasen um Staubpartikel oder sonstige Fremdpartikel von ihrer Oberfläche zu entfernen. Des Weiteren ist das Tragen von Spezialbekleidung, die den geforderten Reinraumklassen

entsprechen müssen, vorgeschrieben. Je nach Reinheitsklasse sind die zu treffenden Vorkehrungen Zwecks Kleidung und Filteranlagen anzupassen. Umso besser die Klasse, umso aufwendiger und kostspieliger sind die Maßnahmen. Dabei gilt das Motto: Die Reinheitsklasse so gut wie nötig und so schlecht wie möglich auswählen.

14.1.4 Der Reinraum der Hochschule Karlsruhe

Der Reinraum der Hochschule Karlsruhe (siehe Abbildung 8 und Abbildung 9) ist in drei Reinheitsklassen aufgeteilt. Der Großteil des Raumes ist gemäß ISO 7 konzipiert. Des Weiteren gibt es einen abgetrennten Bereich, der gemäß ISO 6 (Reinraumzelle) und zwei kleinere Arbeitsplätze (Laminar-Flow-Box), die gemäß ISO 5 konzipiert sind. In den abgetrennten Bereichen können Arbeiten von besonderer Güte durchgeführt werden, da hier eine kontaminationsärmere Atmosphäre als im restlichen Reinraum herrscht. Es wäre zu kostspielig den kompletten Reinraum gemäß ISO 6 oder ISO 5 zu versehen. In der Klasse ISO 7 kann das Siebdruckverfahren angewendet werden. In der Stufe ISO 6 kann das Flip-Chip-Verfahren und in der Klasse ISO 5 kann das Bond-Verfahren angewendet werden. Der Reinraum der Hochschule hat ein Volumen von 360m^3. Innerhalb einer Stunde wird das Luftvolumen 33-mal ausgetauscht.

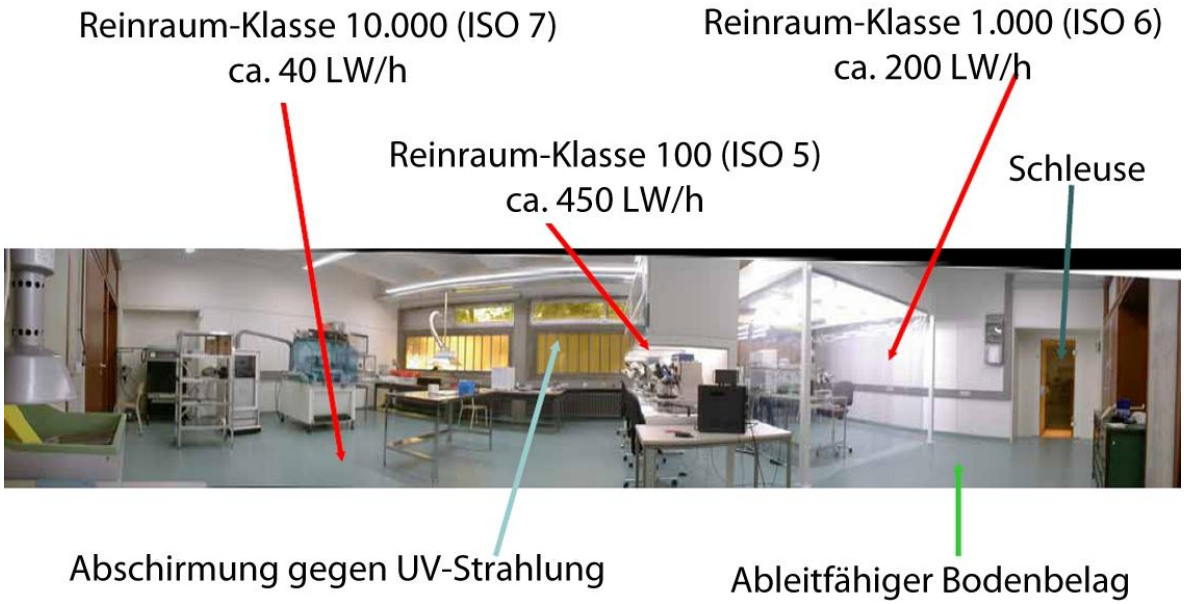


Abbildung 8: Der Reinraum der Hochschule Karlsruhe I

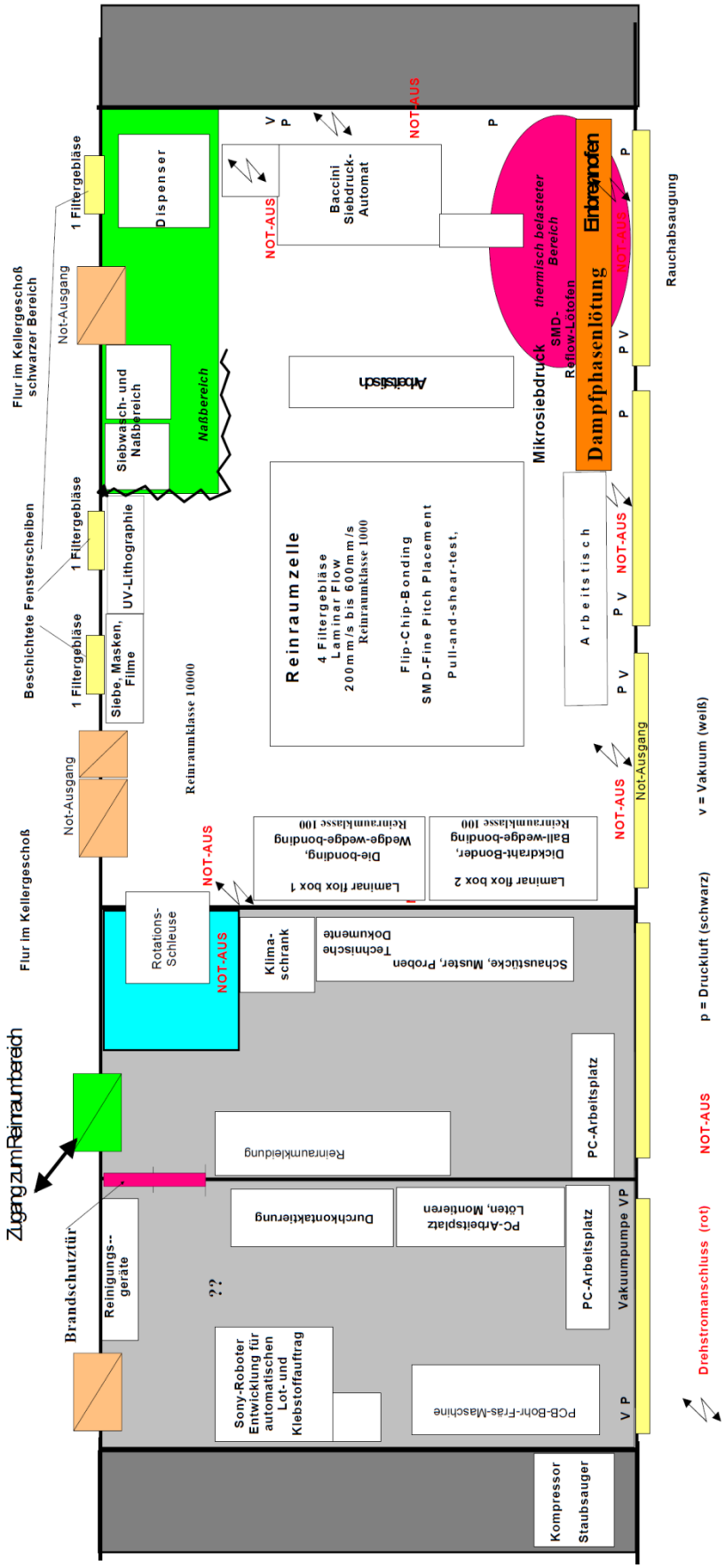


Abbildung 9: Der Reinraum der Hochschule Karlsruhe II

14.2 Fertigungsschritte

14.2.1 Siebdruckschablone erstellen

Zur Herstellung der Siebdruckschablone wurde ein Standardsieb mit einem Aluminiumrahmen benutzt. Die Bezeichnung lautet VA 325 0,030x22,5. Die Abkürzung VA steht für Edelstahl und beschreibt das Material der Drahtbespannung. Die Angabe 325 bedeutet die Anzahl der Drähte pro Zoll. Die Angabe 0,030x22,5 bezieht sich auf den Durchmesser der Drähte in Millimeter und den Winkel in dem das Drahtnetz verwebt ist. Durch Betrachtung des Siebes durch ein Mikroskop hatten wir die Gelegenheit, die gleichmäßige Bespannung zu betrachten. Aus den Angaben des Siebes und der Beobachtung unter dem Mikroskop ist ersichtlich, dass im Fertigungsprozess sehr viel Technologie steckt und es selbst in einem Reinraum hergestellt werden muss.

Abbildung 10: Sieb mit Aluminiumrahmen und Edelstahldrahtbespannung

Abbildung 11: Siebbetrachtung unter dem Mikroskop

Zunächst wurde das Sieb mit einer schäumenden Lösung unter Zuhilfenahme einer Bürste entstaubt und entfettet. Anschließend wurde das Sieb unter klarem Leitungswasser abgewaschen. Auf das Sieb wurde dann eine blaue Emulsionsfolie mit der Bezeichnung UlANO CDF/Matrix – 20 gelegt. Da diese Folie UV-Licht empfindlich ist wurde die Beleuchtung im Reinraum zuvor von Weißlich auf Gelblicht umgeschaltet. Nach dem Auflegen wurde das Sieb mit der Folie für zehn Minuten in einen Ofen mit einer Temperatur von ca. 35-40°C gelegt. Dadurch konnte der dünne Wasserfilm, der durch das Abspülen entstand und nach wie vor das Sieb benetzte, verdunsten, wodurch die Folie am Sieb haftete. Diesen Effekt kann man auch bei Essensresten, die auf einem Teller trocknen beobachten.

Abbildung 12: Ofen

Im Anschluss an den zehnminütigen Trocknungsprozess wurde auf die Emulsionsfolie unser, auf Folie gedrucktes Layout (siehe Abbildung 6, Seite 25) mit der bedruckten Seite nach unten gelegt. Das Layout musste bei der Firma Rauch IT GmbH gedruckt werden. Diese Firma benutzt spezielle Tinte welche keine Transmission von Licht zulässt. Zur Fixierung des Layouts wurde noch eine Glasplatte aufgelegt. Das ganze wurde dann 3:40 Minuten lange unter eine Quecksilberlampe gelegt. Diese Lampe strahlt vier einzelne Wellenlängen, die den Farbbereichen blau, grün rot, und ultraviolett (UV) entsprechen, ab.

Abbildung 13: Sieb unter Quecksilberlampe

An den UV-Licht unzugänglichen Stellen konnte die Emulsionsfolie nicht aushärten und wurde im nächsten Schritte mit Leitungswasser abgewaschen.

Abbildung 14: Sieb bei Abspülvorgang nach UV-Lichtbehandlung

Zur Kontrolle wurde das Ergebnis unter einem Mikroskop begutachtet. Dabei haben wir eine verstopfte Masche im Sieb entdeckt die jedoch keinen Einfluss auf die spätere Funktionalität hat. Des Weiteren wurde festgestellt, dass einige Leiterbahnen, die zwischen den beiden Pads von Widerständen hindurch laufen, nicht mittig sind und dass der Abstand zwischen den Pads auch zu gering ist (Beispiel siehe roter Kasten Abbildung 16). Dies könnte später einen Kurzschluss zur Folge haben.

Abbildung 15: Siebdruckschablone zur Begutachtung unter dem Mikroskop

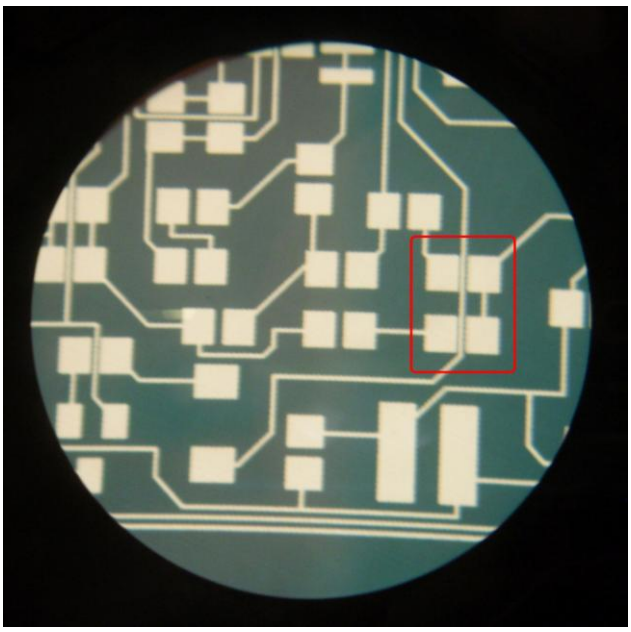


Abbildung 16: Begutachtung unter dem Mikroskop mit möglicher Problemstelle

Leider wurde dieser Fehler bei einem vorherigen Besprechungstermin mit Herrn Dipl.-Ing. (FH) Beck nicht bemerkt. Da der Fehler nicht mehr zu beheben war ohne eine neues Layout zu drucken, was wiederrum einige Tage dauern würde, wurde der Leiterplattenherstellungsprozess fortgeführt, in der Hoffnung, dass die Paste beim Drucken nicht verwischt und es zu keinem Kurzschluss oder einer anderen Fehlfunktion kommt.

Nachdem keine weiteren Fehler oder mögliche Problemstellen gefunden wurden, konnte das Ganze noch einmal im Ofen getrocknet werden.

14.2.2 Druckprozess

Nach Abschluss der Siebdruckschablonenherstellung konnten wir mit dem Druckprozess beginnen. Für die Leiterbahnen und Lötpads wurde eine AG/PT-Leitpaste (Silber/Platin-Leitpaste) mit Lösungsmitteln und Glaspartikeln verwendet. Weitere Pasten, die bei unserem Substrat jedoch nicht zum Einsatz kamen, sind Widerstandspasten und Isolierpasten. Eine wichtige Eigenschaft der Leitpaste ist, dass sie sich bei Druck verflüssigt (niedrige Viskosität) und ohne Druck (hohe Viskosität) verfestigt. Dieses Verhalten wird als Thixotropie bezeichnet.

Zuerst wurde das Sieb in die Siebdruckmaschine eingespannt.

Abbildung 17: Siebdruckmaschine

Nebenher wurden zwei Substrate mit handelsüblicher, selbstklebender Folie beklebt. Sie dienen zur Durchführung eines Probedruckes. Diese Substrate wurden dann auf die Beförderungseinrichtung der Siebdruckmaschine gelegt und in die Maschine eingefahren. Danach wurde in die Siebdruckmaschine ein Druckrakel und ein Flutrakel zur Verteilung der Leitpaste eingespannt.

Abbildung 18: Druckrakel

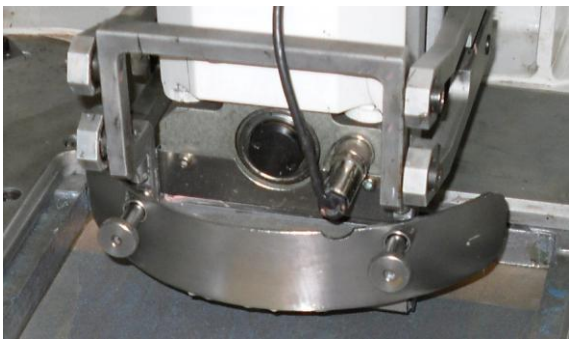


Abbildung 19: Flutrakel

Anschließend wurde die Siebdruckmaschine nach Erfahrungswerten von Herr Dipl.-Ing. (FH) Beck eingestellt. Dazu wurde mit Hilfe zweier Monitore (siehe Abbildung 20) das zu bedruckende Substrat, anhand von Passermarken, ausgerichtet. Des Weiteren wurde der Abstand zwischen dem Rakel und dem Sieb sowie die Geschwindigkeit des Rakels eingestellt (siehe LED-Anzeige Abbildung 20; links Abstand, rechts Geschwindigkeit). Zum Schluss wurde noch die Kraft eingestellt mit der das Rakel auf das Sieb drückt (siehe Abbildung 21).

Abbildung 20: Monitore und LED-Anzeige

Abbildung 21: Anzeige für Rakeldruckkraft

Nun konnte die Leiterpaste auf das Sieb aufgebracht werden und die beiden Probedrucke durchgeführt werden.

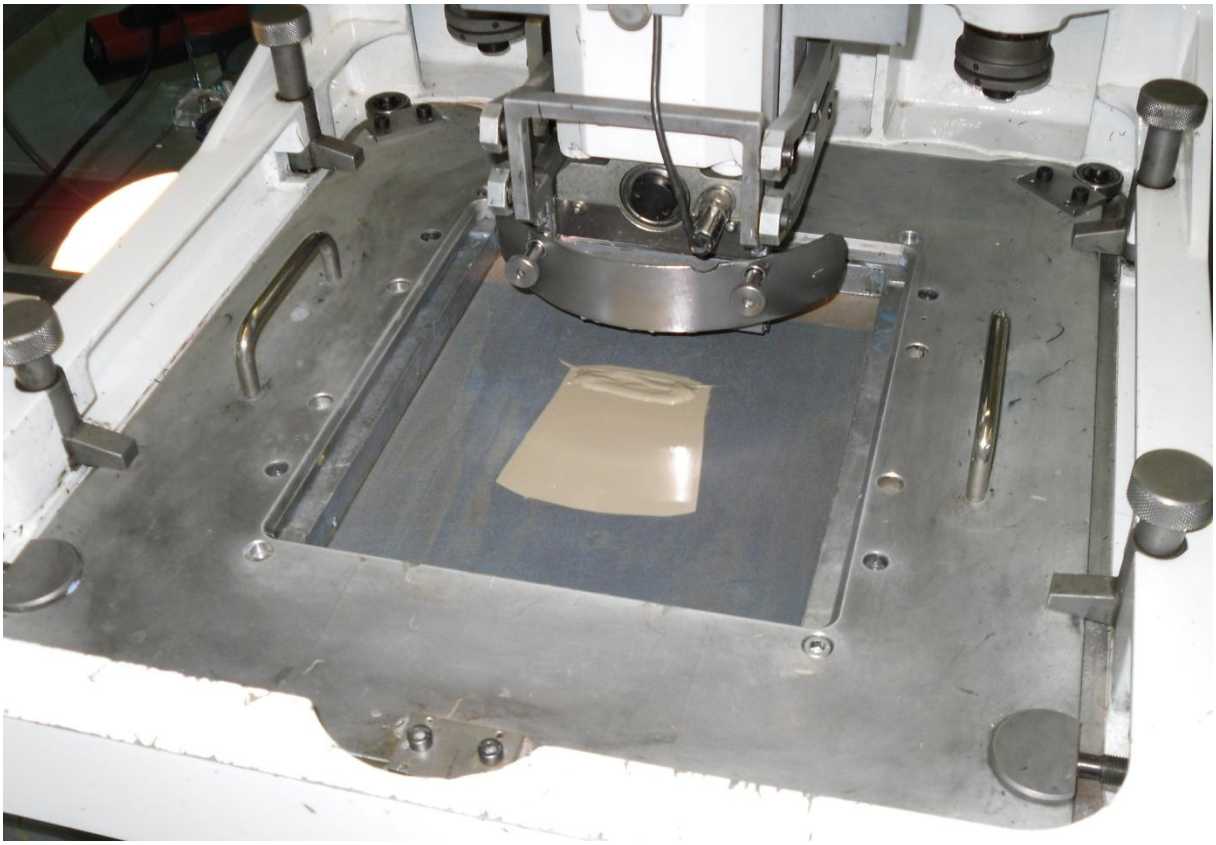


Abbildung 22: Druckvorgang

Die Probedrucke waren, wie zu erwarten, an den Problemstellen (siehe Abbildung 16, Seite 33) fehlerhaft. Da jedoch die Möglichkeit bestand, dass die richtigen Drucke besser würden und sich die Fehler unter Umständen beheben lassen, wurden noch zwei weitere Substrate ohne Folie bedruckt. Auch bei diesen Drucken verlief die Leitpaste leider unter den Widerständen was zu Kurzschlüssen oder anderen Fehlfunktionen führen könnte (siehe roter Kasten Abbildung 24).

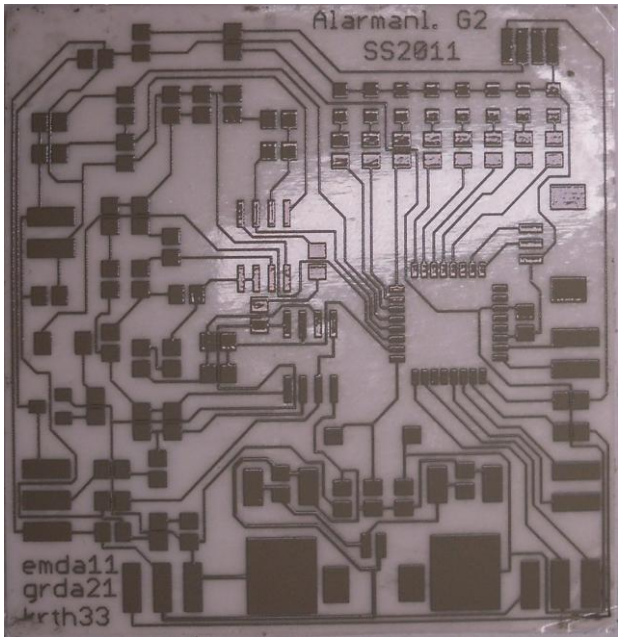


Abbildung 23: Substrat ohne Folie

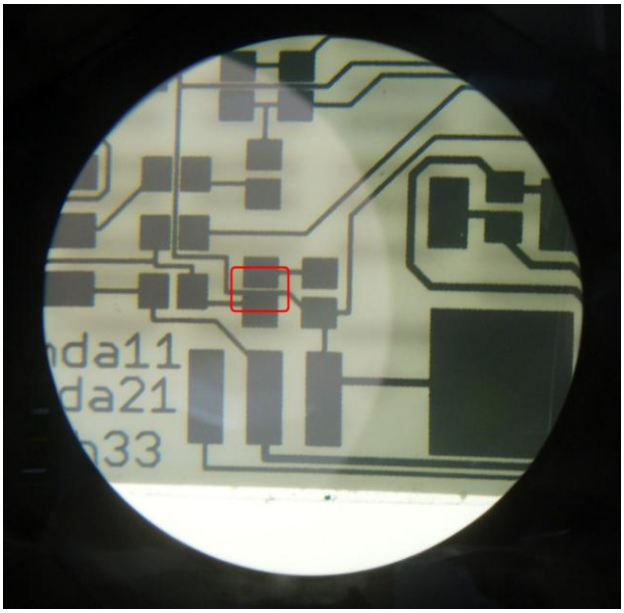


Abbildung 24: Substrat ohne Folie mit Kurzschluss

14.2.3 Versuch zur Fehlerbehebung

Auf Anraten von Herrn Dipl.-Ing. (FH) Beck sollten wir versuchen mit Hilfe eines Zahnstochers und des Die-Bonders die Kurzschlüsse zu beseitigen.

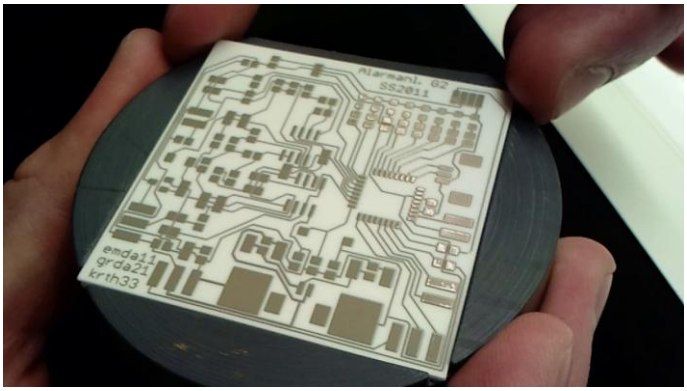


Abbildung 25: Substrat in Die-Bonder eingelegt

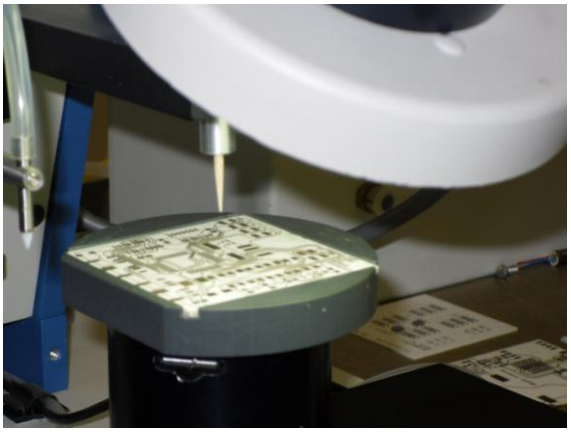


Abbildung 26: Substrat unter dem Die-Bonder mit eingespanntem Zahnstocher

Abbildung 27: Versuch eine fehlerhafte Verbindung mit dem Die-Bonder zu beseitigen

Leider führte der Versuch die Kurzschlüsse zu beseitigen nicht zum Erfolg da der Zahnstocher die Paste nur verschmierte und es dazu zu weiteren Fehlern kam. Hier wird deutlich, dass man irgendwann an die Grenzen des Machbaren mit einer vorhandenen Technologie stößt.

In Absprache mit Prof. Dipl.-Wirtsch.-Ing. F. J. Neff wurde der Abgabetermin der Dokumentation vom 01.07.2011 auf den 22.07.2011 verschoben. Daraufhin wurde das Layout verbessert woraufhin Herr Dipl.-Ing. (FH) Beck ein neu gedrucktes Layout bestellte und die Platine im Reinraum für uns anfertigte.

14.2.4 Brennvorgang

Das fertige Substrat wurde nach dem Druckvorgang ca. zehn Minuten liegen gelassen damit aus der Leitpaste die Lösungsmittel ausdampfen konnten. Diesen Prozess nennt man Leveling. Anschließend wurde das bedruckte Substrat in einen Ofen gelegt.

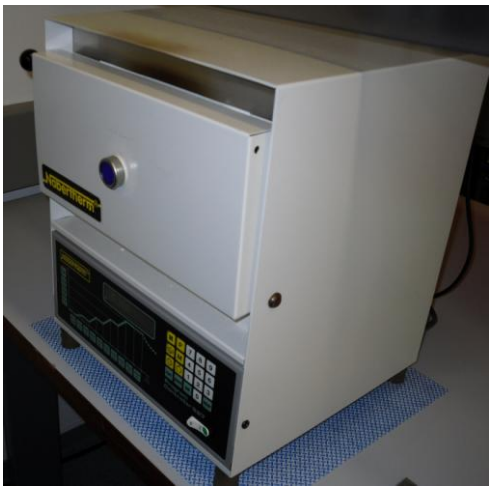


Abbildung 28: Brennofen

Abbildung 29: Substrate vorbereitet für den Brennvorgang

Mit dem Ofen ist es möglich verschiedene Temperaturverläufe und Temperaturplateaus zu fahren.

Abbildung 30: Bedienpult des Brennofens

Für unsere Anwendung wurden nur zwei Temperaturplateaus benötigt. Zuerst wurde für ca. zehn Minuten eine Temperatur von 120°C gehalten damit die schwer flüchtigen Lösungsmittel aus der

Leitpaste ausdampfen konnten. Anschließend wurde eine Temperatur von 850°C für einige Stunden angefahren. Dabei wird das Silber in der Paste flüssig und die Leiterbahnen brennen ein.

14.2.5 Bestückung

Nachdem Herr Dipl.-Ing. (FH) Beck das neue Layout erhalten hat und daraufhin zwei neue Substrate für uns fertig gestellt hatte konnten wir beginnen, mit Hilfe einer Bestückungsmaschine, unser Substrat zu bestücken.

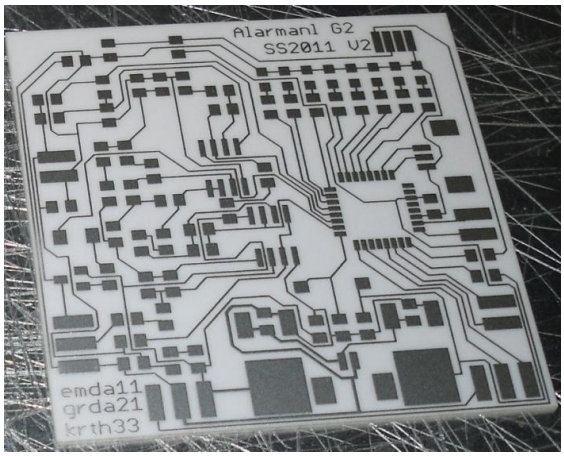


Abbildung 31: Fertiges unbestücktes Substrat

Abbildung 32: Bestückungsmaschine

Zunächst musste dazu SnPbAg-Lötpaste (Zinn-Blei-Silber-Lötpaste) mit der Bestückungsmaschine auf die vorhandenen Pads aufgebracht werden. Um etwas Übung zu erhalten machten wir erst einige Versuche auf einem fehlerhaften Substrat. Als wir uns in der Lage fühlten die Lötpaste sauber auf die Lötpads aufzubringen und wir auch geübt hatten Bauteile aufzubringen, begannen wir Lötpaste auf das richtige Substrat aufzubringen.

Abbildung 33: Lötpaste

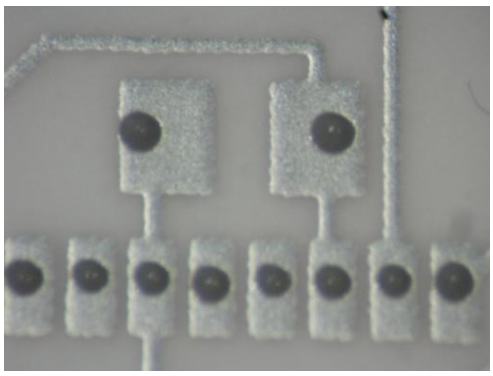


Abbildung 34: Lötpaste auf Pads (Nahaufnahme)

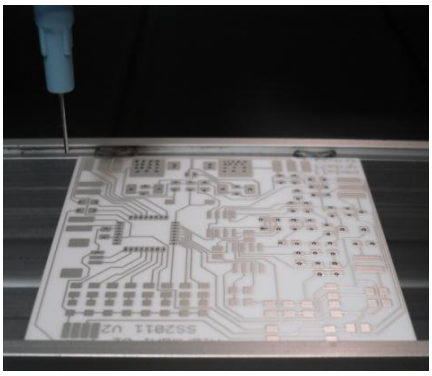


Abbildung 35: Lodpaste auf Pads

Anschließend konnten wir beginnen, das Substrat mit allen reflowlötbaren Bauteilen zu bestücken. Dazu wurden die Bauteile aus kleinen Kästchen, in welche sie zuvor einsortiert wurden, mit einem kleinen Vakuumsauger der Bestückungsmaschine angesaugt. Die angesaugten Bauteile wurden anschließend, unter Zuhilfenahme eines Mikroskops, auf den dafür vorgesehen Pads auf dem Substrat positioniert und abgesetzt.

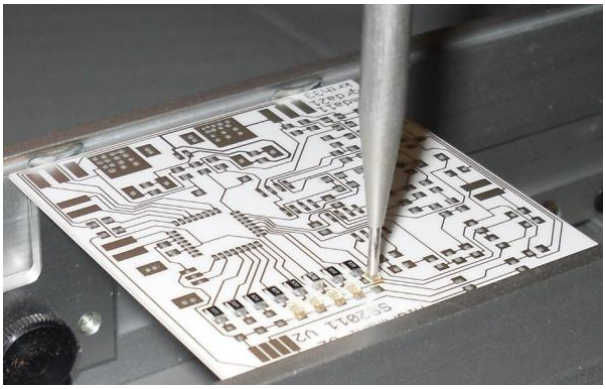


Abbildung 36: Bestückungsvorgang eines Widerstandes

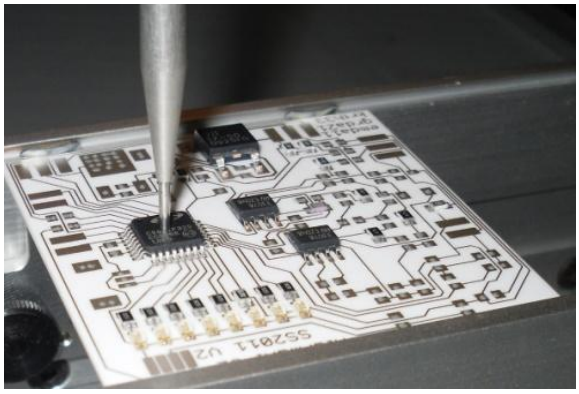


Abbildung 37: Bestückungsvorgang des Mikrocontrollers

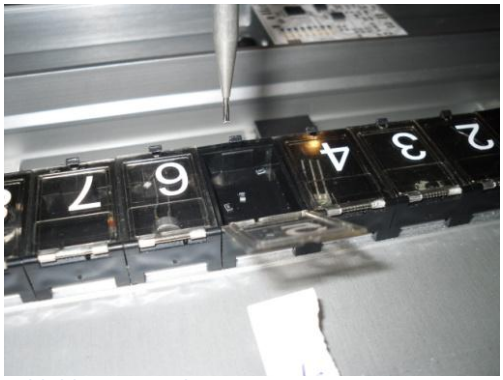


Abbildung 38: Vakuumsauger mit angesaugtem Bauteil

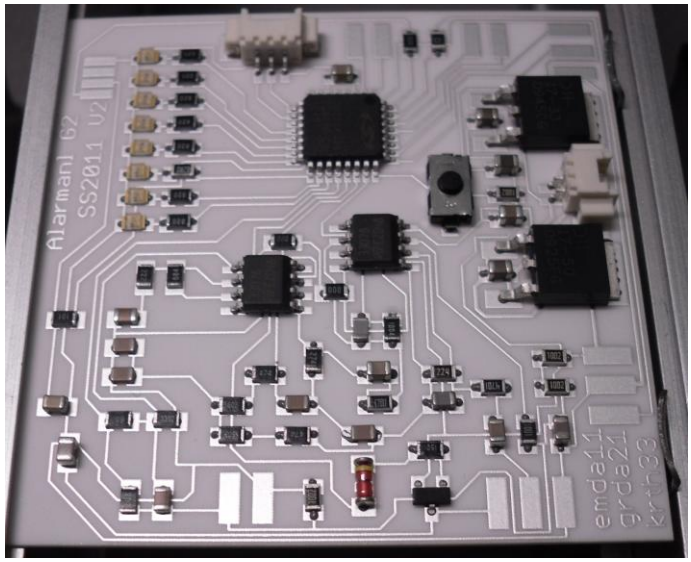


Abbildung 39: Mit reflowlötbaren Bauteilen bestücktes Substrat

Nachdem der Bestückungsvorgang beendet war, wurde das bestückte Substrat für ca. zehn Minuten in einen Reflowlötofen bei 210°C gelegt.

Abbildung 40: Reflowlötofen

Nach Abschluss des Reflow-Lötvorgangs wurden noch der Infrarotempfänger, der Helligkeitssensor, das Mikrofon und der Radarsensor von Hand auf das Substrat aufgelötet.

15 Gesamtsystem

Nachfolgend ist das Gesamtsystem vollständig mit allen Komponenten und Sensoren bestückt, dargestellt.

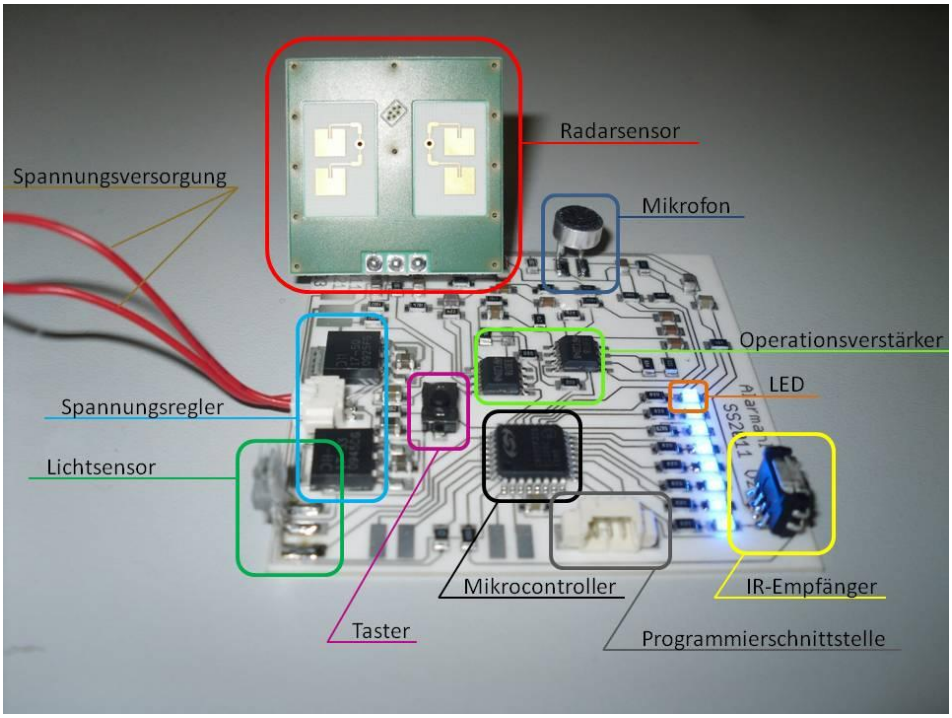


Abbildung 41: Gesamtsystem mit Komponenten

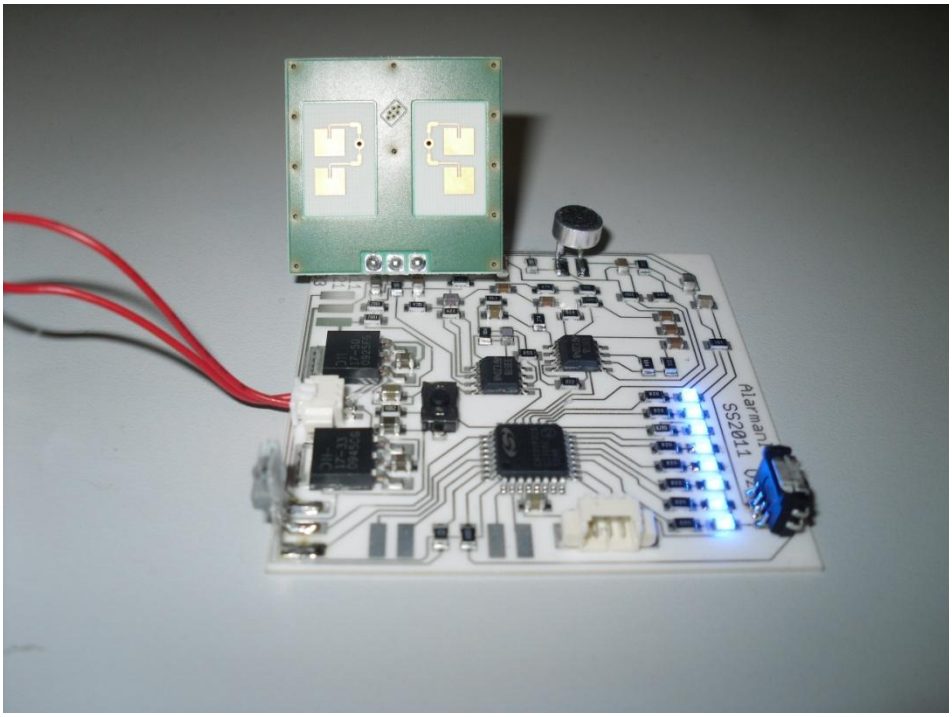


Abbildung 42: Gesamtsystem

16 Erstinbetriebnahme durch Entwicklungsteam

Für die Inbetriebnahme des Alarmsytems wurde eine 9V-Blockbatterie als Spannungsversorgung verwendet. Über einen Toolstick-Adapter konnte der von uns verwendete Mikrocontroller F320 mit dem Assemblerprogramm programmiert werden. Im ersten Schritt wurde versucht den Mikrocontroller über die Programmierschnittstelle zu programmieren. Dazu wurde ein kleines Testprogramm erstellt mit dem man gleichzeitig die LED`s austesten konnte. Anschließend wurde der Taster auf Funktionsfähigkeit überprüft indem der Eingangsport des Mikrocontrollers abgefragt wurde. Daraufhin wurden die einzelnen Sensoren nach und nach in Betrieb genommen und auf Funktionstüchtigkeit überprüft. Zuletzt wurden alle Sensoren kalibriert und die finale Software, die alle Betriebsfunktionen beinhaltet, aufgespielt und ausgetestet.

17 Probleme

Viele Fehlerquellen, zum Beispiel Dimensionierungsfehler oder fehlerhafte Beschaltungen der Komponenten konnten wir durch folgende Maßnahmen im Voraus erfolgreich verhindern: Nach Auswahl, Bestellung und Lieferung der Sensoren wurden diese durch geeignete Bauteile beschaltet. Die Dimensionierung dieser Bauteile wurde mit der Simulationssoftware PSpice überprüft, bevor ein realer Aufbau auf einem Steckbrett erfolgte. Nach vielversprechenden Versuchen auf dem Steckbrett wurde dann schließlich das Layout für das Substrat erstellt.

Während der ersten Inbetriebnahme sind jedoch trotz der zuvor beschrieben Vorgehensweise einig Probleme in Erscheinung getreten. Zunächst wollten wir das Gesamtsystem auf Funktion überprüfen was allerdings nicht auf Anhieb funktionierte. Daraufhin haben wir das Gesamtsystem in einzelnen Funktionalitäten aufgeteilt und diese separat getestet.

Hierbei stellten wir fest, dass der Radarsensor und das Mikrofon sich gegenseitig beeinflussten. Sobald der Radarsensor zwecks Stromsparmaßnahmen abgeschaltet wurde löste das Mikrofon einen Alarm aus. Vermutlich erfolgte dies durch eine Spannungsspitze. Mit dem Radarsensor traten noch weiter Probleme auf. Das zu erwartende Signal was zuvor auf dem Steckbrett nachgewiesen wurde stellte sich bei einer Bewegung eines Körpers vor dem Radarsensor nicht ein. Der Grund hierfür liegt vermutlich in der Ausrichtung des Sensors, der in die Schaltungsrichtung orientiert ist. Dabei beeinflussen die ausgesandten Radarstrahlen die Operationsverstärker und es entstand eine Rückkopplung des verstärkten Signals. Auch wenn die Schaltung zuvor schon auf dem Steckbrett aufgebaut wurde konnte die gegenseitige Beeinflussung tatsächlich erst am fertigen Gesamtsystem beobachtet werden, da hier die Bauteilanordnung viel kompakter ist und die Leiterbahnen viel dünner sowie anders angeordnet sind. Die beschrieben Probleme mit dem Radarsensor konnten durch in die Software zusätzlich eingebaute Filter vollständig behoben werden.

Desweitern ergab sich noch einen Layoutfehler in der Schaltung, bei dem aus Unachtsamkeit zwei Leitungen fälschlicherweise in dem Programm EAGLE, mit welchem das Layout erstellt wurde, gleich benannt und dadurch miteinander verbunden wurden. Dadurch arbeiteten die Operationsverstärker des Radarsensors nicht richtig. Dieser Fehler wurde erst bei der Inbetriebnahme bemerkt. Die zusätzliche Verbindung musste mittels einer Diamantscheibe und einem Drehmel aufgetrennt werden.

Neben den zuvor beschriebenen Problemen sind bei der ersten Inbetriebnahme kleinere Softwarebugs aufgetreten, die aber durch angestellte Überlegungen schnell und problemlos behoben werden konnten.

18 Bedienungsanleitung

Zur Inbetriebnahme des Alarmsystems muss es lediglich über den zwei-poligen MOLEX-Steckverbinder an eine Spannungsquelle mit einer Spannung zwischen 6V und 18V angeschlossen werden. Die Spannungsquelle sollte dabei einen Strom von mindestens 100mA liefern können.

Dabei ist darauf ist zu achten, dass der linke Pin des MOLEX-Steckers „+“ (siehe rote Markierung Abbildung 43) und der rechte Pin „GND“ (siehe schwarze Markierung Abbildung 43) ist.

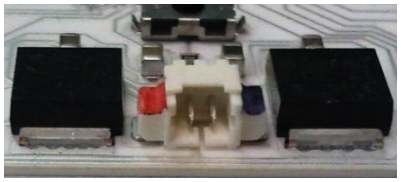


Abbildung 43: Spannungsversorgung

Nach dem Anschließen an die Spannungsversorgung befindet sich das Alarmsystem im Pausemodus. Dieser Zustand wird durch das Blinken der beiden äußeren LEDs signalisiert. Man hat jetzt die Möglichkeit das Alarmsystem in den Überwachungsmodus zu schalten, dabei werden die Standard-einstellungen (Werkseinstellungen) für die Sensoren verwendet, oder die Sensoren zu konfigurieren.

Um einen Sensor zu konfigurieren, muss man diesen zunächst auswählen. Dazu dienen die vier Tasten der Fernbedienung, die mit Symbolen „CD1“ bis „CD4“ beschriftet sind (siehe Abbildung 44, Seite 45, blau markiert). Dabei gilt folgende Zuordnung:

CD1 = Radarsensor

CD2 = Taster

CD3 = Mikrofon

CD4 = Helligkeitssensor

Wird ein Sensor angewählt, wechseln die LEDs in den Modus bei dem angezeigt wird welche Sensoren im Überwachungsmodus verwendet werden, und somit Alarm auslösen können. Durch wiederholtes drücken der gleichen Sensorauswahltaste kann man den Sensor ein- und wieder aus-schalten.

Erfolgt keine weitere Eingabe durch den Benutzer, wechseln die LEDs automatisch in den Modus bei dem der aktuelle Sensorwert angezeigt wird. Die Anzeige wird dabei kontinuierlich aktualisiert.

Durch drücken der Hoch-/Runtertaste (siehe Abbildung 44, Seite 45, rot markiert) wechselt die Anzeige in den Modus zum Einstellen des Schwellwertes der überschritten werden muss, um einen Alarm auszulösen. Erfolgt auch hier vom Benutzer keine weitere Eingabe, wechselt die Ansicht wieder auf den aktuellen Sensorwert.

Durch drücken der On-Taste (siehe Abbildung 44, Seite 45, grün markiert) wird die Konfiguration des Sensors verlassen und man befindet sich wieder im Pausemodus. Von hier aus hat man die Möglichkeit weitere Sensoren zu konfigurieren.

Wird im Pausemodus die On-Taste gedrückt, wechselt das System in den Überwachungsmodus. Die LEDs leuchten dabei zu den Zeitpunkten auf, an denen der jeweilige Sensor abgetastet wird. Wird ein Alarm ausgelöst, der durch das Blinken aller LEDs angezeigt wird, kann man durch erneutes Drücken der On-Taste wieder in den Pausemodus wechseln und damit den Alarm beenden. Der Wechsel in den Pauemodus ist auch ohne auslösen des Alarms möglich.

Zum Ausschalten des Systems muss sich das Alarmsystem im Pausemodus befinden. Im Anschluss daran kann das System durch ziehen des zwei-poligen MOLEX-Steckverbinders ausgeschaltet werden.

Abbildung 44: Fernbedienung

Anmerkung: Beim Taster ist der Sensorschwellwert nicht einstellbar. Weiterhin entspricht beim Radarsensor der Schwellwert nicht dem Ausschlag des Sensors, sondern wird intern weiter verarbeitet. Ein kleinerer Schwellwert löst den Alarm dabei immer früher aus.

19 Verbesserungen

Während der Entwicklung und Umsetzung unseres Alarmsystems sind uns folgende Verbesserungsmöglichkeiten, die aus Zeitgründen leider nicht mehr umgesetzt werden konnten, eingefallen:

- Aufzeichnung des vom Mikrofon aufgenommen Tones wenn ein Alarm ausgelöst wurde (ein zusätzliches Speichermedium ist dazu notwendig)
- Ausnutzung der restlichen freien Pins des Mikrocontrollers durch Anbringen zusätzlicher Sensoren (Gaswarnsensor, Drucksensor, usw.)
- Ausnutzung der restlichen freien Pins des Mikrocontrollers durch Anbringen eines Lautsprechers/Sirene und/oder einer Signallampe zur zusätzlichen Signalisierung eines ausgelösten Alarms
- Anbringung von Schnittstellen für die Kommunikation mit anderen Alarmsystemmodulen und/oder externen Sensoren (Glasbruchsensoren und/oder Lichtschranken an Türen und Fenstern)
- Gehäuse um das Alarmsystem zum Schutz der Elektronik
- Alle Sensoren nebeneinander auf einer Kante des Substrats anbringen
- Um noch mehr Strom zu sparen könnte man die Operationsverstärker über den Mikrocontroller versorgen und sie somit im zu-/abschalten wenn sie benötigt werden
- Radarsensor so positionieren, dass er nicht in die Schaltung einstrahlt und Störungen verursachen kann
- Weitere Maßnahmen um Energie zu sparen bis hin zur autarken Energieversorgung zum Beispiel durch Energy Harvesting

20 Fazit

Das Hybride Integration Labor das wir bei Herrn Prof. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Neff absolvierten machte uns trotz oder gerade wegen der Komplexität unseres Alarmsystems sehr viel Freude. Man konnte das aus den vorherigen Semestern, in vielen verschiedenen Vorlesungen theoretisch erlernte Fachwissen miteinander verknüpfen und in die Praxis umsetzen. Dabei stellten wir fest, dass die Praxis nicht immer der Theorie entspricht.

Am spannendsten empfanden wir die Inbetriebnahme, bei welcher ersichtlich wurde, ob alles funktionierte und sich das zu erwartende Ergebnis tatsächlich einstellte. Wie jedoch angesichts der Komplexität des Alarmsystems fast schon zu erwarten war, ergab sich die vollständige Funktionalität nicht unmittelbar nach der ersten Inbetriebnahme sondern erst nach einigen Anpassungen.

Schlussendlich konnte das Gesamtsystem mit den geforderten sowie den von uns zusätzlich gewünschten Funktionen erfolgreich in Betrieb genommen und bei Herrn Dipl.-Ing. (FH) B. Beck präsentiert bzw. vorgeführt werden. Darauf sind wir sehr stolz.

Ein Video des Gesamtsystems in dem die Funktionen der Sensoren sowie einige Einstellungsmöglichkeiten zu sehen sind, ist im Internet unter http://www.youtube.com/watch?v=DDUtWFHE0CE&HD=1 zu finden.

21 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Gruppenfoto (v. l.: Daniel Grötzinger, Daniel Emelius, Thomas Kristof) 7
Abbildung 2: Secvest IP - Basis Set (FUAA10020) 8
Abbildung 3: Drahtlose Mini-Alarmanlage mit Telefonwahlgerät 11
Abbildung 4: HomeGuard™ (MS8000) und Fernbedienung (KR 21E) 13
Abbildung 5: MCU ToolStick-Adapter mit Verbindungskabel Adapter-Substrat 20
Abbildung 6: Leiterplattenlayout 25
Abbildung 7: Größenvergleich von Partikeln 28
Abbildung 8: Der Reinraum der Hochschule Karlsruhe I 29
Abbildung 9: Der Reinraum der Hochschule Karlsruhe II 30
Abbildung 10: Sieb mit Aluminiumrahmen und Edelstahldrahtbespannung 31
Abbildung 11: Siebbetrachtung unter dem Mikroskop 31
Abbildung 12: Ofen 31
Abbildung 13: Sieb unter Quecksilberlampe 32
Abbildung 14: Sieb bei Abspülvorgang nach UV-Lichtbehandlung 32
Abbildung 15: Siebdruckschablone zur Begutachtung unter dem Mikroskop 33
Abbildung 16: Begutachtung unter dem Mikroskop mit möglicher Problemstelle 33
Abbildung 17: Siebdruckmaschine 34
Abbildung 18: Druckrakel 34
Abbildung 19: Flutrakel 34
Abbildung 20: Monitore und LED-Anzeige 35
Abbildung 21: Anzeige für Rakeldruckkraft 35
Abbildung 22: Druckvorgang 36
Abbildung 23: Substrat ohne Folie 36
Abbildung 24: Substrat ohne Folie mit Kurzschluss 37
Abbildung 25: Substrat in Die-Bonder eingelegt 37
Abbildung 26: Substrat unter dem Die-Bonder mit eingespanntem Zahnstocher 37
Abbildung 27: Versuch eine fehlerhafte Verbindung mit dem Die-Bonder zu beseitigen 37
Abbildung 28: Brennofen 38
Abbildung 29: Substrate vorbereitet für den Brennvorgang 38
Abbildung 30: Bedienpult des Brennofens 38
Abbildung 31: Fertiges unbestücktes Substrat 39
Abbildung 32: Bestückungsmaschine 39
Abbildung 33: Lötpaste 39
Abbildung 34: Lötpaste auf Pads (Nahaufnahme) 39
Abbildung 35: Lodpaste auf Pads 39
Abbildung 36: Bestückungsvorgang eines Widerstandes 40
Abbildung 37: Bestückungsvorgang des Mikrocontrollers 40
Abbildung 38: Vakuumsauger mit angesaugtem Bauteil 40
Abbildung 39: Mit reflowlötbaren Bauteilen bestücktes Substrat 40
Abbildung 40: Reflowlötofen 40
Abbildung 41: Gesamtsystem mit Komponenten 41
Abbildung 42: Gesamtsystem 41

Abbildung 43: Spannungsversorgung 44
Abbildung 44: Fernbedienung 45

21.1 Quellennachweis der Abbildungen

Anmerkung: Die hier nicht aufgeführten Abbildungen wurden von uns selbst fotografiert oder erstellt.

- Abbildung 2: Secvest IP - Basis Set (FUAA10020):

  http://www.alarm-technik.eu/funkalarmanlagen/secvest-ip/secvest-ip_basis-set_fuaa10020.php

- Abbildung 3: Drahtlose Mini-Alarmanlage mit Telefonwahlgerät:

  http://www.conrad.de/ce/de/product/750440/Minialarmanlage-mit-Telefonwahlgeraet/0801048&ref=list

- Abbildung 4: HomeGuard™ (MS8000) und Fernbedienung (KR 21E):

  http://www.marmitek.com/de/produkt-details/home-automation-security/x-10-security/homeguard.php

- Abbildung 7: Größenvergleich:

  Größenvergleich: aus Skript Reinraumtechnik, Prof. Dipl.-Wirtsch.-Ing. F. J. Neff, S.20

- Abbildung 8: Der Reinraum der Hochschule Karlsruhe I:

  Der Reinraum der Hochschule Karlsruhe: aus Skript Reinraumtechnik, Prof. Dipl.-Wirtsch.-Ing. F. J. Neff, S.121

- Abbildung 9: Der Reinraum der Hochschule Karlsruhe II:

  Der Reinraum der Hochschule Karlsruhe: aus Skript Reinraumtechnik, Prof. Dipl.-Wirtsch.-Ing. F. J. Neff, S.57

22 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Reinraumklassen 28

22.1 Quellennachweis der Tabellen

Anmerkung: Die hier nicht aufgeführten Tabellen wurden von uns selbst erstellt.

- Tabelle 1: Reinraumklassen

  http://de.wikipedia.org/wiki/Reinraum

23 Literaturverzeichnis

alarm-technik.eu. (kein Datum). Abgerufen am 15. 06 2011 von http://www.alarm-technik.eu/funkalarmanlagen/secvest-ip/secvest-ip_basis-set_fuaa10020.php

Commander-pirx. (kein Datum). *WIKIPEDIA*. Abgerufen am 15. 06 2011 von http://de.wikipedia.org/wiki/Reinraum

CONRAD. (kein Datum). Abgerufen am 15. 06 2011 von http://www.conrad.de/ce/de/product/750440/Minialarmanlage-mit-Telefonwahlgeraet/0801048&ref=list

Friedmann Völklein, T. Z. (2006). *Praxiswissen Mikrosystemtecknik* (2., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage Ausg.). Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag / GMV Fachverlage GmbH.

Gail, L. (2004). *Reinraumtechnik* (2., überarb. und erw. Aufl. Ausg.). Berlin; Heidelberg: Springer.

MARMITEK. (kein Datum). Abgerufen am 15. 06 2011 von • http://www.marmitek.com/de/produkt-details/home-automation-security/x-10-security/homeguard.php

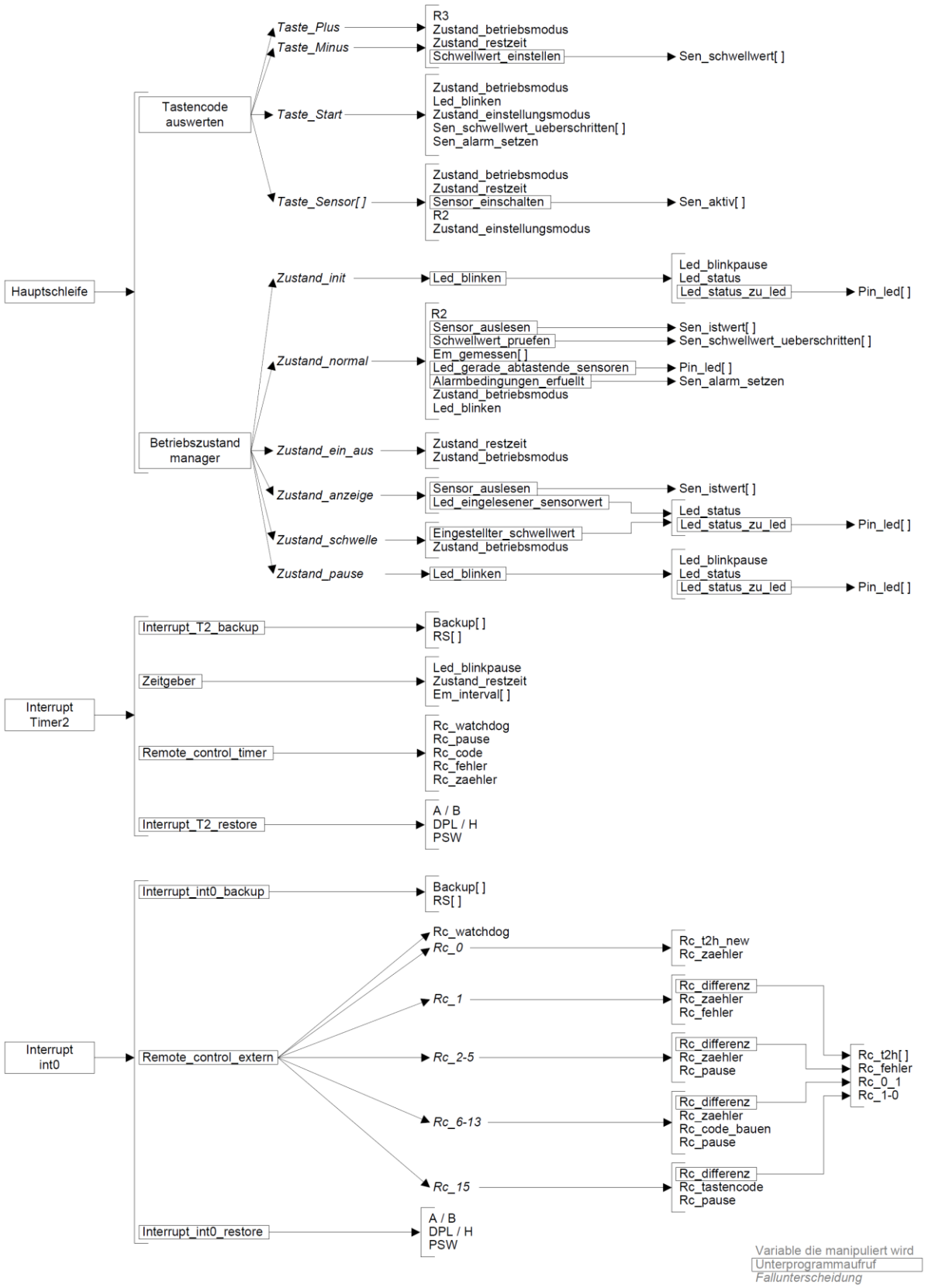
Neff, P. D.-W.-I. (01. 09 2003). Manuskript zur Seminarveranstaltung "Reinraumtechnik". Karlsruhe.

Whyte, W. (2001). *Cleanroom Technology.* Chichester: Wiley.

24 Anhang

24.1 Stückliste (ausführlich)

Stückliste, Gruppe: Alarmanlage-Sensoren (Stand: 22.06.2011)

Position	Anzahl	Bauteil	Wert	Artikelnr.	Herstellernr.	Versandt	Preis	Summe
1	1	Mikrocontroller Silicon Lab F320		9685928	C8051F320-GQ	Farnell	6,140 €	6,14 €
2	1	MULTICOMP - DTSM-32S-B - TASTSCHALTER, SPNO, SMD		9471898	DTSM-32S-B	Farnell	0,523 €	0,52 €
3	1	KINGSTATE - KECG2740PBJ - MICROPHONE, MINIATURE, ELECTRET		1299885	KECG2740PBJ	Farnell	1,820 €	1,82 €
4	1	Radar Bewegungsmelder CON-RSM1700		502371 - 62	RSM-1700	Conrad	12,980 €	12,98 €
5	1	TAOS - TSL250R-LF - PHOTODIODE, SENSOR		1182346	TSL250R-LF	Farnell	4,450 €	4,45 €
6	1	IR-Empfänger	38kHz	1612509	TSOP6138TR	Farnell	1,360 €	1,36 €
7	1	RRMCGA101AWSA FERNBEDIENUNG		#9509438		RAL	44,300 €	44,30 €
8	8	MULTICOMP - OVS-0803 - LED 0805 SUPER BRIGHT BLAU		1716765	OVS-0803	Farnell	0,220 €	1,76 €
9	1	MOLEX - 53261-0271 - STECKERLEISTE MICRO SMT 90GRAD 2POL		1125373	53261-0271	Farnell	1,260 €	1,26 €
10	1	MOLEX - 355070200 - BUCHSE, 2 POL.		7571550	355070200	Farnell	0,154 €	0,15 €
11	1	MOLEX - 53261-0371 - STECKERLEISTE MICRO SMT 90GRAD 3POL		1125359	53261-0371	Farnell	1,450 €	1,45 €
12	1	MOLEX - 355070300 - BUCHSE, 3 POL.		7571569	355070300	Farnell	0,173 €	0,17 €
13	1	AVX - 08051A151JAT2A - KONDENSATOR, MLCC, 0805, 100V, 150PF	150pF	1740658	08051A151JAT2A	Farnell	0,087 €	0,09 €
14	1	YAGEO (PHYCOMP) - CC0805KRX7R9BB681 - KONDENSATOR, 0805, 680PF, 50V	680pF	3019860	CC0805KRX7R9BB681	Farnell	0,064 €	0,06 €
15	4	MULTICOMP - A0805C330JCT - KONDENSATOR, 0805, 33PF, 100V	3,3nF	9406255	A0805C330JCT	Farnell	0,069 €	0,28 €
16	1	AVX - 08051C104K4T2A - KONDENSATOR,0805,X7R,100V,100NF	100nF	1833888	08051C104K4T2A	Farnell	0,157 €	0,16 €
17	2	KEMET - C0805C684K3NACTU - CAPACITOR, 680NF, 25V, 0805	680nF	1414702	C0805C684K3NACTU	Farnell	0,310 €	0,62 €
18	2	KEMET - C0805C155Z4VACTU - CAPACITOR CERAMIC, 1.5UF, 16V, Y5V, 0805	1,5µF	1167817	C0805C155Z4VACTU	Farnell	0,210 €	0,42 €
19	1	AVX - 0805ZC475KAT2A - KONDENSATOR,0805,X7R,10V,4.7UF	4,7µF	1833814	0805ZC475KAT2A	Farnell	0,197 €	0,20 €
20	2	SMD-Vielschichtkondensator G0805 - 10µF 16V	10µF	X5R-G0805 10/16	GRM21BR61C106KE15L	Reichelt	0,060 €	0,12 €
21	3	SMD-Vielschichtkondensator G0805 - 22µF 6,3V	22µF	X5R-G0805 22/6	GRM21BR60J226ME39L	Reichelt	0,070 €	0,21 €
22	4	MULTICOMP - MC 0.1W 0805 0R - WIDERSTAND, 0805 0R0	0Ω	9333681	MC 0.1W 0805 0R	Farnell	0,034 €	0,14 €
23	8	VISHAY DRALORIC - CRCW080582R0FKEAHP - WIDERSTAND, 0805, 1%, 82R0	82Ω	1738945	CRCW080582R0FKEAHP	Farnell	0,056 €	0,45 €
24	1	VISHAY DRALORIC - CRCW0805100RFKEAHP - WIDERSTAND, 0805, 1%, 100R	100Ω	1738946	CRCW0805100RFKEAHP	Farnell	0,056 €	0,06 €
25	1	MULTICOMP - MC 0.1W 0805 1% 1K - WIDERSTAND, 0805 1K	1kΩ	9332383	MC 0.1W 0805 1% 1K	Farnell	0,034 €	0,03 €
26	1	MULTICOMP - MC 0.1W 0805 1% 1K5 - WIDERSTAND, 0805 1K5	1,5kΩ	9332600	MC 0.1W 0805 1% 1K5	Farnell	0,034 €	0,03 €
27	2	MULTICOMP - MC 0.1W 0805 1% 2K2 - WIDERSTAND, 0805 2K2	2,2kΩ	9332812	MC 0.1W 0805 1% 2K2	Farnell	0,034 €	0,07 €
28	2	MULTICOMP - MC 0.1W 0805 1% 4K7 - WIDERSTAND, 0805 4K7	4,7kΩ	9333266	MC 0.1W 0805 1% 4K7	Farnell	0,034 €	0,07 €
29	4	BOURNS - CR0805-FX-1002ELF - RESISTOR, 0805, 10KR, 1%,125MW	10kΩ	1612522	CR0805-FX-1002ELF	Farnell	0,017 €	0,07 €
30	1	SMD-Chip-Widerstand, Bauform 0805, 33 K-Ohm	33kΩ	SMD-0805 33,0K	RC0805 FR-07 33 K	Reichelt	0,103 €	0,10 €
31	2	MULTICOMP - MC 0.1W 0805 1% 56K - WIDERSTAND, 0805 56K	56kΩ	9333380	MC 0.1W 0805 1% 56K	Farnell	0,034 €	0,07 €
32	1	SMD-Chip-Widerstand, Bauform 0805, 68 K-Ohm	68kΩ	SMD-0805 68,0K	RC0805 FR-07 68 K	Reichelt	0,103 €	0,10 €
33	1	MULTICOMP - MC 0.1W 0805 1% 220K - WIDERSTAND, 0805 220K	220kΩ	9332839	MC 0.1W 0805 1% 220K	Farnell	0,034 €	0,03 €
34	1	MULTICOMP - MC 0.1W 0805 1% 270K - WIDERSTAND, 0805 270K	270kΩ	9332960	MC 0.1W 0805 1% 270K	Farnell	0,034 €	0,03 €
35	2	MULTICOMP - MC 0.1W 0805 1% 470K - WIDERSTAND, 0805 470K	470kΩ	9333282	MC 0.1W 0805 1% 470K	Farnell	0,034 €	0,07 €
36	1	MULTICOMP - MC 0.1W 0805 1% 680K - WIDERSTAND, 0805 680K	680kΩ	9333495	MC 0.1W 0805 1% 680K	Farnell	0,034 €	0,03 €
37	1	MULTICOMP - MC 0.1W 0805 1% 1M - WIDERSTAND, 0805 1M	1MΩ	9332413	MC 0.1W 0805 1% 1M	Farnell	0,034 €	0,03 €
38	1	DIODES INC. - AP1117D33G-13 - LDO REGLER,3.3V,3TO252		1825285	AP1117D33G-13	Farnell	0,411 €	0,41 €
39	1	DIODES INC. - AP1117D50G-13 - LDO REGLER,5V,3TO252		1825286	AP1117D50G-13	Farnell	0,411 €	0,41 €
40	2	STMICROELECTRONICS - MC33078D - OP AMP, DUAL LOW NOISE, SMD		1467658	MC33078D	Farnell	1,130 €	2,26 €
41	1	FAIRCHILD SEMICONDUCTOR - MMBTA92 - TRANSISTOR PNP,SOT-23		9846859	MMBTA92	Farnell	0,228 €	0,23 €
42	1	NXP - BZX384-C2V7 - DIODE ZENER,2.7V,5%,SOD-323	2,7V	8735581	BZX384-C2V7	Farnell	0,109 €	0,11 €
	75	(Anzahl Bauteile)				Gesamtkosten:		83,33 €

24.2 Übersicht der Software