

## Charakterisierung von niedervolt IGBTs (1200V)

- Niederinduktiver Aufbau  $L_{\sigma} = 12.5nH$
- Zwischenkreis ( $U_{dc} = 900V$ )

### Variation von...

- Strom/DC-Spannung
- Ansteuerung
- Streuinduktivität
- Temperatur

### Auswirkungen auf...

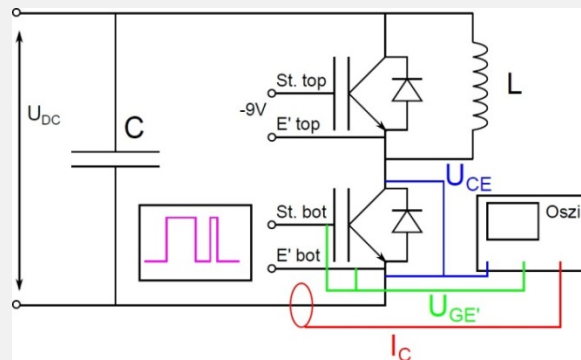
- Schaltverhalten
- Schaltverluste
- Überspannungen

### Ziel

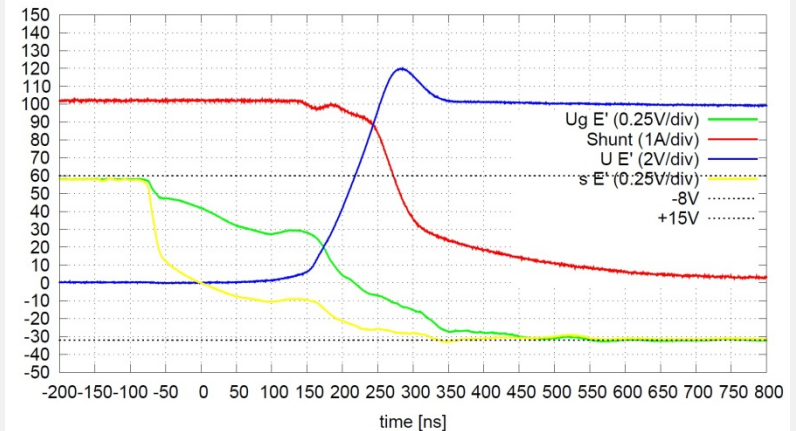
- Optimierung von Ansteuerung und Zwischenkreis
- Maximierung der Ausgangsleistung pro Chipfläche



Charakterisierungsmessplatz für IGBTs bis 1700V



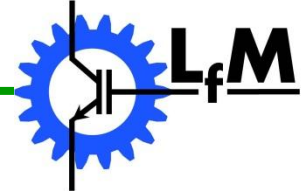
Schaltung zur Untersuchung des Schaltverhaltens moderner IGBT



Schaltkurve eines modernen 1200V IGBT Chips

# Charakterisierung extrem schnell schaltender IGBTs

## Entwicklung neuer Strommesstechnik



### Problem:

Moderne Leistungselektronik ist niederinduktiv und verwendet schnelle Halbleiter

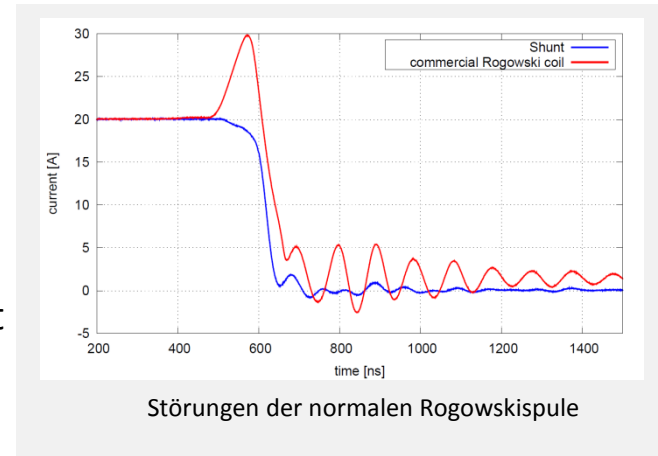
Eine Strommessung mit einem Shunt ist nicht möglich

Es wird eine nicht invasive Strommessung benötigt

Normale Rogowskispulen zeigen bei hohen Spannungssteilheiten starke Störungen wegen kapazitiver Kopplung

Lösung:  Speziell gewickelte Messspule

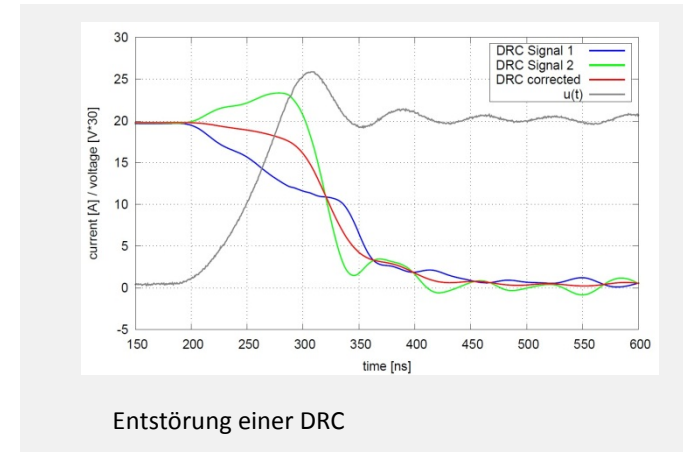
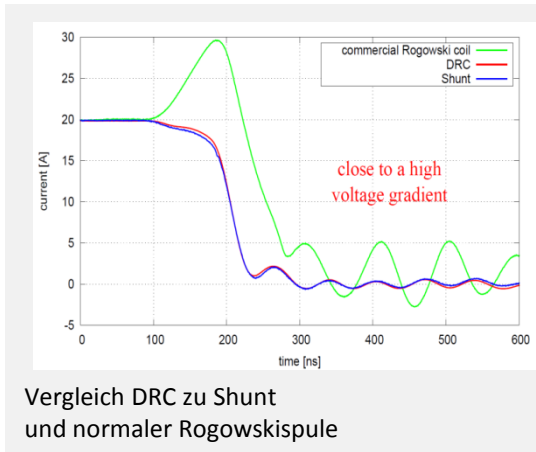
- Bandbreiten bis  $100\text{MHz}$  erreichbar – performance wie shunt
- Perfekt in Aufbau integrierbar (niederinduktiv)



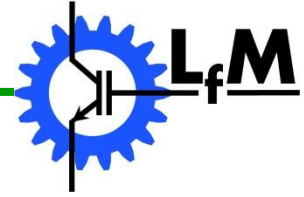
DRC Fast (27 MHz)



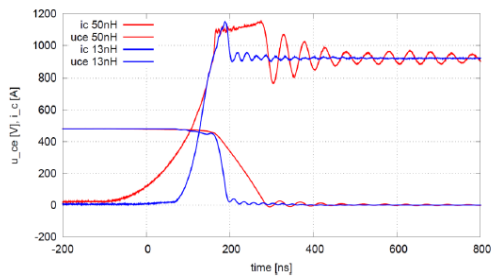
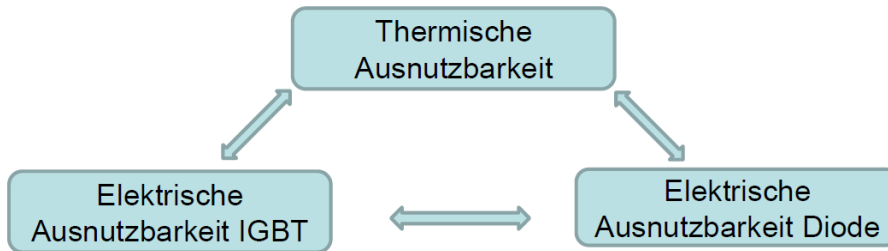
DSLCL V.2 (40 MHz)



# Vorteile niederinduktiver Invertersysteme

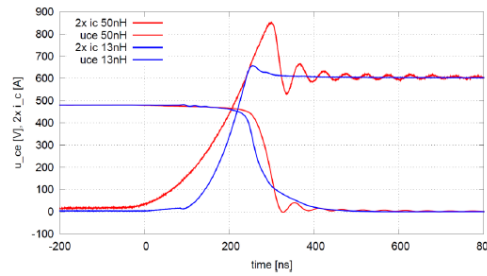


- Welchen Vorteil bringt ein niederinduktives Modul für schnell schaltende Chips?



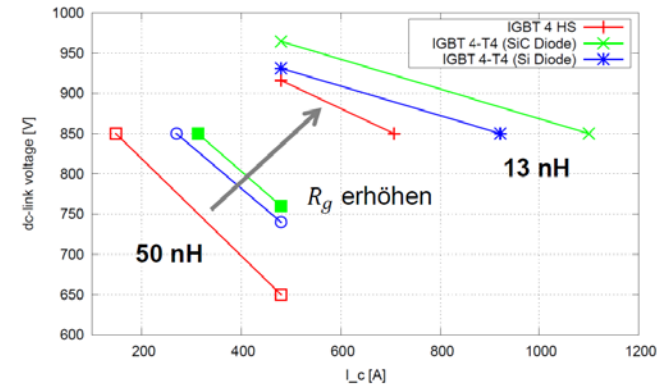
IGBT 4 HS 916V, 480A, T=25°C,  $R_{g,13nH} = 1\Omega$ ,  $R_{g,50nH} = 27\Omega$

Anpassung der elektrischen Ausnutzbarkeit des IGBTs bei 50nH auf Werte bei wie bei 13nH durch Erhöhung von  $R_g$

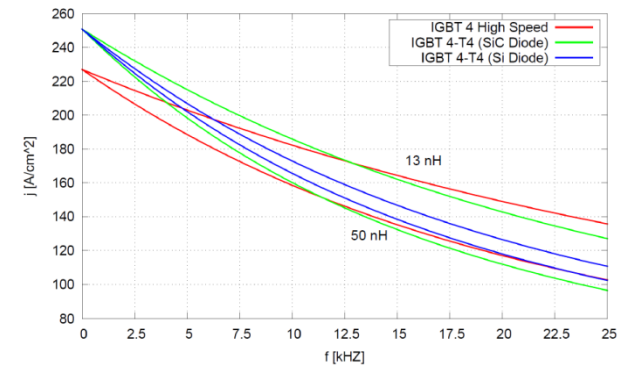


IGBT 4 HS 600V, 240A, T=125°C,  $R_{g,13nH} = 1\Omega$ ,  $R_{g,50nH} = 27\Omega$

Vergleich der Schaltverluste mit angepasstem  $R_g$



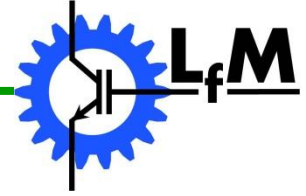
Durch Abschaltüberspannung begrenzte Betriebspunkte der IGBTs



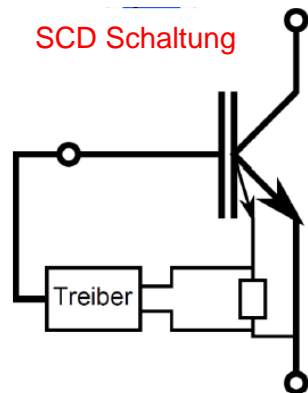
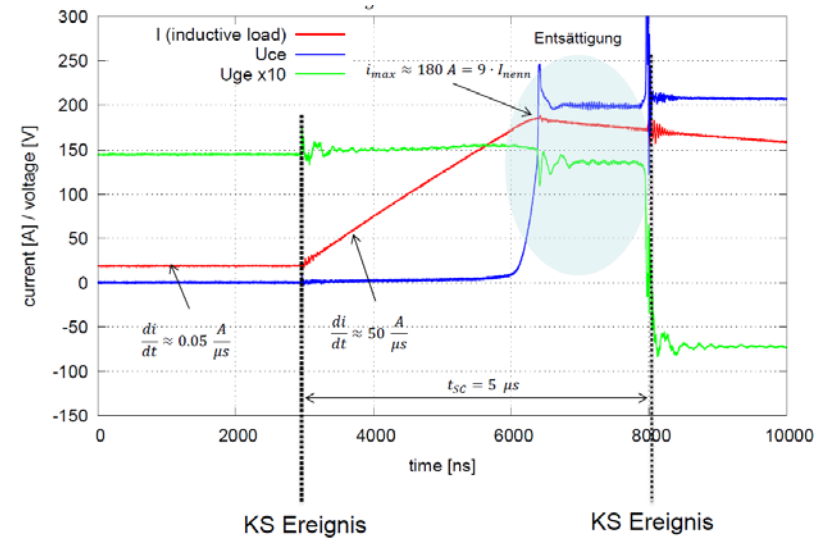
$j$ [A/cm <sup>2</sup> ] @ 12.5 kHz	13 nH	50nH	
High Speed	174.7	148.7	+17.5%
T4 (SiC Diode)	175.9	148.1	+18.7%
T4 (Si Diode)	161.4	153.5	+5.1%

Max. Stromdichte der IGBTs bei gleicher elektrischer Ausnutzbarkeit

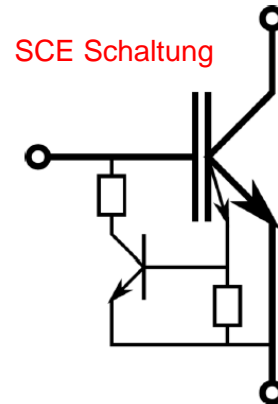
# Kurzschlusschutz für spätentsättigende IGBT



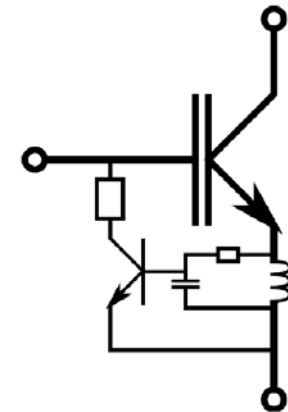
- Welches sind die kurzschlusszeitbegrenzenden Faktoren für spätentsättigende IGBTs?
- Welchen Vorteil bringt ein spätentsättigender IGBT in der Performance
- Entwicklung entsprechender Schutzkonzepte



Short circuit detection – Schaltung mittels Stromspiegel



Short circuit extension – Schaltung mittels Stromspiegel



Short circuit extension – Schaltung mittels RC Integration