

**Order code:** MKP - E62.P23-123L30

**Application:** Three-phase AC capacitor for general use in power electronics especially for filter applications

**Standards:** acc. to IEC 61071:2017 (acc. to IEC 60831-1/2:2014)  
 UL 810 - protected 10,000 AFC -50...+70°C  
 CSA C22.2 No. 190 - 660Vac - ambient max. 46°C <sup>1)</sup>

**Ratings**

|                            |    |                     |
|----------------------------|----|---------------------|
| $C_N$                      | 3x | 12 $\mu$ F $\pm$ 5% |
| $U_{NAC}$                  |    | 1700 V a.c.         |
| $U_{rms}$                  |    | 1200 V              |
| $U_s$                      |    | 3660 V              |
| $W_N$                      |    | 53 Ws               |
| $I_{max}$ * look at page 2 | 3x | 56 A                |
| $\hat{I}$                  |    | 1300 A              |
| $I_s$                      |    | 3900 A              |
| $R_s$                      | 3x | 0.6 m $\Omega$      |
| $\tan\delta_o$             |    | 2 x10 <sup>-4</sup> |
| $C \times R_{is}$          |    | 10000 s             |
| $L_e$                      |    | 125 nH              |
| <b>Connection</b>          |    | D                   |

**Thermal conditions**

|                                   |              |
|-----------------------------------|--------------|
| $\Theta_{min}$                    | -50 °C       |
| $\Theta_{max}$                    | 85 °C        |
| $R_{th}$                          | 2.6 K/W      |
| Storage temperature               | -50...+85 °C |
| Climatic class acc. to IEC 68 - 1 | C            |

**Test parameters**

|          |               |
|----------|---------------|
| $U_{TT}$ | 2840 V rms/2s |
| $U_{TC}$ | 4800 V rms/2s |

**Maximum permissible voltages**

|                         |        |
|-------------------------|--------|
| Maximum within one day, |        |
| 30% of on-load duration | 1870 V |
| 30min                   | 1960 V |
| 5min                    | 2040 V |
| 1min                    | 2210 V |
| 100ms                   | 2550 V |

**Dimensions in mm**

|                   |                |
|-------------------|----------------|
| $D_1$             | 95 $\pm$ 1     |
| $D_2$             | $D_1 + 7$ max. |
| $L_1$             | 230 $\pm$ 2    |
| $L_2$             | 36 $\pm$ 2     |
| $L_B$             | 16 + 1         |
| $G_B$             | M12            |
| $a$               | 44 $\pm$ 1     |
| $b$               | 42.5 $\pm$ 1   |
| Clearance in air  | 16             |
| Creepage distance | 16             |

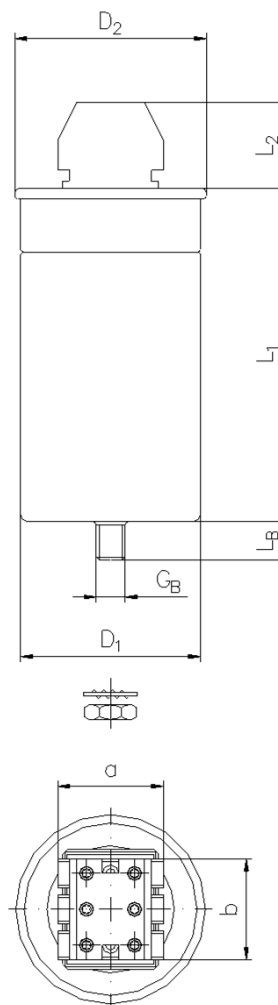
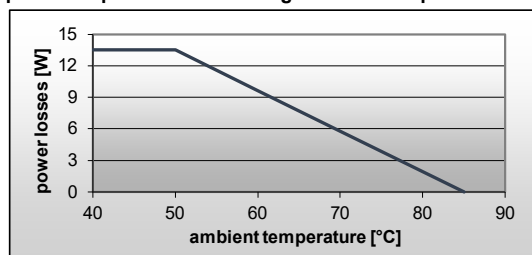
**Weight** 1.7 kg

**Statistical lifetime** > 200000 h

**Failure rate**  $\leq$  100 FIT\*

 at  $\Theta_{hotspot}$   $\leq$  70 °C

\*look at page 5

**Drawing**

**permitted power losses during continuous operation <sup>2)</sup>**

<sup>2)</sup> exact values have to be determined at the type test

**Construction**

|            |                                                     |
|------------|-----------------------------------------------------|
| Dielectric | metallized polypropylene film, self-healing         |
| Housing    | aluminium case, seam seal                           |
| Protection | protected, BAM™ overpressure break action mechanism |
| Terminals  | CAPAGRIP™ L, Imax (terminals) up to 56A per phase   |
|            | terminal block with 6 terminals 25mm <sup>2</sup>   |
| Impregnant | Liquid filled ( Castor oil, Non PCB )               |
| Fire load  | 68 MJ                                               |

<sup>1)</sup> 46°C refers to the maximum temperature applied during testing for CSA approval.  
 It does in no way concern the rated operating temperatures of the component.

**DEFINITIONS for Capacitors in Power Electronics****Rated capacitance  $C_N$** 

Capacitance value rated at 20°C / 50 Hz.

**Rated Voltage  $U_N$** 

The maximum or peak voltage of either polarity of a reversing or non-reversing type wave form for which the capacitor has been designed and rated (unlike other standards for AC capacitors, the rated voltage is not the rms value!).

**Non repetitive peak (non-recurrent surge) voltage  $U_S$** 

Voltages beyond the rated voltage induced by switching or faults of the system or any part of it. Maximum count 1000 times with a duration of not more than 100 ms each.

**rms voltage  $U_{rms}$** 

Root mean square of the max. permissible value of sinusoidal AC voltage in continuous operation.

**Ripple voltage  $U_r$** 

The peak-to-peak alternating component of the unidirectional voltage.

**Voltage test between terminals  $U_{TT}$** 

Routine test of all capacitors conducted at room temperature, prior to delivery. A limited number of repetitive tests with 90% of the test voltage stated in the data sheet may be carried out at the user's location.

**Voltage test between terminals and case  $U_{TC}$** 

Routine test of all capacitors between short-circuited terminals and case, conducted at room temperature. One repetition of the test may be carried out at the user's location.

**Maximum current  $I_{max}$** 

Maximum rms value of permissible current in continuous operation. The values given in the data sheets are related to either the specified maximum power dissipation or the current limits of the connection terminals.

**Peak current  $\hat{I}$** 

Maximum permitted repetitive current amplitude during continuous operation.

**Non-repetitive peak current (surge)  $I_S$** 

Maximum current that may occur non-repetitively and briefly in the event of a fault. Please consult us for the maximum permissible count of such events during capacitor's lifetime.

**Equivalent series resistance  $R_S$** 

Equivalent resistance representing the sum of all Ohmic resistances occurring inside the capacitor. Essential for calculation of the current dependent losses. Mind: This value does NOT consider variations of the resistance due to temperature or higher frequencies (skin effects). In extreme conditions, this value may rise substantially. Please consult us if in doubt about the specific conditions and effects of your application.

**Self-inductance  $L_e$** 

Represents the sum of all inductive elements which are – for mechanical and construction reasons – contained in any capacitor. As a rule, the values stated in our data sheets and catalogues are based on calculations or practical experience. Usually, these values are sufficient for proper calculation of the application. Please contact us if you require more detailed data or measurements.

**Resonant frequency  $f_{res}$** 

The capacitance and self-inductance of any capacitor form a series resonant circuit. Above the resonant frequency, the inductive part of this LC-circuit prevails. The capacitor would then behave as an inductor.

**Dielectric dissipation factor  $\tan\delta_0$** 

Constant dissipation factor of the dielectric material for all capacitors in their rated frequency.

**BEGRIFFSERLÄUTERUNG für Kondensatoren der Leistungselektronik****Bemessungskapazität (Nennkapazität)  $C_N$** 

Nennwert der Kapazität, bezogen auf 20°C, 50 Hz.

**Bemessungsspannung (Nennspannung)  $U_N$** 

Größtwert bzw. Scheitelwert der Spannung, für die der Kondensator dimensioniert und benannt ist (abweichend von anderen Normen für Wechselspannungskondensatoren nicht der Effektivwert!).

**Stoßspitzenspannung  $U_S$** 

Höchster Spitzenwert, der vereinzelt kurzzeitig im Störfall auftreten darf. Maximale Anzahl 1000 mal mit einer Höchstdauer von jeweils 100 ms.

**Effektive Wechselspannung  $U_{rms}$** 

Maximal zulässiger Effektivwert von sinusförmiger Wechselspannung im Dauerbetrieb.

**Überlagerte Wechselspannung  $U_r$** 

Spitze-Spitze-Wert der Wechselkomponente der gleichgerichteten Spannung.

**Prüfspannung Belag/Belag  $U_{TT}$** 

Prüfspannung, mit der alle Kondensatoren als Stückprüfung zwischen den Anschlüssen vor der Auslieferung geprüft werden. Eine begrenzte Anzahl von Wiederholungsprüfungen beim Anwender ist mit dem 0,9fachen Wert der Prüfspannung zulässig.

**Prüfspannung Belag/Gehäuse  $U_{TC}$** 

Prüfspannung, mit der alle Kondensatoren zwischen den kurzgeschlossenen Anschlüssen und dem Gehäuse als Stückprüfung vor der Auslieferung geprüft werden. Eine einmalige Wiederholungsprüfung beim Anwender ist zulässig.

**Maximalstrom  $I_{max}$** 

Maximaler Effektivwert des im Dauerbetrieb zulässigen Stromes. Die im Datenblatt angegebenen Werte ergeben sich entweder aus der maximal zulässigen Verlustleistung oder der Stromtragfähigkeit der Anschlüsse.

**Spitzenstrom  $\hat{I}$** 

Periodisch zulässiger Spitzenwert des Stromes.

**Stoßspitzenstrom  $I_S$** 

Höchster Spitzenwert, der vereinzelt kurzzeitig im Störfall auftreten darf. Bitte konsultieren Sie uns zur maximal zulässigen Anzahl solcher Ereignisse während der Betriebsdauer des Kondensators.

**Serienwiderstand  $R_S$** 

Ersatzwiderstand, welcher die Summe aller im Kondensator auftretenden ohmschen Widerstände repräsentiert. Maßgebend für die Berechnung der Stromwärmeverluste. Achtung: berücksichtigt NICHT temperatur- oder frequenzbedingte Abweichungen (SkinEffekt) und kann in Extremfällen deutlich ansteigen. Bitte konsultieren Sie uns im Zweifelsfall zu den spezifischen Verhältnissen Ihrer Anwendung.

**Eigeninduktivität  $L_e$** 

Repräsentiert die Summe aller induktiven Bestandteile, die konstruktionsbedingt in jedem Kondensator enthalten sind. Die in den Datenblättern und Katalogen angegebenen Werte beruhen i.d.R. auf Berechnungen oder praktischen Erfahrungswerten. Normalerweise reichen diese Angaben für eine Berechnung der Anwendungsverhältnisse völlig aus. Bitte wenden Sie sich an uns, wenn Sie konkretere Angaben oder Messungen benötigen.

**Resonanzfrequenz  $f_{res}$** 

Kapazität und Eigeninduktivität eines jeden Kondensators bilden de facto einen Reihenresonanzkreis. Oberhalb der Resonanzfrequenz überwiegt in diesem LC-Kreis der induktive Anteil, der Kondensator wirkt dann nicht mehr als Kapazität.

**Dielektrischer Verlustfaktor  $\tan\delta_0$** 

Konstanter Verlustfaktor des Dielektrikums für alle Kondensatoren bei Nennfrequenz.

**DEFINITIONS for Capacitors in Power Electronics**
**Thermal resistance  $R_{th}$** 

The thermal resistance indicates by how many degrees the capacitor temperature at the hotspot rises above the temperature of the ambient air per Watt of the heat dissipation losses. It depends on a variety of factors. Hence the values shown in our data sheets refer to one single operating point only which is valid for still air/natural convection cooling.

With forced cooling,  $R_{th}$  is reduced. Mind that the maximum Hotspottemperature must not be exceeded even with active cooling. Temperature balance will only be reached in as short a time as a few minutes, or as long as over 24 hours, depending on the size of the capacitor.

| Altitude Höhe | $R_{th}$                        |
|---------------|---------------------------------|
| 2000 m        | see data sheet siehe Datenblatt |
| 3000 m        | $1.1 \times R_{th}$             |
| 4000 m        | $1.3 \times R_{th}$             |
| 5000 m        | $1.5 \times R_{th}$             |

**Maximum power dissipation  $P_{max}$** 

Maximum permitted power dissipation for the capacitor's operation.

**Rated energy contents  $W_N$** 

Energy stored in the capacitor when charged at rated voltage.

**Clearance in air L**

The shortest distance between conducting parts of the terminals or between terminals and case.

**Creepage distance K**

The shortest distance along an insulated surface between conducting parts of the terminals or between terminals and case.

**Ambient temperature  $\Theta_U$** 

Temperature of the surrounding air, measured 10 cm away and at 2/3 of the case height of the capacitor.

**Lower category temperature  $\Theta_{min}$** 

Lowest permissible ambient temperature at which a capacitor may be used.

**Upper category temperature  $\Theta_{max}$** 

Highest permissible capacitor temperature during operation, i.e. temperature at the hottest point of the case.

**Hotspot temperature  $\Theta_{HOTSPOT}$** 

Temperature at the hottest spot inside the capacitor. It has to be noted that, depending on the thermal power dissipation generated inside the capacitor, there is always a temperature difference between hotspot and surface.

**GENERAL**

Custom-made capacitors are designed to the best of our knowledge, based on the specifications and additional information received from the customer. The phrase "According to customer specification" means that such custom-designed capacitors are based on the parameters of the specification with the exception of deviations declared officially by Electronicon in writing (e.g. by CbC-protocol). ELECTRONICON cannot be held responsible for failures arising out of operation under circumstances unknown at the time of design.

It is the responsibility of the user to ensure the suitability and safety of operation of our components under the conditions of his application by dedicated tests.

Safe operation of the capacitors can be expected only if all safety recommendations as well as electrical and thermal specifications as stated on the label, in the data sheets, catalogues and the accompanying mounting instructions are strictly observed, and recommended safety devices are used as intended.

Please consider the "General Safety Recommendations" of the power capacitor manufacturers organized in the German ZVEI (<https://www.electronicon.com/en/downloads/application-notes-and-general-information>) ELECTRONICON cannot accept responsibility for whatever damage may arise out of a non-observance.

**BEGRIFFSERLÄUTERUNG für Kondensatoren der Leistungselektronik**
**Thermischer Widerstand  $R_{th}$** 

Der thermische Widerstand gibt an, um wieviel Grad sich der Kondensator im Hotspot gegenüber der Temperatur umgebender Luft pro Watt Verlustleistung erwärmt. Der thermische Widerstand hängt von einer Vielzahl verschiedener Faktoren ab. Daher stellt der Wert in den Datentabellen nur einen Arbeitspunkt dar, welcher für ruhende Luft/Selbstkühlung gilt.

Bei aktiver Luftkühlung wird der thermische Widerstand kleiner. Die maximale Hotspot-Temperatur ist jedoch auch bei aktiver Kühlung stets einzuhalten. Je nach Größe kann es zwischen wenigen Minuten und mehr als 24 h dauern, bis der Kondensator diese Endtemperatur erreicht hat.

Correction factors for  $R_{th}$  depending on altitude a.s.l.

Korrekturfaktoren für den  $R_{th}$  in Abhängigkeit von der Höhe ü. NN

**Höchste Verlustleistung  $P_{max}$** 

Maximal zulässige Verlustleistung, mit der der Kondensator betrieben werden darf.

**Nennenergiegehalt  $W_N$** 

Bei Nennspannung im geladenen Kondensator gespeicherte Energie.

**Luftstrecke L**

Kürzeste Strecke zwischen leitenden Teilen der Anschlüsse bzw. zwischen Anschlüssen und Gehäuse.

**Kriechstrecke K**

Kürzeste Strecke entlang der Isolierung zwischen leitenden Teilen der Anschlüsse bzw. zwischen Anschlüssen und Gehäuse.

**Umgebungstemperatur  $\Theta_U$** 

Temperatur der umgebenden Luft, gemessen in ca. 10 cm Abstand vom Kondensator in etwa 2/3 der Gehäusehöhe.

**Untere Grenztemperatur  $\Theta_{min}$** 

Niedrigste Umgebungstemperatur, bei der der Kondensator in Betrieb genommen werden darf.

**Obere Grenztemperatur  $\Theta_{max}$** 

Höchste Temperatur, gemessen an der heißesten Stelle des Gehäuses, bei der der Kondensator betrieben werden darf.

**Hotspot-Temperatur  $\Theta_{HOTSPOT}$** 

Temperatur der heißesten Stelle im Kondensatorinneren. Es ist zu beachten, dass in Abhängigkeit von der im Kondensatorinneren generierten Verlustleistung stets ein Gefälle zwischen Hotspot und der Oberfläche besteht.

**ALLGEMEIN**

Kundenspezifische Kondensatoren werden nach bestem Wissen und Gewissen auf der Grundlage der Spezifikationen und zusätzlicher Informationen des Kunden entwickelt. Der Ausdruck "According to customer specification" im Datenblatt bedeutet, dass solche kundenspezifischen Kondensatoren auf den Parametern der Spezifikation basieren, mit Ausnahme von Abweichungen, die offiziell von Electronicon schriftlich (z. B. durch das CbC-Protokoll) erklärt wurden. ELECTRONICON kann nicht für Fehler verantwortlich gemacht werden, die sich aus dem Betrieb unter Umständen ergeben, die zum Zeitpunkt der Konstruktion unbekannt waren.

Es liegt in der Verantwortung des Benutzers, die Eignung und Sicherheit des Betriebs unserer Komponenten unter den Bedingungen seiner Anwendung durch spezielle Tests sicherzustellen.

Ein sicherer Betrieb der Kondensatoren ist nur dann zu erwarten, wenn alle Sicherheitsempfehlungen sowie die auf dem Etikett, Katalogen und den zugehörigen Montageanleitungen angegebenen elektrischen und thermischen Spezifikationen strikt eingehalten werden und die empfohlenen Sicherheitseinrichtungen bestimmungsgemäß verwendet werden.

Bitte beachten Sie die "Allgemeinen Sicherheitsempfehlungen" der im deutschen ZVEI organisierten Hersteller von Leistungskondensatoren (<https://www.electronicon.com/de/downloads/application-notes-and-general-information>). ELECTRONICON übernimmt keine Haftung für Schäden, die sich aus einer Nichteinhaltung ergeben.

## OPERATING INSTRUCTIONS

Safe operation of the capacitors can be expected only if all electrical and thermal specifications as stated on the label, in the data sheets and the following instructions are strictly observed.

We do not accept responsibility for whatever damage may arise out of a non-observance.

### Mounting Location/Cooling

The useful life of a capacitor may be reduced dramatically if exposed to excessive heat. Typically an increase in the ambient temperature of 7°C will halve the expected life of the capacitor.

To avoid overheating the capacitors must be allowed to cool unhindered and should be shielded from external heat sources.

If attenuating circumstances give cause for doubt, special tests should be conducted to ensure that the permitted maximum temperature of the capacitor is not exceeded even under the most critical ambient circumstances.

It should be noted that the internal heat balance of large capacitors is only reached after a couple of hours.

**! Give at least 20 mm clearance between and around the capacitors for natural or forced ventilation.**

**Do not place the capacitors directly above or next to heat sources such as detuning or tuning reactors, bus bars, etc.**

### CE identification

The capacitors are marked „CE“ when both of the following criteria apply:

- They conform with standard IEC / DIN EN 61071.
- At least one of the AC or DC voltage ratings does not exceed 1500V.

### Appearance

Despite careful handling and strict quality control, traces of production and handling may be left on the surface of the capacitors. Superficial flaws such as slight scratches, colour variations of the material, finger prints, small dents or slight unevenness of the surface do not represent a fault and cannot be accepted as a reason for rejects or claims under warranty.

### Vibration Stress

The capacitors comply with test standard "FC" acc. to DIN IEC 60068-2-6 as follows:

| Masse des Kondensators<br>capacitor weight | Beanspruchungsdauer<br>test duration         | Frequenzbereich<br>frequency range | Max. Beschleunigung<br>max. acceleration | Max. Auslenkung<br>max. displacement<br>amplitude |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| < 0.5 kg                                   | 30 Zyklen cycles                             | 10 ... 500 Hz                      | 50 m/s <sup>2</sup>                      | 0.35 mm                                           |
| 0.5 ... 3 kg                               | 30 Zyklen cycles                             | 10 ... 500 Hz                      | 10 m/s <sup>2</sup>                      | 0.075 mm                                          |
| > 3 kg                                     | auf Anfrage information available on request |                                    |                                          |                                                   |

## Material safety data sheet

### Environment Hazards

Our capacitors do not contain PCB, solvents, or any other toxic or banned materials. They do not contain hazardous substances acc. to «Chemische Verbotssverordnung» (based on European guidelines 2003/53/EG and 76/769/EWG), «Gefahrstoffverordnung» (GefStoffV) and «Bedarfsgegenständeverordnung (BedGgStV)». Not classified as «dangerous goods» acc. to transit rules. The capacitors do not have to be marked under the Regulations for Hazardous Goods. They are rated WGK 0 (water risk category 0 «no general threat to water»). No danger for health if applied properly. In case of skin contact with filling liquids, clean with water and soap. All manufactured capacitors are made with lead-free solder tin.

## VORSCHRIFTEN ZUM BETRIEB

Grundsätzlich ist ein sicherer Betrieb der Kondensatoren nur gewährleistet, wenn die elektrischen und thermischen Grenzwerte gemäß Typenschild, Datenblatt und die nachfolgenden Anweisungen eingehalten werden.

**Wir übernehmen keine Verantwortung für Schäden, welche aus einer Nichteinhaltung erwachsen.**

### Einbauort/Kühlung

Die Lebensdauer eines Kondensators kann durch übermäßige Wärmeeinwirkung erheblich verringert werden. Im Allgemeinen führt eine Erhöhung der Umgebungstemperatur um 7°C zu einer Verringerung der Lebensdauer des Kondensators um 50%.

Es ist daher zu beachten, dass die Kondensatoren die auftretende Verlustwärme ungehindert abführen können, so dass die obere Grenztemperatur an keiner Stelle des Gehäuses überschritten wird. Insbesondere ist zu vermeiden, dass die Kondensatoren von fremden Wärmequellen zusätzlich erwärmt werden.

In Zweifelsfällen ist durch eine Typprüfung zu überprüfen, dass unter den ungünstigsten Umgebungsbedingungen die zulässige Kondensatortemperatur nicht überschritten wird.

Dabei ist zu beachten, dass sich das Wärme Gleichgewicht bei großvolumigen Kondensatoren erst nach mehreren Stunden einstellt.

**! Zwischen den und um die Kondensatoren herum sollten mindestens 20 mm Platz für natürliche oder Zwangslüftung belassen werden.**

**Bringen Sie den Kondensator nie direkt neben oder über Wärmequellen, wie Drosseln u.ä. an.**

### CE-Kennzeichnung

Die Kondensatoren tragen eine CE-Kennzeichnung, sofern die beiden folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- Sie entsprechen der Norm IEC / DIN EN 61071
- Kondensatornennspannung  $U_N \leq 1500V$

### Aussehen

Trotz sorgfältiger Handhabung und strenger Qualitätskontrolle können Produktions- und Handhabungsspuren auf der Oberfläche der Kondensatoren verbleiben. Oberflächliche Mängel wie leichte Kratzer, Farbabweichungen des Materials, Fingerabdrücke, kleine Dellen oder leichte Unebenheiten der Oberfläche sind kein Fehler und können nicht als Grund für Beanstandungen oder Gewährleistungsansprüche akzeptiert werden.

### Schwingungsbelastung

Die Kondensatoren genügen der Prüfung "FC" nach DIN IEC 60068-2-6 mit folgenden Werten:

## Materialbetriebssicherheitsdatenblatt

### Umweltverträglichkeit

Unsere Kondensatoren enthalten kein PCB, keine Lösemittel, oder sonstige giftige oder verbotene Stoffe, keine gefährlichen Inhaltsstoffe gemäß Chemikalien-Verbotsverordnung (ChemVerbotsV), Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) und Bedarfsgegenstände-Verordnung (BedGgStV). Sie stellen kein Gefahrgut im Sinne der Transportvorschriften dar. Es ist keine Kennzeichnung nach Gefahrstoffverordnung erforderlich. Sie unterliegen nicht der TA-Luft und auch nicht der Verordnung für brennbare Flüssigkeiten (VbF). Sie sind eingestuft in die WGK 0 (Wassergefährdungsklasse Null, im Allgemeinen nicht wassergefährdend). Bei sachgemäßer Anwendung gehen vom Produkt keine Gesundheitsgefahren aus. Bei Hautkontakt mit dem Kondensatorfüllmittel sind die betroffenen Hautpartien mit Wasser und Seife zu reinigen. Alle gefertigten Kondensatoren sind mit bleifreiem Lötzinn verarbeitet.

### Disposal

The impregnants and filling materials contain vegetable oil or polyurethane mixtures. A data sheet about the impregnant utilised can be provided by the manufacturer on request. We recommend disposing of the capacitors through professional recycling centres for electric/electronic waste.

Consult your national rules and restrictions for waste and disposal.

### Entsorgung

Die verwendeten Füllmittel bestehen aus Pflanzenöl oder Polyuretanmischungen. Ein Sicherheitsdatenblatt über die Füllmittel kann bei Bedarf angefordert werden. Wir empfehlen, die Entsorgung über Recyclingeinrichtungen für Elektro-/Elektronik-Schrott vorzunehmen.

Grundsätzlich sind die jeweils gültigen nationalen Vorschriften zu beachten.

## SAFETY IN OPERATION

### Protection Against Overvoltages and External Short Circuits

As shown above, the capacitors are self-healing and regenerate themselves after breakdowns of the dielectric. For voltages within the permitted testing and operating maximum the capacitors are overvoltage-proof. They are also proof against external short circuits as far as the resulting surge discharges do not exceed the specified current limits ( $I_s$ ).

## BETRIEBSSICHERHEIT

### Sicherheit bei Überspannungen und äußeren Kurzschlüssen

Die Kondensatoren sind aufgrund des oben beschriebenen Aufbaus überspannungsfest, da sie sich nach einem Durchschlag im Dielektrikum selbst regenerieren, sofern die zulässigen Prüf- und Betriebsspannungen nicht überschritten werden. Sie sind außerdem sicher gegen äußere Kurzschlüsse, sofern bei den dabei entstehenden Stoßentladungen die zugelassenen Grenzströme ( $I_s$ ) nicht überschritten werden.

|                   |                                              |
|-------------------|----------------------------------------------|
| $1.1 \times U_N$  | 30% of the service period der Betriebszeit   |
| $1.15 \times U_N$ | 30 min/d                                     |
| $1.2 \times U_N$  | 5 min/d                                      |
| $1.3 \times U_N$  | 1 min/d                                      |
| $1.5 \times U_N$  | 100 ms no more than 1000 times max. 1000 mal |

IEC 61071  
Permitted Overvoltages  
Zulässige Überspannungen

### ! MIND HAZARDS OF EXPLOSION AND FIRE

Capacitors consist mainly of polypropylene (up to 90%), i.e. their energy content is relatively high. They may rupture and ignite as a result of internal faults or external overload (e.g. temperature, overvoltage, harmonic distortion). It must therefore be ensured, by appropriate measures, that they do not form any hazard to their environment in the event of failure or malfunction of the safety mechanism.

### ! BERSTRIKIO UND BRANDLAST BEACHTEN

Kondensatoren bestehen zu bis zu 90% aus Polypropylen, d.h. ihre Brandlast ist relativ hoch. Infolge von internen Fehlern oder externen Faktoren (z.B. Temperatur, Überspannung, Oberschwingungen) können sie platzen und sich entzünden. Deshalb ist durch geeignete Maßnahmen dafür zu sorgen, dass sie im Fehlerfall bzw. bei einem Versagen der Sicherungsmechanismen kein Risiko für ihre Umgebung darstellen.

**FIRE LOAD: approx. 40 MJ/kg**

**EXTINGUISH WITH: dry extinguisher CO<sub>2</sub>, foam**

**BRANDLAST: ca. 40MJ/kg**

**LÖSCHMITTEL: Trockenlöschmittel CO<sub>2</sub>, Schaum**

**Design K1, L1, L3, M1, M3, MB, S1, S2, S3, S4, Z1, Z3**

**Permitted torque**

M12 bottom stud 15 Nm

**Condensation, Humidity**

The mentioned limited values for humidity must not be exceeded even during storage.

**Humidity class C and TX (acc. IEC DIN EN 62498-1)**

**Bauform K1, L1, L3, M1, M3, MB, S1, S2, S3, S4, Z1, Z3**

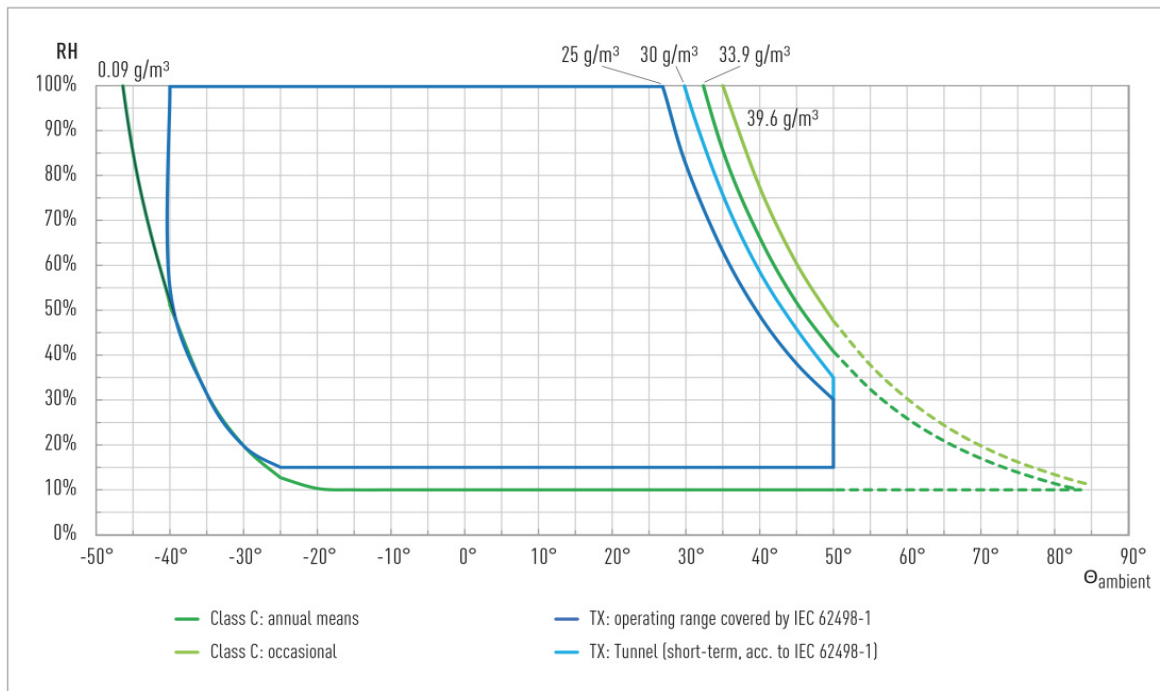
**Zulässige Drehmomente**

M12 Bodenbolzen 15 Nm

**Betauung, Luftfeuchte**

Die vorgegebenen Feuchtgrenzen dürfen auch bei der Lagerung der Kondensatoren nicht überschritten werden.

**Feuchteklasse C und TX (gemäß IEC DIN EN 62498-1)**



max. relative humidity 95% annual means, 100% occasional, condensation permitted  
Limits of relative humidity of the ambient climate in relation to the ambient temperature.

**Mounting Position**

MKP capacitors with liquid or viscous filling shall be installed upright with terminals facing upwards. Please consult our technical department if different mounting position is required. Capacitors with solidified resin filling can be mounted in any position without restrictions.

**Exception**

MKP capacitors with liquid or viscous filling with rated voltage ≤ 1000Vrms can be mounted in any position. A position with terminals pointing downwards shall be avoided!

**SAFE CONNECTION**

Cross section of connection leads must be designed in accordance with IEC 60831 and IEC 61439-1!  
For connection of the capacitors, use proper cable lugs, ferrules or plugs in accordance with the rules and regulations of your country!  
Do not solder leads to the terminals!  
Do not exceed the permitted max. current values per contact as specified in the chart below even when coupling capacitors in parallel!  
Avoid the deposition of dust and dirt on the capacitors which may obstruct the creepage distances between terminals. Use standardized non-magnetic parts for fastening cables or busbars to avoid inductive heating of the terminals. We recommend using nuts and screws either nickel-plated, or tinned with nickel barrier coating, to protect against electrochemical corrosion and the formation of whiskers.

max. relative Luftfeuchte 95% Jahresdurchschnitt, 100% gelegentlich, Betauung zulässig  
Grenzen der relativen Luftfeuchte des Kondensators in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur.

**Einbauanlage**

MKP-Kondensatoren mit flüssiger bzw. viskoser Füllung müssen stehend mit dem Anschlusselement nach oben eingebaut werden. Bitte wenden Sie sich an uns, wenn eine andere Einbauanlage erforderlich ist. Kondensatoren mit ausgehärteter Harzfüllung können ohne Einschränkung in jeder Lage eingebaut werden.

**Ausnahme**

MKP-Kondensatoren mit flüssiger bzw. viskoser Füllung mit einer Einsatzspannung ≤ 1000 Vrms können in jeder Lage eingebaut werden. Kopfstehende Montage vermeiden!

**SICHERER ANSCHLUSS**

Bei Auslegung der Anschlussquerschnitte Zuschlagsfaktoren gemäß IEC 60831 und IEC 61439-1 beachten!  
Zum Anschluss der Kabel passende Steckverbindungen, Aderendhülsen bzw. Kabelschuhe entsprechend geltenden Vorschriften verwenden!  
Anschlussleitungen nicht mit den Anschlüssen verlöten!  
Die zulässigen Stromwerte je Anschluss lt. nachstehender Tabelle dürfen auch bei Koppelung von Kondensatoren nicht überschritten werden.  
Vermeiden Sie die Ablagerung von Staub und Schmutz auf den Kondensatoren, die die Kriechstrecken zwischen den Anschlüssen verringern könnten. Verwenden Sie genormte nichtmagnetische Teile zur Befestigung von Kabeln oder Stromschienen, um eine induktive Erwärmung der Klemmen zu vermeiden. Wir empfehlen zum Schutz vor elektrochemischer Korrosion und vor Bildung von Whiskern die Verwendung von Muttern und Schrauben, die entweder vernickelt oder mit Nickel-Sperrschicht vergütet sind.

### The break-action mechanism

In the event of failure, the overpressure break-action mechanism inside the capacitor causes an expansion of the can, particularly in the area of lid and case folds.

- Accommodate clearance of at least 35 mm above terminations for extension.
- **NOTE:** Required clearances must be maintained even after a prolongation of the can!
- Connect with elastic copper bands or flexible cables only!
- Do not hold the folded crimps by retaining clamps!
- Avoid everything that might block the vertical expansion of the can!
- Do not bend, or turn, or move otherwise, the terminals or tab connectors.
- Avoid pressure on the connecting terminals!

| design<br>Ausführung    | max. cross section of connecting cables<br>Maximale Anschlussstärke der Zuleitungskabel                      | max. permitted current *<br>Maximal zulässiger Strom * | permitted torque<br>Zulässiges Drehmoment |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <b>K</b><br>Torx T20 M4 | 6 mm <sup>2</sup> with ferrule / mit Aderendhülse<br>10 mm <sup>2</sup> without ferrule / ohne Aderendhülse  | 39 A **                                                | 1.2...2.0 Nm                              |
| <b>L</b><br>Torx T20 M5 | 25 mm <sup>2</sup> with ferrule / mit Aderendhülse                                                           | 56 A **                                                | 2.5...3.0 Nm                              |
| <b>M</b><br>Torx T20 M6 | 35 mm <sup>2</sup> with ferrule / mit Aderendhülse<br>50 mm <sup>2</sup> without ferrule / ohne Aderendhülse | 104 A **                                               | 3.2...3.7 Nm                              |
| <b>MB</b><br>M10 Studs  | > 50 mm <sup>2</sup> with cable lug / mit Ringkabelschuh                                                     | 100 A **                                               | 9.5...10 Nm                               |
| <b>S</b><br>Torx T20 M5 | 16 mm <sup>2</sup> with fork type lug / mit Gabelkabelschuh                                                  | 56 A **                                                | 3.7...4.0 Nm                              |
| <b>Z</b><br>Torx T20 M4 | 10 mm <sup>2</sup> with fork type lug / mit Gabelkabelschuh                                                  | 39 A **                                                | 2.0...2.7 Nm                              |

\* mind when coupling capacitors ! / bei Koppelung von Kondensatoren beachten !

\*\* depending on the application ! / in Abhängigkeit der Anwendung !

### Discharge

If there is no discharge of the capacitors provided by external circuits, the capacitors should be provided with discharge resistors. In any event, the poles of the capacitors must be short-circuited before being touched. Note that capacitors with nominal voltages above 750 V in particular may regenerate new voltage at their terminals after having been short-circuited just for short periods. This condition results from the internal series connection of the capacitor elements and will be avoided by storing them permanently short-circuited.

### Earthing

Capacitors with a metal case must be earthed at the mounting stud or by means of a separate metal strap or clamp.

Where such earthing is impossible, the case must at least be set to a defined potential within the operating voltage range of the capacitor.

### Important notice!

Calculation of heat rise and HOTSPOT-temperature is most essential for proper evaluation of the intended operation conditions and their effect on the FIT-rate. For the majority of cases a simple calculation of the capacitor losses out of the dielectrical losses and the current losses will be sufficient.

In certain filter applications, however, the very nature of the harmonic currents may cause an inhomogeneous distribution of the created power loss, resulting in the occurrence of various, destructive "hotspots". We therefore recommend checking the following characteristics before proceeding further; standard catalogue items may not be suitable for your intended application if one or both of the following conditions apply:

1. Total current harmonic distortion THD<sub>i</sub> is greater than/equal 200% related to a fundamental frequency of 50 or 60Hz, for higher fundamental frequencies we provide you to contact us for detailed evaluation of your application.

### Funktionssicherheit des Überdruckunterbrechers

Der Überdruckunterbrecher im Kondensator führt bei Ansprechen zu einer Verlängerung des Gehäuses, speziell an Sicke und Deckel.

- Belassen Sie mindestens 35 mm Freiraum über den Anschlusselementen zur Ausdehnung!
- **Achtung:** Mindestluftstrecken entsprechend der jeweiligen Spannungskategorie müssen auch nach dem Ansprechen des Unterbrechers gewährleistet sein!
- Anschluss nur mit flexiblen Kabeln oder elastischen Kupferbändern
- Keine Schellen oder Haltewinkel an der Sicke befestigen!
- Alles vermeiden, was die Längsausdehnung behindern könnte!
- Anschlussstücke oder Flachstecker nicht biegen, drehen oder anders bewegen!
- Druck auf die Anschlussstellen vermeiden!

### Entladung

Falls eine Entladung beim Abschalten der Kondensatoren nicht über Teile der Schaltung gewährleistet ist, so sind Entladewiderstände vorzusehen. Vor dem Berühren der Anschlüsse sind diese in jedem Fall erst kurzzuschließen. Insbesondere bei Kondensatoren mit Nennspannungen über 750 V ist zu beachten, dass sich nach einem kurzzeitigen Kurzschließen durch Ladungsumverteilung erneut Spannungen an den Anschlüssen aufbauen können (bedingt durch die Reihenschaltung von Kondensatorelementen). Nicht verschaltete Kondensatoren sind daher möglichst immer kurzgeschlossen aufzubewahren.

### Erdung

Kondensatoren mit Metallgehäuse sind bei Einbau zu erden. Hierzu kann die Bodenschraube oder eine Schelle verwendet werden.

Wo eine solche Erdung nicht möglich ist, muss das Gehäuse zumindest auf ein definiertes Potential innerhalb des Betriebsspannungsbereichs des Kondensators eingestellt werden.

### Wichtiger Hinweis!

Die Berechnung der Eigenwärme und der HOTSPOT-Temperatur ist für die ordentliche Bewertung der Einsatzbedingungen und deren Einfluss auf die FIT-Rate unumgänglich. Für die Mehrheit der Fälle ist die einfache Berechnung der Kondensatorverluste aus dielektrischen und Stromwärmeverlusten ausreichend.

In bestimmten Filteranwendungen rufen speziell geartete Oberwellenströme jedoch eine ungleichmäßige Verteilung der entstehenden Verlustleistungen hervor, welche zur Bildung verschiedener schädlicher "hotspots" im Kondensator führen können. Wir empfehlen daher, im Rahmen der Bewertung auch die folgenden Kennwerte zu überprüfen; die Standardwerte aus unserem Katalog reichen für Ihre geplante Anwendung möglicherweise nicht aus, wenn eine oder beide der folgenden Bedingungen gegeben sind:

1. Der Gesamtklirrfaktor des Stromes THD<sub>i</sub> ist größer/gleich 200% bezogen auf eine Grundwelle von 50 oder 60Hz, für höhere Nennfrequenzen bitten wir um Rücksprache.

2. The ratio between total current power losses  $P_{VR}$  and dielectric power losses  $P_{VD}$  is greater than/equal 1.5.

2. Verhältnis zwischen Gesamtstromverlusten  $P_{VR}$  und den dielektrischen Verlusten  $P_{VD}$  ist größer/gleich 1,5.

$$THD_I[\%] = \frac{\sqrt{\sum_{H=2}^{\infty} I_H^2}}{I_1} \times 100 \geq 200\%$$

$$\frac{P_{VR}}{P_{VD}} \geq 1.5$$

$THD_I$  – Total harmonic distortion (Strom / current)

$I_1$  – Strom der Grundwelle (50/60Hz) / fundamental current (frequency of 50 or 60Hz)

$I_H$  – Strom der Harmonischen / harmonic current (2... $\infty$ )

The following additional rules apply when evaluating **acc. to IEC DIN-EN 60831**:

The rated voltage  $U_N(\text{rms})$  is the rms value of the AC voltage which the capacitor has been designed for;  $U_N(\text{rms})$  is based on the arithmetical sum of the rms voltage of the fundamental and all harmonic frequencies. One should therefore evaluate the requirements of both the standard IEC DIN-EN 61071 and IEC DIN-EN 60831 and consider the higher value for selection of the capacitor.

#### FIT rate (Failures In Time)

The FIT rate reflects the probability of failures during the operating period under selected operating conditions. Any failure rate of a capacitor is very closely linked with the operating temperature and the applied operating voltage. As standard, the FIT rates stated in our data sheets are assuming a capacitor hotspot temperature of 70°C and operation at rated voltage. Unless stated otherwise, they are related to a reference operating interval of  $t = 100,000$  hours. After the reference interval, the capacitors will continue operating; however the probability of failures may change. Note: the FIT rate cannot give information about the individual lifespan or the expected moment of failure of a capacitor.

Service cycles may be calculated based on the so-called MTBF value (mean time between failures):  $MTBF = 10^9 / \text{FIT}$ .

The simultaneous operation of capacitors at highest permissible voltage and operating temperature should be avoided; otherwise, failure rates may increase beyond reasonable technical reliability.

The following diagram is based on our current state of knowledge derived from test data and experience. It describes the influence of temperature and voltage on the FIT rate:

#### FIT-RATE versus HOTSPOT temperature and voltage



Bei einer Bewertung nach **IEC DIN-EN 60831** gilt für Filterkondensatoren zusätzlich:

Die Kondensatornennspannung  $U_N(\text{rms})$  ist der Effektivwert der Wechselspannung, für die der Kondensator dimensioniert wurde;  $U_N(\text{rms})$  basiert in diesem Falle auf der arithmetischen Summe der Grundwelle und der Harmonischen. Für die Dimensionierung der Kondensatorspannung sollten deshalb die Forderungen aus beiden Normen, IEC DIN-EN 61071 und IEC DIN-EN 60831, bewertet und der jeweils höhere Wert berücksichtigt werden.

#### FIT-Rate

Die FIT-Rate (Failures In Time) spiegelt die Wahrscheinlichkeit von Ausfällen während der Nutzungsdauer unter bestimmten Betriebsbedingungen wider. Die Ausfallrate eines Kondensators ist stark abhängig von der Temperatur und der Betriebsfeldstärke. Die FIT-Raten in unserem Standardsortiment beziehen sich – sofern nicht anders angegeben – auf ein aus technischer und statistischer Sicht realistisches Betriebsintervall von 100.000 Stunden bei Nennspannung, unter Annahme einer Dielektrikumstemperatur (= Hotspot-Temperatur) von 70°C. Nach Ablauf des Referenzzeitraums werden die Kondensatoren auch weiterhin funktionieren, allerdings kann sich die Ausfallwahrscheinlichkeit ändern. Achtung: Die FIT-Rate ermöglicht keine Aussagen über die individuelle Lebensdauer oder den konkreten Ausfallzeitpunkt eines Kondensators.

Zur Berechnung von Wartungszyklen wird mitunter auch der sogenannte MTBF (mean time between failures) verwendet. Hier gilt die Beziehung:  $MTBF = 10^9 / \text{FIT}$ .

Der Betrieb von Kondensatoren mit der höchsten zulässigen Spannung und der höchsten zulässigen Betriebstemperatur sollte vermieden werden, andernfalls können die Ausfallraten so hoch werden, dass keine technisch sinnvollen Zuverlässigkeiten mehr gewährleistet sind.

Das nachfolgende Diagramm basiert auf langjährigen empirischen Erfahrungen und zahlreichen gezielten Zuverlässigkeitsprüfungen. Es beschreibt den Einfluß von Temperatur und Spannung auf die FIT-Rate: