



WOUND COMPONENTS FOR HARSH ENVIRONMENTAL CONDITIONS  
ACCORDING TO EN60310 FOR RAILWAY AND OTHER APPLICATIONS



Introduction

Auxiliary  
Converters

Ambient  
Conditions

Tests

Other  
Applications



FACTORY 1 VERDEN, GERMANY



FACTORY 2 VERDEN, GERMANY



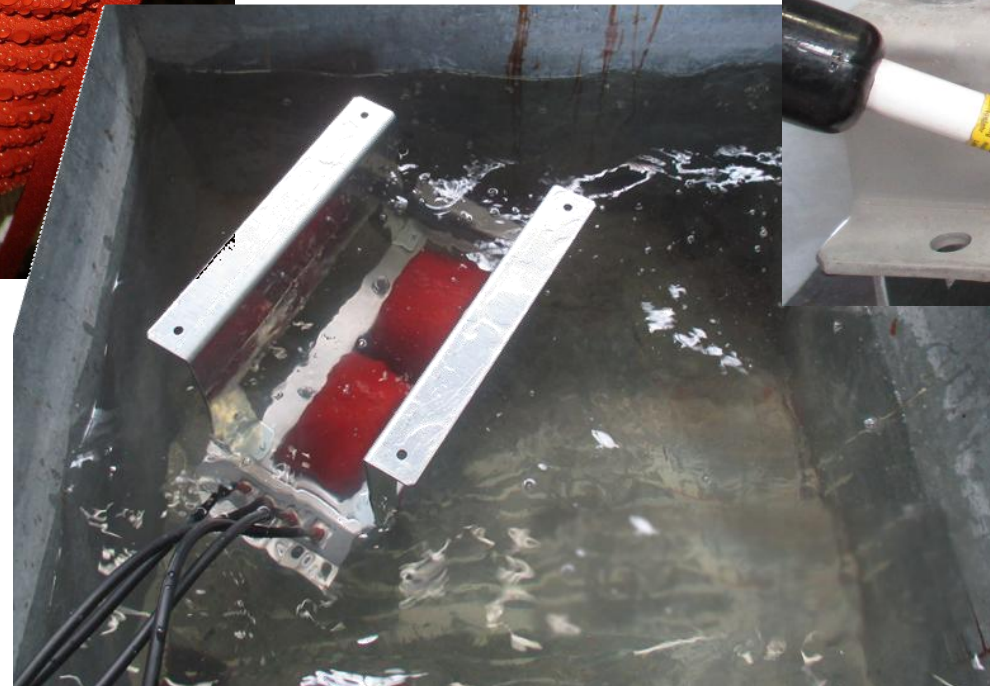
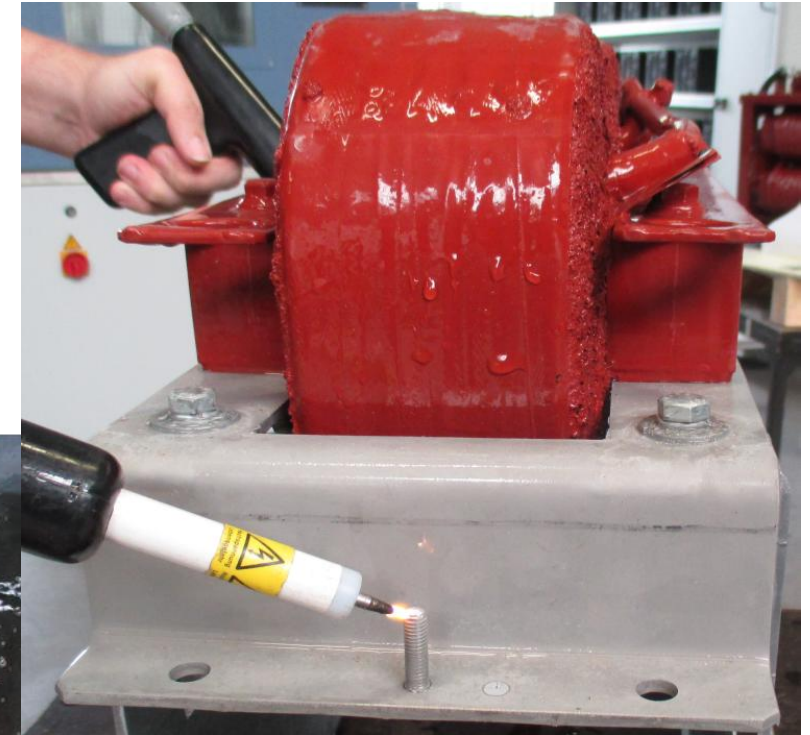
FACTORY 3, FRANKLIN PARK, ILLINOIS, USA

# HIGH VOLTAGE AND WATER DO NOT BELONG TOGETHER



## HIGH VOLTAGE AND WATER

DO NOT BELONG TOGETHER UNLESS YOU HAVE TO TEST THE RAILWAY INDUCTIVES



# VENTILATION WITH A/C AND AUXILIARY CONVERTER



# TRACTION POWER IN EUROPE AND WORLDWIDE



France, Spain, UK  
25kV / 50Hz



part of UK  
750V / DC



Germany, Switzerland,  
Austria, Swede  
25kV / 16 2/3 Hz



USA, Canada  
50kV / 60Hz  
12,5kV / 60Hz  
12,5kV / 25Hz



...



France, Netherlands,  
Japan, ...  
1,5kV / DC

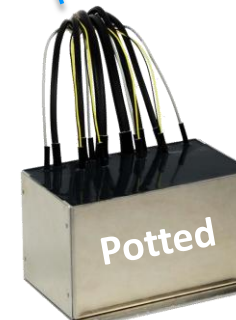
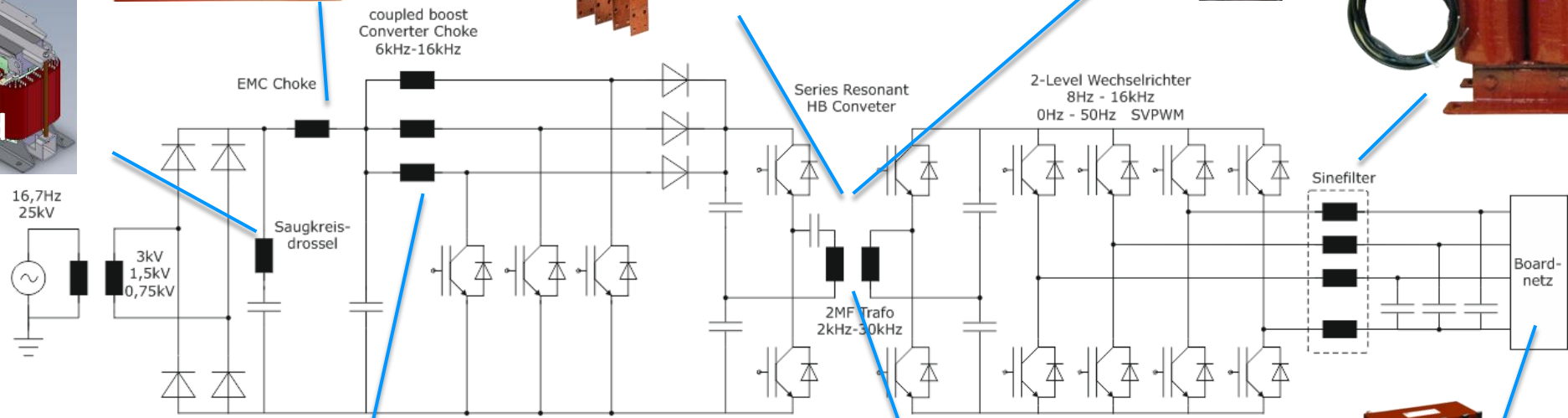
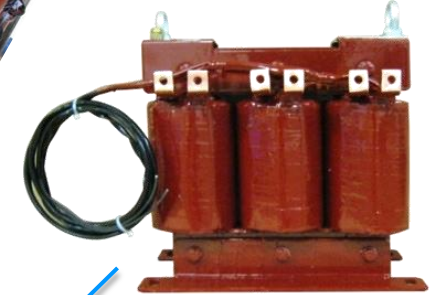
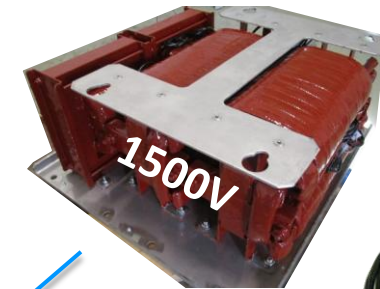
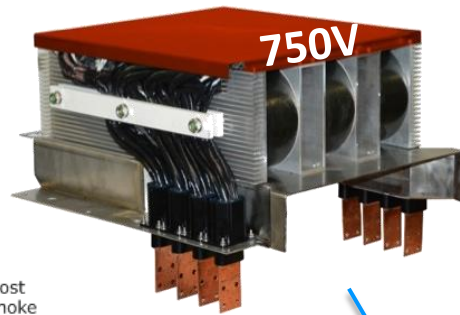
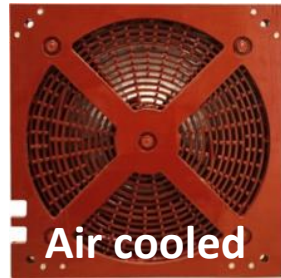
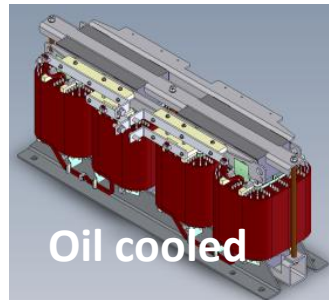


Italy, Spain, Belgium,  
Poland, ...  
3kV / DC



most local trains  
and trams  
500V -1000V / DC

# POWER INDUCTIVES IN A TYPICAL AUXILIARY CONVERTER



# TYPICAL ENVIROMENTAL CONDITIONS

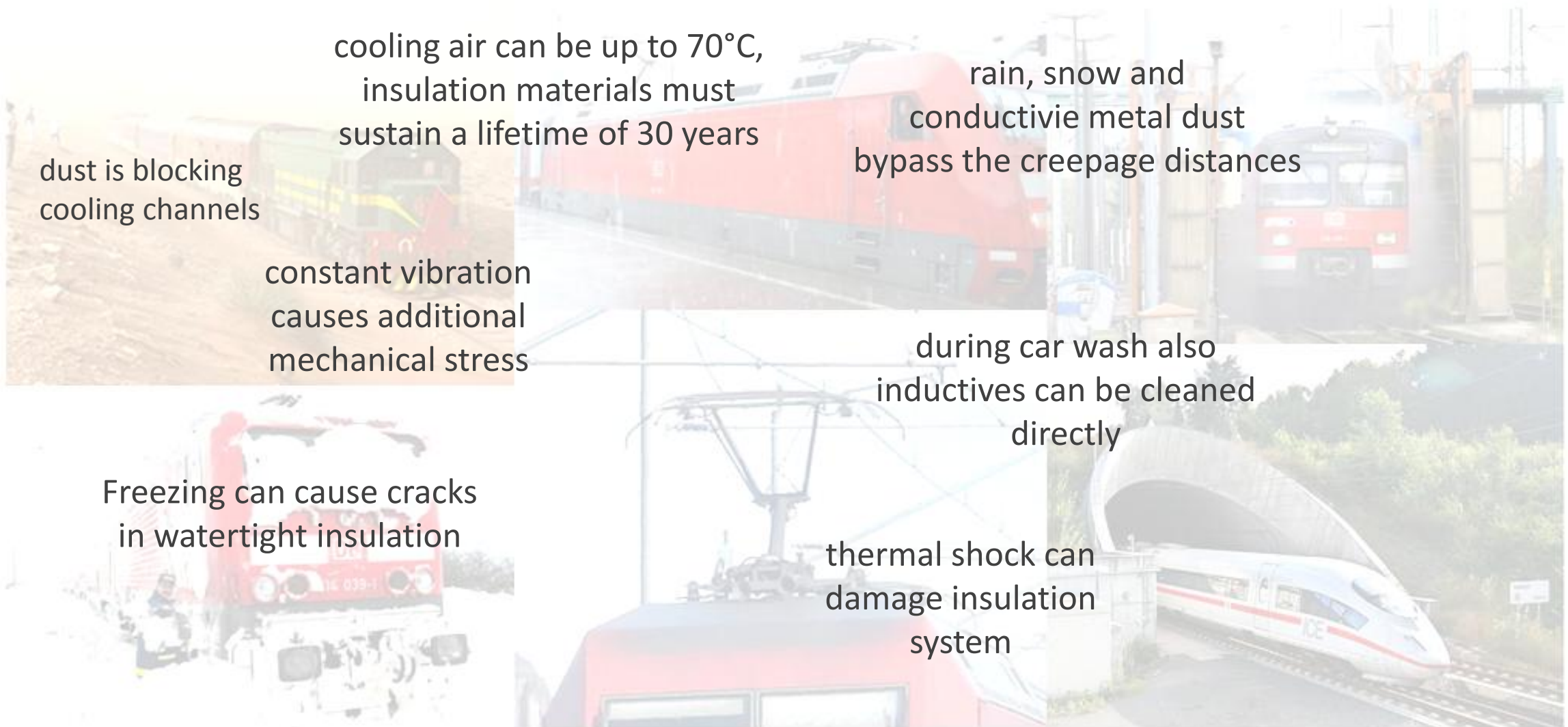


lifetime of 30 years and more





# IMPACT OF ENVIROMENTAL CONDITIONS ON INDUCTIVES



cooling air can be up to 70°C,  
insulation materials must  
sustain a lifetime of 30 years

rain, snow and  
conductive metal dust  
bypass the creepage distances

dust is blocking  
cooling channels

constant vibration  
causes additional  
mechanical stress

during car wash also  
inductives can be cleaned  
directly

Freezing can cause cracks  
in watertight insulation

thermal shock can  
damage insulation  
system

# LIFETIME: COMPARISON WITH OTHER APPLICATIONS



Car:  $300.000\text{km} / 50\text{km/h} = 6.000 \text{ hrs.}$



Industry: 20.000 hrs.



Train:  $30 \text{ yrs.} \times 365 \text{ days} \times 16 \text{ hrs.} = 175.000 \text{ hrs.}$

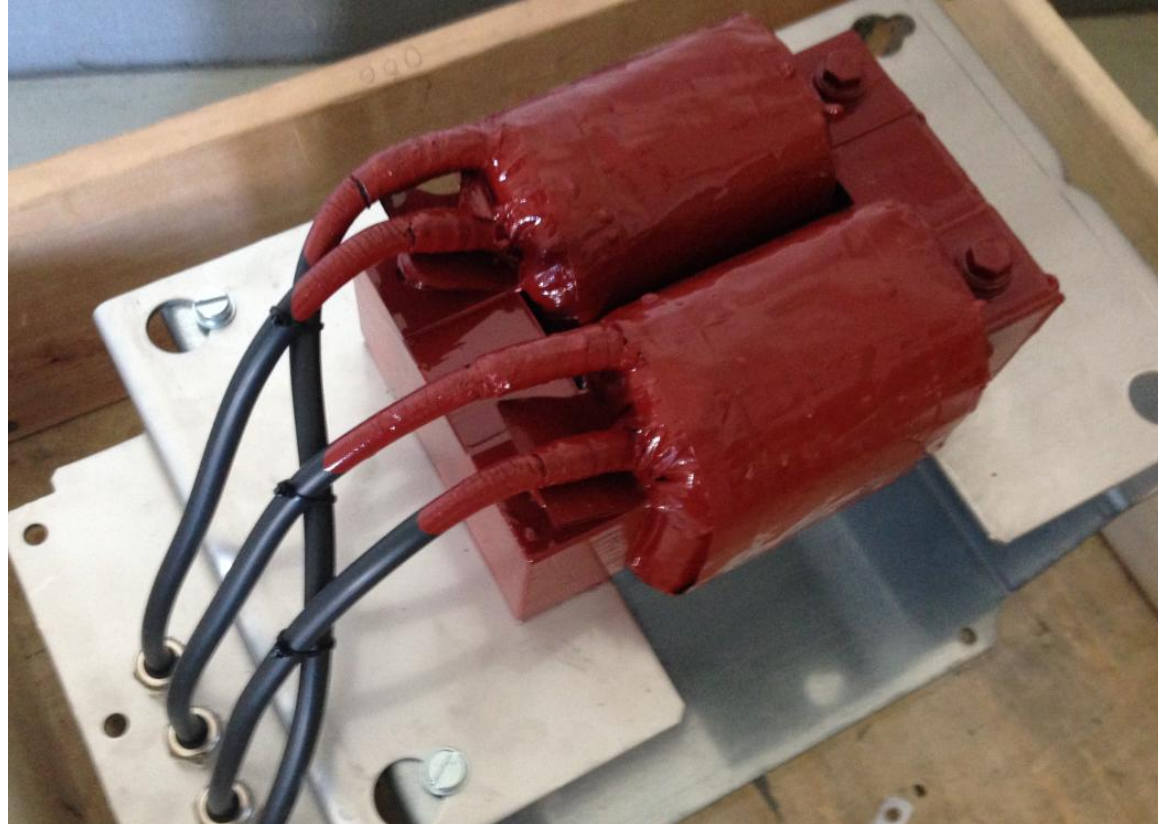
## PROTECTION AGAINST ENVIROMENTAL CONDITIONS



Railway cable GKW directly pressed in the coil and lead through the cable fitting to the IP66 Area.

Mica tapes for high partial discharge resistance

outlets of the coils are isolated intensively through plugging wool and fleece in the holes.



E30 fire wall test lead through cable fitting IP20 – IP66

Coil heads are bandaged with fleece and Mica

Additional protective coating which allows water cleaning

Multiple impregnation circles for fully impregnation of isolation system.

- Each auxiliary-converter-manufacturer had specific test methods
- Some were based for example on NEMA Motor and Generator Testing MG1 20.18.1
- Also final customer specific tests required
- Wet tests defined in draft EN 60310:2014
- Final version of EN 60310:2017
- The three wet dielectric tests have an increasing severity level.

DEUTSCHE NORM		Januar 2017
<b>DIN EN 60310</b> (VDE 0115-420)		<b>DIN</b>
Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des von der oben angeführten „VDE 0115-420“ abweichend, Netz Elektrotechnik + A		

**D.2 Regenprüfung 1 (optionale Typprüfung oder optionale Stückprüfung): kurze Durchtränkung**

Nach der Prüfung der Spannungsfestigkeit mit angelegter Stehspannung unter trockenen Bedingungen nach 13.2.13.3 muss jedes kalte gewickelte Bauteil für die festgelegte Dauer vollständig in kaltes Leitungswasser tauchen werden und in

**D.3 Regenprüfung 2 (Sonderprüfung oder optionale Typprüfung): Vernebelung**

Das kalte gewickelte Bauteil muss in der normalen Einbaulage in eine belüftete Kammer gelegt und mit einer Nebelmaschine (Zerstäuber) mit Wasser besprüht werden. Dies entspricht nicht dem direkten Sprühen von Wasser auf das gewickelte Bauteil. Beispielsweise kann Wasser mit einer Sprühdüse, die sich zwischen einem Lüfter und dem gewickelten Bauteil befindet, eingespritzt werden, um einen feinen Wassernebel zu erzeugen. Diese Anordnung muss mindestens 2 h lang betrieben werden, bis die gesamte Oberfläche des gewickelten Bauteils mit einer feinen Wassernebel bedeckt ist. Nach der Prüfung werden Lüfter und die Wasserpumpe abgeschaltet. Die Prüfung wird beendet, wenn der Isolationswiderstand und der

**D.4 Regenprüfung 3 (Sonderprüfung): Temperaturschock – lange Durchtränkung – Vernebelung**

**D.4.1 Allgemeines**

Mit dieser Prüfung sollen die Wirkungen des Temperaturwechsels zusammen mit einer Ansammlung von Schmutz und Feuchtigkeit nachgebildet werden.

**D.4.2 Temperierung**

Das gewickelte Bauteil wird zunächst durch Stromspeisung unter zu vereinbarenden Bedingungen (z. B. zweifacher Bemessungsstrom nach IEC 60076-11 für die Temperaturschockprüfung) erwärmt. Die mittlere Temperatur jeder Wicklung muss durch Messung der Änderung des Gleichstromwiderstands kurz vor der

**D.2 Regenprüfung 1 (optionale Typprüfung oder optionale Stückprüfung): kurze Durchtränkung**

Nach der Prüfung der Spannungsfestigkeit mit angelegter Stehspannung unter trockenen Bedingungen nach 13.2.13.3 muss jedes kalte gewickelte Bauteil für die festgelegte Dauer vollständig in kaltes Leitungswasser eingetaucht werden. Anschließend muss das gewickelte Bauteil aus dem Wasser genommen werden und in

- Inductive component is submerged in water for 10 minutes.
- Measurement of insulation resistance
- Wet Dielectric Test
- Measurement of insulation resistance
  
- Usually specified as routine test for each component or some samples from a batch





**D.4 Regenprüfung 3 (Sonderprüfung): Temperaturschock – lange Durchtränkung – Vernebelung**

**D.4.1 Allgemeines**

Mit dieser Prüfung sollen die Wirkungen des Temperaturwechsels zusammen mit einer Ansammlung von Schmutz und Feuchtigkeit nachgebildet werden.

**D.4.2 Temperierung**

Das gewickelte Bauteil wird zunächst durch Stromspeisung unter zu vereinbarenden Bedingungen (z. B. zweifacher Bemessungsstrom nach IEC 60076-11 für die Temperaturschockprüfung) erwärmt. Die mittlere Temperatur jeder Wicklung muss durch Messung der Änderung des Gleichstromwiderstands kurz vor der

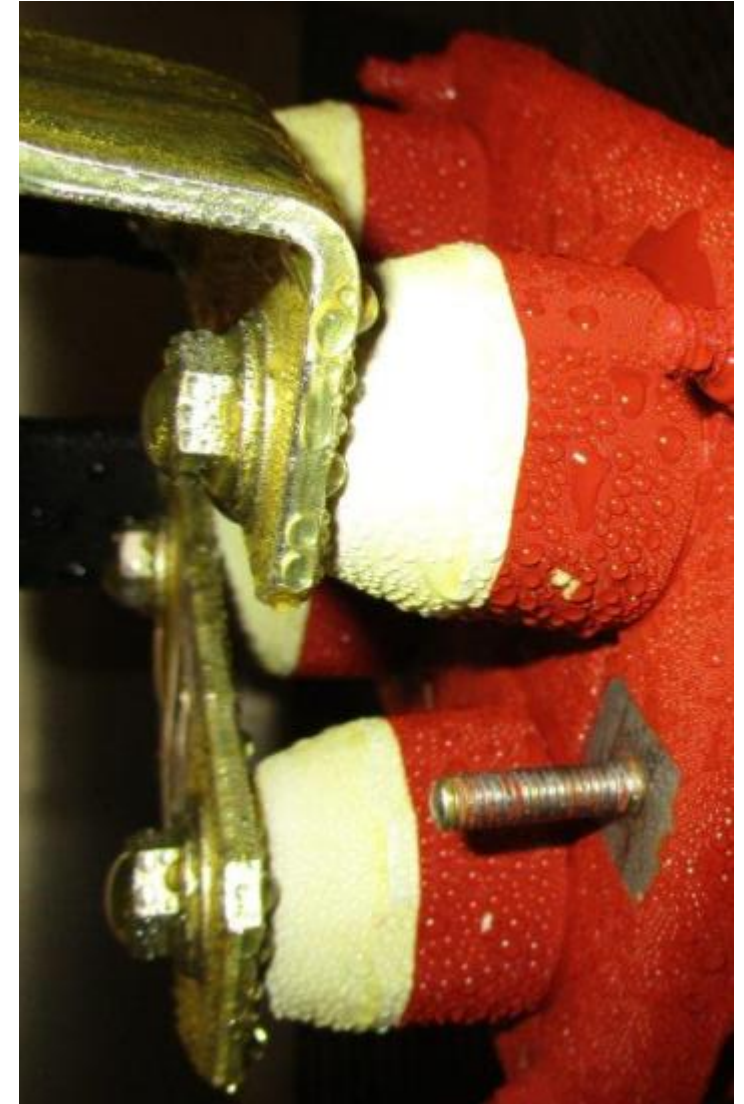


- Inductive component is heated up to 150°C and afterwards quickly placed in a water tank to simulate a thermal shock.
- It remains in the water for 24 hours to simulate long lasting wet condition.
- Afterwards it is placed in climatic chamber or ventilated area with misting machine, until the whole surface is covered with droplets. The aim is to completely bypass the creepage distances.
- Measurement of insulation resistance
- Wet Dielectric Test
- Measurement of insulation resistance
- Usualy specified as type test or investigation test.

## TESTING

### FURTHER CRITERIA

- For a 1,5kV-System the test voltage in wet condition is about 5,4kV.
- The stability of the insulation resistance and during the high voltage test the stability of the leakage current are evaluated.
- During the tests no audible and visible arcing may occur
- Additionally, partial discharge is measured in dry and wet and also in hot and cold condition.
  
- Testing for Shock&Vibration withstand
- Corrosion resistance with Salt Spray Test





## WHICH OTHER APPLICATIONS CAN BENEFIT FROM THE SAME TECHNOLOGY?

- Basically, all applications which use outside air for cooling can benefit.
- In power converters designed for IP54 or higher, the cooling of the filter chokes can be dramatically improved using forced air cooling with fresh air.
  - Photovoltaic inverters
  - A/C plants
  - Power supply for any outdoor machinery



NOW WHAT CAN WE DEVELOP FOR YOU?



**DR.-ING. M. SIATKOWSKI**

BLOCK TRANSFORMATOREN-ELEKTRONIK GMBH  
MAX-PLANCK-STRASSE 36-46  
27283 VERDEN

TELEFON 04231 678-296  
MAREK.SIATATKOWSKI@BLOCK.EU