

Das Technologie-Netzwerk:
Intelligente Technische Systeme OstWestfalenLippe

it's owl

it's OWL Strategietagung
Energieeffizienz in intelligenten technischen Systemen
08. Dezember 2015 | Paderborn

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



BETREUT VOM



PTKA
Projektträger Karlsruhe
Karlsruher Institut für Technologie

DAS CLUSTERMANAGEMENT WIRD GEFÖRDERT DURCH:

Ministerium für Wirtschaft, Energie,
Bauen, Wohnen und Verkehr
des Landes Nordrhein-Westfalen



Ministerium für Innovation,
Wissenschaft und Forschung
des Landes Nordrhein-Westfalen



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung

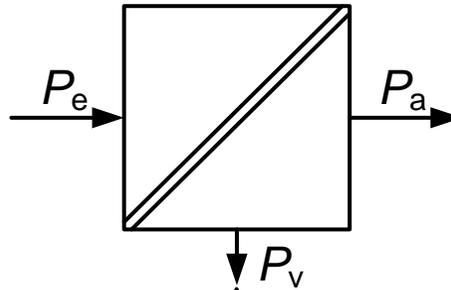
Effiziente elektrische Konverter

Verlustreduzierung

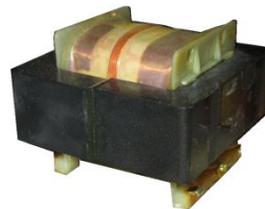
Reduzierung der Verluste durch eine Optimierung der Schaltung

- Optimierung der Schaltung erfordert genaue Kenntnis der Verlustanteile:

Wirkungsgrad $\eta = \frac{P_a}{P_e} = \frac{P_e}{P_e - P_v}$



Halbleiterverluste



Verluste in magn. Bauteilen



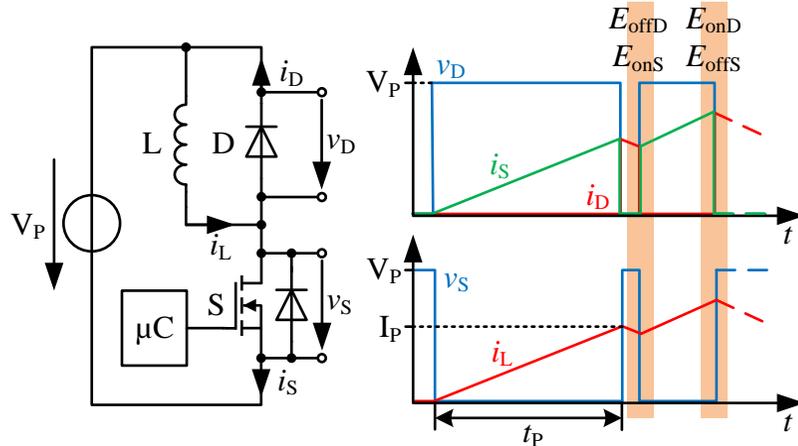
Filterungsverluste

- Rechenmodell zur Simulation der Schaltung
- Bestimmung der einzelnen Verlustanteile anhand des Rechenmodells
- Effizienzsteigerung durch Anpassung einzelner Parameter anhand einer Optimierungsrechnung
- Problem: Datenblattangaben der Hersteller reichen nicht aus

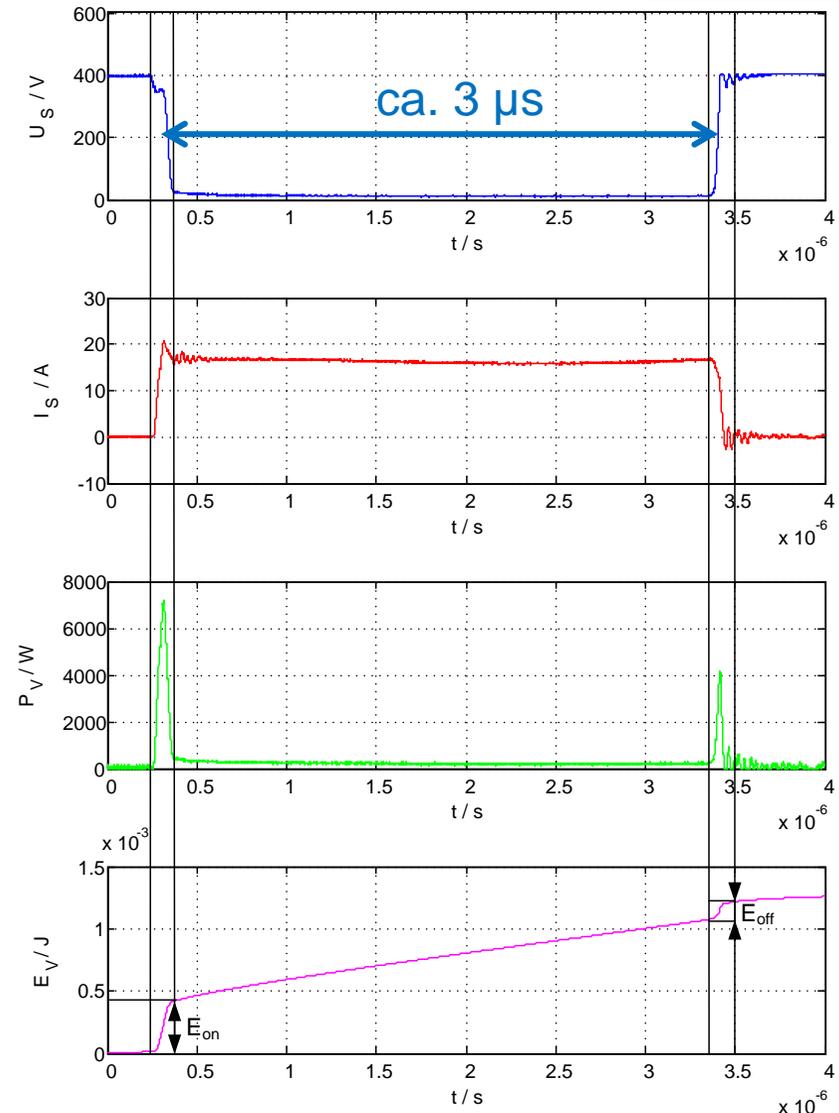
Effiziente elektrische Konverter

Schaltverlustmessung für Leistungshalbleiter

- Messung mit dem Doppelpulsversuch



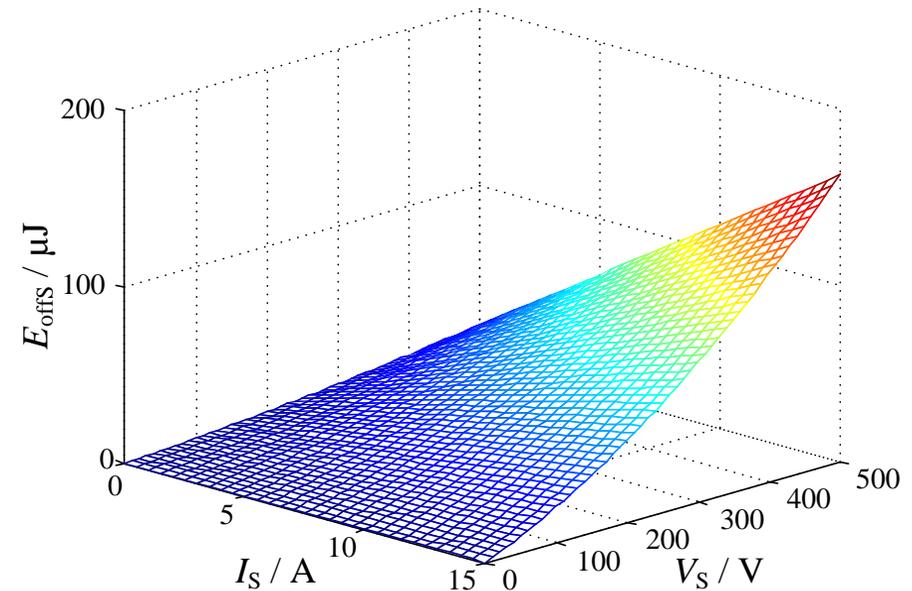
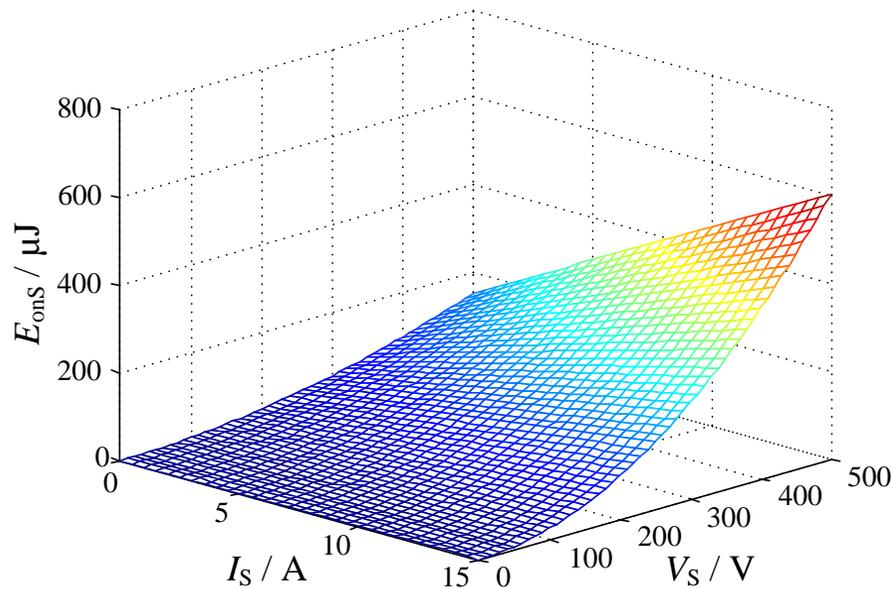
- Temperatur wird konstant gehalten
- Variation von Spannung und Strom
- Erfassung der zeitlichen Verläufe mit digitalem Speicheroszilloskop



Effiziente elektrische Konverter

Schaltverlustmessung für Leistungshalbleiter

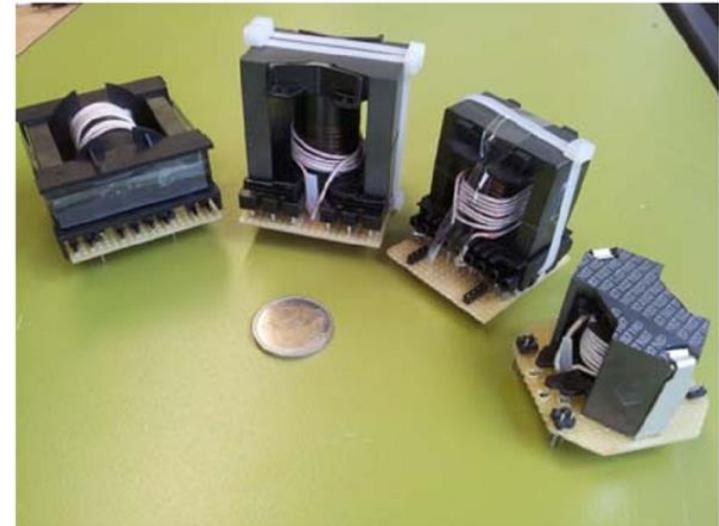
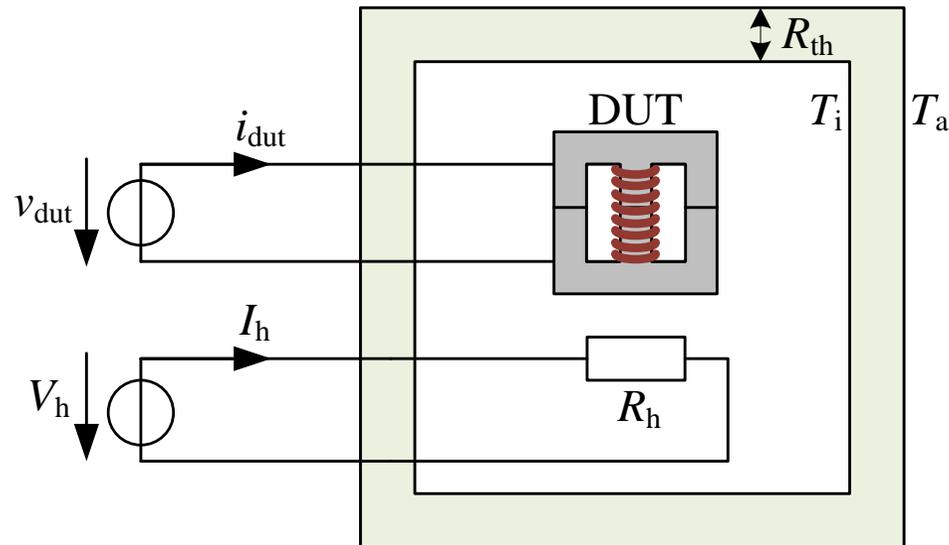
- Berechnung der dissipierten Energie
- Kennfelder mit den Verlusten pro Schaltvorgang E_{onS} , $E_{\text{offS}} = f(V_S, I_S, \vartheta)$



Effiziente elektrische Konverter

Vermessung der Verluste in den magnetischen Bauteilen

- Kalorimetrische Messung



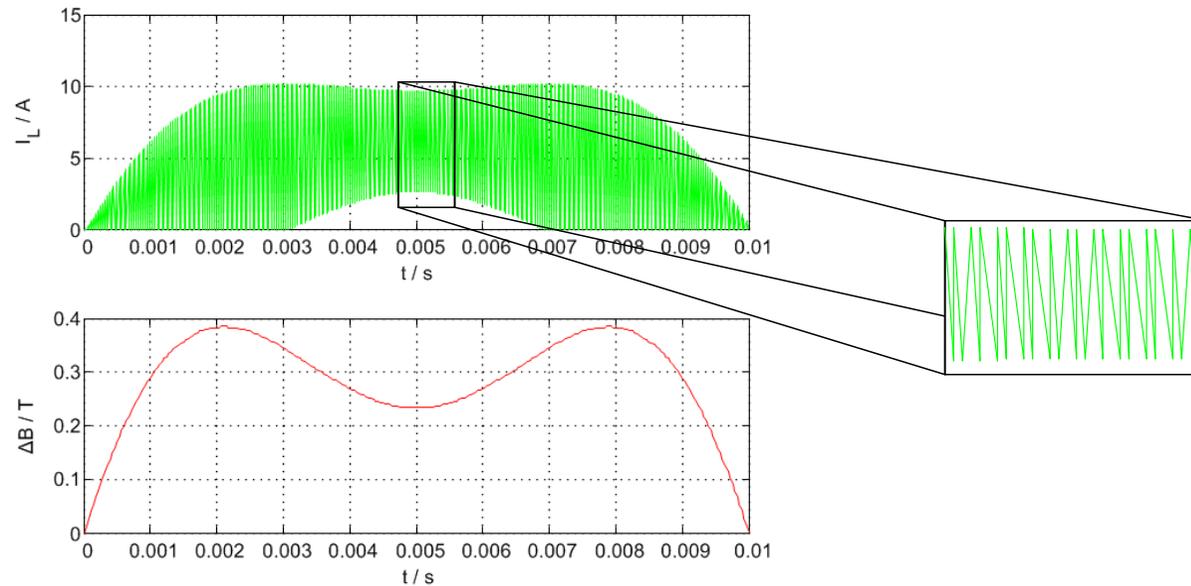
- Bestimmung der Verlustwärme $P_{th} = \frac{T_i - T_a}{R_{th}}$
- Kalibrierung durch Heizwiderstand
- Kernverluste in Abhängigkeit zur Frequenz f und Flussdichteänderung ΔB

Effiziente elektrische Konverter

Berechnung der Kernverluste in den magnetischen Bauteilen

Berechnung der Kernverluste für nicht-sinusförmige Anregung

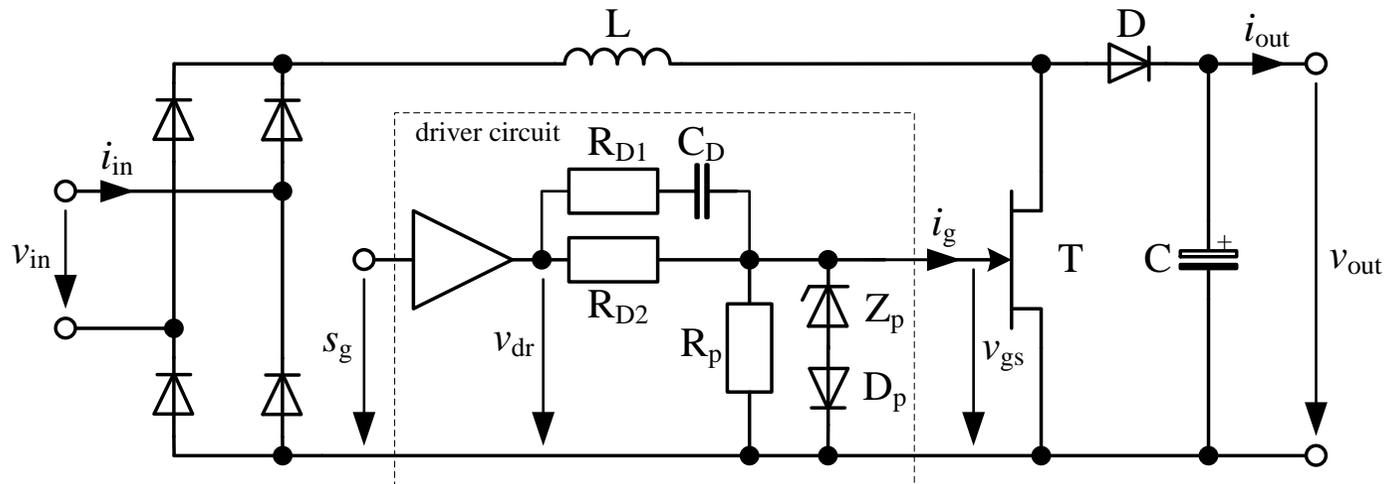
- Verlauf von Spulenstrom I_L und Flussdichteänderung ΔB bei einem netzfreundlichen Gleichrichter:



- nicht-sinusförmige Anregung des Kernmaterials erfordert den Einsatz der erweiterten Steinmetzgleichung

Effiziente elektrische Konverter

Effizienzoptimierung für einen PFC-Gleichrichter

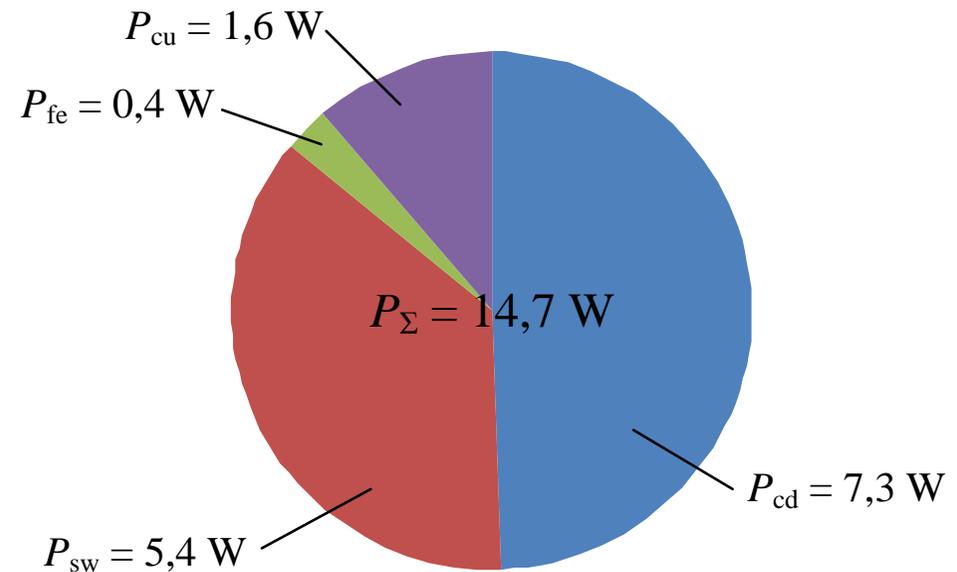
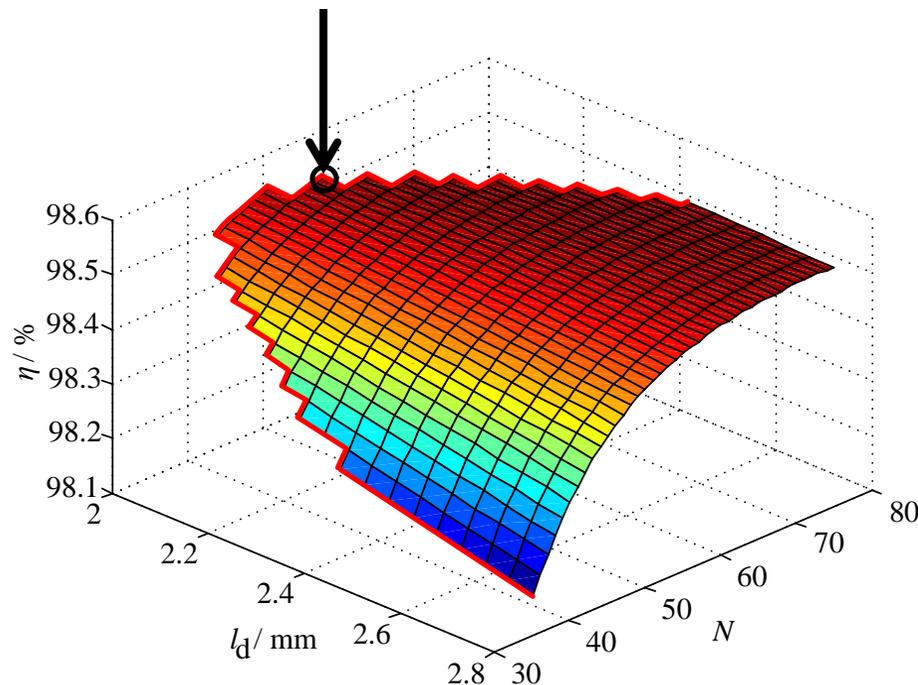


- Boost-PFC Gleichrichter mit GaN Transistor ($P_{max} = 1 \text{ kW}$)
- Eingang: Wechselspannung 230 V / 50 Hz; Ausgang: Gleichspannung 400 V
- Schaltverluste des Transistors und Verluste in der Drossel wurden gemessen
- Optimierungsparameter sind Schaltfrequenz und Luftspaltlänge, Windungszahl der PFC-Drossel L

Effiziente elektrische Konverter

Effizienzoptimierung für einen PFC-Gleichrichter

- max. Wirkungsgrad $\eta = 98,55\%$ bei Schaltfrequenz $f_s = 85$ kHz für Luftspatlänge $l_d = 2.05$ mm und Windungszahl $N = 55$
- Wicklungs- und Kernverluste in der Drossel sind ungleichmäßig verteilt, aber höhere Leistungsdichte aufgrund kleinem Kern



Effiziente elektrische Konverter

Effizienzoptimierung für einen PFC-Gleichrichter

Fazit

- Einsatz neuartiger Halbleiter erlaubt Erhöhung der Schaltfrequenzen $f_s > 100$ kHz
- Höhere Leistungsdichte $P/V > 2$ kW/l dank Verkleinerung der magnetischen Bauteile und der Filterelemente
- Durch reduzierte Wärmeabgabe sinkt der Kühlungsbedarf $P_v = (1-\eta)P_e$
- Lebensdauer passiver Bauteile (z.B. Elektrolytkondensatoren) kann durch geringere Strombelastung und reduzierte Umgebungstemperatur auf > 5000 h gesteigert werden



Vorgeschädigter Elektrolytkondensator

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!