



Einführung in das Leiterplattenlayoutsysteem Altium Designer®

Übung A: Erstellen eines Leiterplattenprojektes

- I. Eingabe eines Schaltplanes (Schematic)**
- II. Layoutentwurf**

Übung B: Erstellen eines eigenen Bauelements

- I. Erstellen eines Footprints**
- II. Erstellen eines Schaltsymbols**

Übung A: Erstellen eines Leiterplattenprojektes

Das Programmsystem Altium Designer dient zum Zeichnen von Schaltplänen und zum Leiterplattenentwurf. Es beinhaltet unter einer einheitlichen Oberfläche die benötigten Softwarewerkzeuge für:

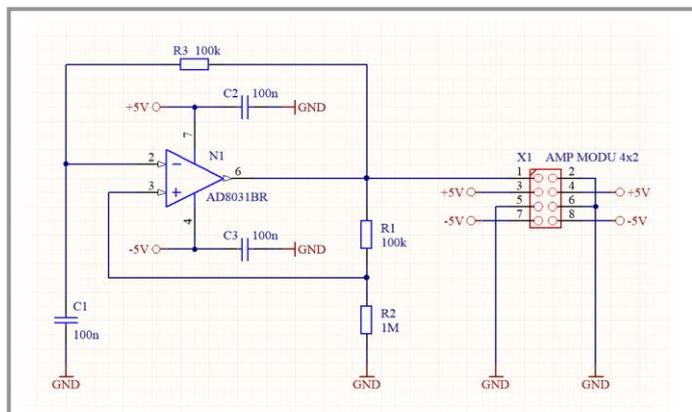
1. Zeichnen von Schaltplänen,
2. Layoutentwurf (Leiterplattenentwurf),
3. Entwurf von Symbolen für Schaltpläne,
4. Entwurf von Footprints.

Anhand einer einfachen Schaltung soll der Designflow beim Leiterplattenentwurf von der Aufnahme eines Schaltplans bis zur Umsetzung in ein Leiterplattenlayout gezeigt werden.

Zielstellung

Zu der nebenstehend abgebildeten Generatorschaltung soll ein Layout für eine zweiseitig durchkontaktierte Leiterplatte mit den Abmessungen 40 mm x 20 mm erstellt werden. Es kommen SMD-Bauelemente zum Einsatz.

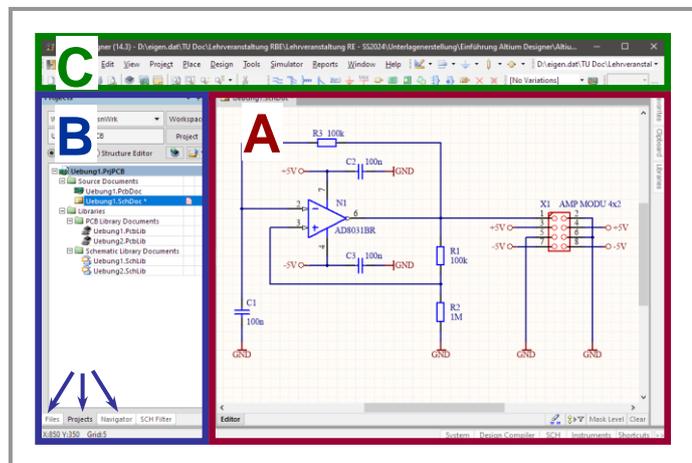
In diesem Übungsteil wird davon ausgegangen, dass sich alle Bauelementesymbole in bereits vorgefertigten Bibliotheken befinden.



Programmübersicht

Das Programmfenster unterteilt sich in den Arbeitsbereich **A**, die Navigationsleiste **B** und die Werkzeugleiste **C**.

Die Navigationsleiste **B** gestattet es, Dateien bzw. Objekte auszuwählen. Die verschiedenen Ansichten werden über die Karteikarten (z. B. ‚Files‘, ‚Projects‘, ‚Libraries‘ usw.) im Fenster B unten umgeschaltet.



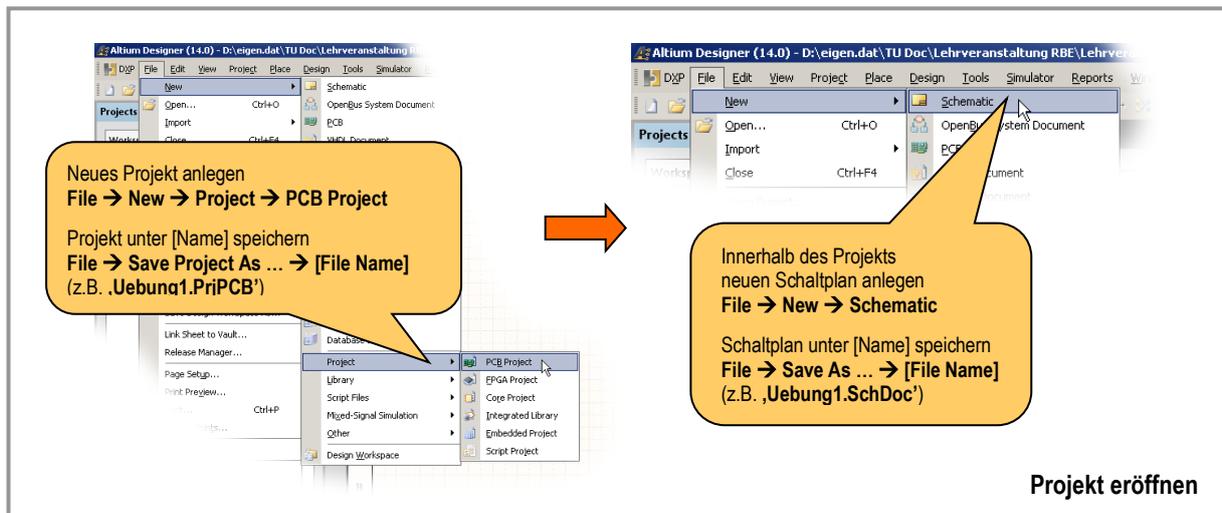
In diesem Tutorial werden folgende Dokumenttypen verwendet, die sich durch ihre Dateierweiterung zuordnen lassen:

- Dateiname.PrjPCB – Projektdatei für das gesamte Leiterplattenprojekt,
- Dateiname.SchDoc – Schaltplandatei (Schematic),
- Dateiname.PcbDoc – Leiterplattenlayoutdatei (PCB),
- Dateiname.SchLib – Bibliotheksdatei für die Schaltsymbole im Schaltplan,
- Dateiname.PcbLib – Bibliotheksdatei für das Layout der Footprints.

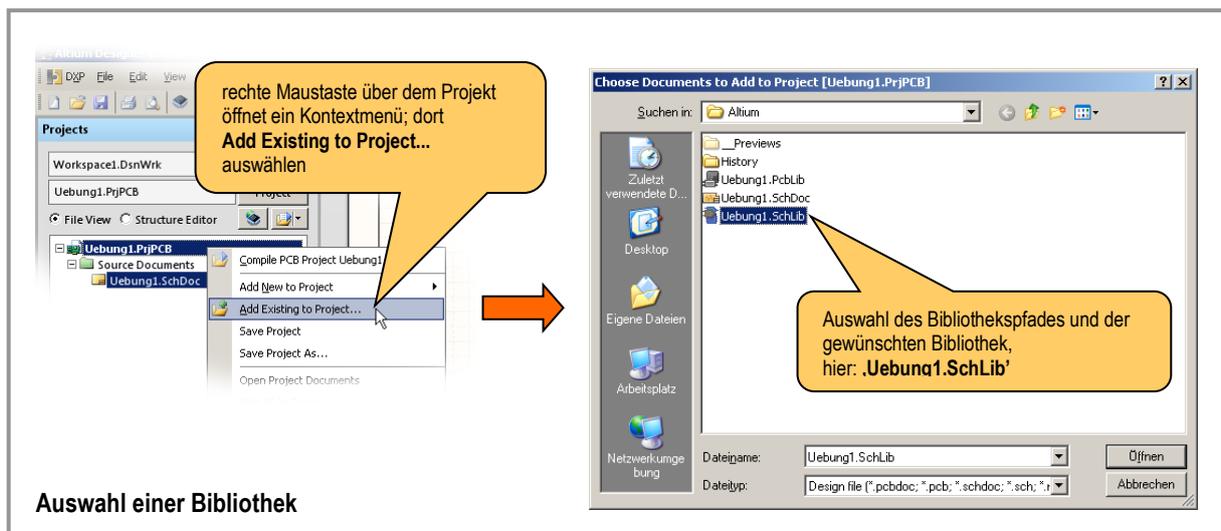
Zu Beginn sollte der Pfad auf das Arbeitsverzeichnis unter **DXP → Preferences → System → Default Locations** vorgegeben werden (in der Übung „D:\Altium“). Alle Projektdateien sollten in diesem Verzeichnis liegen.

I. Eingabe eines Schaltplans (Schematic)

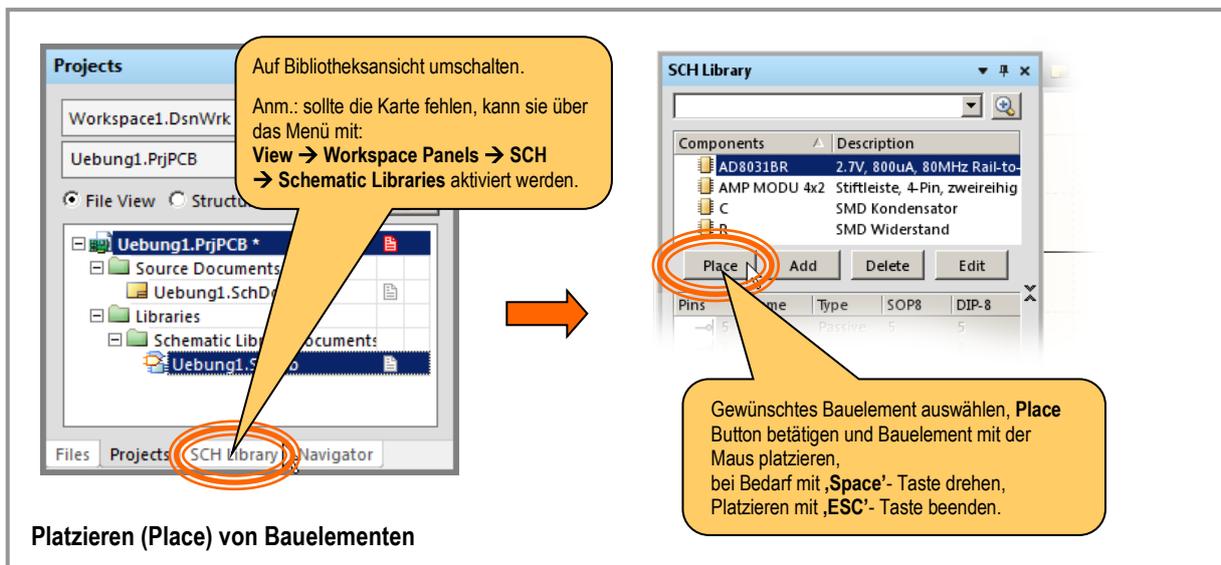
Nach dem Start des Programms Altium Designer wird zunächst ein neues Projekt (PCB Project) und darin ein neuer Schaltplan (Schematic) unter einem Namen angelegt und gespeichert.



Schaltssymbole von Bauelementen sind in Bauelementbibliotheken organisiert. Um Schaltungssymbole platzieren zu können, muss zuerst die jeweilige Bibliothek (Library) ausgewählt werden, die das gewünschte Bauelement enthält.



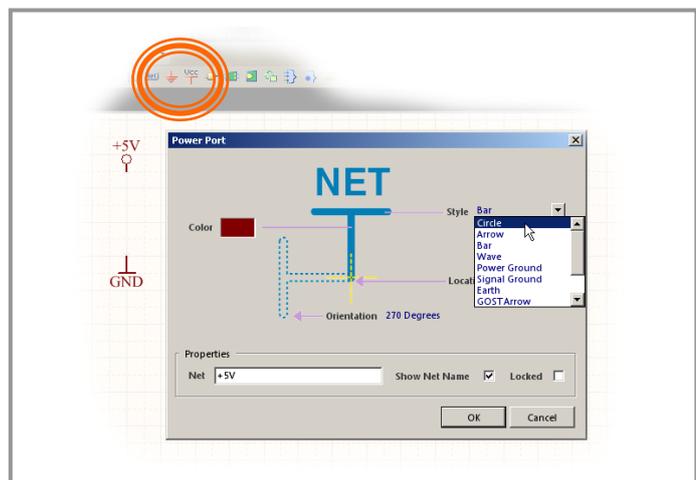
Anschließend können aus dieser Bibliothek die Bauelemente ausgewählt und auf dem Schaltplan platziert werden. Die Taste (Leertaste) dreht das Symbol während des Platzierens, solange es noch nicht abgelegt wurde.



Ein Doppelklick auf ein Bauelement öffnet einen Eigenschaftendialog. Darin kann unter ‚Designator‘ der Bauelementebezeichner (z.B. R15, X1 usw.) und unter ‚Models‘ die Bauform (‚Footprint‘, z. B. bei ICs die Gehäusebauform SO8 oder DIP8) vorgegeben werden.

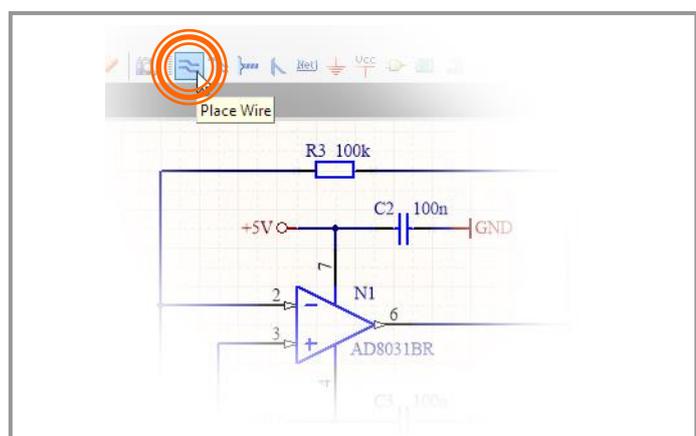
Nachdem alle Bauelemente platziert sind, können die Schaltsymbole für Betriebsspannungsnetze über die gekennzeichneten Buttons in der Symbolleiste erzeugt werden.

Nach dem Platzieren öffnet ein Doppelklick auf das Symbol ein Dialogfenster in dem die Form (Balken, Kreis usw.) und der Name festgelegt werden kann. Der Symbolname bestimmt die Zugehörigkeit zu einem Netz (z. B. GND, VCC oder +5V).



Nach dem Platzieren kann verdrahtet werden. Die dafür notwendigen Leitungen erreicht man über den gekennzeichneten Button in der Werkzeugleiste. Der Verdrahtungsmodus wird mit der rechten Maustaste oder der Taste **[Esc]** beendet. Die Verdrahtung sollte auf dem Raster erfolgen um das zuverlässige Verbinden der Elemente sicherzustellen.

Der Schaltplan ist jetzt fertig und sollte gespeichert werden. Nun werden die logischen Informationen des Schaltplans zu den physischen Eigenschaften der Bauelemente in Beziehung gesetzt, um das Layout zu erzeugen.



II. Layoutentwurf

Zuerst muss die Datei für das Leiterplattenlayout (PCB) erzeugt werden. Das geschieht am besten mit dem dafür vorgesehenen Assistenten. Folgende Einstellungen werden eingetragen (Ungenannte bleiben auf Default):

- Metric → Custom → Rectangular, Width = 40 mm, Height = 20 mm, Title Block: aus, Legend String: aus, Dimension Lines: aus
- 2 Signal Layers, 0 Power Planes
- Thruhole Vias only
- Surface mount components, Components on both sides: No
- Leiterzugdimensionen: Default
- [Finish].

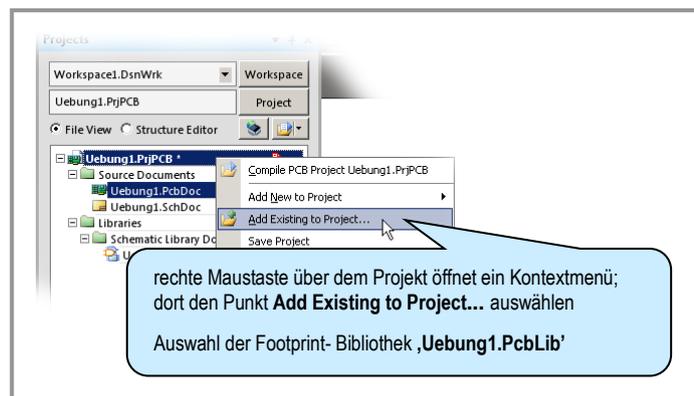
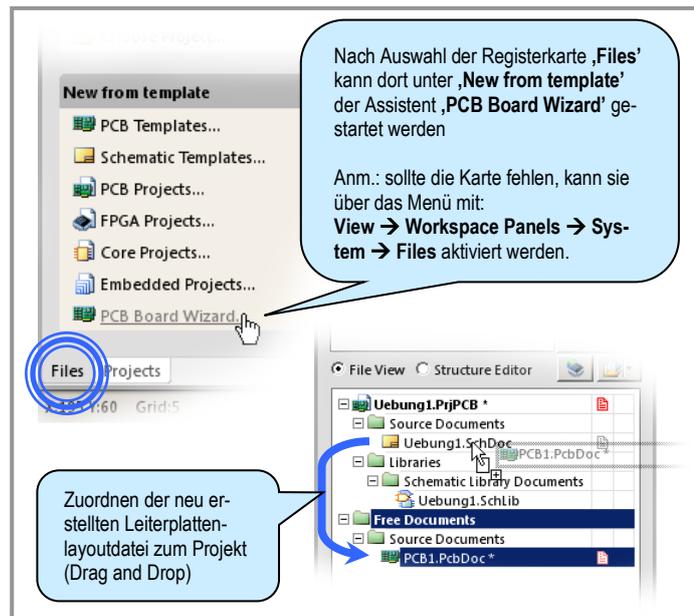
Danach wird das Dokument gespeichert

File → Save As.. → [Uebung1.PcbDoc].

Dieses Dokument wird anschließend per "Drag and Drop" dem Projekt zugeordnet.

Als nächstes wird die Footprintbibliothek **[Uebung1.PcbLib]** geladen. Die Vorgehensweise ist die gleiche wie bei der Symbolbibliothek.

Die Footprint-Bibliothek enthält Informationen zu den Abmessungen der Anschlussflächen (engl. Pads), zum Gehäuse und zur Mechanik (z. B. Befestigungsbohrungen oder Ausfräsungen) für das jeweilige Bauelement.



Nun kann aus der logischen Struktur des Schaltplans eine Netzliste generiert und jedem Bauelement das passende physische Modell (Footprint) zugeordnet werden.

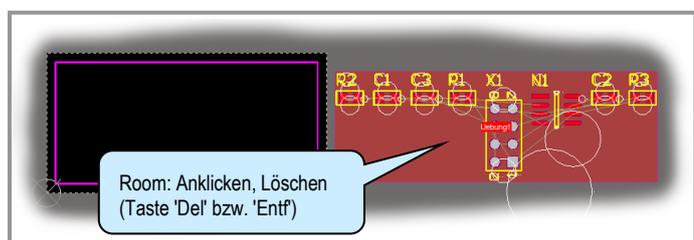
Man wählt dazu:

Design → Import Changes from, Execute Changes, Close.

Der Nullpunkt des Koordinatensystems wird durch

Edit → Origin → Set

in der linken unteren Ecke der Leiterplatte positioniert.



Das entstehende rote Feld um die Bauelemente (Room) dient der Strukturierung großer Schaltungen und sollte bei einfachen Projekten gelöscht werden.

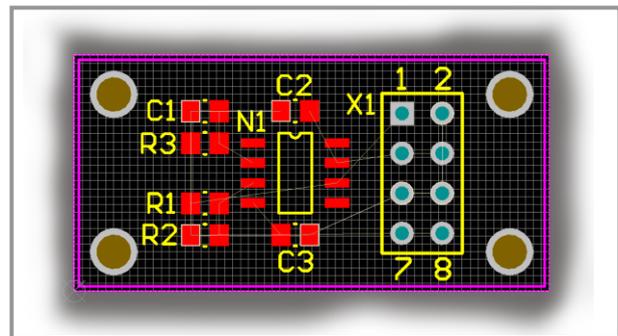
Raster (engl. Grids) dienen dem Ausrichten von Bauelementen. Über die Tastenkombination **Strg + G** lässt sich der Dialog zum Einstellen des Rasters öffnen. Hier wird ein geeignetes Raster eingestellt, z. B.:

Step X auf **0,127 mm** (5 Mil) und **Step Y** auf **0,127 mm** (5 Mil) setzen.

Auf diesem Raster werden die Bauelemente und die Leiterzüge verlegt.



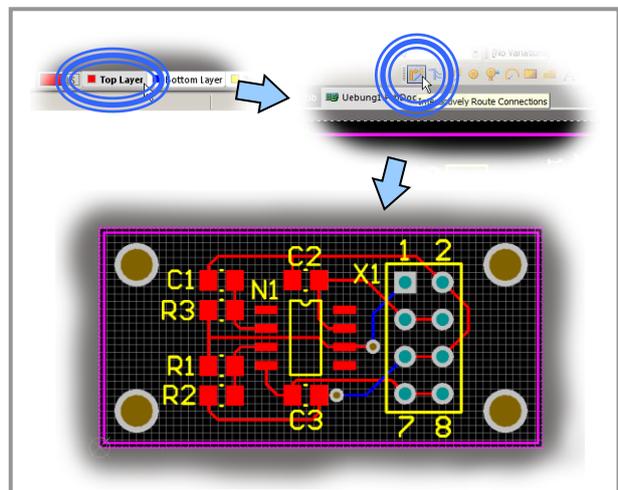
Die Footprints können nun einzeln mit der rechten Maustaste ausgewählt und auf der Leiterplatte angeordnet werden. Dabei lässt sich die Orientierung (Drehung) mit der Taste **Space** festlegen. Bei der Platzierung sollte auf eine günstige Lage der Bauelemente untereinander bzw. auf eine günstige Position von Steckern, Anzeige- und Einstellbauelementen, Kühlkörpern usw. geachtet werden. Leiterzugslängen insbesondere von kritischen Signalen sind dabei zu minimieren.



Im Anschluss werden die Gummibänder (engl. Airwires) geroutet, d. h. den bisher symbolischen Leiterzügen werden konkrete Positionen zugeordnet. Mit Durchkontaktierungen (engl. Vias) lassen sich Leiterzüge unterschiedlicher Ebenen miteinander verbinden.

Nach Auswahl des gewünschten Layers (Top = Oberseite oder Bottom = Unterseite der Leiterplatte) erreicht man die interaktive Verdrahtung (Routing) über das markierte Symbol.

Nach Anwahl dieses Symbols werden die Leiterzüge mit der Maus verlegt. Zwischen den Layern kann während des Routens über die Ziffernblock-Taste **x** gewechselt werden. Vias (Durchkontakte) werden dabei automatisch erstellt. Die Taste **Space** wechselt den Vorzugswinkel der Leitungen beim Routen. Der Modus wird mit **Esc** oder der rechten Maustaste beendet.



Sind alle Leitungen geroutet, wird die Leiterplattenlayoutdatei gespeichert. Danach kann die Verdrahtung mit dem Punkt **Tools → Design Rule Check...** überprüft werden. Treten hierbei keine Fehler auf, kann jetzt die Dokumentation der Ergebnisse erfolgen:

- Erstellen eines Unterlagensatzes: Schaltplan, Bestückungsplan, Layouts der Einzelebenen,
- Erstellen der Gerber-Files und evtl. weiterer Unterlagen für die Leiterplattenproduktion,
- Stücklisten, Einkaufslisten.

Übung B: Erstellen eines eigenen Bauelementes

Viele Bauelemente sind keine Standardbauelemente. Die Footprints und Schaltsymbole müssen dann selbst erstellt werden. Als Beispiel soll in dieser Übung der Footprint und das Schaltungssymbol eines Mikrocontrollers vom Typ STM32G491KCU6 [1] der Firma ST Microelectronics in der Gehäusebauform LQFP48 erstellt werden.

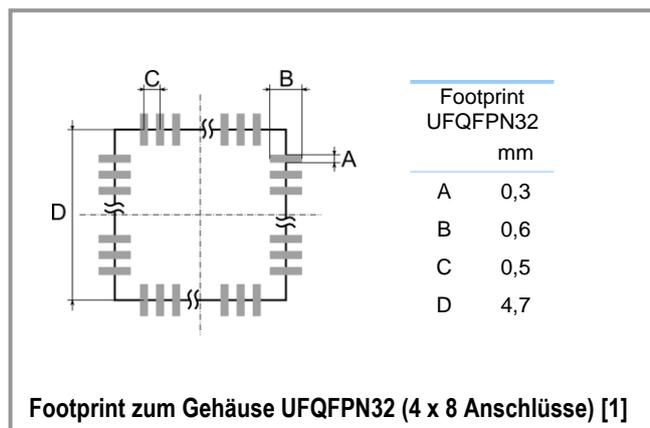
Da die Zuordnung der Anschlüsse (engl. Pins) des Schaltsymbols zu den Anschlussflächen (Pads) des Footprints über die Pinnummer geschieht, sollte sorgfältig auf die richtige Nummerierung geachtet werden.

I. Erstellen eines Footprints

Der Footprint stellt die Gesamtheit der Informationen zu den Abmessungen und der Anordnung der Pads, Freiflächen, Bohrungen etc. dar, die benötigt werden, um das Bauelement im Leiterplattenlayoutprogramm routen zu können.

Eine Auswahl von Footprints befindet sich im Lieferumfang des Programms und steht nach Einbinden der Bibliotheken zur Verfügung. Hier soll jedoch davon ausgegangen werden, dass ein neuer Footprint für die Gehäusebauform UFQFPN32 erzeugt werden muss.

Grundlage sind die Layoutempfehlungen der Hersteller für die Größe und Lage der Pads, die meistens im Datenblatt des Bauelements zur Verfügung gestellt werden. Die Layoutempfehlungen können von der angestrebten Bestückungstechnologie abhängen.



Zunächst wird eine neue Footprintbibliothek erstellt. Darin wird dann das neue Footprint angelegt.

Erstellen einer neuen Footprintbibliothek
File → New → Library → PCB Library
Bibliothek benennen und speichern
File → Save As... → [Bibliotheksname]
hier z.B. .Uebuna2.PcbLib'...

Danach starten des Komponenten- Assistenten durch:
Tools → Component Wizard, Next,
Auswahl folgender Einstellungen:
QUAD und **Metric (mm)** →
Pad- Abmessungen laut Datenblatt:
Breite (B) = **0.6 mm**,
Höhe (A) = **0.3 mm** →
Padform – default →
Begrenzungslinie – default →
Pad- Abstände laut Datenblatt jeweils:
Pad zu Pad (C) = **0.5 mm**,
Pad zu Rand = **0.6 mm**, →
Zählrichtung - default →
Pin-Anzahl: X = **8**, Y = **8** →
Name: **UFQFPN32** → [Finish],
abspeichern: **File → Save**

Neues Footprint erstellen

II. Erstellen eines Schaltsymbols

Danach wird das neue Schaltsymbol für den Mikrocontroller erstellt.

Erstellen einer neuen Bauelementebibliothek
File → New → Library → Schematic Library
Bibliothek benennen und speichern
File → Save As... → [Bibliotheksname]
hier z.B. 'Uebung2.SchLib',

Auf Bibliotheksansicht umschalten und...

Informationen für das Bauelement eintragen, z.B.: Default Designer: D7, Symbol Reference: STM32G491KCU

Hinzufügen eines Footprint-Modells,

Auswahl der Footprint-Bibliothek, hier 'Uebung2.PcbLib' und des zuvor erstellten Footprints 'UFQFPN32'

danach alle Dialoge mit OK verlassen.

Schaltsymbol erzeugen, Daten eintragen

Nachdem das Bauelement angelegt ist, und die Daten eingetragen wurden, kann das Symbol gezeichnet werden.

Rechteckigen Symbolumriss zeichnen...

...und Pins platzieren, dabei bei Bedarf mit der ‚Space‘-Taste drehen. Das Fadenkreuz markiert den elektrischen Anschluss.

Ein Doppelklick auf das Pin öffnet den Eigenschaftendialog:
Hier wird der Name, die Ausrichtung und das elektrische Verhalten der Pins (Ein- / Ausgang, Versorgungsspannung) anhand des Datenblatts eingestellt.
Bsp.: ‚VDD‘; Pin 1; power
‚PA0‘; Pin 5; I/O

Logisches Anordnen der Pins lt. Datenblatt, **Abspeichern!**

1	VDD	PA0	5
17	VDD	PA1	6
15	VDDA	PA2	7
14	VSSA	PA3	8
16	VSS	PA4	9
32	VSS	PA5	10
13	PB0	PA6	11
26	PB3	PA7	12
27	PB4	PA8	18
28	PB5	PA9	19
29	PB6	PA10	20
30	PB7	PA11	21
31	PB8_BOOT0	PA12	22
2	PF0	PA13	23
3	PF1	PA14	24
4	PG10_NRST	PA15	25

Schaltsymbol zeichnen

Hinweis: Die Zuordnung zwischen Layout-Pad und Anschluss des Symbols erfolgt durch Zuweisen des gleichen Bezeichners (im Feld ‚Designator‘).

So erstellte Bauelemente lassen sich nun in anderen Projekten nutzen, nachdem die beiden Bibliotheken, wie in Übung 1 beschrieben, zum Projekt hinzugefügt werden.

Quellen

[1] Datenblatt für Mikrocontroller STM32G491KCU6
<https://www.st.com/resource/en/datasheet/stm32g491kc.pdf> (25.3.2025)

Glossar

Airwires	...	Symbolische Darstellung der Verbindungen (Gummibänder)
Bottom	...	Unterseite der Leiterplatte
Button	...	Grafisches Symbol, Schaltfläche im Programm
Component	...	Bauteil
default (Einstellung)	...	Standardeinstellung – „auf Voreinstellung lassen“
Drag and Drop	...	In grafischen Benutzeroberflächen: Ziehen einer Datei zu einem Ziel mit der Maus
Designflow	...	Schrittfolge bei Projektbearbeitung in einem Entwurfssystem
Footprint	...	„Fußabdruck“ des Bauelements auf der Leiterplatte - Gesamtheit der Pads, Bestückungsaufdrucke usw.
Grid	...	Raster
Layer	...	Zeichnungsebene, z. B. Mechanik-Layer oder Top-Layer
Library	...	Bibliothek
Mil	...	im Layoutentwurf übliche Längeneinheit: 1 Mil = 1/1000 Inch, d. h. 0,0254 mm
Pad	...	Anschlussfläche eines Bauelements auf der Leiterplatte
PCB	...	„ P rinted C ircuit B oard“ – Leiterplatte, Platine
Pin	...	einzelner Anschluss eines Bauelements
Routen	...	Verlegen von Leiterzügen
Schematic	...	Schaltplan, Stromlaufplan
SMD-Bauelement	...	S urface M ounted D evice
Space (Taste)	...	Leertaste
Top	...	Oberseite der Leiterplatte; meist Bestückungsseite
Via	...	Durchkontakt

Shortcuts

Funktion	Tastenkombination
Zoomen	'Strg' + Mausrad oder 'Bild ↑' bzw. 'Bild ↓'
Kopieren	'Strg' + 'C'
Ausschneiden	'Strg' + 'X'
Einfügen	'Strg' + 'V'
Aktion rückgängig (Undo)	'Strg' + 'Z'
Aktion wieder herstellen (Redo)	'Strg' + 'Y'
Drehen eines ausgewählten Objektes	'Space' (Leertaste)
Eigenschaftendialog zu einem Objekt	'Tab'
PCB: Layerdialog	'L'
PCB: Einheiten Mil / mm umschalten	'Q'
PCB: Raster einstellen	'G'
PCB: Abstand Messen	'Strg' + 'M'
PCB: Single / Multi-Layer Mode	'Shift' + 'S'
PCB: Layout-Ansicht / 3D-Ansicht	'2' / '3'

Dieses Dokument wurde zur Nutzung mit dem Programm „Altium Designer 14“ erstellt.