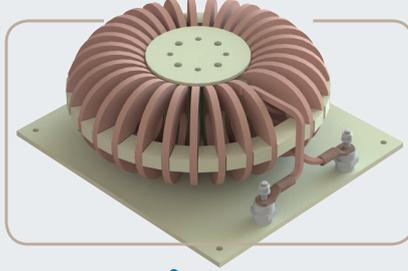


## REO Komponenten für die Bahntechnik Produktkatalog

Luftdrosseln • Eisendrosseln • Transformatoren • Dämpfungs- und Ladewiderstände • Stromwandler • Flüssigkeitsgekühlte Drosseln und Widerstände

**Bahnkomponenten**



## Inhalt

Wissenswertes über Bahnkomponenten	S. 4-5
Analyse und Prüfverfahren	S. 6

## REO Luftdrosseln

REO Luftdrossel LD	S.7
REO Luftdrossel TD	S.8
REO Stabkerndrossel	S. 9

## REO Eisendrosseln

REO Eisendrossel ED	S.10
REO Eisendrossel LFD	S.11

## Vergleich NTT-Drosseln

Vergleich NTT-Drosseln	S.12
------------------------	------

## REO Transformatoren NTT ET/DT

REO Transformatoren NTT ET/DT	S.13
REO Streufeldtransformator	S. 14-15

## REO Dämpfungs- und Ladewiderstände

REO Dämpfungs- und Ladewiderstände	S.16
------------------------------------	------

## REO Stromwandler

REO Stromwandler	S.17
------------------	------

## Flüssigkeitskühlung

Flüssigkeitsgekühlte Drosseln	S.18
Flüssigkeitsgekühlte Widerstände	S.19
Direkt gekühlte Komponenten	S. 20

## Komponenten für Hilfsbetriebeumrichter

Komponenten für Hilfsbetriebeumrichter	S.21
--	------

REO hat es sich zur Aufgabe gemacht, dazu beizutragen, dass Züge heute und in Zukunft immer sicherer werden. Mit Netzfiltern, Drosseln oder Transformatoren sorgen wir dafür, dass ein sicherer Betrieb möglich ist und EMV-Probleme direkt an der Quelle beseitigt werden. So können Spannungswechsel, Kurzschlüsse und andere Phänomene, die im Umgang mit Strom auftreten, keine Gefährdung für Zugpersonal und Passagiere darstellen. Die Einhaltung internationaler Normen, der Einsatz neuester Technologien und jahrzehntelange Erfahrung machen REO zu einem starken Partner.

### REO fertigt Komponenten für zwei Hauptbereiche der Bahn

#### A) Hilfsbetriebeumrichter:

- **Transformatoren von 16 2/3 bis 30 kHz**
- **Hochsetz-/Tiefsetzstellerdrosseln**
- **EMV-Filter**
- **Sinusfilter**
- **Stromwandler**
- **Vorschaltwiderstände**  
von IP 00 – IP 65, auch für flüssigkeitsgekühlte Systeme

#### B) Hauptantrieb:

- **EMV-HV Drosseln**
- **Streifeldtransformatoren**
- **Netzdrosseln**
- **Saugkreisdrosseln**
- **Komponenten für Bordnetzversorgungen**
- **Dämpfungswiderstände**
- **Stromwandler**
- **Filterdrosseln**

In USA, China, Indien und Deutschland fertigt REO heute an verschiedenen Standorten bahntechnische Komponenten, welche im Centre of Competence in Berlin für die Anforderungen des weltweiten Einsatzes entwickelt werden. Verbunden mit einem weltweiten Vertriebsnetz ist REO jederzeit in der Lage, schnell zu reagieren.

Mit großem Augenmerk auf moderne Produktionsverfahren, effiziente Arbeitsabläufe, enge Zusammenarbeit mit Hochschulen, sowie konstante Weiterentwicklung und Verbesserung von Prozessen, unterstützt REO jeden Tag die Hersteller elektrischer Bahnen mit Produkten, die zur Sicherheit, Funktionalität und zum globalen Wachstum der Bahntechnologie beitragen.

Mit der IRIS-Zertifizierung der Berliner/Hennigsdorfer Niederlassung und der ISO-Zertifizierung in China und den USA, konnte REO seinen hohen Standard auch durch internationale Qualitätstest unter Beweis stellen.

EN 45545  
DIN 5510  
NF F 16-101/102

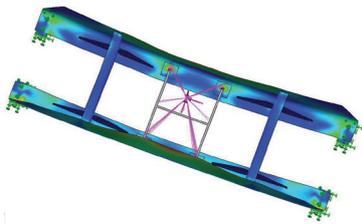
IRIS-ZERIFIZIERT

EN 15085 CL I  
ZERTIFIZIERT

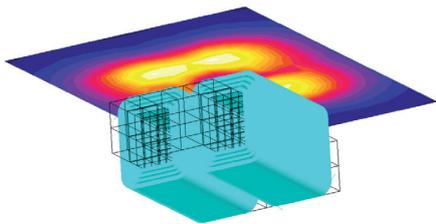
### Die Vorteile auf einen Blick

- EN 45545: REO fertigt nach der europäischen Brandschutznorm EN 45545, sowie nach DIN 5510, NF F 16-101/102
- Attraktive Preisstruktur auch bei kleinen Stückzahlen
- Individuelle Lösungen auf Ihre Anwendung angepasst
- Einsatz moderner Kernmaterialien (nanokristallin und amorph) für einen optimierten Materialeinsatz
- REO spricht Ihre Sprache: Durch weltweite Vertriebsniederlassungen sind wir immer nahe am Kunden. Egal, welche Sprache Sie sprechen, in welcher Zeitzone Sie leben oder welche Währung Sie nutzen - ein REO-Standort ist in Ihrer Nähe und garantiert eine schnelle, effiziente und kostengünstige Abwicklung des Auftrags.
- Sicherheit durch Prüfungen: Vollständige Typprüfung und Validierung der Entwicklung gemäß EN 60310

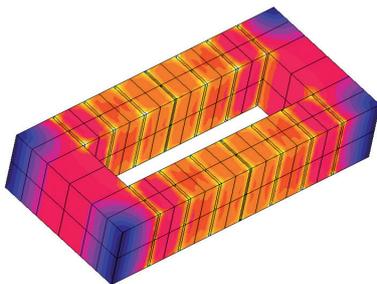
Um eine vollständige Sicherheit, hohe Zuverlässigkeit und ausgeprägte Widerstandsfähigkeit zu gewährleisten, werden die Komponenten durch FEM-Analysen und vielseitige Berechnungen sowie Simulationen bis ins Detail geprüft und optimiert. Viele der Analyseverfahren kommen bereits vor der Fertigung des Bauteils zum Einsatz, um sowohl eine Kosten- und Zeitersparnis als auch eine hohe Fertigungseffizienz zu erreichen.



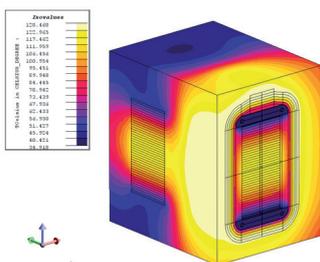
Spannungsanalyse mittels FEM



3D-Magnetfeldsimulation  
- Bestimmung der  
magnetischen Streuffeldichte -



3D-Magnetfeldsimulation  
- Verteilung der  
magnetischen Flussdichte -



3D-Thermosimulation  
- Thermische Verteilung der Wärme -

Aufgrund der Erkenntnisse aus den Analyseverfahren werden bei Bedarf Produktoptimierungen vorgenommen, aber auch neue Informationen gewonnen, um weitere innovative Entwicklungen voranzutreiben.

## FEM-Analyse

Untersuchungstechniken - wie die so genannte FEM-Analyse - geben basierend auf dem in Solid Works konstruierten 3D-Modell Aufschluss über physikalische Werte, wie statische und dynamische lineare und nicht lineare Spannungsverhältnisse, Eigenfrequenz, Schraubenfestigkeit und Schweißnahtfestigkeit.

Beruhend auf der dreidimensionalen Finiten-Elemente-Methode (3D-FEM) lassen sich mit Hilfe diverser Simulationswerkzeuge schon vor der Fertigung umfangreiche strukturmechanische, elektromagnetische und thermische Berechnungen durchführen.

## Die 3D-FEM-Magnetfeldberechnung

ermöglicht detaillierte Berechnungen hinsichtlich magnetischer Flussdichten und Energien, Ausdehnung von Streufeldern, Induktivitäten und vieles andere mehr. Diese Daten geben Aufschluss über die Beeinflussung der Geräte im Umfeld und führen zur Einhaltung vorgeschriebener Normen. Optimierungsmaßnahmen greifen direkt in den Herstellungsprozess ein, um eine effiziente Fertigung durchgängig zu gewährleisten.

## Die 3D-Thermosimulation

Weitere Prüfungen und Simulationen - wie beispielsweise die 3D-Thermosimulation - ergänzen das Analyseportfolio und geben Erkenntnisse über Qualität und Verbesserungspotential der Bauteile. Sie ist neben der elektromagnetischen dreidimensionalen Feldberechnung eine weitere wichtige Analyse, da sie einen Blick in die Materie ermöglicht und wichtige Informationen über lokale Hot-Spots liefert, welche mittelfristig die zu erwartende Lebensdauer beeinflussen können. Darüber hinaus lassen sich komplette Warmläufe simulieren, die Auskunft über das thermische Verhalten geben und zur Entscheidungsfindung über das notwendige Kühlsystem in Abhängigkeit von den Einsatzbedingungen verhelfen.

## Schock- und Vibrationstests

sorgen für eine hohe Zuverlässigkeit der Komponenten. Die dreidimensionalen Belastungstests werden nach der DIN EN 61373 Norm mit unterschiedlichen Belastungsstufen durchgeführt und ermöglichen realistische Bewertungsgrundlagen und Einblicke in die mechanischen Eigenschaften des verwendeten Werkstoffes.

## Brandschutz

Um den brandschutztechnischen Erfordernissen zu genügen, werden alle Bahnkomponenten durch akkreditierte Prüflabore auf ihr Brennverhalten überprüft.

Diese Verfahren und Simulationen finden stets mithilfe modernster Engineering-Programme statt und werden durch In-House-Betreuung oder in unseren Partnerlaboren durchgeführt. So sichert REO die durchgängige Optimierung der Produktpalette und erhält hohe Qualitätsstandards.



## Technische Daten\*

Nennstrom DC/AC	10 - 2000	[A]
Induktivität	0,04 - 80	[mH]
Linearität L(I)	unabhängig	
Linearität L(f)	$L(f) > 75 \% \times L_{\text{nom}}$ bis 30 kHz	
Lagenkapazität	< 2	[nF]
Bemessungsspannung AC	bis 25	[kV]
Bemessungsspannung DC	750 - 3600	[V]
Max. Stoßkurzschlussstrom	50	[kA]
Prüfspannung	20 - 50	kV
Überspannungskategorie	OV1 - OV3	
Betriebsumgebungstemperatur	-50 bis +65	[°C]
Kühlart	AN /AF	
Verschmutzungsgrad	PD1 - PD 4	
Schutzart	IP X4	
Max. Betriebshöhe	2000	[m]
Lebensdauer	> 30	Jahre
Ausfallrate	< 200	fit

Luftdrossel LD

## Vorteile

- Schwing- und schockgeprüft nach DIN 61373, Kat 1 Klasse B
- Hohe mechanische Belastbarkeit
- Hohe Linearität L(I)
- Hohe Linearität L(f)
- Sehr geringe Wirbelstromverluste
- Keine Hystereseverluste
- Optimales Gewicht durch forcierte Luftkühlung
- Schutzgrad IPX4
- Montage im Abluftkanal des Stromrichters, Integration in ein vorhandenes Kühlsystem
- Gerichtete Luftführung durch GFK-Rohre
- Verschmutzungsgrad PD4
- Prüfspannung bis 50 kV

## Informationen zur Luftdrossel LD

Die Luftdrossel ist für den Einsatz von Fahrzeugen im Gleichspannungsnetz konzipiert. Das können Schienenfahrzeuge, wie U-Bahn, S-Bahn und Tram sein, aber auch Trolleybusse.

Mit dem Begriff „Luftdrossel“ wird die vollständige, betriebsfertige Einheit aus Drossel, Kühlluftführung, Aufhängung und Anschlüssen bezeichnet.

Die Luftdrossel ist ein induktives Bauelement, welches magnetische Energie speichert. Sie filtert Spannungsspitzen und verhindert Spannungseinbrüche, sodass die Abweichungen von dem Idealbetrag der Spannung am Umrichtereingang möglichst gering sind. Darüber hinaus reduziert sie die Netzurückwirkungen, die durch nichtlineare Bauelemente und Schaltvorgänge entstehen.





Technische Daten*		
Nennstrom DC/AC	10 - 1000	[A]
Induktivität $L_{\text{nenn}}$	0,01 - 1,2	[mH]
Linearität L(I)	unabhängig	
Linearität L(f)	$L(f) > 90 \% \times L_{\text{nenn}}$ bis 30 kHz	
Lagenkapazität	< 2	[nF]
Bemessungsspannung AC	bis 25	[kV]
Bemessungsspannung DC	750 - 3600	[kV]
Max. Stoßkurzschlussstrom	10	[kA]
Prüfspannung	50	kV
Überspannungskategorie	OV1 - OV3	
Betriebsumgebungstemperatur	-50 bis +65	[°C]
Kühlart	AN / AF	
Verschmutzungsgrad	PD 1 - PD 4	
Schutzart	IP 00 - IP X4	
Max. Betriebshöhe	2000	[m]
Lebensdauer	> 30	Jahre
Ausfallrate	< 200	fit

Luftdrossel TD

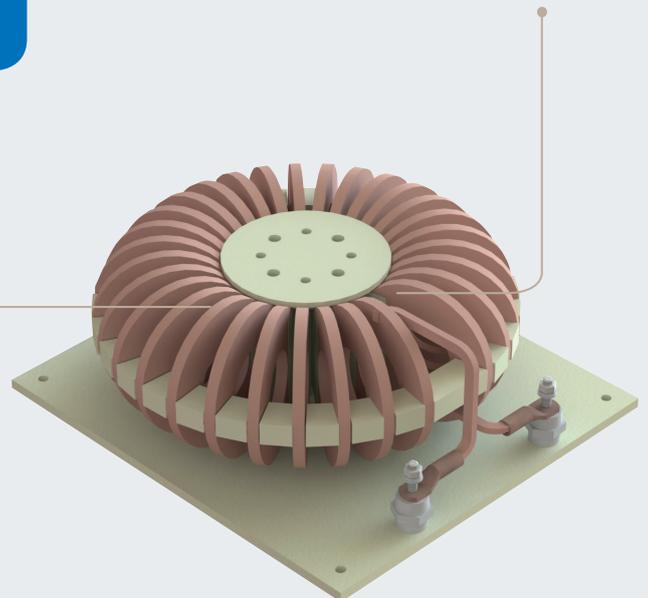
## Vorteile

- Schwing- und schockgeprüft nach DIN 61373, Kat 1 Klasse B
- Hohe mechanische Belastbarkeit
- Sehr gut geeignet für natürliche Luftkühlung AN
- Sehr geringe magn. Streuung und daher gut geeignet für geringe EMV Grenzwerte
- Hohe Linearität L(I)
- Hohe Linearität L(f)
- Sehr geringe Wirbelstromverluste
- Keine Hystereseverluste
- Optimales Gewicht durch forcierte Luftkühlung
- Schutzgrad IPX4
- Montage im Abluftkanal des Stromrichters, Integration in ein vorhandenes Kühlsystem
- Verschmutzungsgrad PD4

## Informationen zur Luftdrossel TD

Die REO-Luftdrossel in toroidaler Bauform hat eine sehr geringe magnetische Streuung und ist daher gut für geringe EMV-Grenzwerte geeignet.

Die Einheit aus Drossel Kiehlluftführung, Aufhängung und Anschlüssen ist für den Einsatz von Fahrzeugen im Gleichspannungsnetz konzipiert.



Technische Daten*		
Induktivität [mH]	15 - 30	[mH]
Nennstrom [A]	100 - 400	[A]
Linear bis [A]	200 - 800	[A]
Magn. Energie [J]	75 - 1350	[J]
Verluste P* [KW]	1,9 - 11,9	[kW]
Induktivität [mH]	15 - 30	[mH]
Nennstrom [A]	100 - 400	[A]
Linear bis [A]	200 - 800	[A]
Magn. Energie [J]	75 - 1350	[J]
Verluste P* [KW]	2,1 - 16,9	[kW]

Stabkerndrossel

\* Verluste bei forcierter Luftkühlung mit 4 m/s

## Informationen zur Stabkerndrossel

Stabkerndrosseln werden ähnlich wie Luftdrosseln vor allem als Netzdrossel im DC-Bereich, beispielsweise in Bahnen, Metrolinern oder High-Speed-Zügen eingesetzt.

Durch den verwendeten Eisenkern erreichen Stabkerndrosseln eine höhere Induktivität als Luftdrosseln und sind zudem platzsparender.

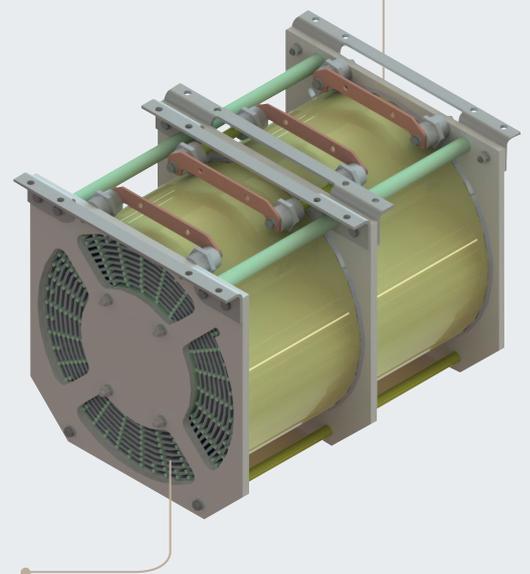
Gerade in der Bahntechnik müssen viele Komponenten so entwickelt werden, dass sie zusammen mit anderen Produkten in den vorhandenen Bauraum des Zuges passen.

Hier kann die Stabkerndrossel eine sinnvolle Alternative zur Luftdrossel darstellen, wenn eine hohe Induktivität gefragt und wenig Bauraum vorhanden ist und die auftretenden Ströme bekannt sind.

Die hohe Induktivität ist vor allem bei hohen Spannungsebenen (z.B. 3 kV im polnischen Bahnnetz) vorteilhaft, um dort eine gute Glättung zu erreichen und gleichzeitig eine kompakte Lösung zu bieten. Weiterhin ist die Frequenzabhängigkeit der Induktivität besser als bei Luftdrosseln.

## Vorteile

- Platzersparnis
- Leichter als Eisendrossel
- Einfacher Aufbau
- Gutes L(f)-Verhalten
- Weniger Wickelguteinsatz erforderlich als bei Luftdrosseln
- Weniger Verluste als vergleichbare Luftdrossel





Technische Daten*		
Nennstrom $I_{nom}$ DC/AC	30 - 2500	[A]
Induktivität $L_{nom}$	0,1 - 280	[mH]
Linearität L(I)	$L(I) > 90\% \times L_{nom}$ bis $1,5 \times I_{nom}$	
Linearität L(f)	$L(f) > 90\% \times L_{nom}$ bis 30 kHz	
Stoßspannung	Bis 24 kV	[kV]
Parasitäre Kapazität	< 50	[nF]
Bemessungsspannung	Bis 25 kV AC; bis 3600 kV DC	
Max. Stoßkurzschlussstrom	10	[kA]
Prüfspannung	20	kV
Überspannungskategorie	OV1- OV3	
Umgebungstemperatur	-50 bis +65	[°C]
Kühlart	AN / AF	
Verschmutzungsgrad	PD1- PD 4	
Schutzart	IP X4 - IP 21	
Max. Betriebshöhe	2000	[m]
Lebensdauer	> 30	Jahre
Ausfallrate	< 200	fit

Eisendrossel ED

## Vorteile

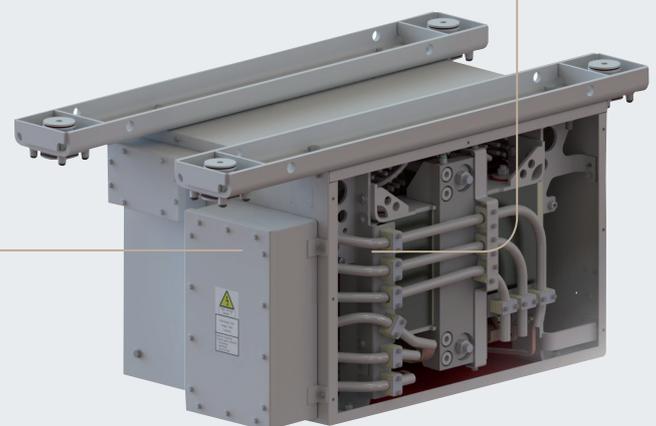
- Schwing- und schockgeprüft nach DIN 61373, Kat 1 Klasse B
- Hohe mechanische Belastbarkeit
- Sehr hohe Diversifikation der Geometrie möglich
- Gutes Kurzschlussverhalten der Wicklung
- Große Induktivität auf kleinem Bauraum
- Geringe magnetische Streuung
- Optimales Gewicht durch forcierte Luftkühlung
- Schutzgrad IPX4
- Montage im Abluftkanal des Stromrichters- Integration in ein vorhandenes Kühlsystem
- Verschmutzungsgrad PD4

## Informationen zur Eisendrossel ED

Die REO-Eisendrossel ED ist eine vollständige, betriebsfertige Einheit und kann in sämtliche Schienenfahrzeuge eingesetzt werden.

Die Eisendrossel filtert Spannungsspitzen und verhindert Spannungseinbrüche, sodass die Abweichungen von dem Idealbetrag der Spannung am Umrichtereingang möglichst gering sind. Darüber hinaus kann sie als Chopperdrossel oder als induktives Glied einer Filterkombination eingesetzt werden.

Mit einer ED werden besonders hohe Induktivitäten und geringe magnetische Streuungen erzielt.





## Technische Daten\*

Nennstrom $I_{nom}$ DC/AC	60 - 1500	[A]
Induktivität $L_{nom}$	1 - 32	[mH]
Linearität L(I)	$L(I) > 90\% \times L_{nom}$ bis $1,5 \times I_{nom}$	
Linearität L(f)	$L(f) > 90\% \times L_{nom}$ bis 30 kHz	
Parasitäre Kapazität	< 50	[nF]
Bemessungsspannung	200 - 4000	[kV]
Sättigungsinduktivität $L_{nom}$	50%	[%]
Max. Stoßkurzschlussstrom	10	[kA]
Prüfspannung	6 - 12	kV
Überspannungskategorie	OV1 - OV3	
Betriebsumgebungstemperatur	- 50 bis +65	[°C]
Kühlart	AN / AF	
Verschmutzungsgrad	PD 1- PD 4	
Schutzart	IP X4 - IP 21	
Max. Betriebshöhe	2000	[m]
Lebensdauer	> 30	Jahre
Ausfallrate	< 200	fit

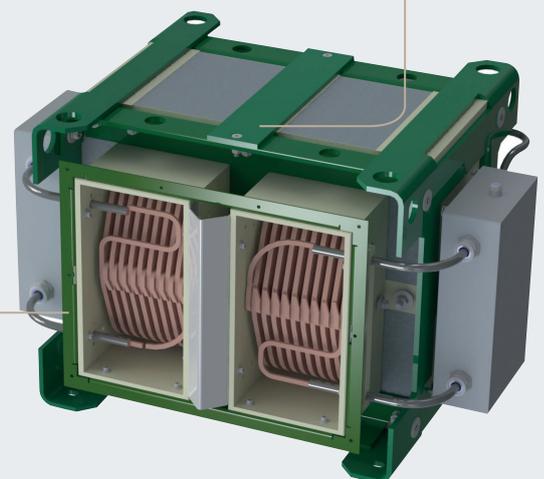
Eisendrossel LFD

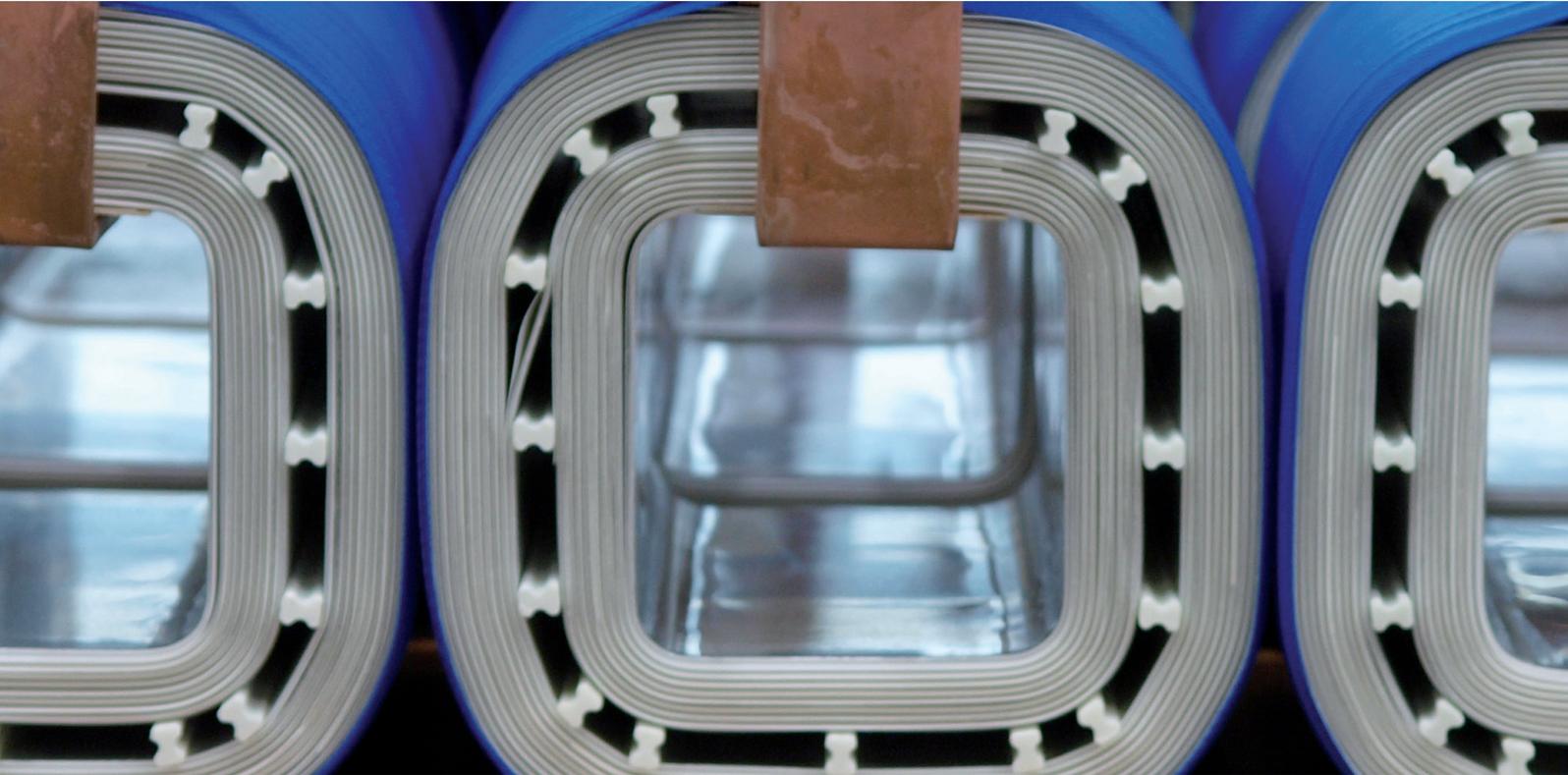
## Vorteile

- Schwing- und schockgeprüft nach DIN 61373, Kat 1 Klasse B
- Hohe mechanische Belastbarkeit
- Hohe Induktivität auf kleinem Bauraum
- Sehr hohe Sättigungsinduktivität
- Sehr geringe magnetische Streuung
- Optimales Gewicht durch forcierte Luftkühlung
- Schutzgrad IPX4
- Montage im Abluftkanal des Stromrichters, Integration in ein vorhandenes Kühlsystem
- Verschmutzungsgrad PD4
- Gut für AN

## Informationen zur Eisendrossel LFD

Mit einer REO-Eisendrossel LFD werden besonders hohe Sättigungsinduktivitäten und sehr geringe magnetische Streuungen erzielt.





Vergleich zwischen NTT-Drosseln				
	LD	TD	ED	LFD
Max. Strom	2000 A	1000 A	2500 A	1500 A
Induktivität $L_{nom}$	50 mH	0,5 mH	280 mH	280 mH
Linearität L(I)	sehr gut	sehr gut	ok	gut
Linearität L(f)	sehr gut	sehr gut	ok	gut
Magnetisches Streufeld	hoch	sehr gering	gering	sehr gering
Kurzschlussfestigkeit	sehr gut	gut	gut	ok
Mechanische Festigkeit	sehr gut	gut	gut	ok

NTT-Drosseln





Technische Daten*		
Nennleistung $P_{nom}$	2.5 - 1000	[kVA]
Primärspannung $U_{prim}$	50 - 2000	[V]
Frequenz	50/60	[Hz]
uk	2 - 32	%
Prüfspannung	1 - 12	kV
Betriebsumgebungstemperatur	-50 bis +65	[°C]
Kühlart	AN / AF	
Verschmutzungsgrad	PD1- PD 4	
Schutzart	IP X4 – IP 55	
Max. Betriebshöhe	2000	[m]
Lebensdauer	> 30	Jahre
Ausfallrate	< 200	fit

Transformator NTT ET/DT

## Vorteile

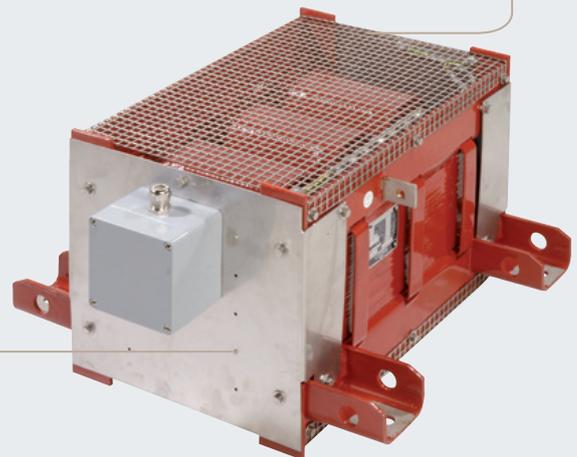
- Schwing- und Schockgeprüft nach DIN 61373 Kat 1 Klasse B
- Hoher Wirkungsgrad
- Geringe Leerlaufverluste
- Reduzierte Feldstreuung
- Geringe Geräuschentwicklung
- Gewichtsoptimiert
- Hohe mechanische Belastbarkeit
- Schutzgrad IPX4
- Montage im Abluftkanal des Stromrichters, Integration in ein vorhandenes Kühlsystem
- Verschmutzungsgrad PD4
- Mit integriertem Streukern auch als Streufeldtransformator erhältlich

## Informationen zu Transformatoren

Der Transformator verbindet Einphasen- oder Mehrphasenwechsellspannungsnetze gleicher Frequenz, aber mit meist unterschiedlicher Spannung. Die Kopplung der beiden Netze erfolgt mit Hilfe des magnetischen Feldes, so dass auch stets eine galvanische Trennung der Netze vorliegt.

Die Transformatoren ET und DT sind konzipiert für den Einsatz von Fahrzeugen im AC oder DC Netz (im Wechselrichterbetrieb). Dabei werden die Transformatoren entweder zur galvanischen Trennung der AC Netze, oder zur Spannungsanpassung der Hilfsbetriebeumrichter Ausgangsspannung eingesetzt.

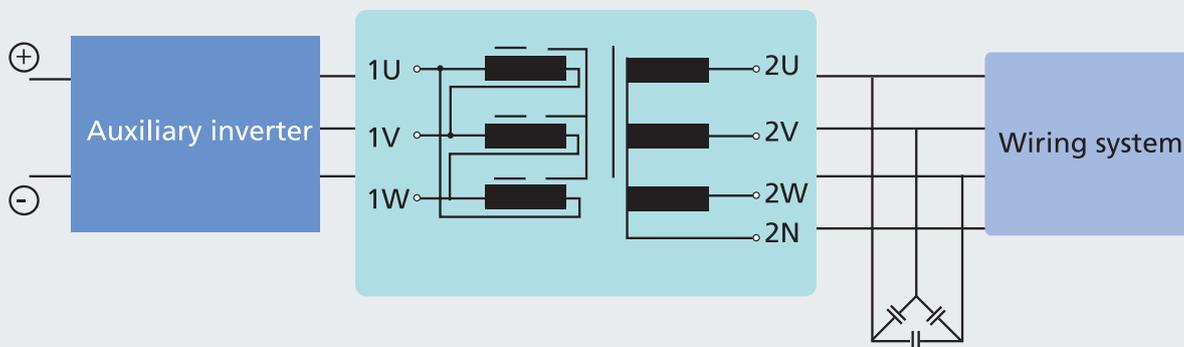
Mit dem Begriff „Transformator“ wird die vollständige, betriebsfertige Einheit bezeichnet.



# REO Streufeldtransformator

Gerade im Bahnbereich, wenn es um größtmöglichen Komfort und Sicherheit für die Passagiere geht, werden platzsparende, sichere und langlebige Komponenten benötigt. Stromeinbrüche oder Spannungsverluste können verschiedene unerwünschte Effekte, wie den Verlust der Motorleistung, verursachen.

Der REO Streufeldtransformator sorgt für einen harmonischen Verlauf der Ströme und Spannungen am Ausgang, filtert somit Oberwellen und sorgt somit für eine Begrenzung des Rippel-Stroms. Durch die räumliche Trennung von Primär- und Sekundärwicklung und die damit verbundene gezielte Vergrößerung des magnetischen Streuflusses erreicht man beim REO Streufeld-Transformator eine lose magnetische Kopplung. Somit wird die Funktion eines Transformators (Spannungstransformation und galvanische Trennung) und einer Sinusfilterdrossel vereint.



**Aufbau:** Die Primärwicklung umschließt beide Eisenkerne; die Sekundärwicklung umschließt nur den ungesicherten Transformator Kern. Die Streuinduktivität wird so definiert, dass sie im Zusammenhang mit einem nachgeschalteten Kondensator einen Tiefpassfilter zur Dämpfung der pulsfrequenten Strom- und Spannungsanteile bildet.

Um die Wirkung eines Streukerntransformators zu verdeutlichen, wurden bei unterschiedlichen Taktfrequenzen die Ein- und Ausgangsströme sowie die Ein- und Ausgangsspannungen ozzilloskopiert. Vergleicht man die verschiedenen Messungen, so kann man feststellen, dass am Ausgang des Streukerntransformators die Ströme und Spannungen sinusförmiger verlaufen, d.h. aufgrund des Zusammenspiels der Streuinduktivität und des Kondensatorpaketes bildet sich ein LC-Filter, der Oberwellen herausfiltert und den Rippel-Strom begrenzt. Je höher die Taktfrequenz des Frequenzumrichters ist, umso größer ist die Filterwirkung.

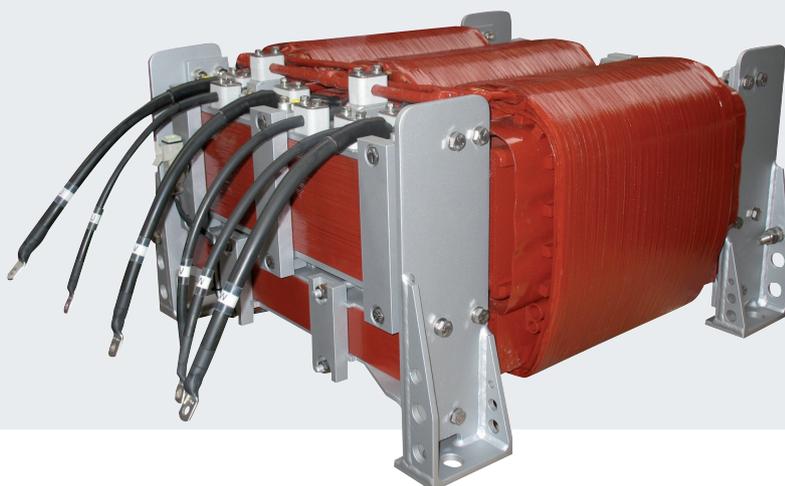
## Optional

- Diverse Leistungsklassen: 50 kVA, 100 kVA, 150kVA und 200 kVA
- Spannungsabfall uk 10%, 20%, 30%
- Spannungsübersetzung / Wicklungen frei wählbar
- Wicklung nach Material und Isolationsgrad frei wählbar sowie Wirbelstromverlustarm optimiert

## Vorteile

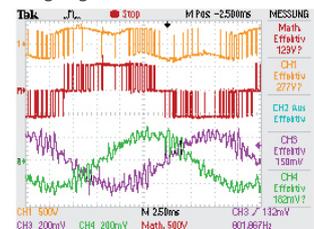
- Platzsparend (Transformator und Drossel in einem Bauteil)
- längere Lebensdauer für Motoren durch Begrenzung der Stromspitzen
- kostengünstig
- optimiert für den Bahnbetrieb (hoher Verschmutzungsgrad, Schock- und Vibrationsgeprüft, Salznebel- und Tauchbadgeprüft)

Type*	Leistung	Uprim/Usek	uk	$L\sigma, \text{prim.} / \text{sek}$	Kühlung
RUT 500-71-10	71 kVA	580 V / 400 V	10%	1.47 / 0.7mH	AN (1 m/s)
RUT 500-86-20	86 kVA	300 V / 400 V	20%	1 / 1.6 mH	AN (1 m/s)
RUT 500-95-19	95 kVA	1175 V / 440 V	19%	7 / 1 mH	AN (1 m/s)
RUT 500-115-33	115 kVA	1660 V / 480 V	33%	21 / 1.7 mH	AN (1 m/s)
RUT 500-120-26	120 kVA	1015 V / 380 V	26%	7.1 / 1 mH	AN (1 m/s)
RUT 500-155-4	155 kVA	690 V / 400 V	4%	0.45 / 0.15 mH	AN (1 m/s)
RUT 500-85-11	85 kVA	560 V / 400 V	11%	1.32 / 0.7mH	AF (2.5 m/s)
RUT 500-90-50	90 kVA	210 V / 400 V	50%	0.66 / 2.4 mH	AF (2.5 m/s)
RUT 500-111-60	111 kVA	210 V / 400 V	60%	0.8 / 2.9 mH	AF (2.5 m/s)
RUT 500-130-25	130 kVA	1175 V / 440 V	25%	7 / 1 mH	AF (2.5 m/s)
RUT 500-160-35	160 kVA	1015 V / 380 V	35%	7.1 / 1 mH	AF (2.5 m/s)
RUT 500-160-46	160 kVA	1660 V / 480 V	46%	21 / 1.7 mH	AF (2.5 m/s)
RUT 500-215-6	215 kVA	690 V / 400 V	6%	0.45 / 0.15 mH	AF (2.5 m/s)
RUT 500-110-6	110 kVA	1050 V / 400 V	6%	1.6 / 0.24 mH	AF (5 m/s)
RUT 500-110-15	110 kVA	560 V / 400 V	15%	1.32 / 0.7mH	AF (5 m/s)
RUT 500-125-6,5	125 kVA	330 V / 400 V	6,5%	0.1 / 0.15 mH	AF (5 m/s)
RUT 500-168-33	168 kVA	1175 V / 440 V	33%	7 / 1 mH	AF (5 m/s)
RUT 500-170-26	170 kVA	640 V / 380 V	26%	2 / 0.7 mH	AF (5 m/s)
RUT 500-200-44	200 kVA	1015 V / 380 V	44%	7.1 / 1 mH	AF (5 m/s)
RUT 500-200-57	200 kVA	1660 V / 480 V	57%	21 / 1.7 mH	AF (5 m/s)
RUT 500-208-30	208 kVA	1015 V / 380 V	30%	4.7 / 0.67 mH	AF (5 m/s)
RUT 500-250-39	250 kVA	726 V / 380 V	39%	2.6 / 0.71 mH	AF (5 m/s)
RUT 500-275-8	275 kVA	690 V / 400 V	8%	0.45 / 0.15 mH	AF (5 m/s)
RUT 500-310-27	310 kVA	1370 V / 400 V	27%	5.2 / 0.4 mH	AF (5 m/s)
RUT 500-690-35	690 kVA	1125 V / 750 V	35%	2 / 0.9 mH	OF



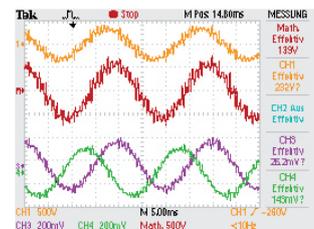
## Gegenüberstellung bei 2 kHz:

Eingang



CH1 = U(U1)  
 CH2 = U(U1-W1)  
 CH3 = I(U1) (100mV=10A,20A/Div)  
 CH4 = I(W1) (100mV=10A,20A/Div)

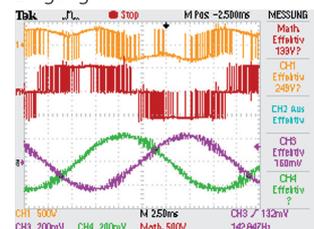
Ausgang



CH1 = U(U2)  
 CH2 = U(U2-W2)  
 CH3 = I(U2) (100mV=10A,20A/Div)  
 CH4 = I(W2) (100mV=10A,20A/Div)

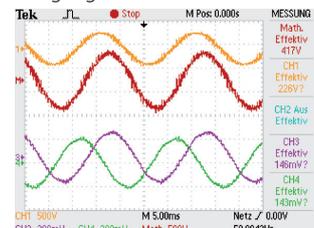
## Gegenüberstellung bei 4 kHz:

Eingang



CH1 = U(U1)  
 CH2 = U(U1-W1)  
 CH3 = I(U1) (100mV=10A,20A/Div)  
 CH4 = I(W1) (100mV=10A,20A/Div)

Ausgang



CH1 = U(U2)  
 CH2 = U(U2-W2)  
 CH3 = I(U2) (100mV=10A,20A/Div)  
 CH4 = I(W2) (100mV=10A,20A/Div)



Technische Daten *		
Dauerleistung	Bis 25.000	[W]
Nennspannung	Bis 4.200	[V]
Schutzart	IP 00 - IP 65	

REO Widerstände

## REOhm NTT-Widerstände

Für die REOhm Baureihen NTT werden nur bahntaugliche, qualitativ hochwertige Vormaterialien verwendet. Die Anschlussleitungen und alle weiteren Komponenten wurden speziell für die Bahnanwendung ausgelegt. Es werden nur Materialien verwendet, die über eine Bahnzulassung verfügen. Widerstände in Profilausführung sind vom Aufbau voll gekapselt und ermöglichen sehr hohe Schutzarten bis IP 65. Durch den Aufbau haben die äußeren Umwelteinflüsse nur eine sehr geringe Einwirkung auf den Widerstand.

## Vorteile

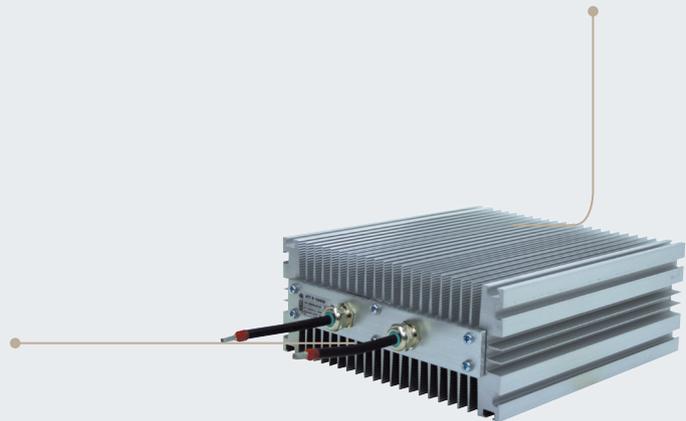
- Hoher mechanischer Schutz
- Geräuscharm
- Luft- und flüssigkeitsgekühlte Widerstände
- Hohe Funktionssicherheit und Lebensdauer
- Schutzarten von IP 00 bis IP 65
- Drähte sind aufgrund einer speziellen Wickeltechnologie räumlich getrennt, d.h. höhere Spannungsfestigkeit
- Der Widerstand kann höhere Impulslasten aufnehmen und zwischenspeichern
- Widerstände sind unempfindlich gegen Feuchtigkeit und Verschmutzung
- Geringe Anfälligkeit bei Vibrationen und Schwingungen
- Langjährige Erfahrung im Bahnbereich mit Profilfiltern
- Schwing- und Schockgeprüft nach DIN 61373 Kat 1 Klasse B
- Umweltprüfungen (feuchte Wärme) nach EN 60068-2-78
- Salznebel nach EN 60068-2-78



Beispiel: REOhm Baureihe NTT R 153



Beispiel: REOhm Baureihe NTT RD 158



Beispiel: REOhm Dämpfungswiderstand NTT R 159



Technische Daten*			
Primärnennstrom	$I_{PN}$	0 bis 3.000	[A]
Maximaler Primärnennstrom	$I_{maxPN}$	0 bis 1.000	[A]
Sekundärstrom	$I_{aN}$	0 bis 1.000	[mA]
Umgebungstemperatur	$T_A$	-25 bis +85	[°C]
Isolationsprüfspannung	$V_p$	3	[kVac]

REO Stromwandler

## Vorteile

- Stromwandler zur höherwertigen Strommessung
- Verwendung von nanokristallinen und höherwertigen Kernen
- Hochwertige Drähte der Temperaturklasse F (155°C), H (180°C)
- Hochwertige Isoliermaterialien nach UL gelistet (z.B. UL94VO)
- Sichere elektrisch getrennte Primär- und Sekundärstromkreise
- Hohe Zuverlässigkeit
- Unkritisch bei Überlastströmen
- Robuste Gehäusebauformen (horizontale/vertikale Montage)
- Schwing- und Schockprüfung nach DIN EN 61373 Kategorie 1 Klasse B
- Variable Anschlüsse, z.B. Klemmen, Stecker, Flachstecker oder Kabel
- Vielseitiges Gehäuseangebot mit unterschiedlichen Durchstecköffnungen

## REO Stromwandler

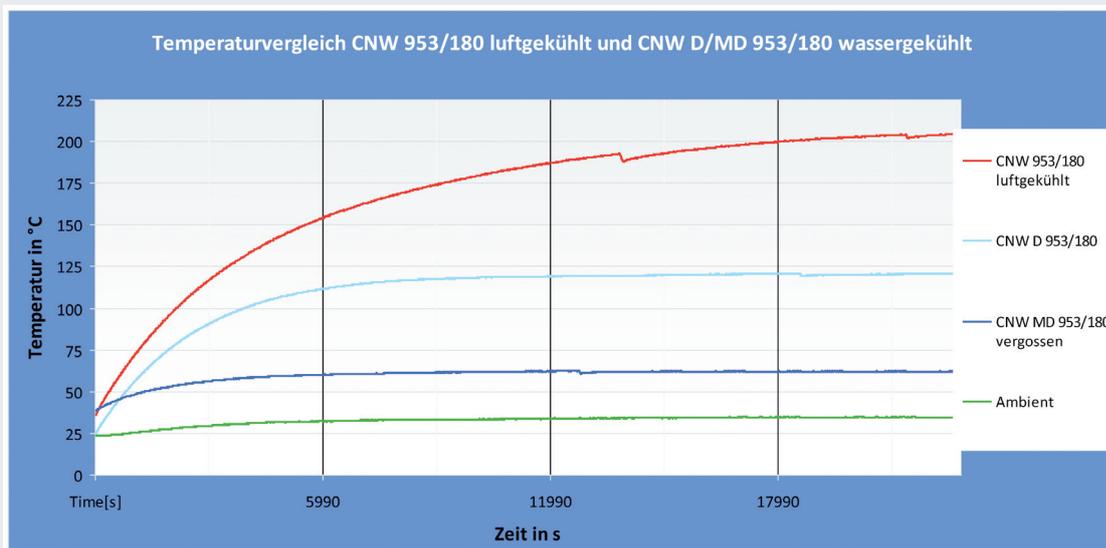
Das breite Spektrum an Strom- und Spannungswandlern aus dem Hause REO bietet eine Vielzahl an Anwendungsmöglichkeiten - von der einfachen Stromüberwachung, über den Einsatz bei Frequenz-, Haupt- und Nebenstromumrichtern, bis hin zur effizienten Energiereduzierung.

Unterschiedliche Technologien, wie beispielsweise Direktabbildende- (Open Loop) und Kompensations- (Closed Loop) Technologie sowie Strommessungen im Bereich bis zu 3000 A ermöglichen den optimalen Einsatz für Ihre Anwendung.



Die Drosseln sind in den Schutzarten IP 00 bis IP 65 erhältlich. REO kann für diese Komponenten verschiedene Arten der Flüssigkeitskühlung realisieren. Dies bedeutet eine gezielte Ableitung der Verluste über den Kühlkreislauf - die Verluste werden nicht in die Umgebung abgeleitet. Durch den Einsatz von Flüssigkeitskühlung lassen sich die Temperaturen in den Bauelementen stark senken - das heißt weniger Stress für die Isolationsmaterialien und längere Lebensdauer.

## Vorteile von flüssigkeitsgekühlten Drosseln



- Max. Temperatur CNW 953/180 luftgekühlt: 205° C
- Max. Temperatur CNW D 953/180 flüssigkeitsgekühlt: 120° C
- Max. Temperatur CNW MD 953/180 flüssigkeitsgekühlt und vergossen: 68° C

Anhand der Messungen, ist der Vorteil der Flüssigkeitskühlung eindeutig zu sehen. Alle drei Varianten wurden mit der gleichen Belastung getestet. Hierbei hat die offene, flüssigkeitsgekühlte Drossel einen Temperaturvorteil von 52 K. In der CNW MD Version konnte die Temperatur in der Drossel sogar um 137 K gesenkt werden. Dieser Vorteil wurde durch spezielle Vergusstechniken und einem besonderen Aufbau erreicht.

- Drossel, die auf einer Metallplatte vergossen wird, welche über integrierte Kühlkanäle verfügt. Diese Bauform ermöglicht eine gezielte und optimierte Kühlung für kleinere Leistungen und zeichnet sich durch eine einfache Integrierbarkeit in bestehende Kühlsysteme aus.
- In 4 verschiedenen Versionen lieferbar (IP 00, IP 20, IP 20+EMV und IP 64)
- Strom 3 - 70 A



Technische Daten*	
Strom	6 - 70 A
Schutzart	IP 00 - IP 64
Induktivität	0,1 - 10 mH

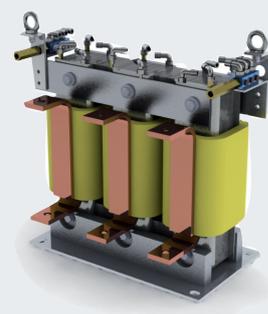
CNW MC



- Drossel in offener Ausführung, bei der Kühlprofile in der Wicklung integriert werden. Durch diese Technik kann die Wärme direkt am Entstehungsort gebunden und der Anwendung entzogen werden.
- Vollvergossene Drossel, bei der „Wassertaschen“, die mit Wicklung und Vergussmasse verarbeitet werden, an ein Flüssigkeitskühlsystem angeschlossen werden. Diese Technik vereint die Vorteile der Vergusstechnik zum Erreichen einer hohen Schutzklasse und der effektiven Wärmeabgabe am Entstehungsort.

Technische Daten*	
Ausführung	Offene Ausführung
Strom	100 - 1200 A
Schutzart	IP 00 - IP 40
Induktivität	5 - 147 mH

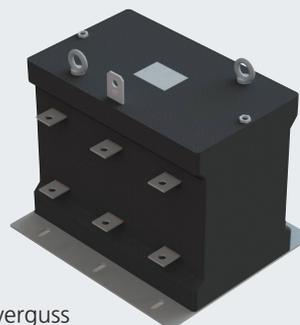
CNW MD



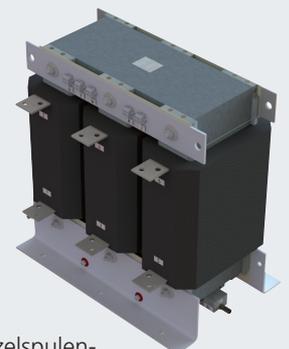
offene Ausführung

Ausführung	Vollverguss mit Wassertaschen
Strom	100 - 3000 A
Schutzart	IP 00 - IP 65
Induktivität	5 - 200 mH

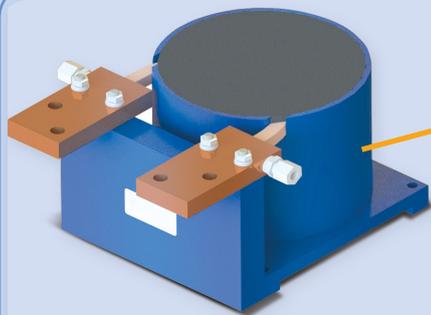
CNW MD



Vollverguss



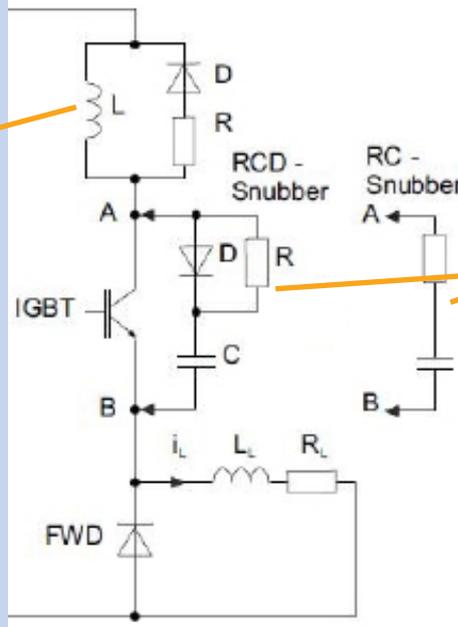
Einzelspulen-  
verguss



## Stoßstromdrossel NTT LD-DH 100

Anwendung im Snubber-Glied  
zur di/dt-Begrenzung

Nennstrom: 500 - 2500 A  
Nennspannung: bis 3000 V

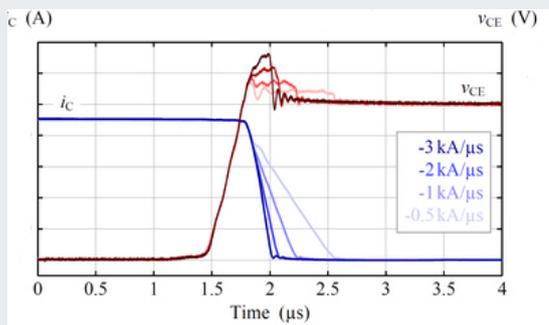


## Snubber-Widerstand REOhm RD 130

Widerstand zur Dämpfung von HF-Schwingungen  
und Begrenzung des Entladestromes

Leistung: 4000 W  
Nennspannung: 600 V  
Schutzart: IP 00

Die direkt wassergekühlten Induktivitäten und Widerstände werden in Dämpfungsgliedern (Snubber-Gliedern) eingesetzt. Die Aufgabe von Dämpfungsgliedern ist die Begrenzung der Spannungsanstiegsgeschwindigkeit ( $du/dt$ ) und des Stromanstiegswertes ( $di/dt$ ) an Halbleitern (Thyristoren, IGBT, Bipolartransistoren) auf einen für diese unkritischen Wert. Die Kühlung erfolgt mit deionisiertem Wasser. Das Anwendungsfeld ist in Umrichtern großer Leistung oder Mittelspannungsumrichtern.

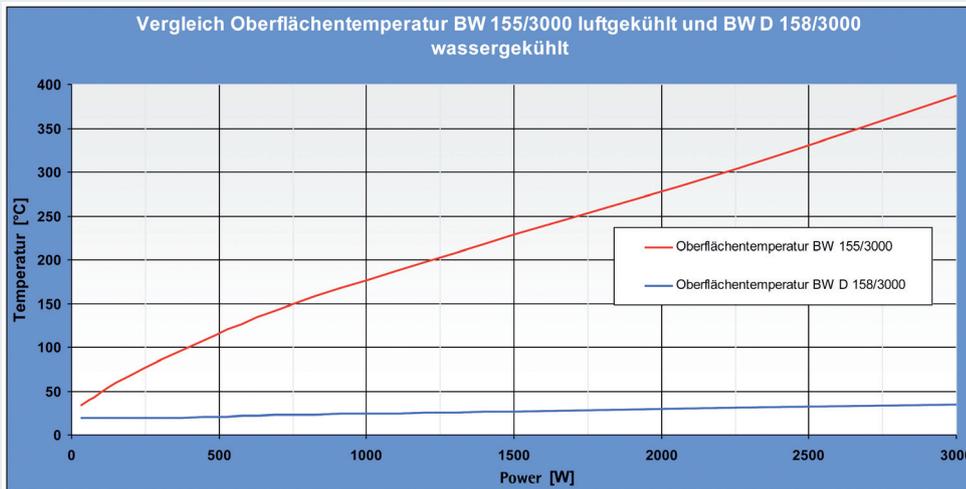


Vergleich von  $du/dt$  und  $di/dt$  eines IGBT im Abschaltmoment mit und ohne Snubberbeschaltung.

### Vorteile

- Schutz vor zu hohem Spannungsanstieg  $du/dt$
- Schutz vor zu hohem Stromanstieg  $di/dt$
- hohe Impulsfestigkeit
- direkte Wasserkühlung
- kompakte Abmaße
- Kühlung mit deionisiertem Wasser
- geringes Gewicht

## Flüssigkeitsgekühlte Widerstände - Ideal für die Bahntechnik



Flüssigkeitsgekühlte Widerstände gibt es in Leistungen von 1 bis 100 kW. In den Kühlkörper eingebrachte Kühlkanäle erlauben eine effiziente Kühlung und die räumliche Trennung der Strom- und flüssigkeitsführenden Leitung. So wird eine sichere Anwendung gewährleistet. Neben den generellen Vorteilen der REOHM-Widerstände, wie ein modularer Aufbau zum Erreichen höherer Leistungen oder die kompakte Bauform, verfügen die Bremswiderstände über einen optimalen Aufbau und eine bestmögliche Leistungsaufnahme, wodurch sie auch Vibrations- und Schockprüfungen standhalten. REOHM-Widerstände sind eine optimierte Kombination bewährter und innovativer Techniken, so dass dem Einsatz in hohen Leistungsklassen unter eingeschränkten Platzverhältnissen mit Hilfe der Flüssigkeitskühlung nichts im Wege steht.

### Baureihe REOHM BW D158 /160

- Brems- bzw. Lastwiderstand für die Bahntechnik mit integrierter Flüssigkeitskühlung
- Leistung: 5 - 100 kW
- Kühlkanäle Baureihe BW D 158: Aluminium (AlMgSi 0,5)  $D_i = 10,5$  mm
- Kühlkanäle Baureihe BW D 160: Kupfer oder Edelstahl  $D_i = 10$  mm

### Vorteile

- Schwing- und Schockgeprüft nach DIN 61373 Kat 1 Klasse B
- Umweltprüfungen (feuchte Wärme) nach EN 60068-2-78
- Salznebel nach EN 60068-2-78





## Baureihe REOHM BW D330

- Die Baureihe BWD 330 ist als Lade- oder Dämpfungswiderstand oder als Bremswiderstand für die Bahntechnik mit Leistungen bis 100 kW erhältlich.  
Die Flüssigkeitskühlung ermöglicht eine Platzersparnis bis zu 88% im Gegensatz zu einem herkömmlichen luftgekühlten Bremswiderstand. Als besonderes Extra kann der Widerstand ganz einfach über tropffreie Schnellverschlüsse angeschlossen werden.

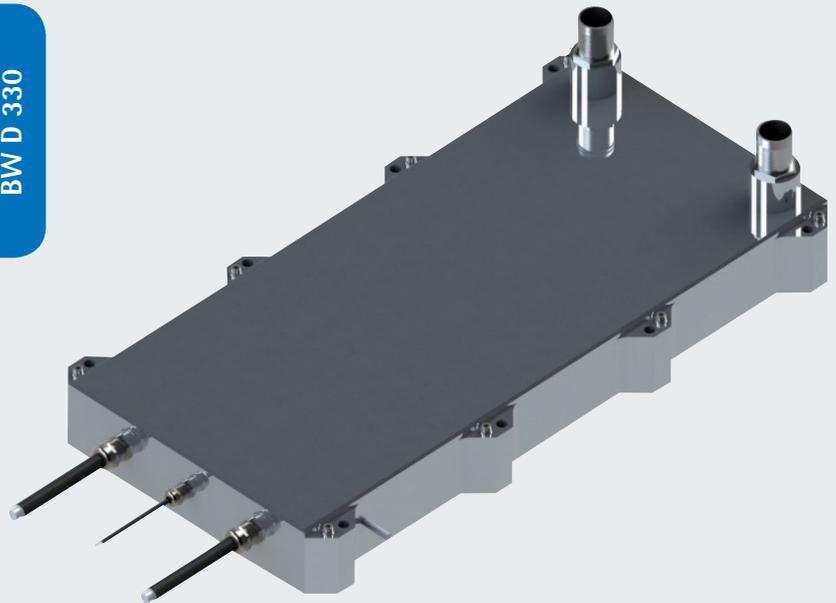


Technische Daten	
Leistung	bis 60 kW
Schutzart	IP 20 - IP 66
Widerstandswerte	1 - 100 Ohm

BW D 330

### Vorteile

- 88 % Platzersparnis
- Größere Leistungen durch Kombinationen möglich
- Schwing- und Schockgeprüft nach DIN 61373 Kat 1 Klasse B
- Umweltprüfungen (feuchte Wärme) nach EN 60068-2-78
- Salznebel nach EN 60068-2-78
- tropffreie Schnellverschlüsse

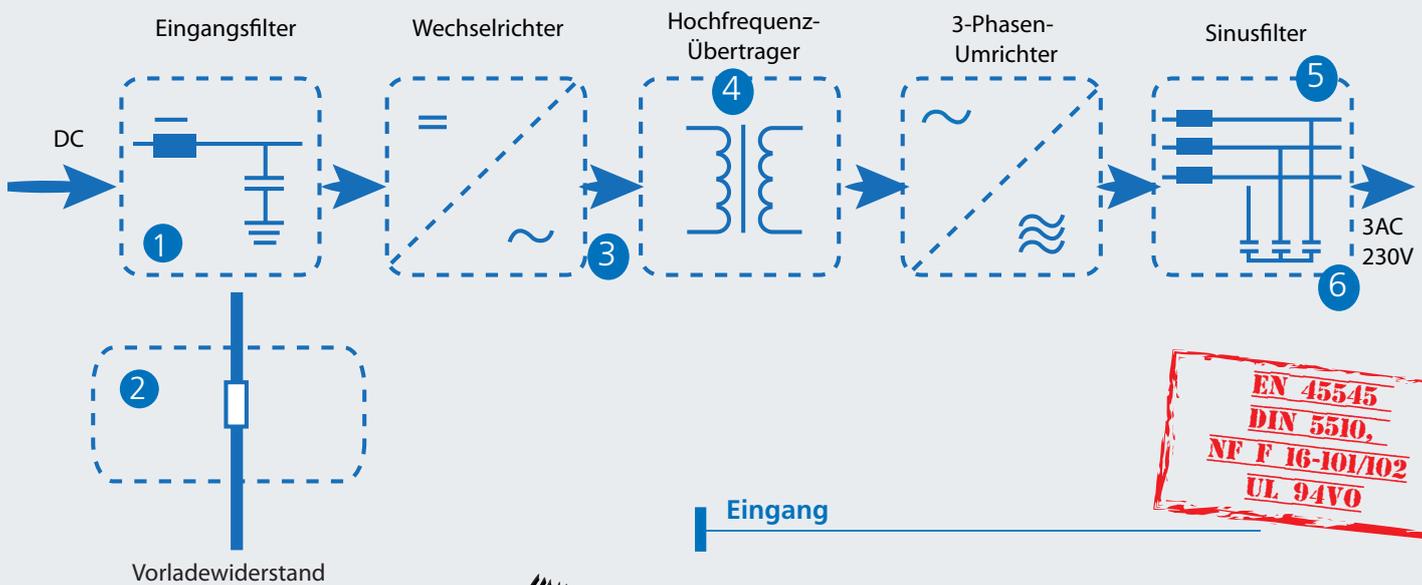




Elektrische Bahnen verfügen über einen außerordentlichen Bedarf an Energie, beispielsweise für Heizungen, Klimaanlage, Beleuchtung oder die Küche im Bistrowagen. All diese Peripherieanwendungen benötigen im Normalfall einen anderen als den vom Versorgungsnetz zur Verfügung gestellten Strom. Neben der optimalen Versorgung dieser Einrichtungen spielt auch die EMV-Verträglichkeit zum Schutz der Passagiere eine außerordentliche Rolle.

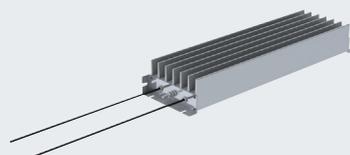
Diese Hilfsbetriebeumrichter müssen den harten Anforderungen in der Bahntechnik gerecht werden: Schock- und Vibrationsfestigkeit, hohe Schutzklassen und eine lange Lebensdauer sind nur einige Beispiele hierzu.

REO entwickelt und fertigt hierfür Komponenten, die sowohl als Standardkomponente als auch in hochfrequenter Bauweise angeboten werden - für jede Anwendung die richtige Lösung!



Vorladewiderstand

Flüssigkeitsgekühlte Coldplate-Version



## Eingang

- REO Netzdrosseln 750 V - 3600 V\***  
 In vergossener Bauform für eine Schutzart bis IP 65; Einsatz zur Reduzierung der Kommutierungsverluste und der Netzurückwirkungen; sehr robust und gute Wärmeabgabe / auch als Coldplateversion verfügbar

### oder

- REO EMV-Filter\***  
 Mit hoher Dämpfung (bis zu 100 dB von einfachen bis breiten Spektren) im praktischen Profilgehäuse für variable Montage und garantiert geringer Erwärmung

- REO Ladewiderstände (bis 3 kW)\***  
 Für den Einsatz an Kondensatoren, verfügen sie über eine optimale Leistungsaufnahme und hervorragende Wärmeableitung durch eine optimale Bauform. (Schutzart bis IP67)



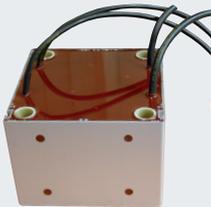
## Zwischenkreis

3

### REO Hoch-/Tiefsetzstellerdrossel

Die Drossel dient zur Umformung einer Gleichspannung in eine andere (höhere oder niedrigere) DC-Spannung in einer Bordnetzversorgung und wird an einer Spannung von 500 - 1100 V betrieben.

Die Drosseln sind mit Cu-Wicklung und amorphem Kern ausgeführt.



4

### REO HF-Transformator\*\*

Der HF-Transformator dient beispielsweise bei einer Spannungsversorgung als Trenntransformator. Eine sichere Trennung, geringe Teilentladungsaussetzspannung und Weitbereichseingangsspannung zeichnen ihn aus.

## Ausgang

5

### REO Sinusfilter (690 V / 1.200 A)\*

Zur Sinusformung des Stromes und der Spannung. Einsatz zum Beispiel bei Klimaanlage gegen Lärmbelästigung (Schutzart bis IP 65)

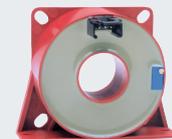
oder



6

### REO Stromwandler (0 - 1000 A)\*\*

In bahntauglicher Bauweise für AC/DC Messungen bis 150 kHz, zeichnen sie sich durch kurze Ansprechzeiten und eine hervorragende Linearität aus.



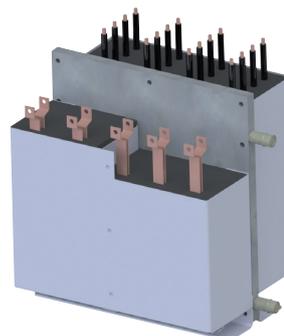
\*höhere Leistungen auf Anfrage

## Kombinationsmöglichkeiten

Als Alternative zu den einzeln und indirekt flüssigkeitsgekühlten Induktivitäten bietet REO auch die Coldplate-Version an. Dabei werden die Komponenten auf einer Coldplate montiert und mit Hilfe eines einzigen Wasserkreislaufes gekühlt.

Die Coldplate-Version bietet viele Vorteile:

- kompakte Bauform und daher platzsparend
- hohe Leistungsdichte und Effizienz
- kostengünstig da ein Kühlsystem für alle Komponenten
- hohe Flexibilität in der Anordnung
- auch mit einem Bremswiderstand als Kühlplatte kombinierbar



## Coldplate-Version

- Beispiel einer kundenspezifischen Lösung: Kombination von Filterdrosseln, Hochsetzstellerdrosseln und Übertragern, bahntauglich und an eine Coldplate montiert



REO AG

Brühler Straße 100 · D-42657 Solingen  
Tel.: +49 (0)212 8804 0 · Fax: +49 (0)212 8804 188

E-Mail: [info@reo.de](mailto:info@reo.de)  
Internet: [www.reo.de](http://www.reo.de)

#### ■ Divisions:

##### ▶ REO Vibratory Feeding and Power Electronics Division

REO Vibratory Feeding and Power Electronics Division  
Brühler Straße 100 · D-42657 Solingen  
Tel.: +49 (0)212 8804 0 · Fax: +49 (0)212 8804 188  
E-Mail: [info@reo.de](mailto:info@reo.de)

##### ▶ REO Train Technologies Division

REO Train Technologies Division  
Erasmusstraße 14 · D-10553 Berlin  
Tel.: +49 (0)30 3670236 0 · Fax: +49 (0)30 3670236 10  
E-Mail: [zentrale.berlin@reo.de](mailto:zentrale.berlin@reo.de)

##### ▶ REO Drives Division

REO Drives Division  
Holzhausener Straße 52 · D-16866 Kyritz  
Tel.: +49 (0)33971 485 0 · Fax: +49 (0)33971 485 90  
E-Mail: [zentrale.kyritz@reo.de](mailto:zentrale.kyritz@reo.de)

##### ▶ REO Medical and Current Transformer Division

REO Medical and Current Transformer Division  
Schuldhöfzinger Weg 7 · D-84347 Pfarrkirchen  
Tel.: +49 (0)8561 9886 0 · Fax: +49 (0)8561 9886 40  
E-Mail: [zentrale.pfarrkirchen@reo.de](mailto:zentrale.pfarrkirchen@reo.de)

##### ▶ REO Test and PowerQuality Division

REO Test and PowerQuality Division  
Brühler Straße 100 · D-42657 Solingen  
Tel.: +49 (0)212 8804 0 · Fax: +49 (0)212 8804 188  
E-Mail: [info@reo.de](mailto:info@reo.de)

#### PRODUCTION + SALES:

- China  
REO Shanghai Inductive Components Co., Ltd  
E-Mail: [info@reo.cn](mailto:info@reo.cn) · Internet: [www.reo.cn](http://www.reo.cn)
- India  
REO GPD INDUCTIVE COMPONENTS PVT. LTD  
E-Mail: [info@reogpd.com](mailto:info@reogpd.com) · Internet: [www.reo-ag.in](http://www.reo-ag.in)
- USA  
REO-USA, Inc.  
E-Mail: [info@reo-usa.com](mailto:info@reo-usa.com) · Internet: [www.reo-usa.com](http://www.reo-usa.com)

#### SALES:

- France  
REO VARIAC S.A.R.L.  
E-Mail: [reovariac@reo.fr](mailto:reovariac@reo.fr) · Internet: [www.reo.fr](http://www.reo.fr)
- Great Britain  
REO (UK) Ltd.  
E-Mail: [main@reo.co.uk](mailto:main@reo.co.uk) · Internet: [www.reo.co.uk](http://www.reo.co.uk)
- Italy  
REO ITALIA S.r.l.  
E-Mail: [info@reotalia.it](mailto:info@reotalia.it) · Internet: [www.reotalia.it](http://www.reotalia.it)
- Poland  
REO CROMA Sp.zo.o  
E-Mail: [croma@croma.com.pl](mailto:croma@croma.com.pl) · Internet: [www.croma.com.pl](http://www.croma.com.pl)
- Spain  
REO ESPAÑA 2002 S.A.  
E-Mail: [info@reospain.com](mailto:info@reospain.com) · Internet: [www.reospain.com](http://www.reospain.com)
- Switzerland  
REO ELEKTRONIK AG  
E-Mail: [info@reo.ch](mailto:info@reo.ch) · Internet: [www.reo.ch](http://www.reo.ch)
- Turkey  
REOTURKEY ELEKTRONIK San. ve Tic. Ltd. Şti.  
E-Mail: [info@reo-turkey.com](mailto:info@reo-turkey.com) · Internet: [www.reo-turkey.com](http://www.reo-turkey.com)