



FH Dortmund Fachbereich Elektrotechnik

Labor für Elektronik und Automation

Anleitung "PCB Layouterstellung und Gerber Export in Altium Designer 18"

vorgelegt von Florian Frank Stand: 27.03.2019

Bachelor-Studiengang Elektrotechnik

Inhaltsverzeichnis

1	Eir	ıfüh	rung in Altium Designer 18	3
	1.1	Ein	leitung	3
	1.2	Anl	egen eines neuen PCB Projektes	4
	1.3	Ers	tellen eines neuen Schematic	5
	1.3	.1	Speichern der Schematic Datei	6
	1.3	.2	Erstellen des Schaltplans im Schematic Sheet	6
	1.3	.3	Altium Bauteile in den Libruaries	7
	1.3	.4	Der Altium Bauteile Explorer	8
2	Ers	stell	en einer PCB	9
	2.1	Ein	fügen und speichern einer PCB Datei ins Altium Projekt	9
	2.2	Imp	ortieren der Bauteile aus dem Schematic	11
	2.3	Anp	bassen der Platinengröße im Board Planning Mode	13
	2.4	And	ordnen und drehen von Bauteilen auf der PCB	16
	2.4	.1	Drehen von Bauteilen auf einer PCB	16
	2.5	Ein	fügen von Bohrungen zur Montage der PCB	17
	2.6	Ers	tellen von Leiterbahnen mit dem Autorouter	18
	2.6	.1	Grundeinstellungen zum automatischen Routen	18
	2.6	.3	Electrical und Routing Design Rules	19
	2.6	.4	Auto-Routen von Leiterbahnen	21
	2.7	Boa	ard Cutout Line im Mechanical Layer	24
3	Gerbe	er E	xport und Datenaufbereitung für Leiterplattenfräse	25
	3.1	Ers	tellen der CAM Datei	25
	3.1	.1	Vorbereitungen zum Erstellen der CAM Datei	25
	3.1	.2	Erstellen der CAM Datei	26
	3.2	Erz	eugen der Gerber Daten	29
	3.3	Ers	tellen der CAM Datei für Bohrungen	32
	3.4	Erz	eugen der Drill File(s)	35
	3.5	Dat	enaufbereitung	37
	3.5	.1	Einlesen der Dateien in die Software Isocam	37
	3.5.2	E	rzeugen der Fräsdaten für den Machenicel Layer	38
	3.5.3	E	rzeugen der Fräsdaten für den Top und Bottom Layer	44
	3.5.4	E	rzeugen der Fräsdaten für die Bohrdatei	46
4	Eir	lese	en der aufbereiteten Dateien in die Frässoftware	49
	4.1	Der	Projektassistent	49

5	Ab	bildungsverzeichnis	53
	4.4	Fräsen der Platine	52
	Fräse	erauswahl	51
	4.2	Auswahl der zu fräsenden Dateien	50

1 Einführung in Altium Designer 18

1.1 Einleitung

Die folgende Anleitung beschäftigt sich mit der Erstellung einer Leiterplatte aus einem Schematic. Zudem werden wichtige Schritte und Tools zur Erzeugung von Gerber Daten erläutert, die in Altium Designer 18 enthalten sind.

Im Zweiten Teil (Kapitel 4) wird die grundlegende Datenaufbereitung mit der Software Isocam der Firma Bungard erklärt.

1.2 Anlegen eines neuen PCB Projektes

Schritt1:

Als erstes wie in Abbildung 1 ein neues Projekt in Altium anlegen. Dazu im Menü File -> New -> Project -> PCB Project



Abbildung 1 Anlegen eines neuen PCB Projektes



Schritt 2:

Um ein Platinenlayout erstellen zu können, benötigt man einen Schaltplan (Schematic). Diesen kann man nach Anlegen des Projektes im Menü File, New, Schematic hinzufügen. (Abbildung 2)

Abbildung 2 Erstellen eines neuen Schematic

1.3 Erstellen eines neuen Schematic

Nach erfolgreichem Erstellen eines neuen Schematics sollte folgendes Bild im Altium Designer angezeigt werden (Abbildung 3).



Abbildung 3 Leeres Altium Designer Schematic

1.3.1 Speichern der Schematic Datei

Bevor man mit dem Erstellen der Schaltung beginnt, sollte man die leere Datei mit einem Namen speichern. Hier z.B. "Uebung1 Spannungsreglerpcb.projpcb". Das gleiche ebenfalls mit dem Schematic. Hier also auch "Uebung1 Spannungsreglerpcb.SchDoc" (Abbildung 5).



Abbildung 5 Speicherstruktur der Projekt- und Schematic Datei

Anhand eines Beispiels wird im Folgenden erklärt, wie man von einem fertigen Schaltplan (Schematic) zu einem PCB-Layout kommt. Folgende Spannungsregler-Schaltung aus einem LM317t und geeigneten Block- und Filterkapazitäten wird aufgebaut.



Abbildung 6 Beispielschaltung Netzteil mit Spannungsregler LM317t

1.3.3 Altium Bauteile in den Libruaries

Alle Bauteile, die für diese Beispiel- Schaltung notwendig sind, sind Standardbauteile der Altium Bibliotheken und können aus dem Reiter LIBRARIES (Abbildung 7) aus dem Tab auf der rechten Seite ausgewählt und in das Schematic gezogen werden.



Abbildung 7 Reiter Libruaries

1.3.4 Der Altium Bauteile Explorer

Den Spannungsregler LM317t kann man im Bauteile – Explorer (Abbildung 8) unter Panel -> Explorer und der Eingabe "Im317t" finden und per drag-drop in das Schematic einfügen. Alle anderen Bauteile sind Bauteile aus der Standard-Bibliothek.



Abbildung 8 Der Altium Designer Bauteile Explorer

Nach erfolgreichem Erstellen des Schaltplans (Schematic) nach dem Beispiel kann alles abgespeichert werden.

File -> Save

2 Erstellen einer PCB

2.1 Einfügen und speichern einer PCB Datei ins Altium Projekt



Nach erfolgreichem Speichern des Schematic muss eine neue PCB Datei erstellt werden. Dies kann wie in Abbildung 9 gezeigt, im Menü File -> New -> PCB ein PCB hinzufügen getan werden.

Abbildung 9 Erstellen einer neuen PCB Datei ins Projekt

Projects	•	4	×
88960			
Q Search)
Workspace1.DsnWrk	_]
🔺 🧱 Uebung1 Spannungsreglerpcb.PrjP	D		
Source Documents			
📙 Uebung1 Spannungsreglerpcb	D		
A Documents			
Source Documents			
PCB1.PcbDoc	17		

Abbildung 10 Projektseitenleiste

Nun sollte im Projektfenster auf der linken Seite die erstellte neue PCB unter dem Reiter Free Documents erscheinen (Abbildung 10).

9								
EII	Edit View Project Place New ▶ Open Ctrl+O Close Ctrl+F4 Open Project	esign Iools Roj						×
-	Open Design Workspace	F ← → · ↑ → Die	ser PC > Desktop > BPrax Frank			v õ	"BPrax Frank" durchsuchen	Q
C.L.	Save As Do	b Organisieren 🔻 Neuer	Ordner					0
	Save Cop <u>y</u> As Save A <u>l</u> I	Dieser PC	Name	Änderungsdatum	Тур	Größe		
	Save Project As Save Design Workspace As	 3D-Objekte Bilder Desktop 	History	19.11.2018 11:49 19.11.2018 12:08	Dateiordner Dateiordner			
	Import Export Import Wizard	 Dokumente Downloads Musik 						
	Run Script Eabrication Outputs Assem <u>bly</u> Outputs	🔛 Videos 🏪 Lokaler Datenträ 🛖 Lokaler Datenträ						
	Page Set <u>up</u> Print Pre <u>v</u> iew Print Ctrl+P	🔜 Dateien (E:) 🔜 Lokaler Datenträ 🔄 [FLF] Archiv (H:) 🗸						
	Default Prints	Datei <u>n</u> ame: Spann	iungsreglerpcb.PcbDoc					~
1	S <u>m</u> art PDF	Dateityp: PCB B	inary Files (*.PcbDoc)					*
	Recent Documents	 Ordner ausblenden 					Speichern Abbrec	.hen
	Recent Design Workspaces Exit Alt+F4							

Abbildung 11 PCB Datei Speichern

Durch klicken auf File -> Save die PCB Datei mit dem namen "Uebung1 Spannungsreglerpcb.PcbDoc" im selben Ordner wie das Projekt speichern.

Nach Anlegen und speichern der PCB Datei sollte folgendes Bild (Abbildung) zu sehen sein (Abbildung 12).



Abbildung 12 Leere PCB Datei

2.2 Importieren der Bauteile aus dem Schematic

Damit nun die Bauteile des zuvor erstellen Schematic in der PCB zur Verfügung stehen müssen diese über das Menü Design -> Import Changes from ".PrjPCB" kann man die Bauteile und Net`s des Schematic in die PCB laden (Abbildung 13).

0 6		3 4 1	e\$						Jebung1 Sp	annungs	reglerpcb.PrjP
<u>F</u> ile	<u>E</u> dit	<u>V</u> iew	Proje <u>c</u> t	<u>P</u> lace	Design	Tools	Ro <u>u</u> te	<u>R</u> eports	Window	<u>H</u> elp	
Pro	1 Lice	nse <mark>M</mark> ar	nagement	🛄 Spa	<u>U</u> р	date Sche	ematics i	n Uebung1	Spannung	sre <mark>gle</mark> rpcl	b.PrjPCB
jects					lm	port Char	nges Fror	m Uebung	l Spannung	sreglerpc	ь.РгјРСВ
					<u>R</u> u	les					
					Ru	le <u>W</u> izard					
					Во	ard <u>S</u> hape	e				۲
					Ne	tlist					¥.
					<u>x</u> Si	gnals					•
					Lay	/er Stac <u>k</u>	Manager	r			
					Ma	inage Lay	rer Se <u>t</u> s				×.
					Ro	o <u>m</u> s					•
					<u>C</u> la	isses					
		1	10 - S. M.		Ma	ike <u>P</u> CB L	ibrary				
					M <u>a</u>	ike Integr	ated Libr	rary			

Abbildung 13 Bauteile aus Schematic Importieren

Es erscheint das "Engineering Change Order" Fenster (Abbildung 14) in dem die Veränderungen vom Schematic gegenüber dem PCB verglichen werden und so z.B. Änderungen von Pinanordnungen im Schematic detektiert werden können. Dies ist hier nicht der Fall. Mit einem Klick auf Validate Changes und Execute Changes werden die Bauteile in die PCB geladen.

odifications					Status		
Enable 🔻	Action	Affected Object		Affected Document	Check Done	Message	
	Add Components(9)						
\checkmark	Add	📙 C1	То	E Spannungsreglerpcb.PcbDoc			
\checkmark	Add	📒 C2	То	🔚 Spannungsreglerpcb.PcbDoc			
\checkmark	Add	📒 СЗ	То	🛄 Spannungsreglerpcb.PcbDoc			
~	Add	🚺 C4	То	🛄 Spannungsreglerpcb.PcbDoc			
\checkmark	Add	📲 P1	То	E Spannungsreglerpcb.PcbDoc			
\checkmark	Add	P2	То	🔚 Spannungsreglerpcb.PcbDoc			
~	Add	📲 R1	То	🛄 Spannungsreglerpcb.PcbDoc			
1	Add	R2	То	E Spannungsreglerpcb.PcbDoc			
~	Add	👖 U1	То	Spannungsreglerpcb.PcbDoc			
	Add Pins To Nets(20)						
	Add		In	🛄 Spannungsreglerpcb.PcbDoc			
	Add		In	E Spannungsreglerpcb.PcbDoc			
~	Add	C2-1 to GND	In	Spannungsreglerpcb.PcbDoc			
	Add		In	Spannungsreglerpcb.PcbDoc			
~	Add		In	Spannungsreglerpcb.PcbDoc			
	Add		In	Spannungsreglerpcb.PcbDoc			
	Add		In	Spannungsreglerpcb.PcbDoc			
	Add		In	Spannungsreglerpcb.PcbDoc			
	Add		In	Spannungsreglerpcb.PcbDoc			
×	Add		In	Spannungsreglerpcb.PcbDoc			
$\overline{\checkmark}$	Add		In	Spannungsreglerpcb.PcbDoc			
~	Add		In	Spannungsreglerpcb.PcbDoc			
2	Add		In	Spannungsreglerpcb.PcbDoc			

Abbildung 14 Engineering Change Order

Sind alle Bauteile in das PCB Dokument geladen können diese auf die PC geschoben werden. Der rot hinterlegte Hintergrund kann dabei als erstes ausgewählt und [ENTF]. gelöscht werden Markiert wird durch einfache Auswahl mit dem Mauszeiger oder mit der Tastenkombination [Strg + A].



Abbildung 15 Auf die PCB importierte Bauteile



Danach einfach alle Bauteile auf die PCB "schwarzes Feld" (Abbildung 16) ziehen.

Abbildung 16 Bauteile ohne Rahmen auf PCB ziehen

2.3 Anpassen der Platinengröße im Board Planning Mode

Es ist deutlich zu erkennen, dass die Platine von den mechanischen Abmaßen her viel zu groß ist.

t	Viev	v Proje <u>c</u> t	<u>P</u> lace	<u>D</u> esign	Tools Ro
ice	ШŊ	Board Plan	ning Mo	de 1	pcb.PcbE
	*	2D Layout	Mode	2	
		3D Layout	Mode	3	
	9	Fit <u>D</u> ocume	ent Ci	trl+PgDn	

Abbildung 17 Menü Ansicht -> Board Modes

Um dies anzupassen muss man als nächstes mit [Kurztaste 1] oder [Menü View -> Board Planing Mode] ins Board Planing mode wechseln (Abbildung 17).

Nach dem Wechsel ins Board Planing Mode erhält man folgende Ansicht (Abbildung 18). Die Platine wird Grün dargestellt.



Abbildung 18 Platinenansicht Board Planning Mode

Über das Menü Design -> Edit Board Shape kann nun grob die Größe der Platine für die Schaltung angepasst werden (Abbildung 19).

Des	ign <u>T</u> ools Ro <u>u</u> te <u>R</u> eports <u>W</u> indow <u>H</u> elp
	Update Schematics in Uebung1 Spannungsreglerpcb.PrjPCB
	Redefine Board Shape
100	E <u>d</u> it Board Shape
	Modify Board Shape
t e	Move Board Shape
t e	Move Board
	Define Split Line
	Delete Split Line
•	Define B <u>e</u> nding Line
	Layer Stac <u>k</u> Manager
	Roo <u>m</u> s •
	Make PCB Library
	Make Integrated Library

Abbildung 19 Menü Design -> Edit Board Shape



Abbildung 20 PCB Board Planning Mode Markierte Ränder

An den Rändern (Abbildung 20) der Platine kann man nun die Größe an den 8 Punkten der PCB durch anklicken und ziehen mit der Maus möglichst sinnvoll anpassen. Danach sollte die Platine grob folgendermaßen aussehen (Abbildung 21).



Abbildung 21 PCB Board Planning Mode Größe angepasst

Ist die erforderliche bzw. gewünschte Größe erreicht mit der [Kurztaste 2] oder [Menü View -> 2D Layout Mode] zurück in den Layout-Modus wechseln.



2.4 Anordnen und drehen von Bauteilen auf der PCB

Da alle Bauteile mehr oder weniger schlecht bzw. unpassend angeordnet sind sollte man nun versuchen diese möglichst sinnvoll anzuordnen, damit später die Leiterbanen möglichst platzsparend geroutet werden können. Die grauen Linien (Abbildung 23) der Knoten dienen dabei als Orientierungshilfe für die Potentiale bzw. Knoten.



Abbildung 23 Anordnen der Bauteile auf der PCB

2.4.1 Drehen von Bauteilen auf einer PCB

Um in Altium Designer die Bauteile auf einer PCB zu drehen müssen diese angeklickt (somit Markiert werden). Mit gedrücker linken Maustaste erscheint dann ein grünes Kreuz (Abbildung 24) auf dem Bauteil. Drückt man nun die Leertaste wird das Bauteil um 90 Grad gegen den Uhrzeigersinn gedreht.



Abbildung 24 Drehen eines Bauteils auf einer PCB

2.5 Einfügen von Bohrungen zur Montage der PCB

Im folgenden Schritt müssen Bohrungen für die spätere Möglichkeit der Befestigung der Platine vorgesehen werden. Dies kann durch Hinzufügen von Pads realisiert werden dessen Lochdurchmesser so groß ist, wie das eigentliche Pad. Mit der Mausauswahl das Pad auswählen und 4 Stück auf der PCB an geeigneten Stellen platzieren (Abbildung 25).



Abbildung 25 Hinzufügen von Montagelöchern

Als nächstes müssen alle 4 Pads ausgewählt und in ihrer Größe und Bohrung angepasst werden. Damit das bei allen gleichzeitig passiert alle mit Shift + Maus Taste auswählen. Im Bereich Properties (Abbildung 26) können dann die Größe und die Bohrung angepasst werden. Die Löcher sollen 3mm entsprechen (118.11mil).



Abbildung 26 Anpassen der Montagelöcher

Danach kann dann das Erstellen der Leiterbahnen vorbereitet werden. Die Leiterbahnen können sowohl manuell per Hand, als auch automatisch per Autorouter angelegt werden. Hier verwenden wir allerdings die automatische Route Funktion.

2.6 Erstellen von Leiterbahnen mit dem Autorouter2.6.1 Grundeinstellungen zum automatischen Routen

Bevor mit dem Routen begonnen werden kann muss sich man überlegen, welche Art von PCB verwendet werden soll. Da wir keine Einschränkungen haben, entscheiden wir uns für 2lagige Platinen mit Top und Bottom Layer. Damit Autorouter der dies berücksichtigen kann, klickt man im Menü Route -> AutoRoute auf Setup



Abbildung 27 Autorouter Setup Menü

	Site	us Routing Strategies			
Routing Setup Report					
Report Contents					
Routing Widths					
Routing Via Styles					
Electrical Clearances					
Fanout Styles					
Layer Directions					
Drill Pairs					
Net Topologies					
Net Layers					
SMD Neckdown Rules					
Unroutable pads					
SMD Neckdown Width	Warnings				
Edit Laver Directions	Edit Rule	·s		Save Rend	ort As
Edit Layer Directions	Edit Rule			Save Repo	ort As
Edit Layer Directions Routing Strategy Available Routing Strategie	Edit Rule	<u>15</u>		Save Repo	ort As
Edit Layer Directions Routing Strategy Available Routing Strategie Name	Edit Rule	Description		Save Repo	ort As
Edit Layer Directions Routing Strategy Available Routing Strategie Name Cleanup	Edit Rule	 Description Default cleanup strateg 	9y	Save Repo	ort As
Edit Layer Directions Routing Strategy Available Routing Strategie Name Cleanup Default 2 Layer Board	Edit Rule	Description Default cleanup strateg Default strategy for ro	y iting two-layer boa	Save Repo	ort As
Edit Layer Directions Routing Strategy Available Routing Strategie Name Cleanup Default 2 Layer Board Default 2 Layer With Edge in Default 2 Layer With Edge in Default 1 Layer Read	Edit Rule	Description Default cleanup strateg Default strategy for two Default strategy for two Default strategy for two	Jy Jting two-layer boa o-layer boards with	Save Repo	ort As
Edit Layer Directions Routing Strategy Available Routing Strategie Name Cleanup Default 2 Layer Board Default 2 Layer With Edge Default 1 Layer Board Default Multi Layer Board Seneral Orthogonal	Edit Rule	Description Default cleanup strateg Default strategy for roi Default strategy for tw Default strategy for roi Default strategy for roi Default strategy for roi	Dy Iting two-layer boa o-layer boards with tring multilayer boa e orthogonal strat	Save Repo rds edge connect ards env	ort As
Edit Layer Directions Routing Strategy Available Routing Strategie Name Cleanup Default 2 Layer Board Default 2 Layer With Edge Default Layer With Edge Default Uayer Board General Orthogonal Via Micer	Edit Rule	Description Default cleanup strateg Default strategy for row Default strategy for row Default strategy for row Default strategy for row Default strategy for row	yy iting two-layer boa o-layer boards with iting multilayer boa e orthogonal strat ultilayer boards with	Save Repo rds edge connect ards egy b aggressive vi	ort As ors

Abbildung 28 Autorouter Situs Routing Strategies Fenser

Es erscheint folgendes Fenster. Damit der Router nun Top und Bottom Layer nutzt, sollte das hier hinterlegte Feld "Default 2 Layer Board" ausgewählt sein. Als nächstes muss die Leiterbahnbreite der und Isolationsabstand eingestellt werden. Durch einen Klick auf Edit Roules im selben Fenster gelangt man in den PCB Rules and Constraints Editor.

2.6.3 Electrical und Routing Design Rules

Es erscheint folgendes Fenster. Die Ansicht kann je nach verwendetem Computer leicht variieren. Wir wollen die Leiterbahnbreite einstellen. Im Reiter Design Rules ->Electrical finden wir die gesuchten Einstellmöglichkeiten.

Als nächstes stellen wir zunächst den Isolationsabstand ein. Durch einen Doppelklick auf Clearance erscheint oberstes Fenster.

Electrical	Name Clearance	c.	omment			Unique ID	WNFOXSSO	Test Querie
Clearance	Where The First Ob	ject Matches						
Short-Circuit Tun-Routed Net	All	-						
Un-Connected Pin								
 ⁸ Modified Polygon ⁸ Routing 	Where The Second	Object Matches						
SMT	All	•						
Plane	Constraints							
Manufacturing	Different Nets	Only						
High Speed	Minimum	Clearance 39.37mil						
Placement Signal Integrity								
			gnore Pad to Pad cle	arances within a footprint				
	• Simple	O Advanced						
	Track	Track 39.37	SMD Pac	d TH Pad	Via	Copp	per	Text
	SMD Pad	39.37	39.37					
	TH Pad	39.37	39.37	39.37				
	Copper	39.37	39.37	39.37	39.37	39.37		
	copper	22121	22121	35131	20.37	20.27	20.27	
	Text	39.37	39.37	39.37	39.37	39.37	39,37	
	Text Hole Required clearan object settings a	39.37 39.37 ces between electrical ol nd Board Outline Cleara	39.37 39.37 Djects and Board Cut nce rule's settings.	39.37 39.37 outs / Board Cavities are d	39.37 39.37 etermined using the la	39.37 39.37 rgest of Electrical (39.37 39.37 Clearance rule's Re	gion -to-
rizard <u>P</u> riorities <u>C</u> rea	Text Hole Required clearan object settings ar te Default Rules	39.37 39.37 ces between electrical ol nd Board Outline Cleara	39.37 39.37 ojects and Board Cut nce rule's settings.	39.37 39.37 outs / Board Cavities are d	39.37 39.37 etermined using the la	39.37 39.37	OK Cance	gion -to- :el Ap
izard <u>P</u> riorities <u>C</u> rea	Text Hole Required clearan object settings au te Default Rules	39.37 39.37 ces between electrical ol nd Board Outline Cleara	39.37 39.37 ojects and Board Cut nce rule's settings.	39.37 39.37 outs / Board Cavities are d PCB Rules and Name P.	39.37 39.37 etermined using the la Constraints Editor (mil) • En Type	39.37 39.37 rgest of Electrical (OK Cance	gion -to-
/izard Priorities Crea	Text Hole Required clearan object settings at te Default Rules	39.37 39.37 39.37 ces between electrical of a Board Outline Cleara between electrical of a Board Outline Cleara between electrical between electri	39.37 39.37 39.37 Dijetts and Board Cut rice rule's settings.	39.37 39.37 outs / Board Cavities are d PCB Rules and Name P. Clearance 1	39.37 39.37 etermined using the la Constraints Editor (mil) ▲ En Type ♥ Clearance	Category Electrical	Sope All - All	gion -to- el Apple Appl

Abbildung 29 PCB Rules Clearance

Wir stellen hier beispielsweise grob 1mm für alle Leiterbahnen ein. Dies entspricht 39,37mil. Danach alles durch einen klick auf Apply bestätigen.

Als nächstes in den Reiter Routing -> Width wechseln. Hier kann die Leiterbahnbreite auf der Oberseite (Top Layer) und der Unterseite (Bottom Layer) der Platine eingestellt werden.

Attributes on layer	Î	Copper (tra Characteris Layers in la	cks, arcs, fills, pads & vias) tic Impedance Driven Widtł yerstack only	1	Abs
Min Width	Preferred Size	Max Width	Name	Index	1.01
IVITI VVIQUTI					
2mm	78.74mil	78.74mil	Top Layer	32	

Abbildung 30 Electrical Routing Rules (Leiterbahnbreite)

Hier wählen wir beispielsweise 2mm aus. Dies entspricht dann auch 78.74mil wobei Altium beides erkennt. Wir geben also überall 2mm ein und bestätigen mit Apply.

Als nächstes kann man beide Fenster durch klicken auf ok schließen.

2.6.4 Auto-Routen von Leiterbahnen

Um nun mit dem Routen zu beginnen alle Bauteile, die geroutet werden sollen auswählen und markieren.



Abbildung 31 Routevorgang Bauteile markieren

Jetzt im Menü Route -> Auto Route auf All... klicken.

Es erscheint danach ein ähnliches Fenster wie im Bereich Route -> Setup

Ro	<u>u</u> te <u>R</u> eports <u>W</u> indow <u>H</u> elp	
;r 7/	ActiveRoute Shift+A	b.PcbDoc *
8	Interactive Routing Ctrl+W	
5	Interactive Differential Pair Routing	
=	Interactive Multi-Routing	
L .	Gloss Selected Ctrl+Alt+G	
L .	Retrace Selected	
ŝ	Interactive Length Tuning	
ល	Interactive Diff Pair Length Tuning	
L.,	Fanout	
	Auto Route	₩ All
	A <u>d</u> d Subnet Jumpers	Net
	Remove Subnet Jumpers	N <u>e</u> t Class
	Un-Route	<u>C</u> onnection
		A <u>r</u> ea

Abbildung 32 Routevorgang RouteAll

Routing Setup Report Report Contents Routing Webbie Routing Stategies Webbies Routing Strategies Name Default 2 Layer Board De	Si	tus Routing Strategies	Hier einfach mit Klick auf Route All
Repeat Contents Routing Widths Extend Clearances Routing Vidths Extend Clearances Name Stol Extended Name Default Stategy Default Stategy for routing multilayer boards Default Multi Layer Board Default Stategy for routing multilayer boards Default Multi Layer Board Default Stategy for routing multilayer boards with aggressive via minimization Vid Mise Strategy for routing multilayer boards with aggressive via minimization Vid Mise Strategy for routing multilayer boards with aggressive via minimization Vid Mise Strategy for routing multilayer boards with aggressive via minimization Vid Mise Strategy for routing multilayer boards with aggressive via m	Routing Setup Report		bestätigen
Routing Widths Name Strip Widthigs Networks Strip Widthigs Routing Widthig Strip Widthigs Strip Widthigs Routing Widthigs Strip Widthigs Strip Widthigs Routing Widthigs Strip Widthigs Strip Widthigs Routing Widthigs Strip Widthigs Routing Widthigs Strip Widthigs Routing Widthigs Strip Widthigs Reverse Routing Widthigs Reverse <td< td=""><td>Report Contents</td><td></td><td></td></td<>	Report Contents		
Redrig Va Styles Electrical Carances Faread Styles Lettrical Carances Faread Styles Lettrical Carances Faread Styles Lettrical Carances Nat Tepologies Net Tepologies	Routing Widths		
Electrates Layer Directions Pierrouts Retadoons Stot Redoons Retadoons Edit Layer Stot Redoons Retadoons Edit Layer Stot Redoons Retiting Variances Retiting Variances Retiting Variances Retiting Variances Retiting Variances Available Routing Strategies Name Default deanup strategy Default Strategy for routing two-layer boards Default 2 Layer With Edge Connectors Default Strategy for routing multilayer boards Strategy for routing multilayer boards Via Miser Strategy for routing multilayer boards with aggressive via minimization Width überprüft werden. Ansone Kann das Messages Fenster (Al 34) einfach und Kall Pra-routes	Routing Via Styles		
Instructions Differentiate Differentiate Differentiate Nach erfolgreichem Routevorgan Strict Layer Directions Edit Rules Strict Layer Directions Edit Rules Nach erfolgreichem Routevorgan Strict Layer Directions Edit Rules Nach erfolgreichem Routevorgan Strict Layer Directions Edit Rules Available Routing Strategies Name Description Default Strategy for routing two-layer boards Default 2 Layer With Edge Connectors Default strategy for routing multilayer boards Default 2 Layer With Edge Connectors Default strategy for routing multilayer boards General Orthogonal Default strategy for routing multilayer boards with aggressive via minimization Vid this Strategy for routing multilayer boards with aggressive via minimization Vid this Strategy for routing multilayer boards with aggressive via minimization	Electrical Clearances		
Definition He Translogies He Translogies Store the Variance Store the Variance Store the Variance Edit Layer Directions Edit Layer Strategies Name Default Strategies Name Default Strategies Default Strategies Default Strategy Default Strategy for routing wultilayer boards Default Variance Default Strategy for routing multilayer boards Ceneral Orthogonal Default strategy for routing multilayer boards Via Miser Strategy for routing multilayer boards Via Miser Strategy for routing multilayer boards Via All Pre-routes Width über por word boards Via All Pre-routes Nation case multiple conserver pre-routing multiple cond cond conserver pre-routing multiple cond cond cond cond cond cond cond cond	Laver Directions		
Iter Tappologies Iter Layer SPD Entry Warnings Routing Withs Iter Layer Strategies Available Routing Strategies Name Default Strategies Name Default strategy for routing multilayer boards Default Strategy for routing multilayer boards General Orthogonal Default strategy for routing multilayer boards General Orthogonal Default general purpose orthogonal strategy Via Miser Strategy for routing multilayer boards with aggressive via minimization Kann das Messages Fenster (All 34) einfacch Width über prüft werden. Ansone view of the strategy for routing multilayer boards with aggressive via minimization	Drill Pairs		
Itel stars Stor Neddown Rules Utrouble pads Stor Neddown Rules Stor Dieddown Widt Warnings Nacch erfolgreichem Routevorga Edit Layer Directions Edit Rules Routing Strategies Save Report As Nach erfolgreichem Routevorga erscheint das Messages Fenster Solf Meddown Widt Strategies Solf Red Not Strategies Name Default strategy for routing two-layer boards Default 2 Layer With Edge Connectors Default strategy for routing multilayer boards Default 2 Layer With Edge Connectors Default strategy for routing multilayer boards Strategies Width überprüft werden. Ansons Kainer Strategies for routing multilayer boards with aggressive via minimization Via Miser Strategy for routing multilayer boards with aggressive via minimization Via Miser Strategy for routing multilayer boards with aggressive via minimization	Net Topologies		
BKD Ketzdoom Rules SMD Erthy Wathings SMD Erthy Wathings Routing Withings Routing Withings Routing Strategies Available Routing Strategies Name Description Clearup Default strategy for routing white strategy for routing white dege connectors Default 2 Layer With Edge Connectors Default strategy for routing multilayer boards Default Usager Board Default strategy for routing multilayer boards with edge connectors Default With Edge Connectors Default grazer for routing multilayer boards with aggressive via minimization Width überpprüft werden. Ansones Kann das Messages Fenster (All 34) einfach	Net Layers		
Available Routing Strategies Nach erfolgreichem Routevorga Edit Layer Directions Routing Strategies Name Default Strategy for routing two-Layer boards Default 2 Layer Roard Default strategy for routing multilayer boards Default 2 Layer Roard Default Strategy for routing multilayer boards Default 2 Layer Roard Default Strategy for routing multilayer boards Wind Hit Diper Board Default Strategy for routing multilayer boards with aggressive via minimization Via Miser Default All Pre-routes	SMD Neckdown Rules		
Sv0 Entry Warnings Routing Widths Edit Layer Directions Name Operating Strategies Name Default Strategy for routing trategy for routing work-layer boards Default 2 Layer Wink Edge Connectors Default Vit Layer Board Default Strategy for routing multilayer boards Via Miser Strategy for routing multilayer boards with aggressive via minimization Width überprüft werden. Ansone skann das Messages Fenster (All 34) einfach Width über prüft werden. Ansone skann das Messages Fenster (All 34) einfach	SMD Neckdown Width Warnings		
Routing Widths Affected Nets Edit Layer Directions Edit Rules Routing Strategies Save Report As Available Routing Strategies Save Report As Name Description Cleanup Default deanup strategy Default 2 Layer Wint Edge Connectors Default strategy for routing multilayer boards Default Layer Board Default strategy for routing multilayer boards Default Layer Board Default strategy for routing multilayer boards Via Miser Strategy for routing multilayer boards with aggressive via minimization Name Default Berspruites	SMD Entry Warnings		
Edit Layer Directions Edit Rules Routing Strategie Save Report As Name Description Cleanup Default deanup strategy Default 2 Layer Board Default strategy for routing multilayer boards Default 2 Layer Board Default strategy for routing multilayer boards Default 2 Layer Board Default strategy for routing multilayer boards Default 2 Layer Board Default strategy for routing multilayer boards Units Default Strategy for routing multilayer boards with aggressive via minimization Width Width überprüft werden. Ansons Kannn das Messsages Fenster (Al 34) einfach 34) einfach me stelle en en en une of das	Routing Widths	Affected Nets	
Available Routing Strategies erscheint das Messages Fenster Name • Description Cleanup Default deanup strategy Default 2 Layer Board Default strategy for routing multilayer boards Default 1 Layer Board Default strategy for routing multilayer boards Default Query Strategy for routing multilayer boards Einstellungen im Bereich Cleara Width überprüft werden. Ansons Kann das Messages Fenster (Al 34) einfach me shla e en e	Edit Layer Directions Edit Ru	les Save Report As	Nach erfolgreichem Routevorgang
Available Routing Strategies Name • Description Cleanup Default strategy for routing two-layer boards Default 2 Layer Roard Default strategy for routing multilayer boards Default 2 Layer With Edge Connectors Default strategy for routing multilayer boards Default 2 Layer Roard Default strategy for routing multilayer boards Default 2 Layer Roard Default strategy for routing multilayer boards General Orthogonal Default general purpose orthogonal strategy Via Miser Strategy for routing multilayer boards with aggressive via minimization Kannn das Messages Fenster (Al 34) einfach Strategy for routing multilayer boards	Routing Strategy		erscheint das Messages Fenster.
Name • Description Cleanup Default denup strategy Default 2 Layer Board Default strategy for routing two-layer boards Default 2 Layer With Edge Connectors Default strategy for routing multilayer boards Default 2 Layer Board Default strategy for routing multilayer boards Default 2 Layer Board Default strategy for routing multilayer boards General Orthogonal Default general purpose orthogonal strategy Via Miser Strategy for routing multilayer boards with aggressive via minimization Kann das Messages Fenster (All Strategy for counting function of the strategy for counting multilayer boards with aggressive via minimization	Available Routing Strategies		Sollten im Nachrichtenfenster Fehler
Cleanup Default danup strategy Default 2 Layer Board Default strategy for routing two-layer boards with edge connectors Default 2 Layer With Edge Connectors Default strategy for routing multilayer boards Default Ager Board Default strategy for routing multilayer boards Default Query With Edge Connectors Default strategy for routing multilayer boards General Orthogonal Default general purpose orthogonal strategy Via Miser Strategy for routing multilayer boards with aggressive via minimization Kann das Messages Fenster (All Strategy for routing multilayer boards)	Name	Description	
Default 21 uyer Kond Default strategy for routing two-layer boards Default 21 uyer With Edge Connectors Default strategy for routing multilayer boards Befault 21 uyer With Edge Connectors Default strategy for routing multilayer boards General Orthogonal Default general purpose orthogonal strategy Via Miser Strategy for routing multilayer boards with aggressive via minimization Width überprüft werden. Ansons kann das Messages Fenster (Al 34) einfach	Cleanup	Default cleanup strategy	vorhanden sein müssen alle
Default 2 Layer With Edge Connectors Default strategy for two-layer boards with edge connectors Default Multi Layer Board Default strategy for routing multilayer boards General Orthogonal Default general purpose orthogonal strategy Via Miser Strategy for routing multilayer boards with aggressive via minimization Width überprüft werden. Ansons kann das Messages Fenster (Al 34) einfach	Default 2 Layer Board	Default strategy for routing two-layer boards	
Default strategy for routing multilayer boards Default strategy for routing multilayer boards General Orthogonal Default general purpose orthogonal strategy Via Miser Strategy for routing multilayer boards with aggressive via minimization Kann das Messages Fenster (Al 34) einfach	Default 2 Layer With Edge Connectors	Default strategy for two-layer boards with edge connectors	Einstellungen im Bereich Clearance u
General Orthogonal Default general purpose orthogonal strategy Via Miser Strategy for routing multilayer boards with aggressive via minimization Width überprüft werden. Anson: kann das Messages Fenster (A 34) einfach	Default Multi Layer Board	Default strategy for routing multilayer boards	
Via Miser Strategy for routing multilayer boards with aggressive via minimization kann das Messages Fenster (A 34) einfach	General Orthogonal	Default general purpose orthogonal strategy	Width überprüft worden Anconsten
kann das Messages Fenster (A 34) einfach	Via Miser	Strategy for routing multilayer boards with aggressive via minimization	
34) einfach			kann das Messages Fenster (Δbbildu
34) einfach			Rahin das Messages i chister (Abbildu
			34) einfach
Add Remove Edit Duplicate Generation Generatio Generation Generation Generation Generation Generation Generati	Add <u>R</u> emove <u>E</u> dit	Duplicate	geschlossen werden.
Rip-up Violations After Kouting		Kip-up Violations After Routing	- U - C
Route All Cancel		Route All Canc	

Abbildung 33 Fenster Situs Routing Strategies

nd ng

	Document	Source	Marcana	Time	Date	No
Situs Event	Liebungt Spannunger	Situe	Pouting Started	18:43:53	25.02.2019	1
S Routing Stat	Ulebung1 Spannungsr	eglernch E	kbDog ting topology man	18:43:53	25.02.2019	2
Situs Event	Uebung1 Spannungs	Situs	Starting Fan out to Plane	18:43:53	25.02.2019	3
Situs Event	Liebung1 Spannungsr	Situs	Completed Fan out to Plane in 0 Seconds	18:43:53	25.02.2019	4
Situs Event	Uebung1 Spannungsr	Situs	Starting Memory	18:43:53	25.02.2019	5
Situs Event	Uebung1 Spannungsr	Situs	Completed Memory in 0 Seconds	18:43:53	25.02.2019	6
Situs Event	Uebung1 Spannungsr	Situs	Starting Laver Patterns	18:43:53	25.02.2019	7
S Routing Stat	Uebung1 Spannungsr	Situs	Calculating Board Density	18:43:53	25.02.2019	8
Situs Event	Uebung1 Spannungsr	Situs	Completed Laver Patterns in 0 Seconds	18:43:53	25.02.2019	9
Situs Event	Uebung1 Spannungsr	Situs	Starting Main	18:43:53	25.02.2019	10
S Routing Stat	Uebung1 Spannungsr	Situs	Calculating Board Density	18:43:53	25.02.2019	11
Situs Event	Uebung1 Spannungsr	Situs	Completed Main in 0 Seconds	18:43:53	25.02.2019	12
Situs Event	Uebung1 Spannungsr	Situs	Starting Completion	18:43:53	25.02.2019	13
Situs Event	Uebung1 Spannungsr	Situs	Completed Completion in 0 Seconds	18:43:53	25.02.2019	14
Situs Event	Uebung1 Spannungsr	Situs	Starting Straighten	18:43:53	25.02.2019	15
Situs Event	Uebung1 Spannungsr	Situs	Completed Straighten in 0 Seconds	18:43:54	25.02.2019	16
S Routing Stat	Uebung1 Spannungsr	Situs	16 of 16 connections routed (100,00%) in 0 Seconds	18:43:54	25.02.2019	17
Situs Event	Uebung1 Spannungsr	Situs	Routing finished with 0 contentions(s). Failed to complete 0 connection(s) in 0 Seconds	18:43:54	25.02.2019	18

Abbildung 34 Messages Fenster

Auf dem Bildschirm sollte danach folgende Ansicht zu sehen sein.



Abbildung 35 Fertig geroutete PCB

2.7 Board Cutout Line im Mechanical Layer

Als letztes muss nun noch die Außenumrandung angelegt werden, damit bei Erstellung der Dateien für die Platinenfertigung die Platine auf die hier angelegte Größe (Schwarze Box) ausgeschnitten wird.

Dies geschieht durch Klick auf Design -> Board Shape -> Create Primitives from Boardshape (Abbildung 36).



Abbildung 36 Erzeugen der Cut Out Line durch die Außenlinien der PCB

Im Folgenden Fenster (Abbildung 37) müssen zwei Dinge beachtet werden. Die Breite auf 1mil festlegen und Auf dem Mechanical 1 Layer speichern.

Width	Imil
Layer	Mechanical 1 👻
	Include Cutouts
	Include layer stack regions
	Route Tool Outline
	Delete Existing Non-Net Lines/Arcs On Layer

Abbildung 37 Erstellen der Board Cut Out Line

3 Gerber Export und Datenaufbereitung für Leiterplattenfräse

- 3.1 Erstellen der CAM Datei
- 3.1.1 Vorbereitungen zum Erstellen der CAM Datei



Bevor mit dem Erstellen der Gerber Dateien begonnen werden kann, ist sicherzustellen, dass der Nullpunkt (Origin) sich an der unten linken Ecke (x=0, y=0) der Platine befindet. Ist dies nicht der Fall, muss dies geändert werden. Dies geschieht durch klick im Menü (Abbildung 38) Edit auf Origin -> Set

Abbildung 38 Menü Edit Origin Set

Nun kann mit dem Mauszeiger die untere linke Ecke der PCB angeklickt werden und der Origin Nullpunkt ist gesetzt. Danach sollte sich der Nullpunkt wie in (Abbildung 39) an der unteren linken Ecke der Platine befinden.



Abbildung 39 Set Origin: Ansicht nach Mausklick

3.1.2 Erstellen der CAM Datei



Damit die Gerber Dateien für Top, Bottom und Mechanical Layer erzeigt werden können, muss vorher eine Cam Datei erstellt werden. Dazu geht man im Menü (Abbildung 40) File auf Fabrication Outputs -> Gerber Files.

Abbildung 40 Menü Fabrication Outputs Gerber Files

In dem Fenster "Gerber Setup" (Abbildung 41) muss das Format auf [4:2] gestellt werden. Das Ausgabeformat sollte ebenfalls auf [Millimeters] stehen.

				Gerber Se	tup			
General	Layers	Drill Drawing	Apertures	Advanced				
		Specify the units This controls the after the decimal	and format units (inch point.	to be used es or millime	in the output files ters), and the num	, Iber of digit	s before and	
	1	Units			Format			
		O Inches			• 4: <u>2</u>			
		Millimeter	s		O 4: <u>3</u>			
		_			04:4			
				fame t	nions you should	check that t	ine roo	
		manufacturer su	pports that	format.		cneck that t		

Abbildung 41 CAM Ausgabe -> Gerber Setup General

Als nächstes müssen alle gewünschten Layer ausgewählt werden, die ausgegeben werden sollen. Hier muss also beim Top, Bottom und Mechanical Layer 1 ein Haken unter dem Reiter Plot im Tab Layers (Abbildung 42) gesetzt werden.

General Laye	rs Drill Drawing	Apertures	Advand	ed	
	Layers To Plot			Mechanical Layers(s) to A	dd to All Plots
Ex Layer Na	me	Plot Mi	irror	Layer Name	Plot
 Top Ov Top Pa Top So Top Lay Botton Botton Botton Botton Mecha Mecha Mecha Mecha Keep-C Top Pa Botton Botton Electric All Laye 	erlay ste lder - Layer Solder Paste Overlay nical 1 nical 13 nical 15 nut Layer d Master Pad Master nent Layers Layers al Layers ars			— Mechanical 1 — Mechanical 13 — Mechanical 15	

Abbildung 42 CAM Ausgabe -> Gerber Setup Layers

Als letztes nun noch im Unterpunkt Advanced überprüfen, dass die fürhenden Nullen unterdrückt werden und der zuvor gesetzte Nullpunkt (Origin) als Referenz genutzt wird. [Surpress Leading zeroes] und [Referece to relative origin] muss ausgewählt werden (Abbildung 43).

General	Layers	Drill Drawing	Apertures	Advanced		
Film Siz	ze			Leading	/Trailing Zeroes	
X (hor	rizontal)	508mm		<u> </u>	ep leading and trailing zero	
Y (vert	tical)	406.4mm		🖲 Su	ppress leading <u>z</u> eroes	
Borde	er size	25.4mm		⊖ Si	ppress <u>t</u> railing zeroes	
Apertu	re Match	ing Tolerances		Position	on Film	
P <u>l</u> us		0.0001mm		OR	ference to <u>a</u> bsolute origin	
Minus	s	0.0001mm	_	• R	ference to relati <u>v</u> e origin	
				00	nter on film	
Batch M	Node			Plotter	ýpe	_
• s	eparate 1	file per layer		• <u>u</u>	nsorted (raster)	
0 <u>P</u>	anelize la	ayers		0 <u>s</u> e	rted (vector)	
Other						_
<u> </u>	<u>5</u> 4 on a	perture change		<u>v</u> <u>c</u>	ptimize change location commands	
	Jse so <u>f</u> tw	vare arcs		✓ <u>G</u>	enerate DRC Rules export file (.RUL)	

Abbildung 43 CAM Ausgabe -> Gerber Setup Advanced

Nach Klick auf OK wird nun die CAM Datei erzeugt. Diese muss dann mit File -> Save abgespeichert werden. Dateiname Hier "CAMtatic1.cam"



Abbildung 44 CAM Ausgabe -> Erzeigte CAM Datei CAMtastic1.cam

Save [CAMtastic1.Cam] As	i					×
$\leftarrow \rightarrow \neg \uparrow \square$ « Anle	itung Altium » PCB Projekt fuer Anleitung Star	nd 03032019 1954	ٽ ~	"PCB Projekt fuer	Anleitung S	Q
Organisieren 👻 Neuer (Drdner				•	0
 Dieser PC 3D-Objekte Bilder Dokumente Downloads Musik Videos Lokaler Datentră Dateien (E:) Lokaler Datentră 	Name	Änderungsdatum 26.03.2019 14:16	Typ Dateiord	Große ner		
Dateiname: CAMta Dateityp: CAMta	sticl.Cam sticl files (*.cam)					~
∧ Ordner ausblenden				Speichern	Abbreche	n

Abbildung 45 Speichern der Cam Datei CAMtastic1.cam

3.2 Erzeugen der Gerber Daten



Im nächsten Schritt können nun die Gerber Dateien aus der CAM Datei erstellt werden. Dazu im Menü File -> Exprt auf Gerber klicken.

Abbildung 46 Menü File Export Gerber

Es öffnet sich das "Export Gerber(s)" Fenster. Hier darauf achten, dass das Format [RS-247-X] eingestellt ist (Abbildung 47).

Export Gerber(s)
Options
Use <u>A</u> rcs (G75)
Use Step & Repeat Codes (if any)
Separate <u>C</u> omposite layers to individual Files
Convert Polygons to Vector Fill (Line Strokes)
<u>F</u> ormat
Start Units: 2.4 Leading Abs mm
RS-274-X <u>S</u> ettings
OK Cancel

Abbildung 47 Gerber Export Schritt 1

Im Bereich Settings müssen im Fenster [Gerber Export Settings] (Abbildung 48) die "Digits" auf Integer =2 und Decimal = 4 gestellt werden. Es werden ebenfalls Metrische Einheiten verwendet. Auch hier sind die führenden Nullen zu unterdrücken.

Export Gerber	(S) ×	
Options		
Use <u>A</u> rcs (G75) Use <u>S</u> tep & Repeat Code	s (if any)	
Separate <u>C</u> omposite la	Gerber Export S	Settings ×
Convert Polygons to V	Diaits	Units
<u>Format</u> Start Units: 2.4 Leading A RS-274-X <u>S</u> ettin	Integer 2 Decimal 4	○ <u>E</u> nglish ● <u>M</u> etric
	Туре	Zero Suppression
	Absolute Incremental	 Leading Trailing None
		OK Cancel

Abbildung 48 Gerber Export Schritt 2

Danach können beide Fenster mit OK bestätigt werden. Als nächstes erscheint folgendes Fenster (Abbildung 49), welches mit OK bestätigt werden kann. Der Dateispeicherort sollte dem Speicherort des Projektes entsprechen.

	Write Gerber(s)	×
Gerber File(s):	Original Name:	Type
✓ auebung1_spannu ✓ auebung1_spannu	ingsregler L1: uebung1_span ingsregler L2: uebung1_span	inung: Top inung: Bottom
√ 🖹 uebung1_spannu	ingsregler L3: uebung1_span	nung: Temporary
		averne i evid a
E UDGE E	ten out a statute of the se of 1303301	9 1954\(serber Files) P
er Export\PCB Projekt fi	der Anleitung Stand 0505201	5 155 Hocher Friest C

Abbildung 49 Gerber Export Schritt 3

Im Ausgabeordner, hier "…\Gerber Files werden die Dateien ausgegeben. Es sollte dann folgende Dateistruktur vorhanden sein (Abbildung 50).

pieren Ei	nfügen	🖌 Ausschneiden 🔤 Pfad kopieren 🗊 Verknüpfung einfügen	Verschieben Kopieren nach * nach *	Löschen Umbenennen	Neuer Neuer Ordner	lement • er Zugriff •	Eigenschaften	🚺 Öffnen – 📝 Bearbeiten 🍘 Verlauf	Alles auswählen Nichts auswählen Auswahl umkehren
Zwisc	henablag	je	Organ	nisieren	Neu		Ōffr	nen	Auswählen
« PC	B Projekt	fuer Anleitung Stand 03032	2019 1954 > Gerber File	s			~ 1	"Gerber F	iles" durchsuchen 🛛 🔎
	^	Name	A	Änderungsdatum	Тур	Größe			
f		0 uebung1_spann	ungsreglerpcb.gbl	26.03.2019 14:32	CAMtastic Botto	2	КВ		
	1	uebung1_spann	ungsreglerpcb.gm1	26.03.2019 14:32	CAMtastic Mecha	1	KB		
	1	uebung1_spann	ungsreglerpcb.gtl	26.03.2019 14:32	CAMtastic Top La	2	KB		
	1								
	1.1								

Abbildung 50 Gerber Export Dateistruktur mit Gerber Files

3.3 Erstellen der CAM Datei für Bohrungen

Als nächstes muss eine weitere CAM Datei aus der PCB Datei erstellt werden. Diese wird dann wiederrum als CAMtastic2.cam ausgegeben und muss wie in Kapitel 3.1.2 abgespeichert werden.

Das Erstellen der CAM Datei erfolgt mit Klick auf File-> Fabrication Outputs -> NC Drill file (Abbildung 51).



Abbildung 51 CAM Ausgabe NC Drill files Schritt 1

In dem Fenster "NC Drill Setup" (Abbildung 52) muss das Format wie zuvor auch auf [4:2], die Units auf [Millimeters] und die führenden Nullen wieder unterdrückt werden. Danach alles mit OK bestätigen.

	NC Drill S	betup 6
NC Drill Format		
Specify the units	and format to be used	in the NC Drill output files.
This controls the	e units (inches or millime	ters), and the number of digits before and
atter the decima	Units	Format
	O Inches	• 4: <u>2</u>
		0 4: <u>3</u>
	Millimeters	
The format shou	uld be set to suit the rea	uirements of your design.
The format shou The 4:2 format h um resolution. If you are using manufacturer su	uld be set to suit the request a 0.01 mm resolution one of the higher resolution opports that format.	uirements of your design. n, 4:3 has a 1 um resolution, and 4:4 has a 0. tions you should check that the PCB
The format shou The 4:2 format h um resolution. If you are using manufacturer su Leading/Trailing	uld be set to suit the request a 0.01 mm resolution one of the higher resolution opports that format.	uirements of your design. n, 4:3 has a 1 um resolution, and 4:4 has a 0. tions you should check that the PCB
The format shou The 4:2 format h um resolution. If you are using manufacturer su Leading/Trailing	Id be set to suit the requase a 0.01 mm resolution one of the higher resolution upports that format.	uirements of your design. h, 4:3 has a 1 um resolution, and 4:4 has a 0. tions you should check that the PCB Coordinate Positions Reference to <u>a</u> bsolute origin
The format shou The 4:2 format h um resolution. If you are using manufacturer su Leading/Trailing <u>K</u> eep leading Suppress <u>l</u> ea	uld be set to suit the requarts a 0.01 mm resolution one of the higher resolution opports that format. Zeroes and trailing zeroes ding zeroes	uirements of your design. h, 4:3 has a 1 um resolution, and 4:4 has a 0. tions you should check that the PCB Coordinate Positions Reference to <u>a</u> bsolute origin Reference to relative origin

Abbildung 52 CAM Ausgabe NC Drill Files Schritt 2

Nach Klick auf OK erscheint folgendes Fenster. Hier müssen im Bereich Units wieder das gewohnten Einstellungen vorgenommen werden. Danach alles mit OK bestätigen. (Abbildung 53)

Import Drill Data	NC Drill Import	Settings ×
Settings Start Units: 4.2 Leading Abs mr	Digits	Units
<u>U</u> nits	Integer 4 Decimal 2	○ <u>E</u> nglish ● <u>M</u> etric
Shape/Default Hole Size	Туре	Zero Suppression
0,0320:0,0320 <u>I</u> oo OK	• <u>A</u> bsolute O Incremental	 <u>L</u>eading <u>T</u>railing <u>N</u>one
		OK Cancel

Abbildung 53 CAM Ausgabe NC Drill files Schritt 3 Einstellungen

Es erscheint die CAMtastic2.cam Datei, die wie im vorherigen Kapitel abgespeichert werden muss (Abbildung 54).



Abbildung 54 CAM Ausgabe -> Erzeugte CAM Datei CAMtastic2.cam

Save [CAMtastic2.]	Cam] As					×
← → × ↑ 📜	« Anleitung Altium Designer PCB La > PCB Projekt fu	er Anleitung Stand 21	022019 1159 🗸	。 "PCB Pr	ojekt fuer Anleitung St.	. P
Organisieren •	Neuer Ordner					?
Dieser PC	^ Name	Änderungsdatum	Тур	Größe		
📙 3D-Objekte	History	21.02.2019 12:46	Dateiordner			
E Bilder	Project Logs for Uebung1 Spannungsregl	21.02.2019 12:13	Dateiordner			
Desktop	Project Outputs for Uebung1 Spannungsr	21.02.2019 12:54	Dateiordner			
Dokumente	CAMtastic1.Cam	21.02.2019 12:48	Altium CAMtastic	22 KB		
Downloads						
b Musik						
E Videos						
😍 OS (C:)						
🛫 el (\\10.3.32.2	1)					
🗙 public (\\10.3	.32 🗸					
Dateiname:	CAMtastic2.Cam					~
Dateityp:	CAMtastic! files (*.cam)					~
 Ordner ausblende 	n			Spei	chern Abbrech	eni

Abbildung 55 Speichern der Cam Datei CAMtastic2.cam

Nach Klick auf OK wird nun die CAM Datei erzeugt. Diese muss dann mit File -> Save abgespeichert werden. Dateiname Hier "CAMtatic2.cam" Abbildung 55 zeigt den Dateispeicherort.

3.4 Erzeugen der Drill File(s)

Als letzter Schritt folgt nun das Erstellen der Drill File, die die Koordinaten der Bohrungen enthält. Die Datei wird mit Klick im Menü auf File-> Export -> Save Drill... erzeigt (Abbildung 56).



Abbildung 56 Menü File Export Save Drill...

Es erscheint Folgendes Fenster (Abbildung 57). Hier muss der Layer L1 ...txt ausgewählt werden und wie in den zu vorigen Export Schritten die Digits [2:4], das "Metrische" Format sowie "führende Nullen unterdrücken" eingestellt werden. (Abbildung 57) Der Dialog kann dann mit ok bestätigt werden.

Export Drill Data	×	
Select Layer	NC Drill Export	Settings ×
L1: uebung1_spannungsreglerpct L1: uebung1_spannungsreglerpcb 2.4 Leading Abs mm	Digits Integer 2 • Decimal 4 •	Units <u>E</u> nglish <u>M</u> etric
Units OK	Type Absolute Incremental	Zero Suppression • Leading Trailing None
		OK Cancel

Abbildung 57 Gerber Export NC Drill Fiele Export

Als nächstes erscheint das "Write Drill" Fenster (Abbildung 58), welches mit OK bestätigt werden kann. Der Dateispeicherort sollte wieder dem Speicherort des Projektes entsprechen.

	Write Drill	×
Drill File(s):	Original Name:	Туре
✓ am.drl	cam.drl	NC Drill
tung Altium Designer PCB Layouterstellung und	Gerber Export\PCB Projekt fuer	Anleitung Stand 21022019 1159\ 🖻
		OK Cancel

Abbildung 58 Gerber NC Drill File Export Auswahl der drl File

Ist die zu erstellende Datei im Fenster (Abbildung 58) ausgewählt, kann der Dialog mit OK bestätigt werden. Die .drl File wird erzeugt und sollte dann im Ausgabeordner hier (Abbildung 59) gespeichert sein.

nfügen 🐱	Ausschneiden Pfad kopieren Verknüpfung einfügen	Verschieben Kopieren nach * nach * Organ	Löschen Umbenennen isieren	Neuer Ordner Neu	lement ▼ er Zugriff ▼	Eigenschaften Öff	inen	Öffnen * Bearbeiten /erlauf	Alles auswähle Nichts auswähle Auswahl umke Auswählen	n len hren
B Projekt fu	er Anleitung Stand 03032	019 1954 > Gerber Files				~	Ō	"Gerber P	iles" durchsuchen)
^	Name	~	Änderungsdatum	Тур	Größe					
	👜 cam.drl		26.03.2019 15:05	CAMtastic NC Dril	1 K	3				
*	📄 cam.rpt		26.03.2019 15:05	Report File	1 KI	3				
2	📵 uebung1_spannu	ingsreglerpcb.gbl	26.03.2019 14:32	CAMtastic Botto	2 K	3				
1	📵 uebung1_spannu	ingsreglerpcb.gm1	26.03.2019 14:32	CAMtastic Mecha	1 KI	3				
A.	📵 uebung1_spannu	ingsreglerpcb.gtl	26.03.2019 14:32	CAMtastic Top La	2 KI	3				
l										

3.5 Datenaufbereitung

3.5.1 Einlesen der Dateien in die Software Isocam

Um die Dateien in Isocam zu laden, im Menü Datei auf Öffnen klicken und zum Dateispeicherort der Gerber Dateien navigieren. Es müssen die Gerber Dateien cam.dlr, ...gbl, ...gm1 und ...gtl ausgewählt werden. (Abbildung 60)

Date Betreten Bitrage Enheten Bitrage </th <th></th> <th>lew</th> <th></th> <th><u>~</u></th> <th>×</th>		lew											<u>~</u>	×
Pototacien offnen Image: Construction offnen Image: Constru	Date	Bearbeiten Bitmap Einheiten A	Auswahlmodus Ansicht B	Extra	Hilfe									-
Image: Solution of the second sec	8		Plotdateien öffnen									×		
Organisieren Name Anderungsdatum Schnellzugriff Desktop Dieser PC Dieser PC Downloads Musik Dateiname "cam.drl '26.03.2019 14.32 CAMtastic Mechan 1 KB Dieser PC Downloads Musik Dateiname "cam.drl 'uebung1_spannungsreglerpcb.gbl' 'uebung1_spannungsregler (m) Linien hinsufügen ('.') Ortename "cam.drl 'uebung1_spannungsreglerpcb.gbl' 'uebung1_spannungsregler (m) Linien hinsufügen ('.') Ortename "cam.drl 'uebung1_spannungsreglerpcb.gbl''uebung1_spannungsregler (m) Catheren Cathere	8		← → ~ ↑ <mark> </mark> «	PCB	Projekt fuer Anleitung Stand 03032	2019 1954 > Ge	rber Files	~ Č	"Gerber F	iles" durchsuch	en	P		
Schnellungiff Desktop Downloads Bidler Bidler Discer PC Discer PC Downloads Musik Detemare "cam.dt" "uebung1_spannungsreglerpcb.gbl" uebung1_spannungsreglerpcb.gbl" uebung1_spannu	6		Organisieren 👻 Ne	euer O	rdner					- III -		0		
Comment				^ [Name		Änderungsdatum	Тур		Größe				
Centropt 26.03.2019 15:05 Report File 1 KB Combidats Missienere Image: Separation greegierpcb.gbt 26.03.2019 14:32 CAMtastic Botto			Schnellzugriff		🗹 📴 cam.drl		26.03.2019 15:05	CAMtasti	c NC Dril	1 KB				
Image: Control of State Image: Contrel of State			Девктор 📌		🗐 cam.rpt		26.03.2019 15:05	Report Fil	le	1 KB				
C E Bider C OneDrive OneDrive Destra PC Bider Detakape Dobumente Bider Dobumente Dobumente <tr< td=""><td>닞</td><td></td><td>Downloads #</td><td></td><td>🗹 🧿 uebung1_spannungsregle</td><td>rpcb.gbl</td><td>26.03.2019 14:32</td><td>CAMtasti</td><td>c Botto</td><td>2 KB</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr<>	닞		Downloads #		🗹 🧿 uebung1_spannungsregle	rpcb.gbl	26.03.2019 14:32	CAMtasti	c Botto	2 KB				
Image: State of the	0		🛱 Dokumente 🖈		✓ i uebung1_spannungsregle	rpcb.gm1	26.03.2019 14:32	CAMtasti	c Mecha	1 KB				
Image: Construction of the image of the	-		📰 Bilder 🛛 📌		🗹 📴 uebung1_spannungsregle	rpcb.gtl	26.03.2019 14:32	CAMtasti	c Top La	2 KB				
Dieser PC Dobumente Dokumente Dokumente Dokumente Downloads Musik Dateiname "cam.dff" "uebung1_spannungsreglerpcb.gbl" "uebung1_spannungsregler Dateiname and and an an an and an and an an an and an	TEXT		OneDrive											
Image: Constraint of the second of the se	0		Dieser PC											
Bilder Decktop Dobumente Doomloads Musik Dateiname * Cam.drf" "uebung1_spannungsreglerpcb.gb/""uebung1_spannungsregle Offnen Abbrechen *	0-0		3D-Objekte											
Image: Construction of the second	帝		E Bilder											
Image: Constraint of the second se	□+ 0		Desktop											
Connloads Musik Dateiname: "cam.drf" "uebung1_spannungsreglerpcb.gbl" "uebung1_spannungsregle Ünien hinzufügen (".") Offnen Abbrechen]→[]		Dokumente											
Commans Musik Dateiname: "cam.drl" "uebung1_spannungsreglerpcb.gbl" "uebung1_spannungsregle Offnen Abbrechen Offnen Abbrechen T			- Downloads											
Dateiname "cam.drf" "uebung1_spannungsreglerpch.gb/" "uebung1_spannungsregle v Dateiname "cam.drf" "uebung1_spannungsreglerpch.gb/" "uebung1_spannungsregle v Offnen Abbrechen	0		 Downloads 											
Dateiname: "cam.drl" "uebung1_spannungsregterpcb.gbl" "uebung1_spannungsregter Offnen Abbrechen			J) WIUSIK	~	2							-		
Öffnen Abbrechen			Da	teinar	ne: "cam.drl" "uebung1_spannu	ngsreglerpcb.gb	l" "uebung1_spannur	ngsregle 🗸	Linien hi	nzufügen (*.*)		~		
									Öffn	en Ab	breche	n		
														-
		<u></u>		1	1		1			-	_	_	 _	 <u> </u>
LU V X-15, /4, T 3.8/mm Gald, X-15, /4, T 3.8/mm Object selection layer 0		L0 • X-1	15.74, Y 9.87 mm	Gr	d X-15.24, Y 10.16 mm	Rel X -15.74, Y 9	87 mm Ob	ject selection	layer 0					

Abbildung 60 Datenaufbereitung Plotdateien öffnen

Das Fenster Dateien einlesen (Abbildung 61) kann mit OK bestätigt werden. Danach werden alle Dateien eingelesen und übereinandergelegt angezeigt.

Dateien	Dateityp		
C:\Users\Florian.Frank\Desktop\Woche 19 23032019\Anleitung A	Gerber Datei 💌	LO	 Ansicht Datei
C:\Users\Florian.Frank\Desktop\Woche 19 23032019\Anleitung A	Bohrdatei 💌	L2	 Ansicht Datei
C:\Users\Florian.Frank\Desktop\Woche 19 23032019\Anleitung A	Gerber Datei 💌	[11]	 Ansicht Datei
C:\Users\Florian.Frank\Desktop\Woche 19 23032019\Anleitung A	Gerber Datei 💌	L3	 Ansicht Datei
×		<u> </u>	 Ansicht Datei
>>>	-		 Ansicht Datei
>>>	-	[✓ Ansicht Datei
>>>	-		 Ansicht Datei

Abbildung 61 Datenaufbereitung Isocam Fenster Daten einlesen

Abbildung 62 zeigt alle übereinander gelegten Dateien. Als nächstes muss jeder Layer einzeln ausgewählt und die Fräsdaten erzeugt werden.



Abbildung 62 Fertig geladene Gerber Files übereinandergelegt.

3.5.2 Erzeugen der Fräsdaten für den Machenicel Layer

Im ersten Schritt den Machanical Layer, der den Umriss der Platine enthält im Isocam Fenster unten links auswählen (Abbildung 63).



Abbildung 63 Auswahl Layer L1 Isocam

🔯 Ge	rber Datei Y:\	PCB Projekt	fuer Anleitung Sta	nd 250220	19	
Datei	Bearbeiten	Einheiten	Auswahlmodus	Ansicht	E	
1 2 2 2	Neu Dateien öffner Standardblend Standardbohre	n len öffnen er öffnen		F3		Als nächstes im l erzeugen auswäl
J	ob öffnen .oad job 5.2 -	5.5		F4		
J	ob speichern			Shift F4		
5	Speichern			Ctrl S		
5	Speichern unte	er		Shift F2		
5	Speichern unte	er (Mit einen	n Offset)			
E	Blenden aktive	er Layer spei	chern			
5	Standardblend	len speicher	n			
F	räsdaten erze	ugen				
(Create milling	data by vec	tor			Es erscheint das
F	räsdaten spei	chern				bearbeiten" (Abb
F	räsdaten spei	chern (mit e	inem Offset)		_	1 1.0mm auswäh
5	Standardbohre	er speichern				benutzt. Die Fräs
C	Drucken					gestellt werden.
a	alle Layer lösch	hen		Ctrl C		
5	Schließen			Ctrl Q		

Als nächstes im Menü Datei -> Fräsdaten erzeugen auswählen.

Es erscheint das Fenster "Fräsparameter bearbeiten" (Abbildung 65) Hier für den Fräser 1 1.0mm auswählen. Fräser 2 wird nicht benutzt. Die Fräsgenauigkeit sollte auf normal gestellt werden.

Abbildung 64 Menü Fräsdaten erzeugen

räsparameter bearbeiten	×
Milling parameters	Fräsausgabe
Fräser 7 1.0 mm	 G-codes Metrisch (mm) C Inch Fräsparameter Toleranzen Toleranz [0.01] [mm] C Toleranz nur für Pads
Fräser 1 0.2 mm Fräser 2 0.3 mm Fräser 3 0.4 mm Fräser 4 0.5 mm Fräser 5 0.6 mm Fräser 6 0.8 mm Fräser 7 1.0 mm Fräser 9 1.5 mm Fräser 9 1.5 mm Fräser 10 2.0 mm	Toleranz für alle Objekte Ausgabeauflösung 0.025 mm (HPGL) Fräsgenauigkeit Niedrig (wenige Vektoren) Normal Hoch (mehr Vektoren)
OK Abbruch Mils/mm	Hilfe

Abbildung 65 Fenster Fräsparameter bearbeiten

Nach erzeugen der Fräsdaten erscheinen die Fräskonturen (grau) auf dem Bildschirm (Abbildung 66).



Abbildung 66 Erzeugte Fräskonturen des Mechanical Layers

Im nächsten Schritt muss der Auswahlmodus geändert werden um die inneren Konturen auswählen zu können. Wie das geht, zeigt Abbildung 67.

🐹 Ger	ber Datei Y:\I	PCB Projekt	fuer /	Anleitung Sta	nd 250220	19 1739	<pre>>\uebung1_spannung</pre>
Datei	Bearbeiten	Einheiten	Aus	wahlmodus	Ansicht	Extra	Hilfe
\Box				Zeichenobj	ekte		
Ê			~	Fräsobjekte			

Abbildung 67 Isocam Auswahl Fräsobjekte

Im Auswahlmodus "Fräsobjekte" mit dem Mauszeiger die inneren Linien (Abbildung 68) auswählen und mit der Taste Entf oder mit Rechtsklick aus "Löschen" löschen.



Abbildung 68 Auswahl Fräsobjekte-> Innere Linien markieren



Damit die freigestellte Platine nicht lose auf der Fräse liegt, müssen Stege stehen bleiben. Hier reichen zwei Stege vollkommen aus. Einer auf der linken und einer auf der rechten Seite. Dazu jeweils die linke und rechte Seite im Auswahlmodus "Fräsobjekte" wie in (Abbildung 69) markieren.

Abbildung 69 Vorbereitung: Stege linke Seite markiert

Um die Stege zu erstellen mit rechter Maustaste auf den jeweiligen Steg klicken. Dann auf "Stege in Fräslinien erzeugen" klicken und einen Steg mit 1,5mm Lücke erzeugen (Abbildung 70).



Abbildung 70 Stege in Fräslinien erzeugen

Sind die Stege erfolgreich angelegt können die Fräsdateien für den Mechanical Layer gespeichert werden. Dies geschieht wieder durch einen Klick im Menu Datei -> Fräsdaten Speichern.



Abbildung 71 Speichern der Fräsdaten

Die zu speichernde Fräsdatei wird mit dem namen "mech" im Dateiformat HPGL gespeichert.

🗱 Fräsdaten speichern unter								×
$\leftarrow \rightarrow \ \cdot \ \uparrow$ Dieser PC	> el (\\10.3.32.21) (Y:) > PCB Projekt fuer	Anleitung Stand 2502	2019 1739		ڻ v	"PCB Projekt fuer An	leitung S	,p
Organisieren 👻 Neuer Ordner	r						== +	?
👆 Downloads 🖈 ^ 🛛 Nan	ne	Änderungsdatum	Тур	Größe				
😭 Dokumente 🖈	Previews	26.02.2019 13:04	Dateiordner					
📰 Bilder 🛛 🖈 🔤	— History	26.02.2019 13:04	Dateiordner					
cam	Project Logs for Uebung1 Spannungsregl	26.02.2019 11:31	Dateiordner					
Datenaufbereitu	Project Outputs for Uebung1 Spannungs	26.02.2019 13:04	Dateiordner					
HSS obne DWM	Screenshots Gerber export	26.02.2019 13:09	Dateiordner					
	cam.drl	26.02.2019 13:04	DRL-Datei	1 KB				
Screenshots Frae	cam.rpt	26.02.2019 13:04	RPT-Datei	1 KB				
ConeDrive	CAMtastic1.Cam	26.02.2019 13:03	CAM-Datei	24 KB				
	CAMtastic2.Cam	26.02.2019 13:04	CAM-Datei	15 KB				
Dieser PC	debug.log	26.02.2019 12:57	Textdokument	0 KB				
3D-Objekte	Uebung1 Spannungsreglerpcb.PcbDoc	26.02.2019 11:31	PCBDOC-Datei	726 KB				
📰 Bilder	Uebung1 Spannungsreglerpcb.PrjPCB	26.02.2019 13:04	PRJPCB-Datei	42 KB				
Desktop	Uebung1 Spannungsreglerpcb.PrjPCBStr	26.02.2019 11:31	PRJPCBSTRUCTU	1 KB				
😫 Dokumente	Uebung1 Spannungsreglerpcb.SchDoc	26.02.2019 11:31	SCHDOC-Datei	53 KB				
🕹 Downloads	uebung1_spannungsreglerpcb.gbl	26.02.2019 13:03	GBL-Datei	2 KB				
h Musik	uebung1_spannungsreglerpcb.gm1	26.02.2019 13:03	GM1-Datei	1 KB				
Videos	uebung1_spannungsreglerpcb.gtl	26.02.2019 13:03	GTL-Datei	2 KB				
S (C:)								
🛫 el (\\10.3.32.21) i								
Public (\\10.3.32								
鹶 Netzwerk 🗸 🗸								
Dateiname: mech								~
Dateityn: HPGL Dateier	1							~
outeryp. In or butcher	-							
 Ordner ausblenden 						Speichern	Abbreche	en

Abbildung 72 Dateistruktur "Speichern unter"

3.5.3 Erzeugen der Fräsdaten für den Top und Bottom Layer

Wie zuvor in Kapitel 3.5.2 wird nun jeweils Top und Bottom Layer ausgewählt.



Mit einem erneuten Klick im Menü Datei auf "Fräsdaten erzeugen" werden die Umrisse (hier Top Layer) gezeichnet. (Abbildung 74) Danach kann direkt im Menü Datei der Punkt "Fräsdaten Speichern die Datei mit dem Namen "Top.HPGL" gespeichert werden.

Gleiche Vorgehensweise wird dann mit dem Bottom Layer durchgeführt. (Abbildung 75)



Abbildung 74 Erzeugte Fräslinien Top Layer



Abbildung 75 Erzeugte Fräslinien Bottom Layer

Nach Erzeugen der Fräsdaten für den Bottom Layer können diese ebenfalls direkt im Menü Datei unter Fräsdaten Speichern mit dem Namen "Bot.HPGL" gespeichert werden.

3.5.4 Erzeugen der Fräsdaten für die Bohrdatei

Um die Bohrdaten zu erzeugen, muss der Layer mit der cam.drl ausgewählt werden (In Abbildung 76 hier gelb).



Abbildung 76 Auswahl Drill Layer

An den Drill Files muss hier nichts geändert werden. Nach der Auswahl des Layers kann die erzeugte Datei direkt wie in (Abbildung 77) zu erkennen im Menü Datei "Speichern Unter" die Datei unter dem Namen "drill.nc" gespeichert werden.



Abbildung 77 Bohrdaten Speichern unter

hrer speichern	~
	^
© Excellon	OK
C Sieb/Meyer	Abbruch
O Benutzer	Hilfe
Zahlen Format	
Stellen	
2 4 C Normal	
 Führende Nullen unterdrücken 	
C Nachfolgende Nullen unterdr.	
Integer	
⊂ Gleitkomma Auflösung 💽 Stellen	
Einheiten	
Inch/mm inch	
Optionen	
Bohrer in Bohrdatei einfügen	
Bohrdateiname	
VADCD Desight from Antoining Chand 25022019 17205 drilling	

Abbildung 78 Erzeugen der Bohrdaten für die Bohrungen

Um die Bohrdaten so abzuspeichern, dass die Frässoftware der bungard Fräse sie einlesen kann, müssen die Parameter wie in Abbildung 78 eingestellt werden. Wichtig ist hier das Zahlenformat 2:4 und dass hier eine umkonvertierung von mm/inch vorgenommen wird. Andernfalls kann es zu Problemen beim Einlesen der Fräsdaten kommen. Zum Speichern der Datei einfach den Dialog mit OK bestätigen. Es erscheint der gewohnte "Speichern unter" Dialog (Abbildung 79).

anisieren 👻 Neuer	Ordner				
🕨 Downloads 🖈 ^	Name	Änderungsdatum	Тур	Größe	
🔋 Dokumente	Previews	26.02.2019 13:04	Dateiordner		
🖬 Bilder 🛛 🖈	History	26.02.2019 13:04	Dateiordner		
Datenaufbereitu	Project Logs for Uebung1 Spannungsregl	26.02.2019 11:31	Dateiordner		
HSS ohne PWM	Project Outputs for Uebung1 Spannungs	26.02.2019 13:04	Dateiordner		
PCB Projekt fuer	Screenshots Gerber export	26.02.2019 13:09	Dateiordner		
Serrenshete Free	bot.plt	26.02.2019 13:25	PLT-Datei	18 KB	
Screenshots Frae	am.drl	26.02.2019 13:04	DRL-Datei	1 KB	
OneDrive	cam.rpt	26.02.2019 13:04	RPT-Datei	1 KB	
Diana DC	CAMtastic1.Cam	26.02.2019 13:03	CAM-Datei	24 KB	
DieserPC	CAMtastic2.Cam	26.02.2019 13:04	CAM-Datei	15 KB	
3D-Objekte	debug.log	26.02.2019 12:57	Textdokument	0 KB	
Bilder	e mech.plt	26.02.2019 13:22	PLT-Datei	1 KB	
Desktop	top.plt	26.02.2019 13:24	PLT-Datei	20 KB	
Dokumente	Uebung1 Spannungsreglerpcb.PcbDoc	26.02.2019 11:31	PCBDOC-Datei	726 KB	
Downloads	Uebung1 Spannungsreglerpcb.PrjPCB	26.02.2019 13:04	PRJPCB-Datei	42 KB	
Musik	Uebung1 Spannungsreglerpcb.PrjPCBStr	26.02.2019 11:31	PRJPCBSTRUCTU	1 KB	
Videor	Uebung1 Spannungsreglerpcb.SchDoc	26.02.2019 11:31	SCHDOC-Datei	53 KB	
	uebung1_spannungsreglerpcb.gbl	26.02.2019 13:03	GBL-Datei	2 KB	
US (C:)	uebung1_spannungsreglerpcb.gm1	26.02.2019 13:03	GM1-Datei	1 KB	
el (\\10.3.32.21)	uebung1_spannungsreglerpcb.gtl	26.02.2019 13:03	GTL-Datei	2 KB	
Public (\\10.3.32					
Netzwerk 🗸					
Dateiname: drill					_
Dateityp: Bohrda	ateien				

Abbildung 79 Speichern unter Dialog Bohrdaten

Abbildung 79 zeigt nun die Dateistruktur der zu fräsenden Dateien. Diese können so direkt von der Frässoftware gelesen und verarbeitet werden.

4 Einlesen der aufbereiteten Dateien in die Frässoftware

Um die Fräsdaten einzulesen wird die Frässoftware RoutePro3000 der Firma bungard verwendet. Nach öffnen der Software und einem Klick auf "Assistent" erscheint der Projektassistent auf dem Bildschirm (Abbildung 80).



Abbildung 80 RoutePro Projektassistent Schritt 1

4.1 Der Projektassistent

Der Projektassistent fragt die erforderlichen Einstellungen für die Fräsung in einigen Schritten ab. Im ersten Schritt (Abbildung 81) des Assistenten ein Projekttyp und ein Name eingetragen werden. Hier z.B. "Uebung01_Spannungsregler"



Abbildung 81 RoutePro Projektassistent Schritt 2

4.2 Auswahl der zu fräsenden Dateien

PCB-Projekt		PCB-Projekt erstellen					
	Dateiauswahl f	ūr das Projekt					
	File name Y.VFräsaufträ Y.VFräsaufträ ← → → ↑ → Dieser	PC → el (\\10.3.32.21) (Y;) → Fräsaufträge A	115 > 2019 > EL >	Frank > PCB Proj	ekt fuer Anleitung Stand 25022019 1739	× ē.	X
	Y:VFräsaufträ				······		
	sr Schnellzugriff	lame	Änderungsdatum	Typ	Größe		
	➡ Desktop # ↓ Downloads #	History Project Logs for Uebung1 Spannungsregl	26.02.2019 14:09 26.02.2019 14:09 26.02.2019 11:31	Dateiordner Dateiordner			
	Dokumente 🖈	Project Outputs for Uebung1 Spannungs Screenshots Gerber export	26.02.2019 14:09 26.02.2019 14:15	Dateiordner Dateiordner			
	Datenaufbereitu HSS_ohne_PWM	bot.pit drill.nc mech.plt	26.02.2019 13:25 26.02.2019 13:28 26.02.2019 13:22	PLT-Datei NC-Datei PLT-Datei	18 KB 1 KB 1 KB		
	Screenshots Frae	• top.plt	26.02.2019 13:24	PLT-Datei	20 KB		
	ConeDrive						
	3D-Objekte						
	Desktop						
	Downloads Musik						
	Videos						
	Dateinam	e "bot.plt" "drill.nc" "mech.plt" "top.plt"				~	Projektdatei (*.plt;*.ncd;*.nc) ~
							Öffnen Abbrechen

Abbildung 82 RoutePro 3000 Dateiauswahl

Im nächsten Schritt (Abbildung 82) müssen alle Dateien, die dem Projekt hinzugefügt werden sollen ausgewählt werden, damit diese später gefräst werden können.

Fräserauswahl

PCB-Projekt		PCB-Projekt erstellen
	Y:\Fräsaufträge_A_115\\bot.plt Parameter für F 7 Spiralverzahnter Fräser(SCF \ Tooldurchmesser (mm) Durchm. 1.00 ÷ Tiefe 0bergänge 1 ÷ Standardtools aktualisieren	Frästool Sonstige ATC-Position 1 ✓ Speed Spindelspeed 63000÷ Vorschub XY 100÷ Vorschub Z 100÷
		Abbrechen Weiter >

Abbildung 83 RoutePro 3000 Fräserauswahl Beispiel

Für jede ausgewählte Fräsdatei werden die erforderlichen Bohrer und Frästools abgefragt. Diese Informationen sind wichtig, wenn der automatische Werkzeugwechsler (AFC) verwendet wird, oder die jeweilige Frästiefe eingestellt werden muss.

Sind alle Bohrer und Tools eingerichtet kann der Assistent am Ende mit Fertigstellen geschlossen werden. Es erscheint in unserem Beispiel folgende Fräsübersicht mit allen Frästeilen (Abbildung 84).



Abbildung 84 RoutePro 3000 Fräsübersicht

4.4 Fräsen der Platine

Nun sind alle erforderlichen Daten eingelesen und die Frässoftware ist nach Einlegen des Fräsmaterials, hier das PCB Grundmaterial, bereit für die Fräsung. Mit einem Klick auf Start (Abbildung 85) wird der Fräsvorgang gestartet.



Abbildung 85 RoutePro 3000 Start Button

5 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Anlegen eines neuen PCB Projektes	4
Abbildung 2 Erstellen eines neuen Schematic	4
Abbildung 3 Leeres Altium Designer Schematic	5
Abbildung 4	6
Abbildung 5 Speicherstruktur der Projekt- und Schematic Datei	6
Abbildung 6 Beispielschaltung Netzteil mit Spannungsregler LM317t	6
Abbildung 7 Reiter Libruaries	7
Abbildung 8 Der Altium Designer Bauteile Explorer	8
Abbildung 9 Erstellen einer neuen PCB Datei ins Projekt	9
Abbildung 10 Projektseitenleiste	9
Abbildung 11 PCB Datei Speichern	10
Abbildung 12 Leere PCB Datei	10
Abbildung 13 Bauteile aus Schematic Importieren	11
Abbildung 14 Engineering Change Order	11
Abbildung 15 Auf die PCB importierte Bauteile	12
Abbildung 16 Bauteile ohne Rahmen auf PCB ziehen	12
Abbildung 17 Menü Ansicht -> Board Modes	13
Abbildung 18 Platinenansicht Board Planning Mode	13
Abbildung 19 Menü Design -> Edit Board Shape	14
Abbildung 20 PCB Board Planning Mode Markierte Ränder	14
Abbildung 21 PCB Board Planning Mode Größe angepasst	15
Abbildung 22 Menü Ansicht -> Board Modes	15
Abbildung 23 Anordnen der Bauteile auf der PCB	16
Abbildung 24 Drehen eines Bauteils auf einer PCB	16
Abbildung 25 Hinzufügen von Montagelöchern	17
Abbildung 26 Anpassen der Montagelöcher	17
Abbildung 27 Autorouter Setup Menü	18
Abbildung 28 Autorouter Situs Routing Strategies Fenser	18
Abbildung 29 PCB Rules Clearance	19
Abbildung 30 Electrical Routing Rules (Leiterbahnbreite)	20
Abbildung 31 Routevorgang Bauteile markieren	21
Abbildung 32 Routevorgang RouteAll	21
Abbildung 33 Fenster Situs Routing Strategies	22
Abbildung 34 Messages Fenster	22
Abbildung 35 Fertig geroutete PCB	23
Abbildung 36 Erzeugen der Cut Out Line durch die Ausenlinien der PCB	24
Abbildung 37 Erstellen der Board Cut Out Line	24
Abbildung 38 Menu Edit Origin Set.	25
Abbildung 39 Set Origin: Ansicht nach Mausklick	25
Abbildung 40 Menu Fabrication Outputs Gerber Files	20
Abbildung 42 CAM Augenbe > Cerber Setup General	20 27
Abbildung 42 CAM Augenbe > Cerber Setup Layers	21 07
Abbildung 44 CAM Augaba > Erzeigte CAM Date: CAMtestial com	21
Abbildung 45 Speichern der Cam Datei CAMtestist som	ZŎ
Abbildung 45 Speichem der Cam Dater CAWlastic L.Cam	۷ŏ

Abbildung 46 Menü File Export Gerber	. 29
Abbildung 47 Gerber Export Schritt 1	. 29
Abbildung 48 Gerber Export Schritt 2	. 30
Abbildung 49 Gerber Export Schritt 3	. 31
Abbildung 50 Gerber Export Dateistruktur mit Gerber Files	. 31
Abbildung 51 CAM Ausgabe NC Drill files Schritt 1	. 32
Abbildung 52 CAM Ausgabe NC Drill Files Schritt 2	. 33
Abbildung 53 CAM Ausgabe NC Drill files Schritt 3 Einstellungen	. 33
Abbildung 54 CAM Ausgabe -> Erzeugte CAM Datei CAMtastic2.cam	. 34
Abbildung 55 Speichern der Cam Datei CAMtastic2.cam	. 34
Abbildung 56 Menü File Export Save Drill	. 35
Abbildung 57 Gerber Export NC Drill Fiele Export	. 35
Abbildung 58 Gerber NC Drill File Export Auswahl der drl File	. 36
Abbildung 59 Ordnerstruktur nach erstellen der Gerber drill File	. 36
Abbildung 60 Datenaufbereitung Plotdateien öffnen	. 37
Abbildung 61 Datenaufbereitung Isocam Fenster Daten einlesen	. 37
Abbildung 62 Fertig geladene Gerber Files übereinandergelegt	. 38
Abbildung 63 Auswahl Layer L1 Isocam	. 38
Abbildung 64 Menü Fräsdaten erzeugen	. 39
Abbildung 65 Fenster Fräsparameter bearbeiten	. 39
Abbildung 66 Erzeugte Fräskonturen des Mechanical Layers	. 40
Abbildung 67 Isocam Auswahl Fräsobjekte	. 40
Abbildung 68 Auswahl Fräsobjekte-> Innere Linien markieren	. 41
Abbildung 69 Vorbereitung: Stege linke Seite markiert	. 41
Abbildung 70 Stege in Fräslinien erzeugen	. 42
Abbildung 71 Speichern der Fräsdaten	. 42
Abbildung 72 Dateistruktur "Speichern unter"	. 43
Abbildung 73 Auswahl Top Layer	. 44
Abbildung 74 Erzeugte Fräslinien Top Layer	. 44
Abbildung 75 Erzeugte Fräslinien Bottom Layer	. 45
Abbildung 76 Auswahl Drill Layer	. 46
Abbildung 77 Bohrdaten Speichern unter	. 46
Abbildung 78 Erzeugen der Bohrdaten für die Bohrungen	. 47
Abbildung 79 Speichern unter Dialog Bohrdaten	. 48
Abbildung 80 RoutePro Projektassistent Schritt 1	. 49
Abbildung 81 RoutePro Projektassistent Schritt 2	. 49
Abbildung 82 RoutePro 3000 Dateiauswahl	. 50
Abbildung 83 RoutePro 3000 Fräserauswahl Beispiel	. 51
Abbildung 84 RoutePro 3000 Fräsübersicht	. 51
Abbildung 85 RoutePro 3000 Start Button	. 52