



# Vortrag über die Bachelorarbeit

UNIVERSITÄT  
DUISBURG  
ESSEN

Thema:

**I/Q-Modulator Circuit for 7-Tesla MRI  
Smart Power Amplifier**

angefertigt von

**Khaled Al Rifai**

betreut von:

**Prof. Dr.-Ing. Klaus Solbach**

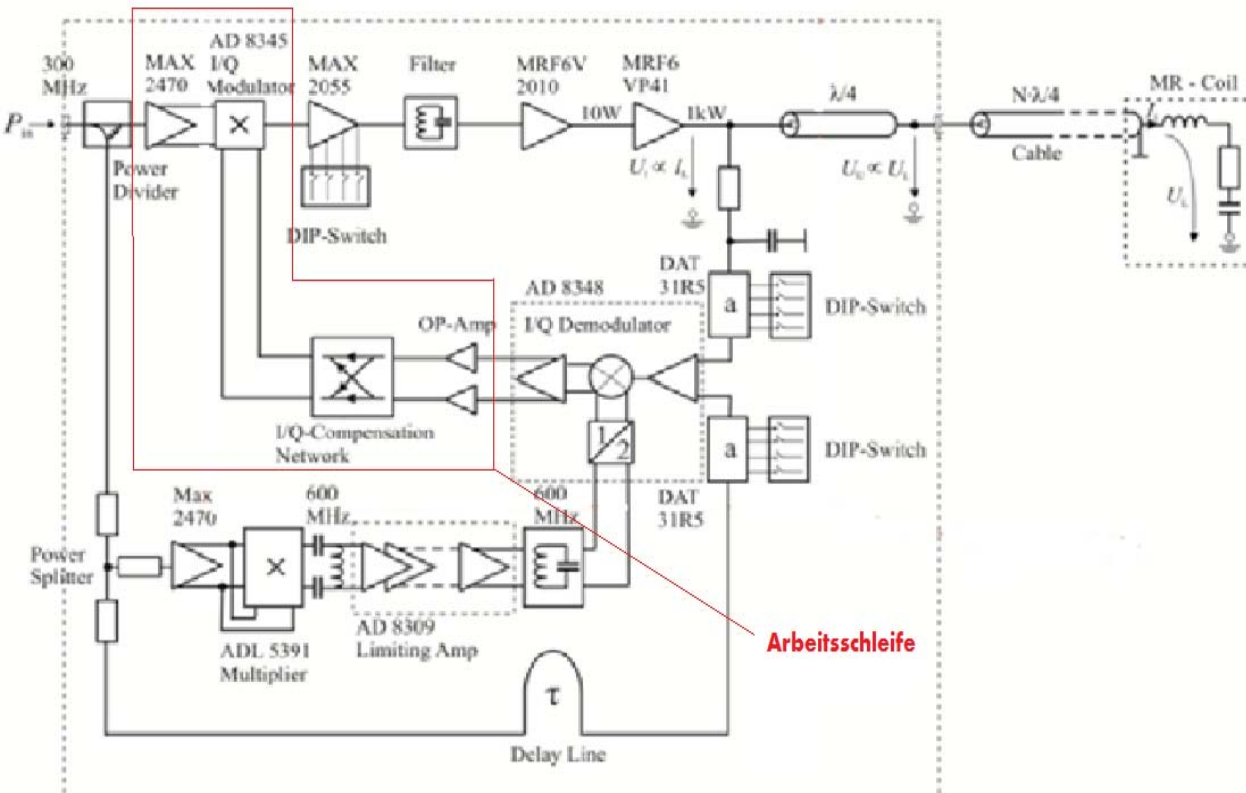
1. Arbeitsbeschreibung
2. Theoretische Grundlagen
3. Entwurf und Anfertigung
4. Messungen durchführung
5. Zusammenfassung



# Arbeitsbeschreibung

## ➤ Arbeitsschleife (in rot markiert)

Smart Power Amplifier (PA)



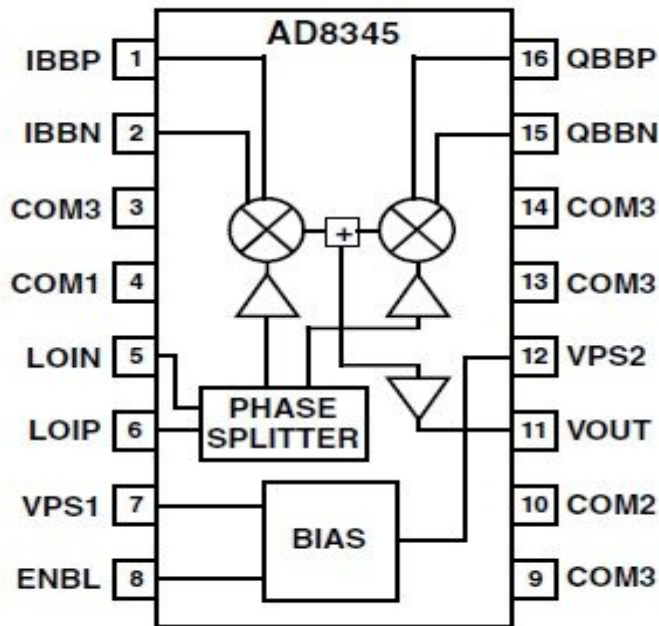
Ziel der Arbeit:

- Herstellung AD8345 Platine
- Herstellung der Gesamtplatine



# Theoretische Grundlagen

## ➤ I/Q Modulator AD8345

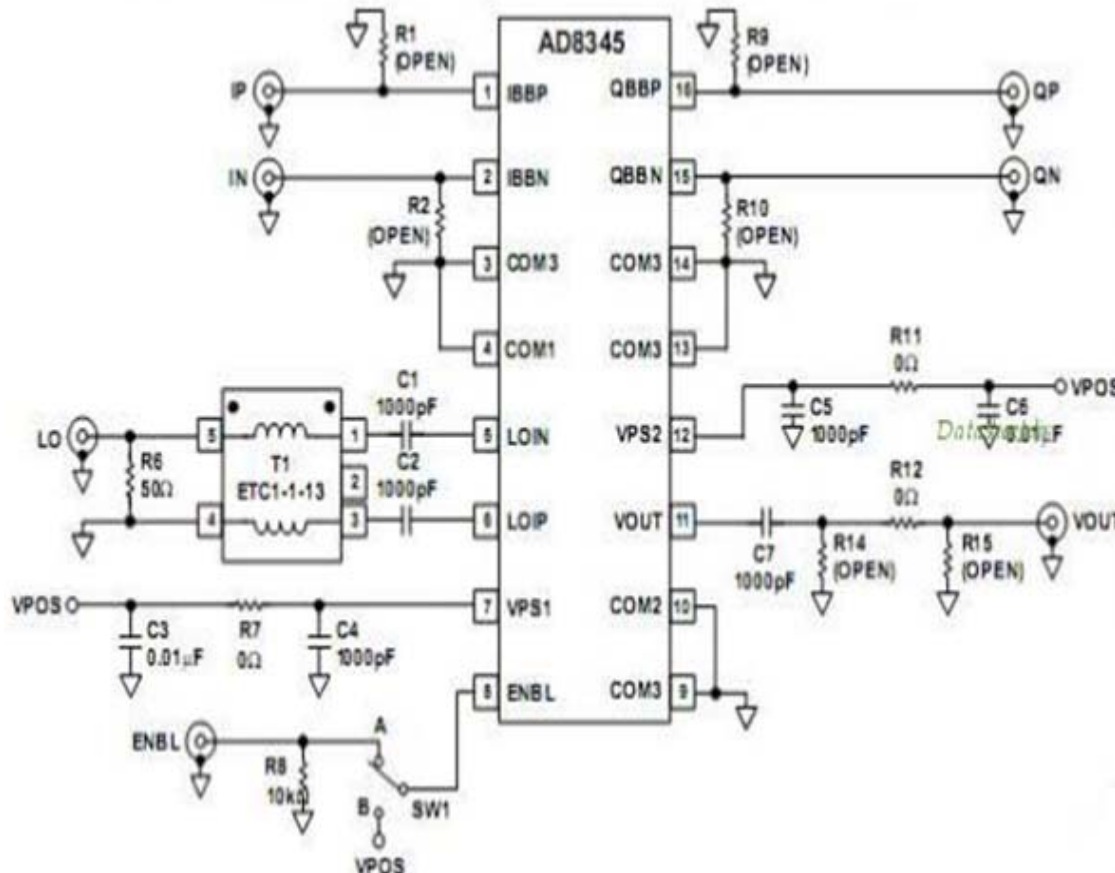


## Chipbeschreibung:

- 16 Pin Package
- 5V Betriebsspannung
- Positive & negative I
- Positive & negative Q
- 2 sinusförmige Eingänge
- Ein Ausgang

# Theoretische Grundlagen

## AD8345 Schaltplan

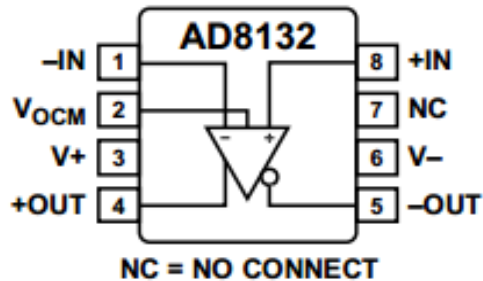


- VPS&ENBL:Spannungsversorgung
- IP&IN: Isignal
- QP&QN: Qsignal
- LOIN&LOIP: Sinusförmige Signal
- COM: GND



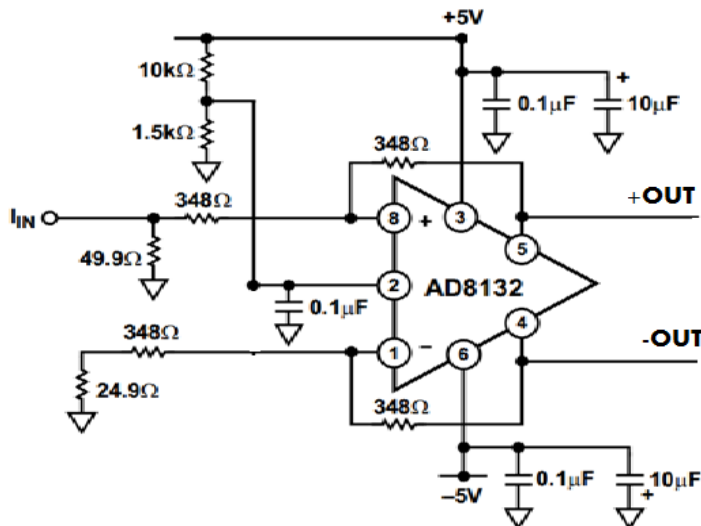
# Theoretische Grundlagen

## Amp AD8132



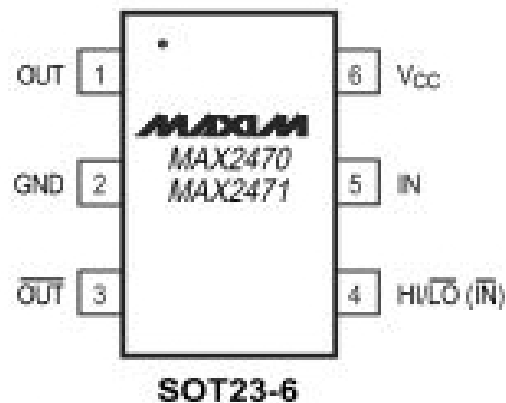
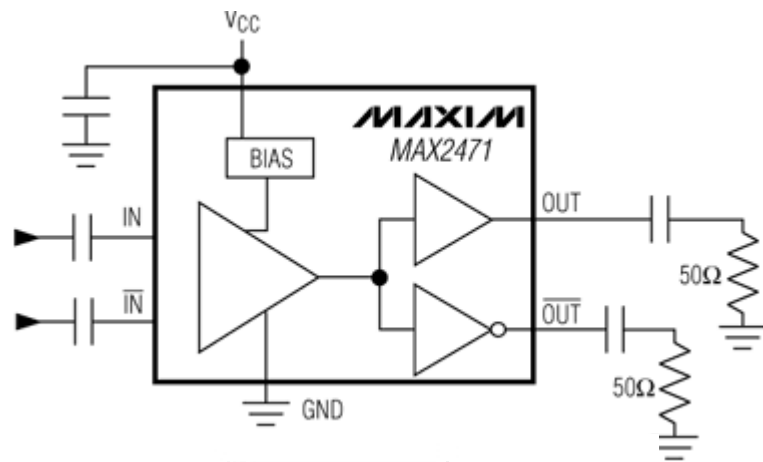
## Beschreibung:

- 8 Pin Package
- Bandbreite 350Mhz
- +5V&-5V Betriebsspannung
- Diefferenzierter Ausgang
- Stromverbrauch 10,7mA
- Verstärkung 1
- VOXM:kontrolliert die Produktionsstromspannung der allgemeinen Weise.



# Theoretische Grundlagen

## Puffer Verstärker MAX2471



## Beschreibung:

- Aktiver Balun
- Betriebsspannung 2,7V bis 5V
- Stromverbrauch 5,5mA
- Frequenzbereich von 10MHz bis 500MHz
- 6er Pin Package
- 2 differenzierte Eingänge
- 2 differenzierte Ausgänge

## Andere benutzte Bauteile:

➤ SMD Widerstände Bauform 0805 →



➤ SMD Kondensatoren Bauform 0805 →



➤ Aluminium-Elektrolytkondensatoren →

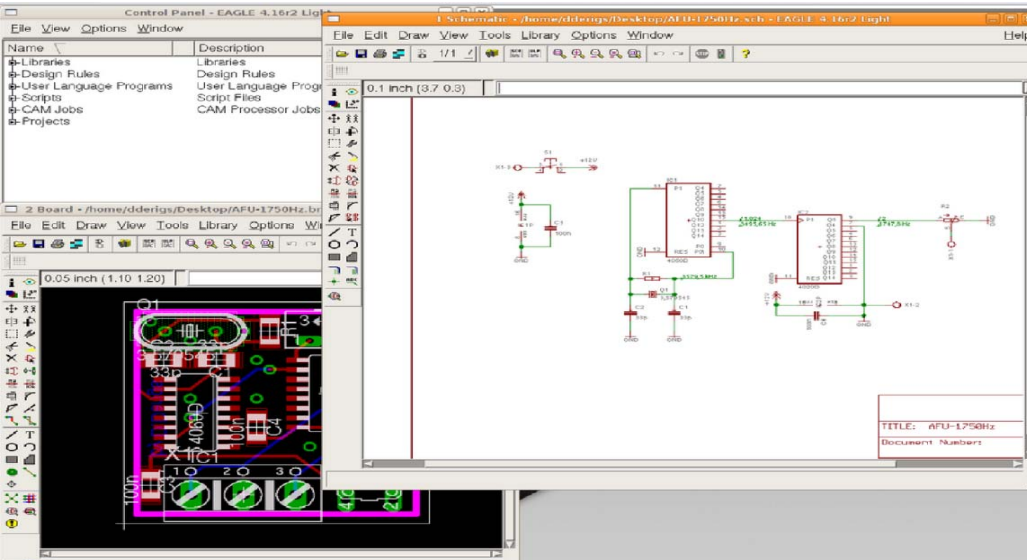


➤ Potentiometer. →

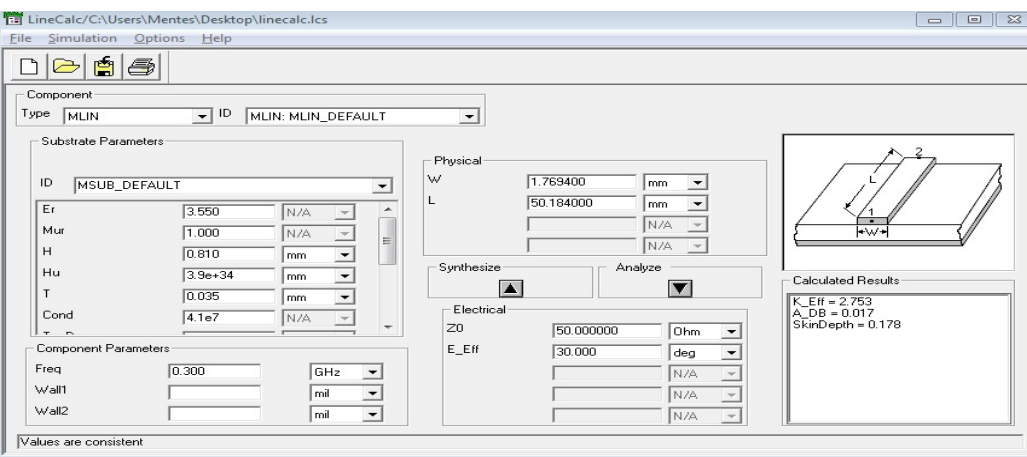




# Entwurf und Anfertigung



Mit Hilfe der Software EAGLE werden die Schaltpläne sowie PCB-Layout und Leiterbahn entworfen und optimiert



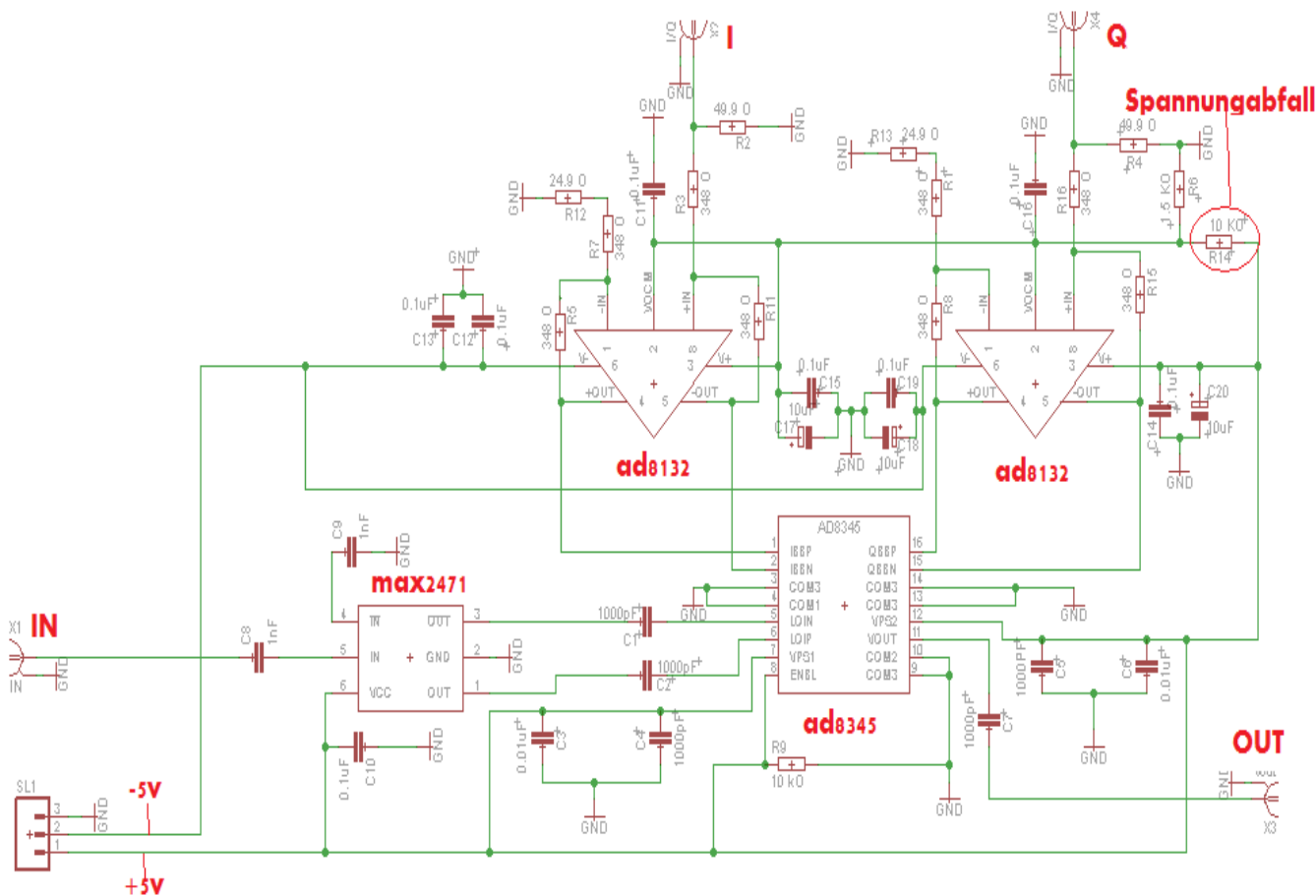
Mikrostreifenleitung, Line-Clac (bestimmt die Dicke  $w$  der Leiterbahnen)

Substrat	RO4003
Dielektrizitätszahl	3,55
Dicke $h$	0,81mm
Kupferschichtdicke	0,035mm
$T$	



# Entwurf und Anfertigung

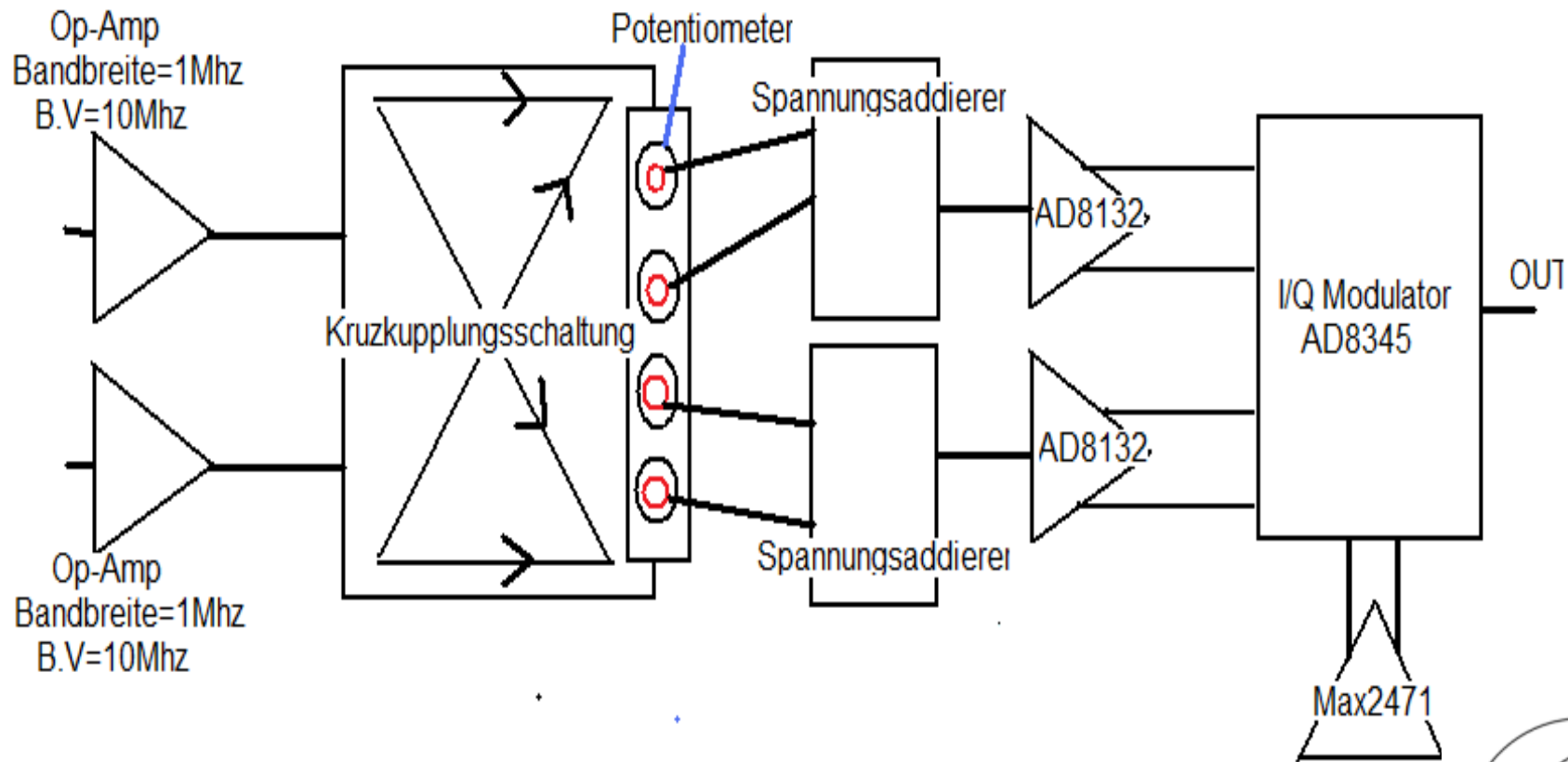
## Entwurf des Schaltplanes von I/Q-Modulator AD8345





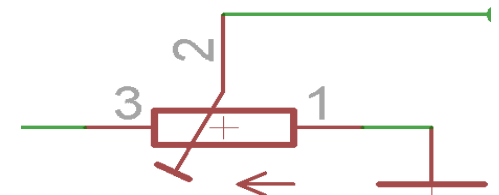
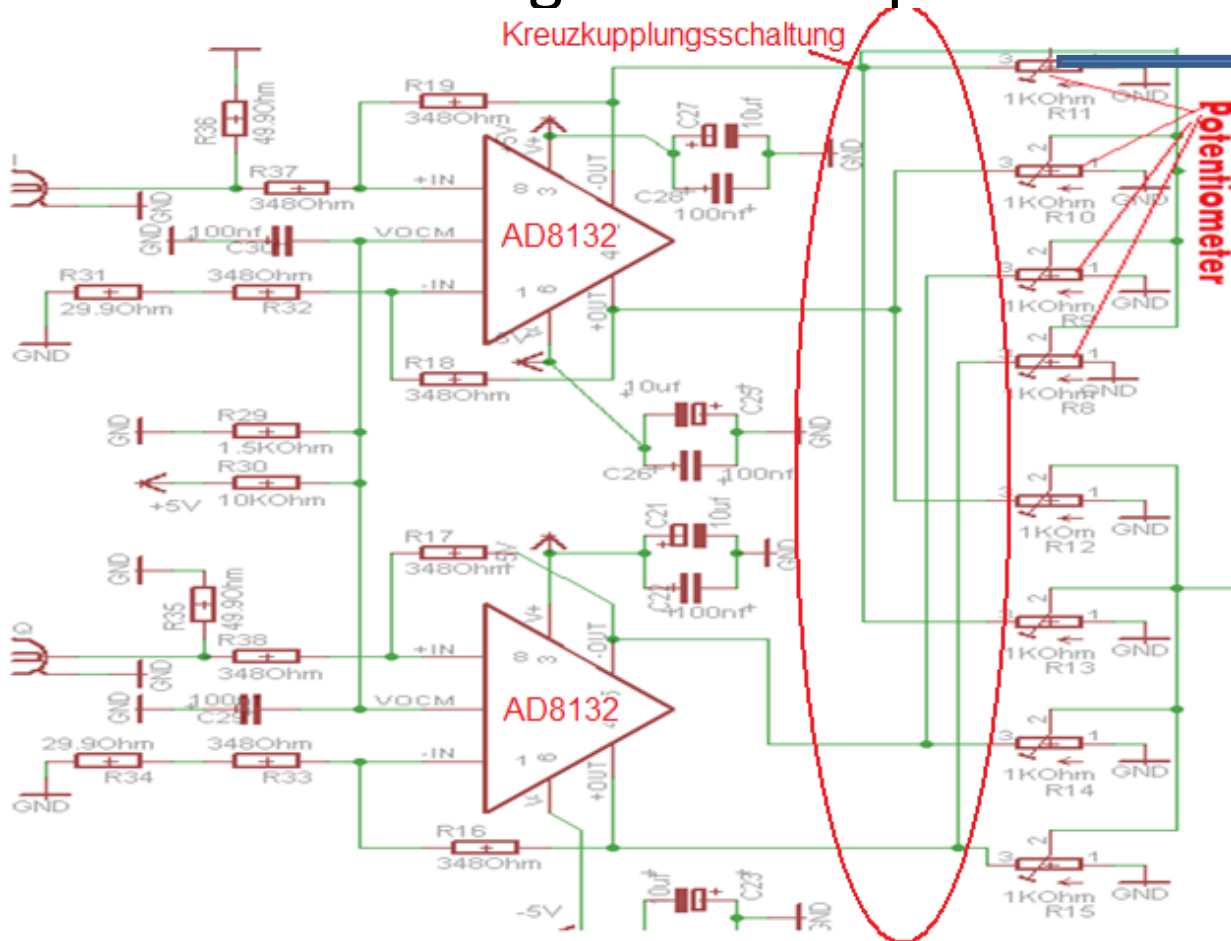
# Entwurf und Anfertigung

## ➤ Erste Vorstellung des Gesamtschaltplanes



# Entwurf und Anfertigung

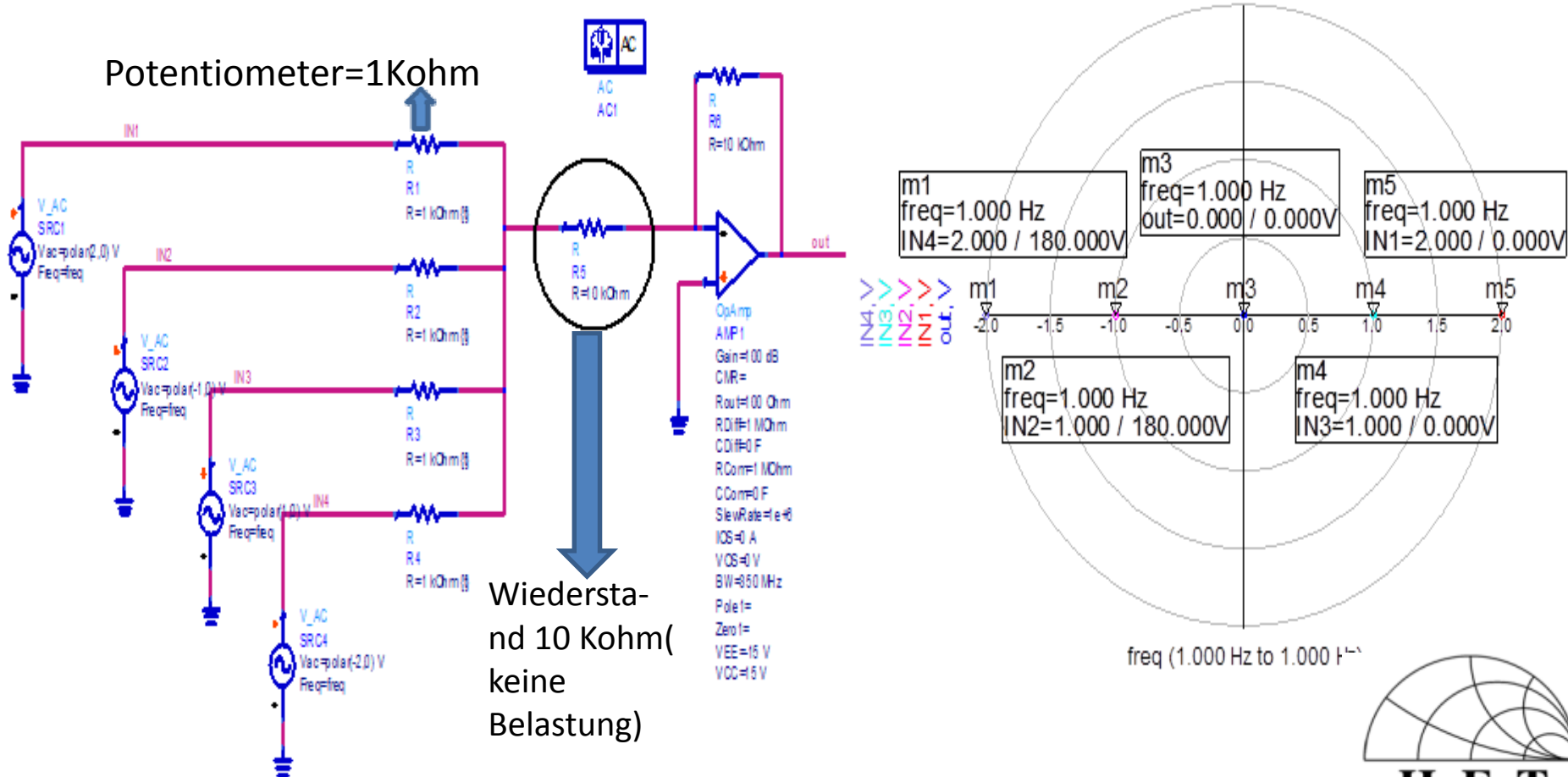
## Entwicklung des Schaltplanes



- Die AD8132 spielen die Rolle der Operationverstärker
- Die Kreuzkupplungsschaltung bildet sich durch die Schaltung der Potentiometer

# Entwurf und Anfertigung

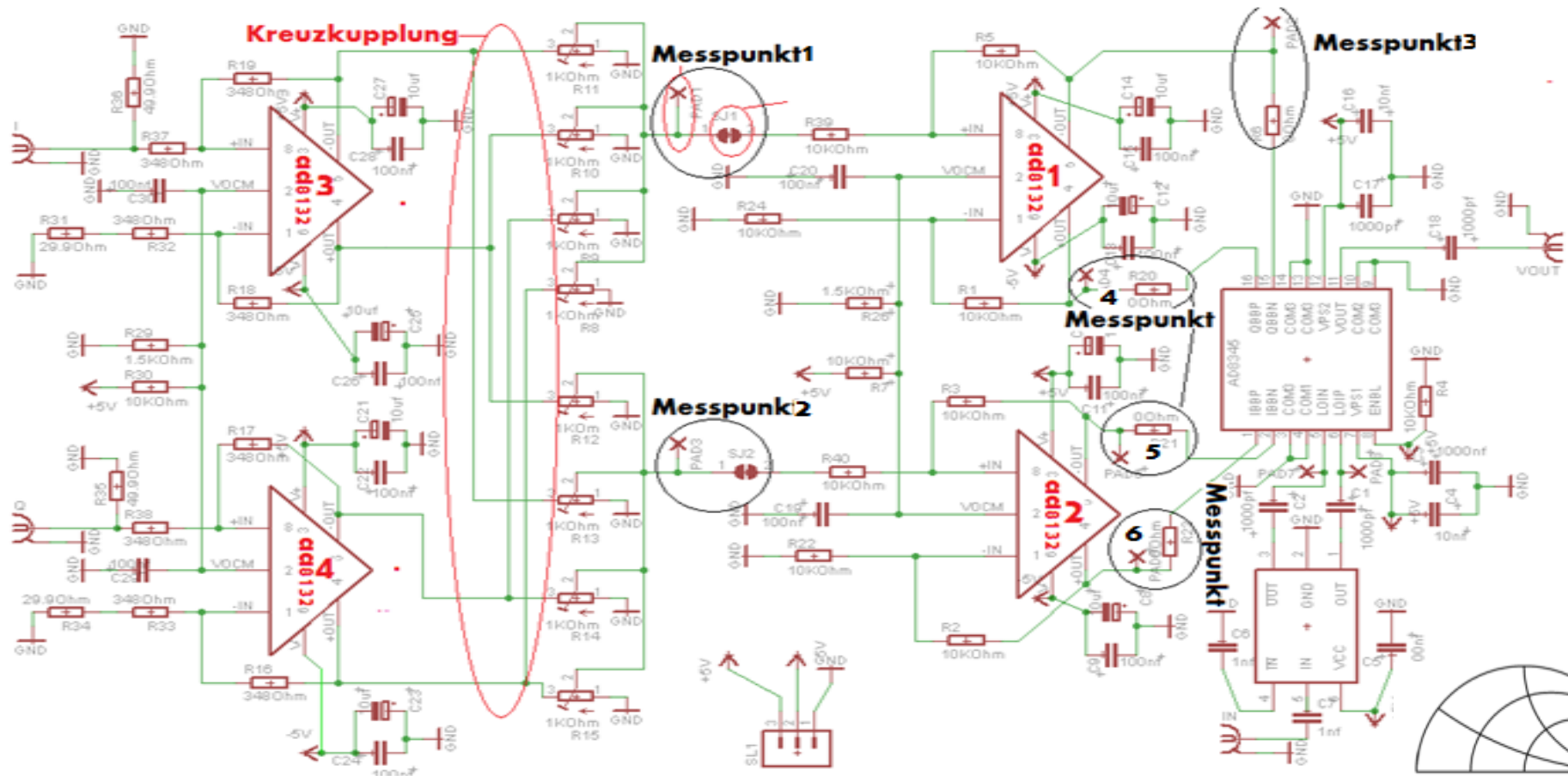
## ➤ Simulation vom Addierer Operationsverstärker





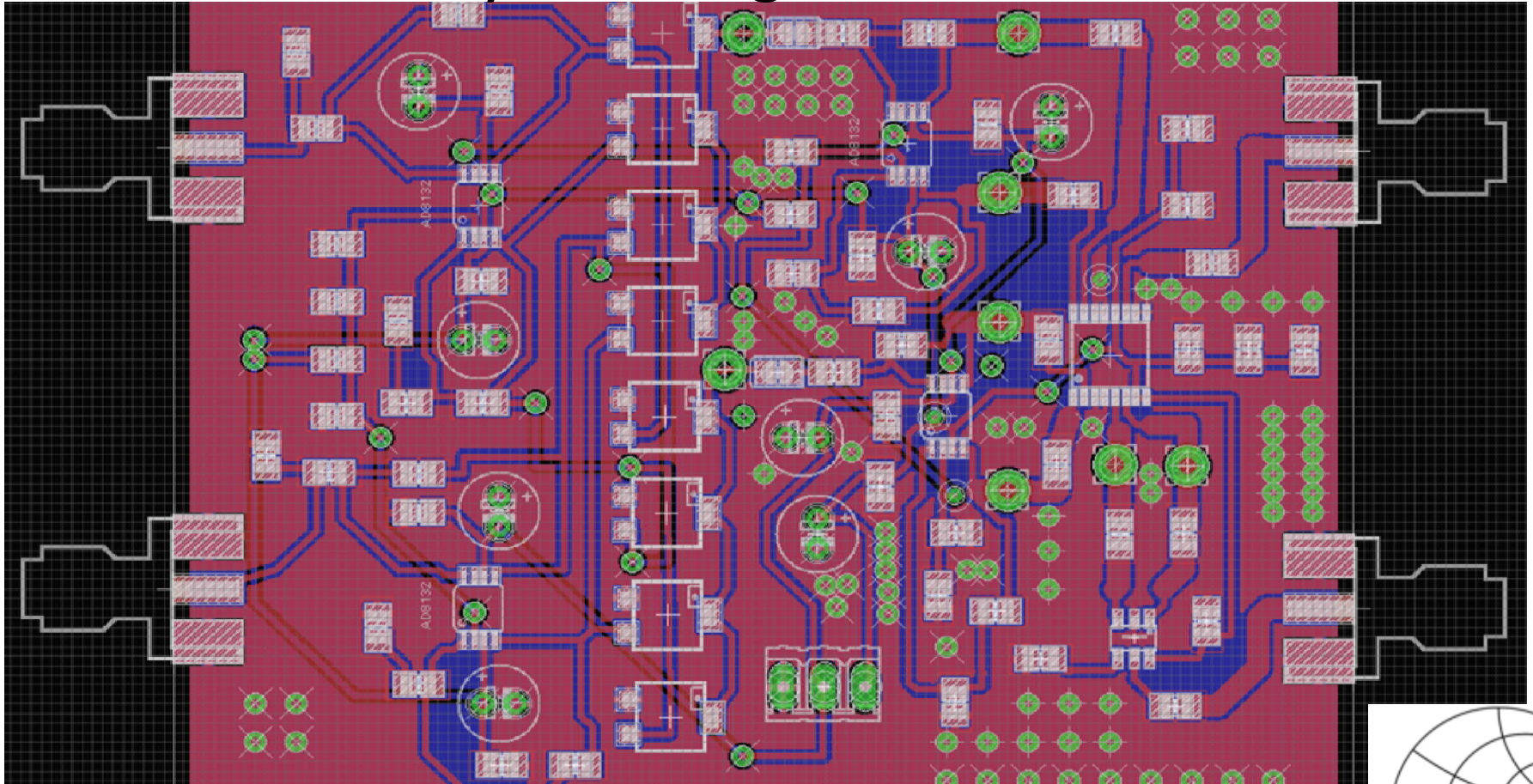
# Entwurf und Anfertigung

## ➤ Der Gesamtschaltplan



# Entwurf und Anfertigung

## ➤ PCB-Layout des ganzen Platine





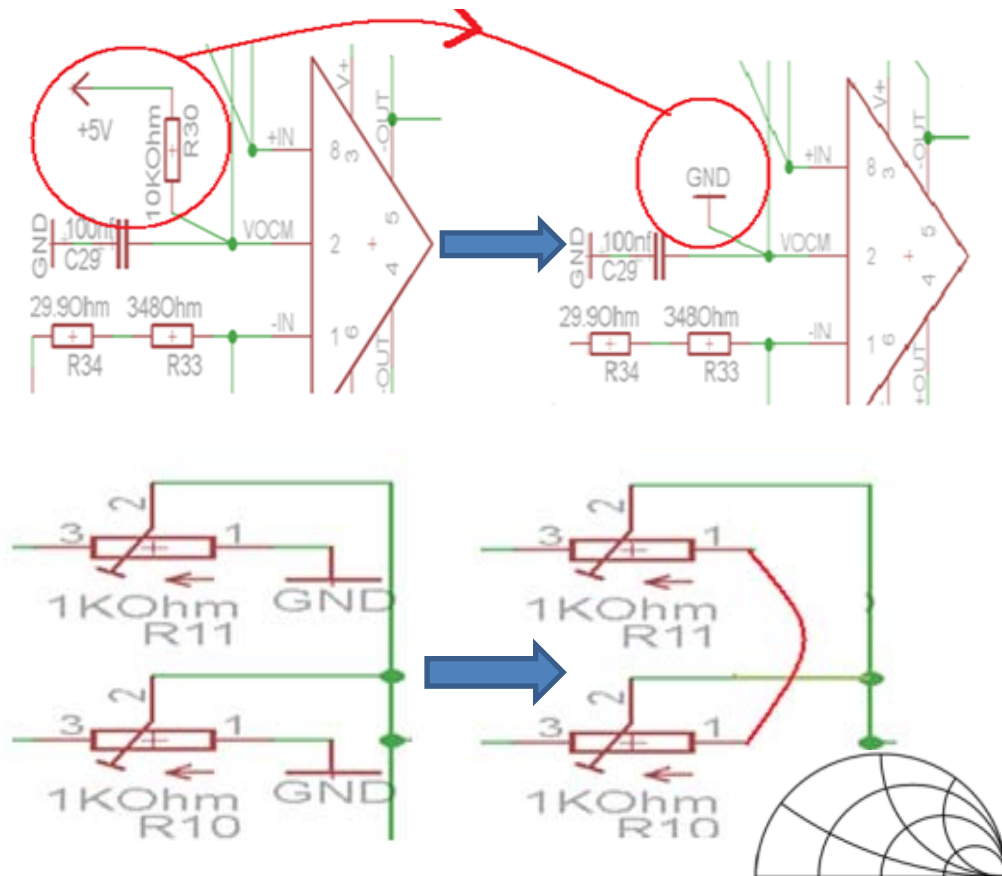
# Entwurf und Anfertigung

Nach dem Test der Platine wurde festgestellt

- Beim normalen Betrieb stimmen den Ausgangsspannungen der AD8132(1,2) nicht überein.

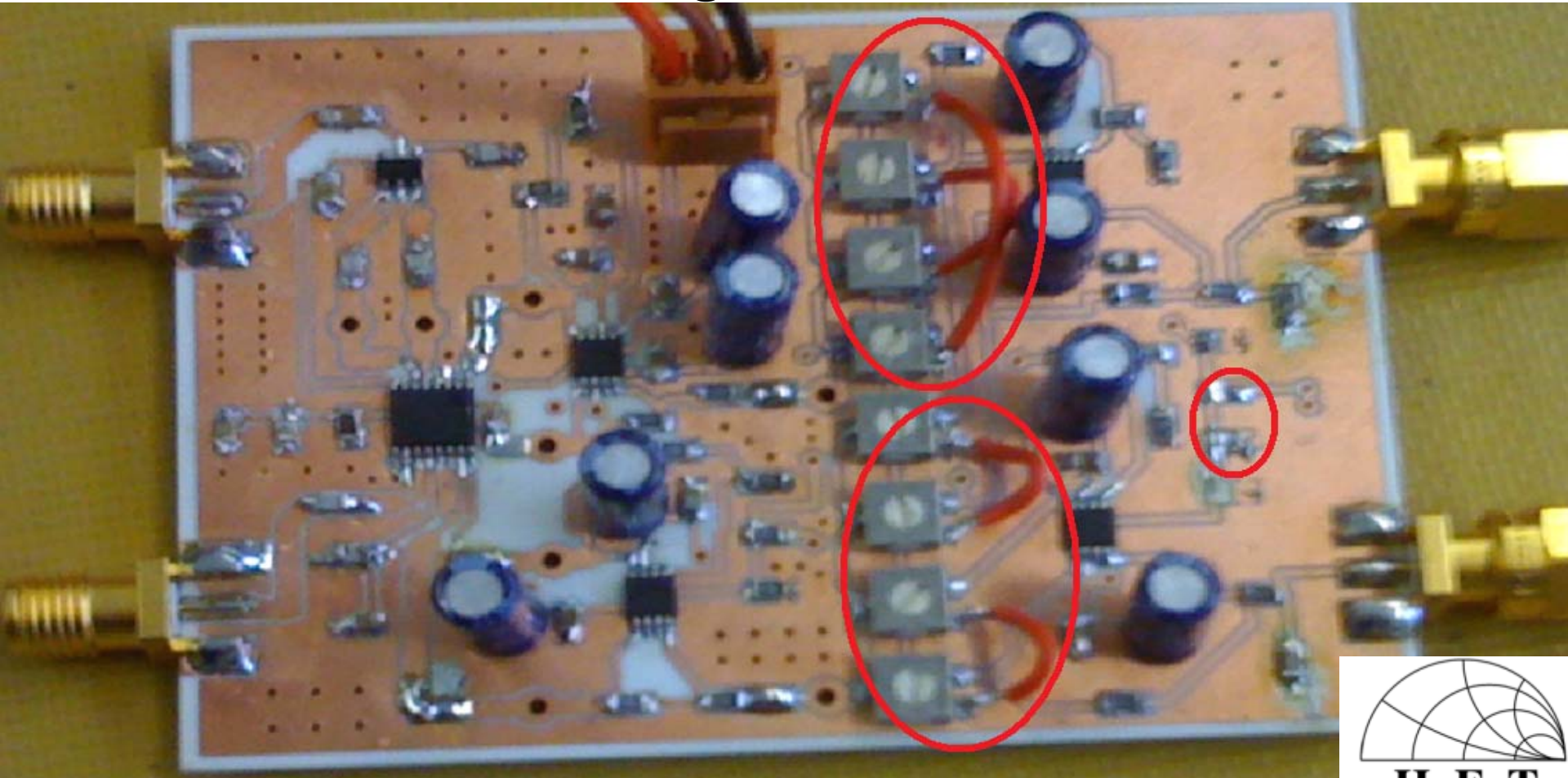
- Die Chips AD8132(3,4) zogen viel Strom ungefähr 0,22mA

## Durchführung der Korrekturen



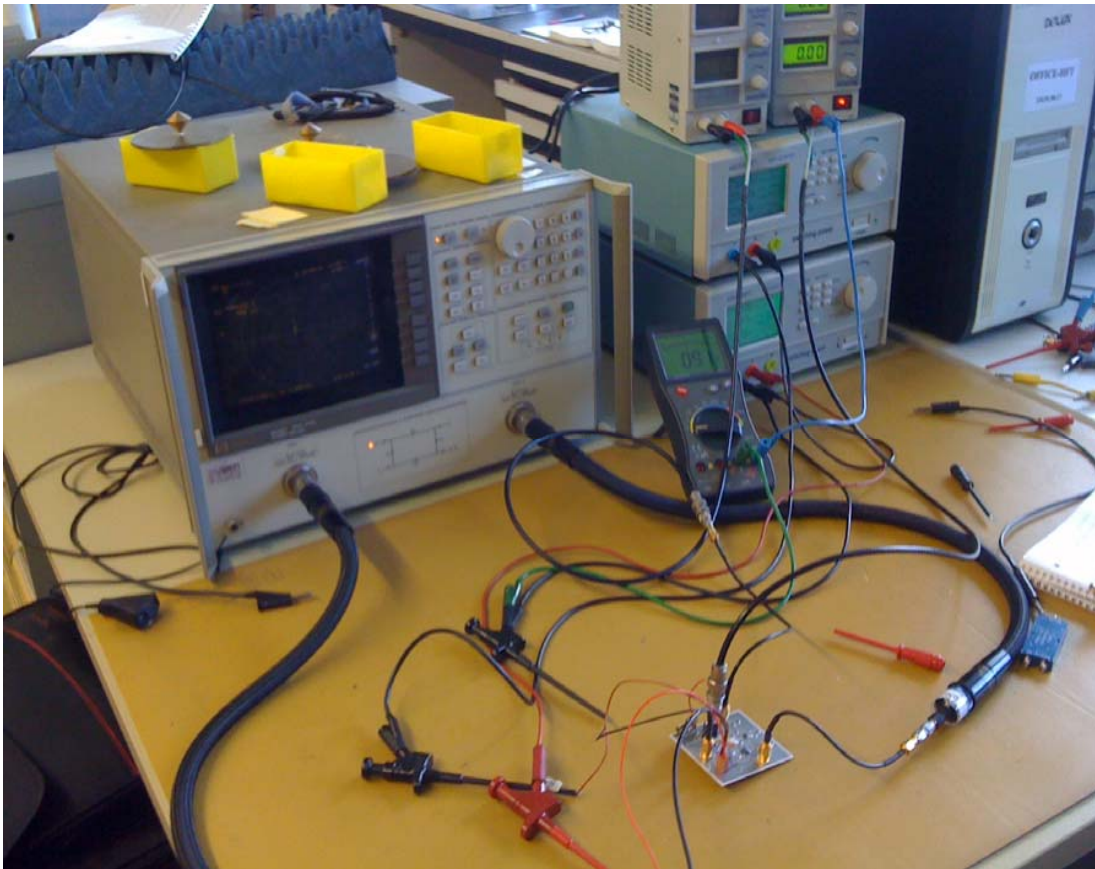
# Entwurf und Anfertigung

## ➤ Die fertige Platine



# Messungsdurchführung

## ➤ Messungsdurchführung der AD8345 Platine

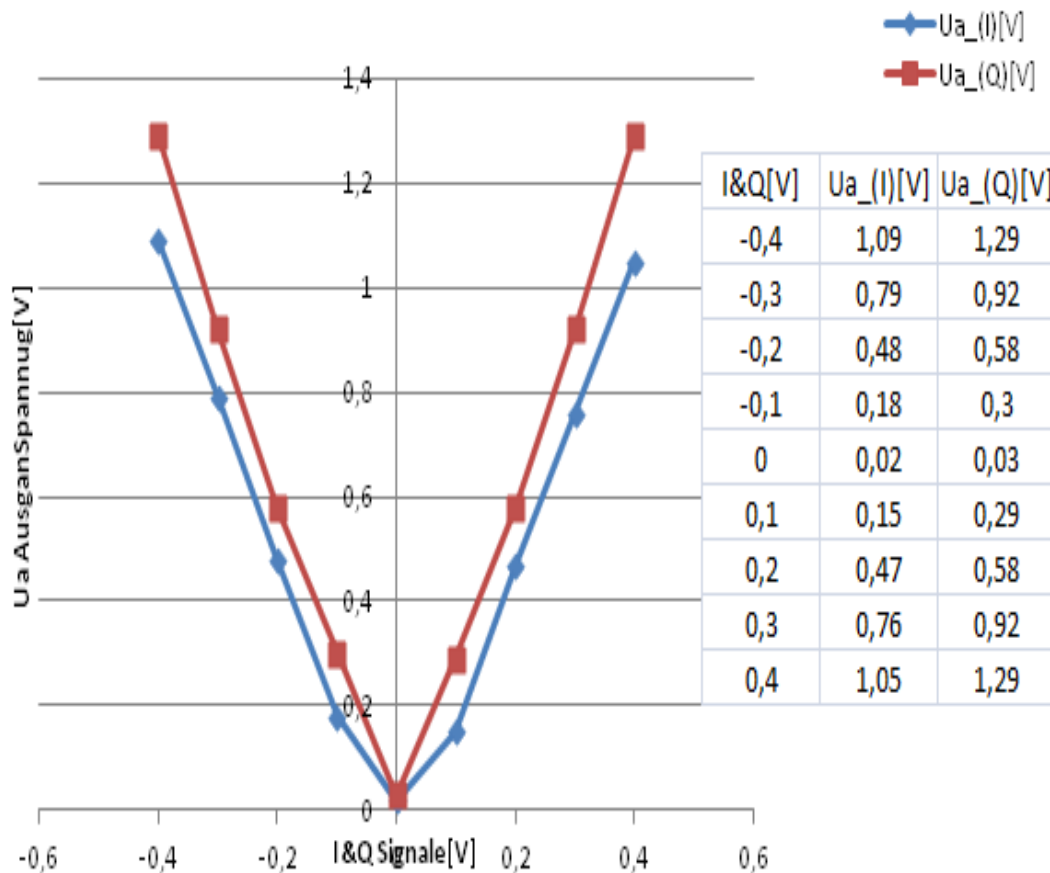


Zur Messung  
gebrauchten Geräte

- S-Parameter Channel S21
- 2\*Spannungsquellen als Betriebsspannung
- 2\*Spannungsquellen für I- und Q-Signale
- Digitales Messgerät

# Messungsdurchführung

## Verhalten der $U_a$ in Abhängigkeit von I-&Q-Signal



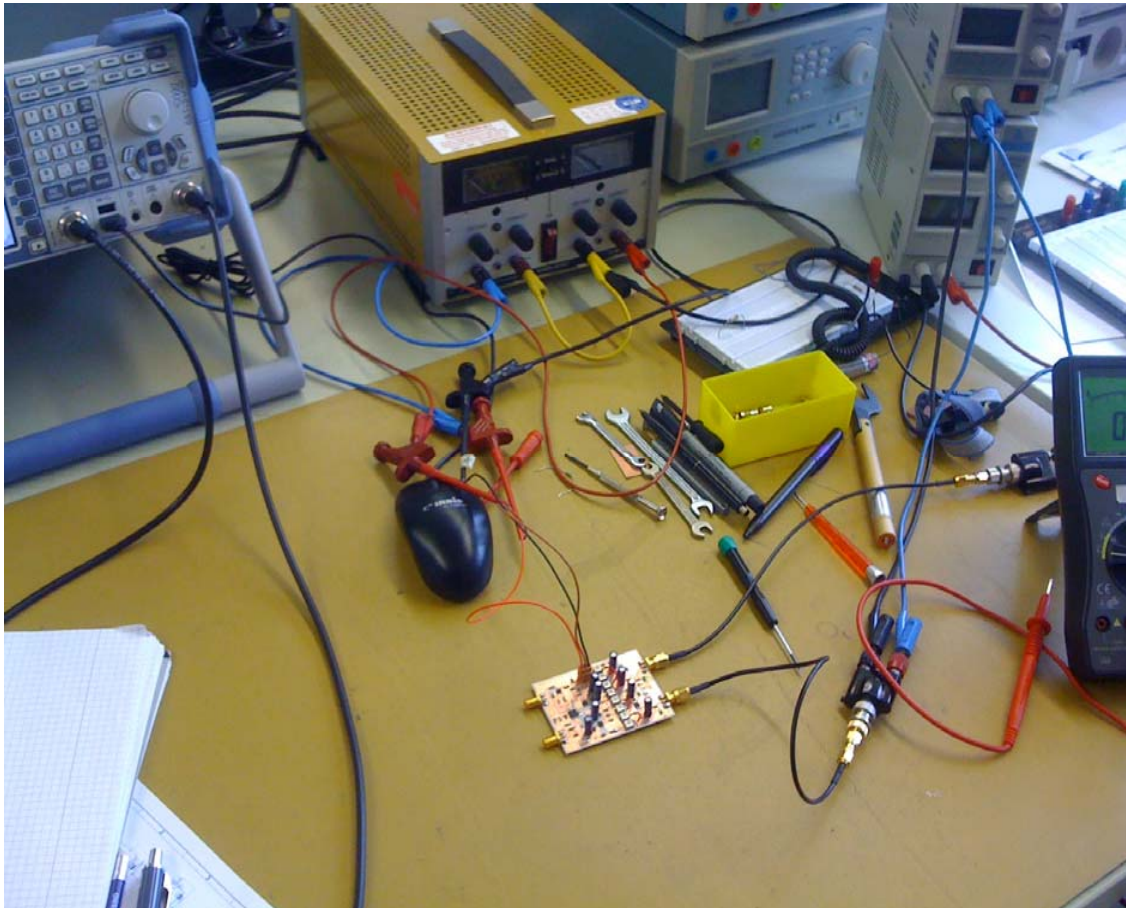
- Der Amplitudenverlauf der  $U_a$  abhängig von I-Signal findet auf die Reale-Achse statt
- Der Amplitudenverlauf der  $U_a$  Abhängig von Q-Signal findet auf die Imaginäre-Achse statt
- Mit Variieren des I-&Q-Signales gleichzeitig ändert sich die Phasenverschiebung der  $U_a$





# Messungsdurchführung

## Messungsdurchführung der Gesamtplatine

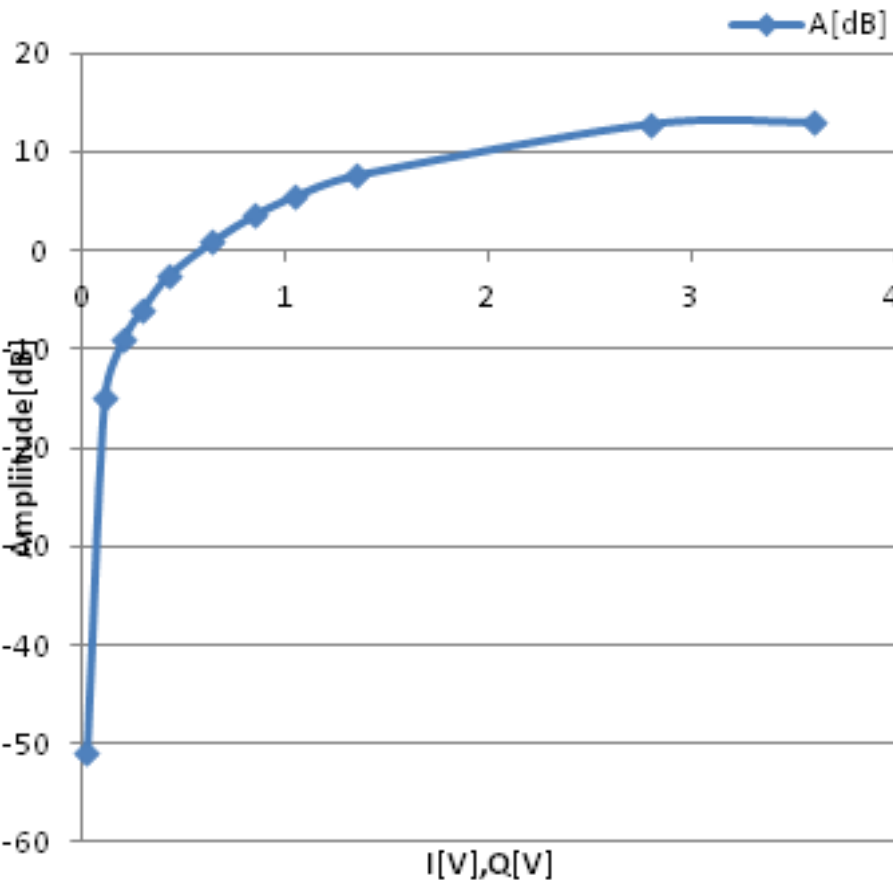


### Zur Messung gebrauchten Geräte

- Netzwerkanalysator (muss vor jeder Messung kalibriert werden)
- 2\* Spannungsquellen für Betriebsspannung
- 2\* Spannungsquellen für I- und Q-Signale
- Digitales Messgerät

# Messungsdurchführung

Verlauf der Amplitude vom Ausgangssignal  
im Abhängigkeit von I- oder Q-Signal



I[V]	A[dB]
0,017	-51
0,104	-15
0,2	-9
0,29	-6
0,42	-2,6
0,64	0,9
0,85	3,6
1,05	5,5
1,35	7,6
2,8	12,8
3,6	13

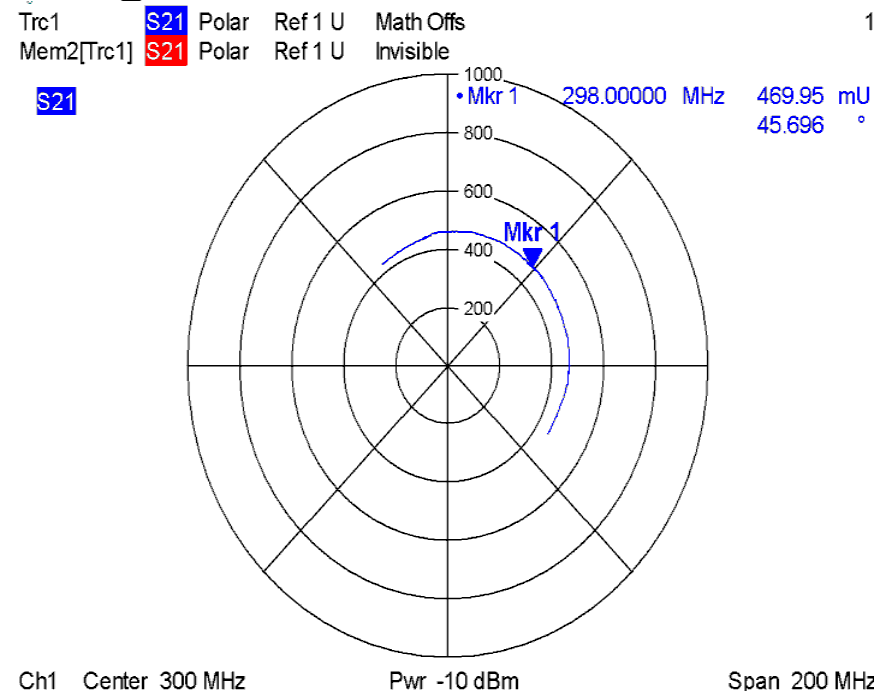
- Kleinste Wert der Amplitude  $A = -51\text{dB}$  wird nicht bei  $I = 0\text{V}$  hingekriegt, sondern für  $I = 0,017\text{V}$  (offset Spannung)
- Für  $I > 3,6\text{V}$  springt die Amplitude schnell runter



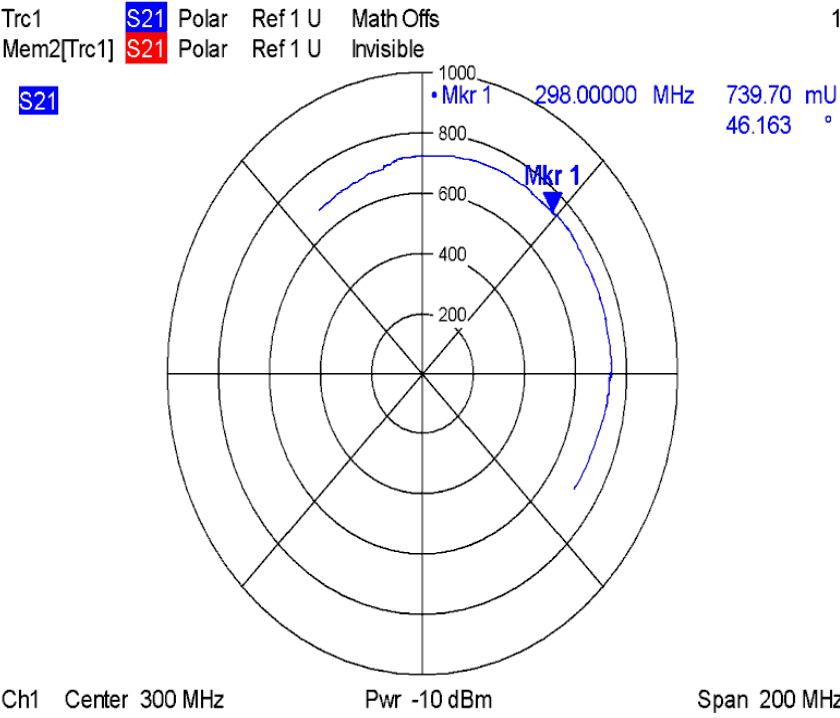
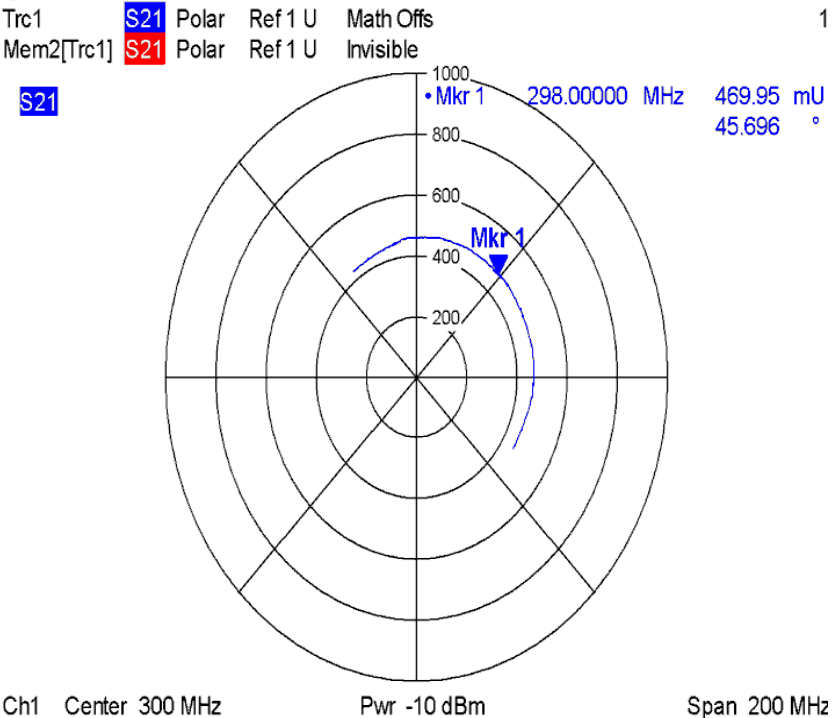
# Messungsdurchführung

## Amplitude und Phasenverschiebung werden durch die Potentiometer gesteuert

- I-&Q-Spannung werden auf 1V festgestellt
- Netzwerkanalysator wird auf S21 Polardarstellung eingestellt
- Anfangsmesspunkt liegt bei bei der Amplitude (469,95mV) und Phasenverschiebung (45grad)



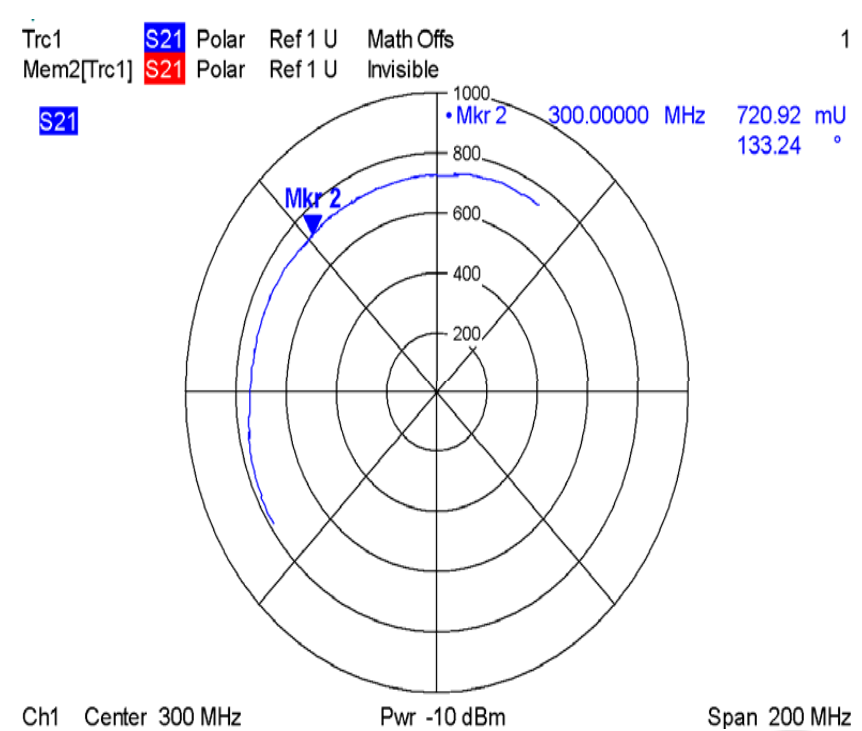
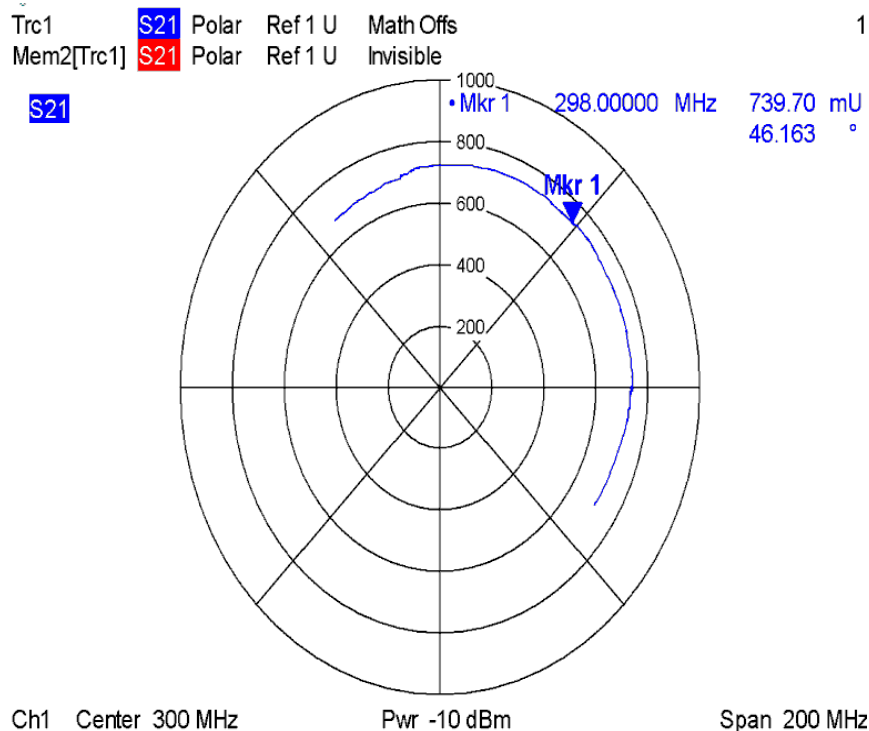
## Amplitudesteuerung durch die Potetimeter





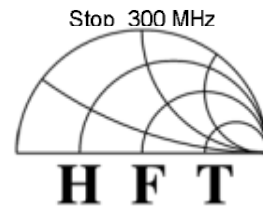
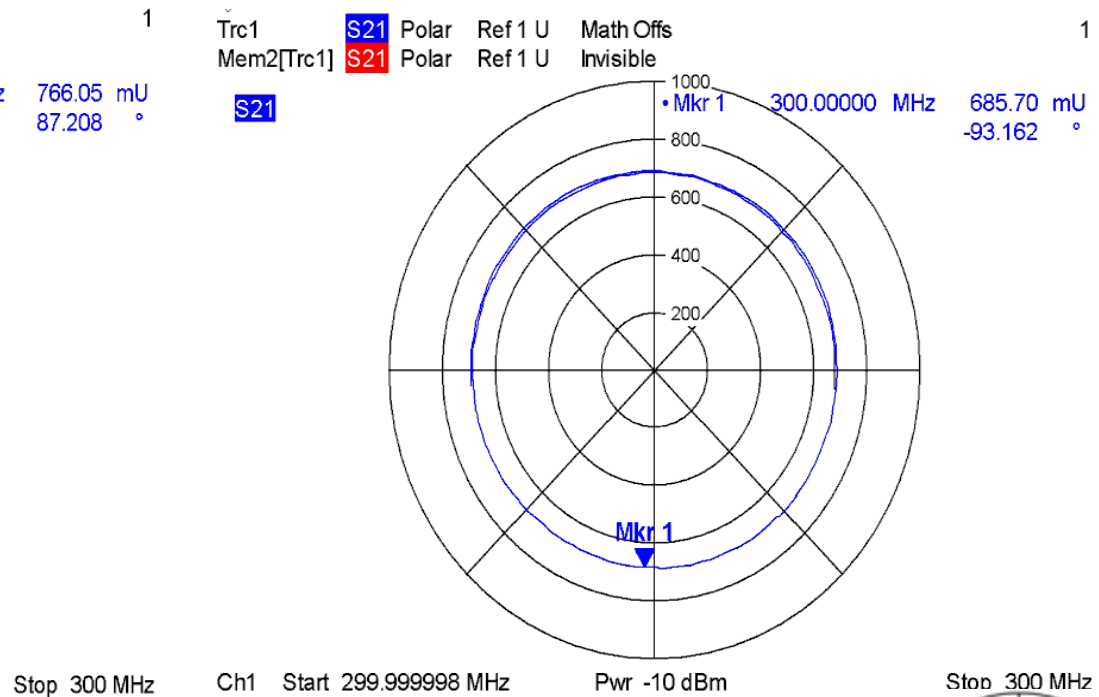
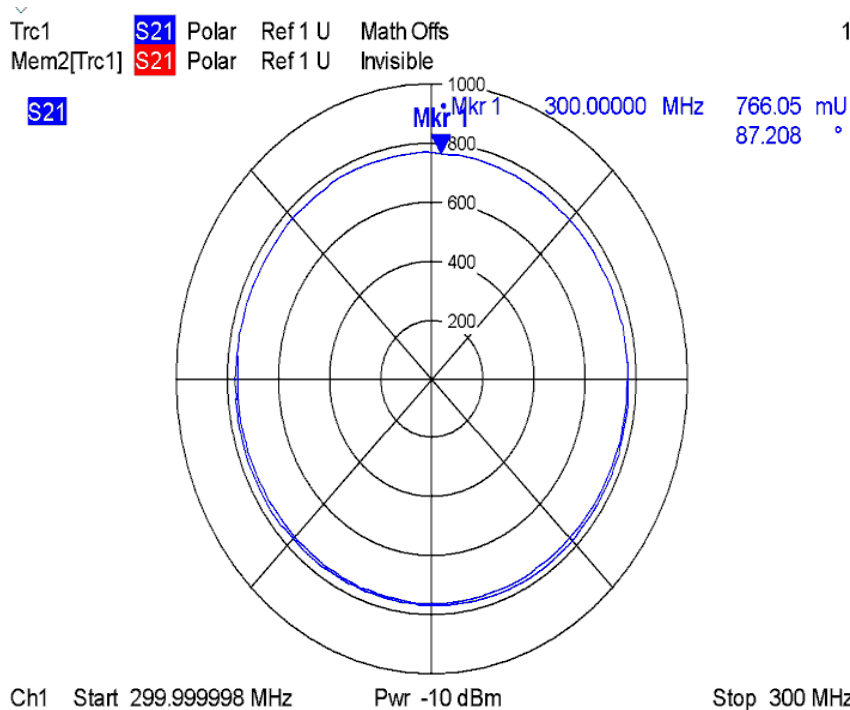
# Messungsdurchführung

## Phasenverschiebungsteuerung durch die Potentiometer



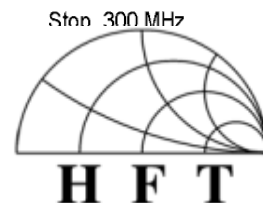
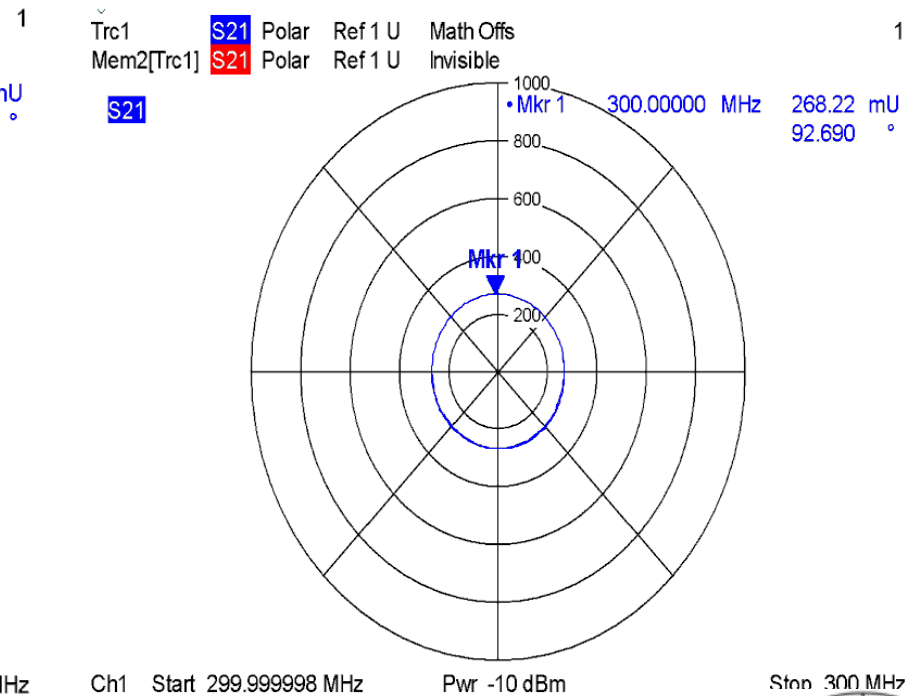
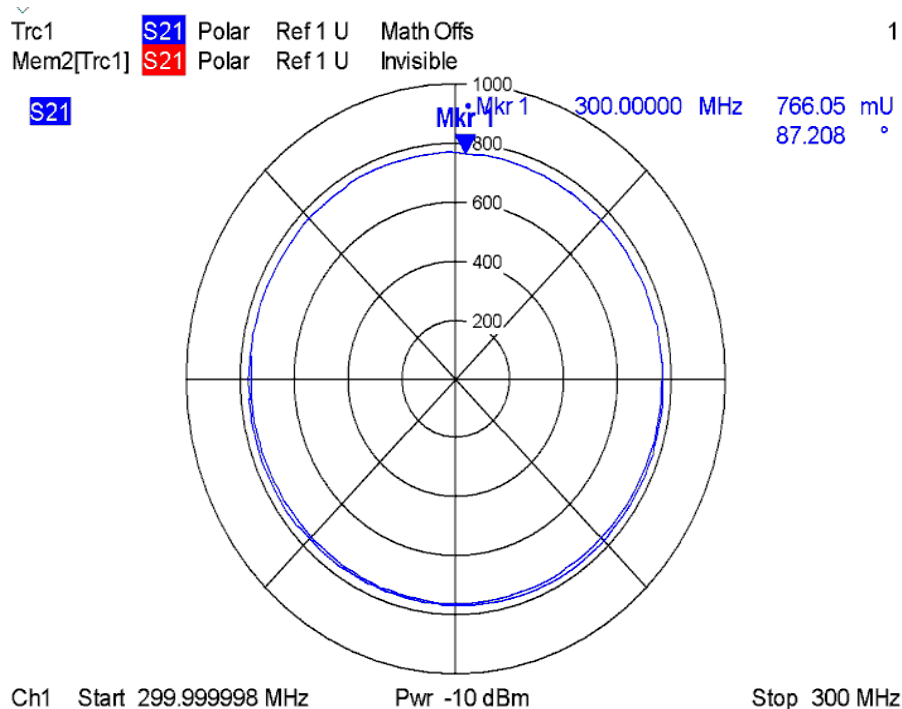
# Messungsdurchführung

## Phasenverschiebungsteuerung durch die Potentiometer auf die Imaginäre-Achse



# Messungsdurchführung

## Amplitudesteuerung durch die Potentiometer auf die Imaginäre-Achse



# Zusammenfassung

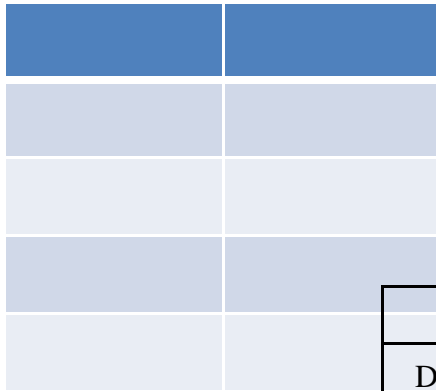
- Herstellung die AD8345-Platine
- Herstellung und Verbesserung der ganze Platine
- Ausgangsspannung ist symmetrisch zu I un Q
- Durch die Potentiometer kann man die Phasenverschiebung und Amplitude der Ua Steuern
- Die Amplitude der Ua wird mit Hilfe des AD8345 etwas gedamft



Ende

*Danke Für Ihre Aufmerksamkeit*





Substrat	RO4003
Dielektrizitätszahl	3,55
Dicke h	0,81mm
Kupferschichtdicke T	0,035mm