

*Innovative
Leistungselektronik
von mW bis MW*

info@imp-elektronik.de



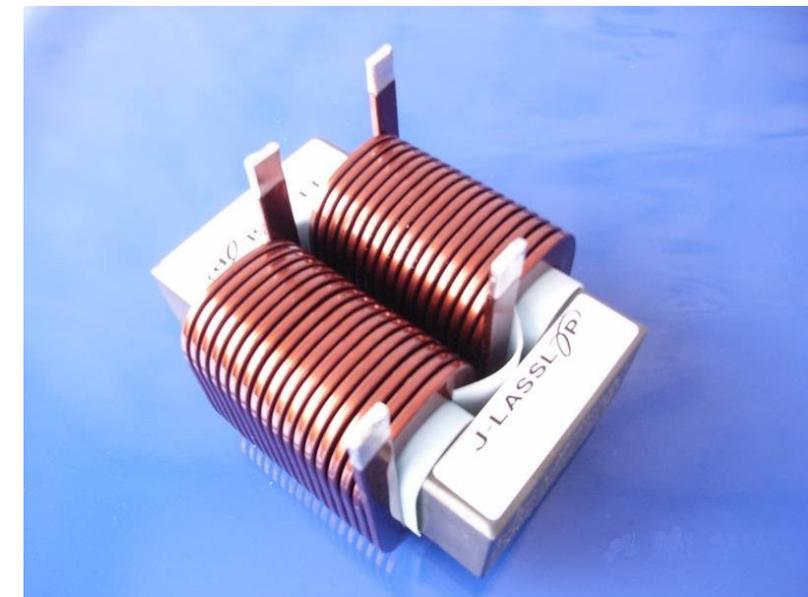
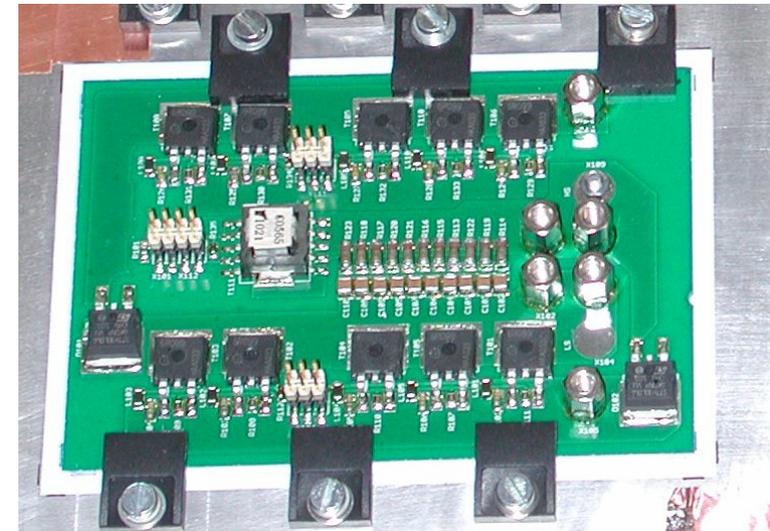
**Entwicklung und Beratung
im Bereich Leistungselektronik und
Elektronik für industrielle Anwendungen**

Kernthemen / Knowhow

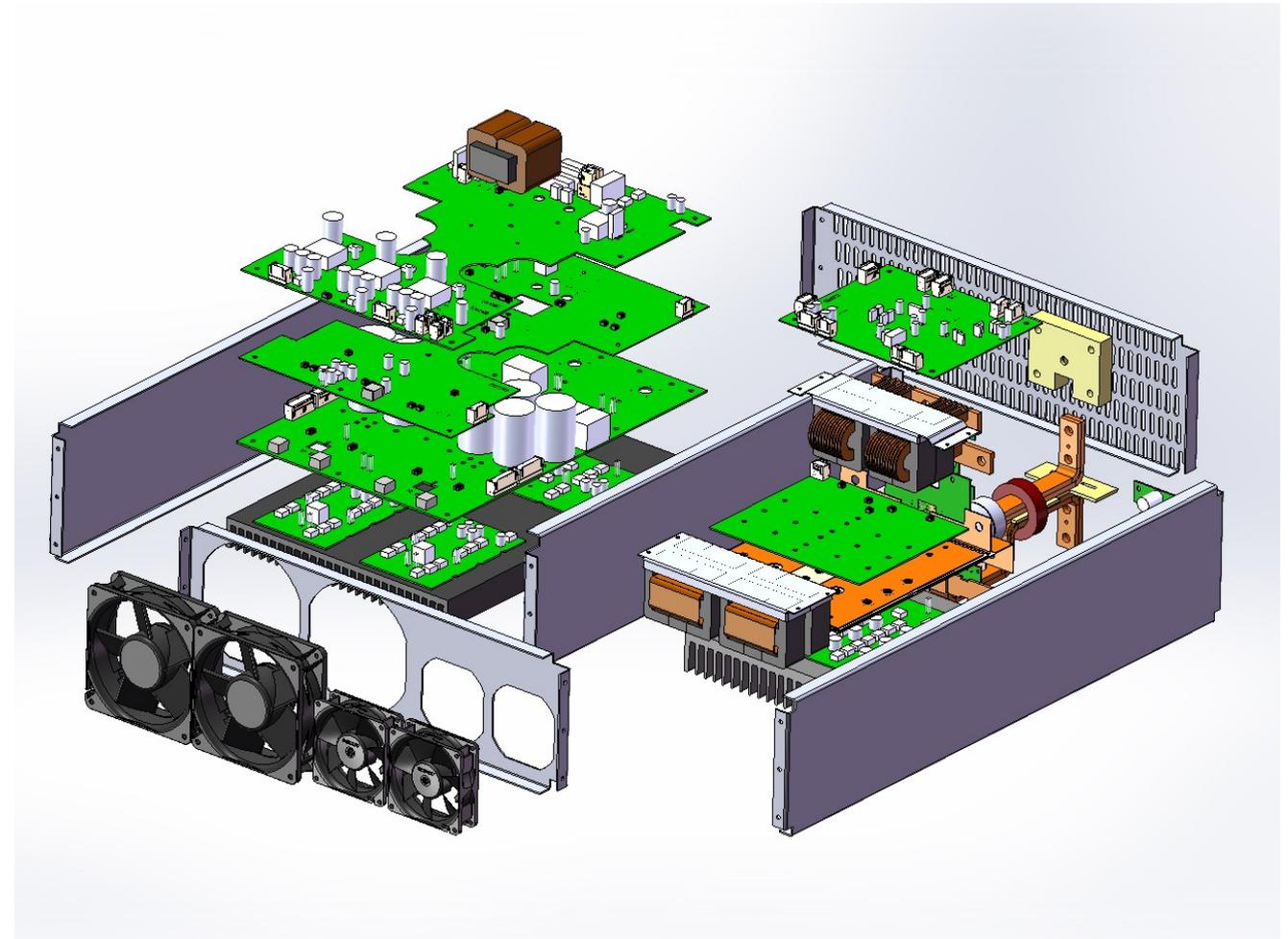
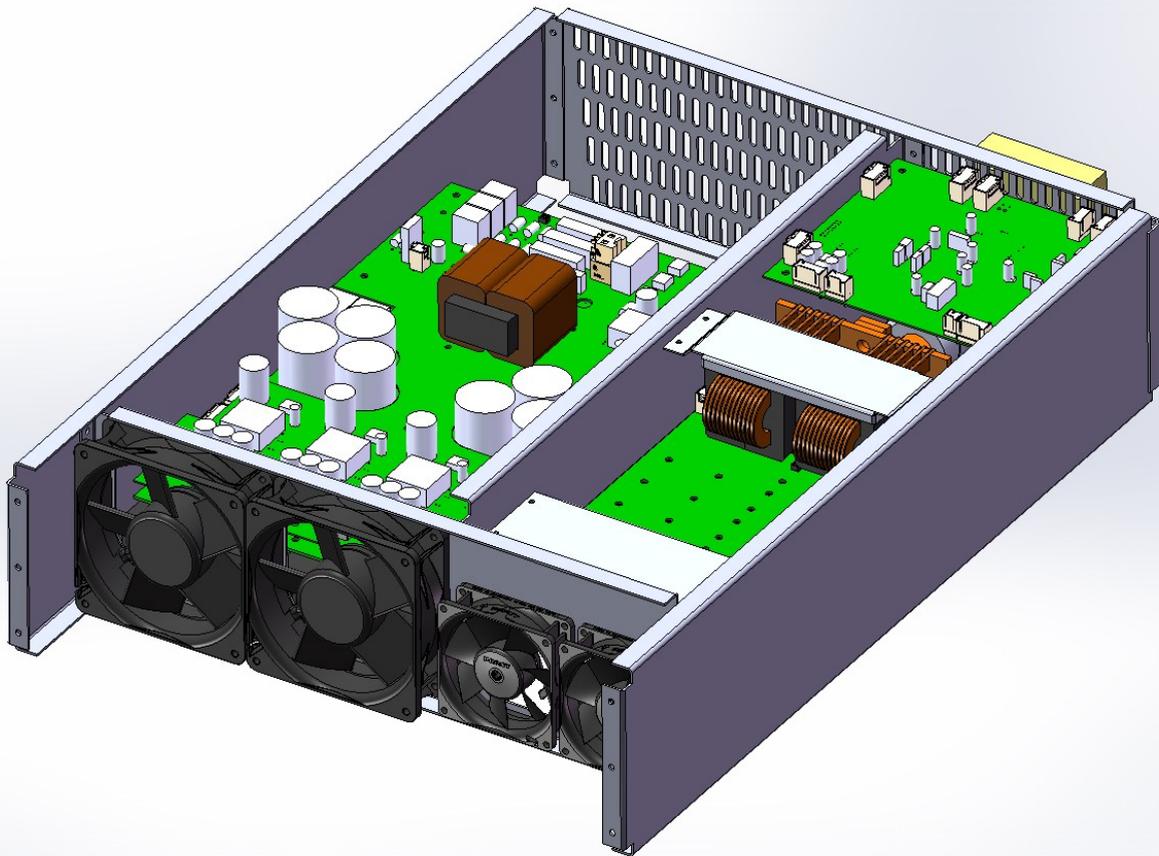
- Leistungselektronik
 - *Industrie*
 - *Automotive*
 - *Labor*
- Analytische Berechnung und Prototypenbau
 - *Induktivitäten*
 - *Transformatoren*
 - *Induktive Energieübertragung*
- Softwareentwicklung
 - *Regelung*
 - *Kommunikation*
- Beratung
 - *Langjährige Erfahrung*
 - *Von der Idee zum Produkt*

Spezielles Knowhow

- Leistungshalbleiter
 - *Niederinduktive Aufbautechnik (PCB, IMS)*
 - *Optimiertes Schaltverhalten*
 - *Niedrige EMV Störungen*
- Mittel- / Hochspannungstechnik
 - *Mittelspannungsnetzteil*
 - *Speisung aus dem Lastkreis*
 - *Gate-Unit-Versorgung*
 - *Vergussfreie Auslegung von MF/HF-Hochspannungstrafos*
- Magnetische Komponenten
 - Analytische Berechnung
 - Verlustminimierte Auslegung



Gerätekonstruktion



- Konstruktion der Gehäusemechanik unter Berücksichtigung optimaler elektrischer Vorgaben
- Erstellung von Fertigungsunterlagen

$$PdTD(fs) := \left[\begin{array}{l} \frac{fs \cdot |Iko1(fs)| \cdot \sqrt{2} \cdot VoTD}{\omega(fs) \cdot nSw} \cdot (1 - \cos(ta(fs) \cdot \omega(fs))) \dots \\ + \frac{fs \cdot (|Iko1(fs)|)^2 \cdot rTD}{\omega(fs) \cdot nSw^2} \cdot (ta(fs) \cdot \omega(fs) - \cos(ta(fs) \cdot \omega(fs)) \cdot \sin(ta(fs) \cdot \omega(fs))) \end{array} \right]$$

Temperaturerhöhung

$$\Delta TT := RthjcT \cdot (PdT(fs) + PsT(fs))$$

$$\Delta TTD := RthjcD \cdot (PdTD(fs))$$

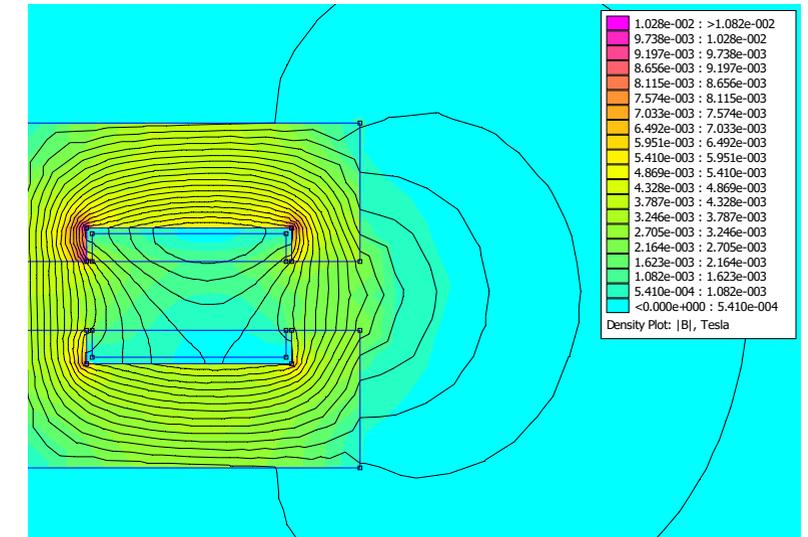
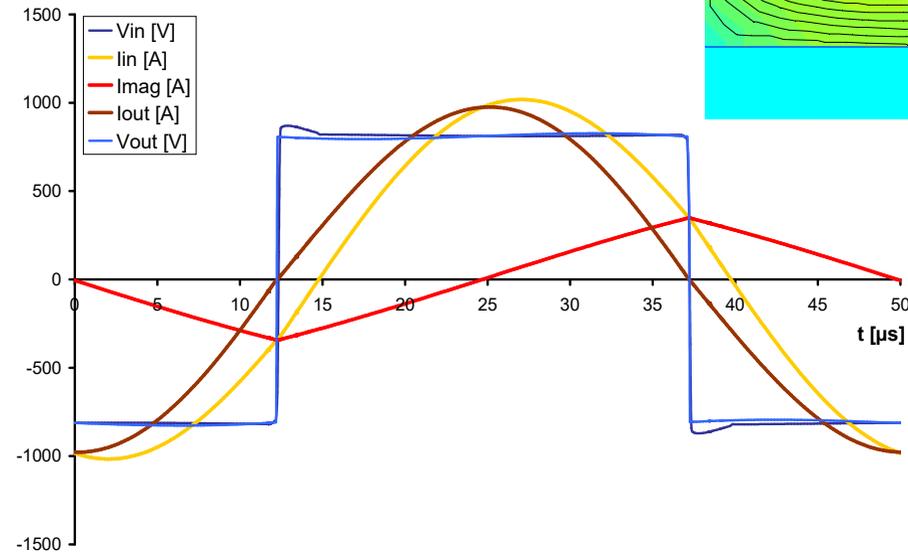
$$\Delta TM := RthcsM \cdot (PdT(fs) + PdTD(fs) + PsT(fs))$$

Gesamte Converterverluste:

$$PvK(fs) := 4 \cdot nSw \cdot (PdT(fs) + PsT(fs) + PdTD(fs))$$

Maximaler Spannungsabfall über den Schaltern:

$$UTon := \left| VoT + rT \cdot Iko1(fs) \cdot \sqrt{2} \right|$$



Optimierung magnetischer Komponenten

- Individuell angepasste Berechnungsmethoden
- Simulation und Verifikationsmessungen

Typischer Entwicklungsprozess

Phase 1: Konzept- untersuchung

- Analyse möglicher Lösungsansätze
- Berechnung/Simulation, Modellierung
- Kosten- und Bauraumanalyse

=> Entscheidungsgrundlage

Phase 2: Funktions- muster

- Schaltungsdimensionierung
- PCB-Layout, Mechanik-konstruktion
- Aufbau, Inbetrieb-nahme, Softwareentwicklung
- Tests nach Spezifikation inkl. / EMV-Vorunter-suchung

=> Funktionsmuster verfügbar

Phase 3: Prototypen

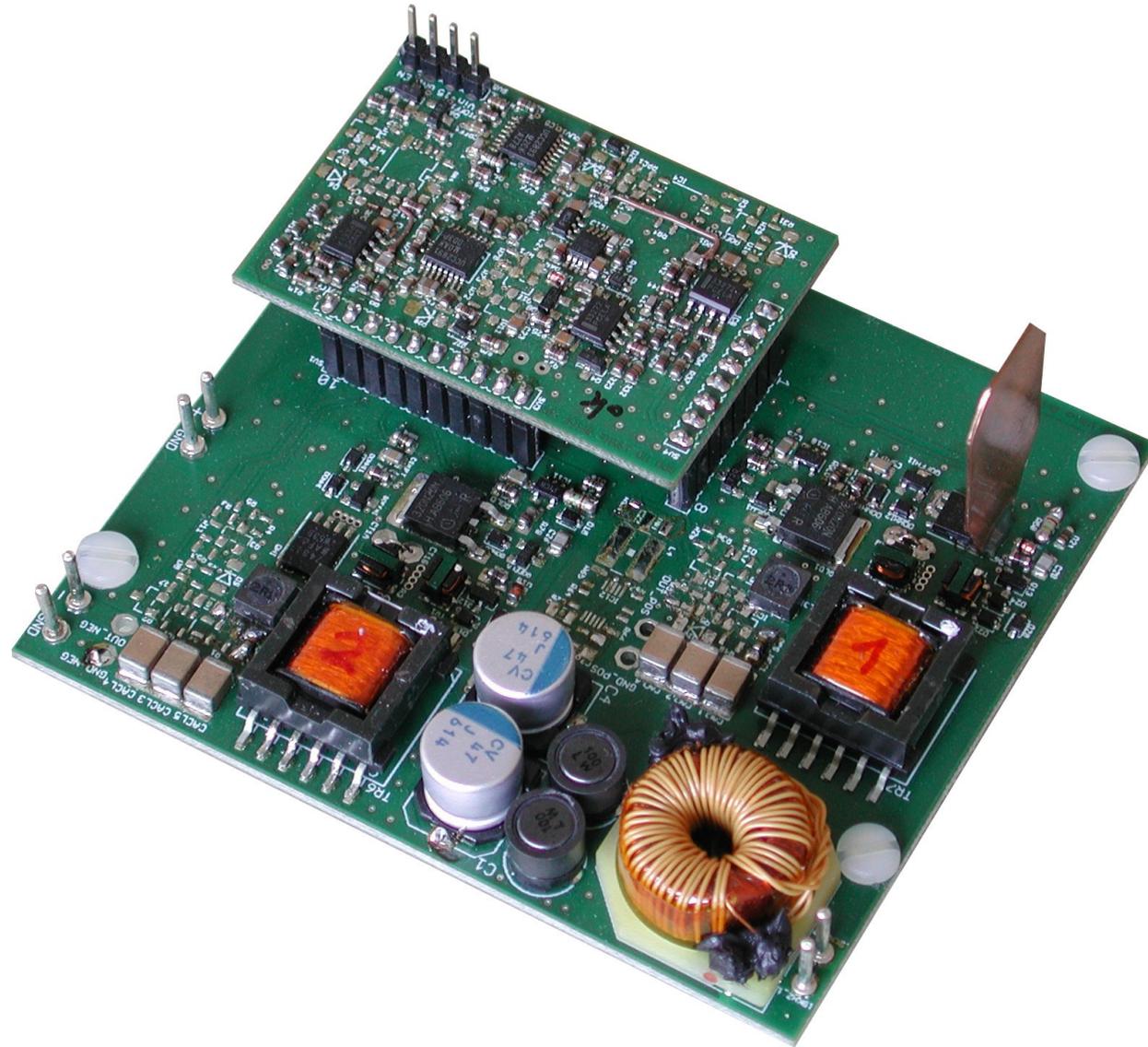
- Umsetzung des Funktionsmusters in seriennahe Prototypen
- Finale EMV-Tests
- Unterstützung der Serieneinführung beim Kunden bzw. Produktionspartner

Entwicklung eines dynamischen DC/DC-Wandlers für ein Halbleitertestsystem

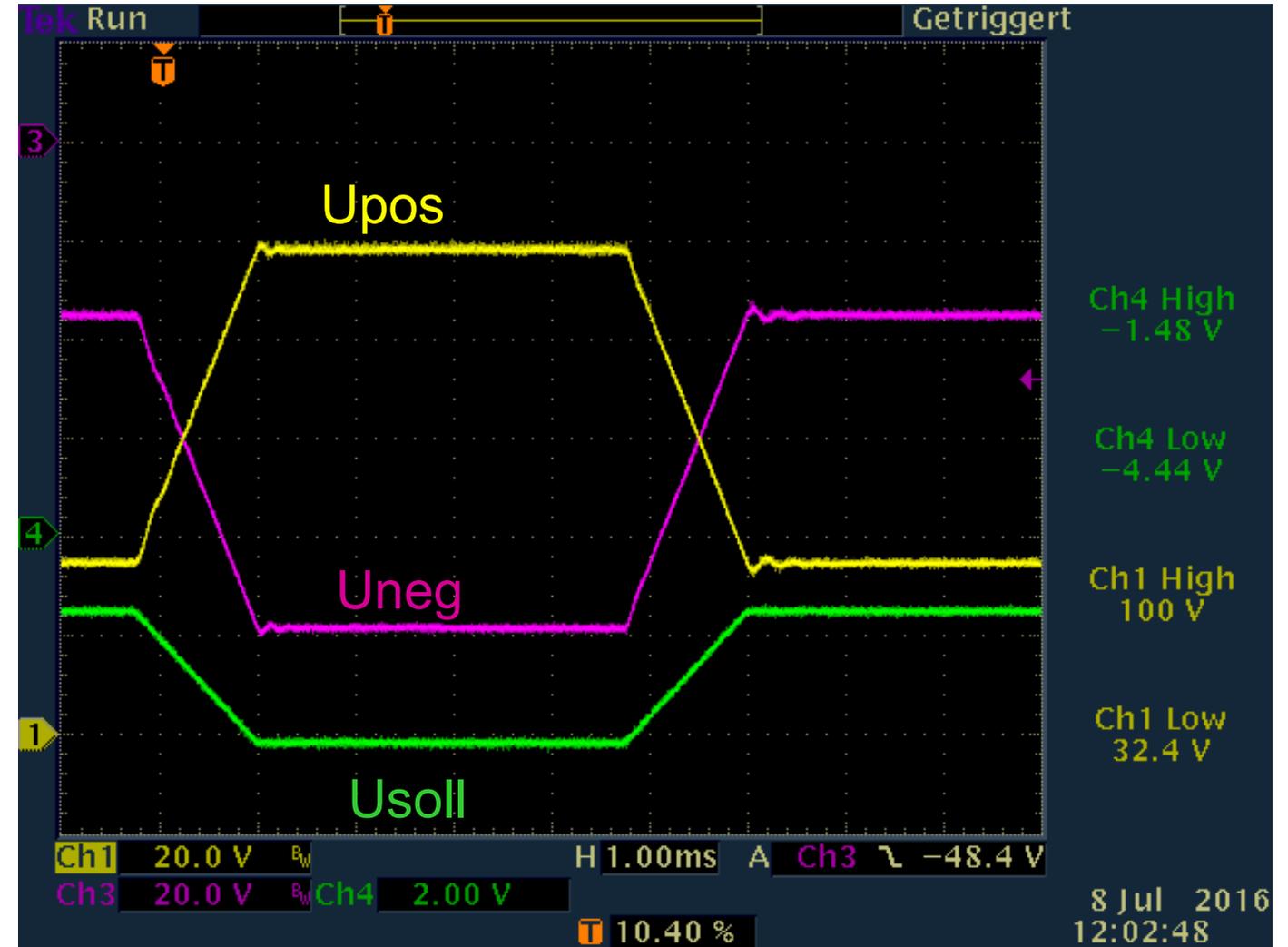
Eingangsspannung	24 V
Ausgangsspannung, verstellbar	20 V...110 V / - 20 V ... - 110 V
Max. Ausgangsleistung	2 x 60 W
Ausgangsdynamik (20 V -> 110 V)	1 ms !!!
Ausgangsspannungswelligkeit < 20 mV _{eff}	
Ausgangsstrom	max. 2 A / Kanal

Hauptziele:

- Sehr kompakte Bauform
- Sehr geringe Restwelligkeit bei sehr hoher Dynamik der Ausgangsspannung
- Kühlung im Luftstrom ohne Kühlkörper



DC/DC-Wandler für Halbleitertestsystem



Messung:
Sollwertsprung 25 V -> 100 V

Ladegerät für Studioblitzkondensatoren

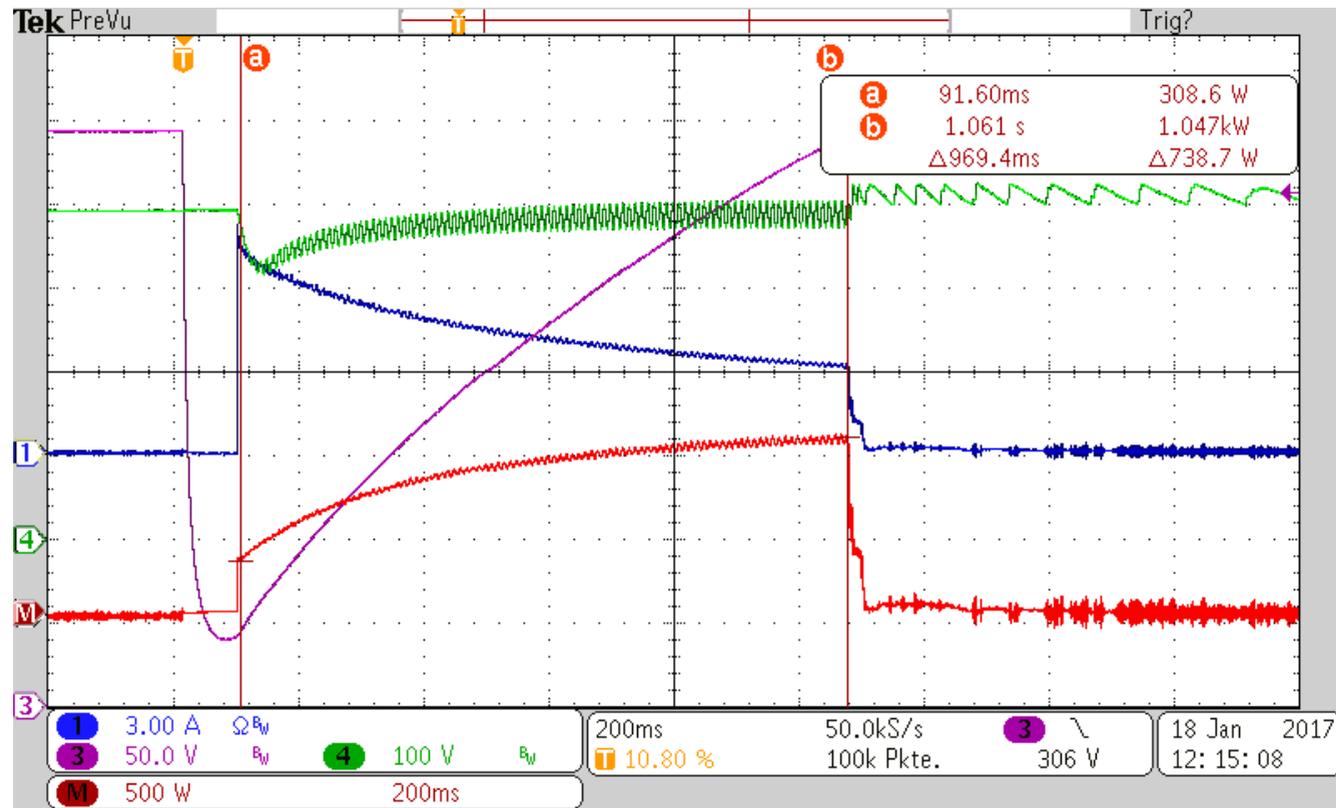
Technische Daten:

Max. Ausgangsleistung	800 W
Ausgangsspannung	0 V...350 V
Ausgangsstrom	max. 8 A
Zusätzliche Ausgangsspannung	36 V / 60 W
Eingangsspannung	110 Vac -10 % ...240 Vac +10 %
Leistungsfaktor	0,99

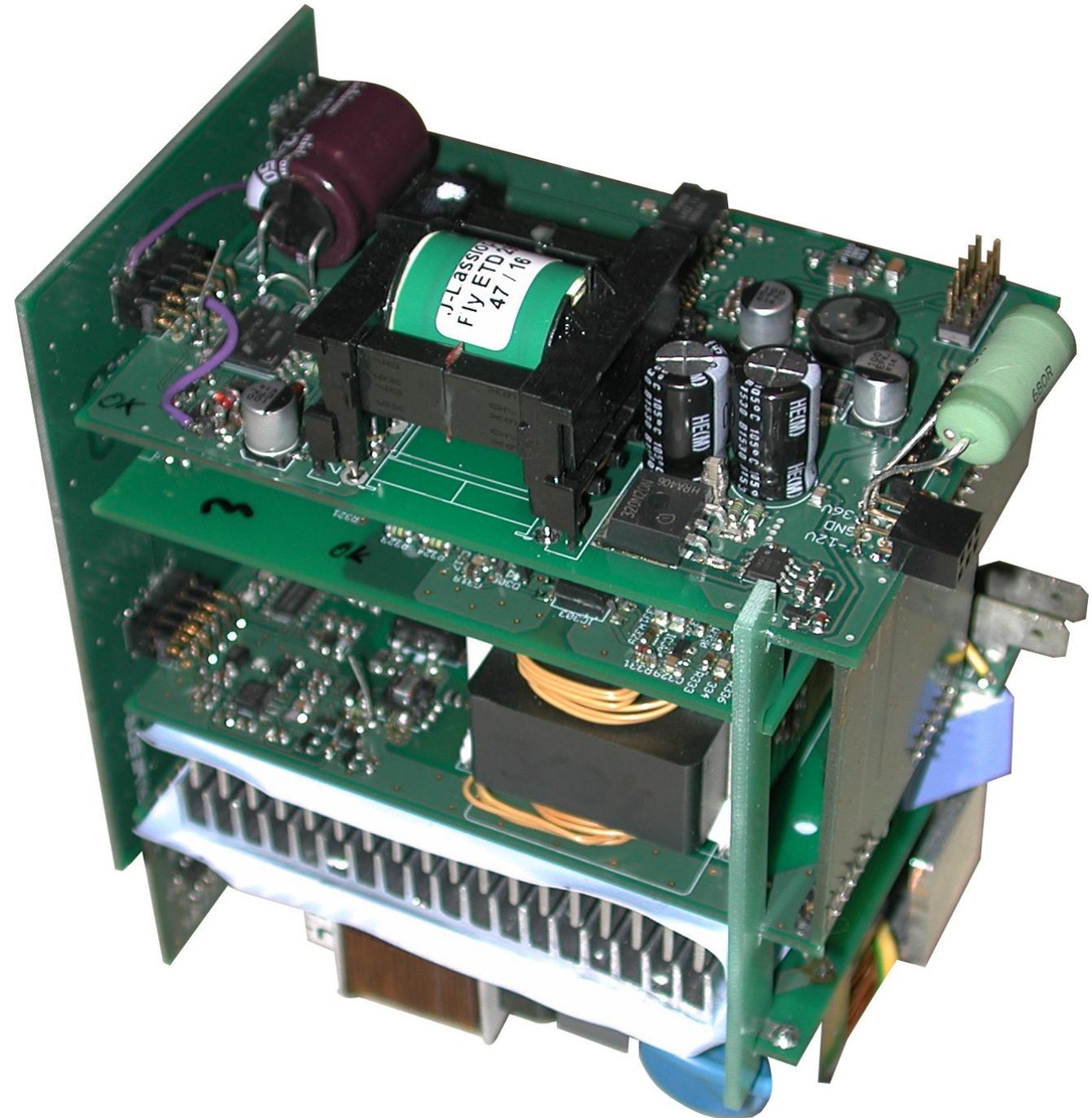
Weitere Eigenschaften:

- Kompakte Bauform
- Geringe Standby-Verluste

Ladegerät für Studioblitzkondensatoren



Verlauf der Aufladung nach Abblitzen



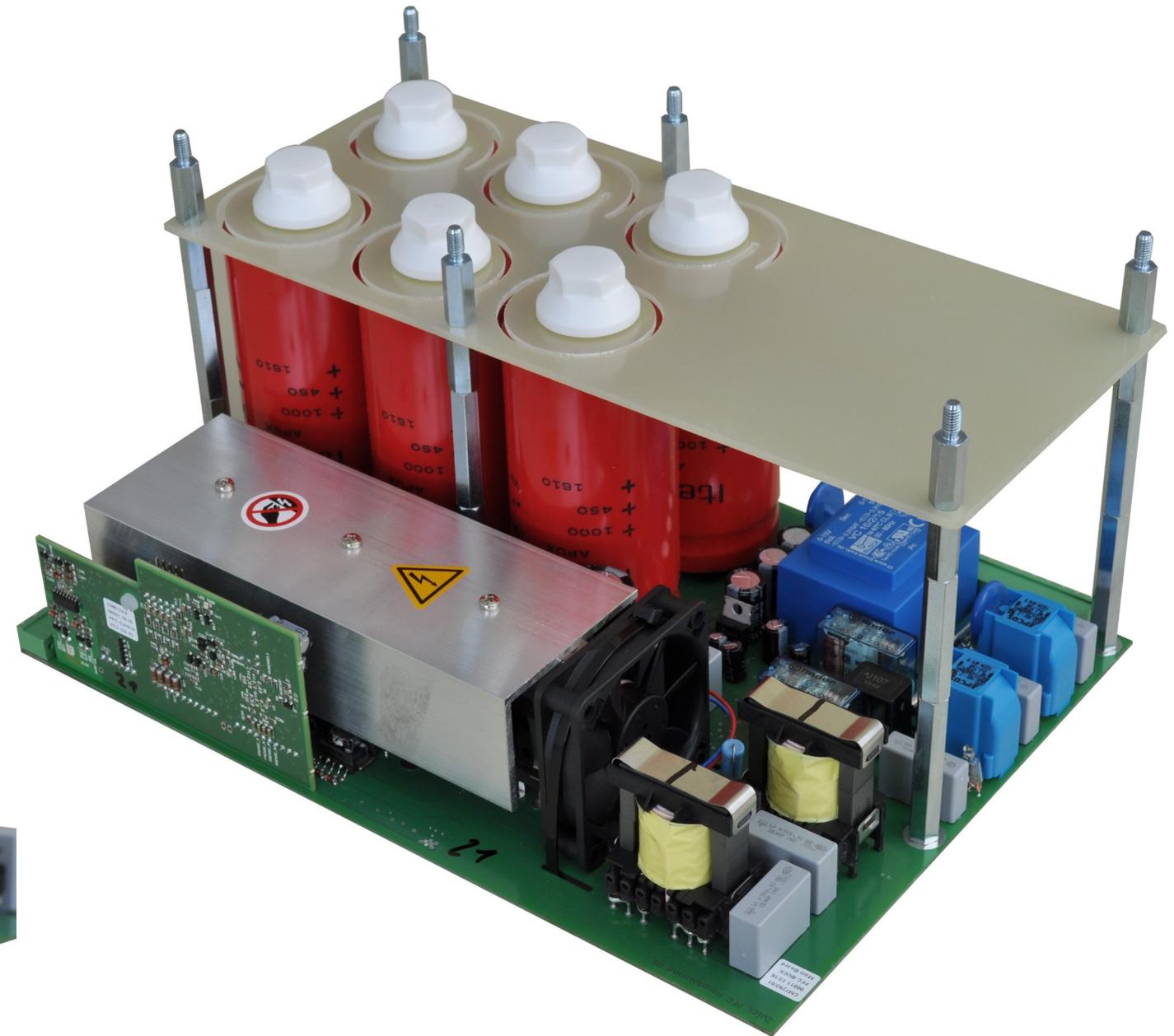
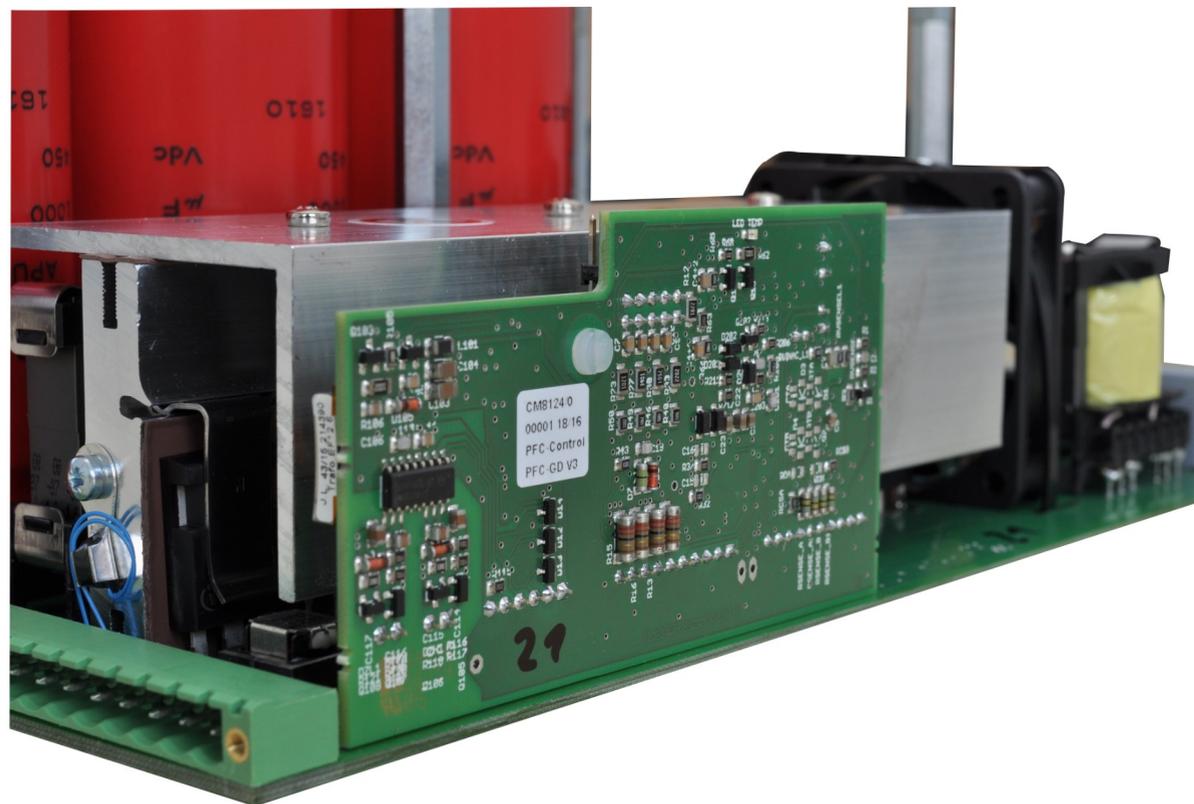
Einstellbare Stromversorgung für Magneterreger

Ausgangsleistung	800 W
Ausgangsspannung	80 V...360 V
Ausgangsstrom	max. 10 A
Eingangsspannung (Vollast)	230 Vac -15 % / +10 %
Leistungsfaktor (cos Phi)	0,99

Weitere Eigenschaften:

- Extrem lange Lebensdauer
- Max. Umgebungstemperatur 65 °C

Stromversorgung für Magneterreger



Breitband-Leistungsverstärker AMP3000

Technische Daten:

Ausgangsleistung	3 kW / 3,6 kVA (Sinus)
Ausgangsspannung AC	0...180 / 360 Vpk (127 / 255 Vrms)
Ausgangsspannung DC	+/- 360 V
Ausgangsstrom	0...20 / 40 A
FULL-POWER -Bandbreite	50 kHz
Eingangsspannung	180...253 Vac
Leistungsfaktor (Netz)	0,99
Leistungsfaktor (Last)	-1...+1
Wirkungsgrad	>83%

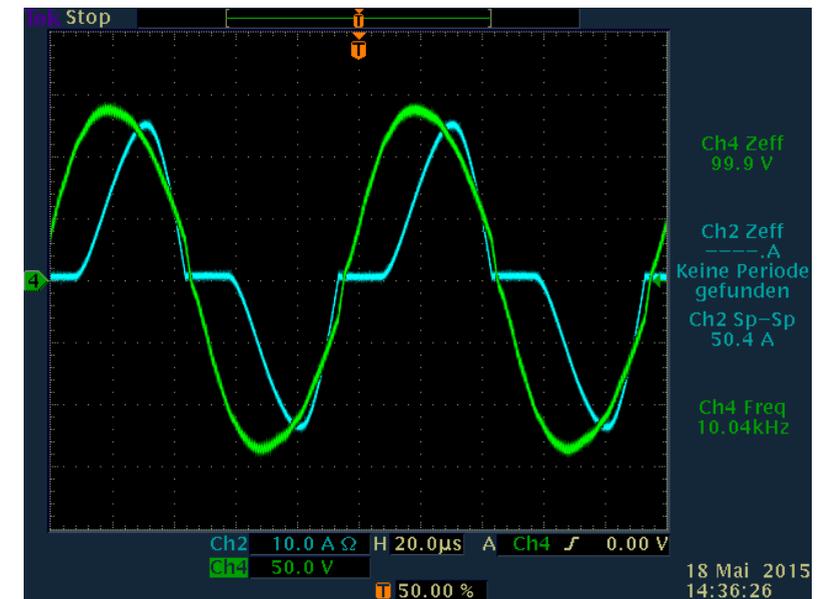
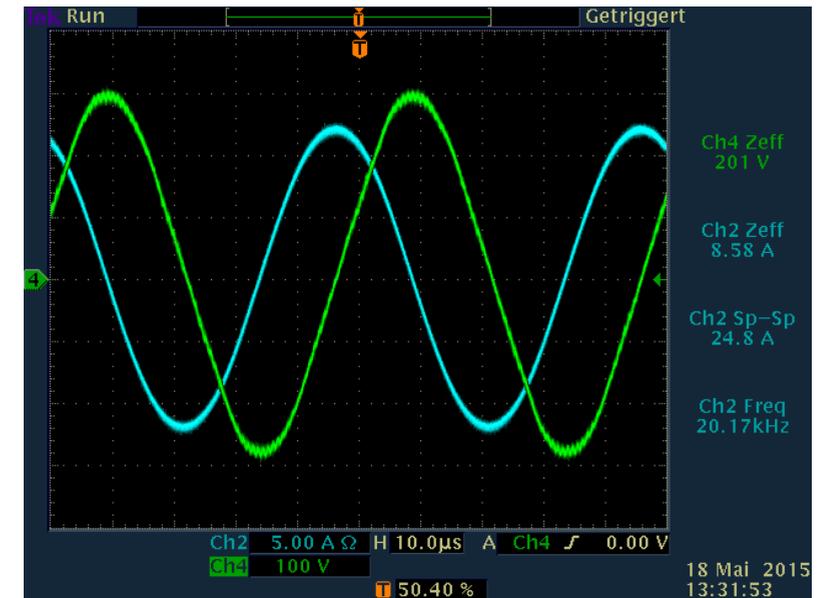
Weitere Eigenschaften:

- Potentialfreier Ausgang (Common-Mode-Bereich = Ausgangsspannungsbereich)
- Umschaltbarer Halbbrücken / Vollbrückenbetrieb

Breitband-Leistungsverstärker AMP3000



AMP3000



Messungen

Telecom Ladegerät 2 kW

Technische Daten:

Ausgangsleistung	2 kW
Ausgangsspannung	-30 V...- 54 V
Ausgangsstrom	0...42 A
Eingangsspannung	180...253 Vac
Leistungsfaktor (Netz)	0,99

Wirkungsgrad

97,5% @ 1kW

Weitere Eigenschaften:

- Extrem hohe Leistungsdichte
- Abmessungen B x H x L: 70 x 42 x 300 mm³
- Vollständig digitales Control

Telecom Ladegerät 2 kW



Schnellladegerät 48V/375A

Technische Daten:

Ausgangsleistung	18 kW
Ausgangsspannung	0...60 V
Ausgangsstrom	0...375 A
Eingangsspannung	3 x 340...440 Vac
Leistungsfaktor	0,99
Wirkungsgrad	>96%

Weitere Eigenschaften:

- Nur Halbleiter mit 600 V Sperrspannung erforderlich
- Regelgenauigkeit Ausgangstrom 1%
- Regelgenauigkeit Ausgangsspannung 2%
- Kein Luftstrom im Elektronikgehäuse

Schnellladegerät 48 V / 375 A



Automotive Bordnetzwannder 400 V->48 V / 125 A

Technische Daten:

Ausgangsleistung	6 kW
Ausgangsspannung	36 V...52 V
Ausgangsstrom	0...125 A
Eingangsspannung (Vollast)	170...470 Vdc

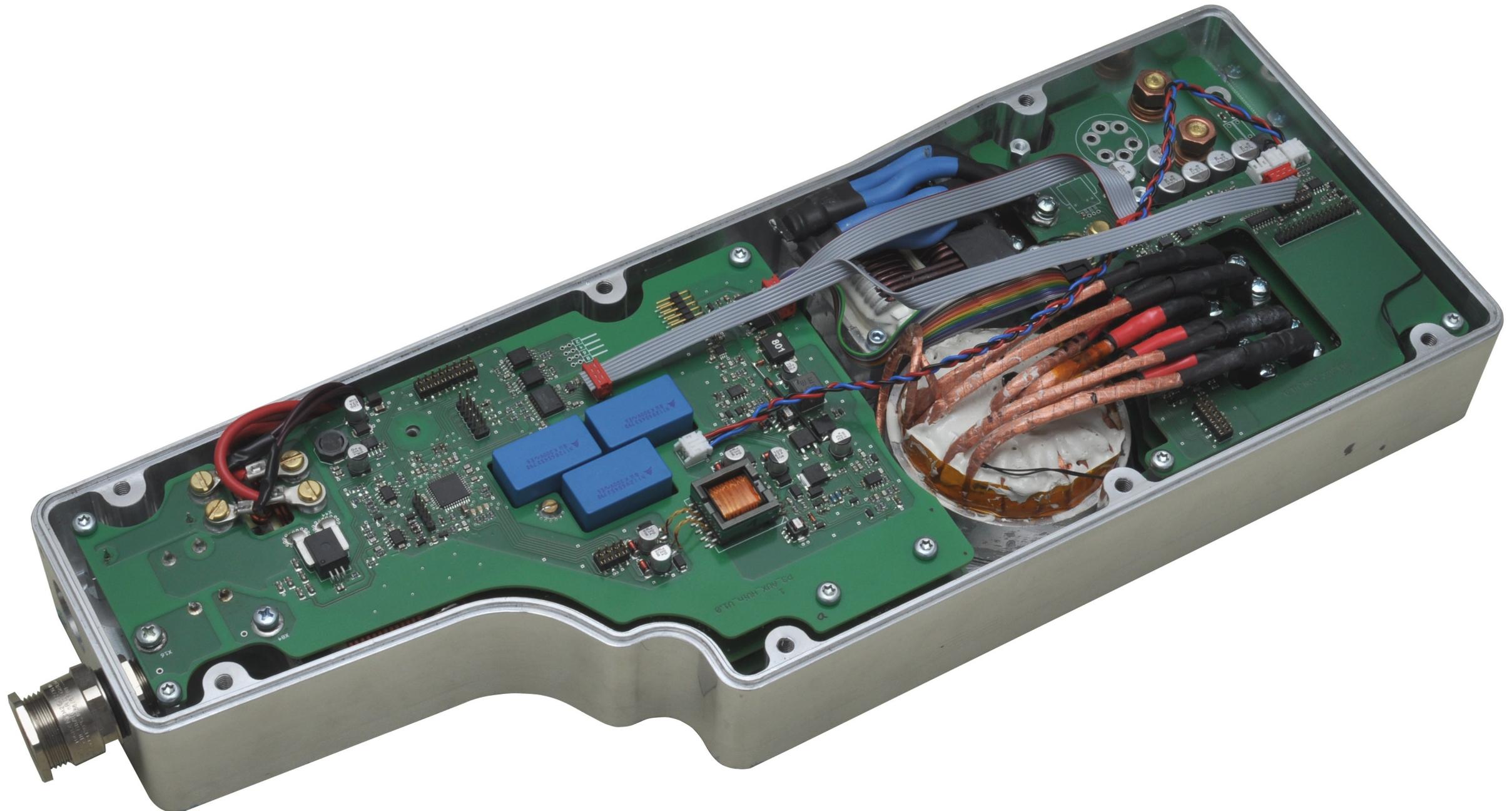
Wirkungsgrad

96 % @ 2 kW
95 % @ 6 kW

Weitere Eigenschaften:

- Extrem hohe Leistungsdichte
- Max. Kühlwassertemperatur 85 °C
- Entwicklungszeit bis A-Muster < 3 Monate

Automotive Bordnetzwanandler 400 V->48 V / 125 A



Kontaktlose Energieübertragung 24V / 24V

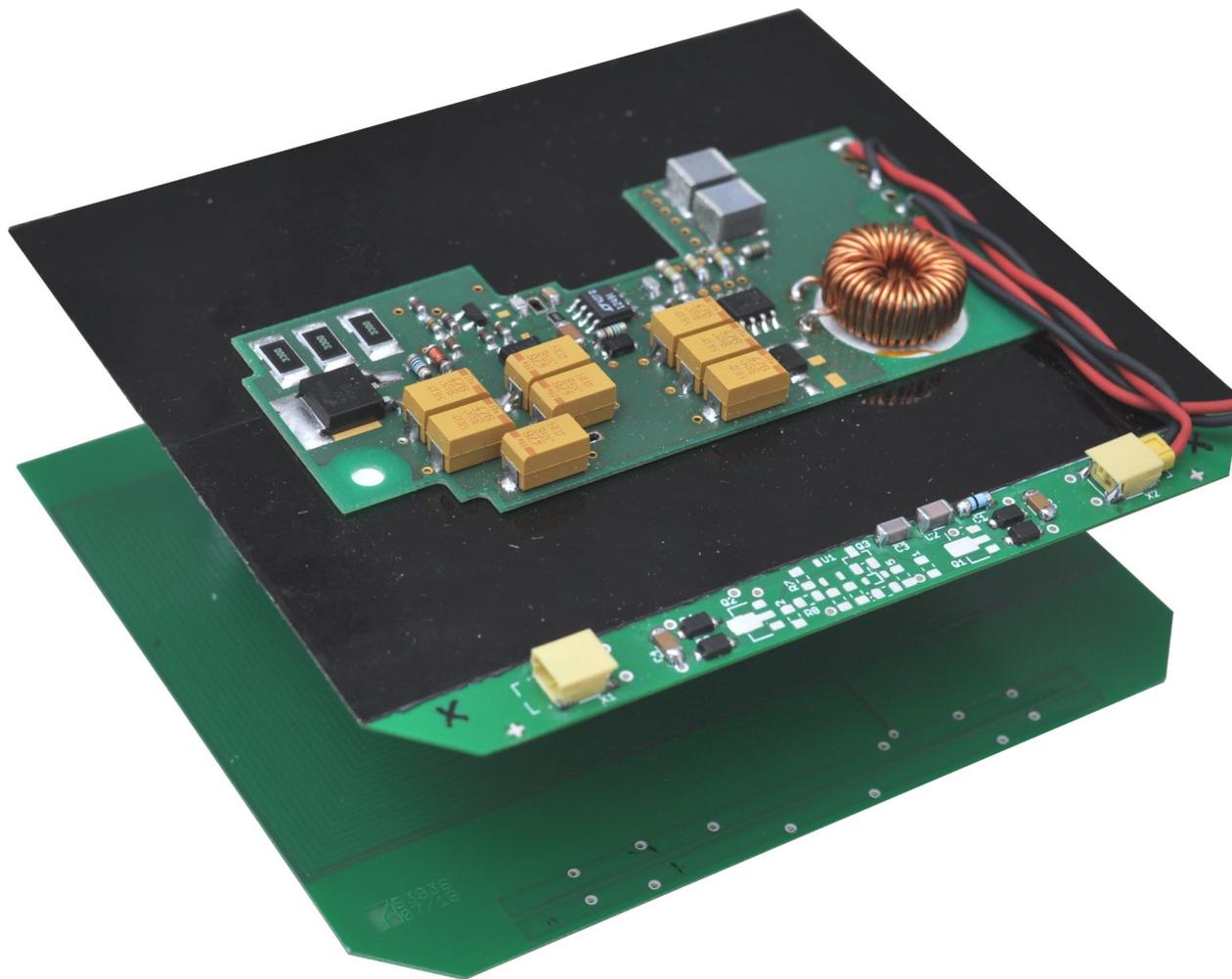
Technische Daten:

Max. Ausgangsleistung	75 W
Ausgangsspannung	24 V +/- 2%
Eingangsspannung	24 V +/- 20%
Übertragungsabstand	0...20 mm

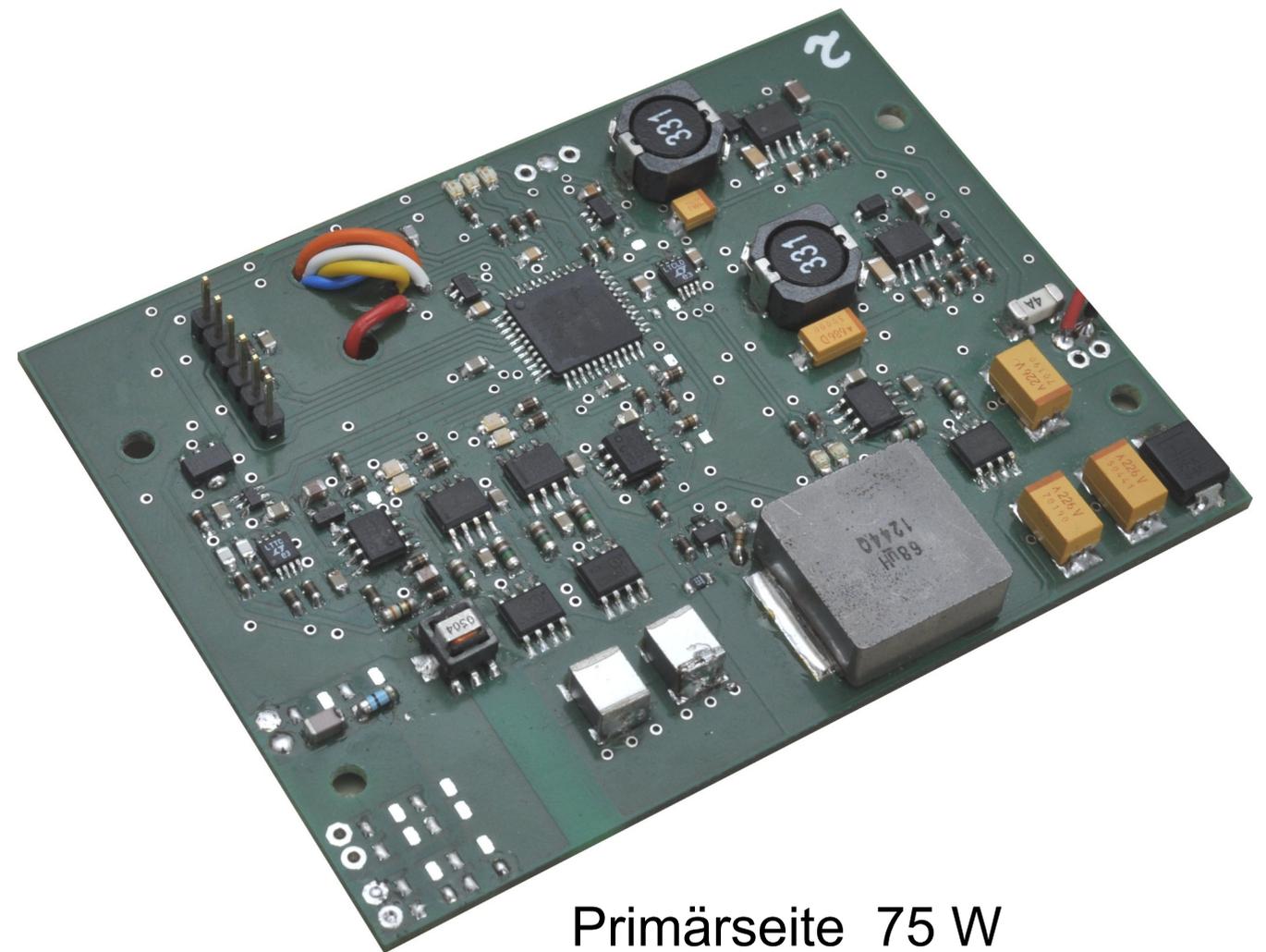
Weitere Eigenschaften:

- Sehr geringe Bauhöhe der Übertragerplatten
- Ausgangsleistung ist durch Parallelschaltung mehrerer Sekundärseiten (15 W pro Übertragerplatte) skalierbar
- Einfache Fertigung der Übertragerplatten
- Keine Kühlung der Primärelektronik erforderlich -> kann komplett gekapselt werden (z. B. IP 68)

Kontaktlose Energieübertragung



Übertrager & Sekundärseite 15 W



Primärseite 75 W

8W CAT IV-Netzteil für BPL-Modem

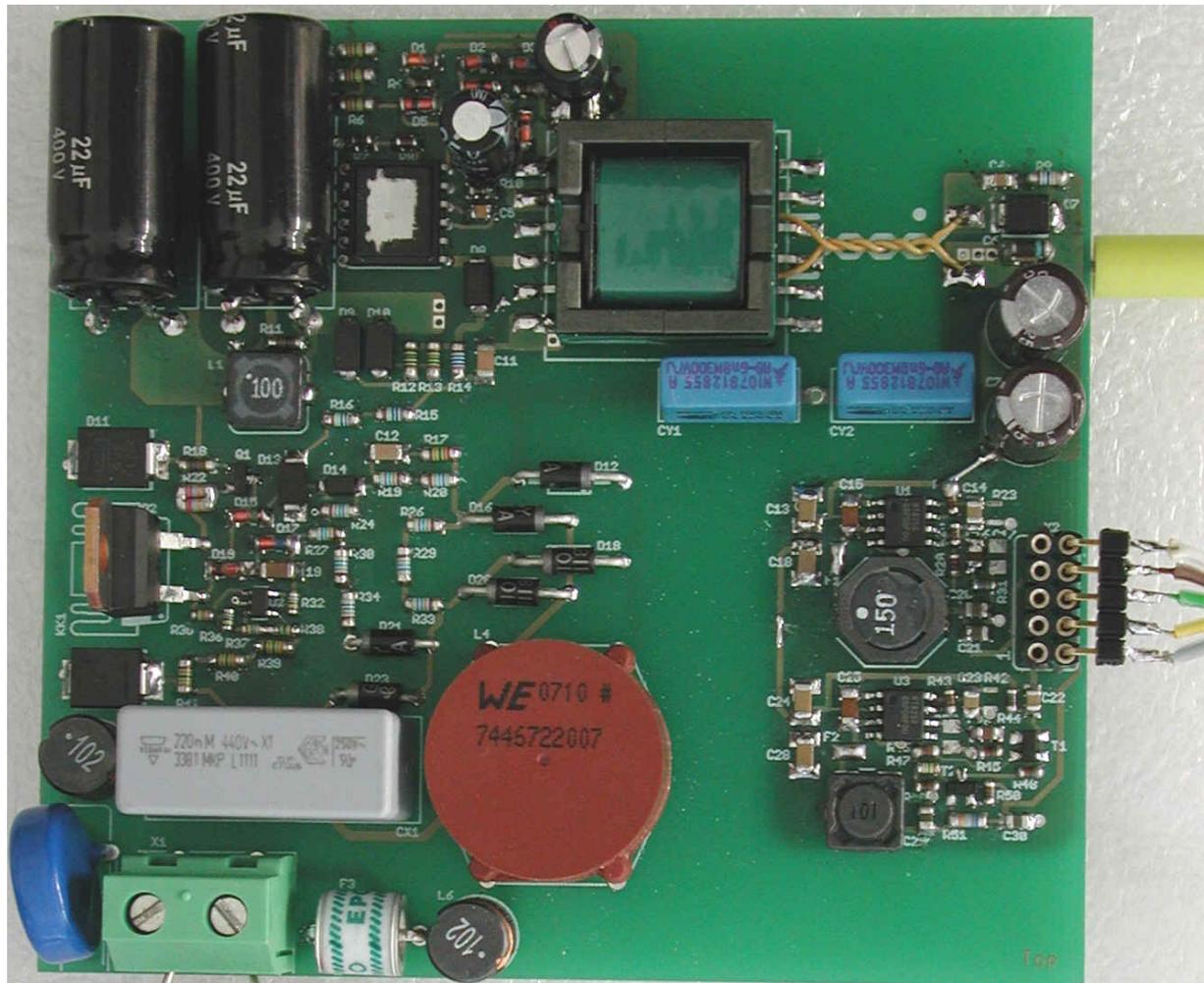
Technische Daten:

Ausgangsleistung	8 W
Ausgangsspannung W	12 V / 3 W und 3,3 V / 5
Eingangsspannung	110...440 Vac
Überspannungskategorie	IV
Prüfspannung	8 kV (Prim-Sek)

Weitere Eigenschaften:

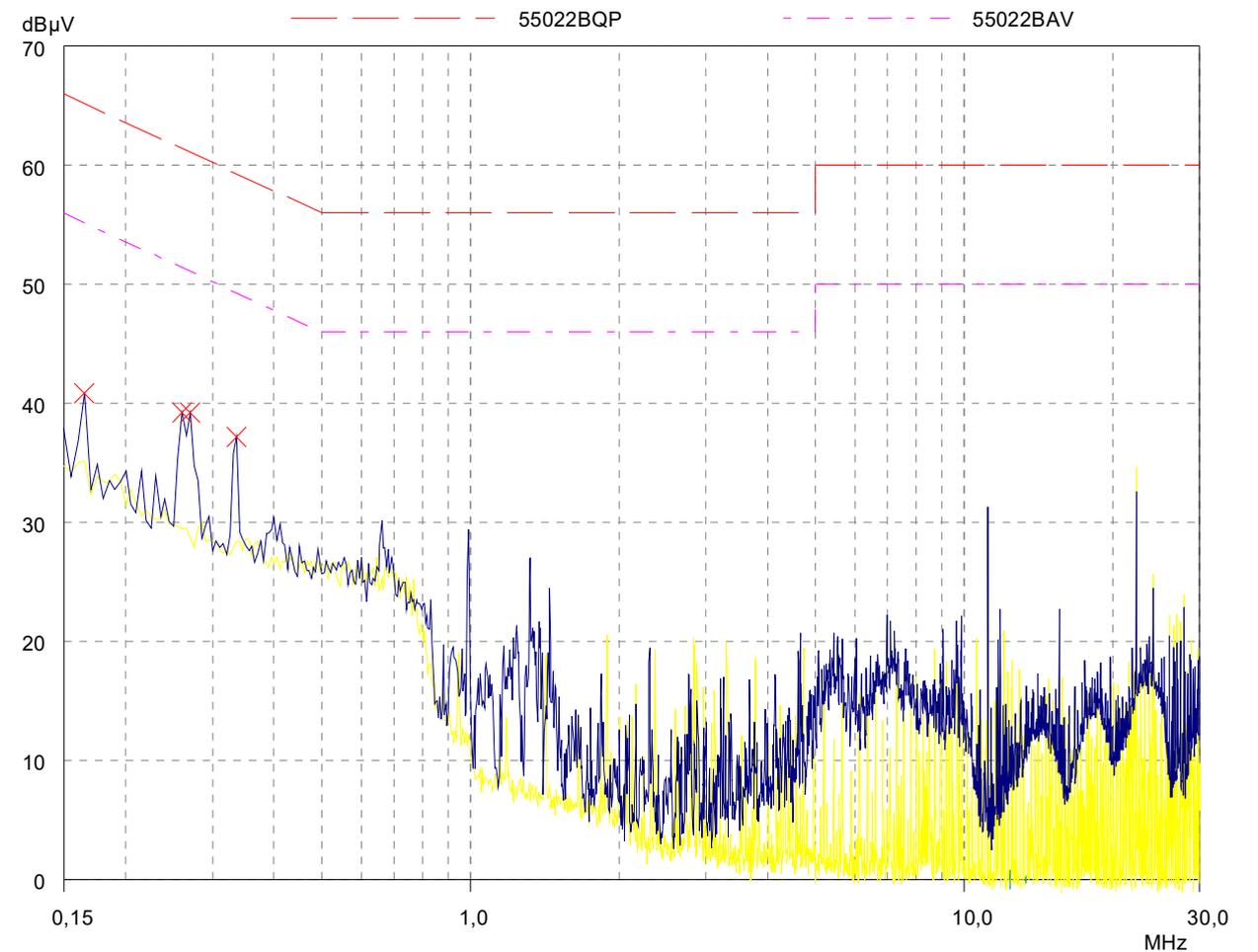
- Kein Schutzleiteranschluß (Schutzklasse II)
- Sehr geringe Bauhöhe
- Sehr geringe EMV-Störpegel (20dB unter Class B (EN 55022))

8W CAT IV-Netzteil für BPL-Modem



Prototyp CAT IV-Netzteil

Leitungsgebundene Störaussendung



36W Hutschienen-Netzteil

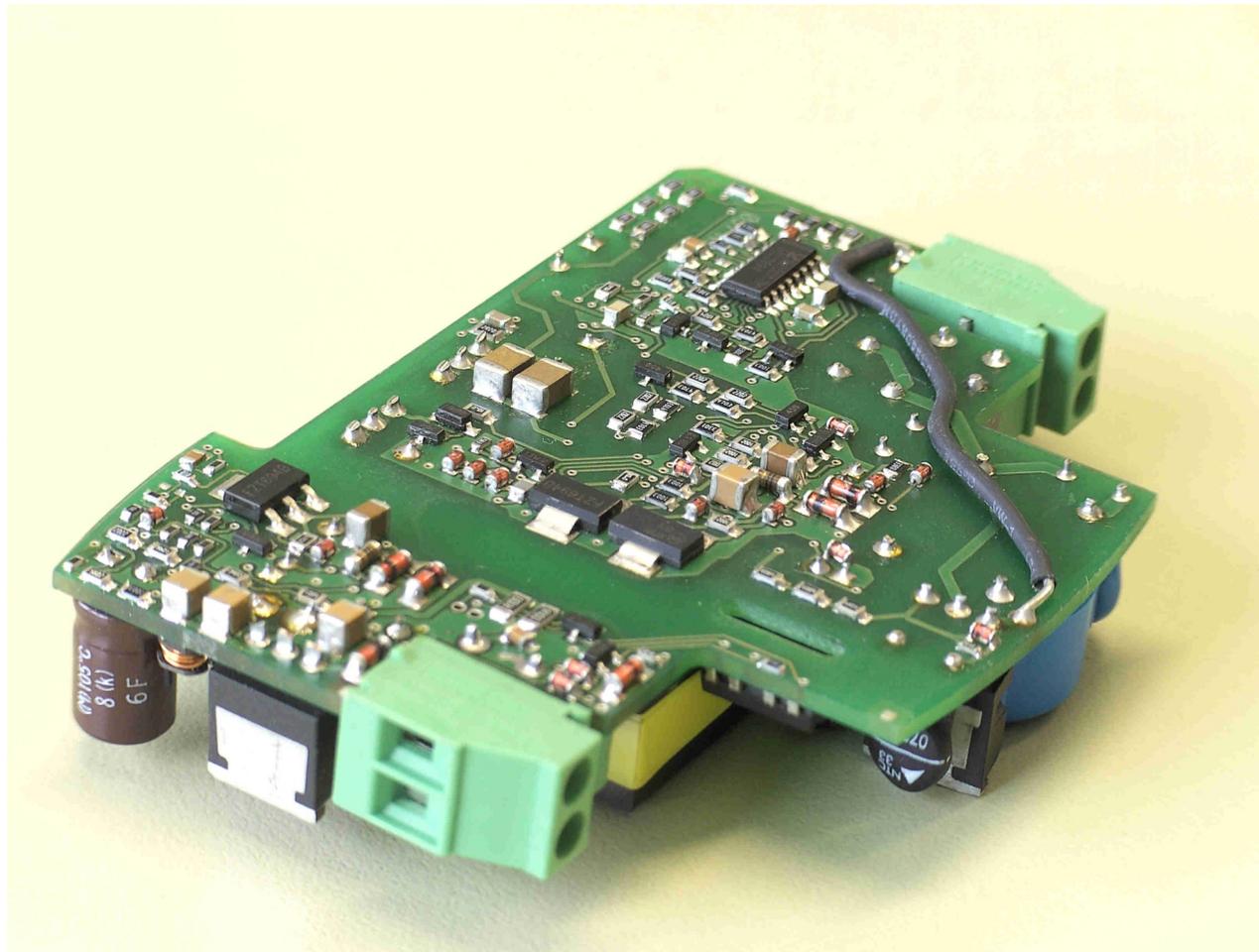
Technische Daten:

Ausgangsleistung	36 W
Ausgangsspannung	24 V
Eingangsspannung	85...265 Vac
Wirkungsgrad	>90%
Topologie	Active Clamp Flyback

Weitere Eigenschaften:

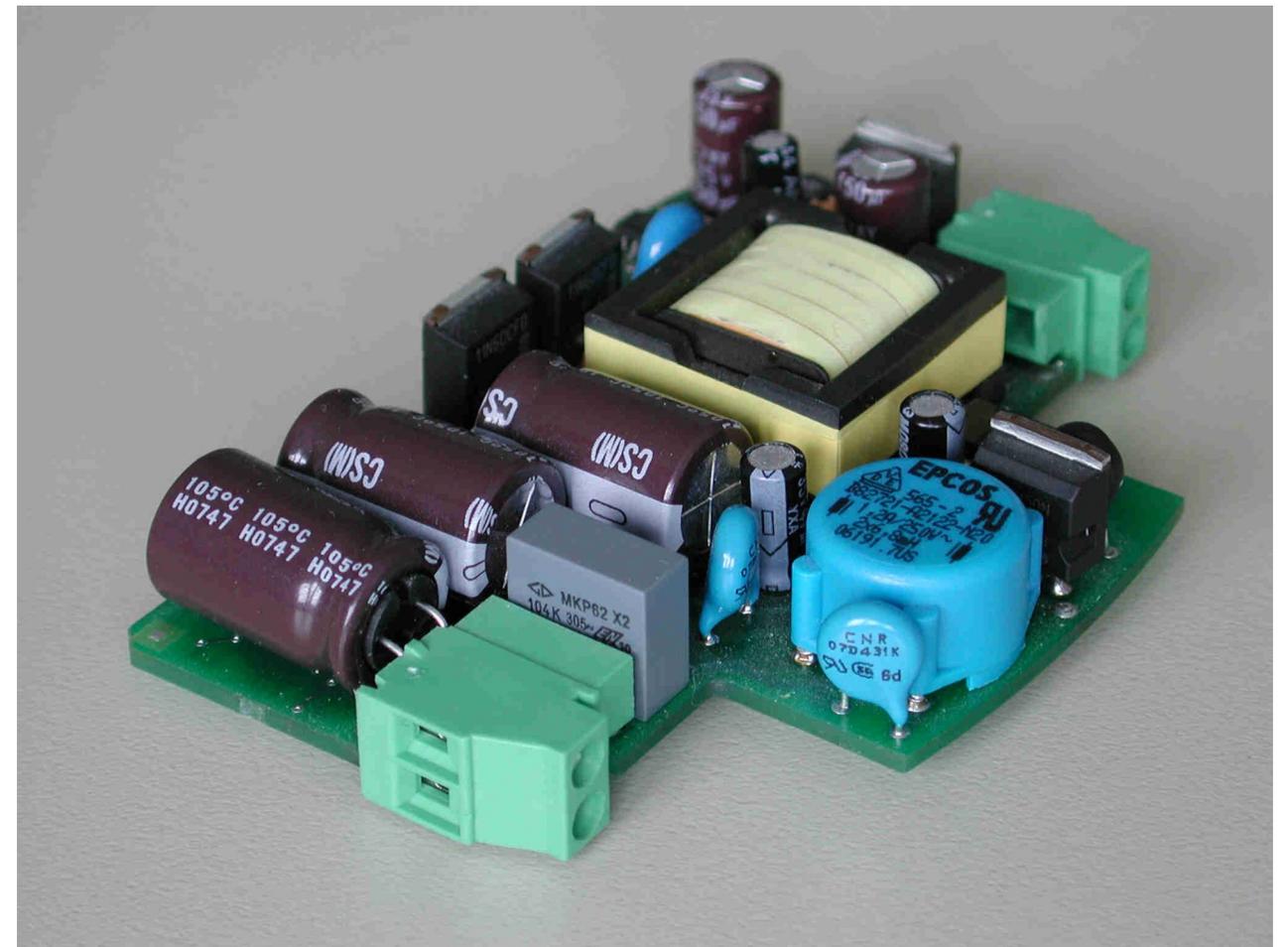
- Sehr kleine Abmaße DIN 43880 **Size 1**; 85x69x17,5 mm³
- EMV: Emission class B (EN 55022)

36W Hutschienen-Netzteil

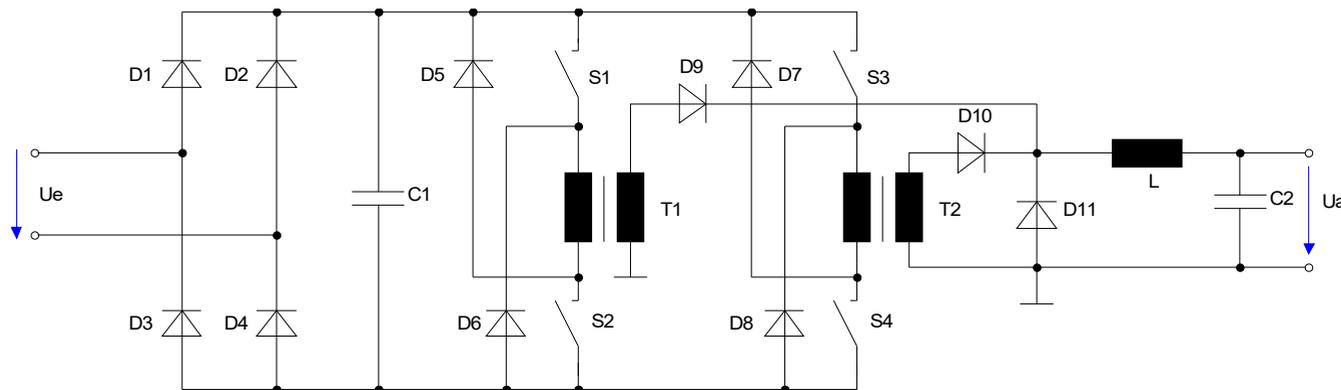


Seriengerät Unterseite

Seriengerät Oberseite



3 kW Konverter für Heizwendelschweißgerät



Technische Daten:

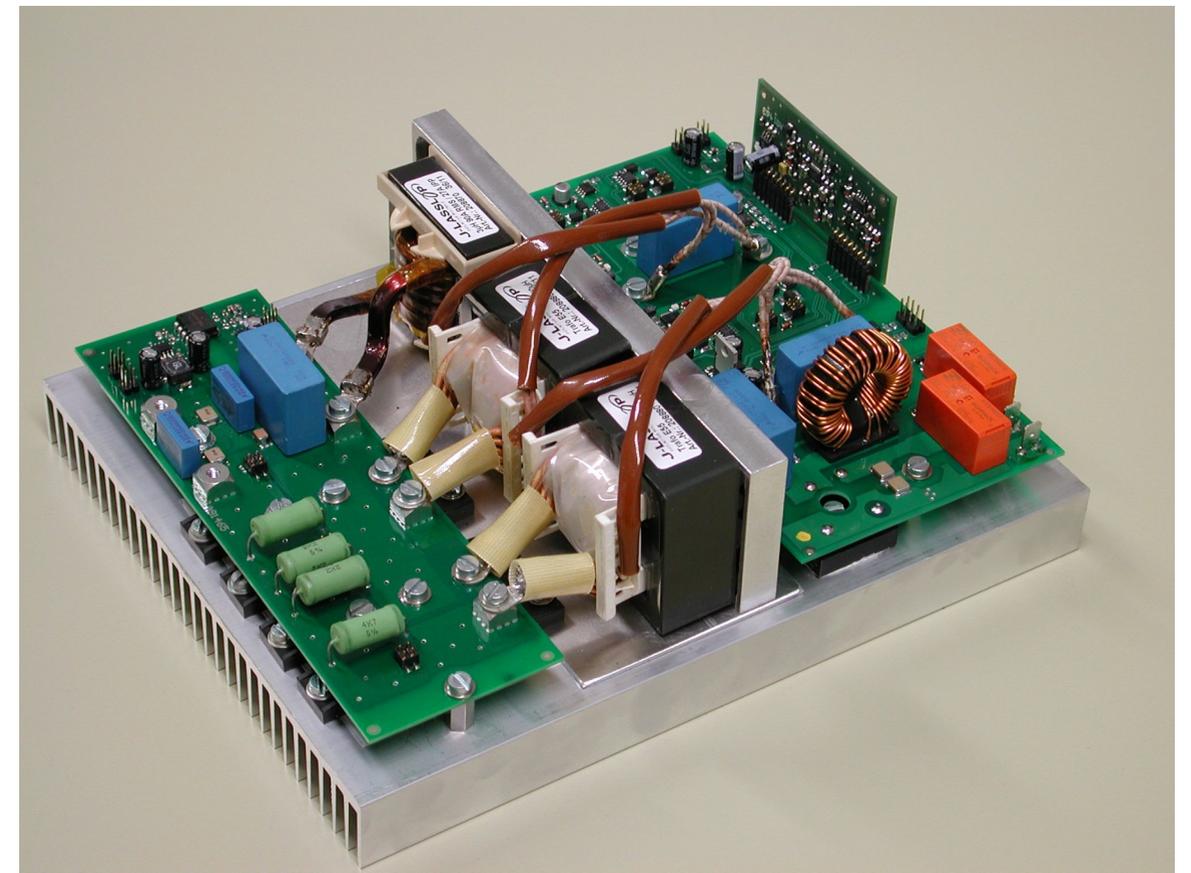
Ausgangsleistung 3 kW

Ausgangsspannung 6...48 V

Wirkungsgrad >92 %

Weitere Eigenschaften:

- Eingangstrom sinusförmig
- Ausgangsspannung: gleichgerichtete Sinushalbwellen



Prototyp

PWM-Verstärker 1,5 kW und 3 kW

Technische Daten:

Ausgangsleistung 1,5kW

3kW

Wirkungsgrad

>83%

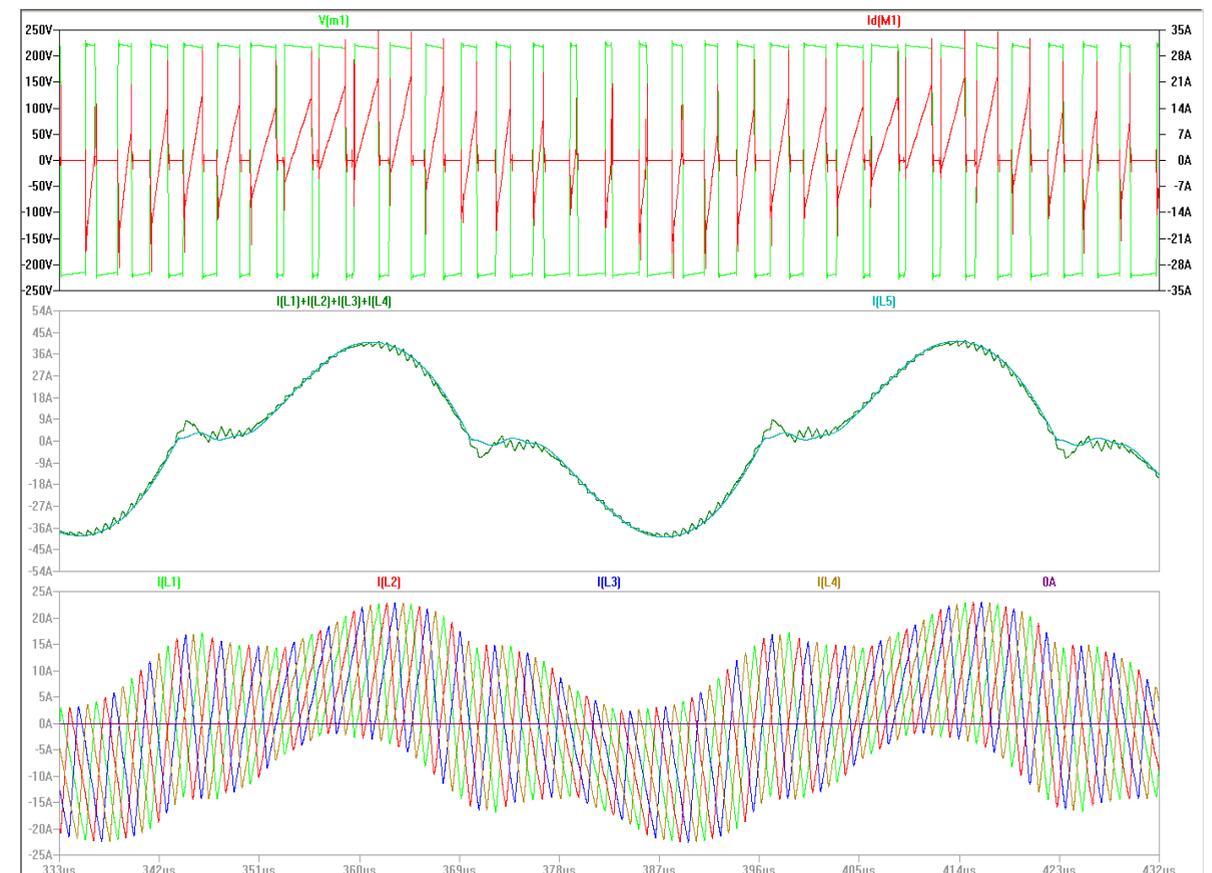
Vollast Bandbreite 30Hz...50kHz

Ausgangsspannung 0 ...110Vac

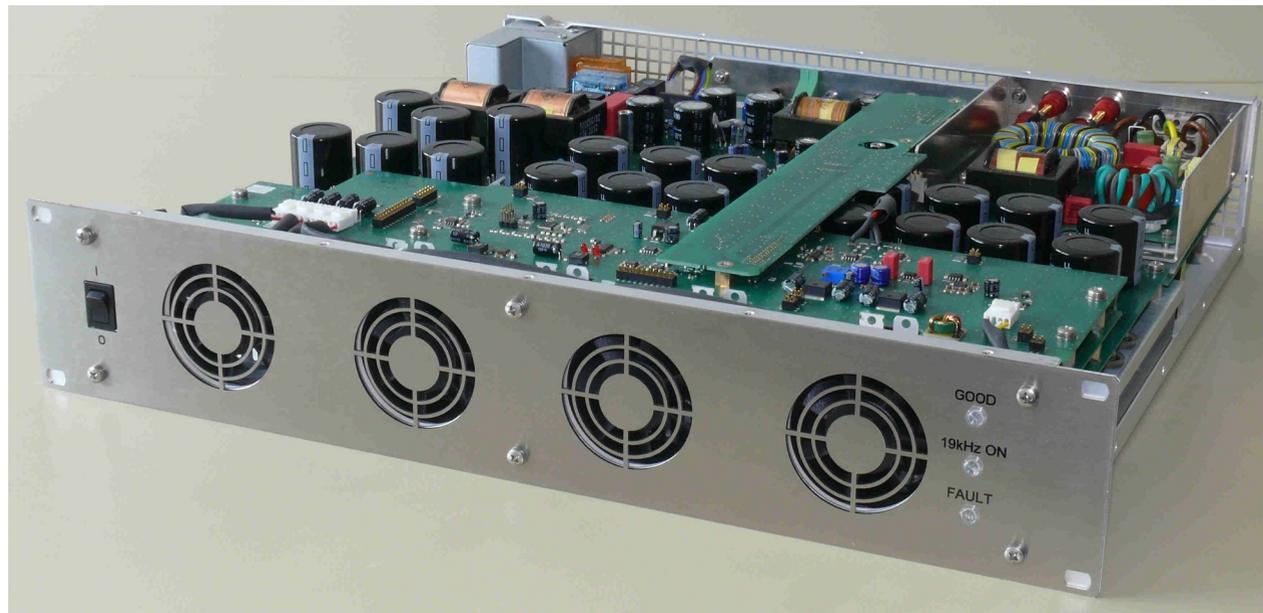
Weitere Eigenschaften:

- Sehr hohe Schaltfrequenz
1,3 MHz (1,5 kW)
2,6 MHz (3 kW)
- Extrem geringe Störungen
der Ausgangsspannung

Simulationsergebnisse



PWM-Verstärker 1,5 kW und 3 kW



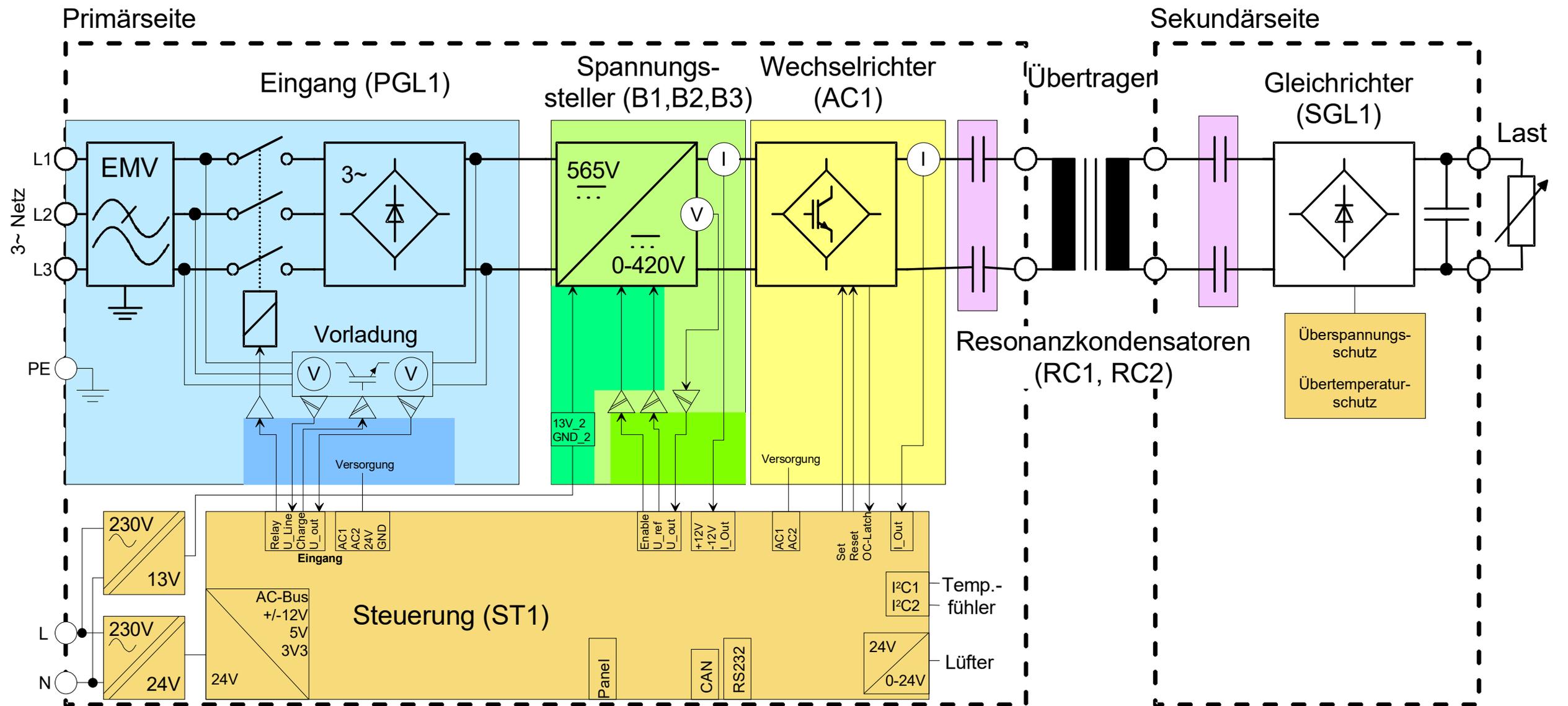
1,5 kW Gerät



3 kW Gerät



Kontaktlose Energieübertragung 22 kW



Kontaktlose Energieübertragung 22 kW

Technische Daten:

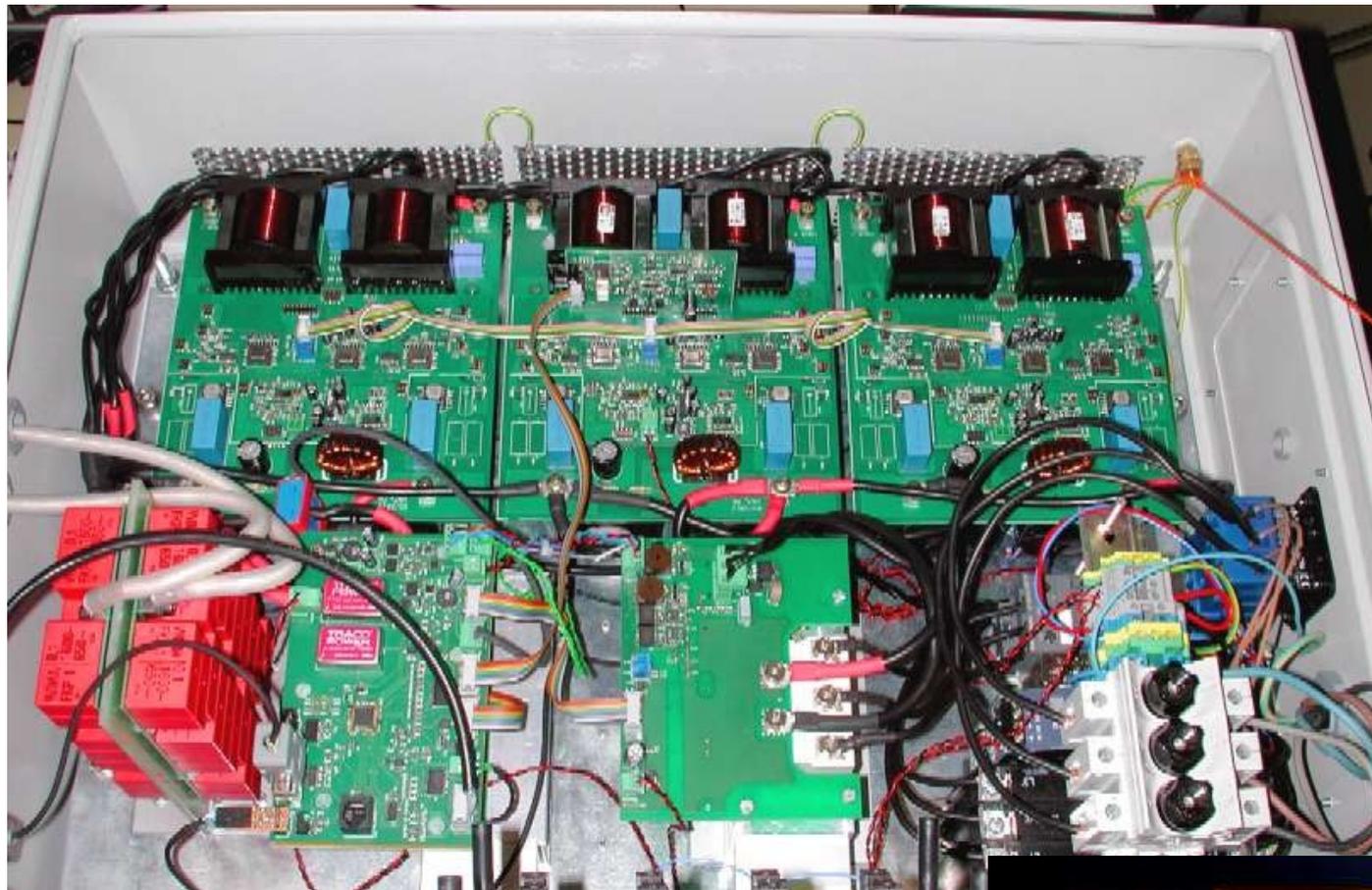
Ausgangsleistung	20 kW
Ausgangsspannung	200...400 Vdc
Eingangsspannung	3 x 400 Vac
Wirkungsgrad	>92% bei 12 cm Plattenabstand

Größe der Übertragerplatten	30 cm x 40 cm x 2 cm
Abstandsbereich	0...12 cm
Arbeitsfrequenz	20...45 kHz

Weitere Eigenschaften:

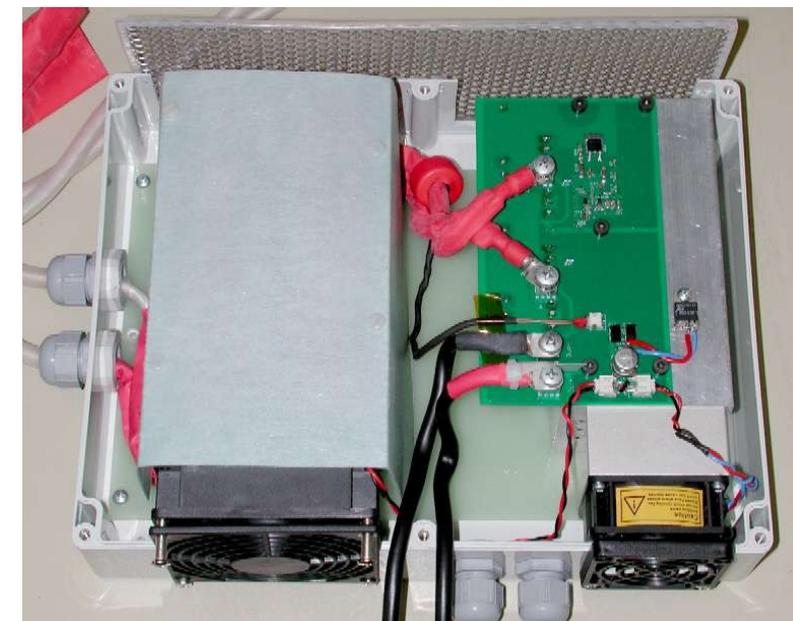
- Sehr geringes, durch das Schaltungsprinzip sogar minimales magnetisches Streufeld (konform der ICNIRP-Richtlinie, < 6.25 μ T)
- Robust gegen Fehlpositionierung und Abstandsänderungen im Betrieb
- Keine Rückführung sekundärseitiger Meßgrößen für Ausgangsregelung (!)

Kontaktlose Energieübertragung 22 kW



Primärseitige Leistungselektronik

Sekundärseitige Leistungselektronik



12:03:59	sampling	ADAPTIVE	AUTO	CH 2	RUN
Range	AUTO	average	AUTO		f-OFF
mode	AC+DC		652ms		M-OFF
CH1: I1	CH2: U13	CH3: I2	CH4: U23	CH5: I3	CH6: U3
I1	34.12	A _{rms}	P1	10.584	kW
U13	391.63	V _{rms}	P2	11.426	kW
I2	34.03	A _{rms}	P3	20.386	kW
U23	391.94	V _{rms}	P	22.011	kW
I3	51.95	A _{rms}	λ	0.82437	ind
U3	392.42	V _{rms}	FE	92.618	
measure:					
CH set	gen. set	disp. set	function	IEC1000-3	next page

Wirkungsgradmessung

3 kW Ladegerät Flurförderfahrzeuge

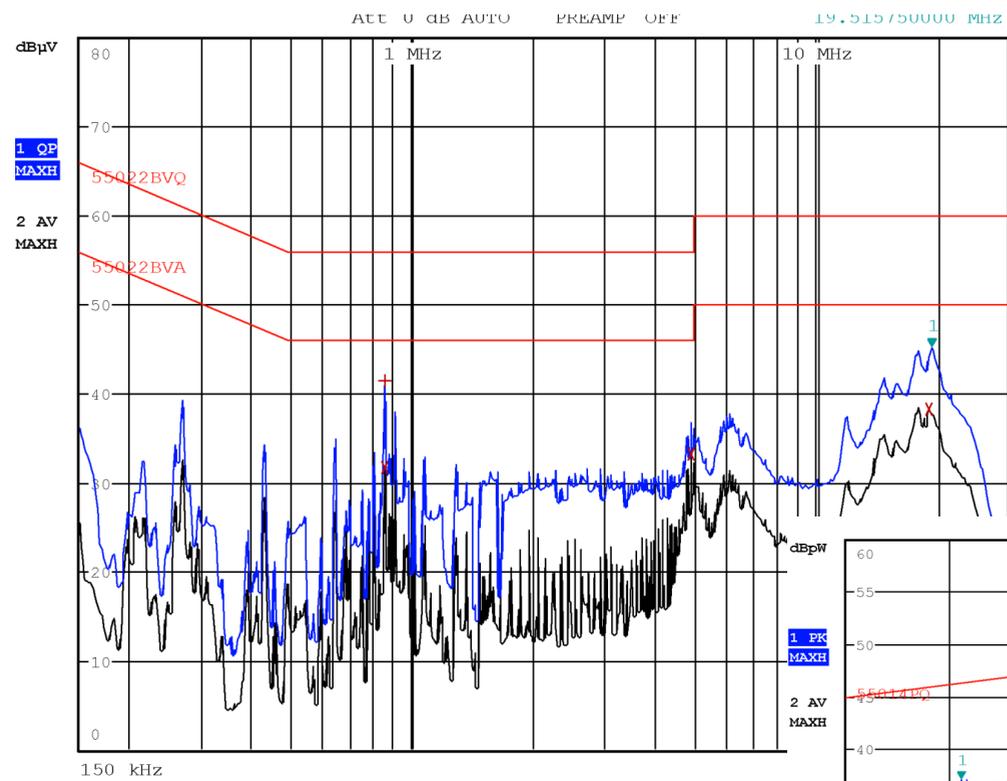
Technische Daten:

Ausgangsleistung	3,25 kW max
Ausgangsspannung	36 V oder 48 V
Ausgangsstrom	65 A
Eingangsspannung	230 V +/-10%
Eingangsstrom	≤ 16 A (PF=0.99)
Wirkungsgrad	>90%

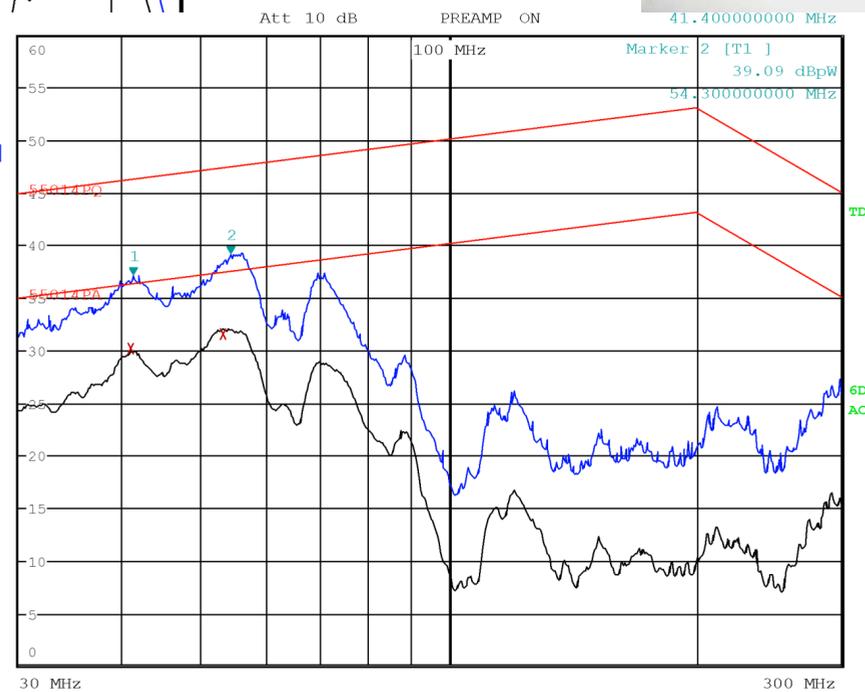
Weitere Eigenschaften:

- max. 68 V / 48 A (50% ED 3min/3min) f. Elektrolytumwälzung
- EMV: 55022 Klasse B mit Reserve
- Baugruppenkosten: ca.: 0.08 USD/W

3 kW Ladegerät



Leitungsgebundene
 Störaussendung (I = 65 A)



Störleistung am Ausgang (I = 65A)

Serienbaugruppe des 3 KW
 Ladegerätes

15 kW kontaktlose Energie- mit integrierter 10 Mbit/s Datenübertragung

Technische Daten:

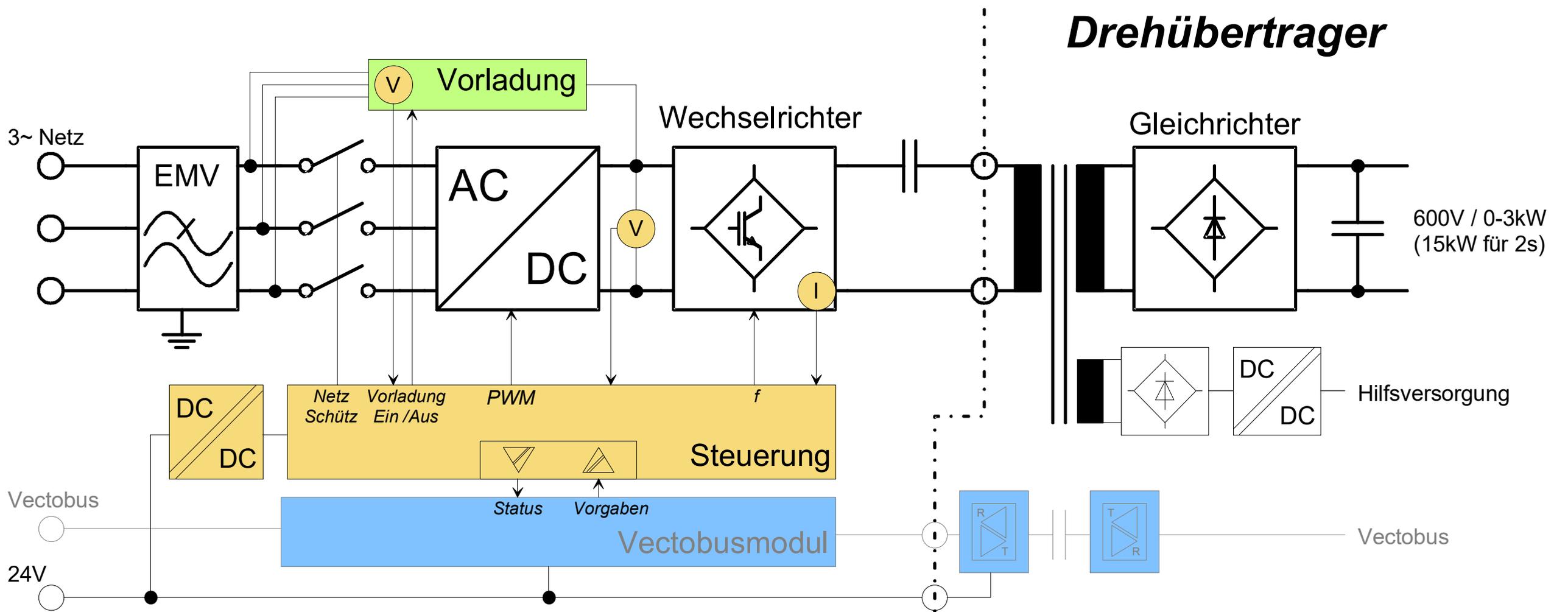
Ausgangsleistung	15,6 kW / 2 s, 3 kW dauer
Ausgangsspannung	440...600 Vdc
Eingangsspannung	3 x 400 Vac
Max. Eingangsstrom	27 Aac

Datenrate	10 Mbit/s
Protokoll	Bit-Transparent

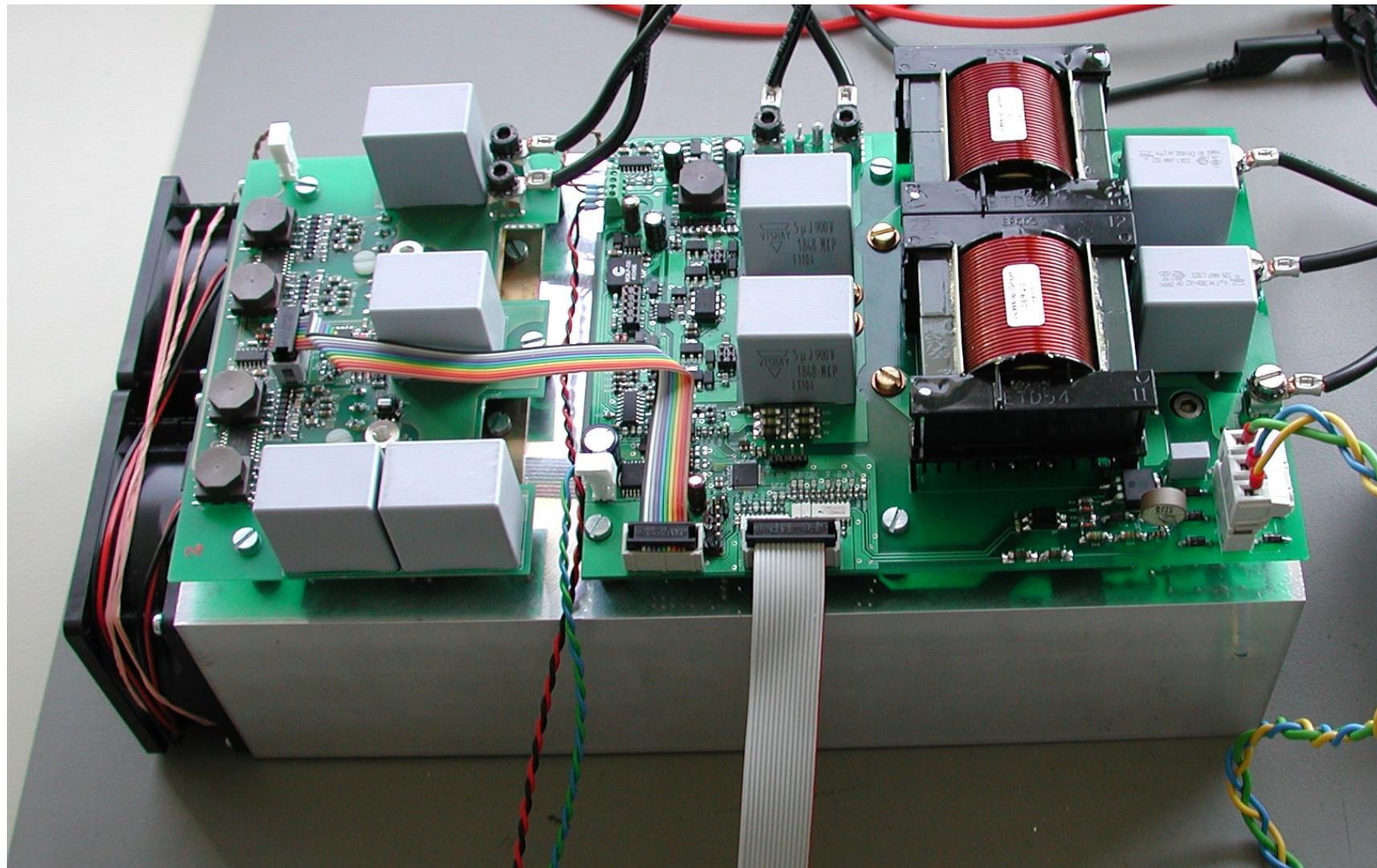
Weitere Eigenschaften:

- Integrierte 80 V / 1A Hilfsversorgung
- Ausgangsspannung in 16 Stufen via Kommunikationspfad abstimmbar

15 kW kontaktlose Energie- mit integrierter 10 Mbit/s Datenübertragung



15 kW kontaktlose Energie- mit integrierter 10 Mbit/s Datenübertragung



Funktionsmuster primäre Leistungselektronik für die 15 kW
kontaktlose Energieübertragung

10 kW Labornetzgeräte

Technische Daten:

	Hochspannungs- gerät	Hochstromgerät
Ausgangsleistung	10 kW	
Ausgangsspannung	0...1000 Vdc	0...20 Vdc
Ausgangsstrom	0...10 A	0...500 A
Eingangsspannung	187...550 Vac	
Wirkungsgrad	>92%	

Weitere Eigenschaften:

- Realisierungskonzepte sind die Basis für eine Geräteserie, d.h. weitere Geräte können durch Verschaltung der Komponenten einfach abgeleitet werden
- Geräte bestehen aus Halbleitern mit max. 600 V Sperrspannung

Leistungsteil für Impuls-MAG Schweißgerät

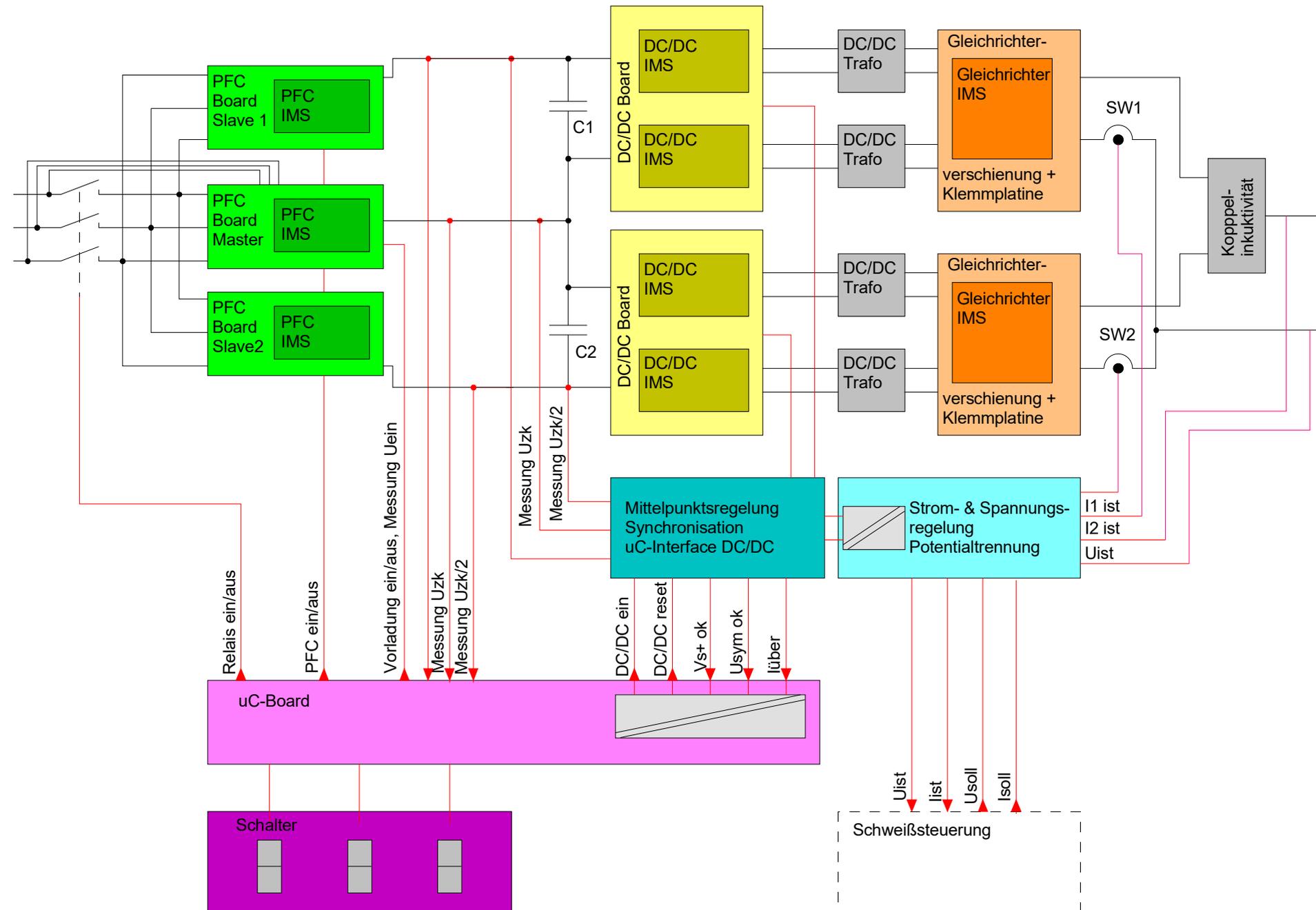
Technische Daten:

Ausgangsleistung	44 kW max.
Ausgangsspannung	5...80 V
Ausgangsstrom	5...1000 A
Eingangsspannung	3 x 400 Vac +/- 15%
Stromdynamik	1000 A/ms
Wirkungsgrad	>92%

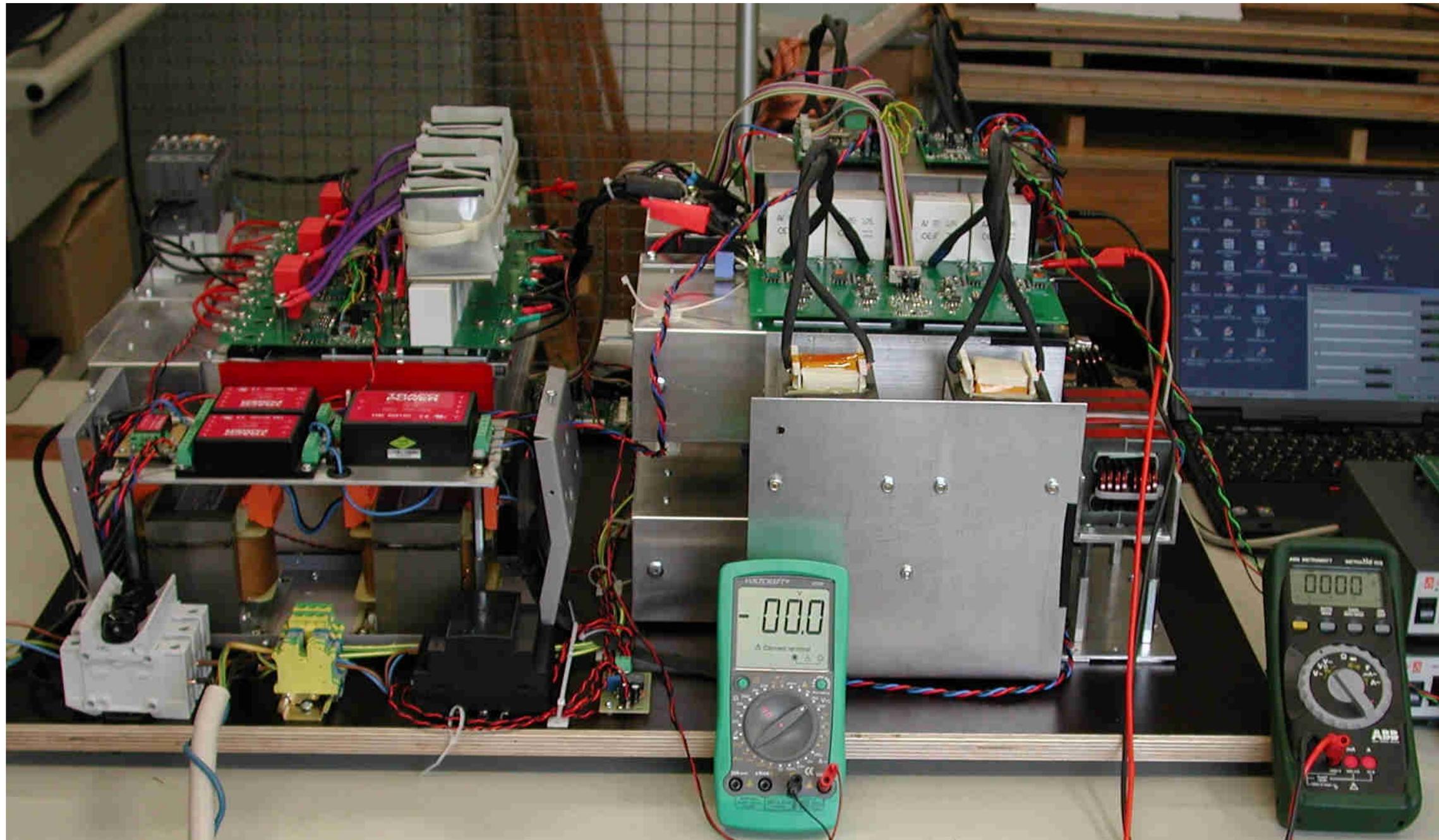
Weitere Eigenschaften:

- Realisierungskonzept ist die Basis für eine Geräteserie, d.h. weitere Geräte können durch Verschaltung bzw. Reduzierung der Komponenten abgeleitet werden
- DC/DC-Teil besteht aus Halbleitern mit 600 V Sperrspannung

Leistungsteil 44 kW für Impulsschweißgerät



Leistungsteil für Impuls-MAG Schweißgerät (Erstfunktionsmuster)



10 kW Weitbereichs-Eingangsstufe

Technische Daten:

Ausgangsleistung	10 kW
Ausgangsspannung	2 x 400 V
Eingangsspannung	3 x 187...550 Vac
Leistungsfaktor	0,93
Wirkungsgrad	>98%

Weitere Eigenschaften:

- Nur Halbleiter mit 600 V Sperrspannung erforderlich
- Sehr geringe Baugröße
- Geringe EMV-Störungen
- Innovative digitale 3-Level-Regelung mit Symmetrierung der Ausgangsspannungen
- Zerstörungssicher bis 1200 V (850 Vac)

10 kW Weitbereichs-Eingangsstufe



Referenzen

