

Technische Dokumentation

Projekt: IPA_2020
Thema: Mehrkanaliges_Temperaturmessmodul



Firma:	STEINEL Solutions AG
Autor:	Kälin Felix
Fachvorgesetzter:	Münger Andreas
Experte:	Burger Martin
Start:	31.03.2020
Abgabe:	13.05.2020

Revision Datum: 12.05.2020

Rev 1.1 - Seite 1/15

© Copyright 2014, Steinel Solutions AG

Papierkopie ist Arbeitskopie

Inhaltsverzeichnis

1	Änderungsgeschichte	3
2	Allgemeines zum Dokument	3
2.1	Dokumentenverweise	3
2.1.1	Mitgeltende und weiterführende Dokumente	3
2.1.2	Quellenangaben, Literaturhinweise	3
2.1.3	Glossar neuer Begriffe, Abkürzungen	3
3	Einleitung	4
3.1	Aufgabenstellung	4
3.2	Vorgaben	4
3.3	Personen	4
4	Zeitplan	5
4.1	Termine	5
4.2	Abweichungen	5
5	Mechanik	6
6	Hardware	7
6.1	Blockschaltbild	7
6.2	LTC2983	8
6.3	Kosten	8
7	Software	8
7.1	GUI mit PYQT5	9
8	Inbetriebnahme	9
8.1	AGND Problem	9
8.2	Via Problem	10
8.3	LTC2983 GND Problem	11
9	Reflexion	14
9.1	Funktionalität	14
9.2	Auswertung der Vorgaben	14
9.3	Fazit	14
10	Schlusswort und Danksagungen	15
11	Abbildungsverzeichnis	15
12	Anhang	15

1 Änderungsgeschichte

Rev	Datum	Autor, Bemerkungen
1.1	12.05.2020	Felix Kälin, Beendet
1.0	31.03.2020	Felix Kälin, Erstellt

2 Allgemeines zum Dokument

Dieses Dokument beschreibt die wichtigsten Eckpunkte meiner IPA. Mithilfe dieser Dokumentation sollte meine Arbeit verständlich zusammengefasst sein. Um diese Dokumentation so kompakt wie möglich zu halten, sind viele Mitgeltende und weiterführende Dokumente beigefügt.

2.1 Dokumentenverweise

2.1.1 Mitgeltende und weiterführende Dokumente

- [1] 20200306 IPA Aufgabenstellung
- [2] 20200203_PKORG_IPA Vorarbeiten 2020
- [3] 20200203_PKORG_Konzept Testsystem
- [4] LTC2983_datasheet
- [5] Arbeitsjournal_alle_AT_Felix
- [6] Zeitplan_angepasst_Mehrkanaliges_Temperaturmessmodul
- [7] Kosten_Mehrkanaliges_Temperaturmessmodul
- [8] Mehrkanaliges_Temperaturmessmodul_SCH
- [9] Mehrkanaliges_Temperaturmessmodul_PCB

2.1.2 Quellenangaben, Literaturhinweise

- [10] <https://www.analog.com/en/technical-articles/using-the-ltc2983-with-18-2-wire-rtds.html#>
- [11] G:\E241\IPA alle\IPA_2020\Felix_Kaelin_Temperaturkarte\0_PROJEKTVERZEICHNIS IPA (mit Vorlagen)\09 Technische Dokumentation\09.12 Software\SVN
- [12] <https://github.com/Berufsbildung/IPA2020>

2.1.3 Glossar neuer Begriffe, Abkürzungen

- IPA: Individuelle Praktische Arbeit
- CLI: Command-line interface
- SPI: Serial Peripheral Interface
- KO: Kathodenstrahl Oszilloskop

3 Einleitung

In der Entwicklung und Lehrlingsabteilung werden regelmässig neue Leiterplatten getestet und in Betrieb genommen. Aktuell ist es so, dass man für jeden Test andere Prüfgeräte und Prüfumgebungen benötigt. Je nach dem, muss man diese Geräte wieder suchen, weil jemand sie gebraucht hat und nicht zurückgelegt hat. Nun soll dies in Zukunft vereinfacht werden. Dafür wird eine Art Prüfrack entwickelt, welches aus mehreren Prüfgeräten besteht. Dadurch sollen Testabläufe vereinfacht und die Testzeit verkürzt werden. Eines davon ist ein mehrkanaliges Temperaturmessmodul. Die einzelnen Testmodule sollen über ein Raspberry Pi angesteuert und auf einer DIN-Schiene montiert werden. Das mehrkanalige Temperaturmessmodul herzustellen wurde für mich als IPA ausgewählt. Die Temperaturmessung ist das erste Modul für das gesamte Prüfrack. [1]

3.1 Aufgabenstellung

Die IPA beinhaltet zwei Schwerpunkte. Eine Aufgabe besteht in einer für den Kandidaten eher als Routine, die andere beinhaltet die Lösung einer Aufgabe mit einigen ungewissen und schwierigeren Faktoren.

Als Routineaufgabe wird eine Hardware aufgebaut. Dies beinhaltet Schaltungsentwurf, Bauteilauswahl, Schema, Layout, Aufbau der Leiterplatte, Inbetriebnahme der Hardware inkl. technischen Bericht gemäss Vorlage.

Als zweite Aufgabe wird die Hardware über eine Python Software auf dem Raspberry bedient. Bei der Implementierung ist mit gewissen Problemen mit den Software Libraries und der hardwarenahen Programmierung unter LINUX zu rechnen. Es ist hingegen auch möglich, dass die Aufgabe schnell gelöst werden kann. Deshalb wird mindestens eine Bedienung über CLI (Konsole) verlangt. Nach der IPA wird zusätzlich eine grafische Anzeige der Messwerte als Qt Benutzeroberfläche gewünscht. [2]

3.2 Vorgaben

Die Vorgaben was das Produkt am Schluss mindestens können und haben muss. [3]

- Messwerterfassung mit dem LTC2983
- Min. 8 Thermocoupler Stecker für K-Fühler
- Restliche Eingänge mit steckbaren Schraubklemmen für K-Fühler
- Ein Eingang für PT100 (Fühler für die Raumtemperaturmessung)
- CLI Demonstrator für die Ansteuerung des TLC2983 über den SPI
- CLI Demonstrator zur kontinuierlichen Auslese aller Temperaturkanälen.

Falls während der IPA-Zeit irgendwo Zeit eingespart werden kann oder übrigbleibt, soll ein GUI Mithilfe von PYQT5 erstellt werden. Damit die Messung benutzerfreundlicher ausgeführt und ausgewertet werden kann.

3.3 Personen

Kandidat:

Kälin Felix	felix@kaci.ch	+41 79 885 21 97
-------------	---------------	------------------

Berufsbildner:

Zehnder Andreas	andreas.zehnder@steinel.ch	+41 55 418 22 94
-----------------	----------------------------	------------------

Verantwortliche Fachkraft:

Münger Andreas	andreas.muenger@steinel.ch	+41 55 418 22 21
----------------	----------------------------	------------------

Hauptexperte:

Burger Martin	mburger82@yahoo.de	+41 79 646 12 92
---------------	--------------------	------------------

4 Zeitplan

Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Arbeit	Di. 31.03	Mi. 01.04	Do. 02.04	Fr. 03.04	Di. 07.04	Mi. 08.04	Do. 09.04	Di. 14.04	Mi. 15.04	Do. 30.04	Fr. 01.05	Di. 05.05	Mi. 06.05	Do. 07.05	Fr. 08.05	Di. 12.05	Mi. 13.05	Zeit Total
Zeitplan erstellen	1																	1
Schaltung entwickeln, Schema zeichnen	1																	1
	3	7	2															12
	3	7																10
Layout zeichnen			5	7	3													15
			7	8														15
SW schreiben					4	7	7	7	7									32
					7	7	8	6	6									34
HW Herstellung delegieren, überprüfen												1						1
HW in Betrieb nehmen, SW optimieren										1								1
Inbetriebnahme, Testen										6	3							9
										6	3							9
Dokumentation, Arbeitsjournale	4	1	1	1	1	1	1	1	1			8	8	8	1			16
	4	1	1	0	1	1	0	2	2	1	1	0	0	0	0	7	4	25
Reserve, Fehler beheben																8	8	8
																		0
Total soll:	8	8	8	8	8	8	8	8	8	0	0	8	8	8	8	8	8	120
Total ist:	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	4	8	8	8	8	4	0	120

Abbildung 1: Zeitplan

4.1 Termine

- IPA Start: Dienstag, 31. März 2020
- Zwischengespräch mit Experte: Mittwoch, 15. April 2020
- Letzter Tag vor Unterbruch: Mittwoch, 15. April 2020
- Erster Tag nach Unterbruch: Donnerstag, 30. April 2020
- IPA Abgabe: Mittwoch, 13. Mai 2020
- IPA Präsentation: Mittwoch, 27. Mai 2020

4.2 Abweichungen

Zu Beginn der Arbeit lag ich sehr gut im Zeitplan. Ich war sogar etwas schneller als angenommen beim Schema und Layout Zeichnen. Beim Softwareschreiben hatte ich länger als geplant. Diese Abweichung ist allerdings auch nur sehr gering und konnte mit der Zeit, welche ich zuerst gespart hatte, kompensiert werden. Wegen Lieferschwierigkeiten beim Leiterplatten bestellen, wurde ein Unterbruch eingeplant vom 15. April bis zum 05. Mai 2020. Dieser Stopp wurde mit Herr M. Burger und Herr A. Münger abgesprochen. Der Unterbruch hatte Auswirkung auf das Abgabedatum, aber nicht auf den Zeitplan. Die Leiterplatten wurden jedoch trotz Lieferschwierigkeiten schneller geliefert als erwartet. Da die Leiterplatten schon geliefert wurden, setzte ich die Arbeit meiner IPA bereits am 30. April 2020 fort. Dadurch wurde das Abgabedatum wieder nach vorne verschoben, aber an den gesamten 120h Arbeitszeit nichts geändert. Den Unterbruch zu kürzen und bereits am 30. April mit der Arbeit fortzufahren wurde ebenfalls mit Herr A. Münger abgesprochen. Am Ende der Arbeit hatte ich einen fast unauffindbaren Fehler gehabt, der mich sehr viel Zeit gekostet hat. Für die Fehlersuche hatte ich am Ende fast 10h mehr benötigt, als zu Beginn geplant war. Darunter hatte die Dokumentation ein wenig gelitten und wurde vernachlässigt. Ich wollte unbedingt den Fehler finden und hatte somit nur den Fehler im Blickfeld und die Dokumentation blieb zurückgestellt. Am Ende wurde ich innerhalb der vorgegebenen Zeit mit allem fertig und konnte die Arbeit rechtzeitig abgeben.

5 Mechanik

Das Temperaturmessmodul soll wie der Rest des Prüfracks auf einer DIN-Schiene befestigt werden. Dazu habe ich mich für Printhalter von Camadenboss entschieden. Ein ähnliches Produkt bietet ebenfalls Phoenix Contact an. Phoenix bietet jedoch nur Halter mit einer maximalen Länge von 72mm an. Camadenboss hingegen bietet die Längen 77mm und 108mm an. Die Stecker, welche alle auf den Print müssen, benötigen ziemlich viel Platz und deshalb entschied ich mich für das 108mm Model von Camadenboss. Zudem sind die Printhalter von Camadenboss günstiger als die von Phoenix Contact. Diese Halter können ganz einfach auf eine DIN-Schiene drauf gesteckt werden. Der Print wird anschliessend von der Seite in die Halter hineingeschoben. An den beiden Enden kann danach je ein Printhalter-Endstück drauf gesteckt werden und somit das Herausrutschen auf der Seite verhindert werden.

Das komplette Halterungsprodukt ist auf allen 4 Seiten höher als der Print. Damit trotzdem die Thermostecker eingesteckt werden können, braucht es kleine Schlitzte auf einer der langen Seiten. Diese Schlitzte müssen ausgefräst werden. Dies hat Herr Bisig A. aus der Konstruktionsabteilung für mich erledigt, nach dem ich ihm den Auftrag erteilt habe, an welcher Stelle die Schlitzte sich befinden müssen.

Für meine IPA wählte ich 8x35mm breite Elemente mit einer Höhe von 108mm und 2 Endstücke, bei denen der Halterungsschlitz 8mm tief sein sollte. Daraus ergibt sich eine Gesamtlänge von 296mm. Als die Printhalter geliefert wurden, musste ich feststellen, dass die Genauigkeit der Halter zu wünschen übriglässt. Zusammengesteckt haben alle Elemente zusammen eine Schlitztiefe von 302mm. Dieser Fehler musste beim Berechnen der Schlitzte beachtet werden. So dass der Print mit seiner bestellten Länge von 296mm sich trotzdem in der Mitte der kompletten Halterung befindet.

Als DIN-Schiene kann eine genormte Hutschiene verwendet werden, wie man sie überall antrifft. Die Breite ist standardmässig immer 35mm. Die Höhen können entweder 7,5mm oder 15mm betragen, welche Variante man verwendet, ist dem Benutzer selbst überlassen. Die Printhalter und das Raspberry Pi Gehäuse passen beide auf eine Trageschiene mit der Höhe von 7,5mm und somit automatisch auch auf eine 15mm hohe Hutschiene. Die Länge der gesamten Schiene sollte für meine IPA mindestens 392mm betragen. Das Raspberry Pi Gehäuse hat eine Länge von 88mm und die Printhalter haben eine Aussenlänge von 304mm. Sobald mehr Testmodule dazu kommen, kann eine längere Hutschiene verwendet werden, dass am Ende alle benötigten Geräte darauf Platz haben.

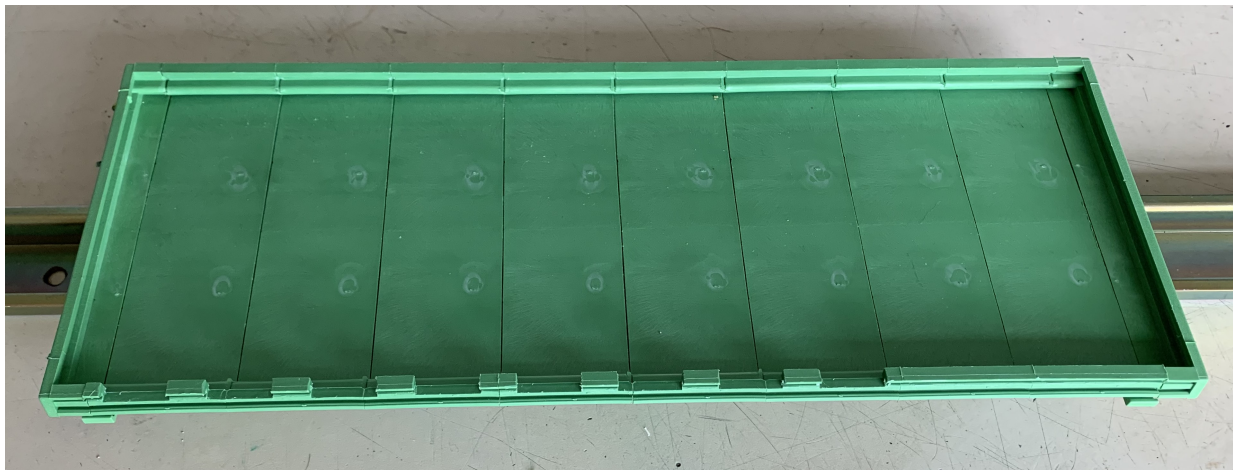


Abbildung 2: Printhalter mit gefrästen Schlitzten

6 Hardware

Die Schaltung für das Temperaturmessmodul zu entwickeln war nicht allzu komplex. Ich musste vor allem auf die galvanische Trennung achten und dass die Leiterplatte nicht übermässig gross wird. Die Thermostecker benötigten recht viel Platz. Die Speisung trennte ich über einen DC/DC Wandler galvanisch voneinander. Die SPI-Signale trennte ich mit einem speziellen Optokoppler «IL717» der auf SPI Anwendungen ausgelegt ist. Die SPI-Signale führe ich alle über je einen Jumper, um sie schnell und einfach die passende Verbindung herzustellen. Das Raspberry PI kann maximal mit vier externen IC über SPI kommunizieren. Mehr Leitungen stehen nicht zur Verfügung. Da das gesamte Prüfrack schlussendlich aus mehr als 4 Messmodulen besteht, musste ich die Jumper hinzufügen damit nur die benötigten Messmodule angesteuert werden.

6.1 Blockschaltbild

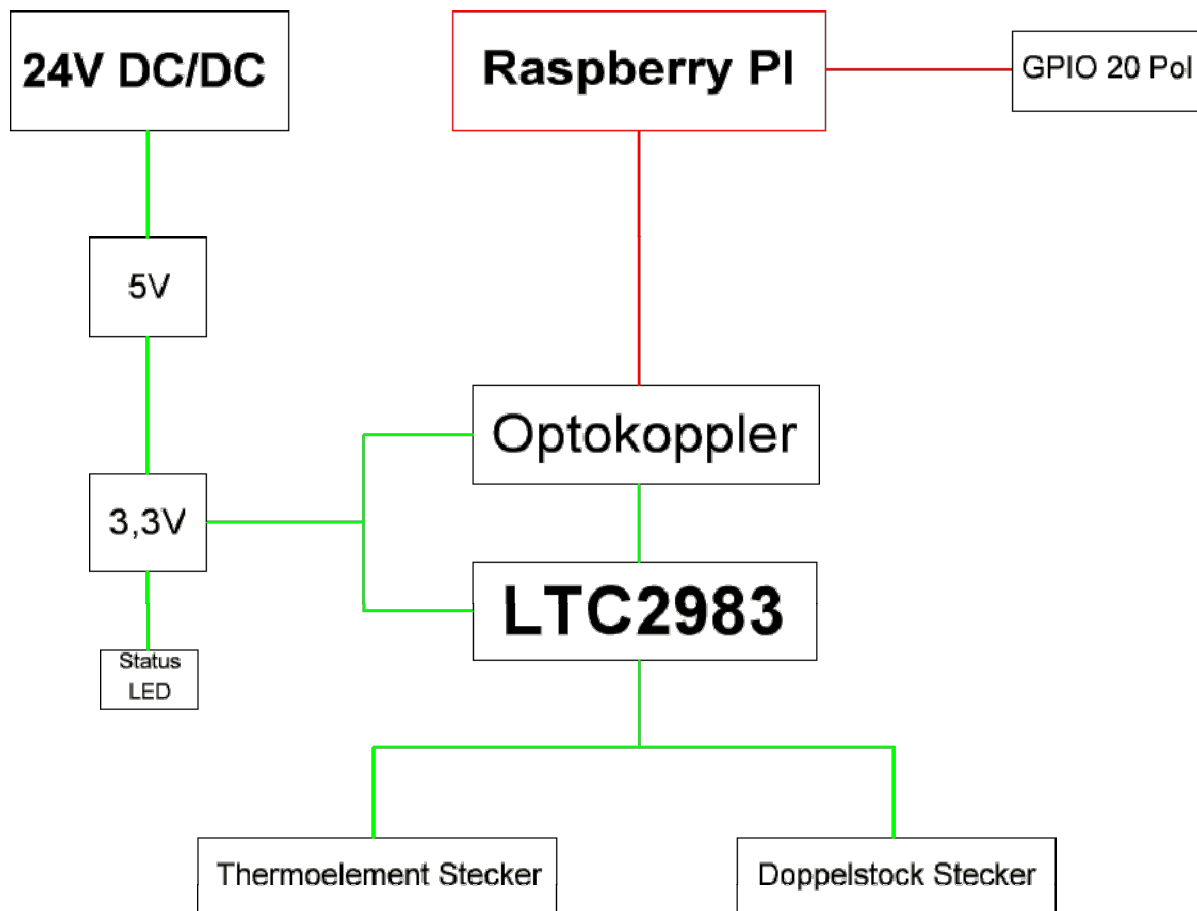


Abbildung 3: Blockschaltbild

Alles auf dem Blockschaltbild, ausser dem Raspberry PI, befindet sich auf der Temperaturmesskarte, deshalb hat das Raspberry PI einen roten Rahmen. Die grünen Verbindungsstriche sind elektrische Verbindungen auf der galvanisch isolierten Seite. Die roten Verbindungsstriche sind elektrische Verbindungen auf der nicht isolierten Seite.

6.2 LTC2983

Das Herz dieser Schaltung ist der LTC2983 von Analog Devices. Es ist ein ADC Chip, welcher über SPI kommuniziert. Er kann die gesamten oder auch einzelne der 20 Temperaturkanäle auf das Hunderttausendstel genau messen. Die Messungen können mit Hilfe von 5 verschiedenen Messmittel gemacht werden. Thermoelemente, RTD's, Thermistoren, Dioden und direkten ADC Wandlungen sind die verschiedenen Messmittel, welche verwendet werden können. Bei uns in der Abteilung werden bereits mit Thermoelementen Temperaturmessungen gemacht. Aus diesem Grund haben wir uns dazu entschieden, dass auf dieser Temperaturmesskarte ebenfalls Thermoelemente angeschlossen werden können. Aus Platzgründen konnte allerdings keine 20 Thermoelementstecker platziert werden. Auf der Leiterplatte befinden sich 8 Thermoelementstecker und 12 Klemmplätze, an denen ebenfalls Thermoelemente angeschlossen werden können bei Gebrauch.

6.3 Kosten

Eine einzelne Leiterplatte herzustellen, ohne Arbeitsaufwand einberechnet, kostet rund 250CHF. Bei diesem Preis sind die Thermoelemente ausgeschlossen, da diese bei anderen Projekten auch verwendet werden können und sich so der Preis aufteilt. Für die gesamte IPA habe ich einen Betrag von rund 900CHF ausgegeben. Dabei ist die Arbeitszeit nicht mit einberechnet. Dafür jedes einzelne Bauteil welches für das gesamte Projekt, inklusive Reservematerial bestellt wurde. Die Arbeitszeitkosten für einen Lehrling beträgt bei STEINEL Solutions AG uns pro Stunde 50CHF. Für die IPA Zeit von 120h habe ich also einen Kostenaufwand von 6'000CHF. Somit kostete die gesamte Arbeit circa 6'900CHF. Die genaue Kostenliste mit dem verwendeten Material befindet sich in Anhang.

7 Software

Sobald ein Raspberry PI verwendet wird, arbeitet man in den meisten Fällen mit der Programmiersprache Python. Die Software für meine IPA habe ich aus diesem Grund in Python geschrieben. In der Ausbildung als Elektroniker muss man nach Lehrplan nur die Sprache C beherrschen. So war es auch bei mir, bevor ich wusste, was ich für eine IPA machen darf, konnte ich eigentlich nur C. Mit Python hatte ich privat schon mal etwas zu tun, allerdings habe ich mich nicht so tief in diese Materie eingearbeitet und die war zudem schon etwas länger her. Bei den Vorarbeiten vertiefte ich mich wieder in die Sprache Python hinein. Als ich die Software schrieb, während der offiziellen IPA Zeit, hatte ich so alles wieder Präsent und keine grossen Probleme beim Software schreiben. Dieser Teil der IPA ist mir sehr gut gelungen. Ich habe jeden Tag wie vorgegeben die aktuellsten Versionen im SVN zwischengespeichert. Als ich grössere Meilensteine in der Software erreicht hatte, zeigte ich diese an Herrn A. Münger, damit er mir sagen konnte, was ich noch erweitern soll, damit die Software schlussendlich in der Entwicklungsabteilung einen Sinnvollen nutzen erbringen kann.

Die Software ist wie folgt aufgebaut:

Die IPA Software kann gestartet werden. Dabei liest sie ein Json File aus, in dem angegeben werden kann, wie viele Kanäle von den 20 vorhandenen gebraucht werden für die gesamte Messdauer und der Zeitintervall und nach wie vielen Sekunden eine Messung erfolgen soll. Diese Informationen müssen vor dem Starten der Software eingegeben werden und können während dem Messprozess nicht mehr geändert werden. Jede Messung wird anschliessend in einem automatisch generiertem Excel File abgespeichert, um die Messdaten am Ende auswerten zu können. Gespeichert wird die aktuelle Uhrzeit, die Messkanalnummer und natürlich die aktuell gemessene Temperatur. Ist die gesamte Messzeit abgelaufen, endet die Software automatisch.

Die komplette Software mit allen benötigten Dateien ist im SVN [11] und auf github[12] abgelegt.

7.1 GUI mit PYQT5

Die IPA darf maximal 120h dauern. Von diesen 120h hatte ich 32h zu Verfügung für die Software. Um in dieser Zeit eine Software inklusive einem GUI zu programmieren, muss man sich bereits sehr gut damit auskennen und selbst dann ist die Zeit sehr knapp für eine fehlerfreie Software zu schreiben. Bis vor dieser Arbeit hatte ich auch noch nie ein GUI programmiert, deshalb wäre es unmöglich für mich gewesen, dies in 32h hin zu bekommen. Damit die Temperaturmesskarte am Ende in der Entwicklungsabteilung schnell, einfach und benutzerfreundlich verwendet werden kann, ist ein GUI von grossem Vorteil. Vor Beginn der IPA wurde beschlossen, falls ich mit der Software schnell vorwärtskommen sollte, werde ich bereits mit dem GUI beginnen. Dies ist allerdings nur optional und kein Kernbestandteil der IPA. Während der IPA hatte ich keine Zeit, um das GUI zu programmieren. Wegen Lieferschwierigkeiten gab es eine Unterbuch in meiner IPA. Während diesem Unterbruch programmierte ich ein passendes GUI mithilfe von PYQT5. Auch beim GUI programmieren habe ich grössere Zwischenschritte mit Herr A. Münger besprochen, um die Software ideal für unsere Abteilung auszulegen.

8 Inbetriebnahme

Bei der Inbetriebnahme bin ich strategisch Schritt für Schritt vorgegangen, bis der Print am Ende ohne Probleme funktioniert hat. Zuerst habe ich den gesamten Print optisch auf Fehler überprüft. Dabei konnte ich keine Mängel feststellen. Es war alles sauber gelötet worden und alle Polaritäten waren auch korrekt. Nach der optischen Prüfung habe ich zum ersten Mal die Eingangsspannung von +24VDC angelegt. Mit dem Voltmeter überprüfte ich die Eigenspannung, die 5VDC und die 3,3VDC auf dem Print. Alle Spannungen waren vorhanden, dennoch leuchtete die Status LED nicht. Weshalb die LED nicht leuchtete wird im Kapitel «8.1 AGND Problem» beschrieben. Anschliessend habe ich das Raspberry PI an meine Leiterplatte angeschlossen. Dabei musste ich feststellen, dass der GPIO Pin17 in meinem Layout auf AGND liegt, anstatt auf 3,3VDC. Dafür entfernte ich den Pin17. Als beide Sachen zusammengeschlossen waren und einzeln liefen, lies ich zu ersten Mal meine IPA Software laufen. Jedoch konnte das Raspberry PI nicht mit dem LTC2983 über SPI kommunizieren. Dieser Fehler ist im Kapitel «8.2 Via Problem» genau beschrieben. Als diese kleineren Fehler ziemlich schnell und einfach behoben waren, dachte ich, jetzt sollte alles funktionieren. Doch da täuschte ich mich. Nun konnte das Raspberry PI mit dem LTC2983 kommunizieren und er hat ein Messwert zurückgegeben. Aber der gemessene Messwert war bei jeder Messung komplett unterschiedlich und sehr weit von der Realität entfernt. Dieser Fehler hat mich fast 3 Tage Arbeit gekostet. Dieser Fehler wird im Kapitel «8.3 LTC2983 GND Problem» beschrieben. Nach all diesen Fehlern konnte ich mit Hilfe meiner Leiterplatte über die geschriebene Software die Temperatur auslesen wie gewollt und was erwartet war. Die Inbetriebnahme hat mich viel mehr Zeit gekostet als gedacht, dennoch wurde ich innerhalb der 120h mit meinem Projekt fertig.

8.1 AGND Problem

Als ich die Leiterplatte in Betrieb nehmen wollte, stellte ich recht schnell fest, dass bei der Status LED ein Fehler besteht. Ich habe 24V angelegt, ohne das Raspberry PI anzuschliessen, um die Spannungen auf dem Print zu überprüfen. Obwohl ich 24V auf dem Print hatte, leuchtet die LED nicht. Um den Fehler zu suchen habe ich zuerst mit dem Voltmeter die 24V auf dem Print gemessen, ob diese vorhanden sind oder der Stecker mit der Eingangsspannung nicht richtig kontaktiert. Die 24 V waren vorhanden. Anschliessend habe ich die 5V nach dem DC/DC Wandler gemessen. Die 5V waren ebenfalls vorhanden. Danach wollte ich am Ausgang des LM317 die 3,3V. Auch diese waren vorhanden. Also musste es ein Layout Fehler sein, da ich die Polaritäten aller Bauteile der gesamten Leiterplatte inklusive der Status LED überprüft habe, bevor ich die Spannung angeschlossen habe. Als ich das Schema überprüfte, zusammen mit dem Blockschaltbild, ist mir aufgefallen, dass die LED am unisolierten GND dem sogenannten AGND angeschlossen ist, aber die 3,3V Versorgungsspannung auf der isolierten Seite liegen. Um den Fehler zu beheben musste ich die AGND Verbindung unterbrechen und mit einem Draht die Kathode der Diode zusammen mit dem isolierten GND verbinden. Als ich nach dieser Modifikation wieder 24VDC angeschlossen habe leuchtete die Status LED wie gewollt grün auf.

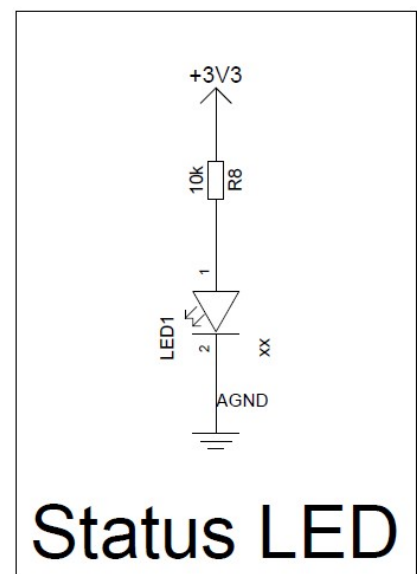


Abbildung4: Status LED

8.2 Via Problem

Als ich feststellen musste, dass das Raspberry PI nicht mit dem LTC2983 kommunizieren kann, habe ich Schritt für Schritt Fehlerquellen ausgeschlossen. Zuerst habe ich an den 4 SPI Leitungen am LTC2983 einen Logic Analyser angeschlossen, um den Bus zu kontrollieren, ob die Hin- oder Rückleitung das Problem verursacht. Dabei konnte ich sehen, dass auf dem Bus keine Signale vorhanden waren. Deshalb war mir schnell klar, dass etwas am Optokoppler, welcher den SPI Bus galvanisch trennt das Fehlerhafte sein musste. Die Software konnte ich ausschliessen, da diese auf dem Demo Board von Linear Technologie einwandfrei läuft. Aufgrund meines AGND Fehler aus Kapitel 8.1 kontrolliert ich danach im Schema ob die isolierte und unisolierte Seite korrekt angeschlossen waren. Bei diesem IC konnte ich keinen ähnlichen Fehler mehr feststellen. Als diese Fehlerquelle auch ausgeschlossen werden konnte, wollte ich den Logic Analyser auf der unisolierten Seite des Optokopplers anschliessen, da ich direkt am IC den SPI Bus auswerten wollte. Ich lötete die Drähte direkt an IC Pins auf der unisolierten Seite an, um zu überprüfen ob die Signale beim Optokoppler ankommen. Dafür wollte ich auf dem Layout nachschauen auf welchem Pin welches SPI Signal anliegt. Dabei fiel mir auf, dass die grün eingrahmten Vias auf der Abbildung 5 keine thru hole Vias sondern blind Vias sind. Die Leiterplatte bestellte ich bei ALLPCB.com und von früheren Projekten wusste ich, dass dieser Hersteller gar keine blind Vias herstellt. Deshalb machte ich nur thru hole Vias auf meinem Layout, dachte ich zumindest. Diese drei Vias sind mir entgangen anzupassen. ALLPCB hat in der Vergangenheit, falls etwas im Layout so gezeichnet ist, gar nicht hergestellt. Sie haben sich immer bei uns über Mail gemeldet und gefragt, wie die Korrektur aussehen sollte. Diesmal stellte ALLPCB ohne nachzufragen die Leiterplatte her, allerdings liessen sie diese drei Vias weg und machten keine Verbindung zwischen den verschiedenen Layern. So dass der IC keine Speisung hatte und so nicht arbeiten konnte. Als ich mit dem Voltmeter nachmessen ging, stellte ich fest, dass 0V am IC Anlagen. Um den Fehler zu beheben habe ich den IC Pin1 über einen Draht mit den unisolierten 3,3V verbunden und den IC Pin2 mit dem AGND. Nach dieser Verbesserung konnte meine Software mit dem LTC2983 über SPI kommunizieren.

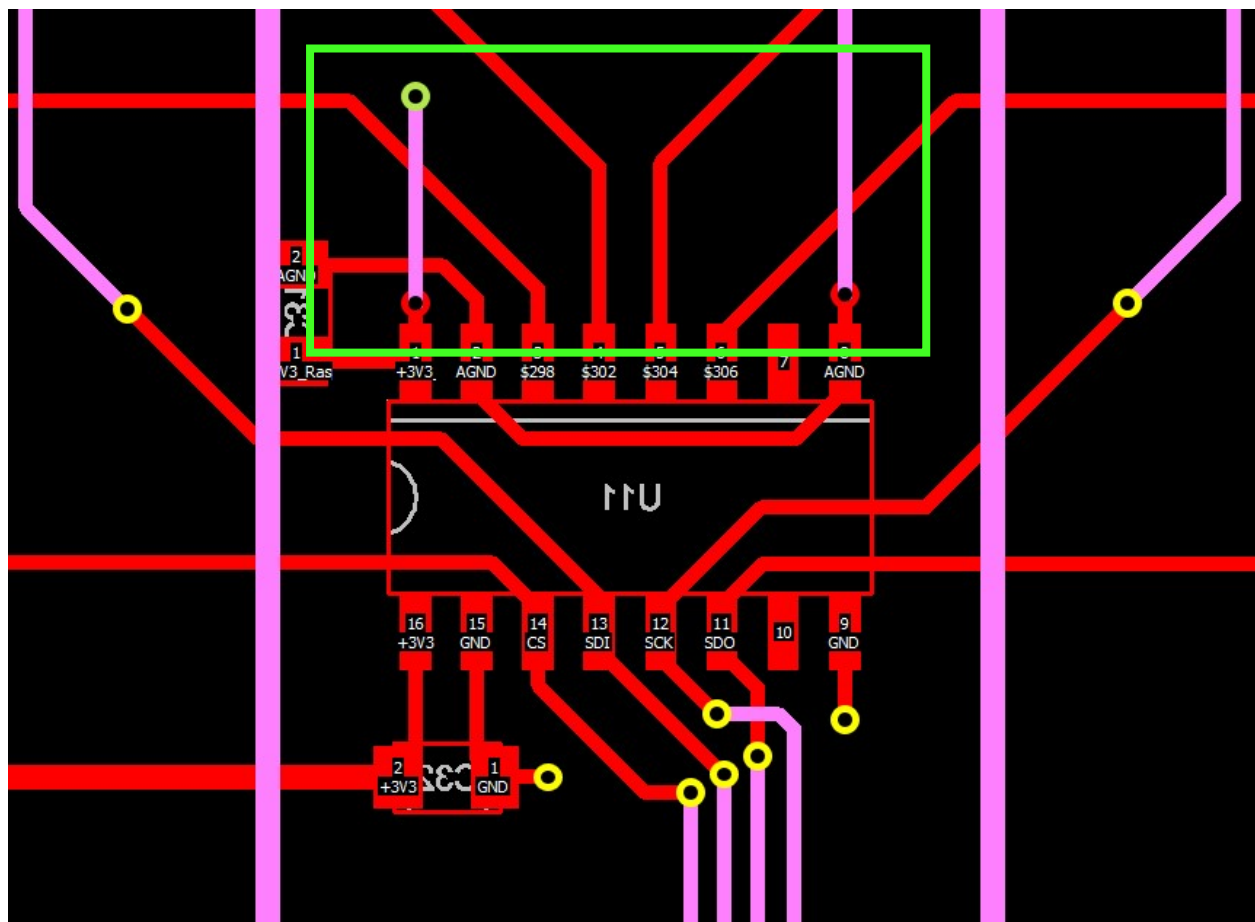


Abbildung 5: Vias PCB

8.3 LTC2983 GND Problem

Nachdem ich nun über das Raspberry PI mit dem LTC2983 kommunizieren konnte, ich habe meine Software ein weiteres Mal laufen lassen. Dabei stellte ich fest, dass eine falsche Temperatur gemessen wurde. Die Temperaturmessung machte ich mehrmals, da ich zuerst vermutete, dass eine Thermosonde nicht richtig eingesteckt war. Die Temperaturmessung hat jedoch jedes Mal einen falschen Messwert mit enorm grossem Temperaturunterschied angezeigt. Die Messwerte variierten zwischen -200 bis +300 Grad Celsius. Da Thermocoupler nur im Millivolt Bereich arbeiten und ich diese Messung auf dem Kanal 1 gemacht habe, probierte ich anschliessend die Messung auf dem Kanal 6. Dieser Kanal hat die kürzeste Leiterbahn zu dem IC LTC2983. Die kürzeste Leiterbahn ist am wenigsten Fehler anfällig. Dadurch erhoffte ich mir bereits eine Verbesserung dieses Problems. Der Kanalwechsel brachte mich leider dem Problem kein bisschen näher, also suchte ich weiter. Die Arbeit mit Thermosonden ist sehr sensibel und heikel wegen der kleinen Spannung, welche für die Messung erzeugt wird. Um diese Fehlerquelle auszuschliessen wechselte ich die Thermocoupler mit einem 100R Widerstand aus der einen PT-100 simulieren sollte.

Um mit dem Widerstand brauchbare Messergebnisse zu bekommen, musste ich die Software anpassen. Sie war nur für Messungen mit Thermosonden ausgelegt. PT-100 Messungen müssen vor der Messung über den SPI Bus anders konfiguriert werden. Dabei Orientierte ich mich an einem Beispiel, dass auf der offiziellen Website von Analog Devices aufgeschaltet ist[10]. Nach dem die Software angepasst war mit der Vorlage aus dem Internet, testete ich die Software. Nach dieser Anpassung lief noch weniger als vorher, jetzt konnte ich gar keine Temperatur mehr messen. Der Temperatur-IC gab nur Fehler Meldungen zurück. Zuerst lag der Verdacht auf dem SPI Bus, weil die Software nach dem Internet Beispiel stimmen muss. Zu Beginn überprüfte ich die SPI Signale wieder mit dem Logic Analyser. So kontrollierte ich, ob die Bits gesendet und Empfangen werden, welche ich erwartete. Alle Bits waren nach dem Beispiel aus dem Internet korrekt gesetzt und gesendet worden. Danach überprüfte ich die SPI Signale mithilfe einem KO, um zu überprüfen, ob alle Flanken genug Steil sind nach Datenblatt[4]. Die Flanken waren genug steil und die Bits wurden im richtigen Moment gesetzt, so das alles auf das Clock Signal stimmt. Dies kann im nächsten Bild angeschaut werden.

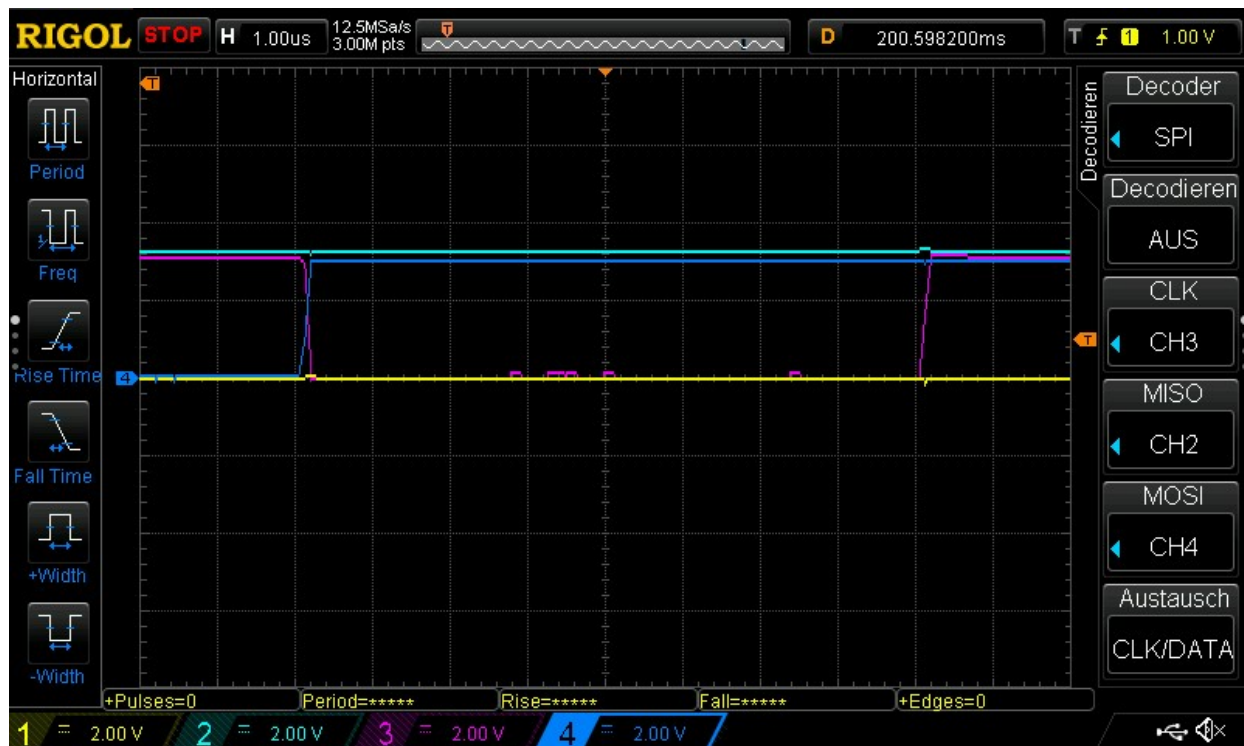


Abbildung 6: SPI-Flanken

Nach dem ich alle Signale und Bits einzeln kontrolliert habe, konnte ich den SPI Bus wieder ausschliessen als Fehlerquelle. Deshalb überprüfte ich mithilfe von Herrn A. Münger das Datenblatt des LTC2983 und dem Beispiel aus dem Internet die Software und die Bits, welche gesendet werden. Nach langem Suchen mussten wir feststellen, dass auf der offiziellen Seite von Analog Devices ein Fehler vorliegt. Um ein Messkanal zu konfigurieren werden 32 Bits gesendet. Im Beispiel aus dem Internet fehlt allerdings 1 Bit, wodurch der Kanal fehlerhaft konfiguriert wird. Mit einer fehlerhaften Konfiguration kann keine brauchbare Messung erfolgen, wodurch eine Fehlermeldung zurückgesendet wird. Das rot gezeichnete 0 auf dem folgenden Bild zeigt das fehlerhafte Bit.

Function		Bit Field	Value	Description
Sensor Type		31:27	11101	Sense Resistor (29)
Sense Resistor Value	Integer	26:10	0000000 1111101000	1kΩ
	Fraction	9:0	0000000000	

Abbildung 7: Analog Devices Beispiel

Als wir diesen Fehler gefunden hatten passte ich die Software dementsprechend an. Nach dieser Anpassung konnte das Raspberry PI mit Hilfe des LTC2983 PT-100 Messung ausführen und auswerten. Bei den simulierten PT-100 Messungen musste ich enttäuscht feststellen, dass auch mit dieser Methode falsche Messwerte zurückgegeben werden in einem sehr grossen Messbereich. Somit hatte ich einen Fehler gefunden, der aber nur da war, um den Hauptfehler zu finden. Also musste ich weiterhin den Hauptfehler finden der verantwortlich für diese falschen Messergebnisse ist.

Obwohl ich die SPI Signale bereits mit dem KO und dem Logic Analyser überprüft hatte, stand immer noch die Frage im Raum, ob der Temperatur IC LTC2983 oder der SPI Bus für die falschen Messergebnisse schuld ist. Eine dieser beiden Fehlerquellen wollte ich nun ganz entfernen, um die Fehlerursache weiter einkreisen zu können. Meine Software machte jedes Mal eine neue Temperaturmessung, schickte einen nicht realistischen Wert zurück an das Raspberry PI. Der erhaltene Wert ist jedes Mal so verschieden und liess deshalb keine genauere Fehlersuche zu.

Um nun ganz klar sagen zu können, ob der Messfehler wegen dem LTC2983 oder SPI-Bus entsteht, programmierte ich eine Software, welche nur beim aufstarten eine Temperaturmessung ausführte und anschliessend auf Tastendruck die Temperatur zurückschickt. Sollte immer die gleiche Temperatur angegeben werden, liegt der Fehler am LTC2983. Sollte hingegen mit der neuen Software immer noch verschiedene Werte angezeigt werden, misst der LTC2983 korrekt und der Fehler wird auf den SPI Datenleitungen eingefangen.

Diese Messungen mit der neuen Software machte ich mit einem Thermoelement und mit einem 100R Widerstand der einen PT-100 simulieren sollte. In beiden Fällen habe ich immer den gleichen falschen Wert erhalten. Somit konnte ich die SPI Leitungen endlich als Fehlerursache ausschliessen und die Fehlersuche auf den LTC2983 konzentrieren. Ich überprüfte ein weiteres Mal meine Software, ob die so funktionieren kann. Ich teste sie mit dem Demo Board von linear Technologie. Mit dem Demo Board und meiner Software wurden jedes Mal realistische Temperaturen gemessen. Dank dem Demo Board konnte ich die Software wieder direkt als Fehlerursache ausschliessen.

Ich schaute mir das Schema ein weiteres Mal sehr genau an, das von mehreren Entwicklern bereits kontrolliert wurde und fokussierte mich nur noch auf den LTC2983 und auf das was direkt an ihm angeschlossen wurde. Dabei fiel mir auf, das ich den Pin 15 ein GND Pin nicht angeschlossen habe. Dieser Pin hatte keinen definierten Zustand und könnte die undefinierten Messergebnisse erklären. Ich lötete einen Draht zwischen Pin 12 auf Pin 15. Mit dieser Modifikation hat nun auch Pin 15 immer einen definierten Zustand. Nach dieser Anpassung probierte ich wieder eine Temperaturmessung auszuführen. Das Raspberry PI konnte mit dem Temperatur IC über SPI kommunizieren und das Messergebnis war bei circa 20 Grad Celsius (Raumtemperatur). Ich machte die Messungen mit einem Thermoelement und einem 100R. in beiden Fällen wurden immer realistische Temperaturen zurückgesendet und ausgegeben.

Endlich hatte ich den Fehler gefunden, der mich fast 2 zusätzliche Tage Fehlersuche gekostet hat.

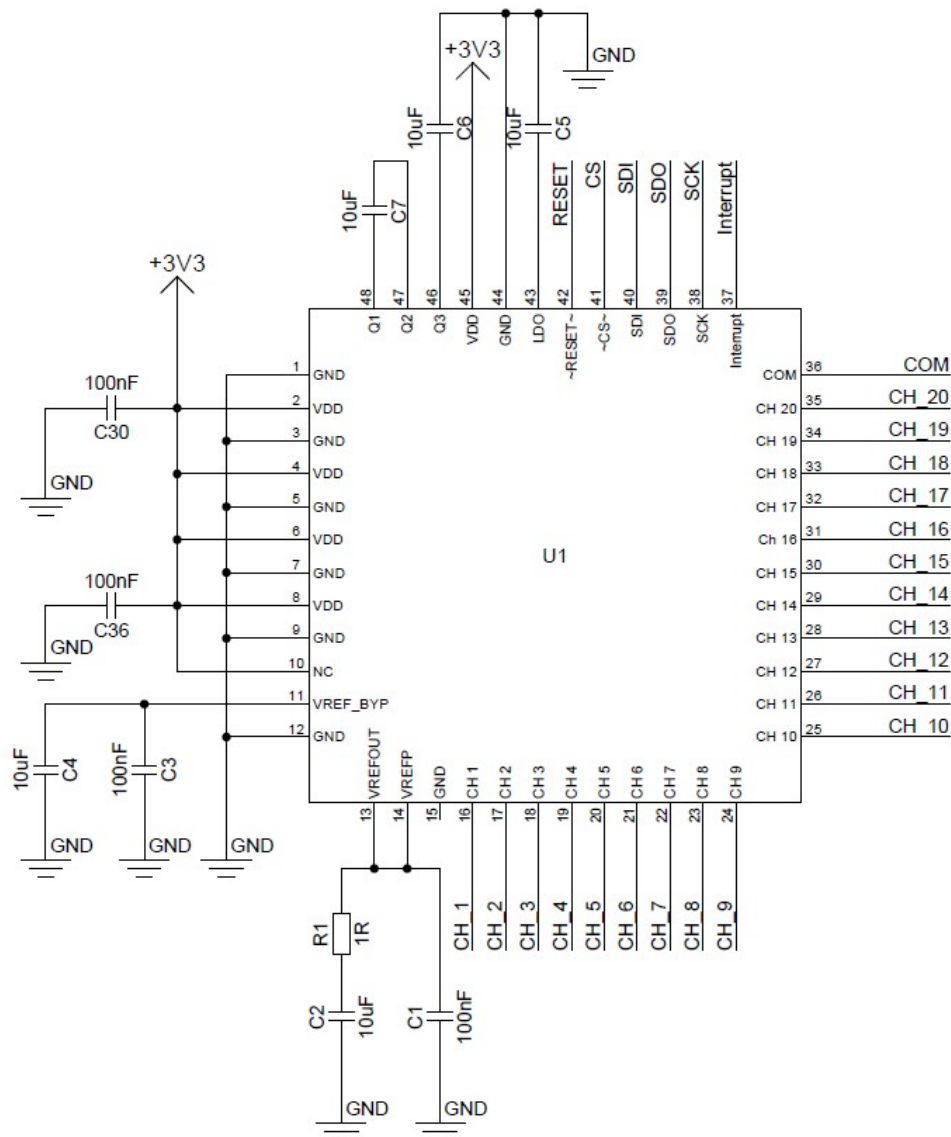


Abbildung 8: LTC2983 Schema

9 Reflexion

Zu Beginn meiner Arbeit verlief alles reibungslos. Ich war im Zeitplan sogar etwas voraus. Das erste unerwartete Problem meiner IPA war die Lieferverzögerung der Leiterplatten und deswegen ein Unterbruch meiner Arbeit gemacht werden musste. Damals machte ich mir immer noch keine grossen Sorgen wegen den maximalen 120h Arbeitszeit, welche mir zur Verfügung standen. Die kleineren Probleme, welche während den 120h aufgetaucht sind, machten mir auch nie grosse Sorgen. Die meiste Zeit bin ich gut und schnell vorwärtsgekommen. Der aufwendige GND Fehler am LTC2983 verurteilte das Projekt fast zum Scheitern in der vorgegebenen Zeit. Da ich unbedingt diesen Fehlern finden wollte, vernachlässigte ich jedoch die Dokumentation ein bisschen, was sich meiner Meinung nach leider ein bisschen spürbar gemacht hat.

Dies möchte ich beim nächsten Mal besser machen. Bei meinem nächsten Projekt werde ich mehr Zeit für die Dokumentation einplanen.

9.1 Funktionalität

Die Funktionalität ist vollkommen gewährleistet. Die Genauigkeit der Temperaturmessung auf der Leiterplatte ist für die Entwicklungsabteilung adäquat hoch. Wegen den Übergangskontakten der verschiedenen Materialien, welche verwendet wurden, besteht eine kleine Messabweichung von der Realität. Die Abweichung liegt jedoch in dem erlaubten Toleranzbereich. Ich konnte die Leiterplatte und die Software ideal für die später verwendeten Anwendungen erstellen. Ich habe alle Anpassungen mit Herrn A. Münger abgesprochen, um seine Vorstellungen des Endproduktes zu verwirklichen.

9.2 Auswertung der Vorgaben

Am Ende, nachdem alle Fehler behoben waren, hat meine IPA einwandfrei funktioniert. Die Vorgaben für meine IPA konnte ich alle ohne Einschränkungen erfüllen. Ich verwende für die Messungen den LTC2983 wie in den Vorgaben vorgegeben. Es befinden sich 8 Thermocoupler Stecker für K-Fühler. Die restlichen Thermosonden können an einem Doppelstock Klemm Block angeschlossen werden, so das am Ende alle 20 Kanäle verwendet werden können. An diese Stecker kann zudem auch ein PT-100 Fühler angeschlossen werden. Dafür muss allerdings eine andere Software verwendet werden. Ob ein PT-100 oder eine Thermosonde angeschlossen ist, muss vor Beginn der Messung angegeben werden. Die gesamte Messung kann über den CLI ausgeführt und abgebrochen werden, so wie es auch in den Vorgaben gefordert wurde.

9.3 Fazit

Bei diesem Projekt konnte ich wiederum noch einiges dazulernen, was ich beim nächsten Projekt anders und besser machen kann. Am Ende hatte ich trotz allen Problemen die in der Mechanik, Software und Hardware aufgetaucht sind ein einwandfrei funktionierendes Projekt abgeben können. Das zusätzlich sogar über ein GUI bedient werden kann. Mein Projekt wird in naher Zukunft sicher für Temperaturmessung in der Entwicklung und Lehrlingsabteilung verwendet werden. Die Leiterplatte sowie sie aktuell da steht mit den Modifikationen, um die Fehler auszubessern, funktioniert wie gewollt. Dennoch wird bestimmt in naher Zukunft noch eine zweite Version gelayoutet. So dass keine angebrachten Drähte abfallen können und so immer eine fehlerfreie zuverlässige Temperaturmessung gemachten werden kann.

10 Schlusswort und Danksagungen

Vielen Dank an alle die mich in meinem Projekt unterstützt haben folgende Personen haben mir geholfen:

- | | |
|---------------------------------------|---|
| - Münger Andreas (Entwickler) | Hilfestellung bei generellen Fragen |
| - Zehnder Andreas (Entwickler) | Hilfestellung bei generellen Fragen |
| - Höhn Andreas (Layouter) | Beantwortung von Fragen bezüglich Layout-Normen |
| - Schneider Marvin (Layouter) | Beantwortung von Fragen bezüglich Layout-Programm |
| - Bisig André (Konstrukteur) | Printhalter ausfräsen |
| - Willinger Selim (Elektroniker 1.Lj) | Leiterplatten Herstellung |

11 Abbildungsverzeichnis

Sofern nichts aufgeführt, sind alles eigene Aufnahmen:

<i>Abbildung 1: Zeitplan</i>	5
<i>Abbildung 2: Printhalter mit gefrästen Schlitten</i>	6
<i>Abbildung 3: Blockschaltbild</i>	7
<i>Abbildung 4: Status LED</i>	9
<i>Abbildung 5: Vias PCB</i>	10
<i>Abbildung 6: SPI-Flanken</i>	11
<i>Abbildung 7: Analog Devices Beispiel</i>	12
<i>Abbildung 8: LTC2983 Schema</i>	13

12 Anhang

- Arbeitsjournal_alle_AT_Felix [5]
- Zeitplan_angepasst_Mehrkanaliges_Temperaturmessmodul [6]
- Kosten_Mehrkanaliges_Temperaturmessmodul [7]
- Mehrkanaliges_Temperaturmessmodul_SCH [8]
- Mehrkanaliges_Temperaturmessmodul_PCB [9]

Arbeitsjournal vom: 31.03.2020

Arbeitstag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----

Tagesziel	Prozess	Erreicht	Bemerkung
Zeitplan erstellen	Zeitplan erstellen welcher für jeden Tag einen oder mehrere Arbeitsschritte inklusive Stunden beinhaltet	JA	
Dokumentation	IPA Ordner aufräumen und erste wichtige Sachen Dokumentieren	JA	
Schema zeichnen	Bereits mit dem Schema beginnen	JA	

Besonderes:

Heute war der offizielle Beginn meiner IPA und ich hatte am morgen eine Teams sitzung mit meine Fachvorgesetzten A. Münger und dem Experten M. Burger. Wegen der Aktuellen Corona Krise konnte der Experte nicht in die Firma kommen. Zudem wurde bereits der zweite Besichtigungstermin vereinbart am 15.04.2020. Dieser wird voraussichtlich auch über Teams statt finden.

Arbeitsdauer heute:

8

Übrige AZ vorher:

120

Übrige Arbeitszeit:

112

Unterschrift Kandidat

Visum Fachvorgesetzter

Datum

Visum des Experten

Datum

Arbeitsjournal vom: 01.04.2020

Arbeitstag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----

Tagesziel	Prozess	Erreicht	Bemerkung
Schema	Schema so weit fertig das am nächsten Tag nur noch der Feinschliff am Schema gemacht werden muss.	JA	Tagesziel übertroffen
Dokumentation	Dokumentaion sauber nachführen	JA	

Besonderes:

Ich wurde bereits am heutigen Tag mit dem Schema fertig.

Mit A. Münger ein Rieview gemacht für das Schema.

Arbeitsdauer heute:

8

Übrige AZ vorher:

112

Übrige Arbeitszeit:

104

Unterschrift Kandidat

Visum Fachvorgesetzter

Datum

Visum des Experten

Datum

Arbeitsjournal vom: 02.04.2020

Arbeitstag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----

Tagesziel	Prozess	Erreicht	Bemerkung
Layout	Cirka ein Drittel des Layouts fertig haben	JA	
Dokumentation	Dokumentaion sauber nachführen	JA	

Besonderes:

Beim Layout erstellen stellte ich fest das bei den Printhalter für die Thermostecker ein Fenster ausgefräst muss werden.
Dies Habe ich direkt mit A. Bisig besprochen.

Arbeitsdauer heute:

8

Übrige AZ vorher:

104

Übrige Arbeitszeit:

96

Unterschrift Kandidat

Visum Fachvorgesetzter

Datum

Visum des Experten

Datum

Arbeitsjournal vom: 03.04.2020

Arbeitstag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----

Tagesziel	Prozess	Erreicht	Bemerkung
Layout	Layout fertig stellen und bestellen	JA	
Dokumentation	Dokumentaion sauber nachführen	NEIN	Layout hat länger gebraucht als erhofft.

Besonderes:

Da ich das Layout unbedingt noch vor dem Wochenende fertig haben wollte, habe ich an diesem Tag die Dokumentation vernachlässigt. Ich wollte das Layout fertig haben damit ich es noch vor dem Wochenende bestellen kann.

Arbeitsdauer heute:

8

Übrige AZ vorher:

96

Übrige Arbeitszeit:

88

Unterschrift Kandidat

Visum Fachvorgesetzter

Datum

Visum des Experten

Datum

Arbeitsjournal vom: 07.04.2020

Arbeitstag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----

Tagesziel	Prozess	Erreicht	Bemerkung
SW-Schreiben	Beginnen mit der Software	JA	Programmierungsumgebung einrichten
Dokumentation	Dokumentaion sauber nachführen inkluse dem vernachlässigtem Teil des letzten IPA Arbeitstages	JA	

Besonderes:

Ich wollte meine Progommierungsumgebung erweitern um mir das Software schreiben zu erleichtern. Das einrichten der Umgebung machte allerdings zu Beginn ein paar Probleme welche anschliessend behoben werden konnten.

Arbeitsdauer heute:

8

Übrige AZ vorher:

88

Übrige Arbeitszeit:

80

Unterschrift Kandidat

Visum Fachvorgesetzter

Datum

Visum des Experten

Datum

Arbeitsjournal vom: 08.04.2020

Arbeitstag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----

Tagesziel	Prozess	Erreicht	Bemerkung
SW-Schreiben	Software weiter schreiben. Erstes funktionierendes Programm fertig haben.	JA	
Dokumentation	Dokumentaion sauber nachführen	JA	

Besonderes:

Arbeitsdauer heute:

8

Übrige AZ vorher:

80

Übrige Arbeitszeit:

72

Unterschrift Kandidat

Visum Fachvorgesetzter

Datum

Visum des Experten

Datum

Arbeitsjournal vom: 09.04.2020

Arbeitstag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----

Tagesziel	Prozess	Erreicht	Bemerkung
SW-Schreiben	Software weiter schreiben. Funktionierendes Programm verbessern und erweitern.	JA	
Dokumentation	Dokumentaion sauber nachführen	NEIN	Layout lieferung war wichtiger

Besonderes:

Layout lieferung organisieren.

Arbeitsdauer heute:

8

Übrige AZ vorher:

72

Übrige Arbeitszeit:

64

Unterschrift Kandidat

Visum Fachvorgesetzter

Datum

Visum des Experten

Datum

Arbeitsjournal vom: 14.04.2020

Arbeitstag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----

Tagesziel	Prozess	Erreicht	Bemerkung
SW-Schreiben	Software soweit fertig haben das etwas sinnvolles und gezeigt werden kann und die Software kommentieren	JA	Doxygen und normale Kommentare
Dokumentation	Dokumentaion sauber nachführen	JA	

Besonderes:

Layout produktion wurde gestartet.

Arbeitsdauer heute:

8

Übrige AZ vorher:

64

Übrige Arbeitszeit:

56

Unterschrift Kandidat

Visum Fachvorgesetzter

Datum

Visum des Experten

Datum

Arbeitsjournal vom: 15.04.2020

Arbeitstag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----

Tagesziel	Prozess	Erreicht	Bemerkung
SW-Schreiben	Feinschliff an der Software machen und Software vorerst beenden	JA	
Dokumentation	Dokumentaion sauber nachführen	JA	

Besonderes:

2. Fachgespräch mit dem Experten

Arbeitsdauer heute:

8

Übrige AZ vorher:

56

Übrige Arbeitszeit:

48

Unterschrift Kandidat

Visum Fachvorgesetzter

Datum

Visum des Experten

Datum

Arbeitsjournal vom: 30.04.2020

Arbeitstag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----

Tagesziel	Prozess	Erreicht	Bemerkung
Bestückung	Die Bestückung 2 Leiterplatten zu Koordinieren und Organisieren	JA	
In Betrieb nahme	Leiterplatte Schritt für Schritt intebtrieb nehmen und die Funktionen testen ob alles wie gewollt funktioniert.	JA	Erste Fehler sind aufgetreten
Dokumentation	Dokumentaion sauber nachführen	JA	

Besonderes:

Die Fehler welche bis jetzt aufgetreten sind konnten alle einfach und schnell behoben werden.

Arbeitsdauer heute:

8

Übrige AZ vorher:

48

Übrige Arbeitszeit:

40

Unterschrift Kandidat

Visum Fachvorgesetzter

Datum

Visum des Experten

Datum

Arbeitsjournal vom: 01.05.2020

Arbeitstag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----

Tagesziel	Prozess	Erreicht	Bemerkung
In Betrieb nahme	Leiterplatte Schritt für Schritt inbetrieb nehmen und die Funktionen testen ob alles wie gewollt funktioniert.	JA	Unerwarteter Fehler aufgetreten
Dokumentation	Dokumentaion sauber nachführen	JA	

Besonderes:

Es ist ein Fehler aufgetreten der nicht so schnell und einfach behoben werden konnte wie die vorherigen.

Arbeitsdauer heute:

4

Übrige AZ vorher:

40

Übrige Arbeitszeit:

36

Unterschrift Kandidat

Visum Fachvorgesetzter

Datum

Visum des Experten

Datum

Arbeitsjournal vom: 05.05.2020

Arbeitstag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----

Tagesziel	Prozess	Erreicht	Bemerkung
Fehler suche	Fehler finden der für die falschen Messergebnisse Schuld ist	NEIN	Fehler wurde noch nicht gefunden
Dokumentation	Dokumentaion sauber nachführen	NEIN	Ich konzetrierte mich zu sehr auf die Fehlersuche

Besonderes:

Arbeitsdauer heute:

8

Übrige AZ vorher:

36

Übrige Arbeitszeit:

28

Unterschrift Kandidat

Visum Fachvorgesetzter

Datum

Visum des Experten

Datum

Arbeitsjournal vom: 06.05.2020

Arbeitstag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----

Tagesziel	Prozess	Erreicht	Bemerkung
Fehler suche	Fehler finden der für die falschen Messergebnisse Schuld ist	NEIN	Fehler wurde noch nicht gefunden
Dokumentation	Dokumentaion sauber nachführen	NEIN	Ich konzetrierte mich zu sehr auf die Fehlersuche

Besonderes:

Arbeitsdauer heute:

8

Übrige AZ vorher:

28

Übrige Arbeitszeit:

20

Unterschrift Kandidat

Visum Fachvorgesetzter

Datum

Visum des Experten

Datum

Arbeitsjournal vom: 07.05.2020

Arbeitstag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----

Tagesziel	Prozess	Erreicht	Bemerkung
Fehler suche	Fehler finden der für die falschen Messergebnisse Schuld ist	NEIN	Fehler noch nicht gefunden aber stark eingegrenzt
Dokumentation	Dokumentaion sauber nachführen	NEIN	Ich konzetrierte mich zu sehr auf die Fehlersuche

Besonderes:

Arbeitsdauer heute:

8

Übrige AZ vorher:

20

Übrige Arbeitszeit:

12

Unterschrift Kandidat

Visum Fachvorgesetzter

Datum

Visum des Experten

Datum

Arbeitsjournal vom: 08.05.2020

Arbeitstag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----

Tagesziel	Prozess	Erreicht	Bemerkung
Fehler suche	Fehler finden der für die falschen Messergebnisse Schuld ist	JA	Fehler konnte gefunden werden.
Dokumentation	Dokumentaion sauber nachführen	JA	Ich musste einiges aus den letzten Tagen nachholen

Besonderes:

Arbeitsdauer heute:

8

Übrige AZ vorher:

12

Übrige Arbeitszeit:

4

Unterschrift Kandidat

Visum Fachvorgesetzter

Datum

Visum des Experten

Datum

Arbeitsjournal vom: 12.05.2020

Arbeitstag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----

Tagesziel	Prozess	Erreicht	Bemerkung
Dokumentation	Dokumentation beenden und abgegeben	JA	

Besonderes:

Abgabetag der IPA

Arbeitsdauer heute:

4

Übrige AZ vorher:

4

Übrige Arbeitszeit:

0

Unterschrift Kandidat

Visum Fachvorgesetzter

Datum

Visum des Experten

Datum

Mehrkanaliges Temperaturmessmodul

Zeitplan angepasst IPA 2020 Kälin Felix

Tag Arbeit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Zeit Total
	Di. 31.03	Mi. 01.04	Do. 02.04	Fr. 03.04	Di. 07.04	Mi. 08.04	Do. 09.04	Di. 14.04	Mi. 15.04	Do. 30.04	Fr. 01.05	Di. 05.05	Mi. 06.05	Do. 07.05	Fr. 08.05	Di. 12.05	Mi. 13.05	
Zeitplan erstellen	1																	1
	1																	1
Schaltung entwickeln, Schema zeichnen	3	7	2															12
	3	7																10
Layout zeichnen			5	7	3													15
			7	8														15
SW schreiben					4	7	7	7	7									32
					7	7	8	6	6									34
HW Herstellung delegieren, überprüfen												1						1
										1								1
HW in Betrieb nehmen, SW optimieren												6	3					9
										6	3							9
Inbetriebnahme, Testen													4	6	6			16
												8	8	8	1			25
Dokumentation, Arbeitsjournale	4	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	2	2			18
	4	1	1	0	1	1	0	2	2	1	1	0	0	0	7	4		25
Reserve, behebn Fehler																8	8	8
																		0
Total soll:	8	8	8	8	8	8	8	8	8	0	0	8	8	8	8	8	8	120
Total ist:	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	4	8	8	8	8	4	0	120

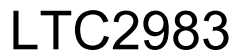
Präsentation: 27.05.2020



1. Fachgespräch

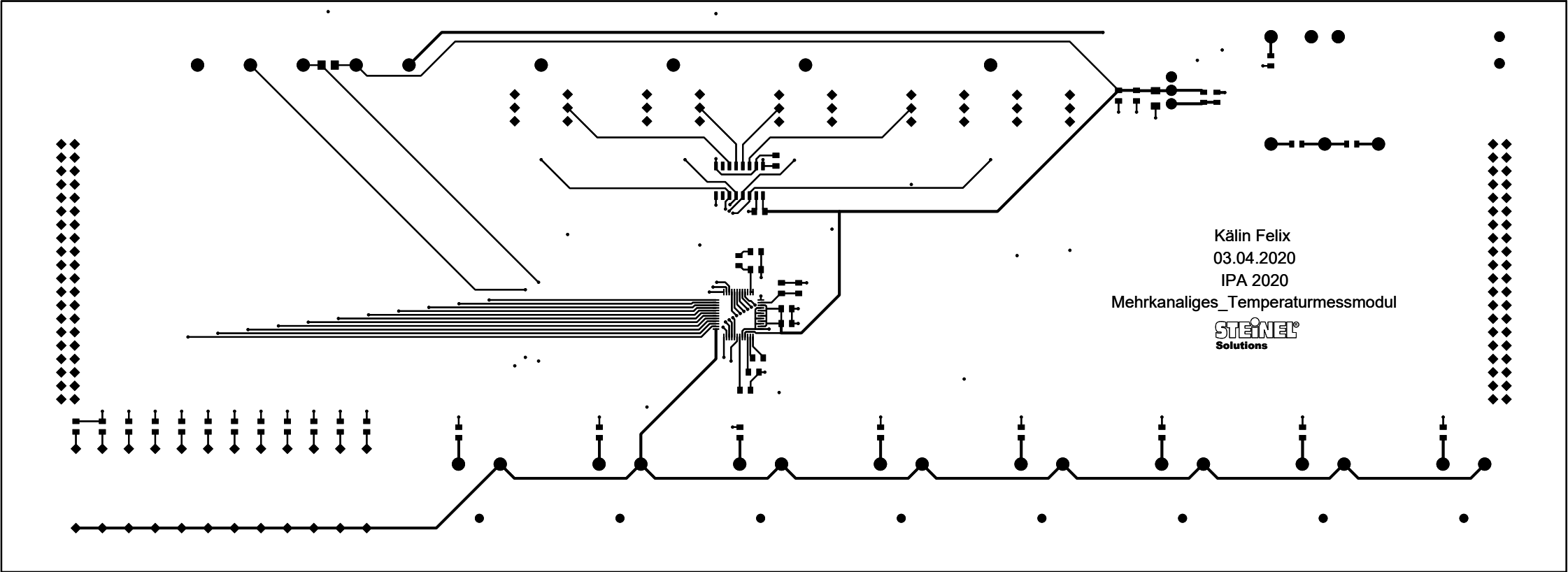
2. Fachgespräch

Bezeichnung	Lieferant	Artikel Nr.	Menge	Einzelpreis	Gesamtpreis
GPIO Flachbandkabel	Distrelec	301-33-575	5	CHF 3.15	CHF 15.75
Raspberry PI DIN Gehäuse	Distrelec	300-63-933	1	CHF 11.90	CHF 11.90
Stromkabel mit Schalter	Distrelec	301-33-592	1	CHF 6.79	CHF 6.79
USB Schnellladegerät	Distrelec	301-31-924	1	CHF 13.68	CHF 13.68
SD Karte	Distrelec	300-76-869	2	CHF 11.63	CHF 23.26
Stiftleiste 40 Pol	Distrelec	301-12-340	10	CHF 0.31	CHF 3.13
Raspberry PI 3 Model B	Distrelec	300-85-264	2	CHF 40.70	CHF 81.40
Buchsenleiste 2P 5.08mm	Distrelec	148-41-390	5	Fr. 2.56	CHF 12.80
Stiftleiste 2P 5.08mm	Distrelec	148-41-410	5	Fr. 0.69	CHF 3.45
DC/DC Konverter Isoliert	Distrelec	301-40-643	3	Fr. 28.70	CHF 86.10
Netzteil	Mouser	709-GSM60E24-P1J	1	CHF 27.49	CHF 27.49
DIN Netzteil	Mouser	709-EDR120-24	1	CHF 27.15	CHF 27.15
Temperatur Sensor	Mouser	584-DC2296A	1	CHF 127.06	CHF 127.06
LTC2983	Mouser	584-LTC2983CLX#PBF	1	CHF 36.91	CHF 36.91
Thermoelementstecker	Farnell	3810628	8	CHF 3.95	CHF 56.10
Thermoelemente	Farnell	2785045	5	CHF 11.22	CHF 55.82
Thermoelemente	Farnell	8598185	1	CHF 55.82	CHF 86.90
Thermoelemente	Farnell	7076162	10	CHF 8.69	CHF 24.28
Thermoelemente	Farnell	1633481	2	CHF 12.14	CHF 24.28
Leiterplatten	Allpcb	xxx	5	CHF 19.00	CHF 95.00

TOTAL: 819.25

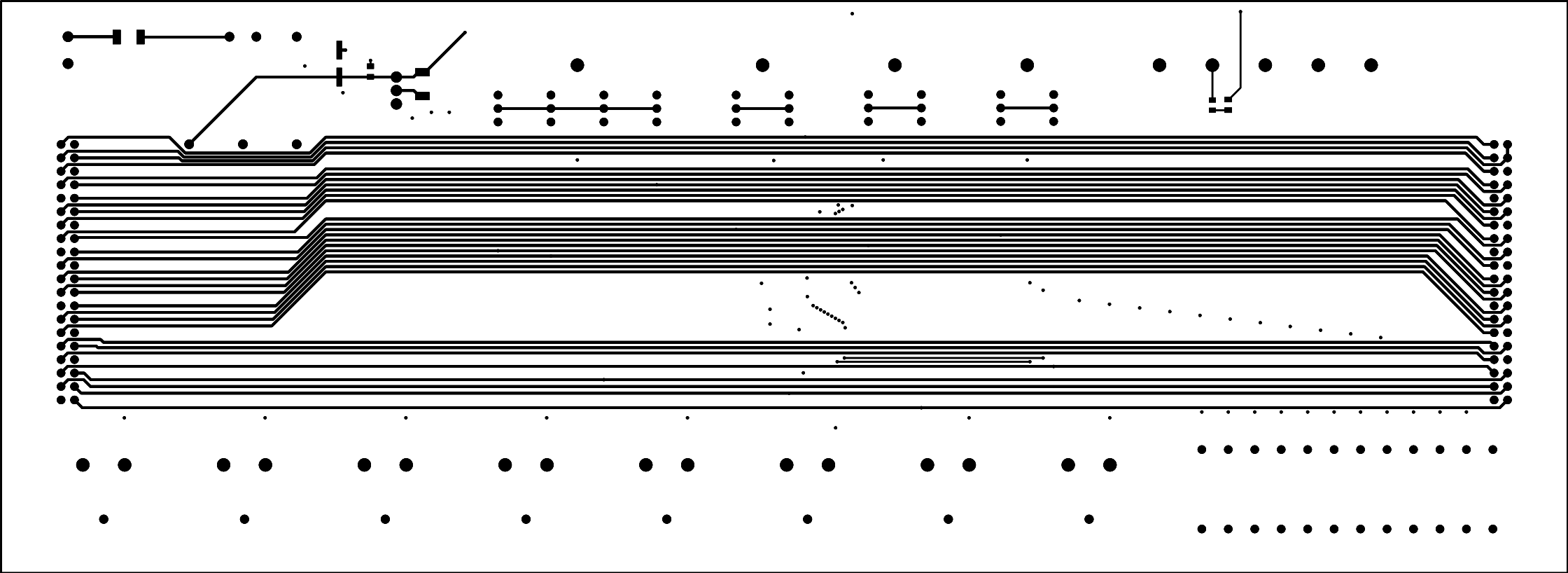


For this drawing we reserve all copyrights (ISO 16016)						
	Date	Name	Designation			
Editor	01.04.2020	Kälin Felix	Circuit diagram			
Proved	XX.XX.20XX	XXX	Leiterplatte XXXXXXXXXXXXXXXX			
Release SEI	XX.XX.20XX	Höhn	Typ XXXX			
Release SCA	XX.XX.20XX	Radu	<div>XXXXXXXXXXXX</div>			
Project number: XXXX						
			Drawing number:			
			Folder:..\\XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			
			<table><tr><td>Page 1</td></tr><tr><td>Pages 1</td></tr></table>		Page 1	Pages 1
Page 1						
Pages 1						





	SHB ?????							
Replacement	Index	AEM	Modification description	Date	Editor	Proved	Release SEI	Release SCA

For this drawing we reserve all copyrights (ISO 16016)		Scale: 1:1		PCB material: FR4 / 1,5mm		Layers: 4-layers			
				Copper overlay: 35µm		Tolerance: +/- 0.1mm			
				Finish: chem. Ni/Au					
	Date	Name		Description					
Editor	03.04.2020	Kälin Felix		Leiterplatte XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX					
Proved	XX.XX.20xx	XXXXX		Typ XXXX					
Release SEI	XX.XX.20xx	Höhn		Layout LS					
Release SCA	XX.XX.20xx	Radu		<div>XXXXXXXXXXXX</div>					
Project number:		XXXX						Page 1	
<div>STEINEL®</div>									
				Drawing number:		Pages 8			
Folder:...\XXXXXXXXXX									



	SHB ?????							
Replacement	Index	AEM	Modification description	Date	Editor	Proved	Release SEI	Release SCA

For this drawing we reserve all copyrights (ISO 16016)			Scale: 1:1		PCB material: FR4 / 1,5mm		Layers: 4-layers	
					Copper overlay: 35µm		Tolerance: +/- 0.1mm	
					Finish: chem. Ni/Au			
			Date		Name		Description Leiterplatte XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Typ XXXX Layout BS	
			Editor		Kälin Felix			
			Proved		XXXXX			
			Release SEI		Höhn			
			Release SCA		Radu			
			Project number:		XXXX			
							Page 2	
Pages 8								
					Drawing number:			
					Folder:...\XXXXXXXXX			