

# Bedienungsanleitung

## REOhm Widerstand

## Inhaltsverzeichnis

<b>Sicherheitstechnische Hinweise für den Benutzer .....</b>	<b>3</b>
<b>Angewandte Richtlinien und harmonisierte Normen.....</b>	<b>14</b>
<b>Änderungen und Urheberrecht .....</b>	<b>15</b>
<b>1.0 Allgemeines.....</b>	<b>16</b>
1.1 Produktzuordnung und Gültigkeit dieses Dokuments .....	16
<b>2.0 Funktionsbeschreibung .....</b>	<b>16</b>
2.1 Bestimmungsgemäße Verwendung .....	16
2.2 Voraussetzungen für den bestimmungsgemäßen Einsatz.....	17
2.3 Nicht bestimmungsgemäßer Gebrauch.....	17
<b>3.0 Technische Daten .....</b>	<b>18</b>
3.1 Einschaltdauer und Überlastfaktoren .....	18
3.1.1 Mathematischer Zusammenhang .....	19
3.1.2 Beispiele .....	19
3.1.3 Belastungsdiagramme für luftgekühlte Widerstände.....	20
3.1.4 Belastungsdiagramme für wassergekühlte Widerstände .....	21
<b>4.0 Transport und Lagerung .....</b>	<b>22</b>
4.1 Transport .....	22
4.2 Lagerung.....	23
4.2.1 Lagerbedingungen.....	23
4.2.2 Hinweis zur Feuchtigkeitsaufnahme und Isolationswiderstand .....	23
4.2.3 Langzeitlagerung .....	24
4.2.4 Lagerung von flüssigkeitsgekühlten Widerständen .....	25
<b>5.0 Montage / Installation / Inbetriebnahme .....</b>	<b>26</b>
5.1 Allgemeine Hinweise .....	26
5.2 Mechanische Montage .....	26
5.2.1 Freiräume und Mindestabstände .....	26
5.2.2 Einbaulage.....	27
5.3 Elektrische Montage .....	29
5.3.1 Sicherheitsgrundlagen .....	29
5.3.2 Allgemeine Anschlussvorgaben .....	29
5.3.3 Isolationsanforderungen und Feuchtigkeitsschutz .....	29
5.3.4 Mechanische Anschlüsse und Anzugsdrehmomente.....	30
5.3.5 Elektrische Montage bei Widerstands Kombinationen / vorhandenen Klemmen .....	30
5.3.6 Drehmomente für Anschlussklemmen und Kabelverschraubungen .....	31
<b>6.0 Bedienung .....</b>	<b>33</b>
6.1 Allgemeine Hinweise .....	33
6.2 Hinweise für wassergekühlte Ausführungen .....	33
6.3 Anforderungen bei forcierter Kühlung .....	33
6.4 Betriebsüberwachung .....	33
<b>7.0 Reinigung / Wartung / Instandhaltung.....</b>	<b>34</b>
7.1 Reinigung.....	34
7.2 Wartung .....	34
7.3 Instandhaltung .....	34
<b>8.0 Störungen und Fehlerbehebung .....</b>	<b>35</b>
8.1 Allgemeine Hinweise .....	35
8.2 Typische Störungsbilder und Maßnahmen.....	35
8.3 Verhalten im Fehlerfall.....	35
<b>9.0 Demontage und Entsorgung .....</b>	<b>36</b>
9.1 Sicherheit bei der Demontage .....	36
9.2 Entsorgung .....	36

### Wichtiger Hinweis!

#### VOR INBETRIEBNAHME SORGFÄLTIG LESEN UND ZUR SPÄTEREN VERWENDUNG AUFBEWAHREN

Diese Anleitung enthält alle erforderlichen Informationen für den bestimmungsgemäßen Gebrauch der beschriebenen Produkte. Sie richtet sich ausschließlich an qualifizierte Fachkräfte.

Als qualifizierte Fachkräfte gelten Personen, die aufgrund ihrer fachlichen Ausbildung, Erfahrung und Unterweisung an das spezielle Umfeld der Antriebs- und Elektrotechnik sowie ihrer Kenntnisse einschlägiger Normen, Vorschriften, Unfallverhütungsvorschriften und betrieblicher Abläufe vom Betreiber beauftragt wurden, die jeweils erforderlichen Tätigkeiten durchzuführen. Diese Personen müssen in der Lage sein, mögliche Gefahren zu erkennen und geeignete Schutzmaßnahmen umzusetzen. Definition für Fachkräfte laut VDE 1000-10; DIN EN 50110-1 (VDE 0105-1).

Es ist sicherzustellen, dass alle grundlegenden Planungsarbeiten an der Maschine oder Anlage sowie sämtliche Tätigkeiten im Zusammenhang mit Transport, Montage, Installation, Inbetriebnahme, Wartung und Instandsetzung durch qualifiziertes Fachpersonal ausgeführt oder von entsprechend verantwortlichen Fachkräften überwacht werden.

Dabei sind insbesondere folgende Punkte zu beachten:

### Sicherheitshinweise zur Montage und Inbetriebnahme

Bei allen Arbeiten im Zusammenhang mit der Montage, Installation, Inbetriebnahme, Wartung und Instandsetzung sind die nachfolgenden Hinweise zwingend zu beachten:

- **Einhaltung technischer Daten und zulässiger Einsatzbereiche**, wie sie beispielsweise in Katalogen, Auftragsunterlagen, auf Typenschildern sowie in Produktkennzeichnungen angegeben sind.
- **Beachtung allgemeiner Errichtungs- und Sicherheitsvorschriften**, insbesondere der jeweils gültigen Normen (z. B. VDE-Vorschriften, DIN-Normen) sowie gesetzlicher Bestimmungen.
- **Berücksichtigung örtlicher und anlagenspezifischer Vorgaben**, insbesondere hinsichtlich elektrischer Schutzmaßnahmen, Umgebungsbedingungen und Zugangsregelungen.
- **Fachgerechter Einsatz geeigneter Werkzeuge sowie Hebe- und Transporteinrichtungen**, um Beschädigungen und Gefährdungen zu vermeiden.
- **Verwendung persönlicher Schutzausrüstung (PSA)** gemäß den geltenden Vorschriften des Arbeitsschutzes.
- **Einhaltung der spezifizierten Montagebedingungen**, insbesondere:
  - Sicherstellung des erforderlichen Berührungsschutzes während des Betriebs,
  - Schutz vor elektrischem Schlag durch unbeabsichtigtes Berühren (z. B. Abdeckungen).

## Allgemeine Sicherheitshinweise

Die nachfolgenden Hinweise dienen dem Schutz des Bedienpersonals sowie der Sicherheit der beschriebenen Produkte und aller angeschlossenen Geräte.

Die Beachtung dieser Sicherheitshinweise ist zwingend erforderlich, um Personen- und Sachschäden zu vermeiden und einen sicheren, normkonformen Betrieb sicherzustellen.



**GEFAHR!** Lebensgefahr, höchste Gefährdung.



**WARNUNG!** Mittlere Gefahr, ernsthafte Verletzung oder Schäden.





**VORSICHT/ACHTUNG!** Geringere Gefahr, kleinere Schäden oder Funktionsstörungen.



**ACHTUNG!** Heiße Oberfläche.

### Warnhinweis:

Unsachgemäßer Umgang mit elektrischer Energie kann zu Sachschäden, schweren Personenschäden oder tödlichen Unfällen führen.

 <b>GEFAHR!</b>	
<b>Lebensgefahr durch elektrischen Schlag bei Montage und Anschluss</b>	
Stromschlag mit schweren Verletzungen sowie Zerstörung des Geräts oder Beschädigung angrenzender Systeme durch Montage oder Verschaltung des Geräts unter Spannung oder ohne ordnungsgemäße Erdung	
<b>Sicherheitsmaßnahmen:</b>	
	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Gerät nur im spannungsfreien und geerdeten Zustand montieren oder verschalten.</li><li>➤ Vor Beginn der Arbeiten Spannungsfreiheit feststellen und gegen Wiedereinschalten sichern.</li><li>➤ Beim elektrischen Anschluss den Schutzleiter (PE) immer zuerst anschließen und zuletzt lösen.</li><li>➤ Installation und Wartung dürfen ausschließlich durch qualifiziertes Fachpersonal erfolgen.</li></ul>



## GEFAHR!

### Brand- und Explosionsgefahr durch hohe Oberflächentemperaturen

REO-Widerstände können Gehäusetemperaturen von über 250 °C erreichen. Das Gerät darf nicht in entzündlichen oder explosionsgefährdeten Umgebungen (z. B. mit brennbaren Gasen oder Aerosolen) betrieben werden. Es besteht Brand- und Explosionsgefahr.

#### Warnung - Thermische Gefährdung:

Die aus der Oberflächentemperatur des Widerstands resultierenden thermischen Effekte (z. B. Überhitzung, thermischer Verzug oder Materialbeeinträchtigung) auf Montageflächen oder angrenzende Komponenten liegen im Verantwortungsbereich des Anlagenbetreibers.

#### Warnung - Verbrennungsgefahr:

Bei Berührung der heißen Oberflächen besteht Verletzungsgefahr durch Verbrennungen.

#### Sicherheitsmaßnahmen:

- Gerät nicht in entzündlichen oder explosionsgefährdeten Bereichen betreiben.
- Ausreichende Abstände zu brennbaren Materialien einhalten.
- Montageflächen auf Temperaturbeständigkeit prüfen.
- Geeigneten Berührungsschutz vorsehen.
- Warnkennzeichnung „Heiße Oberfläche“ anbringen.
- Vor Arbeiten am Gerät ausreichend abkühlen lassen.



## WARNUNG!

### Betrieb in ungeeigneter Umgebung

Lagerung, Transport, Montage oder Betrieb in einer nicht zulässigen Umgebung können das Gerät beschädigen, dies gilt auch für offene Leitungsenden.

#### Sicherheitsmaßnahmen:

- Der maximal zulässige IP-Schutzgrad ist auf dem Typenschild des Widerstands und im Produktdatenblatt angegeben (DIN EN 60529).
- Nichtbeachtung kann zu elektrischem Stromschlag oder Schäden am Gerät führen





## WARNUNG!

### Unzureichende Kühlung

Zur Vermeidung von Überhitzung und Geräteschäden sind die spezifizierten Umgebungsbedingungen einzuhalten. Hierzu gehört insbesondere die Sicherstellung eines ausreichenden Luftaustauschs bei natürlicher Kühlung sowie eine aktivierte forcierte Kühlung vor dem Einschalten, während des Betriebs und nach dem Ausschalten des Gerätes.

Ein zu spätes Einschalten oder zu frühes Abschalten der forcierten Kühlung kann zu einer dauerhaften Beschädigung des Gerätes führen. Bei nicht bestimmungsgemäßer Kühlung kann die elektrische Isolierung sowie der IP-Schutzgrad des Widerstands beeinträchtigt oder zerstört werden. Dadurch besteht die Gefahr eines elektrischen Stromschlags sowie von Schäden an angrenzenden Systemen.

Auch nach dem Abschalten des Widerstands wird die im Aktivteil gespeicherte Wärmeenergie an das Gehäuse abgegeben. Insbesondere bei forciert gekühlten Geräten kann dies dazu führen, dass interne Dichtungen auf ein unzulässiges Temperaturniveau erhitzt werden, wenn die forcierte Kühlung zu früh deaktiviert wird.

#### Sicherheitsmaßnahmen:

- Sicherstellen, dass die Kühlung vor dem Einschalten aktiviert ist.
- Forcierte Kühlung während des Betriebs dauerhaft aufrechterhalten.
- Forcierte Kühlung nach dem Abschalten ausreichend lange weiterbetreiben.
- Sofern nicht anders spezifiziert, beträgt die Nachlaufzeit der forcierten Kühlung mindestens 1 Stunde.
- Umgebungsbedingungen gemäß Datenblatt einhalten.



## WARNUNG!


### Beschädigung durch mechanische Einwirkung

Stumpfe Gewalteinwirkung, Schläge oder nicht spezifizierte Kräfte können das Gerät beschädigen. Dadurch können Funktion, IP-Schutzgrad und Primärisolierung beeinträchtigt oder zerstört werden. In diesem Fall besteht Gefahr eines elektrischen Stromschlags und die Möglichkeit der Beschädigung angrenzender Systeme.

#### Sicherheitsmaßnahmen:

- Deformierte oder sichtbar beschädigte Geräte dürfen nicht montiert, betrieben oder unter Spannung gesetzt werden.
- Die zulässigen Drehmomente an den Klemmen sind im Kapitel 5.0 „Montage“ nachzulesen.



 **WARNUNG!**


**Gefahr durch Stromschlag durch Manipulation am Gerät**

Unsachgemäße Eingriffe können zu Beschädigung, Funktionsausfall, Verlust des IP-Schutzes und Beeinträchtigung der elektrischen Isolierung führen. Dies kann zu **elektrischem Stromschlag** oder weiteren **Geräteschäden** führen

**Sicherheitsmaßnahmen:**

- Am Widerstand dürfen Schraubenverbindungen, Nietverbindungen, Kabelverschraubungen, Verrohrungen, Klemmverbindungen, Leitungsführungen, hydraulische Verschaltungen oder Anbauteile nicht gelöst, verändert, manipuliert oder ausgetauscht werden.



 **WARNUNG!**

**Verletzungsgefahr durch Transport und Montage**

Transport, Anheben oder Montage an nicht dafür vorgesehenen Befestigungspunkten sind **nicht gestattet**. Nichtbeachtung kann zu Verletzungen, Beschädigung des Geräts oder Schäden an angrenzenden Systemen führen.

**Sicherheitsmaßnahmen:**

- Vorhandene Transportösen, Anschlagpunkte oder spezifizierte Anhebepunkte (z. B. Gewinde oder Bohrungen für Tragösen) müssen verwendet werden.
- Der Kunde trägt die Verantwortung, dass eventuelle Hilfsmittel wie Ketten, Seile oder Traversen ausreichende Tragkraft besitzen und so angebracht werden, dass keine Komponenten des Widerstands beschädigt werden.





## WARNUNG!

### Betrieb in ungeeignetem Netz oder Anwendung

Montieren, Verschalten und Betrieb des Widerstands in nicht geeigneten Netztypen oder Applikationen ist nicht gestattet. Nichtbeachtung kann zu Stromschlag und schweren Verletzungen führen. Zusätzlich besteht die Gefahr der Zerstörung des Geräts oder Beschädigung angrenzender Systeme.

#### Sicherheitsmaßnahmen:

- Das Gerät nur in den spezifizierten Netztypen gemäß Datenblatt und Handbuch anschließen.
- Montage und Verschaltung ausschließlich nach den Herstellerangaben durchführen.
- Vor Inbetriebnahme prüfen, ob die Applikation für den Einsatz des Widerstands zugelassen ist.
- Installation und Wartung dürfen nur durch qualifiziertes Fachpersonal erfolgen.



## WARNUNG!


### Beschädigung durch unsachgemäße Leitungsführung

Beschädigung der Leitung, Beeinträchtigung der Dichtfunktion, Verlust des IP-Schutzes sowie Gefahr eines elektrischen Stromschlags durch unzureichende Beachtung der Mindestbiegeradien oder zu enge Biegung der Anschlussleitungen.

#### Sicherheitsmaßnahmen:

- Anschlussleitungen entsprechend den Vorgaben des Leitungsherstellers verlegen.
- Mindestbiegeradien gemäß Herstellerangaben einhalten.
- Sind keine Angaben verfügbar, ist ein Mindestbiegeradius von **RB = 10 × Außendurchmesser der Leitung** einzuhalten.
- Leitungen nicht unmittelbar an Kabelverschraubungen oder Kabeldurchführungen biegen.
- Einen Mindestabstand von **10 mm** zwischen Biegung und Gerätegehäuse bzw. Durchführung einhalten.






**! WARNUNG!**

**Beschädigung der Leitungsisolierung**

Wenn Anschlussleitungen an scharfen Kanten oder spitzen Bauteilen anliegen, können Beschädigung der Leitungsisolierung, Verlust der elektrischen Sicherheit sowie Gefahr eines elektrischen Stromschlags eintreten.

**Sicherheitsmaßnahmen:**

- Anschlussleitungen so verlegen, dass sie nicht an scharfen Kanten oder spitzen Bauteilen anliegen.
- Geeignete Schutzmaßnahmen wie Kantenschutz, Schutzschläuche oder geeignete Leitungsführungen vorsehen.
- Vor Inbetriebnahme prüfen, ob die Applikation für den Einsatz des Widerstands zugelassen ist.
- Leitungsführung regelmäßig auf Beschädigungen prüfen.



**! WARNUNG!**

**Verletzungsgefahr durch heiße Oberflächen**

REO-Widerstände können Gehäusetemperaturen  $>250^{\circ}\text{C}$  erreichen. Berührung kann zu **Verbrennungen** führen.

**Sicherheitsmaßnahmen:**

- Berührung nur, wenn das Gerät **abgekühlt** ist oder **geeignete Schutzausrüstung** getragen wird.
- Leitungen des Geräts dürfen nicht entlang der heißen Gehäusekomponenten verlegt werden, da es zum Überschreiten der vom Hersteller spezifizierten, zulässigen Temperatur führen kann.

 **WARNUNG!**

**Beschädigung durch mechanische Belastung der Leitungen**

Mechanische Beschädigung des Geräts, Verlust der Funktion, Beeinträchtigung des IP-Schutzgrades und der elektrischen Isolation sowie Gefahr eines elektrischen Stromschlags, wenn die Anschlussleitungen zum Anheben oder Bewegen des Geräts verwendet werden.

**Sicherheitsmaßnahmen:**

- Anschlussleitungen nicht zum Anheben, Tragen oder Bewegen des Geräts verwenden.
- Gerät ausschließlich an den vorgesehenen Befestigungs- oder Transportpunkten handhaben.
- Leitungen vor mechanischer Belastung schützen und eine zugfreie Verlegung sicherstellen.

 **WARNUNG!**

**Elektrische Restladung**

Nach dem Abschalten kann im Gerät sowie im angeschlossenen Spannungskreis eine Restladung vorhanden sein. Diese kann zu schweren Verletzungen oder Sachschäden führen.

**Spannungsfreiheit prüfen**

Vor dem Berühren von Kontakten oder spannungsführenden Teilen am Gerät und im angeschlossenen Spannungskreis ist sicherzustellen, dass:

- das Gerät abgeschaltet und gegen Wiedereinschalten gesichert wurde,
- keine elektrische Spannung mehr anliegt,
- vorhandene Restladungen vollständig abgebaut sind.

Die Spannungsfreiheit ist durch geeignete und zugelassene Messverfahren zu überprüfen.

**Arbeiten am Gerät**

Arbeiten dürfen erst durchgeführt werden, wenn eindeutig festgestellt wurde, dass ein spannungs- und restladungsfreier Zustand vorliegt und keine Gefährdung für Personen oder Sachwerte besteht.

**Gefahren bei Nichtbeachtung**

Die Nichtbeachtung dieser Sicherheitsmaßnahmen kann zu:

- elektrischen Schlägen,
- schweren Verletzungen oder tödlichen Unfällen,
- Beschädigungen am Gerät oder angeschlossenen Systemen führen.

 **WARNUNG!**

**Unter Druck stehende Systeme**

Flüssigkeitsgekühlte Widerstände stehen während des Betriebs unter Druck. Unsachgemäße Arbeiten können zu schweren Verletzungen und Sachschäden führen.

**Qualifikation des Personals**

Arbeiten an druckführenden Systemen dürfen ausschließlich von ausgebildetem und geschultem Fachpersonal durchgeführt werden.

**Auswahl von Komponenten**

Hydraulische Zuleitungen, Anschlüsse und Verbindungselemente sind vom Betreiber entsprechend den geltenden gesetzlichen und sicherheitstechnischen Vorschriften auszuwählen.

Die Verantwortung für die Auslegung und Eignung dieser Komponenten liegt beim Betreiber.

**Druckfreiheit sicherstellen**

Vor Beginn jeglicher Arbeiten am Widerstand oder an angeschlossenen Hydrauliksystemen (z. B. Montage, Demontage, Wartung oder Austausch von Leitungen und Anschlüssen) ist sicherzustellen, dass:

- der Widerstand vollständig außer Betrieb genommen wurde,
- das Kühlsystem druckfrei ist,
- alle Zu- und Ableitungen drucklos geschaltet wurden.

**Gefahren bei Nichtbeachtung**

Die Nichtbeachtung dieser Sicherheitsmaßnahmen kann zu:

- schweren Verletzungen durch austretende Medien oder Bauteile,
- Beschädigungen am Widerstand oder an angeschlossenen Systemen führen.





## WARNUNG!

### Gefahr durch verminderte Isolation

Die Lagerung bei Betauung oder in Umgebungen mit leitfähigen Medien oder Verschmutzungen kann den Isolationswiderstand des Widerstands beeinträchtigen. Dadurch können gefährliche Berührungsspannungen sowie erhöhte Ableitströme auftreten. Es besteht Gefahr eines elektrischen Stromschlags.

#### Sicherheitsmaßnahmen:

- REO-Widerstände ausschließlich in trockenen, sauberen und nicht kondensierenden Umgebungen lagern.
- Lagerbedingungen gemäß den im Datenblatt und in dieser Betriebsanleitung angegebenen klimatischen Grenzwerten einhalten.
- Vor der Inbetriebnahme sicherstellen, dass das Gerät vollständig trocken, sauber und frei von leitfähigen Ablagerungen ist.
- Bei Verdacht auf Feuchtigkeit oder Verschmutzung das Gerät nicht in Betrieb nehmen und prüfen lassen.



## VORSICHT!

### Undichtigkeiten und Funktionsbeeinträchtigung

Ein Nachziehen oder Verändern von Dichtgewinden an Originalteilen des Widerstands ist nicht zulässig. Dies kann zu Undichtigkeiten sowie zu Funktionsstörungen oder Schäden am Gerät führen.

Beim Lösen oder Montieren von Gewindeverbindungen, insbesondere an Anschlüssen der Kühlung, müssen die vom Hersteller vorgesehenen Anschlussmöglichkeiten gegen unbeabsichtigtes Lösen gesichert werden (z. B. durch geeignete Arretierung).

#### Sicherheitsmaßnahmen:

- Dichtgewinde und werkseitig montierte Originalteile nicht nachziehen, verändern oder ersetzen.
- Nur die vom Hersteller vorgesehenen Anschlussstellen verwenden.
- Gegenhalten oder geeignete Arretierungen beim Anziehen von Gewindeverbindungen verwenden.
- Herstellerangaben zu Drehmomenten und Montage zwingend einhalten.



 **VORSICHT!**

**Verletzungsgefahr durch scharfe Kanten**

REO-Widerstände sind Industrieprodukte. Trotz konstruktiver Maßnahmen zur Minimierung von scharfen Kanten und spitzen Ecken besteht bei Verpackungsentnahme, Montage und am Einbauort Verletzungsgefahr.

**Sicherheitsmaßnahmen:**

- Beim Umgang ist daher besondere Vorsicht geboten, um Schnitt- oder Stichverletzungen zu vermeiden.



**HINWEIS!**

**Am Widerstand verbaute Thermoschalter / Thermosensoren**

Eventuell am Widerstand verbaute Thermoschalter / Thermosensoren haben nicht die Aufgabe, Temperaturen am Aktivteil zu messen oder zu überwachen. Diese sollen lediglich dazu dienen, resultierende Temperaturen an internen Dichtungen und Leitungen zu überwachen.

**Sicherheitsmaßnahmen:**

- Übertemperaturen gemessen durch Thermosensoren bzw. Überschreiten der Schaltschwelle, werkseitig verbauter Thermoschalter im Dichtungsbereich, weisen auf unzulässig hohe Temperaturen auch am Aktivteil hin.
- Gerät sofort Spannungsfrei schalten.
- Überwachung und Auswertung, werkseitig verbauter Thermoschalter / Thermosensoren obliegen der Verantwortung des Nutzers / des Anlagenbetreibers

## Bestimmungsgemäße Verwendung

Die Produkte von REO dürfen ausschließlich innerhalb der in den technischen Datenblättern spezifizierten elektrischen, mechanischen und thermischen Grenzwerte sowie unter Beachtung der dort aufgeführten Hinweise in Niederspannungsnetzen betrieben werden.

Der Einsatzort muss mit allen im Datenblatt und in dieser Anleitung angegebenen Umgebungsbedingungen und technischen Vorgaben übereinstimmen.

Die beschriebenen Geräte sind elektrische Betriebsmittel für den Einsatz in industriellen Anlagen. Eine Verwendung in privaten Haushalten ist nicht zulässig.

## Angewandte Richtlinien und harmonisierte Normen

Beim Einsatz von Produkten der **REO AG** sind folgende Normen, Richtlinien und gesetzlichen Regelwerke zu beachten:

- DIN EN 61558
- DIN EN 61800
- Produktsicherheitsgesetz (ProdSG)
- Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)
- DGUV-Vorschriften der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung
- Allgemeine VDE-, DIN-, EN- und IEC-Vorschriften

Zur Sicherstellung einer einwandfreien Funktion und zur Vermeidung von Störungen sind außerdem die Grundlagen einer **EMV-gerechten Installation** (Elektromagnetische Verträglichkeit) einzuhalten.

### Technische Normen (Auszug)

Die folgenden Normen sind für den Einsatz und die Installation der Produkte relevant. Je nach Produkttyp und Anwendungsbereich können weitere spezifische Normen gelten:

Norm	Titel / Anwendungsbereich
DIN EN 60204-1 / VDE 0113-1	Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen
DIN EN 60529 / VDE 0470-1	Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)
VDI 2230	Systematische Berechnung hochbeanspruchter Schraubenverbindungen
DIN EN ISO 12100	Sicherheit von Maschinen – Allgemeine Gestaltungsleitsätze – Risikobeurteilung
DIN EN 62444	Kabelverschraubungen für elektrische Installationen
DIN EN 50178	Elektronische Betriebsmittel für den Einsatz in elektrischen Anlagen

### Hinweis:

Die Auswahl und Einhaltung der jeweils zutreffenden Normen obliegt dem Anwender. Abhängig vom konkreten Einsatzzweck, der Branche oder dem Systemumfeld sind ggf. zusätzliche technische Normen zu berücksichtigen.

Die nachfolgend aufgeführten Richtlinien und harmonisierten Normen wurden bei der Entwicklung und Herstellung der genannten Produkte berücksichtigt:

Richtlinie	Bezeichnung	Angewandte Norm(en)
2014/30/EU	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	EN 61000-6-4:2019 EN 61000-6-2:2019
2014/35/EU	Niederspannungsrichtlinie (LVD)	EN IEC 62477-1:2023 + AC:2024
2011/65/EU	Beschränkung gefährlicher Stoffe (RoHS)	–



## Änderungen und Urheberrecht

Technische Änderungen sowie Änderungen an Inhalt und Aufbau dieser Dokumentation bleiben ohne vorherige Ankündigung vorbehalten.

Die Inhalte dieser Anleitung sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, einschließlich der Rechte auf Vervielfältigung, Verbreitung, Übersetzung, Mikroverfilmung sowie der Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen, bleiben der REO AG vorbehalten. Jede Verwendung, auch auszugsweise, bedarf der ausdrücklichen schriftlichen Genehmigung der REO AG.

## 1.0 Allgemeines

### 1.1 Produktzuordnung und Gültigkeit dieses Dokuments

Diese Betriebsanleitung gilt für alle elektrischen Widerstände der REO AG. Sie umfasst eine Vielzahl von Bauformen, Leistungsklassen, Kühlkonzepten und Anschlussvarianten.

Die spezifischen Merkmale, Einsatzgrenzen und Anschlussdetails der gelieferten Ausführung ergeben sich aus dem Typenschild, dem Produktdatenblatt sowie aus der technischen Projektierung durch REO.

Die Produkte sind für den industriellen Einsatz konzipiert und können in verschiedenen Systemen und Anwendungen eingesetzt werden, sofern die bestimmungsgemäße Verwendung, die geltenden technischen Grenzwerte sowie die vorgeschriebenen Montage- und Umgebungsbedingungen eingehalten werden.

**Alle in dieser Anleitung beschriebenen Widerstände wurden gemäß den einschlägigen europäischen Richtlinien konstruiert und gefertigt. Bei bestimmungsgemäßer Verwendung erfüllen sie die Anforderungen für die CE-Kennzeichnung. Die CE-Kennzeichnung ist auf dem Typenschild angebracht.**

Für bestimmte Baureihen (z. B. BW 151, BW 152, BW 156) ist auf Anfrage eine Ausführung mit UL-Zulassung erhältlich. Die Verfügbarkeit ist abhängig von Produktausführung und Bestellumfang und muss ggf. gesondert vereinbart werden.

Eine vollständige Konformitätserklärung wird auf Anfrage bereitgestellt.

## 2.0 Funktionsbeschreibung

### 2.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Die Widerstände der **REO AG** sind elektrotechnische Betriebsmittel zur gezielten Umwandlung elektrischer Energie in Wärme. Sie werden eingesetzt zur:

- Strombegrenzung
- Spannungsabsenkung
- Dämpfung elektrischer Signale
- Energieumwandlung
- Aufnahme von Bremsenergie in elektrischen oder elektronischen Systemen

**Typische Anwendungsbereiche:**

- Antriebs- und Umrichtertechnik
- Bahntechnik und Energietechnik
- Automobiltechnik (Automotive)
- Industrielle Automatisierungs- und Steuerungssysteme

Die Geräte sind ausschließlich für den Einbau in technische Systeme und Anlagen vorgesehen. Die zulässigen elektrischen, thermischen und mechanischen Belastungsgrenzen sowie der Schutzgrad (z. B. IP-Schutzart) sind den produktspezifischen Datenblättern zu entnehmen und verbindlich einzuhalten.

## 2.2 Voraussetzungen für den bestimmungsgemäßen Einsatz

Ein Betrieb ist nur zulässig, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Einhaltung der im Datenblatt spezifizierten Betriebsgrenzen (Spannung, Strom, Temperatur, Umgebungseinflüsse)
- Einsatz nur an dafür vorgesehenen, geeigneten Einbauorten
- Einbau und Betrieb ausschließlich durch qualifiziertes Fachpersonal
- Verwendung nur in Umgebungen, die der Schutzart des jeweiligen Produkts entsprechen

## 2.3 Nicht bestimmungsgemäßer Gebrauch

Eine **nicht bestimmungsgemäße Verwendung** liegt insbesondere in folgenden Fällen vor:

- Betrieb außerhalb der spezifizierten Grenzwerte
- Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen ohne entsprechende Zertifizierung
- Verwendung in nicht freigegebenen Branchen oder unter unzulässigen Umweltbedingungen
- Unsachgemäße mechanische Einwirkung oder unautorisierte Modifikation
- Zweckentfremdete Nutzung, z. B. als allgemeines Heizelement

### **Warnhinweis:**

Die Nichtbeachtung der bestimmungsgemäßen Verwendung kann zu Überhitzung, Geräteschäden, Brandgefahr sowie zur Gefährdung von Personen führen.

Die REO AG übernimmt keine Haftung für Schäden, die aus einem nicht bestimmungsgemäßen Einsatz resultieren.

### **Hinweis:**

Diese Anleitung gilt auch für wassergekühlte Widerstände der REO AG. Die Verwendung ist ausschließlich in geschlossenen und überwachten Wasserkreisläufen zulässig. Dabei müssen die im Datenblatt angegebenen zulässigen Druck- und Temperaturgrenzen des Kühlmediums unbedingt eingehalten werden.

### 3.0 Technische Daten

Die technischen Eigenschaften der REO-Widerstände variieren je nach Baureihe, Baugröße, Leistungsbereich und Verwendungszweck. Verbindlich sind ausschließlich die produktspezifischen Angaben in den zugehörigen Datenblättern, Typenschildern und Konformitätsdokumenten. Diese sind bei Planung, Auswahl, Montage und Betrieb zwingend zu beachten.

Für die sichere Anwendung ist stets das produktbegleitende Datenblatt maßgeblich. Bei Unklarheiten oder Sonderanwendungen sind Rücksprache mit dem technischen Support der REO AG sowie projektbezogene Freigaben erforderlich.

Sofern nicht anders angegeben, gilt:

- Die zulässige Umgebungstemperatur beträgt maximal 40 °C. Bei höheren Temperaturen ist die Dauerleistung um 5 % je 10 K Temperaturerhöhung zu reduzieren.
- Die zulässige Aufstellhöhe beträgt 0 m bis 4000 m über NN. Ab 1000 m ist die Dauerleistung **PD** um 5 % je 1000 m zu reduzieren.
- Die Einbaulage ist vertikal-hängend mit den Anschlüssen nach unten oder liegend.  
→ Siehe Kapitel 5 „Montage“.

Für wassergekühlte Ausführungen gelten zusätzlich folgende produktspezifische Grenzwerte (siehe Datenblatt):

- Zulässiger Kühlmitteldruck
- Temperaturbereich des Kühlmittels
- Anforderungen an die Kühlmittelqualität

### 3.1 Einschaltdauer und Überlastfaktoren

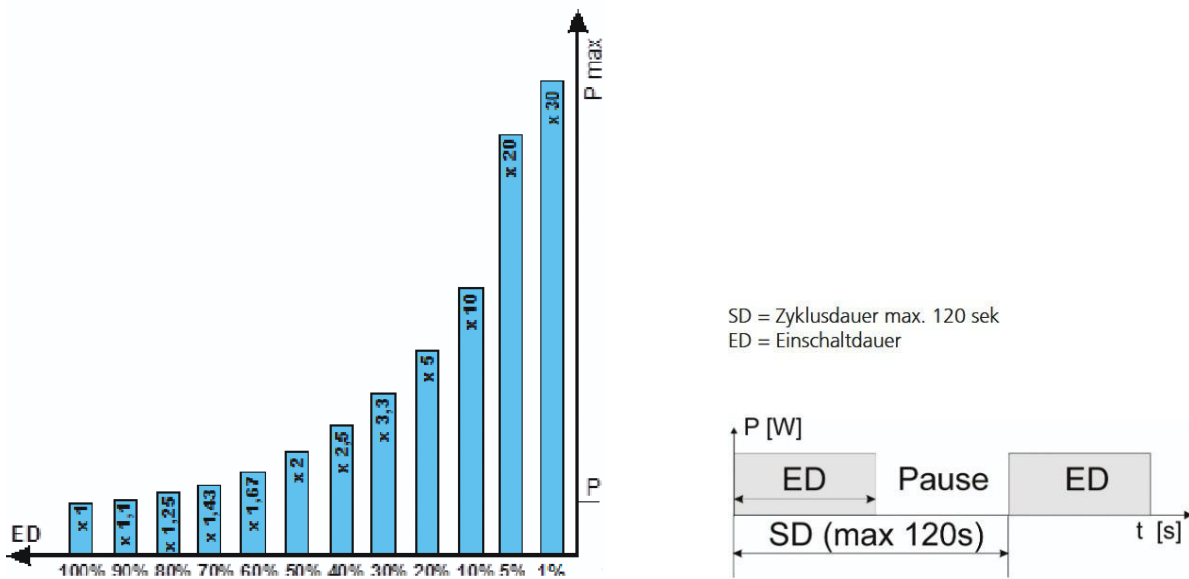
Die Dauerleistung ( $P$ ) ist um einen entsprechenden Faktor geringer als die maximal zulässige Impulsleistung ( $P_{\max}$ ). Die Auslegung der REOhm-Bremswiderstände basiert auf intermittierendem Betrieb mit einer typischen Zykluszeit von 120 Sekunden.

REOhm-Bremswiderstände können aufgrund ihrer Wicklungsgeometrie und Materialverdichtung kurzfristig Energie aufnehmen, speichern und effizient Wärme an die Oberfläche ableiten. Dadurch ist eine thermische Entlastung während der Pausenzeiten gegeben. Impulsbelastungen führen aufgrund der schnellen Kühlung nicht zur Zerstörung des Wickelkörpers, sofern die zulässigen Grenzwerte eingehalten werden.

Die Standardbaureihen sind für Einschaltauern zwischen 1 % und 100 % geeignet. Kürzere Einschaltzeiten sind auf Anfrage möglich.



### 3.1.3 Belastungsdiagramme für luftgekühlte Widerstände



#### Zulässige Einschaltdauern für luftgekühlte REO-Widerstände

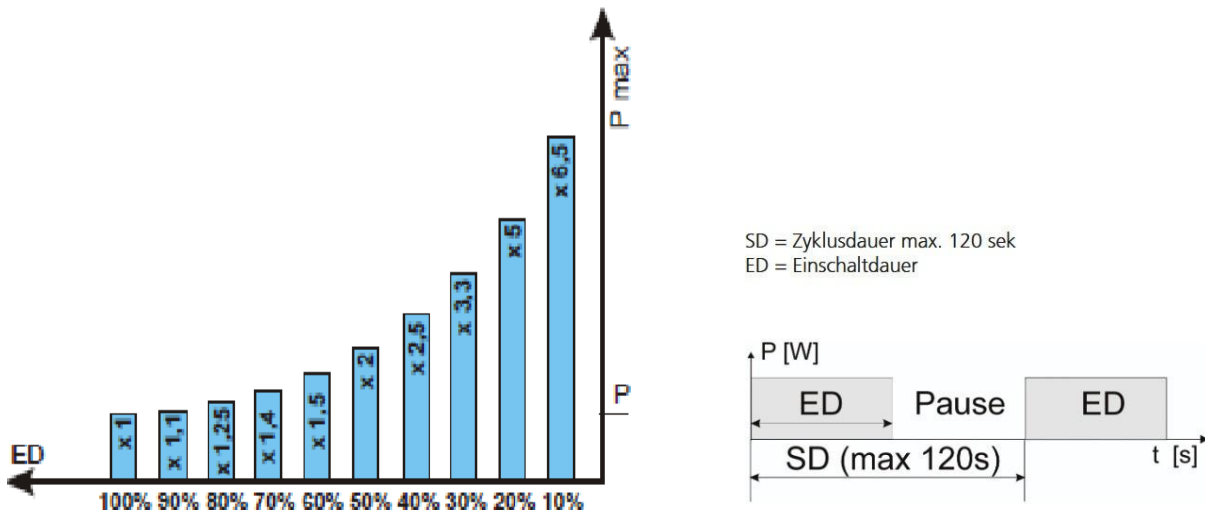
Für luftgekühlte REO-Widerstände sind Einschaltdauern im Bereich von **1 % ED (Einschaltdauer)** bis **100 % ED** zulässig. Dabei gilt:

- Bei **1 % ED** ist ein maximaler **Überlastfaktor K<sub>OL</sub> von 30** zulässig.
- Bei **100 % ED** entspricht der **Überlastfaktor 1** (Dauerbetrieb ohne Überlast).
- **Kürzere Einschaltdauern (< 1 %) sind auf Anfrage möglich.**

\* Die in Abschnitt 3.1.1 dargestellte Formel zur Berechnung des Überlastfaktors ist auf Einschaltdauern im Bereich von **5 % bis 100 % ED** anwendbar.

Für Einschaltdauern **unterhalb von 5 % ED** ist der **Überlastfaktor 30** als maximal zulässiger Wert festgelegt.

### 3.1.4 Belastungsdiagramme für wassergekühlte Widerstände



#### Zulässige Einschaltdauern für wassergekühlte REO-Widerstände

Für wassergekühlte REO-Widerstände sind Einschaltdauern im Bereich von **10 % ED (Einschaltdauer)** bis **100 % ED** zulässig. Dabei gelten folgende Überlastfaktoren:

- Bei **10 % ED**: maximal zulässiger **Überlastfaktor 6,5**
- Bei **100 % ED**: **Überlastfaktor 1** (Dauerbetrieb)

**Hinweis:** Kürzere Einschaltdauern (< 10 %) sind auf Anfrage möglich.

Die genannten Werte gelten insbesondere für die Baureihen **BW D 158** und **BW D 160**.

Für die Baureihe **BW D 330** gelten weder der in Abschnitt 3.1.1 beschriebene mathematische Zusammenhang noch das zugehörige Belastungsdiagramm. Dieser Widerstand wurde für den Dauerbetrieb ausgelegt. Eine zulässige Impulsbelastung kann jedoch im Einzelfall angefragt und technisch verifiziert werden.

\* Die in Abschnitt 3.1.1 beschriebene Formel zur Berechnung des Überlastfaktors ist auf Einschaltdauern von **20 % bis 100 % ED** anwendbar.

Für Einschaltdauern im Bereich von **10 % bis < 20 % ED** gilt der maximal zulässige Überlastfaktor **6,5**.

## 4.0 Transport und Lagerung

### Hinweis zum Transport und zur Lagerung

Die Widerstände der REO AG sind präzise gefertigte elektrotechnische Baugruppen. Sie werden unter kontrollierten Bedingungen montiert und qualitätsgeprüft.

Um die einwandfreie elektrische und mechanische Funktion sicherzustellen, sind beim Transport und während der Lagerung geeignete Schutzmaßnahmen einzuhalten.

### 4.1 Transport

#### Transporthinweise

- Die Widerstände sind stoß- und vibrationsgeschützt zu transportieren.
- Mechanische Einwirkungen wie Stöße, Verformungen der Kühlprofile sowie Zugbelastungen an elektrischen Anschlüssen sind grundsätzlich zu vermeiden.
- Die Produkte dürfen nicht geworfen oder gestapelt werden, sofern dies nicht ausdrücklich durch REO freigegeben ist.
- Die Originalverpackung bietet einen optimalen Produktschutz und sollte daher bis zur Montage beibehalten werden.

#### Umgebungsbedingungen während des Transports:

- Zulässiger Transport-Temperaturbereich:  $-15\text{ °C}$  bis  $+70\text{ °C}$  (kurzzeitig), gemäß IEC 60068-2-1/-2, sofern nicht anders durch REO spezifiziert.
- Zulässige relative Luftfeuchtigkeit: max. 85 % rF, nicht kondensierend, gemäß IEC 60068-2-30, sofern nicht anders durch REO spezifiziert.



#### Zusätzliche Hinweise bei Luft- und Seefracht

Bei Luft- oder Seetransporten können starke Temperaturschwankungen auftreten, die zur Kondensation innerhalb der Verpackung führen können.

#### Um einen Feuchteintrag infolge von Luftfeuchtigkeit oder Diffusion zu vermeiden, sind folgende Maßnahmen erforderlich:

- Beilegung von geeigneten Trockenmitteln (z. B. Silicagel) in ausreichender Menge
- Verwendung einer diffusionsdichten Verpackung, z. B. mittels Aluminiumverbundfolie

#### Die Menge des Trockenmittels ist abhängig von:

- der erwarteten Transportdauer
- dem Verpackungsvolumen
- den klimatischen Bedingungen während des Transports

## 4.2 Lagerung

### 4.2.1 Lagerbedingungen

Die Lagerung darf ausschließlich in trockenen, geschlossenen Räumen mit kontrollierter Luftfeuchtigkeit erfolgen.

Eine Lagerung in direkter Sonneneinstrahlung oder in der Nähe von Wärmequellen ist zu vermeiden. Korrosive oder chemisch aggressive Atmosphären (z. B. durch Öle, Lösungsmittel oder Dämpfe) sind ebenfalls auszuschließen.

**Die zulässigen Lagerbedingungen sind wie folgt festgelegt:**

- **Temperaturbereich:**  $-15\text{ °C}$  bis  $+70\text{ °C}$   
(maximale Temperaturänderung:  $20\text{ K/h}$ ), gemäß IEC 60068-2-1 / -2, sofern nicht anders von REO spezifiziert.
- Relative Luftfeuchtigkeit: bis maximal  $85\text{ % rF}$ , nicht kondensierend, gemäß IEC 60068-2-30, sofern nicht anders von REO spezifiziert.

### 4.2.2 Hinweis zur Feuchtigkeitsaufnahme und Isolationswiderstand

#### Hinweis zur Feuchtigkeitsaufnahme bei längerer Lagerung

Einige Widerstandsbaureihen der REO AG enthalten Vergussmaterialien und Dichtungen, die – trotz hoher Schutzart – langfristig diffusionsoffen gegenüber Wassermolekülen sein können. Dieser Effekt ist physikalisch bedingt und betrifft insbesondere Dichtungen und Isolationsschichten.

Auch bei längerer Lagerung unter spezifizierten klimatischen Bedingungen (z. B. niedriger Luftfeuchtigkeit) kann durch Diffusion Feuchtigkeit in das Bauteil eindringen. Dies kann zu einer temporären Reduzierung des Isolationswiderstands führen.

Ein Einschalten des Bremswiderstands im feuchten oder nicht vollständig getrockneten Zustand, birgt die Gefahr von Kurzschlüssen durch Kondenswasser und damit einer Beschädigung des Widerstands sowie der angeschlossenen Anlage.

Der Widerstand darf nur im vollständig trockenen Zustand (frei von Feuchtigkeit oder Kondenswasser) in Betrieb genommen werden.

**Siehe hierzu auch:**

- Kapitel: Sicherheitsinformationen
- Kapitel 5: Montage

Widerstände mit erkennbaren Feuchtigkeitseinträgen (z. B. durch Kondenswasser, Kriechströme oder Isolationsfehler) dürfen nicht in Betrieb genommen werden, bevor sie:

- vollständig durchgetrocknet sind und
- der Isolationswiderstand den produktspezifischen Grenzwerten entspricht.

### 4.2.3 Langzeitlagerung

Der Bremswiderstand ist nur für eine kurzzeitige Lagerung von maximal 1 Jahr geeignet (gemäß IPC/JEDEC J-STD-033).

Die in Abschnitt 5.2.2 beschriebenen Einbaulage ist auch für diesen Zeitraum vollständig einzuhalten.

Bei einer Lagerdauer von mehr als einem Jahr kann es aufgrund von physikalisch nicht vermeidbaren Diffusionsprozessen zu einer Veränderung der elektrischen Eigenschaften des Bremswiderstands kommen.

Insbesondere das Eindringen von Feuchtigkeit durch Diffusion oder der Kontakt mit Flüssigkeiten am Widerstandsgehäuse kann die interne Isolierung beeinträchtigen und zu einer Reduktion des Isolationswiderstands führen.

Ein Betrieb ist unzulässig, wenn der Isolationswiderstand unter  $R_i \leq 5 \text{ M}\Omega$  bei einer Messspannung von 1000 V fällt.

In diesem Fall besteht die Gefahr von:

- **Kurzschlüssen**
- **Spannungsüberschlägen**
- **gefährlichen Potenzialen am Gehäuse**
- **Zerstörung angrenzender Systeme**

#### **Maßnahme vor Inbetriebnahme nach Langzeitlagerung:**

Zur Wiederherstellung des Isolationswiderstands wird empfohlen, den Bremswiderstand vor Montage/Inbetriebnahme einer Ofentrocknung zu unterziehen:

- **Dauer:** mindestens 4 Stunden
- **Trocknungstemperatur:** maximal 100 °C
- **Temperaturänderung:** max. 20 K/h beim Aufheizen und Abkühlen

Anschließend ist eine **erneute Isolationswiderstandsprüfung** durchzuführen. Der Betrieb darf nur erfolgen, wenn die spezifizierten Grenzwerte wieder erreicht werden.



#### **Hinweis zur Inbetriebnahme:**

Der Isolationswiderstand muss mindestens 5 M $\Omega$  betragen. Widerstände mit einem Isolationswiderstand unter 5 M $\Omega$  dürfen nicht in Betrieb genommen werden. Falls erforderlich, ist der Ofen-Trocknungsprozess zu wiederholen.

Siehe hierzu auch **Kapitel 5.0 Montage / Installation / Inbetriebnahme**.

#### 4.2.4 Lagerung von flüssigkeitsgekühlten Widerständen

Wird ein flüssigkeitsgekühlter Widerstand über einen längeren Zeitraum nicht betrieben oder zur Lagerung außer Betrieb genommen, sind folgende Maßnahmen erforderlich:

- **Der Kühlkreislauf ist vollständig zu entleeren.**
- **Bei Umgebungstemperaturen unter dem Gefrierpunkt muss der Kühlkreislauf zusätzlich mit trockener Druckluft ausgeblasen werden, um Frostschäden zu vermeiden.**
- **Während der Lagerzeit ist der Widerstand nicht aktiv zu kühlen.**

Bei Verwendung einer Kühlflüssigkeit mit einer Temperatur ( $T_{in}$ ) unterhalb der Umgebungstemperatur ( $T_u$ ) besteht die Gefahr der Kondensatbildung, insbesondere wenn die Kühlung aktiv ist, ohne dass der Widerstand elektrisch belastet wird.

Der Betrieb in dieser Konfiguration ist nicht zulässig, sofern dies nicht ausdrücklich durch REO freigegeben wurde.

Wassergekühlte Widerstände sind zur Lagerung und zum Transport stets zu entleeren und im trockenen Zustand aufzubewahren.



**Achtung:**

Restfeuchtigkeit im Kühlkreislauf kann zu Korrosion oder Frostschäden führen.  
Der Kreislauf ist vor Lagerung oder Transport vollständig zu entleeren und auszublasen.

## 5.0 Montage / Installation / Inbetriebnahme

### 5.1 Allgemeine Hinweise

Die Montage und elektrische Installation dürfen ausschließlich durch qualifiziertes Fachpersonal gemäß den geltenden nationalen und internationalen Vorschriften durchgeführt werden.

Vor der Montage ist zu prüfen, ob:

- **der Widerstand mechanisch unbeschädigt ist und**
- **das Typenschild vollständig lesbar ist.**

Widerstände mit sichtbaren Beschädigungen oder Verformungen dürfen nicht verwendet werden.

Die Bedingungen am Einbauort müssen den im Produktdatenblatt angegebenen Schutzarten und Einsatzgrenzen entsprechen.

Vor Beginn der Montage sind sowohl das Produktdatenblatt als auch die vorliegende Anleitung vollständig zu lesen und zu beachten.

### 5.2 Mechanische Montage

Der Widerstand ist spannungsfrei, formschlüssig und erschütterungssicher zu montieren. Hierzu sind ausschließlich die dafür vorgesehenen Montagebohrungen am Kühlkörper oder Gehäuse zu verwenden.

Beim Befestigen von wassergekühlten Widerständen ist zusätzlich sicherzustellen, dass:

- **die hydraulischen Anschlüsse spannungsfrei und druckfrei montiert werden,**
- **die Kühlmittleitungen keine mechanischen Kräfte auf das Gehäuse oder die Anschlüsse übertragen.**

#### 5.2.1 Freiräume und Mindestabstände

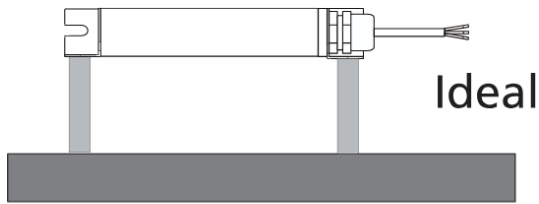
Für eine ausreichende Konvektion und Wärmeabfuhr sind die folgenden Mindestabstände zu benachbarten Komponenten einzuhalten, sofern von REO nicht anders spezifiziert:

Einbaurichtung	Mindestabstand
Oben	> 200 mm
Unten	> 100 mm
Seitlich	> 25 mm

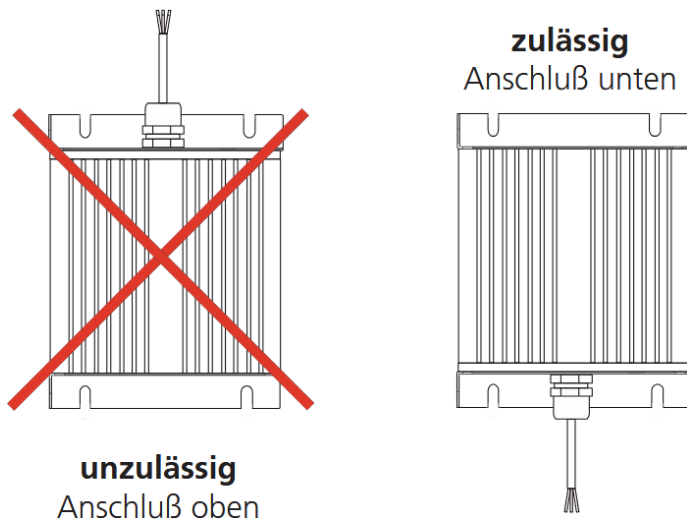
Die vom Bremswiderstand erzeugte Wärmeenergie muss ungehindert abgeleitet werden. Brennbare Materialien oder Stoffe dürfen nicht im unmittelbaren Umfeld des Widerstands installiert oder gelagert werden.

## 5.2.2 Einbaulage

Sofern von REO nicht ausdrücklich anders angegeben oder freigegeben, sind bei der Einbaulage des Widerstands folgende Anforderungen zu beachten:

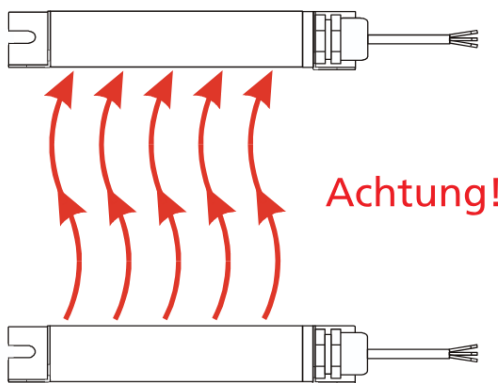


Bei der Montage auf einem wärmeisolierenden oder schlecht wärmeleitenden Untergrund ist die resultierende Erwärmung des Widerstands aufgrund eingeschränkter Wärmeabfuhr zu prüfen. Der Widerstand ist so zu montieren, dass die Wärmeabfuhr (z. B. durch natürliche oder erzwungene Konvektion) nicht behindert wird.



Die Einbaulage muss, der im Produktdatenblatt oder der technischen Spezifikation angegebenen Position entsprechen (z. B. horizontal, vertikal, wandmontiert). Bei einer vertikalen Montage ist unbedingt zu beachten, dass sich die Anschlüsse bzw. Klemmen an der Unterseite des Widerstandes befinden müssen. Eine Einbaulage mit den Anschlüssen an der Oberseite ist hier nicht zulässig!

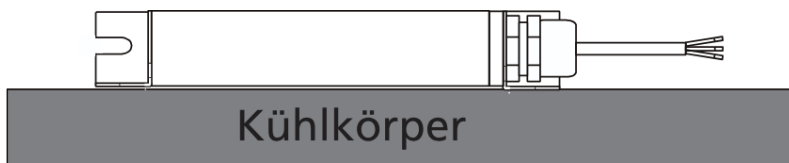
Eine abweichende Montageorientierung ist nur nach schriftlicher Freigabe durch REO zulässig.



**Achtung!**

Gegenseitige Beeinflussung

Werden mehrere Widerstände übereinander oder in unmittelbarer Nähe zueinander montiert, ist die gegenseitige thermische Beeinflussung zu berücksichtigen. In diesem Fall sind die vorgegebenen Umgebungsbedingungen zwingend einzuhalten und die Einbausituation vor Ort zu überprüfen. Es ist sicherzustellen, dass keine Wärmeübertragung auf benachbarte Bauteile erfolgt, sofern diese nicht dafür ausgelegt sind.



Leistungserhöhung um Faktor 1,5 - 4 möglich

Bei direkter Montage des Widerstands auf einem geeigneten Kühlkörper oder einer wärmeleitenden Montagefläche kann die Dauerleistung erhöht oder die Oberflächentemperatur gesenkt werden.

Je nach Art, Größe und Wärmeleitfähigkeit der Kühlfläche kann die zulässige Dauerleistung des Widerstands um den Faktor 1,5 bis 4 erhöht werden, sofern von REO verifiziert.

Bei wassergekühlten Ausführungen ist der hydraulische Anschluss entsprechend der vorgesehenen Flussrichtung und Lage auszuführen.

**Hinweis:** Die tatsächliche Leistungssteigerung ist im Einzelfall zu prüfen.

Die im Produktdatenblatt angegebenen Umgebungsbedingungen und Grenzwerte behalten weiterhin Gültigkeit und müssen eingehalten werden.

**Hinweis:** Bei der mechanischen Verbindung des Widerstands mit dem Kühlkörper sind die Anzugsmomente, die Festigkeitsklasse der Schrauben sowie die verwendeten Verbindungselemente (z. B. Unterlegscheiben, Federringe) entsprechend der Richtlinie VDI 2230 sowie ggf. herstellerspezifischer Vorgaben der Verbindungselemente auszuwählen und fachgerecht umzusetzen. Die Verantwortung für die wahl- und normgerechte Auswahl der Verbindungselemente sowie deren korrekten Einbau liegt beim Anwender bzw. Anlagenbetreiber.

## 5.3 Elektrische Montage

### 5.3.1 Sicherheitsgrundlagen

Bei allen Arbeiten an elektrischen Geräten sind die „**5 Sicherheitsregeln**“ gemäß EN 50110-1 zwingend einzuhalten:

1. **Freischalten**
2. **Gegen Wiedereinschalten sichern**
3. **Spannungsfreiheit feststellen**
4. **Erden und kurzschließen**
5. **Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschränken**

### 5.3.2 Allgemeine Anschlussvorgaben

- Der elektrische Anschluss erfolgt durch fachgerechtes Weiterverbinden an kundenseitige Klemmen, Anschlussleisten oder Sammelschienen gemäß den geltenden elektrotechnischen Vorschriften (z. B. DIN VDE 0100).
- Die Zugentlastung sowie der mechanische Schutz der Leitungsführung sind bauseitig sicherzustellen.
- Ist die Anschlussleitung offen zugänglich, ist ein Berührungsschutz durch geeignete Maßnahmen zu gewährleisten.
- Die Leitungseinführung ist gegen das Eindringen von Feuchtigkeit zu schützen (z. B. durch IP-konforme Durchführung nach IEC 60529).
- Die Adern dürfen nicht mechanisch belastet werden. Eine zugfreie Leitungsverlegung ist zwingend erforderlich.
- Der Schutzleiter (PE) ist stets zuerst anzuschließen und zuletzt zu lösen.
- Beim Verlegen der Anschlussleitungen sind die Mindestbiegeradien des Herstellers zu beachten. Name und Hersteller der Leitung sind auf der Leitung aufgedruckt. Sollten weder von REO noch von Seiten des Herstellers, Angaben zum Mindestbiegeradius verfügbar sein, gilt: Mindestbiegeradius  $R_B = 10 \times$  Außendurchmesser der Leitung

### 5.3.3 Isolationsanforderungen und Feuchtigkeitsschutz

- Die elektrische Isolation muss auch bei kondensierender Luftfeuchtigkeit oder Kühlmittleckagen (bei flüssigkeitsgekühlten Systemen) gewährleistet sein.
- Sollte der Widerstand mit Kühlflüssigkeit in Berührung kommen (z. B. durch Montage, Demontage oder angrenzende Systeme), sind folgende Maßnahmen erforderlich:
- Trocknung des Bauteils
- Prüfung des Isolationswiderstands
- Der Isolationswiderstand muss bei 1000 V mindestens 5 M $\Omega$  betragen.

### 5.3.4 Mechanische Anschlüsse und Anzugsdrehmomente

- Verwenden Sie ausschließlich geeignete Anzugsdrehmomente, die für die jeweiligen Anschlüsse spezifiziert sind.
- Die Angaben zu den Drehmomenten entnehmen Sie bitte den jeweiligen Produktdatenblättern oder den technischen Datenblättern der Anschlusskomponenten.
- Insbesondere bei Gewindeverbindungen (z. B. Kühlmittleitungen) ist sicherzustellen, dass werkseitig montierte Anschlusskomponenten gegen unbeabsichtigtes Lösen gesichert sind (z. B. durch Arretierungen).
- Unsachgemäße Anzugskräfte (zu niedrig oder zu hoch) können zu Kontaktproblemen, Überhitzung oder Geräteschäden führen.
- Die Verantwortung für eine ordnungsgemäße, normkonforme Montage liegt beim Anlagenbetreiber.

### 5.3.5 Elektrische Montage bei Widerstands Kombinationen / vorhandenen Klemmen

Bei REO-Widerständen, die zu einer Kombinationseinheit mit gemeinsamen Anschlussklemmen zusammengefasst sind, sind folgende Schritte zwingend einzuhalten:

1. Leitung vorbereiten:
  - Auswahl des Leiterquerschnitts gemäß Strombelastbarkeit und Datenblatt
  - Verwendung geeigneter Kabelschuhe oder Aderendhülsen
  - Leitungslängen so bemessen, dass Zugfreiheit und Biegereserven bestehen
2. Elektrischer Anschluss gemäß Klemmenbezeichnung und Schaltplan
3. Klemmen mit definiertem Drehmoment anziehen
4. Zugentlastung sowie mechanischen Schutz prüfen
5. Abschlussprüfung: Sichtkontrolle, Isolationsmessung, Schutzleiterprüfung

Es dürfen ausschließlich zugelassene Verbindungsmittel verwendet werden.  
Die Leitungsenden müssen den Normen DIN 46234 / DIN 46235 / DIN 46228 entsprechen.  
Die Verarbeitung hat nach den jeweils gültigen VDE-Normen (z. B. VDE 0298-4) zu erfolgen.

- Eine Mehrfachbelegung von Klemmen ist unzulässig, sofern diese nicht ausdrücklich dafür freigegeben sind.
- Schraubverbindungen sind nach dem ersten thermischen Zyklus (Erwärmung) nachzuziehen.
- Leiter dürfen nicht auf Zug oder Biegung belastet werden – bei Bedarf ist eine mechanische Entlastung vorzusehen.

### 5.3.6 Drehmomente für Anschlussklemmen und Kabelverschraubungen

Für die an REO-Widerständen verbauten Anschlussklemmen gelten die folgenden Anzugsdrehmomente in Abhängigkeit vom jeweiligen Klemmenquerschnitt:

Querschnitt [mm <sup>2</sup> ]	Drehmoment [Nm]
1,5	0,22...0,25
2,5	0,5...0,6
4	0,5...0,8
6	1,5...1,8
10	1,5...1,8
16	2,5...3
35	3,2...3,7
50	6...8
95	15...20

Der spezifische Klemmentyp sowie der zugehörige Leiterquerschnitt können dem produktspezifischen REO-Datenblatt entnommen werden.

Die Verwendung eines kalibrierten (geeichten) Drehmomentschraubers wird aus sicherheitstechnischen Gründen dringend empfohlen, um:

- eine sichere Kontaktgabe,
- den Schutz vor Überhitzung,
- und die Einhaltung der mechanischen Festigkeit sicherzustellen.

#### Zulässige Verbindungsmittel:

Bei der Leitungsanschlusstechnik (z. B. Crimpen, Aderendhülsen, Kabelschuhe) dürfen ausschließlich nach DIN/VDE genormte Verbindungsmittel verwendet werden:

- DIN 46228 – Aderendhülsen
- DIN 46235 – Kabelschuhe
- VDE 0603-1 / DIN EN 60998 – Anschlussklemmen



#### **Achtung:**

Unsachgemäß angezogene Klemmen - z. B. mit zu geringer oder zu hoher Anzugskraft können zu Kontaktproblemen, thermischer Überlastung und Geräteschäden führen.

**Der Anlagenbetreiber ist für die ordnungsgemäße und normkonforme Montage verantwortlich.**

## Werkseitige Kabelverschraubungen

Einige REO-Widerstände sind mit werkseitig vormontierten Kabelverschraubungen oder -durchführungen ausgestattet, insbesondere an Klemmkästen oder Einzelprofilen.

Diese werkseitig montierten Verschraubungen sind Teil des zertifizierten Gesamtsystems und dürfen vom Anwender **nicht** geöffnet, verändert, ersetzt oder nachgezogen werden.



Veränderung kann die IP-Schutzart, die elektrische Sicherheit sowie die CE-Konformität des Produkts gefährden und führt zum Erlöschen der Gewährleistung.

Für Kabelverschraubungen an Klemmkästen, die für die Nutzung des Anwenders vorgesehen sind (Anwender Zu- und Ableitung, ggf. Temperatursensoren), gelten Anzugsdrehmomente entsprechend den Vorgaben des Kabelverschraubungsherstellers in Abhängigkeit von der Baugröße.

Die zulässigen Werte entnehmen Sie bitte der nachfolgenden Tabelle:

Größe (metrisch)	max. Anzugsdrehmoment [Nm]
M12x1,5	6
M16x1,5	8
M20x1,5	10
M25x1,5	10
M32x1,5	15
M40x1,5	20

## 6.0 Bedienung

### 6.1 Allgemeine Hinweise

Ein separates Ein- oder Zuschalten des Produkts ist nicht erforderlich.

Bei den REO-Widerständen handelt es sich um passive Durchgangselemente, die in Betrieb gehen, sobald sie mechanisch befestigt und alle peripheren Komponenten fachgerecht angeschlossen sind.

Der Betrieb ist als **ordnungsgemäß** anzusehen, solange:

- eine ausreichende Stromversorgung gewährleistet ist,
- die Kühlung entsprechend den Vorgaben erfolgt,
- und keine Störsignale oder Fehlfunktionen festgestellt werden.

Eine Funktionsstörung kann im Rahmen einer Wartung oder Inspektion erkannt und beurteilt werden.

### 6.2 Hinweise für wassergekühlte Ausführungen

Vor der Inbetriebnahme eines wassergekühlten Widerstands ist der geschlossene Kühlkreislauf auf die folgenden Parameter zu prüfen:

- Dichtigkeit aller Verbindungen
- Systemdruck entsprechend den Herstellerangaben
- Kühlmitteldurchflussrate



**Warnhinweis:**

Eine Inbetriebnahme ohne ausreichenden Kühlmitteldurchfluss oder mit Lufteinschlüssen im System kann zur Zerstörung des Widerstands durch Überhitzung führen.

### 6.3 Anforderungen bei forcierter Kühlung

Bei forcierter Kühlung (z. B. durch Flüssigkeits- oder Lüfterkühlung) gilt:

- Das Kühlsystem muss aktiviert sein, bevor der Widerstand unter Last betrieben wird.
- Die Kühlung muss auch nach Lastende weitergeführt werden, bis die im Widerstand gespeicherte Wärmeenergie vollständig abgeführt wurde.

Wenn nicht anders von REO spezifiziert, beträgt die **Mindestnachlaufzeit der Kühlung:**

- **60 Minuten (1 Stunde)** unter Lastbedingungen.

### 6.4 Betriebsüberwachung

Eine **Betriebsüberwachung durch das Produkt selbst ist nicht vorgesehen.**

Die Überwachung der Betriebsparameter (z. B. Temperatur, Durchfluss, Versorgungsspannung) muss bauseitig erfolgen.

## 7.0 Reinigung / Wartung / Instandhaltung

### 7.1 Reinigung

Die Reinigung der REO-Widerstände ist entsprechend dem Grad der Verschmutzung durchzuführen. Verunreinigungen (z. B. Staub, Ablagerungen, Kühlrückstände) können die Wärmeabfuhr oder elektrische Eigenschaften beeinträchtigen und sind daher regelmäßig zu entfernen.

- Es sind trockene oder leicht feuchte, nicht leitfähige Reinigungshilfsmittel zu verwenden.
- Eine Reinigung unter Spannung ist **unzulässig**.
- Das Eindringen von Flüssigkeiten in das Gehäuse oder in Anschlussbereiche ist zu vermeiden.
- Bei wassergekühlten Varianten ist der Kühlkreislauf auf Rückstände, Leckagen oder biologische Ablagerungen zu kontrollieren.

### 7.2 Wartung

Zur Sicherstellung der Betriebssicherheit und Funktionsfähigkeit ist eine regelmäßige Überprüfung durch den Betreiber durchzuführen.

- Eine Inspektion mindestens **einmal jährlich** wird empfohlen.
- Im Rahmen der Wartung sind insbesondere folgende Punkte zu überprüfen:
  - Fester Sitz aller mechanischen und elektrischen Schraubverbindungen
  - Verschleiß oder Korrosion an Anschlussstellen oder Befestigungen
  - Zustand von Dichtungen, Leitungen und Isoliermaterialien
  - Bei wassergekühlten Ausführungen: Durchfluss, Druck, Dichtigkeit des Kühlkreislaufs

### 7.3 Instandhaltung

- Kürzere Wartungs- und Reinigungsintervalle können je nach Einsatzumgebung (z. B. bei erhöhter Staubbelastung, Feuchtigkeit oder Vibration) bauseits festgelegt werden.
- Der Betreiber ist für die bedarfsgerechte Festlegung und Umsetzung eines geeigneten Wartungskonzepts verantwortlich.



**Hinweis:**

Fehlende oder unzureichende Wartung kann die Lebensdauer und Funktionssicherheit des Produkts beeinträchtigen und zum Verlust von Gewährleistungsansprüchen führen.

## 8.0 Störungen und Fehlerbehebung

### 8.1 Allgemeine Hinweise

REO-Widerstände sind grundsätzlich wartungsfrei und für einen langfristigen Betrieb unter Einhaltung der spezifizierten Umgebungsbedingungen ausgelegt.

Treten dennoch Störungen, Unregelmäßigkeiten oder Auffälligkeiten im Betrieb auf, ist das Gerät unverzüglich spannungsfrei zu schalten und die Ursache durch qualifiziertes Fachpersonal zu analysieren.

### 8.2 Typische Störungsbilder und Maßnahmen

Symptom	Mögliche Ursache	Empfohlene Maßnahme
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rauch/Geruchentwicklung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überlastung</li> <li>• Thermische Überbeanspruchung</li> <li>• Kurzschluss</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerät sofort abschalten</li> <li>• Widerstand auf äußere Schäden prüfen</li> <li>• Anschluss und Anwendung kontrollieren</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfärbung des Gehäuses oder Kühlkörpers</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Langzeitüberlastung</li> <li>• Unzureichende Kühlung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umgebungstemperatur prüfen</li> <li>• Kühlbedingungen und Konvektion sicherstellen</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auffällige Betriebsgeräusche (z. B. Brummen, Knistern)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilentladungen durch Feuchtigkeit</li> <li>• Isolationsfehler</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Isolationswiderstand messen</li> <li>• Trocknung ggf. erforderlich</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Messwerte außerhalb der Toleranz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alterung</li> <li>• Überlastung</li> <li>• Kontaktprobleme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Isolationswiderstand messen</li> <li>• Klemmen und Anschlüsse prüfen</li> <li>• Gerät ggf. ersetzen</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Feuchtigkeitseintritt</li> <li>• Kondensatbildung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falsche Lagerung oder Montageumgebung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trocknung durchführen</li> <li>• Dichtheit prüfen</li> <li>• Umgebungsklima kontrollieren</li> </ul>

### 8.3 Verhalten im Fehlerfall

- Das Gerät ist sofort spannungsfrei zu schalten.
- Es ist eine Sichtprüfung auf mechanische Beschädigungen, Verformungen, Verfärbungen, Undichtigkeiten oder offensichtliche Mängel durchzuführen.
- Elektrische Messungen (z. B. Isolationsprüfung) dürfen ausschließlich durch qualifiziertes Fachpersonal durchgeführt werden.

Nach der Fehlerdiagnose ist zu prüfen, ob alle technischen Einsatzgrenzen gemäß Datenblatt (z. B. Leistungsgrenzen, Temperatur, Kühlvorgaben, Schutzart) eingehalten wurden.

Eine Wiederinbetriebnahme darf nur erfolgen, wenn die Ursache eindeutig beseitigt wurde.



**Warnhinweis:**

Ein beschädigter, verformter oder thermisch überlasteter Widerstand darf nicht erneut in Betrieb genommen werden. Es besteht Gefahr von Brand, Stromschlag oder Geräteschäden.

**Vor einer Rücksendung oder zur Durchführung einer erweiterten Fehleranalyse ist vorab Kontakt mit der REO AG aufzunehmen.**

## 9.0 Demontage und Entsorgung

### 9.1 Sicherheit bei der Demontage

Vor Beginn der Demontage sind folgende Sicherheitsmaßnahmen zwingend einzuhalten:

- Das Gerät ist vollständig spannungsfrei zu schalten.
- Gegen Wiedereinschalten ist durch geeignete Maßnahmen zu sichern.
- Elektrische Restladungen (z. B. in Zwischenkreisen oder Kondensatoren) sind vor dem Lösen elektrischer Anschlüsse sicher zu entladen.
- Demontearbeiten dürfen ausschließlich durch qualifiziertes Fachpersonal gemäß geltenden Vorschriften durchgeführt werden.

#### **Achtung:**

Widerstände können nach dem Abschalten noch erhöhte Temperaturen aufweisen.  
Es besteht Verbrennungsgefahr durch Restwärme.

#### **Warnhinweis:**

Eine unsachgemäße Demontage kann zu elektrischer Gefährdung, Brandgefahr oder Beschädigung angrenzender Systeme führen.

### 9.2 Entsorgung

**Die Entsorgung der REO-Widerstände unterliegt den folgenden Anforderungen:**

- **EU-Richtlinie 2012/19/EU (WEEE)** – Waste Electrical and Electronic Equipment
- **ElektroG** – Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten (Deutschland)

#### **Grundsätze der Entsorgung:**

- Das Produkt darf nicht mit dem Hausmüll entsorgt werden.
- Die Entsorgung ist ausschließlich über zertifizierte Entsorgungsunternehmen oder kommunale Sammelstellen durchzuführen.

#### **Trennung von Wertstoffen:**

Folgende Bestandteile sind – soweit technisch möglich - werkstofflich getrennt zu entsorgen oder einem Recycling zuzuführen:

- Aluminiumkomponenten (z. B. Gehäuse, Kühlkörper)
- Kupferleitungen und Anschlusslitzen
- Anschlussklemmen
- Isoliermaterialien, Dichtstoffe (z. B. Silikon)

#### **Verpackungsmaterialien:**

- Die Verpackung ist recyclingfähig. Entsorgung gemäß den lokalen Bestimmungen für Verpackungsabfälle.

	Name	Unterschrift	Datum	Abteilung	Funktion
<b>erstellt</b>	C.Wrzesinski		07.05.2025	KO	Konstruktion
<b>überprüft</b>			09.05.2025	QM	Qualitätsmanagement
<b>freigegeben</b>	S. Reimann		09.5.2025	EW	Ltr. Technik

Rev.	geändert von	Datum:	Ergänzungen / Neufassungen	geprüft von	Datum:
A	Wrzesinski	15.07.2025	Design, Strukturierung, Warnhinweise		

**Notizen:**

**Notizen:**



## ■ 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:

#### ■ 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@reoitalia.it](mailto:info@reoitalia.it) · Internet: [www.reoitalia.it](http://www.reoitalia.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 ELEKTRONİK 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)

#### ■ China

REO Shanghai Inductive Components Co., Ltd  
E-Mail: [info@reo.cn](mailto:info@reo.cn) · Internet: [www.reo.cn](http://www.reo.cn)

#### ■ United Arab Emirates

REO INDUCTIVE COMPONENTS FZCO  
E-Mail: [info@reo-middle-east.com](mailto:info@reo-middle-east.com) · Internet: [www.reo-middle-east.com](http://www.reo-middle-east.com)

Bei weiteren Fragen besuchen Sie unsere Website auf [WWW.REO.DE](http://WWW.REO.DE)

