



Surge arresters

low and medium voltage

Product catalogue 2025

Überspannungsableiter

In Nieder- und Mittelspannungsnetzen

Produktkatalog 2025



About Grupa Apator

Grupa Apator is a dynamic Polish capital group, it currently includes 11 companies polish and foreign. Grupa Apator is a pioneer in the implementation of innovative technical solutions and its sales income grows every year. Thanks to the application of modern technologies our products have the highest quality and win the recognition of our Clients.

Grupa Apator focuses its activity in two segments of the electromechanical industry: metering and switchgear. Offer of the companies of Grupa includes metering equipment for all utilities (prepayment and post-payment electrical energy meters, heat meters, gas meters, water meters, temperature sensors).

The above offer is a base for the development of systems enabling energy usage metering, remote reading, teletransmission and visualisation of data.

Grupa Apator has a strong position and years of experience concerning safe making and breaking of electrical circuits.



- Apator Metra
- Apator Miitors
- Apator Telemetry



CONTENTS

04	ASA – low voltage outdoor surge arresters <i>Niederspannungsableiter Typ ASA</i>	04
	Applications / Einsatzbereich	05
	Selection of surge arresters / Auswahlkriterien	07
	Technical data / Technische Daten	09
	Terminals / Zubehör	10
13	ASM – medium voltage outdoor surge arresters <i>Mittelspannungsableiter für den Freiluftbereich Typ ASM</i>	13
	Applications / Einsatzbereich	14
	Selection of surge arresters / Auswahlkriterien	18
	Technical data / Technische Daten	22
	Terminals / Zubehör	24
27	ASW – medium voltage indoor surge arresters <i>Mittelspannungsableiter für den Innenbereich Typ ASW</i>	27
	Applications / Einsatzbereich	28
	Selection of surge arresters / Auswahlkriterien	30
	Technical data / Technische Daten	32
	Terminals / Zubehör	34



ASA

low voltage surge arresters
for outdoor applications in low voltage networks

- solid, durable, safe
- very high protection level
- high resistance to the influence of environmental conditions, UV and all kinds of pollutions
- wide range of terminals and assembling accessories

ASA

*Überspannungsableiter
für den Freiluftbereich in Niederspannungsnetzen*

- zuverlässig, langlebig, sicher
- hochwirksamer Schutz
- witterungs-, UV- und schmutzbeständiges Gehäuse
- breite Zubehörpalette

1. APPLICATION / EINSATZBEREICH

Protection against overvoltages caused by lightning strokes or switching operations in low voltage systems, starting from low voltage bushing insulator of low voltage/medium voltage transformer up to point of entry of power line into the building:

- cable output in overhead power lines – the solution commonly used when new receivers of electricity are connected to the line. In this case surge arresters protect the equipment at final receiver but also protect a cable against the effects of overvoltages.
- overhead cable joints and elements of power system – installation of surge arresters provide the protection of equipment at final receiver and also does not allow to spread the overvoltage wave over elements of the system.
- medium /low voltage power stations, low voltage side – surge arresters being installed on low voltage side provide the protection against overvoltages transferred to the low voltage system from medium voltage system. They give the protection of transformer and outgoing circuits from low voltage station.
- terminals of overhead low voltage power lines
- points of branch of low voltage overhead lines

In order to protect long distance sections of overhead line it is recommended to use at least one set of surge arresters on every 500 meter.

Für den Überspannungsschutz gegen direkte und indirekte Blitzeinwirkungen und Schaltüberspannungen in den Niederspannungsanlagen, von der Niederspannungsdurchführung am Mittel-/Niederspannungstrafo bis zum Eingang zum Gebäude bzw. zur Anlage:

- *Ableitungen von Freileitungen – Diese Lösung wird beim Anschluss neuer Empfänger der Elektroenergie am häufigsten gewählt. In diesem Fall werden die Überspannungsableiter nicht nur für den Schutz der Anlagen beim Endempfänger, sondern auch für den Schutz der Leitungen gegen Überspannungen eingesetzt.*
 - *Freileitungsanschlüsse und Stromnetzelemente – Die Überspannungsableiter gewährleisten den Schutz der Anlagen beim Endempfänger und verhindern die Übertragung der Überspannungswelle über die Stromnetzelemente.*
 - *Mittel-/Niederspannungsstationen, Niederspannungsseite – Die an der Niederspannungsseite installierten Überspannungsableiter gewährleisten u.a. den Schutz gegen Überspannungen, die vom Mittelspannungsnetz auf die Niederspannungsanlage übertragen werden können (Schutz für Trafo und Ausgangstromkreise an den Niederspannungsstationen).*
 - *Enden der Niederspannungsfreileitungen*
 - *Abzweigpunkte von Niederspannungsfreileitungen*
- Bei Freileitungen wird empfohlen, mindestens 1 Überspannungsableiter je 500 m zu installieren.*



Beginning of the LV overhead line
Anfang der
Niederspannungsfreileitung



Main line 1 set of ASA every 500 m
Hauptfreileitung
Satz der ASA je 500 m



The end of the low voltage overhead line
Enden der Niederspannungsfreileitung

2. OPERATING CONDITIONS / BETRIEBSBEDINGUNGEN

- outdoor (housing resistant to UV) can also be used to indoor applications
- altitude up to 2000 m above sea level suitable for operation
- storage and operation temperature: from -40°C to +70°C
- relative humidity up to 90%
- für den Freiluftbereich (UV-beständiges Gehäuse), auch für den Innenbereich geeignet
- einsetzbar in der Höhe bis 2000 m ü. Meeresspiegel
- Betriebs- und Lagerungstemperatur: erweiterter Bereich von - 40°C bis +70°C
- relative Feuchtigkeit bis 90%

3. DESIGN AND PRINCIPLE OF OPERATION / AUFBAU UND FUNKTIONSPRINZIP

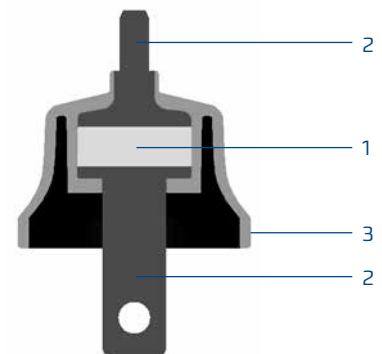
ASA surge arrester comprises an active element – a varistor (1) being manufactured according to advanced technology of ceramic material based on zinc oxide (ZnO) with other metal oxides additives which being precisely dosed forms semiconductor surface layers on zinc oxide crystals and stabilized the voltage-current characteristics of a varistor.

Electrodes are located on both sides of varistor (2). External housing (3) of the arrester is made by direct injection of polyamide on the varistor.

Bei Überspannungsableitern Typ ASA wird ein aktives Element (hochwertiger ZnO Varistor) (1) eingesetzt, das aus Keramik auf Basis von Zinkoxid (ZnO) unter Zugabe weiterer Metalloxide im hochspezialisierten technologischen Verfahren hergestellt wird. Die genau dosierten Metalloxide bilden eine Halbleiterschicht an der Oberfläche von Zinkoxidkristallen und stabilisieren zugleich die Spannungs-Strom-Kennlinie des Varistors. Auf beiden Seiten des Varistors gibt es zwei Elektroden (2). Das äußere Gehäuse (3) aus Polyamid wird im unmittelbaren Einspritzverfahren hergestellt.

We offer additionally the version of surge arrester equipped with disconnector operating in case of thermal current overloading. Operating of a disconnector is irrevocable and it indicates a failure of SPD¹⁾. The failure may be result of overloading or direct stroke of lighting exceeding the discharge capacity of SPD. When the arrester with disconnector is overloaded, any objects placed not less than 0,5 m away from SPD are safe.

Die Überspannungsableiter sind mit einer Trennvorrichtung erhältlich, die nach dem Wärme- und Überstromprinzip funktioniert. Nach dem Auslösen der Trennvorrichtung wird der Überspannungsableiter (engl. SPD¹⁾) vom Stromnetz abgeschaltet und gilt zugleich als Störungsanzeige. Eine Störung ist entweder auf die Überlastung des Überspannungsableiters oder dessen Beschädigung infolge eines unmittelbaren Blitzschlages zurückzuführen, wenn der Entladestromwert die Fähigkeit der Stromableitung durch den Überspannungsableiter überschreitet. Sollte der mit der Trennvorrichtung ausgestattete Überspannungsableiter beschädigt werden, besteht keine Brandgefahr für die Anlagen, die sich mind. 0,5 m vom Überspannungsableiter befinden.



ASA-5B type surge arrester
Überspannungsableiter Typ ASA – 5B



ASA surge arrester with disconnector
during normal operation
Überspannungsableiter Typ ASA mit
einer Trennvorrichtung im normalen
Betrieb



ASA surge arrester with disconnector
after MO-blocks have been damaged
Überspannungsableiter Typ ASA mit
einer Trennvorrichtung nach dem
Auslösen (beschädigter Varistor)

¹⁾ SPD acronym ang. „surge protective devices“

4. CONFORMITY WITH THE STANDARDS / NORMKONFORMITÄT

EN 61643-11: 2013-06 "Low-voltage surge protective devices – Part 11: Surge protective devices connected to low-voltage power systems. Requirements and tests" and related standards

EN 61643-11: 2013-06 "Überspannungsschutzgeräte für Niederspannung, Teil 11: Überspannungsschutzgeräte für den Einsatz in Niederspannungsanlagen - Anforderungen und Prüfungen"

5. ADVANTAGES / VORTEILE

- low protection level, independent from steepness and polarity of surge strike
- high energy absorption capability
- high resistance to the influence of environmental conditions
- stability of the characteristics in time
- *hochwirksamer Schutz durch den niedrigen Wert der Restspannung*
- *hohes Energieaufnahmevermögen*
- *hohe Witterungsbeständigkeit*
- *Stabilität der Kennlinien*

6. SELECTION OF SURGE ARRESTERS / AUSWAHLKRITERIEN

SELECTION OF VALUE OF CONTINUOUS OPERATING VOLTAGE U_c

The value of continuous operating voltage U_c should be not lower than the highest voltage value in system U_m that can occur in place where surge arrester is installed. Supposing that U_m value in low voltage system does not exceed the value of rated voltage of system U_n more than 10%, the continuous operating voltage of surge arrester should be as follow:

- $U_c \geq 1,1 U_n / \sqrt{3}$ for surge arresters installed between phase conductor and neutral conductor or between phase conductor and the earth,
- $U_c \geq 1,1 U_n$ for surge arresters installed between phases

In accordance with the above expressions it is recommended to use in 220/380V and 230/400V systems for surge arresters the following standard values of U_c :

- $U_c = 280 \text{ V}$ to protect phase conductor-neutral conductor and phase conductor-PEN conductor (TT and TN systems)
- $U_c = 440 \text{ V}$ to protect phase conductor-phase conductor (TT, TN, IT systems)
- $U_c = 440 \text{ V}$ to protect phase conductor-earth (IT system)

ERMITTLUNG DER DAUERBETRIEBSSPANNUNG U_c

Die Dauerbetriebsspannung U_c darf nicht geringer als die höchste Netzspannung U_m am Einbauort des Überspannungsableiters sein. Vorausgesetzt, dass der Wert U_m im Niederspannungsnetz den Nennspannungswert des Netzes U_n um max. 10% überschreitet, soll die Dauerbetriebsspannung des Überspannungsableiters betragen:

- $U_c \geq 1,1 U_n / \sqrt{3}$ für die Überspannungsableiter zwischen der Phasen- und Nullleitung oder zwischen der Phasenleitung und der Erde,
- $U_c \geq 1,1 U_n$ für die Überspannungsableiter zwischen den Phasenleitungen

Nach den oben genannten Formeln sind folgende Spannungswerte U_c für die Überspannungsableiter im Stromnetz 220/380 V und 230/400 V zu wählen:

- $U_c = 280 \text{ V}$ Phasen- und Nulleitung und Phasen-PEN-Leitung (TT- und TN-Systeme)
- $U_c = 440 \text{ V}$ Phasen- und Phasenleitung (TT-, TN- und IT-Systeme)
- $U_c = 440 \text{ V}$ Phasenleitung-Erde (IT-System)

Table1. Examples of protection against overvoltage related to earthing system

Beispiele für den Überspannungsschutz je nach Anordnung des Niederspannungsnetzes

LV Earthing system <i>Anordnung des Niederspannungs- Stromnetzes</i>	Phase Conductor -Neutral Conductor <i>Phasen - Nullleitung</i>	Phase Conductor -PE Conductor <i>Phasen - PE-Leitung</i>	Phase Conductor -PEN Conductor <i>Phasen - PEN- Leitung</i>	Neutral Conductor -PE Conductor <i>Null - PE-Leitung</i>	Phase Conductor -Phase Conductor <i>Phasen- Phasenleitung</i>
TT	V				V
TN-C			V		V
TN-S	V	V		V	V
IT			V		V

SELECTION OF PROTECTION LEVEL

Voltage protection level U_p for surge arresters has to be lower than voltage electrical withstand of protected equipment. It is recommended at least 20% of protection margin. It can be assumed as general principle that residual voltage U_p of surge arresters should be possible the lowest one in order to provide appropriate protection.

Important parameter of the characteristics of surge arresters is the ratio $\frac{U_p}{U_c}$

U_p – voltage peak value on SPD terminals at I_n nominal discharge current flow

U_c – effective value of continuous operating voltage

In modern types of surge arresters that value is within 4 to 5. In the selection process of surge arrester the value of that ratio should be considered. The lower ratio $\frac{U_p}{U_c}$ is provided than higher protection margin and therefore higher protection effectiveness is obtained.

WAHL DES SPANNUNGSSCHUTZPEGELS

Der Spannungsschutzpegel der Überspannungsableiter U_p muss niedriger als die Spannungssicherheit der zu schützenden Anlage sein. Zu berücksichtigen sind mind. 20% der Sicherheitsreserve. Als Faustregel gilt, dass die Restspannung der Überspannungsableiter U_p möglichst gering sein soll, so dass ein hochwirksamer Schutz gewährleistet werden kann.

Ein wichtiger Parameter der Überspannungsableiter-Kennlinie ist das Verhältnis $\frac{U_p}{U_c}$

U_p – Spitzenwert der Spannung an den Klemmen des Überspannungsableiters bei Nennableitstrom I_n

U_c – wirksame Dauerbetriebsspannung

Für die modernen funkenstreckenfreien Überspannungsableiter liegt dieser Wert zwischen 4 bis 5. Bei der Auswahl der Überspannungsleiter ist auf dieses Verhältnis unbedingt zu achten. Je kleiner dieses das Verhältnis $\frac{U_p}{U_c}$ ist, desto größer ist der Schutzbereich und die Wirksamkeit des Isolationsschutzes der zu schützenden Anlage.

7. TECHNICAL DATA / TECHNISCHE DATEN

Table 2. Technical data / Technische Daten

Type Typ	Continuous Operating Voltage Dauerbetriebsspannung U_c	Nominal Discharge Current Nennableitstrom $8/20 \mu s I_n$	Maximum Discharge Current max. Ableitstrom $8/20 \mu s I_{max}$	Voltage Protection Level Spannungsschutzpegel U_p	U_p/U_c
	[V _{rms}]	[kA]	[kA]	[V _{peak}]	-
ASA 280-5*	280	5	30	1220	4,0
ASA 440-5	440			1500	
ASA 500-5	500			1700	
ASA 660-5	660			2240	
ASA 280-10*	280	10	40	1200	
ASA 440-10	440			1640	
ASA 500-10	500			1700	
ASA 660-10	660			2300	

* Use in network where the phase conductor is not allowed to appear voltage higher than 280 V. Due to the large amount of earth faults in low voltage networks it is recommended using of surge arresters with continuous operating voltage at least 440 V.

* Im Stromnetz einzusetzen, wo die maximale Spannung an der Phasenleitung 280 V beträgt. In Bezug auf zahlreiche Erdschlüsse in den Niederspannungsnetzen werden die Überspannungsableiter mit einer Dauerbetriebsspannung von min. 440 V empfohlen.

- for voltages of the system / für Spannungen der Anlage to/bis 1000 V
- frequency / Frequenz 48 - 62 Hz

For the version with disconnector

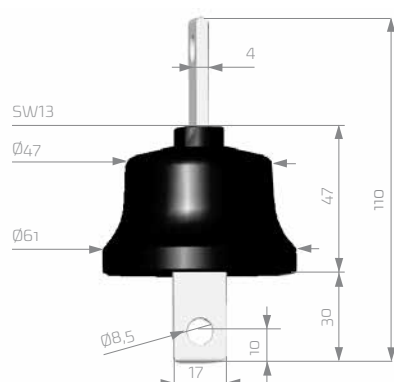
Überspannungsableiter mit einer Trennvorrichtung:

- short-circuit current withstand capability / Kurzschlussbeständigkeit 4,5 kA
- short time overvoltage / Beständigkeit gegen zeitweilige Überspannungen 1440 V, 200 ms
- temporary overvoltage / Beständigkeit gegen langsam wechselnde Überspannungen 400 V, 5 s
- type of SPD / Typ von SPD T2

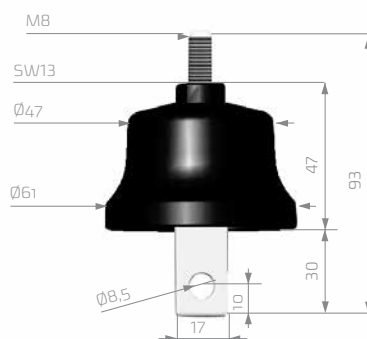
MOUNTING DATA / EINBAUDATEN

- torque moment of line and earth terminals to construction
Anzugsmoment für Leitungen und Erder für die Überspannungsableiter 8 - 10 Nm

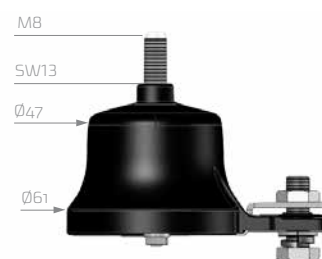
8. DIMENSIONAL DRAWINGS / ABMESSUNGEN



surge arrester version A
Überspannungsableiter Ausführung A



surge arrester version B
Überspannungsableiter Ausführung B

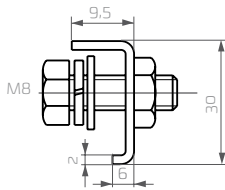


surge arrester with disconnector version BO
Überspannungsableiter mit einer
Trennvorrichtung Ausführung BO

9. TERMINALS / ZUBEHÖR

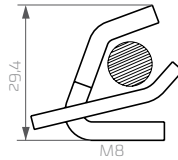
Line (top) terminals / Oberes Leitungszubehör

C



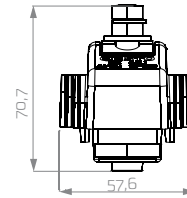
Clamp 16-120 mm²
Klemme 16 – 120 mm²

D



Clamp 16-120 mm²
Klemme 16 – 120 mm²

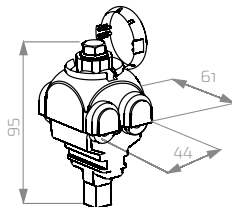
E2



ENSTO type only to be mounted on one side insulation piercing clamp. It does not require using of torque spanner, Al/Cu 10 mm² - 150 mm²

Klemme der Fa. ENSTO, ausschließlich für den Einbau des Überspannungsableiters an den isolierten Leitungen, ausgestattet mit abreißbarem Schraubenkopf, kein Drehmomentschlüssel erforderlich, Al/Cu 10 - 150 mm²

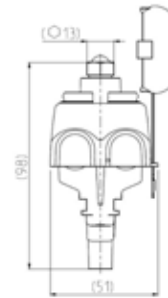
E3



ENSTO type - two sides insulation piercing clamp. It enables to mount surge arrester on insulated conductor and the same time to make branch. It does not require using of torque spanner, Al 10 mm² - 95 mm² Cu 10 mm² - 95 mm²

Klemme der Fa. ENSTO, die Isolation beidseitig durchbrechend, erlaubt den Einbau des Überspannungsableiters an der isolierten Leitung und zugleich die Abzweigung, ausgestattet mit abreißbarem Schraubenkopf, kein Drehmomentschlüssel erforderlich, Al 10 - 95 mm², Cu 10 - 95 mm²

E4

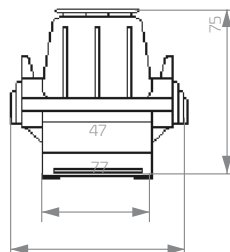


ENSTO type - one side insulation piercing clamp. It enables to mount surge arrester on insulated conductor and the same time to make branch. It does not require using of torque spanner.

insulated Al 2,5 - 95 mm² / Cu 1,5 - 70 mm²
non insulated Al 25 - 95 mm² / Cu 25 - 70 mm²

Klemme der Fa. ENSTO, die Isolation einseitig durchbrechend, erlaubt den Einbau des Überspannungsableiters an der isolierten Leitung und zugleich die Abzweigung, ausgestattet mit abreißbarem Schraubenkopf, kein Drehmomentschlüssel erforderlich, isolierten Aluleitung Al 2,5 - 95 mm² / Cu 1,5 - 70 mm² blanken Aluleitung Al 25 - 95 mm² / Cu 25 - 70 mm²

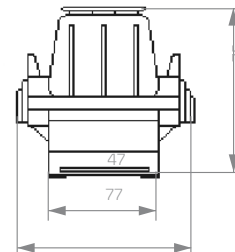
F1



one side insulation piercing clamp to connect insulated and non insulated line Al/Al 16 mm² - 95 mm²

Die Isolation einseitig durchbrechende Klemme, für die Herstellung einer Verbindung zwischen der isolierten und blanken Leitung Al/Al 16 - 95 mm²

F2

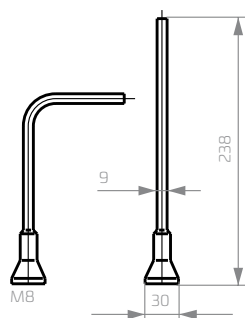


two sides insulation piercing clamp, for branches of insulated conductors Al/Al 16 mm² - 95 mm²

Die Isolation beidseitig durchbrechende Klemme, für die Abzweigungen von isolierten Leitungen Al/Al 16 - 95 mm²

61 **G**

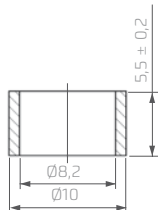
44



pipe shaped flexible conductor with terminal
screwed in top outlet of surge arrester
for piercing clamps not suitable to direct
connection to surge arrester

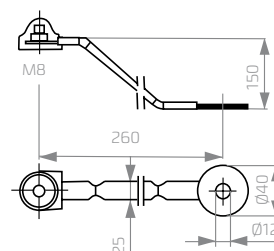
ISO Anschluss- biegsam mit einem am oberen
Vorsprung des Überspannungsableiters
aufgeschraubten Ende, für die
durchbrechenden Klemmen, die für den
unmittelbaren Anschluss des
Überspannungsableiters ungeeignet sind.

I



spacing sleeve for E2, E3, E4 clamps
Distanzhülse für die Klemmen E2, E3, E4

H

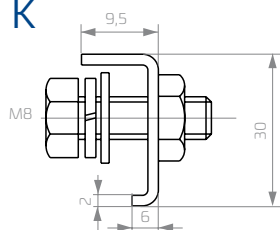


trafo clamp for direct connection of surge
arrester to a transformer

*H-Trafoklemme für den unmittelbaren
Anschluss des Überspannungsableiters
an den Trafo*

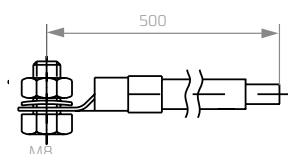
Earth (bottom) terminals / Unteres Erderzubehör

K



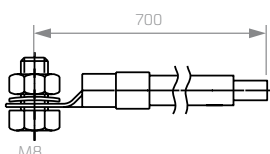
Clamp 16 mm² - 120 mm²
Klemme 16 - 120 mm²

M



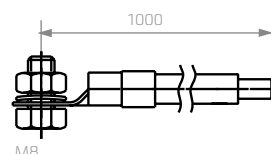
Cu insulated flexible conductor
isolierte Cu-Schlauchleitung

N



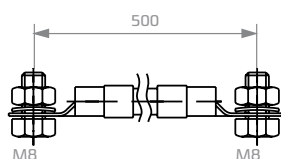
Cu insulated flexible conductor
isolierte Cu-Schlauchleitung

P



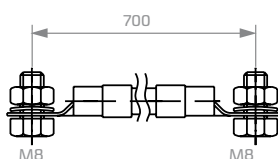
Cu insulated flexible conductor
isolierte Cu-Schlauchleitung

R



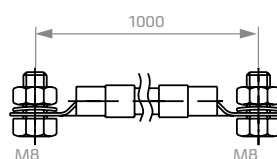
Cu insulated flexible conductor
isolierte Cu-Schlauchleitung

S



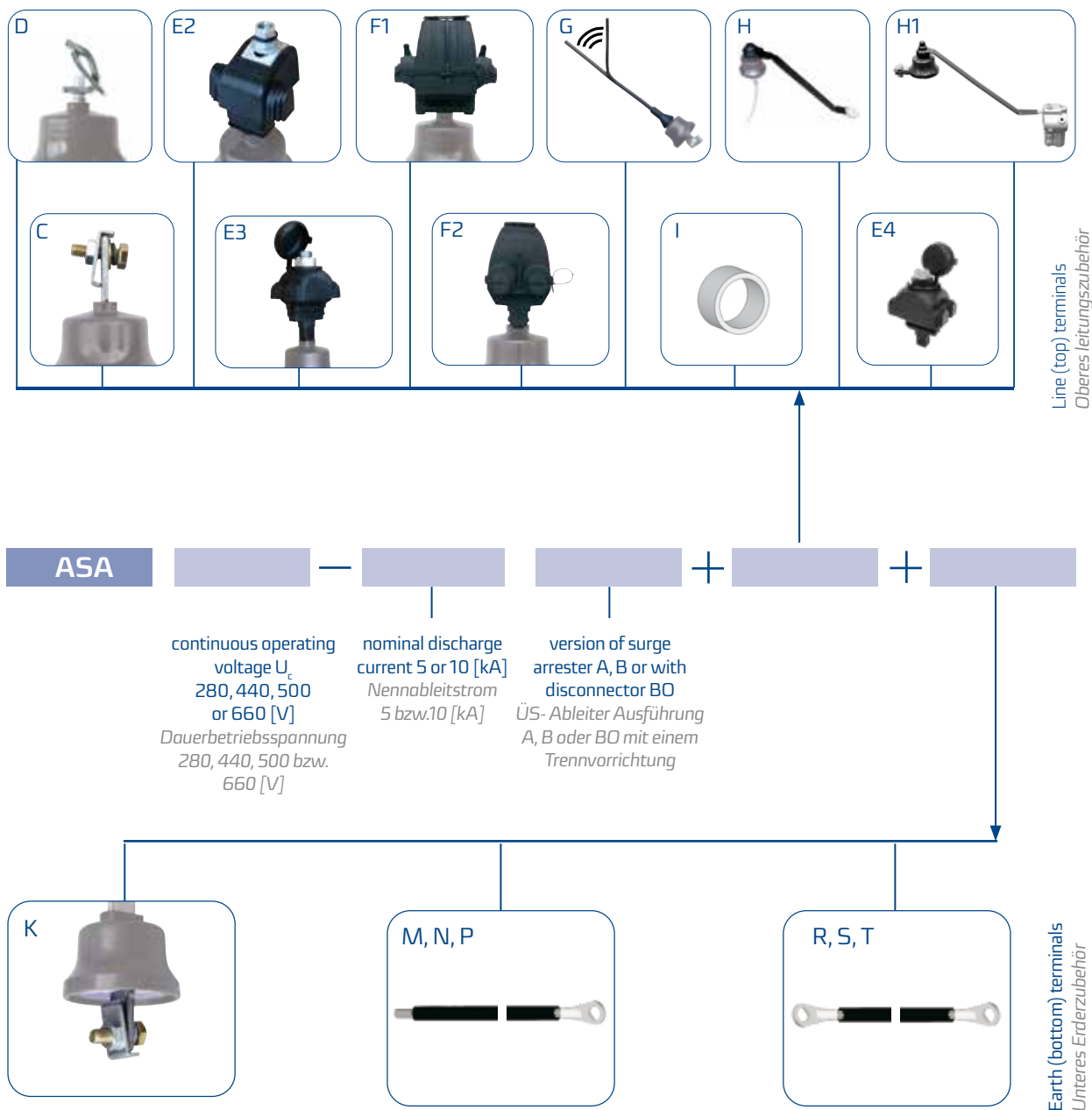
Cu insulated flexible conductor
isolierte Cu-Schlauchleitung

T



Cu insulated flexible conductor
isolierte Cu-Schlauchleitung

ORDERING SYSTEM / WIE KANN MAN BESTELLEN



11. THE EXAMPLE OF ORDERING / BESTELLBEISPIEL

ASA 660 - 5B + D + K / Überspannungsableiter Typ ASA 660 - 5B + D + K

ASA	designation Kennzeichnung	B	type of surge arrester Ausführung des Überspannungsableiters
660	continuous operating voltage Dauerbetriebsspannung	D	line (top) terminal Leitungsklemme (oberes Zubehör)
5	nominal discharge current Nennableitstrom	K	earth (bottom) terminal Erdungsklemme (unteres Zubehör)

CAUTION: Surge arresters are packed in the system of 3 units together with accessories ordered in one package.

ANMERKUNG: Die Überspannungsableiter werden je 3 Stücke einschließlich des bestellten Zubehörs verpackt.



ASM

surge arresters

for outdoor applications in medium voltage networks

- short-circuit withstand current up to 31,5 kA
- high energy absorption capability
- very good mechanical properties
- external housing performed with liquid silicone in process
- to providing tightness of surge arrester
- excellent self-cleaning properties of housing

Typ ASM

Überspannungsableiter

für den Freiluftbereich in den Mittelspannungsnetzen

- zul. Kurzschlussstrom bis 31,5 kA
- hohes Energieaufnahmevermögen
- sehr gute mechanische Eigenschaften
- äußeres Gehäuse aus flüssigem Silikon zur Sicherstellung
- der Dichtheit des Überspannungsableiters
- selbstreinigendes Gehäuse

1. APPLICATION / EINSATZBEREICH

ASM surge arresters are intended for protection of power engineering a.c. devices against destructive operation of lighting and switching overvoltages. They are allowed to be also used as auxiliary support insulators for example on pillar transformer stations where such a role usually play ceramic insulators.

Für den Schutz der Isolation der Wechselstrom-Elektroanlagen gegen atmosphärische und Schaltüberspannungen. Die Überspannungsableiter können auch als Hilfsstützenisolatoren eingesetzt werden, z.B. bei den Trafo-Maststationen, bei denen die Keramiktransformatoren meistens verwendet werden.



protection of MV cable –
outlet of overhead line
*Sicherung der Mittelspannungsleitung –
Ableitung der Freileitung*



protection of simple transformer station
15/0,4kV
*Sicherung der vereinfachten Trafostation
15/0,4 kV*

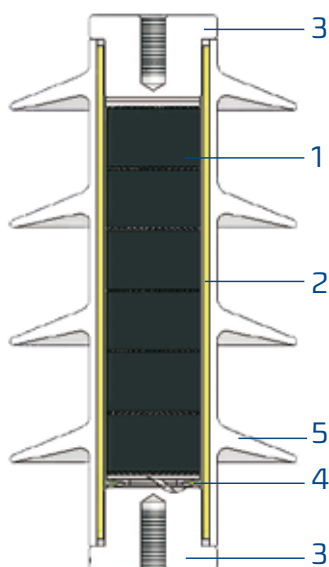


protection of MV cable –
outlet of overhead line
*Sicherung der Mittelspannungsleitung –
Ableitung der Freileitung*

2. OPERATING CONDITIONS / BETRIEBSBEDINGUNGEN

- outdoor conditions (temperate climate), they are allowed to be used as indoor surge arresters
- altitude up to 1000 meters above sea level
- operating and storage temperature from -55°C up to +55°C
- the power frequency of the system should not be lower than 48 Hz and higher than 62 Hz
- the r.m.s. value of alternating voltage applied to the terminals should not exceed its continuous operating voltage U_c
- the r.m.s. value of alternating - current component of short circuit current in place of installation of a surge arrester should not be higher than 31,5 kA
- operating position of ASM surge arrester can be optional from vertical to horizontal one, while torque moment $M_s \leq 20$ Nm and bending moment $M_g \leq 250$ Nm
- für den Freiluftbereich (gemäßigtes Klima), auch für den Innenbereich geeignet
- Höhe bis 1000 m ü. NN.
- Betriebs- und Lagerungstemperatur von -55°C bis +55°C
- Spannungsfrequenz des Stromnetzes darf 48 Hz nicht unterschreiten und 62 Hz nicht überschreiten
- der wirksame Wert der an den Klemmen des Überspannungsableiters dauerhaft angelegten Wechselspannung darf die Dauerbetriebsspannung des Überspannungsableiters U_c nicht überschreiten
- der wirksame Wert des zeitweiligen Kurzschlussstroms am Einbauort des Überspannungsableiters darf 31,5 kA nicht überschreiten
- die Lage des Überspannungsableiters Typ ASM, kann beliebig gewählt werden: vertikal bis horizontal, dabei betragen, das Anzugsmoment $M_s \leq 20$ Nm und das Biegemoment $M_g \leq 250$ Nm

3. DESIGN AND PRINCIPLE OF OPERATION / AUFBAU UND FUNKTIONSPRINZIP



ASM 18N type surge arrester
Überspannungsableiter Typ ASM 18N

Basic part of surge arrester is the pile of varistors (1) made of zinc oxide with other metal oxide additives. Varistors made by ceramic technology have high non linear voltage-current characteristic, high current withstand and stability of electrical parameters under continuous operating voltage during whole lifetime.

The pile of varistors is located in insulating material which is an internal housing (2) of surge arrester and it provides very high mechanical strength. There are aluminium electrodes (3) on both sides. An electrical contact between varistors and electrodes is obtained by suitable pressure (4). External housing (5) of an arrester is made of LSR, which has very good insulating properties. Design of a mould for direct injection of LSR provides the removal of air bubbles from the inside of surge arrester. It is confirmed by one of the routine tests - partial discharges measurement.

Das Herz des Überspannungsableiters ist der Varistorenstapel (1) aus Zinkoxid mit Zugabe von anderen Metalloxiden. Die Varistoren werden aus Keramik im hochspezialisierten Verfahren hergestellt und zeichnen sich durch eine hohe Nichtlinearität der Spannungs-Strom-Kennlinie, hohe Strombelastbarkeit und gute Stabilität der elektrischen Parameter im Dauerbetrieb bei Betriebsspannung aus. Der Varistorenstapel ist im Isolationsmaterial eingebaut, und bildet damit das innere Gehäuse (2) des Überspannungsableiters und dadurch auch sehr hohe mechanische Beständigkeit gewährleistet wird. Auf beiden Seiten des

Überspannungsableiters befinden sich die Aluminium-elektroden (3). Die Anwendung eines speziellen Dauerdrucks der Komponenten zueinander führt zu einer hohen Stehspannung der Gehäuselängsgrenzschichten (4). Das äußere Gehäuse des Überspannungsableiters (5) wird aus LSR-Silikon mit sehr guten Isolationseigenschaften hergestellt. Die Bauweise der Form für das unmittelbare direkte Silikoneinspritzen vermeidet Einschlüsse von Luftblasen. Das wird bei der Typ- Prüfung mit Teilentladungen überprüft.

Silicone is the only material for housing that can transfer hydrophobic properties (i.e. non-wettability) on surface layer of impurities. It causes the decrease of leakage current and danger of spark-over. Silicone is known as a self-cleaning material. ASM surge arresters have got integral and uniform housing without any sheds pulled over a core. It is sure that impurities don't concentrate on a surface of housing and particularly on the contact between core and shed.

The principle of operation is the following: at operating voltage, active current of order of microamps flows through the surge arrester correctly installed. Each rise of voltage on overhead line, therefore on the terminals of a surge arrester causes prompt rise of current. Conductivity of varistors increases according to their voltage-current characteristic and the overvoltage is carried away to the ground by the surge arrester.

Das Silikon ist das einzige für die Herstellung von Gehäusen eingesetzte Material, das sowohl wasser- als auch schmutzabweisende Eigenschaften hat. Dies bewirkt das Vermindern vom Ableitstrom und verhindert das Risiko des Funkenüberschlags. Das Silikon zeichnet sich auch durch selbstreinigende Eigenschaften aus. Die Überspannungsableiter Typ ASM sind mit einem einteiligen und einheitlichen Gehäuse ausgestattet. Dadurch sammeln sich keine Verschmutzungen auf der Oberfläche des Gehäuses, insbesondere an der Verbindungstelle zwischen dem Kern und dem Siliconschirm.

Funktionsprinzip des Überspannungsableiters: bei Betriebsspannung fließt der Wirkstrom (μA) durch einen fachgerecht installierten Überspannungsableiter durch. Jeder Spannungsanstieg an der Leitung, also auch an den Klemmen des Überspannungsableiters verursacht den sofortigen Anstieg des fließenden Stromes.

The drop of voltage in surge arresters called residual voltage does not exceed the withstand value of protected insulation in the case of proper selection of surge arrester suitable to the operating conditions. Voltage does not exceed the withstand value of protected insulation in the case of proper selection of surge arrester suitable to the operating conditions.

Return to operating voltage completes the operation of surge arrester which comes to standby position waiting for the next overvoltage and the heat is carried out to the environment. Operation of a surge arrester does not cause any interference in the operation of systems. Short-circuit current which can flow through varistors in case of their damage does not cause sudden and dangerous to environment tear of housing, like in the case of porcelain housed surge arresters and it does not require suitable overpressure protection.

Surge arrester can be fitted with a disconnecter, which indicates its damage in a simple manner. When short circuit current flows through a surge arrester damaged the operation of a disconnecter takes place in accordance with its time-current characteristics (Diagram no.1). It causes permanent disconnection of an earthing of surge arresters, which forms clear gap in a circuit. This solution guarantees failure – free operation of the network and easy location of the place with a lack of overvoltage protection.



ASM type surge arrester with disconnecter and insulating bracket

Überspannungsableiter Typ ASM mit einem Trennschalter und Isolationsträger

Die Varistoren Leitfähigkeit steigt gemäß der Spannungs-Strom Kennlinie an und die Überspannungsladung wird durch den Überspannungsableiter bis zur Erde abgeleitet. Der Spannungsabfall an den Überspannungsableitern, die sog. Restspannung, überschreitet den zulässigen Wert für die zuschützende Isolation, wenn der Überspannungsableiter auf die Betriebsbedingungen richtig abgestimmt wird. Nach der Umschaltung auf die Betriebsspannung wird der Überspannungsableiter ausgeschaltet und auf den Standby-Modus umgeschaltet, wobei dieser die Wärmeenergie an die Umgebung abgibt. Der Betrieb des Überspannungsableiters bewirkt keine Störungen im Stromnetz. Der Kurzschlussstrom, der durch die Varistoren bei deren Beschädigung durchfließen kann, bewirkt keine heftige und gefährliche Zerreißung des Gehäuses, wie dies bei Überspannungsableitern mit einem Porzellan Gehäuse passieren kann und bedarf keines Überdruckschutzes.

Der Überspannungsableiter kann mit einem Trennschalter ausgestattet werden, der eine Störung auf einfache Weise signalisiert. Sollte der Kurzschlussstrom durch den beschädigten Überspannungsableiter durchfließen, löst der Trennschalter gemäß seiner Zeit-Strom-Kennlinie aus (Diagramm 1). Die Erdung des Überspannungsableiters wird dauerhaft abgeschaltet. Im Stromkreis entsteht eine sichtbare Trennstrecke. Dies gewährleistet einen störungsfreien Betrieb des Stromnetzes sowie erlaubt den mangelhaften Überspannungsschutz zu lokalisieren.

time of operation of a disconnecter
Einschaltzeit des Trennschalters

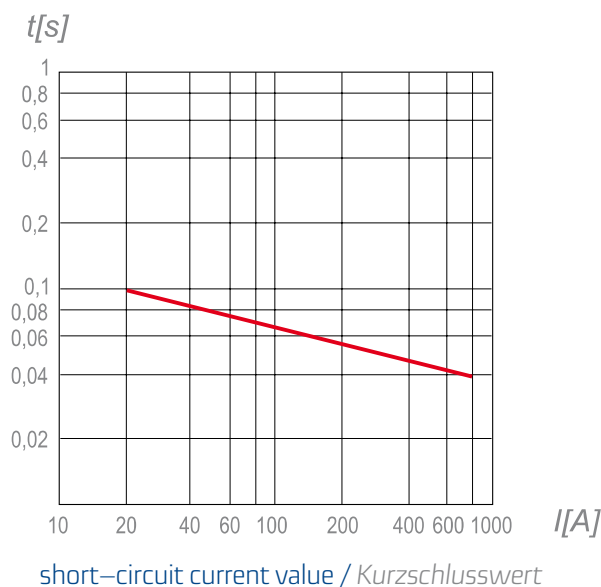


Diagram no. 1. Time versus current characteristics of a disconnecter
Diagramm 1. Zeit-Strom-Kennlinie des Trennschalters

4. COMPLIANCE WITH THE STANDARDS / NORMKONFORMITÄT

IEC 60099-4: 2014 (ed. 3.0) "Surge arresters. Part 4: Metal oxide surge arresters without gaps for a.c. systems."

DIN EN 60099-4: 2014 (ed. 3.0) „Überspannungsableiter – Teil 4: Metalloxidableiter ohne Funkenstrecken für Wechselspannungsnetze“.

5. ADVANTAGES / VORTEILE

- high protection level
- stability of electrical parameters during permanent influence of operating voltage
- high energy absorption capability
- long operation life
- less weight comparing to porcelain housed surge arresters
- wide range of assembling accessories allowing a user to select them suitably to individual needs

Advantages of LSR are the following:

- flexibility even at low temperatures
- high mechanical strength
- very good hydrophobic properties
- high resistance to ageing
- *hochwirksamer Schutz*
- *Stabilität elektrischer Parameter bei dauerhafter Betriebsspannung*
- *hohes Energieaufnahmevermögen*
- *hohe Lebensdauer*
- *geringeres Gewicht gegenüber den Porzellan-Überspannungsableitern*
- *zahlreiches Einbauszubehör je nach Kundenanforderungen*

Vorteile des LSR:

- *Elastizität, auch bei niedrigen Temperaturen*
- *hohe mechanische Beständigkeit*
- *sehr gute wasserabweisende Eigenschaften*
- *Alterungsfest*



Wet housing
ASM type surge arrester
Feuchtes Gehäuse des
Überspannungsableiters Typ ASM

6. ADVANTAGES / VORTEILE

Proper selection of surge arresters with parameters suitable to the place of installation and operating conditions is crucial to the effectiveness of protection and durability of surge arrester. Proper selection of surge arrester aims, first of all, to provide optimal protection of insulation of protected equipment.

Selection of surge arresters should be preceded by collection of complete and reliable information related to:

- power network, where a surge arrester will be installed,
- operating conditions expected in the place where surge arrester will be installed,
- equipment to be protected

Die Wahl eines geeigneten Überspannungsableiters mit auf den Einbauort und die Betriebsbedingungen abgestimmten Parametern entscheidet zum wesentlichen Teil über die Wirksamkeit des Schutzes sowie die Lebensdauer desselben. Das Ziel ist, die optimalen Bedingungen für den Schutz der Isolation der zu schützenden Anlage zu gewährleisten.

Vor der Wahl eines Überspannungsableiters sind folgende Angaben zu berücksichtigen:

- Angaben zum Stromnetz, in dem der Überspannungsableiter zu installieren ist,
- Angaben zu Betriebsbedingungen am Einbauort,
- Angaben zur zu schützenden Anlage.

Characteristics of the power network should regard such basic parameters like:

- highest voltage of the system,
- voltage frequency,
- earth fault factor of the system and stability level of conditions, which have an influence on its value,
- maximum time of occurrence of earth fault,
- maximum value of temporary overvoltages (dynamic) and maximum time of their occurrence,
- short circuit current in place of installation of surge arrester.

Operating conditions expected for a surge arrester should include:

- ambient air temperature,
- altitude of surge arrester installation,
- pollution conditions,
- other possible threats for surge arrester,
- expected position of operation of surge arrester,
- expected place and method of installation of surge arrester,
- expected mechanical loads,
- possible limits between the distances of phases.

The following information related to protected equipment is useful:

- kind of equipment to be protected,
- method of installation into the system,
- the length of cables if they are applied,
- rated test voltage of insulation of protected equipment,
- expected maximum length of conductor between surge arrester and equipment to be protected.

The most important parameter of surge arrester is continuous operating voltage U_c . Continuous operating voltage is strictly related to other parameters, mainly guaranteed protection level.

SELECTION OF CONTINUOUS OPERATING VOLTAGE U_c

First of all, continuous operating voltage U_c has to be selected as the most important parameter of surge arrester. Generally, two basic conditions have to be met:

- U_c should be higher than voltage in the system which may occur for a longer time on terminals of surge arrester during operating conditions

Die Stromnetz-Kennlinie soll sich auf folgende Parameter beziehen:

- höchste Netzspannung,
- Spannungsfrequenz,
- Erdschlusskoeffizient im Stromnetz und Stabilität der Bedingungen, die den Koeffizienten beeinflussen,
- max. Erdschlusszeit,
- max. langsam wechselnde (dynamische) Überspannungen und maximale Dauerzeit,
- Kurzschlussstrom am Einbauort des Überspannungsableiters.

In Bezug auf Betriebsbedingungen des Überspannungsableiters sind folgende Faktoren zu berücksichtigen:

- Lufttemperatur,
- Einbauhöhe m ü. NN,
- Verschmutzungsbedingungen,
- sonstige Gefahren,
- vorgesehene Lage,
- Einbauort und Einbaumethode,
- mechanische Belastungen,
- eventuelle Einschränkungen der Zwischenphasenabstände.

In Bezug auf die zu schützende Anlagen sind folgende Angaben zu berücksichtigen:

- Art der zu schützenden Anlage,
- Anschlussart,
- ggf. Länge der Leitungsstrecken,
- Nennprüfspannung der Isolation der zu schützenden Anlage,
- vorgesehene max. Länge der Leitungen zwischen dem Überspannungsableiter und der zu schützenden Anlage.

Der wichtigste Parameter des funkenstreckenfreien Überspannungsableiters ist die Dauerbetriebsspannung U_c . Damit hängen andere Parameter, insbesondere der gewährleistetete Schutzpegel zusammen.

ERMITTLUNG DER DAUERBETRIEBSSPANNUNG U_c

Bei der Ermittlung der Dauerbetriebsspannung müssen grundsätzlich zwei Voraussetzungen erfüllt werden:

- Der Wert U_c soll höher als Netzspannung sein, die unter Betriebsbedingungen an den Klemmen des Überspannungsableiters dauerhaft vorkommen kann,

- temporary overvoltage withstand of surge arrester should be higher than temporary overvoltages expected in the system. It means that voltage versus time characteristic of T withstand of surge arrester should go above the value of expected overvoltages that may occur in the system ³⁾
- Beständigkeit des Überspannungsableiters gegen langsam wechselnde Überspannungen soll höher als erwartete langsam wechselnde Überspannungen im Stromnetz sein, dh. Die Spannungs-Zeit-Kennlinie des Überspannungsableiters T soll unterhalb der erwarteten Überspannungen im Stromnetz liegen ³⁾

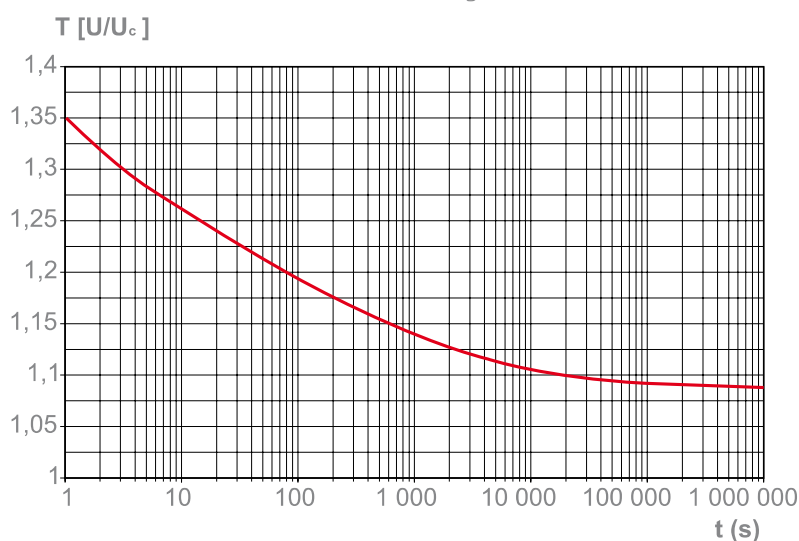


Diagram no. 2. typical characteristics of temporary overvoltages T withstand curve

Diagramm 2. Typische Kennlinie der Beständigkeit T gegen langsam wechselnde Überspannungen

The selection of rated discharge current

It is assumed that surge arresters with rated discharge current of **10 kA** provide sufficient protection of distribution transformers in medium voltage overhead lines, without making any detailed analysis of the system.

Ermittlung des Nennableitstoßstroms

Für den Schutz der Trenntransformatoren in Mittelspannungsnetzen wird vorausgesetzt (ohne genaue Stromnetz-Analyse), dass die Überspannungsableiter mit einem Nennentladestrom Nennableitstoßstrom von **10 kA** einen ausreichenden Schutz gewährleisten können.

³⁾ In medium voltage networks, temporary overvoltages occur mostly with single phase earth faults and their values and duration depend on protection system applied and the method of grounding of the neutral point in the network

³⁾ In den Mittelspannungsnetzen kommen die langsam wechselnden Überspannungen am häufigsten bei einphasigen Erdschlüssen vor und deren Wert und Dauerzeit hängen vom eingesetzten Erdschlussschutz und der Erdung des Nullpunktes des Stromnetzes ab.

SURGE ARRESTER BETWEEN PHASE AND THE GROUND

System with isolated neutral point or system with ground fault current compensation with unknown time to fault clearance

Under conditions of single phase earth fault the voltage of other phases can reach the value of U_m . The voltage can occur for a longer time and if the time to fault clearance is unknown, then required U_c continuous operating voltage of surge arrester should be:

$$U_c \geq U_m$$

System with isolated neutral point and self acting ground fault clearance or ground fault clearance after known period of t time

Selection of U_c voltage is made in respect to the time of duration of single phase earth fault. Temporary overvoltage on not grounded phases can reach in relation to the ground the value of U_m - peak voltage of the system. If the earth fault is cleared after t time continuous operating voltage of surge arrester should be:

$$U_c \geq \frac{U_m}{T}$$

System with effectively grounded neutral point

If earth fault factor is $k_z \leq 1,4$ then it is considered that the system has effectively grounded neutral point. In this case continuous operating voltage of surge arrester should fulfill with the following relation:

$$U_c \geq \frac{U_m}{T \times \sqrt{3}} \times k_z$$

Note: In any case U_c should not be lower than

$$\frac{U_m}{\sqrt{3}}$$

ÜBERSPANNUNGSABLEITER ZWISCHEN DER PHASENLEITUNG UND DER ERDE

Stromnetz mit dem isolierten Nullpunkt bzw. Stromnetz mit dem Ausgleich des Erdschlussstromes mit einer unbekannten Kurzschluss-Ausschaltzeit t

Beim einphasigen Erdschluss kann die Spannung an den sonstigen Phasenleitungen den Wert U_m erreichen. Diese Spannung kann sich lange halten und wenn die Kurzschluss-Ausschaltzeit nicht festgelegt ist, soll die Dauerbetriebsspannung des Überspannungsableiters U_c betragen:

$$U_c \geq U_m$$

Stromnetz mit dem isolierten Nullpunkt und der selbsttätigen Abschaltung der Erdschlüsse bzw. Abschaltung nach der festgelegten Zeit t

Die Spannung U_c wird anhand der Dauerzeit des einphasigen Erdschlusses ermittelt. Die langsam wechselnde Überspannung kann an den nicht geerdeten Phasenleitungen die höchste Netzspannung U_m im Verhältnis zur Erde erreichen. Sollte der Erdschluss nach der Zeit t abgeschaltet werden, soll die Dauerbetriebsspannung des Überspannungsableiters betragen:

$$U_c \geq \frac{U_m}{T}$$

Stromnetz mit dem wirksam geerdeten Nullpunkt

Beträgt der Erdschlusskoeffizient $k_z \leq 1,4$, gilt, dass der Nullpunkt wirksam geerdet ist. In diesem Fall soll die Dauerbetriebsspannung des Überspannungsableiters folgende Abhängigkeit erfüllen:

$$U_c \geq \frac{U_m}{T \times \sqrt{3}} \times k_z$$

Anmerkung: Der Wert U_c kann keineswegs niedriger sein als:

$$\frac{U_m}{\sqrt{3}}$$

THE SURGE ARRESTER BETWEEN PHASES

Regardless of grounding method of the neutral point U_c continuous operating voltage for surge arrester installed phase to phase, should be higher than the highest phase to phase voltage which may occur for longer time on terminals of surge arrester during operation and it should be:

$$U_c \geq U_m \times 1,05$$

where 1,05 is safety factor due to the possibility of harmonics in the operating voltage of the system. In case of installation of surge arrester phase to phase, the terminal marked with ground symbol is allowed to be connected to any of phases.

THE SURGE ARRESTER BETWEEN NEUTRAL POINT OF A TRANSFORMER AND THE GROUND

The system with grounded neutral point

Continuous operating voltage should be:

$$U_c \geq \frac{U_m}{T \times \sqrt{3}}$$

it depends on expected time of earth fault clearance.

The system with effectively grounded neutral point ($k_z \leq 1,4$)

In case of earth fault in the system with effective grounded neutral point, temporary overvoltage in non grounded neutral point of a transformer does not exceed the value of $0,46 \times U_m$ and the time of fault clearance is shorter than 3 seconds. Therefore recommended continuous operating voltage of surge arrester is:

$$U_c \geq \frac{0,46 \times U_m}{T}$$

ÜBERSPANNUNGSABLEITER ZWISCHEN DEN PHASENLEITUNGEN

Unabhängig davon, wie der Nullpunkt geerdet wird, soll die Dauerbetriebsspannung U_c für den zwischen den Phasenleitungen installierten Überspannungsableiter höher als die höchste Zwischenphasenspannung sein, die im Dauerbetrieb an den Klemmen des Überspannungsableiters vorkommen kann und soll betragen:

$$U_c \geq U_m \times 1,05$$

wo der Wert 1,05 Sicherheitskoeffizient ist (in Bezug auf Strom-Harmonische). Wenn der Überspannungsableiter zwischen den Phasenleitungen installiert wird, kann die mit einem Erdungszeichen gekennzeichnete Klemme an die beliebige Phasenleitung angeschlossen werden.

ÜBERSPANNUNGSABLEITER ZWISCHEN DEM TRAFU-NULLPUNKT UND DER ERDE

Stromnetz mit dem isolierten Nullpunkt

Die Dauerbetriebsspannung des Überspannungsableiters hängt von der erwarteten Erdschluss-Ausschaltzeit ab und soll betragen:

$$U_c \geq \frac{U_m}{T \times \sqrt{3}}$$

Stromnetz mit dem wirksam geerdeten Nullpunkt ($k_z \leq 1,4$)

Beim Erdschluss mit dem wirksam geerdeten Nullpunkt überschreitet die langsam wechselnde Überspannung beim nicht geerdeten Trafo-Nullpunkt den Wert von $0,46 \times U_m$, nicht und die Erdschluss-Ausschaltzeit erfolgt innerhalb weniger 3 Sekunden. Daher soll die Dauerbetriebsspannung des Überspannungsableiters betragen:

$$U_c \geq \frac{0,46 \times U_m}{T}$$

7. TECHNICAL DATA / TECHNISCHE DATEN

Table 3. Technical data/ Technische Daten

	Type Typ	Rated voltage U_n Benennungsspannung U_n	Continuous operating voltage U_c Dauerbetriebsspannung U_c	Residual voltage U_o at rated discharge current not higher than Restspannung Nennableitstrom U_o bei nicht höher als	Steep current impulse at residual voltage Restspannung bei Steilstoßstrom	Switching impulse 500 A at residual voltage Schaltstoßstrom 500 A Restspannung bei	Min. creepage distance L for the version with normal creepage distance Min. Kriechweg für den Überspannungsableiter mit einem normalen Kriechweg L	Height H Höhe H
		kV*	kV*	kV**	kV**	kV**	mm	mm
	ASM 04	5,0	4,0	14,0	14,5	10,0	250	136
	ASM 05	6,3	5,0	17,5	18,3	12,6		
	ASM 06	7,5	6,0	21,0	21,8	15,0		
	ASM 07	8,8	7,0	24,5	25,5	17,6	370	186
	ASM 08	10,0	8,0	28,0	29,0	20,0		
	ASM 09	11,3	9,0	31,5	32,8	22,6		
	ASM 10	12,5	10,0	35,0	36,3	25,0		
	ASM 11	13,8	11,0	38,5	40,0	27,6		
	ASM 12	15,0	12,0	42,0	43,5	30,0		
	ASM 13	16,3	13,0	45,5	47,3	32,6	490	236
	ASM 14	17,5	14,0	49,0	50,8	35,0		
	ASM 15	18,8	15,0	52,5	54,5	37,6		
	ASM 16	20,0	16,0	56,0	58,8	40,0		
	ASM 17	21,3	17,0	59,5	61,8	42,6		
	ASM 18	22,5	18,0	63,0	65,3	45,0		
	ASM 19	23,8	19,0	66,5	69,0	47,6	610	286
	ASM 20	25,0	20,0	70,0	72,5	50,0		
	ASM 21	26,3	21,0	73,5	76,3	52,6		
	ASM 22	27,5	22,0	77,0	79,8	55,0		
	ASM 23	28,8	23,0	80,5	83,5	57,6		
	ASM 24	30,0	24,0	84,0	87,0	60,0		
	ASM 25	31,3	25,0	87,5	90,8	62,6	730	336
	ASM 26	32,5	26,0	91,0	94,3	65,0		
	ASM 27	33,8	27,0	94,5	98,0	67,6		
	ASM 28	35,0	28,0	98,0	101,5	70,0		
	ASM 29	36,3	29,0	101,5	105,3	72,6		
	ASM 30	37,5	30,0	105,0	108,8	75,0		
	ASM 33	41,3	33,0	115,5	119,8	82,6	850	386
	ASM 36	45,0	36,0	126,0	130,5	90,0		

*effective value / *effektiver Wert

**maximum value / **höchster Wert

- Rated frequency / Nennfrequenz 48 - 62 Hz
- Operating conditions – location / Betriebsbedingungen – Standort normal – outdoor / typisch, Freiluftbereich
- Nominal discharge current 8/20 μ s / Nennableitstoßstrom 8/20 μ s 10 kA
- Short circuit withstand current 200 ms / zul. Kurzschlussstrom 31,5 kA [200 ms]
- Thermal stability after / Thermische Stabilität nach:
 - one high current (4/10 μ s) / Einzel Grenzstromschlag (4/10 μ s) 100 kA
 - two current impulse 8/20 μ s (on the Q_{th} base) / Zwei Stromschläge 8/20 μ s (auf Basis Q_{th}) 0,55 C
- Short circuit withstand current / zul. Kurzschlussstrom 31,5 kA [200 ms]
- Repetitive charge transfer rating (Q_{rs}) / Nennwert der wiederholbar übertragenen Ladung (Q_{rs}) 0,4 C
- Rated thermal charge transfer (Q_{th}) / Nennwert der übertragenen thermischen Ladung (Q_{th}) 1,1 C
- Partial discharge level in 1,05 x U_c / Niveau der unvollständigen Entladungen bei 1,05x U_c << 10 pC
- Arrester class / Klasse und Bezeichnung des Ableiters DH, Distribution High

MECHANICAL LOADS / MECHANISCHE BELASTUNGEN

- Bending moment / Biegefestigkeit
 - SLL 150 Nm
 - SSL 250 Nm
- Load capacity / Tragfähigkeit 625 N

MOUNTING DATA / EINBAUDATEN

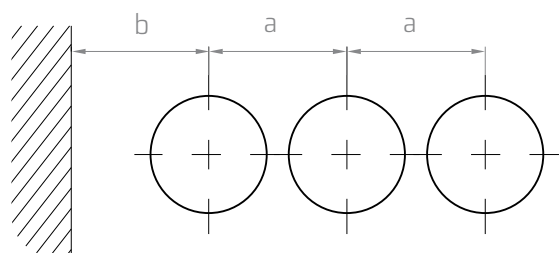
- Torque moment of insulating bracket to construction 25 - 35 Nm
Anzugsmoment des Isolatorträgers in Bezug auf die Konstruktion 25 - 35 Nm
- Torque moment of line and earth terminals to construction 50 Nm
Anzugsmoment für Leitungen und Erder in Bezug auf den Überspannungsableiter 50 Nm

Minimal distances in air according to PN-EN-05115: 2002 "AC power systems with voltage higher than 1 kV"

min. Abstände in der Luft nach EN-05115: 2002 „Wechselstrom-Elektroanlagen mit einer Spannung ab 1 kV“

Table 4. Mounting data / Einbaudaten

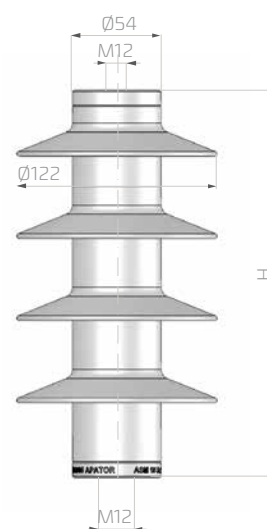
U_n	U_m	Minimal distance in the air min. Abstände in der Luft	
		a	b
[kV]	[kV]	[mm]	[mm]
6	7,2	174	147
10	12	204	177
15	17,5	214	187
20	24	274	247
30	36	374	347



U_n – nominal voltage of network, U_m – the highest voltage of device, a – distance between stop axes of adjacent phases, b – distance between arrester axis and earthed structure

U_n – Nennnetzspannung; U_m – höchste Spannung der Anlage; a – Abstand zwischen Überspannungsableiter-Achsen der benachbarten Phasen; b – Abstand zwischen Überspannungsableiter-Achse und der geerdeten Konstruktion

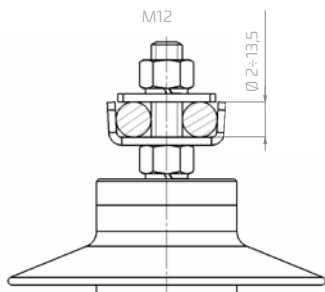
8. DIMENSIONAL DRAWING / ABMESSUNGEN



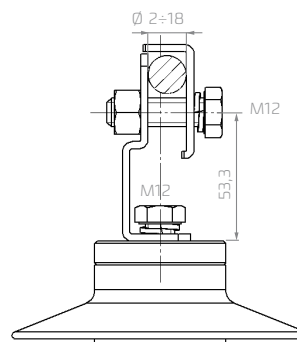
9. TERMINALS / ZUBEHÖR

Line (top) terminals / Oberes Leitungszubehör

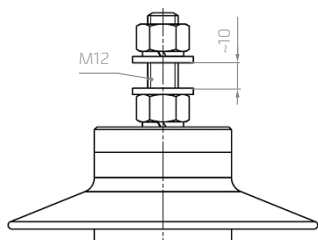
A



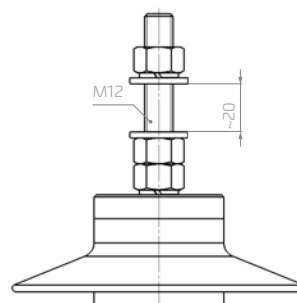
B



C

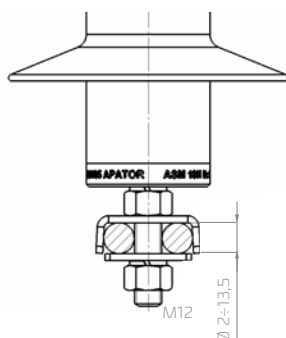


D

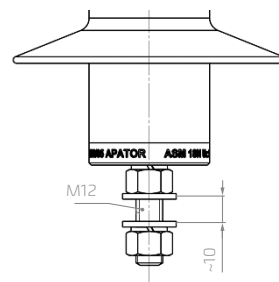


Earth (bottom) terminals / Unteres Erderzubehör

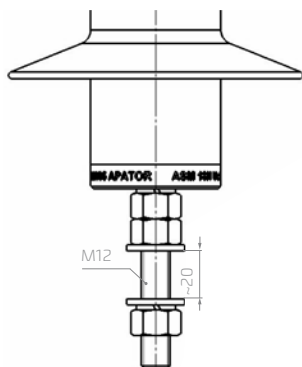
A



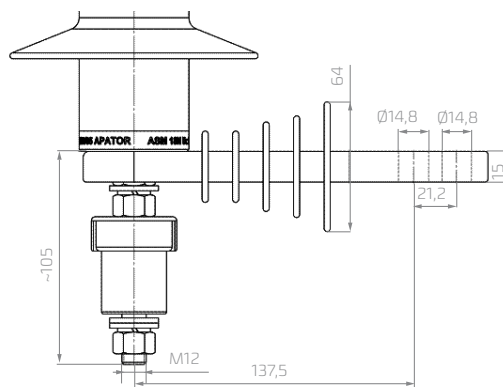
C



D



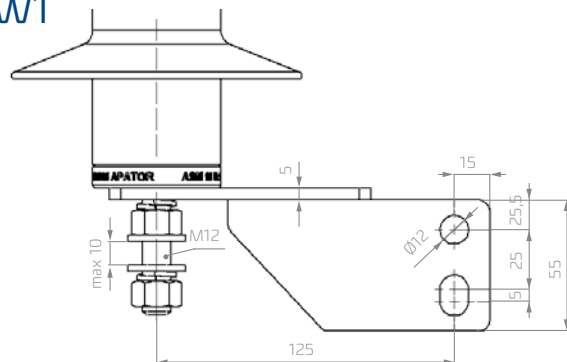
W3



insulating bracket with disconnect
Isolationsträger mit einem Trennschalter

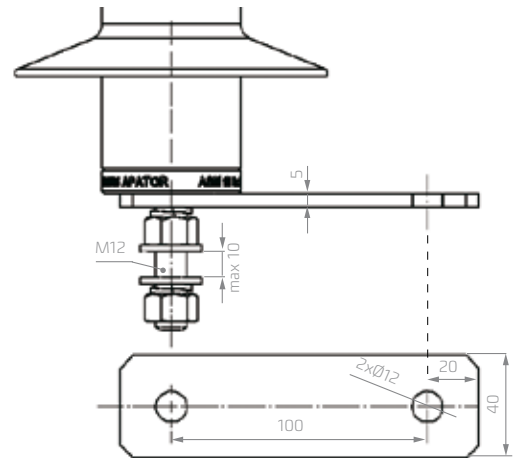
Assembling accessories / Einbauzubehör

W1



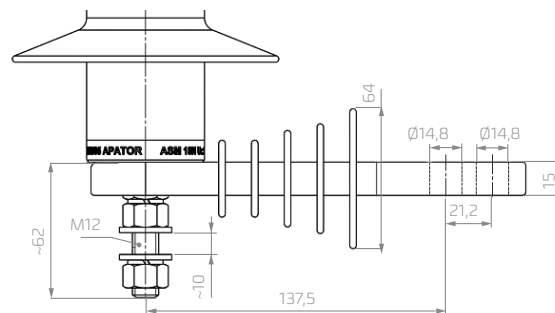
angle metal bracket
Einbauwinkel

W2



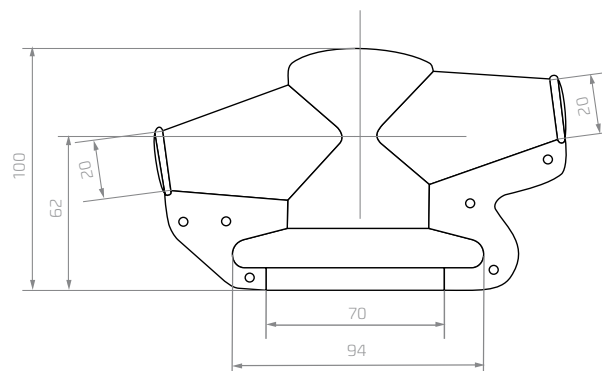
straight metal bracket
einfacher Einbauträger

W4



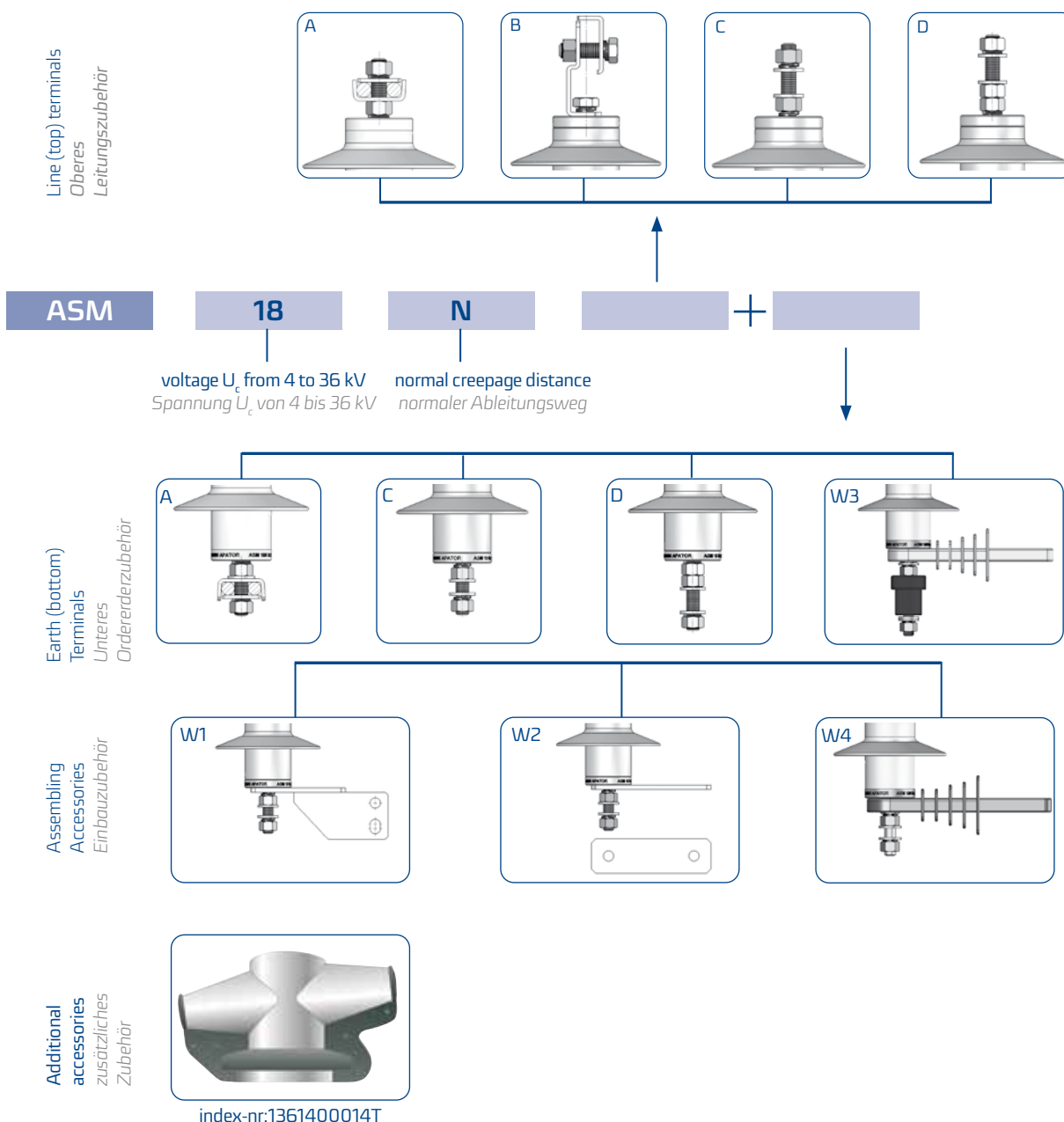
insulating bracket
Isolationsträger

Additional accessories / Zusätzliches Zubehör



cover
Gehäuse

10. ORDERING SYSTEM / WIE KANN MAN BESTELLEN



11. THE EXAMPLE OF ORDERING / BESTELLBEISPIEL

ASM 18 N+A+W3			
ASM	designation / Bezeichnung	A	A type line clamp / Leitungsklemme Typ A
18	continuous operating voltage / Dauerbetriebsspannung	W3	insulating bracket with disconnecter Isolationsträger mit einem Trennschalter
N	creepage distance / Kriechweg		

CAUTION: Surge arresters are packed in the system of 1 unit together with accessories ordered in one package.
Mounting accessories are ordered as separate items

ANMERKUNG: Die Überspannungsableiter werden je 1 Stück einschließlich des bestellten Zubehörs verpackt.
Das Einbauszubehör und zusätzliches Zubehör sind separat zu bestellen.



ASW

surge arresters

for indoor applications in medium voltage networks

- perfectly adjustment to indoor conditions
- stable parameters during permanent impact of continuous operating voltage
- very large short circuit current withstand
- a wide range of available versions in respect of the voltage

Typ ASW

Überspannungsableiter

für den Innenbereich in Mittelspannungsnetzen

- *ideal auf die Betriebsbedingungen abgestimmt*
- *stabile Parameter bei dauerhafter Betriebsspannung*
- *sehr hoher zul. Kurzschlussstrom*
- *erweiterter Bereich von Spannungswerten*

1. APPLICATION / EINSATZBEREICH

ASW surge arresters are intended for protection of power engineering a.c. devices against destructive operation of lighting and switching overvoltages.

Für den Schutz der Isolation der Wechselstrom-Elektroanlagen gegen Blitzeinschläge und Schaltüberspannungen.



wind farm
Windpark



15/0,4 kV transformer station
Trafostation 15/0,4 kV



ASW in feeder bay of the transformer station
Überspannungsableiter Typ ASW als Sicherung der Leitung innerhalb der Station

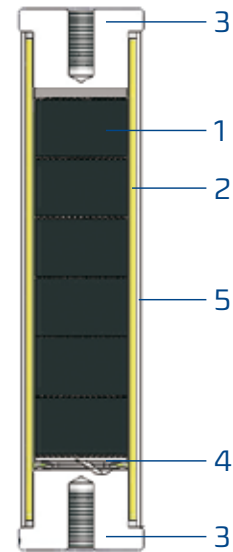
2. OPERATING CONDITIONS / BETRIEBSBEDINGUNGEN

- indoor conditions
- the temperatures from - 45°C up to + 55°C
- the power frequency of the system should not be lower than 48 Hz and higher than 62 Hz
- the r.m.s. value of alternating voltage applied to the terminals should not exceed its continuous operating voltage U_c
- the r.m.s. value of alternating - current component of short circuit current in place of installation of a surge arrester should not be higher than 31,5 kA
- operating position of ASW surge arrester can be optional from vertical to horizontal one, while torque moment $M_s \leq 20$ Nm and bending moment $M_g \leq 250$ Nm
- für den Innenbereich geeignet
- Betriebs- und Lagerungstemperatur von -45°C bis + 55°C
- Die Stromnetz-Spannungsfrequenz darf 48 Hz nicht überschreiten und 62 Hz nicht unterschreiten
- Der wirksame Wert der an den Klemmen des Überspannungsableiters dauerhaft angelegten Wechselspannung darf die Dauerbetriebsspannung des Überspannungsableiters U_c nicht überschreiten
- Der wirksame Wert des zeitweiligen Kurzschlussstromes am Einbauort des Überspannungsableiters darf 31,5 kA nicht überschreiten
- Die Lage der Überspannungsableiters Typ ASM, dabei kann beliebig gewählt werden: vertikal bis horizontal, dabei betragen, das Anzugsmoment $M_s \leq 20$ Nm und das Biegemoment $M_g \leq 250$ Nm

3. DESIGN AND PRINCIPLE OF OPERATION / AUFBAU UND FUNKTIONSPRINZIP

Basic part of surge arrester is the pile of varistors (1) made of zinc oxide with other metal oxide additives. Varistors made by ceramic technology have high non linear voltage-current characteristic, high current withstand and stability of electrical parameters under continuous operating voltage during whole lifetime. The pile of varistors is located in insulating material which is an internal housing (2) of surge arrester and it provides very good mechanical strength. There are aluminium electrodes (3) on both sides. An electrical contact between varistors and electrodes is obtained by suitable pressure (4). External housing (5) of an arrester is made of LSR, which has very good insulating properties. Design of a mould for direct injection of LSR provides the removal of air bubbles from the inside of surge arrester. It is confirmed by one of the routine tests - partial discharges measurement.

Das Herz des Überspannungsableiters ist der Varistorenstapel (1) aus Zinkoxid mit Zugabe von anderen Metalloxiden. Die Varistoren werden aus Keramik im hochspezialisierten Verfahren hergestellt und zeichnen sich durch eine hohe Nichtlinearität der Spannungs-Strom-Kennlinie, hohe Strombelastbarkeit und gute Stabilität der elektrischen Parameter im Dauerbetrieb bei Betriebsspannung aus. Der Varistorenstapel ist im Isolationsmaterial eingebaut, und bildet damit das innere Gehäuse (2) des Überspannungsableiters und dadurch auch sehr hohe mechanische Beständigkeit gewährleistet wird. Auf beiden Seiten des Überspannungsableiters befinden sich die Aluminium-Elektroden (3). Die Anwendung eines speziellen Dauerdrucks der Komponenten zueinander führt zu einer hohen Stehspannung der Gehäuselängsgrenzschichten (4). Das äußere Gehäuse des Überspannungsableiters (5) wird aus LSR-Silikon mit sehr guten Isolationseigenschaften hergestellt. Die Bauweise der Form für das direkte Silikoneinspritzen vermeidet Einschlüsse von Luftblasen. Das wird bei der Typ- Prüfung mit Teilentladungen überprüft.



ASW 18 type surge arrester
Überspannungsableiter Typ ASW 18

The principle of operation is the following: active current of order of microamps flows through an arrester at operating voltage. Each rise of voltage on overhead line, therefore on the terminals of a surge arrester causes prompt rise of current. Conductivity of varistors increases according to their voltage-current characteristic and the overvoltage is carried away to the ground by the surge arrester.

The drop of voltage in surge arresters called residual voltage does not exceed the withstand value of protected insulation, in the case of proper selection of surge arrester to the operating conditions.

Return to operating voltage completes the operation of surge arrester which comes to standby position waiting for the next overvoltage and the heat is carried out to the environment. Operation of a surge arrester does not cause any interference in the operation of systems.

Short-circuit current which can flow through varistors in case of their damage does not cause sudden and dangerous to environment tear of housing, like in the case of porcelain housed surge arresters and it does not require suitable overpressure protection.

Funktionsprinzip des Überspannungsableiters: Bei Betriebsspannung fließt der Wirkstrom (Mikroamper) durch einen fachgerecht installierten Überspannungsableiter durch.

Jeder Spannungsanstieg an der Leitung, also auch an den Klemmen des Überspannungsableiters verursacht den sofortigen Anstieg des fließenden Stromes. Die Leitfähigkeit der Widerstände steigt gemäß der Spannungs-Strom-Kennlinie an und die Überspannungsladung wird durch den Überspannungsableiter bis zur Erde abgeleitet. Der Spannungsabfall an den Überspannungsableitern, sog. Restspannung, überschreitet den zulässigen Wert für die zu schützende Isolation, wenn der Überspannungsableiter auf die Betriebsbedingungen richtig abgestimmt wird. Nach der Rückkehr zur Betriebsspannung wird der Überspannungsableiter auf den Standby-Modus umgeschaltet, wobei dieser die Wärmeenergie an die Umgebung abgibt. Der Betrieb des Überspannungsableiters bewirkt keine Störungen im Stromnetz. Der Kurzschlussstrom, der durch die Widerstände bei deren Beschädigung durchfließen kann, bewirkt keine heftige und gefährliche Zerreißung des Gehäuses, wie dies bei Überspannungsableitern mit einem Porzellan Gehäuse passieren kann und bedarf keines Überdruckschutzes.

4. COMPLIANCE WITH THE STANDARDS / NORMENKONFORMITÄT

EN 60099-4: 2015-01 "Surge arresters. Part 4: Metal oxide surge arresters without gaps for a.c. systems."

DIN EN 60099-4: 2015-01 „Überspannungsableiter – Teil 4: Metalloxidableiter ohne Funkenstrecken für Wechselspannungsnetze“.

5. ADVANTAGES / VORTEILE

- high protection level
- stability of electrical parameters during permanent influence of operating voltage
- high energy absorption capability
- long operation life
- less weight comparing to porcelain housed surge arresters
- wide range of assembling accessories allowing a user to select them suitably to individual needs

- *hochwirksamer Schutz*
- *Stabilität elektrischer Parameter bei dauerhafter Betriebsspannung*
- *hohes Energieaufnahmevermögen*
- *hohe Lebensdauer*
- *geringeres Gewicht gegenüber den Porzellan Überspannungsableitern*
- *zahlreiches Einbauzubehör je nach Kundenanforderungen*

6. SELECTION OF SURGE ARRESTERS / AUSWAHLKRITERIEN

Proper selection of surge arresters with parameters suitable to the place of installation and operating conditions is crucial to the effectiveness of protection and durability of surge arrester. Proper selection of surge arrester aims, first of all, to provide optimal protection of insulation of protected equipment.

Die Wahl eines geeigneten Überspannungsableiters mit auf den Einbauort und die Betriebsbedingungen abgestimmten Parametern entscheidet zum wesentlichen Teil über die Wirksamkeit des Schutzes sowie die Lebensdauer desselben. Das Ziel ist es, die optimalen Bedingungen für den Schutz der Isolation der zu schützenden Anlage zu gewährleisten.

Selection of surge arresters should be preceded by collection of complete and reliable information related to:

- power network, where a surge arrester will be installed,
- operating conditions expected in the place where surge arrester will be installed,
- protected equipment.

Vor der Wahl eines Überspannungsableiters sind folgende Angaben zu berücksichtigen:

- Angaben zum Stromnetz, in dem der Überspannungsableiter zu installieren ist,
- Angaben zu Betriebsbedingungen am Einbauort,
- Angaben zur zu schützenden Anlage.

Characteristics of the power network should regard such basic parameters like:

- highest voltage of the system,
- voltage frequency,
- earth fault factor of the system and stability level of conditions, which have an influence on its value,
- maximum time of occurrence of earth fault,
- maximum value of temporary overvoltages (dynamic) and maximum time of their occurrence,
- short circuit current in place of installation of surge arrester.

Die Stromnetz-Kennlinie soll sich auf folgende Parameter beziehen:

- höchste Netzspannung,
- Spannungsfrequenz,
- Erdschlusskoeffizient im Stromnetz und Stabilität der Bedingungen, die den Koeffizienten beeinflussen,
- max. Erdschlusszeit,
- max. langsam wechselnde (dynamische) Überspannungen und maximale Dauerzeit,
- Kurzschlussstrom am Einbauort des Überspannungsableiters.

Operating conditions expected for a surge arrester should include:

- ambient air temperature,
- altitude of surge arrester installation,
- pollution conditions,
- other possible threats for surge arrester,
- expected position of operation of surge arrester,
- expected place and method of installation of surge arrester,
- expected mechanical loads,
- possible limits between the distances of phases.

In Bezug auf Betriebsbedingungen des Überspannungsableiters sind folgende Faktoren zu berücksichtigen:

- Lufttemperatur,
- Einbauhöhe m ü. NN,
- Verschmutzungsbedingungen,
- sonstige Gefahren,
- vorgesehene Lage,
- Einbauort und Einbaumethode,
- mechanische Belastungen,
- eventuelle Einschränkungen der Zwischenphasenabstände.

The following information related to protected equipment is useful:

- kind of equipment to be protected,
- method of installation into the system,
- the length of cables if apply,
- rated test voltage of insulation of protected equipment,
- expected maximum length of conductor between surge arrester and equipment to be protected.

The most important parameter of surge arrester is continuous operating voltage U_c . Continuous operating voltage is strictly related to other parameters, mainly guaranteed protection level.

SELECTION OF CONTINUOUS OPERATING VOLTAGE U_c

First of all, continuous operating voltage U_c has to be selected as the most important parameter of surge arrester.

Generally, two basic conditions have to be met:

- U_c should be higher than voltage in the system which may occur for a longer time on terminals of surge arrester during operating conditions
- temporary overvoltage withstand of surge arrester should be higher than temporary overvoltages expected in the system. It means that voltage versus time characteristic of T withstand of surge arrester should go above the value of expected overvoltages that may occur in the system.⁴⁾

In Bezug auf die zu schützende Anlagen sind folgende Angaben zu berücksichtigen:

- Art der zu schützenden Anlage,
- Anschlussart,
- ggf. Länge der Leitungsstrecken,
- Nennprüfspannung der Isolation der zu schützenden Anlage,
- vorgesehene max. Länge der Leitungen zwischen dem Überspannungsableiter und der zu schützenden Anlage.

Der wichtigste Parameter des funkenstreckenfreien Überspannungsableiters ist die Dauerbetriebsspannung U_c . Damit hängen andere Parameter, insbesondere der gewährleistete Schutzpegel zusammen.

ERMITTLUNG DER DAUERBETRIEBSSPANNUNG U_c

Bei der Ermittlung der Dauerbetriebsspannung müssen grundsätzlich zwei Voraussetzungen erfüllt werden:

- Der Wert U_c soll höher als Netzspannung sein, die unter Betriebsbedingungen an den Klemmen des Überspannungsableiters dauerhaft vorkommen kann,
- Beständigkeit des Überspannungsableiters gegen langsam wechselnde Überspannungen soll höher als erwartete langsam wechselnde Überspannungen im Stromnetz sein, dh. die Spannungs-Zeit-Kennlinie des Überspannungsableiters T soll unterhalb der erwarteten Überspannungen im Stromnetz liegen⁴⁾

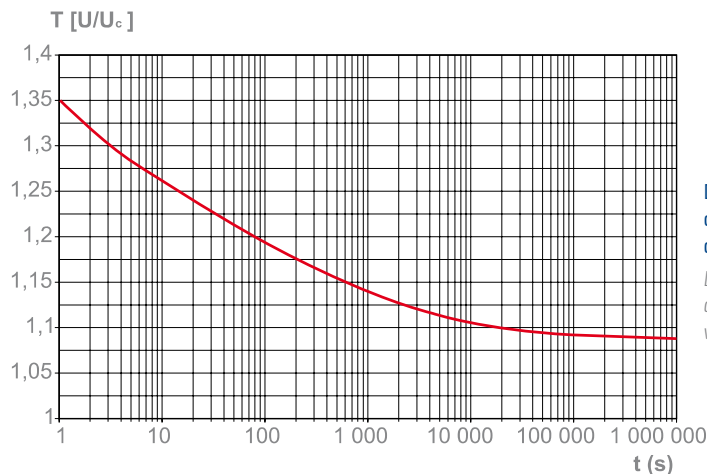


Diagram no. 3. typical characteristic of temporary overvoltages withstand curve

Diagramm 3. Typische Kennlinie der Beständigkeit T gegen langsam wechselnde Überspannungen

THE SELECTION OF RATED DISCHARGE CURRENT

It is assumed that surge arresters with rated discharge current of **10 kA** provide sufficient protection of distribution transformers in medium voltage overhead lines, without making any detailed analysis of the system.

ERMITTLUNG DES NENNABLEITSTOßSTROMS

Für den Schutz der Trenntransformatoren in Mittelspannungsnetzen wird vorausgesetzt (ohne genaue Stromnetz-Analyse), dass die Überspannungsableiter mit einem Nennableitstoßstrom von **10 kA** einen ausreichenden Schutz gewährleisten können.

⁴⁾ In medium voltage networks, temporary overvoltages occur mostly with single phase earth faults and their values and duration depend on protection system applied and the method of grounding of the neutral point in the network

⁴⁾ In den Mittelspannungsnetzen kommen die langsam wechselnden Überspannungen am häufigsten bei einphasigen Erdschlüssen vor und deren Wert und Dauerzeit hängen vom eingesetzten Erdschlussschutz und der Erdung des Nullpunktes des Stromnetzes ab.

7. TECHNICAL DATA / TECHNISCHE DATEN

Table 5. Technical data/ Technische Daten

Type Typ	Rated voltage U_r Bemessungsspannung U_r	Continuous operating voltage U_c Dauerbetriebsspannung U_c	Residual voltage U_0 at rated discharge current not higher than Restspannung Nennableitstrom U_0 nicht höher als	Steep current impulse at residual voltage Restspannung Steilstoßstrom	Switching impulse 500 A at residual voltage Schaltstoßstrom 500A Restspannung bei	Min. creepage distance L for the version with normal creepage distance min. Kriechweg für den Überspannungsableiter mit einem normalen Ableitungsweg Kriechweg L	Height H Höhe H
	kV*	kV*	kV**	kV**	kV**	mm	mm
ASW 04	5,0	4,0	14,0	14,5	10,0	116	136
ASW 05	6,3	5,0	17,5	18,3	12,6		
ASW 06	7,5	6,0	21,0	21,8	15,0		
ASW 07	8,8	7,0	24,5	25,5	17,6	166	186
ASW 08	10,0	8,0	28,0	29,0	20,0		
ASW 09	11,3	9,0	31,5	32,8	22,6		
ASW 10	12,5	10,0	35,0	36,3	25,0		
ASW 11	13,8	11,0	38,5	40,0	27,6		
ASW 12	15,0	12,0	42,0	43,5	30,0		
ASW 13	16,3	13,0	45,5	47,3	32,6	216	236
ASW 14	17,5	14,0	49,0	50,8	35,0		
ASW 15	18,8	15,0	52,5	54,5	37,6		
ASW 16	20,0	16,0	56,0	58,0	40,0		
ASW 17	21,3	17,0	59,5	61,8	42,6		
ASW 18	22,5	18,0	63,0	65,3	45,0		
ASW 19	23,8	19,0	66,5	69,0	47,6	266	286
ASW 20	25,0	20,0	70,0	72,5	50,0		
ASW 21	26,3	21,0	73,5	76,3	52,6		
ASW 22	27,5	22,0	77,0	79,8	55,0		
ASW 23	28,8	23,0	80,5	83,5	57,6		
ASW 24	30,0	24,0	84,0	87,0	60,0		
ASW 25	31,3	25,0	87,5	90,8	62,6	316	336
ASW 26	32,5	26,0	91,0	94,3	65,0		
ASW 27	33,8	27,0	94,5	98,0	67,6		
ASW 28	35,0	28,0	98,0	101,5	70,0		
ASW 29	36,3	29,0	101,5	105,3	72,6		
ASW 30	37,5	30,0	105,0	108,8	75,0		
ASW 33	41,3	33,0	115,5	119,8	82,6	366	386
ASW 36	45,0	36,0	126,0	130,5	90,0		

*effective value / *effektiver Wert
 **maximum value / **höchster Wert

- Rated frequency / Nennfrequenz 48 - 62 Hz
- Operating conditions – location / Betriebsbedingungen – Standort normal – outdoor / typisch, Freiluftbereich
- Nominal discharge current 8/20 μ s / Nennableitstoßstrom 8/20 μ s 10 kA
- Short circuit withstand current 200 ms / zul. Kurzschlussstrom 31,5 kA [200 ms]
- Thermal stability after / Thermische Stabilität nach:
 - one high current (4/10 μ s) / Einzel- Grenzstromschlag (4/10 μ s) 100 kA
 - two current impulse 8/20 μ s (on the Q_{th} base) / Zwei Stromschlägen 8/20 μ s (auf Basis Q_{th}) 0,55 C
- Short circuit withstand current / zul. Kurzschlussstrom 31,5 kA [200 ms]
- Repetitive charge transfer rating (Q_{rs}) / Nennwert der wiederholbar übertragenen Ladung (Q_{rs}) 0,4 C
- Rated thermal charge transfer (Q_{th}) / Nennwert der übertragenen thermischen Ladung (Q_{th}) 1,1 C
- Partial discharge level in 1,05 x U_c / Niveau der unvollständigen Entladungen bei 1,05x U_c << 10 pC
- Arrester class / Klasse und Bezeichnung des Ableiters DH, Distribution High

MECHANICAL LOADS / MECHANISCHE BELASTUNGEN

- Bending moment / Biegefestigkeit
 - SLL 150 Nm
 - SSL 250 Nm
- Load capacity / Tragfähigkeit 625 N

MOUNTING DATA / EINBAUDATEN

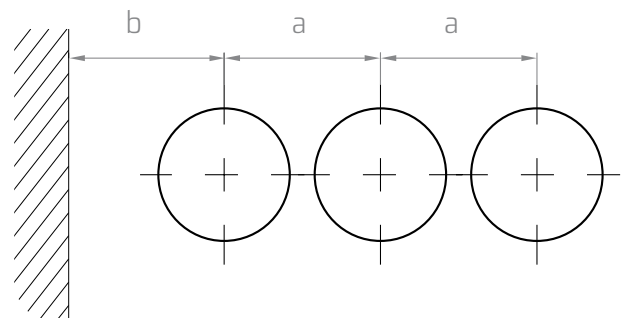
- Torque moment of insulating bracket to construction 25 - 35 Nm
Anzugsmoment des Isolatorträgers in Bezug auf die Konstruktion 25 - 35 Nm
- Torque moment of line and earth terminals to construction 50 Nm
Anzugsmoment für Leitungen und Erder in Bezug auf den Überspannungsableiter 50 Nm

Minimal distances in air according to PN-EN-05115: 2002 "AC power systems with voltage higher than 1 kV"

min. Abstände in der Luft nach EN-05115: 2002 „Wechselstrom-Elektroanlagen mit einer Spannung ab 1 kV“

Table 6. Mountind data / Einbaudaten

U_n	U_m	Minimal distance in the air min. Abstände in der Luft	
		a	b
[kV]	[kV]	[mm]	[mm]
6	7,2	144	117
10	12	174	147
15	17,5	214	187
20	24	274	247
30	36	374	347



U_n — nominal voltage of network, U_m — the highest voltage of device, a — distance between stop axes of adjacent phases, b — distance between arrester axis and earthed structure

U_n — Nennnetzspannung; U_m — höchste Spannung der Anlage; a — Abstand zwischen Überspannungsableiter-Achsen der benachbarten Phasen; b — Abstand zwischen Überspannungsableiter-Achse und der geerdeten Konstruktion

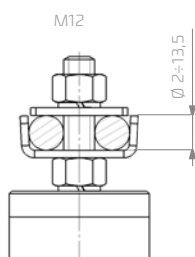
8. DIMENSIONAL DRAWING / ABMESSUNGEN



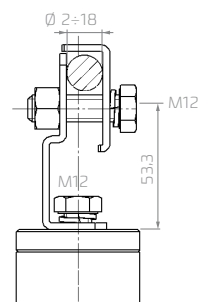
9. TERMINALS / ZUBEHÖR

Line (top) terminals / Oberes Leitungszubehör

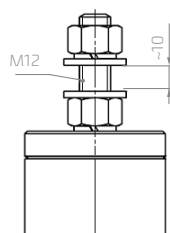
A



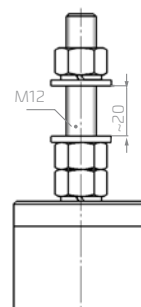
B



C

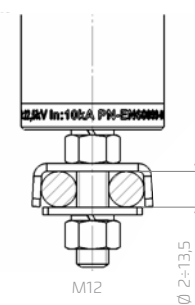


D

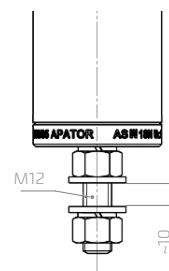


Earth (bottom) terminals / Unteres Erderzubehör

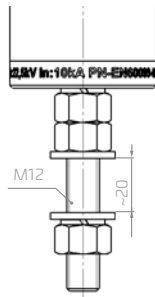
A



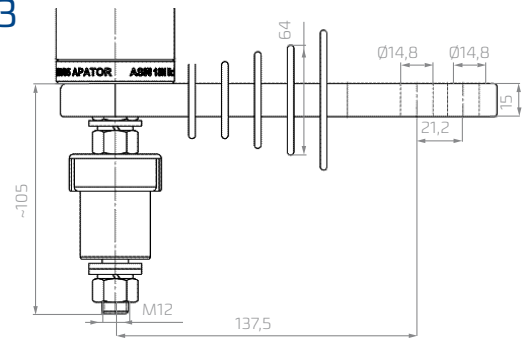
C



D



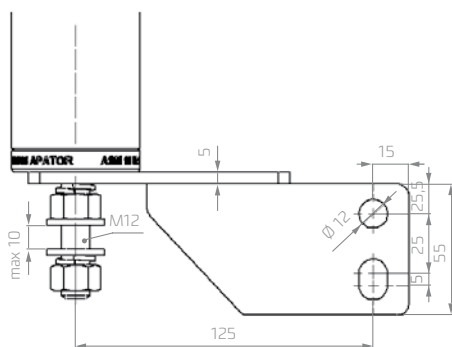
W3



insulating bracket with disconnector
Isolationsträger mit einem Trennschalter

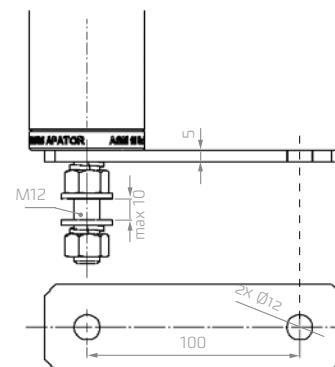
Assembling accessories / Einbauszubehör

W1



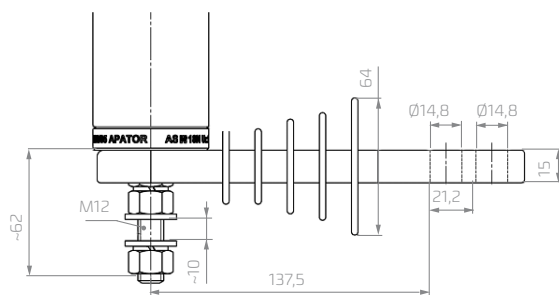
angle metal bracket
Einbauwinkel

W2



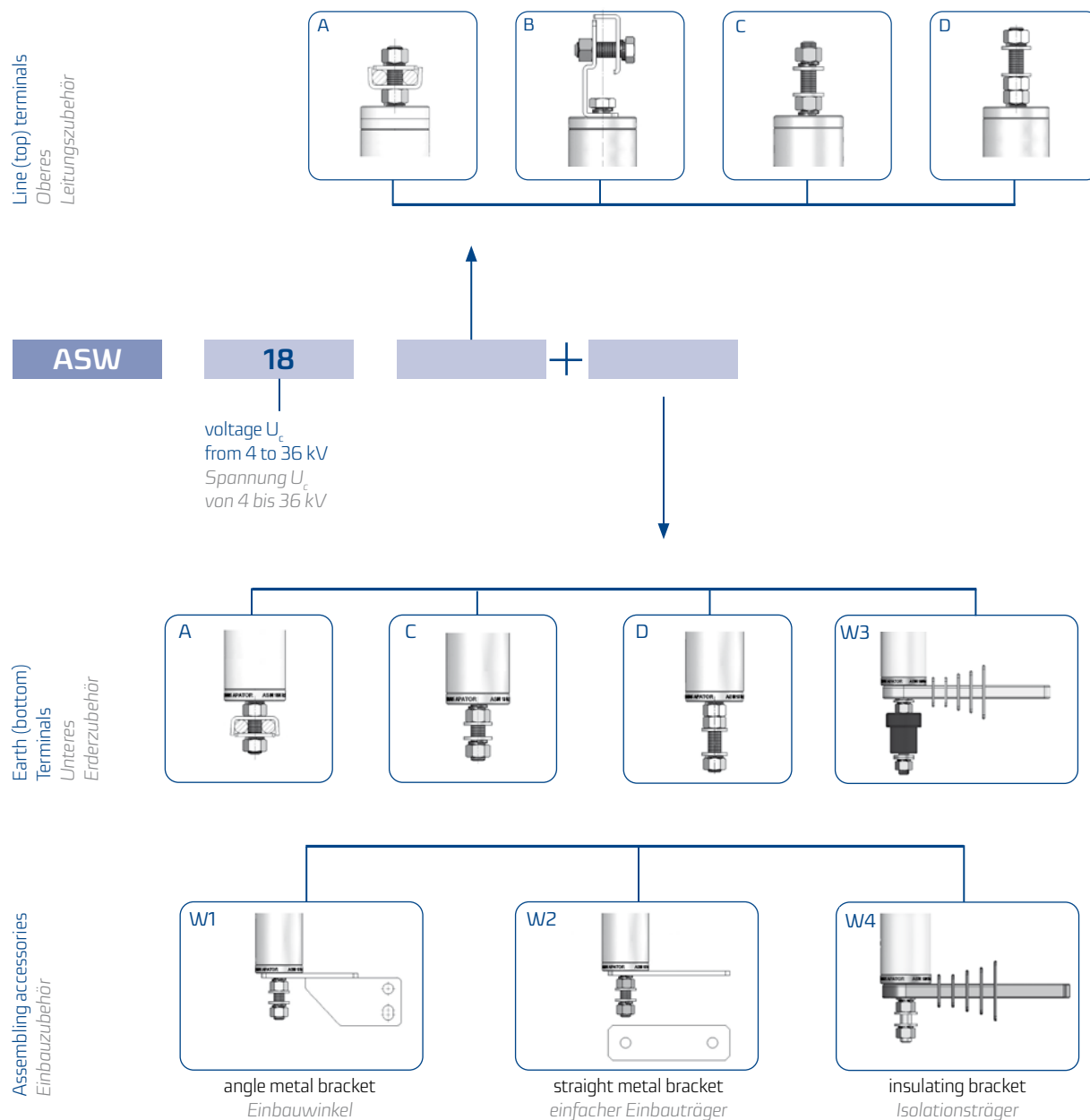
straight metal bracket
einfacher Einbauträger

W4



insulating bracket
Isolationsträger

10. ORDERING SYSTEM / WIE KANN MAN BESTELLEN



11. THE EXAMPLE OF ORDERING / BESTELLBEISPIEL

ASW18+A+W3			
ASW	designation / Bezeichnung	A	line terminal type A / Leitungsklemme Typ A
18	continuous operating voltage / Dauerbetriebsspannung	W3	insulating bracket with disconnector Isolationsträger mit einem Schalter

CAUTION: Surge arresters are packed in the system of 1 unit together with accessories ordered in one package.

Mounting accessories are ordered as separate items

ANMERKUNG: Die Überspannungsableiter werden je 1 Stück einschließlich des bestellten Zubehörs verpackt.
Das Einbauszubehör ist separat zu bestellen.

the publication is only for information purposes
and it is not the offer in understanding of the law

Diese Broschüre dient nur als Orientierungshilfe
und ist kein Angebot im Sinne des Zivilrecht.

DIRECTOR OF SWITCHGEAR DIVISION

Rober Łuczak (English, Russian)	robert.luczak@apator.com	+48 506 009 964
---------------------------------	--------------------------	-----------------

KEY ACCOUNT MANAGER

Rafał Kamiński (English, Russian) Central Europe, South East Europe	rafal.kaminski@apator.com	+48 506 009 338
--	---------------------------	-----------------

Michael Roclawski (German, English) Germany, Austria, Switzerland	michael.roclawski@apator.com	+48 506 009 339
--	------------------------------	-----------------

Krzysztof Zdrojewski (English) Middle East, South America, Asia, Africa	krzysztof.zdrojewski@apator.com	+48 506 009 309
--	---------------------------------	-----------------

Jevgenijus Samuchovas (Lithuanian, Russian) Eastern Europe, Baltic Countries	jevgenijus.samuchovas@apator.com	+370 62 842709
--	----------------------------------	----------------

Josef Kalleder (Romanian, English) Romania, Rep. of Moldova	josef.kalleder@apator.com	+40 74 5267192
--	---------------------------	----------------

TECHNICAL SUPPORT

Business Development Manager

Łukasz Melkowski (English)	lukasz.melkowski@apator.com	+48 506 009 334
----------------------------	-----------------------------	-----------------



APATOR SA

ul. Gdańska 4a, lok C4, 87-100 Toruń, Poland
lok. PL-87-100

Correspondence address:
Apator S.A. Centrum
Ostaszewo 57C, 87-148 Łysomice, Poland

e-mail trade@apator.com
head office tel. +48 56 61 91 494, +48 56 61 91 316, fax +48 56 61 91 295