

# Schaltplan (und Layout) Best Practices

Carsten Bohnens, 02.10.2017

# Programm

- **Kurzvorstellung ags**
- **Schaltplan**
- **Layout**
- **Fragen, Demo, Diskussionen**

# Was ist die ags?

- Studentische Initiative an der TU Braunschweig seit 1953
  - Professionelle Fernsehproduktionstechnik
  - allgemeine Elektrotechnik/Elektronik
- CampusTV
  - Sendung für Studierende, aber auch zur Repräsentation der TU Braunschweig auf Youtube
  - Kurse: Der Weg zur eigenen Fernsehsendung
- e.lab
  - Mikrocontroller- und Platinenlayoutkurse
  - „Betreutes Basteln“ jeden Dienstag und Donnerstag ab 19:00

# Schaltplan

# Nebenfunktionen Schaltplan

Der Schaltplan macht mehr, als nur stumpf die elektrischen Verbindungen zu definieren. Er dient außerdem der

- Dokumentation
- Fehlervermeidung
- Unterstützung beim Layouten

# Dokumentation

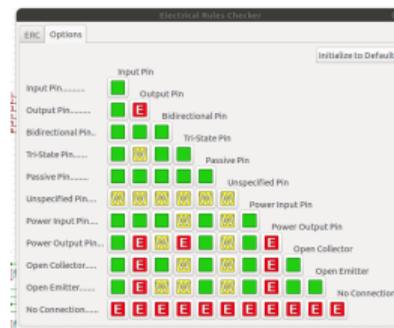
- Ziel: Funktionsweise der Schaltung sofort/schnell ersichtlich
- Grundregeln:
  - Funktionale Gruppen sauber trennen
    - Separate Schaltplanseniten, wenn angebracht
    - (Hierarchisches Design)
  - Signalfluss von links nach rechts → Eingänge links, Ausgänge rechts
  - Positive Spannungen oben, GND oder negative Spannungen unten
  - Signale sinnvoll benennen, Gruppen zusammenfassen (oder Busse benutzen)
- Oberste Maxime ist die Lesbarkeit!
  - (Nicht blind den Regeln folgen, wenn dafür die Lesbarkeit leidet)

# Fehlervermeidung: ERC - Electrical Rule Check

Jedes Layoutprogramm hat ihn!

Prüft anhand einer Verbindungsmatrix auf logische Fehler und mögliche Probleme in der Schaltung

Ziel vorm ernsthaften Layoutbeginn: „Clean ERC“



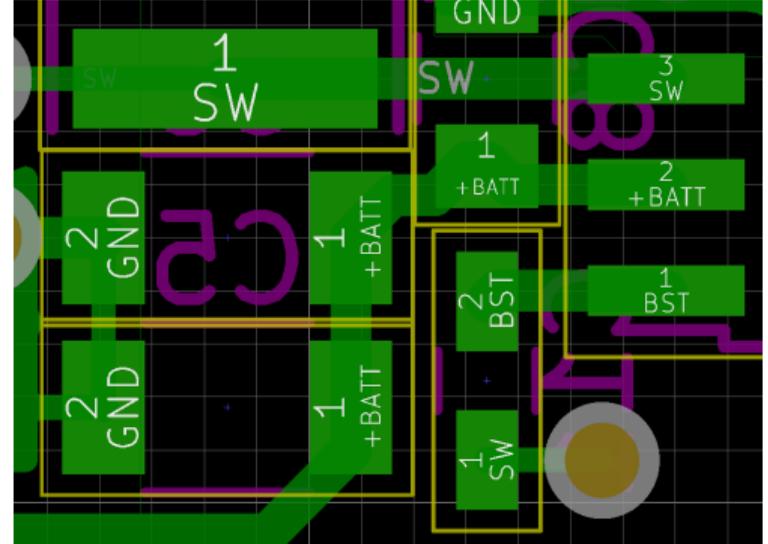
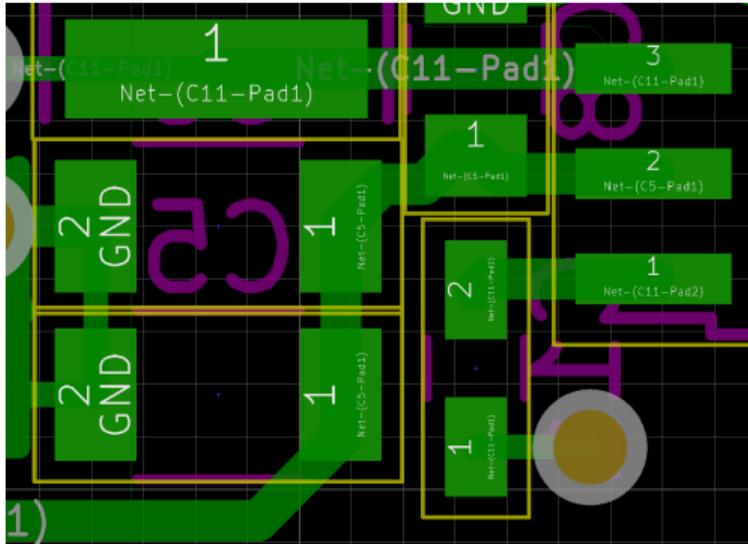
```
ERC report (Sa 30 Sep 2017 17:09:54 CEST,
Encoding UTF8 )

***** Sheet /

** ERC messages: 0 Errors 0 Warnings 0
```

# Unterstützung beim Layout

Durch das sinnvolle Benennen von Netzen wird das initiale Layout und abschließende Review der fertigen Schaltung deutlich vereinfacht



# Layout

# Untergrenzen der Fertigbarkeit

Bei der Platinenfertigung gibt es prozessbedingte Untergrenzen, wie klein Strukturen sein können.

- Faustregeln für die Hobbyfertigung:
  - Kleinster Abstand: 0.25mm
  - Minimale Breite: 0.3mm
  - Kleinste Durchkontaktierung: 0.9mm Bohrung (1.3mm-1.4mm Pad)
- Professionelle Fertigung:
  - Kleinster Abstand: 0.075mm-0.15mm
  - Minimale Breite: 0.075mm-0.15mm
  - Kleinste Durchkontaktierung: 0.2mm Bohrung (0.5mm Pad)
  - Mikrovias (gelasert): 0.1mm Bohrung, 0.3mm Pad
- Stichwort: DRC (immer brav einrichten!)

# Grundregeln Layout Fertigbarkeit

Aus den Fertigungsprozessen leiten sich auch einige Regeln ab, wie das eigentliche Layout aussehen sollte:

- Spitze Winkel vermeiden (Unter- oder Überätzung)
- Ungenutzte Flächen mit Kupfer auffüllen (Materialverschwendung, Kupferbalance)
- Bauteile symmetrisch und mit nicht zu viel Kupfer anbinden (Lötbarkeit, Tombstoning)

# Grundregeln Layout Signalintegrität

Reale Leitungen haben immer einen parasitären Widerstand, eine Induktivität und eine Kapazität.

Das Ziel beim Layouten ist es, die Einflüsse davon möglichst gering zu halten!

- Je mehr Strom eine Leitung transportieren soll, um so *breiter* sollte sie sein
  - Minimierung der Eigenenerwärmung und des Spannungsabfalls
- Je höher die Frequenz oder Flankensteilheit des Signals auf der Leitung ist, desdo *kürzer* sollte sie sein
  - Minimierung der parasitären Induktivität
- Je kritischer das Einkoppeln von Störungen ist, desdo weiter sollten Leiterbahnen voneinander entfernt sein ...und umso weniger sollten sie parallel liegen
  - Minimierung des kapazitiven Übersprechens

# Fragen? Demo!

# Schaltplan Bonus

- An Steckern *grundsätzlich* jeden beschalteten Pin labeln
- Pufferkondensatoren klar einem Bauteil zuweisen, entweder durch räumliche Nähe oder Zusatzrahmen/Beschriftungen
- Persönliche Vorlieben/Gewohnheiten:
  - Bei Kondensatoren die Spannungsfestigkeit *immer* im Schaltplan sichtbar vermerken
  - Bei Widerständen je nach Design die Leistungsklasse ebenfalls 'dranschreiben!
  - Implizite Verbindungen (hidden Pins) hat der Teufel gemacht!

# Layout Bonus

- Kleine Pours ruhig flächig anbinden – nur geringe Wärmeabfuhr durch geringe Fläche
- Nur eine Viagröße verwenden – für mehr Strom Vias *sinnvoll* parallel schalten