



SCHÖNENWERD, 19. SEPTEMBER 2019

## Fleet Management von Durchführungen

Der Trafo im Fokus 2019

**ABB**

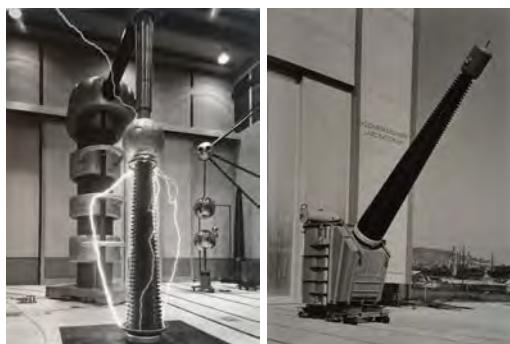
# Agenda

- Wir stellen vor: ABB MICAFIL Durchführungen
- Warum Fleet Management von Hochspannungsdurchführungen
- Bedeutung und Methodik des Fleet Managements
- Real Cases

# 100 Jahre MICAFIL Durchführungen

Tradition baut auf Innovation

1918 – 2018 Seit einem Jahrhundert steht Name MICAFIL weltweit für Qualität und Zuverlässigkeit



# Der nächste Schritt in der Durchführungstechnologie

Die Geschichte der MICAFIL Durchführungstechnologie

	RBP	RIP	OIP	RIS
	1920 – 1985	1960 – heute	1940 – 1988	2012 – heute
Technologie	Resin Paper	Bonded Resin Impregnated Paper	Oil Paper	Resin Impregnated Synthetics
Feldsteuerung	Aluminiumfolien	Aluminiumfolien	Aluminiumfolien od. leitfähige Folie	Aluminiumfolien
Isolationsmaterial	Epoxid vorimpregniert	Epoxidharz	Öl	Gefülltes Epoxidharz
Isolationsmaterial	Papier	Papier	Papier	Synthetisches Netz

# Aufbau von MICAFIL Durchführungen

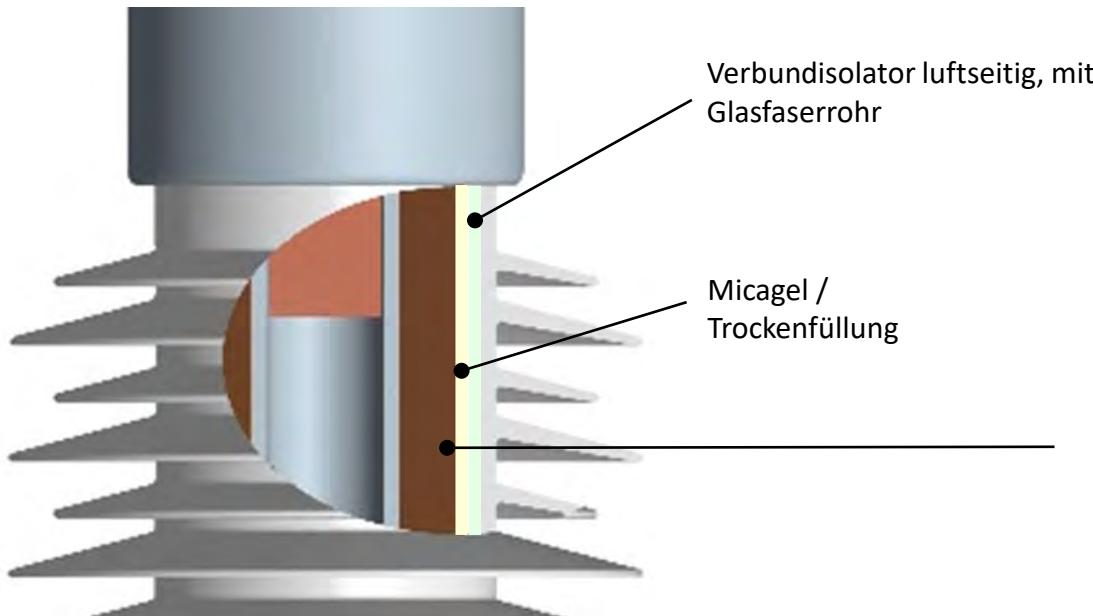
RIP – RTKF / RIS – DMB-OA

## AirRIP

RTKF

24 kV – 550 kV

bis zu 5000 A



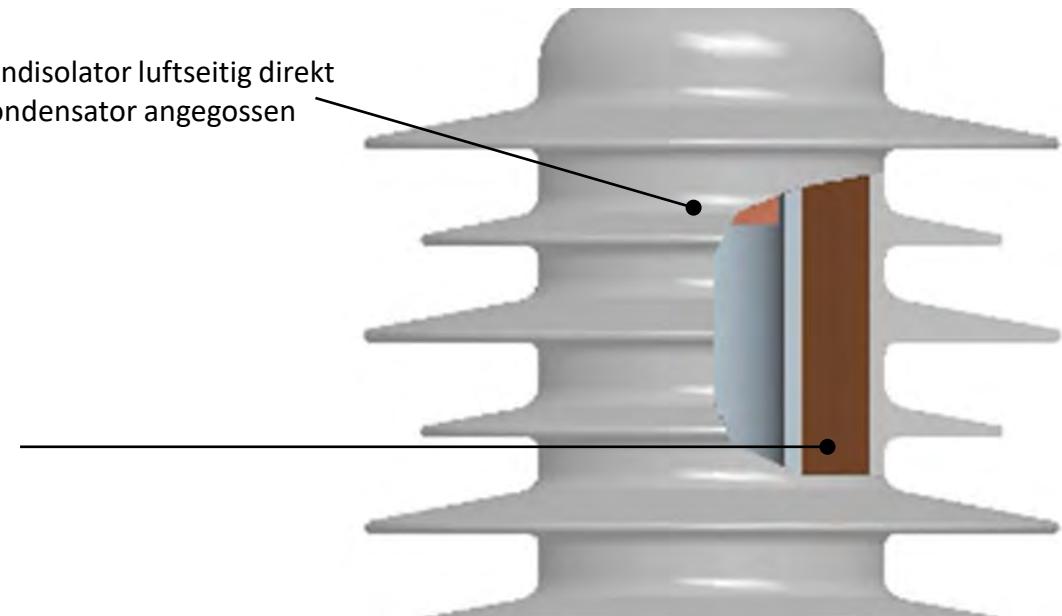
## EasyDry

DMB-OA

24 kV – 170 kV

bis zu 2500 A

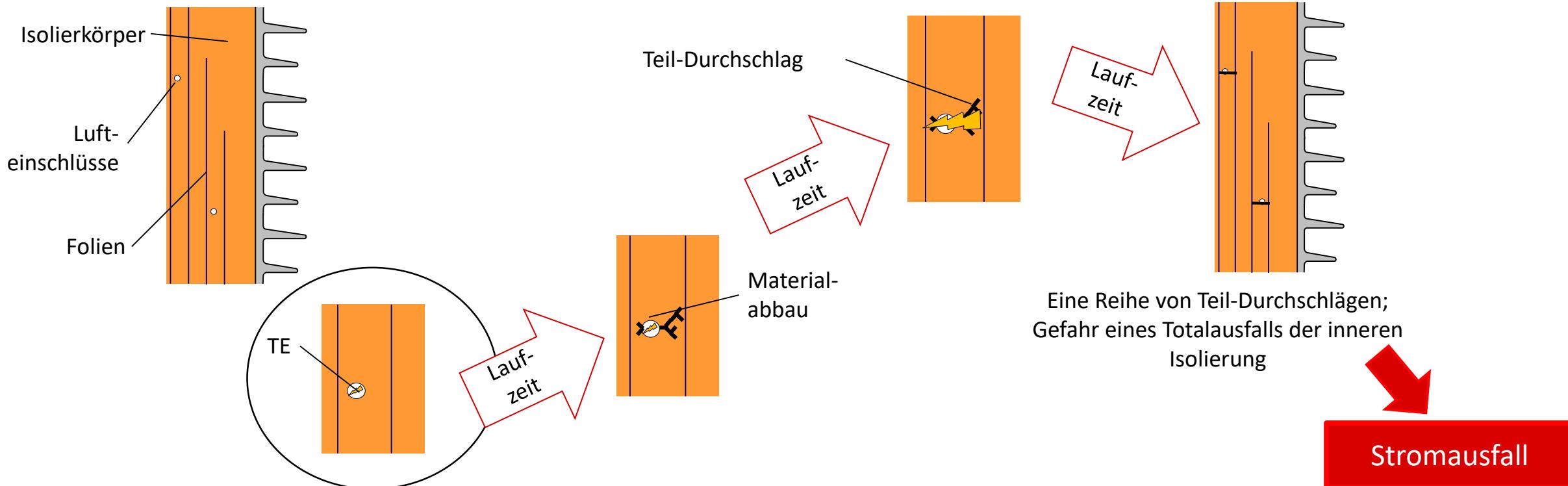
Verbundisolator luftseitig direkt am Kondensator angegossen



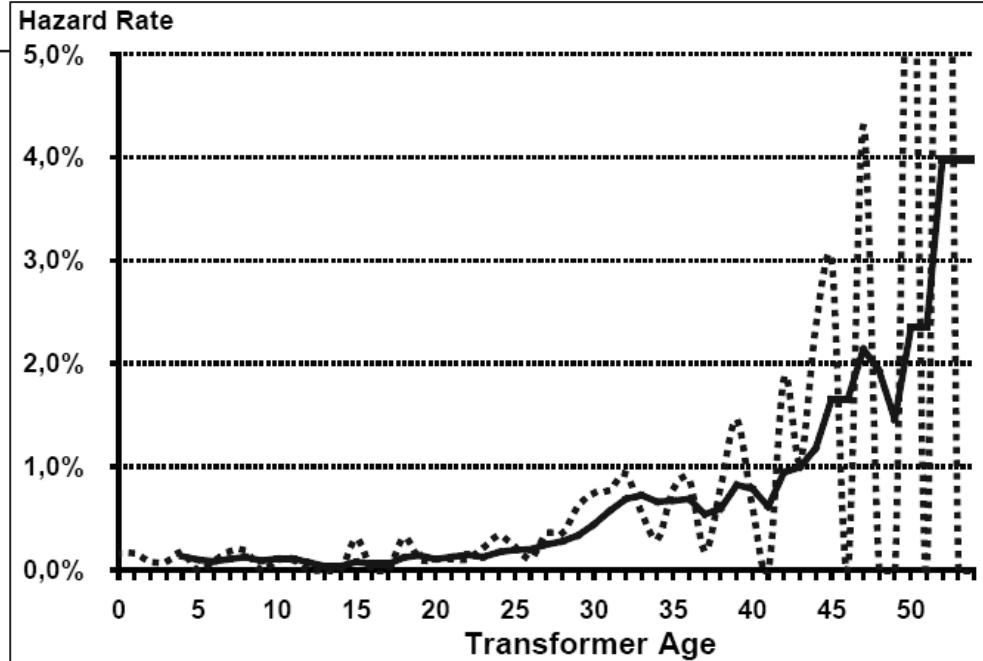
# Teilentladung (TE)

Warum sollte eine Durchführung TE-frei sein?

Teilentladungen bei Betriebsspannung bedeutet typischerweise Hohlräume zwischen den Folien, die zu einer Verschlechterung der Isolation führen.



# Wie wichtig ist das Life Management von HV Durchführungen?

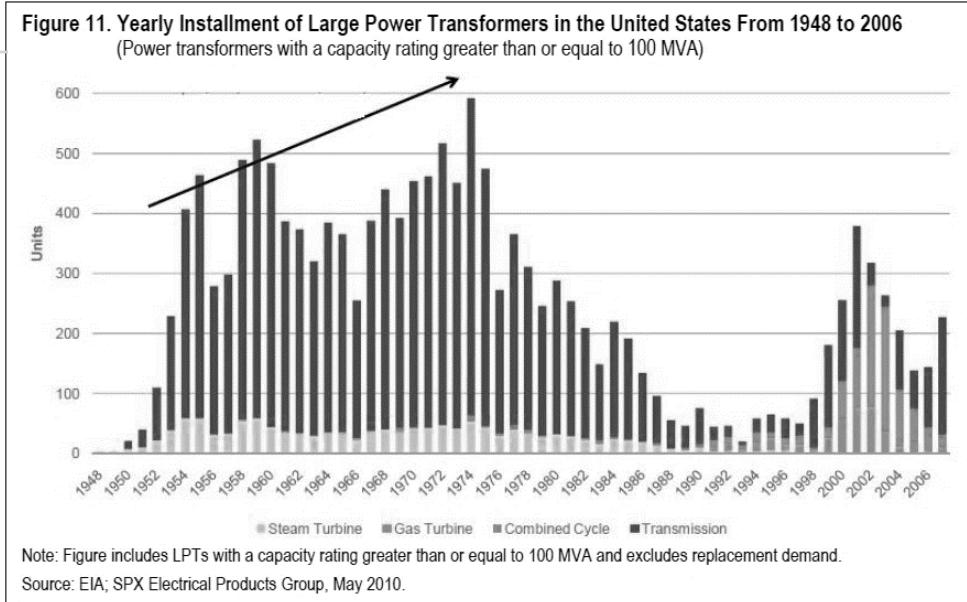
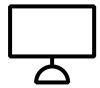


- Die Alterung der Transformatoren führt zu einer höheren Gefährdungsrate
- Step-up Transformatoren können etwas früher altern als Netztransformatoren (hauptsächlich gültig für Wärme-/Wasserkraftwerke)

Source: S. Tenbohlen et al., "Assessment of Power Transformer Reliability", CIGRE study committee

# Wie wichtig ist das Life Management von HV Durchführungen?

Korrelation des Alterungsprozesses einer installierten Transformatorenflotte

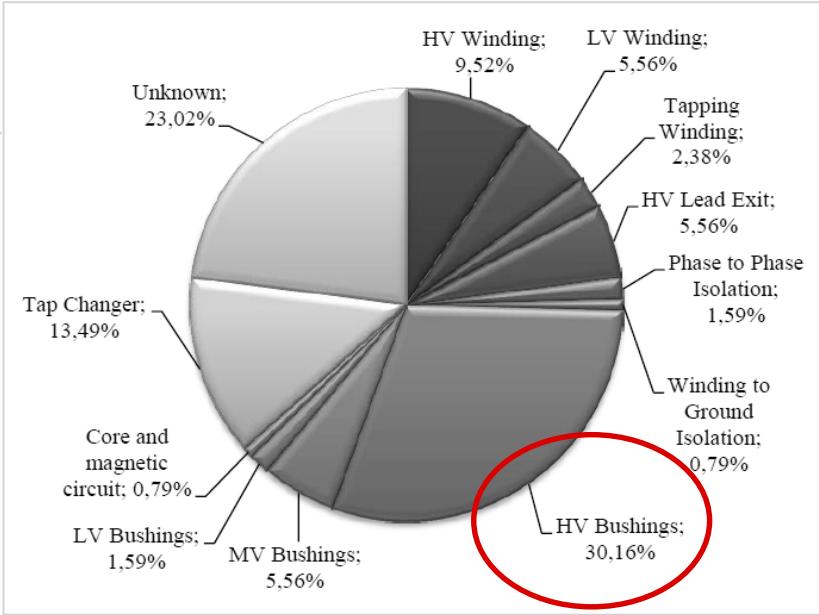
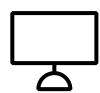


Das Beispiel zeigt den Einsatz von LPT in den 60-70er Jahren  
Die Übersicht hilft bei:

- Risikobeurteilung vom Alterungsprozess von Transformatoren
- Wartungsplanung und -kosten rechtzeitig vorbereiten
- Gleichzeitig auch die HV Durchführungen prüfen

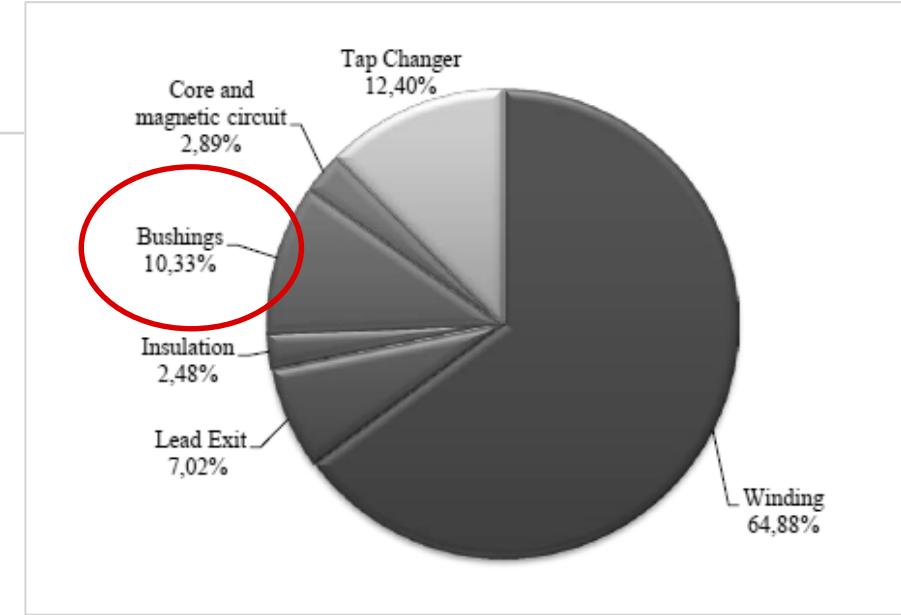
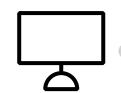
# Wie wichtig ist das Life Management von HV Durchführungen?

Verfügbarkeit von Transformatoren und Netzen in Relation auf den HV Durchführungszustand



Fehlerort, an dem ein Brand oder eine Explosion aufgetreten ist (126 schwerwiegende Fehler)

Sources: "Development and Results of a Worldwide Transformer Reliability Survey" – CIGRE SC A2 Colloquium 2015

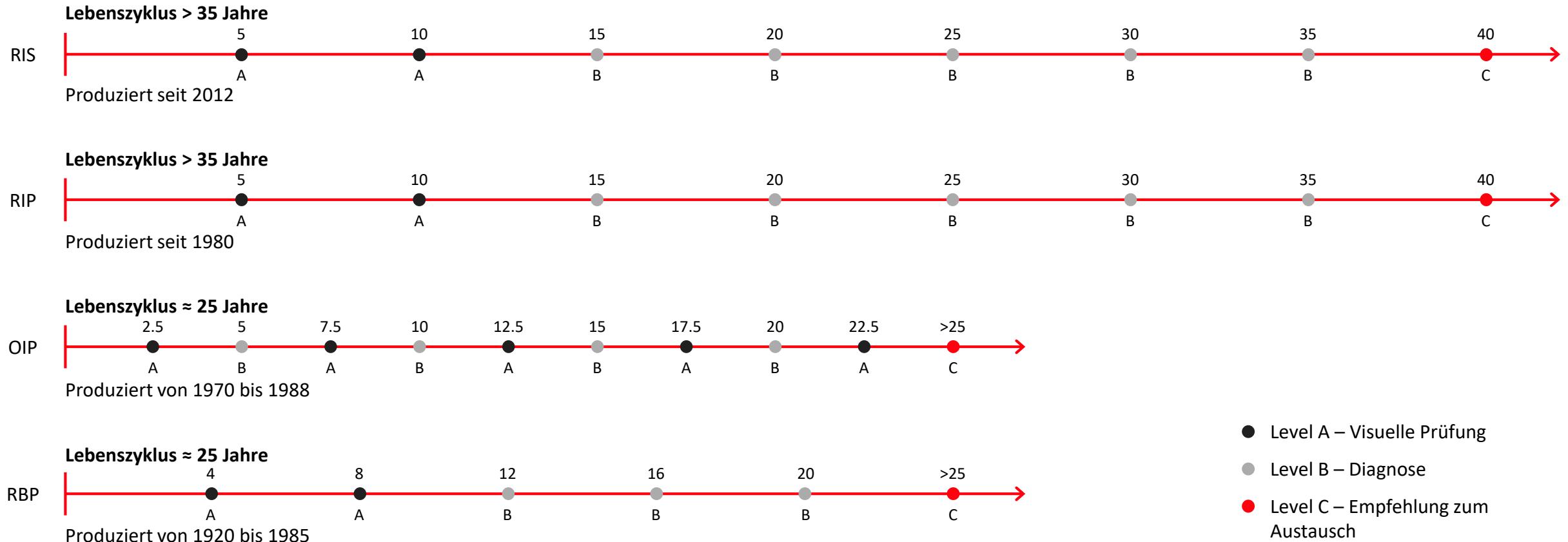


Fehlerortanalyse von 242 verschrotteten Transformatoren

- Bei ca. 30% der Transformatorenfeuer war die HV Durchführungen die Ursache
- Bei ca. 10% der Transformatorenfehler waren die HV Durchführungen die Ursache

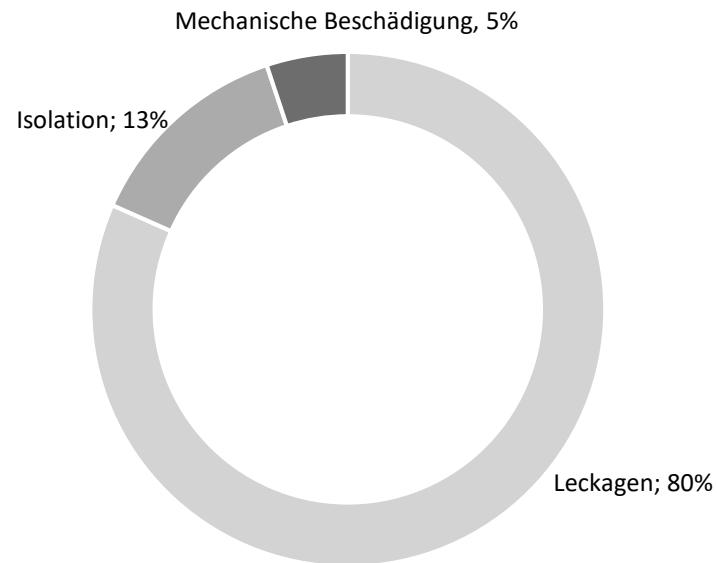
# Wie wichtig ist das Life Management von HV Durchführungen?

Wartungsempfehlung für gesteuerte Durchführungen (ABB MICAFIL)



# Alterungsmechanismus von HV Durchführungen

## Faktoren der Alterung von HV Durchführungen



Hauptursachen für die Überholung oder den Austausch einer Transformator-Durchführung (eigene Daten)

Die Alterung einer Durchführung wird hauptsächlich beeinflusst von:

- Temperaturzyklen und hohe Temperaturen
- Feuchtigkeitseintritt, Dichtheit oder Ölaustritt
- Hohe und häufige Lastzyklen (z.B. Pumpspeicher, PP, STEP Generierung, ...)
- Very Fast Transients (VFT), (z.B. Reaktorschaltbetrieb, Blitzschlag, Oberwelle)
- Zunehmende Verunreinigung im Öl (OIP)
- Teilentladung

**Der Lebenslauf der Durchführung wird in den meisten Fällen nicht verfolgt = Beurteilung des Durchführungszustandes erforderlich**

# Wie wichtig ist das Life Management von HV Durchführungen?

Wartungsempfehlung für gesteuerte Durchführungen (ABB MICAFIL)

## Empfohlene Diagnosemessungen für Transformatoren Durchführungen

	dielektrischer Verlustfaktor	Kapazität	DGA	Teilentladung	Visuelle Prüfung	C & Tan delta
<b>Vor Ort, Transformer nicht in Betrieb</b>	X	X	X (ggf)		X	X
<b>Vor Ort, Transformer in Betrieb</b>	(X) <sup>1</sup>	(X) <sup>1</sup>		X	X	
<b>Hochspannungsprüflabor</b>	X	X	X (ggf)	X	X	X

<sup>1</sup>. Je nach Verfügbarkeit von Online Messgeräten

# Reihenfolge und Methodik des Fleet Managements

## Typischer Programmablauf



In Zusammenarbeit mit dem Durchführungshersteller

- Phase 1: Inventar HV Durchführung
- Phase 2: Diagnose und Standortdatenerfassung
- Phase 3: Typenzuordnung und Zusammenfassen
- Phase 4: Definieren der Prioritäten / Risikoanalyse
- Phase 5: Starten und Ausführen des Austausches

# Reihenfolge und Methodik des Fleet Managements

## Phase 1 – Bestehende Flotte erfassen

### Inventar der Durchführungen starten

1. Testberichte (erste Footprints, Zwischendiagnosen, ...)
2. Hersteller
3. Seriennummer
4. Massblätter
5. Technologie
6. Applikation (Öl/Luft, Öl/Öl, Gas,....)

Zusammenfassung der obigen Ergebnisse

# Reihenfolge und Methodik des Fleet Managements

Phase 1 – Weitere Kriterien sind:

## Massangaben

- Grösse des luftseitigen Anschlusses
- Leiterryp trafoseitig
- Kabelbolzen, geteilter Leiter oder Fixleiter
- Stromwandler-Verlängerungslänge (L6)
- Kriechstrecke (in mm oder mm/kV)
- Schlagweite
- Durchmesser des Durchführungskörpers trafoseitig
- Flansch Abmessung
- Isolator Durchmesser
- Gewicht der Durchführung/ max. Montagewinkel
- Bestimmung der Abschirmung

## Elektrische Daten

- Systemspannung (kV)
- Blitzstoss (BIL)
- Laststrom (Ampere)
- Schaltimpuls (SIL)
- AC Prüfspannung

## Verschiedene Daten

- Thermischer Kurzschlussstrom für bestimmte Sekunden
- Anwendbarer Standard (IEC, IEEE, Seismic etc.)
- Vorhandensein von Funkgenstrecke
- Umgebungstemperatur
- Isolator (Porzellan/Silikon)

# Reihenfolge und Methodik des Fleet Managements

## Typischer Programmablauf



In Zusammenarbeit mit dem Durchführungshersteller

- Phase 1: Inventar HV Durchführung
- **Phase 2: Diagnose und Standortdatenerfassung**
- Phase 3: Typenzuordnung und Zusammenfassen
- Phase 4: Definieren der Prioritäten / Risikoanalyse
- Phase 5: Starten und Ausführen des Austausches

# Reihenfolge und Methodik des Fleet Managements

## Phase 2 – Diagnose und Standortdatenerfassung

- 1. Führen Sie die neuesten oder umfassendste Messungen gemäss Empfehlungen des Herstellers durch**
- 2. Wenden Sie sich im Zweifelsfall an den Durchführungshersteller, um die Ergebnisse zu interpretieren und weitere Maßnahmen festzulegen**

### Hinweise zu vorhandenen installierten HV Durchführungen

- Messungen vor Ort können von den Messungen im Hochspannungsprüflabor abweichen  
→ Umfassende Erstmessungen vor Ort bei der Installation von Durchführungen werden empfohlen (Footprint erstellen)
- Im Falle eines vorhandenen Druchführungsausfalls: Eine Post-Mortem-Analyse durch OEM- oder zerstörende Tests kann wertvolle Informationen über die verbleibenden Durchführungen liefern

# Reihenfolge und Methodik des Fleet Managements

## Typischer Programmablauf



In Zusammenarbeit mit dem Durchführungshersteller

- Phase 1: Inventar HV Durchführung
- Phase 2: Diagnose und Standortdatenerfassung
- **Phase 3: Typenzuordnung und Zusammenfassen**
- Phase 4: Definieren der Prioritäten / Risikoanalyse
- Phase 5: Starten und Ausführen des Austausches

# Reihenfolge und Methodik des Fleet Managements

## Phase 3 – Optimieren/reduzieren Sie die Vielfalt der HV Durchführungen in der Flotte

Energieversorger, die in der Vergangenheit viele verschiedene Durchführungstypen verschiedener Hersteller in ihrer Flotte hatten, sehen sich heute häufig mit einer immensen Vielfalt von Durchführungen konfrontiert

Die folgen sind:

- Negative Auswirkung auf das Nettoumlauvermögen
- Erhöhte Lager- und Wiederbeschaffungskosten
- Erhöhte Anzahl von Reservedurchführungen welche für den Notfall vorrätig gehalten werden müssen

Lösungsvorschlag: Kundenportfolio erstellen für Neutransformatoren



**Proaktives Flotten Managements = Reduzierung der Vielfalt der Durchführungstypen**

# Reihenfolge und Methodik des Fleet Managements

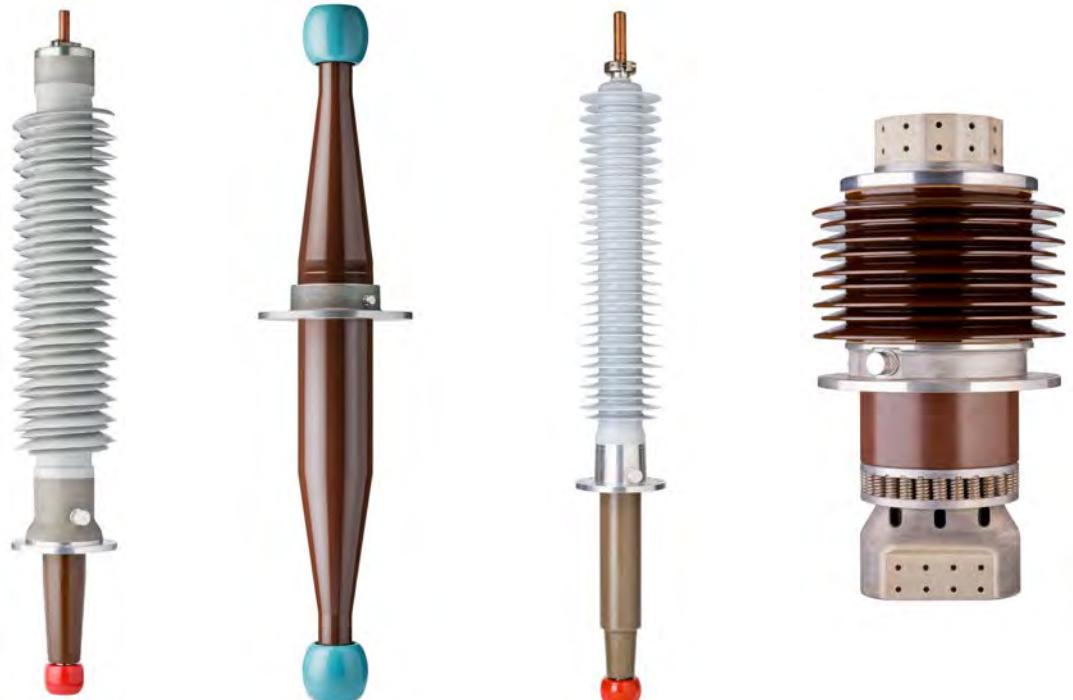
Phase 3 – Optimieren/reduzieren Sie die Vielfalt der HV Durchführungen in der Flotte

Erste Kriterien zur Gruppierung könnten sein:

- Spannung
- Strom
- Schnittstelle & Applikation
- Ähnliche Dimensionen

## Hinweis

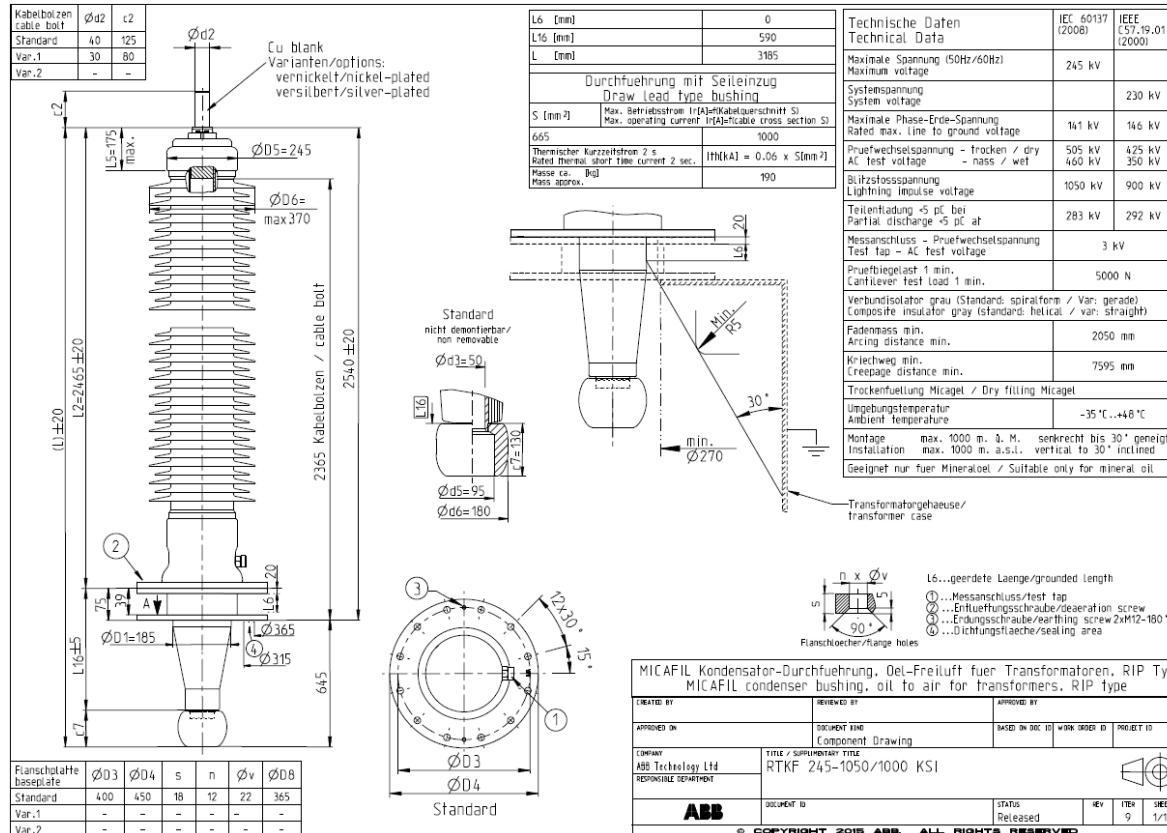
- Denken Sie daran, die Vielfalt der verschiedenen Durchführungstypen zu reduzieren
- Das Überprüfen einiger Typen zur Vereinfachung der Vielfalt kann die Gesamtkosten senken (Bezugsgrösseneffekt)
- Die Verwendung eines Adapters bei unterschiedlichen Abmessungen kann Abhilfe schaffen



**Proaktives Flotten Managements = Reduzierung der Vielfalt der Durchführungstypen**

# Reihenfolge und Methodik des Fleet Managements

Die Verwendung eines Adapters bei unterschiedlichen Abmessungen kann Abhilfe schaffen



# Reihenfolge und Methodik des Fleet Managements

## Typischer Programmablauf



In Zusammenarbeit mit dem Durchführungshersteller

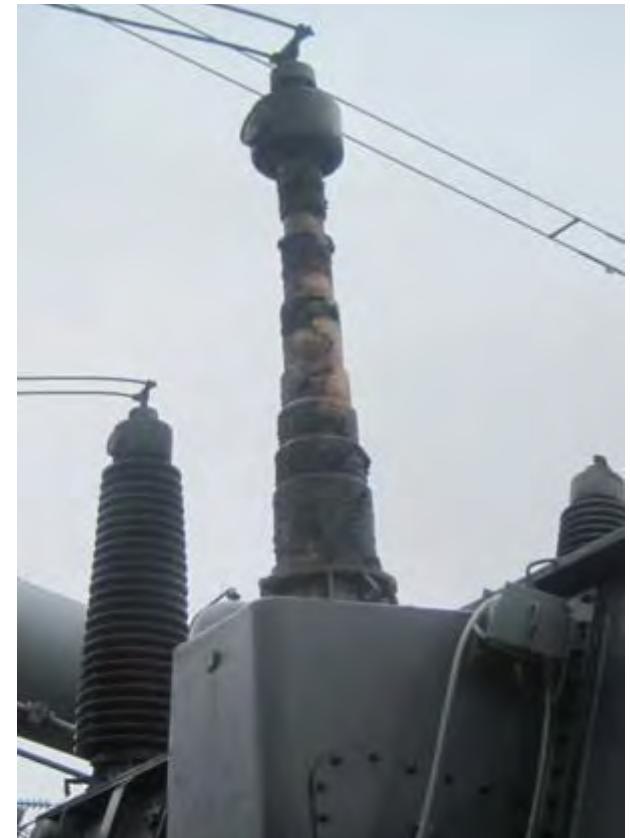
- Phase 1: Inventar HV Durchführung
- Phase 2: Diagnose und Standortdatenerfassung
- Phase 3: Typenzuordnung und Zusammenfassen
- **Phase 4: Definieren der Prioritäten / Risikoanalyse**
- Phase 5: Starten und Ausführen des Austausches

# Reihenfolge und Methodik des Fleet Managements

## Phase 4 – Definieren der Prioritäten / Risikoanalyse

### Bewerten Sie die Bedeutung eines möglichen Fehlers

- Wichtigkeit des Umspannwerks, resp. Kraftwerks im Netz (Kernnetze,...)
- Mögliche Folgeschäden bei Ausfall oder Brand
- Gefährdung von Personen
- Qualität / Zustand der Durchführungen nach den Messungen



# Reihenfolge und Methodik des Fleet Managements

## Typischer Programmablauf



In Zusammenarbeit mit dem Durchführungshersteller

- Phase 1: Inventar HV Durchführung
- Phase 2: Diagnose und Standortdatenerfassung
- Phase 3: Typenzuordnung und Zusammenfassen
- Phase 4: Definieren der Prioritäten / Risikoanalyse
- **Phase 5: Starten und Ausführen des Austausches**

# Reihenfolge und Methodik des Fleet Managements

## Phase 5 – Starten und Ausführen des Austausches

### Optimierung des Durchführungsaustausches

Bei:

- einer Trafosanierung
- einer jährliche Wartung, um Ausfallzeiten zu minimieren

Weiter zu beachten:

- Ggf. auch Ersatzdurchführungen austauschen



# Real Case: Lateinamerika – OIP gegen RIS/RIP

Ausgetauschte Durchführung	Menge	Technologie	Typ	Massblatt Nummer	
Buje 220 kV CRPOTK	1	RIP	RTKF 245-1050/ 800	1ZCD068330	●
Buje 110 kV CRPOTK	2	RIS	DMB-OA 123-550/ 800	1ZCD068382	●
Buje 44 kV CRPOTK	2	RIS	DMB-OA 52-250/ 800	1ZCD068383	●
Buje 220 kV Toshiba	1	RIP	RTKF 245-1050/ 800	1ZCD068330	●
Buje 110 kV Crompton	3	RIS	DMB-OA 145-650/ 630	1ZCD068384	●
Buje 44 kV Crompton	3	RIS	DMB-OA 52-250/ 800	1ZCD068383	●
Buje 110 kV Micafil 650	2	RIS	DMB-OA 145-650/ 630	1ZCD068384	●
Buje 44 kV Micafil 350	2	RIS	DMB-OA 72.5 350/ 800	1ZCD068385	●
Buje 110 kV Passoni Villa	3	RIS	DMB-OA 145-650/ 630	1ZCD068384	●
Buje 52 kV GOB 250	1	RIS	DMB-OA 52-250/ 800	1ZCD068383	●
Buje 52 kV GOB 380	3	RIS	DMB-OA 72.5 350/ 800	1ZCD068385	●
Buje 110 kV GOB 550	2	RIS	DMB-OA 123-550/ 800	1ZCD068382	●
Buje 52 kV	2	RIS	DMB-OA 52-250/ 800	1ZCD068383	●

Die Aufgabe bestand darin, alle Durchführungen mit der Möglichkeit der Verwendung eines Flansches zu standardisieren, um die verschiedenen abzudecken.

CT-Verlängerungen (L6)

● RTKF 245-1050/800

● DMB-OA 123-550/800

● DMB-OA 52-250/800

● DMB-OA 145-650/630

● DMB-OA 52-250/800



## Resultat:

- Ursprünglich 13 Durchführungstypen wurden mit nur 5 Durchführungstypen ersetzt

# Real Case: Europa – RBP gegen RIP ausgetauscht

Ausgetauschte Dfg	L6	Menge	Technologie	Typ	Massblatt Nr.	Variante	Flange Adapter
CTKF 245/800	200	3	RIP	RTF 245-1050/1250 KSI	1ZCD082975	Standard	No Adapter
CTKF 245/800 spez.	200	3	RIP	RTF 245-1050/1250 KSI	1ZCD082975	Variant 2	Adapter
CTKF 245/800	0	5	RIP	RTF 245-1050/1250 KSI	1ZCD082975	Variant 2	Adapter
CTKF 245/800 spez.	300	3	RIP	RTF 245-1050/1250 KSI	1ZCD082975	Standard	No Adapter
CTKF 245/800 SPEZ	400	1	RIP	RTF 245-1050/1250 KSI	1ZCD082975	Variant 2	No Adapter
CTKF 245/800 SPEZ	400	3	RIP	RTF 245-1050/1250 KSI	1ZCD082975	Variant 1	Adapter
CTKF 245/800	300	3	RIP	RTF 245-1050/1250 KSI	1ZCD082975	Variant 1	Adapter
CTKF 245/800	400	3	RIP	RTF 245-1050/1250 KSI	1ZCD082975	Variant 1	Adapter
CTKF 245/800	500	3	RIP	RTF 245-1050/1250 KSI	1ZCD082975	Variant 1	No Adapter
CTKF 245-1050/800	400	9	RIP	RTF 245-1050/1250 KSI	1ZCD082975	Variant 1	Adapter
CTKF 245 red. 900/800	400	3	RIP	RTF 245-1050/1250 KSI	1ZCD082975	Variant 1	Adapter
CTKF 245-1050/800	400	3	RIP	RTF 245-1050/1250 KSI	1ZCD082975	Variant 1	Adapter
CTKF 245-1050/800	400	10	RIP	RTF 245-1050/1250 KSI	1ZCD082975	Variant 2	No Adapter

Die Aufgabe bestand darin, alle Durchführungen mit der Möglichkeit der Verwendung eines Flansches zu standardisieren, um die verschiedenen abzudecken.

CT-Verlängerungen (L6)

● Standard

● Variant 1

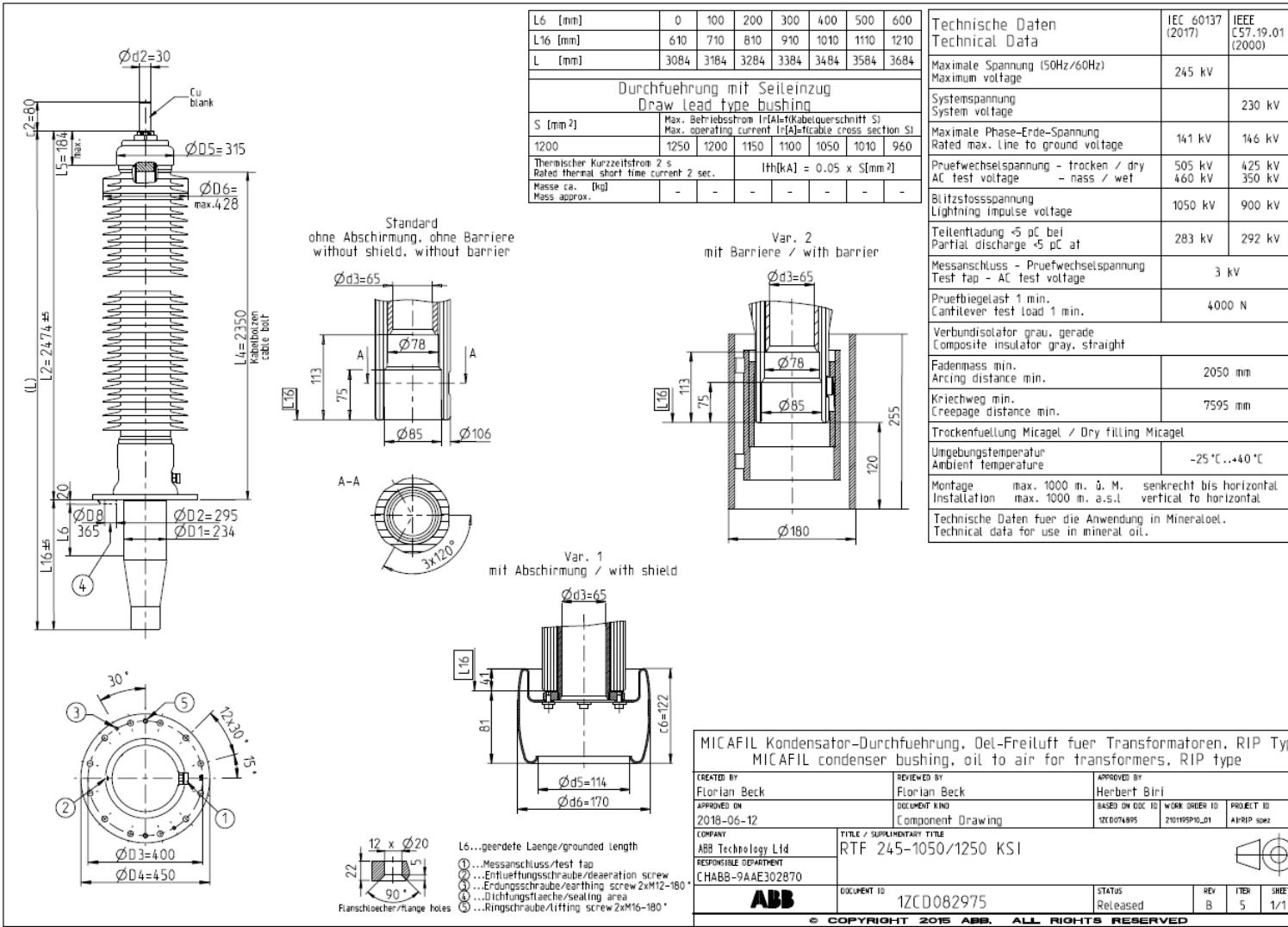
● Variant 2



## Resultat:

- 52 Durchführungen wurden mit 1 Durchführungstyp ersetzt (3 Anschlussvarianten und 5 versch. Flanschadapter)

# Real Case: Europa – RBP gegen RIP ausgetauscht



# Real Case: Europa – RBP gegen RIP ausgetauscht

Ausgetauschte Durchführung	L6	Menge	Technologie	Typ	Massblatt Nr.	Strom	
110kV Bushing UTXF 123/800	400	5	RIP	RTKF_123-550/1600 KSI	1ZCD064014	800	●
110kV Bushing UTXF 123-550/1000	400	5	RIP	RTKF_123-550/1600 KSI	1ZCD064014	1000	●
110kV Bushing UTXF 123-550/1250	400	8	RIP	RTKF_123-550/1600 KSI	1ZCD064014	1250	●
220kV Bushing UTXF 245-1050/630	300	3	RIP	RTXF 245-1050/1600 KSI	2GHV004368	630	●
220kV Bushing UTXF 245-1050/800	300	3	RIP	RTXF 245-1050/1600 KSI	2GHV004368	800	●
220kV Bushing UTXF 245-1050/1000	300	3	RIP	RTXF 245-1050/1600 KSI	2GHV004368	1000	●
110kV Bushing CTF 145/630	0	8	RIP	RTZF 123-550/800 KSI	2GHV006534	630	●
110kV Bushing CTF 123/800	0	13	RIP	RTZF 123-550/800 KSI	2GHV006534	800	●
220kV Bushing CTKF 300-1050/630	300	12	RIP	RTKF 300-1175/1000 KSI	2GHV007239	630	●
275kV Bushing CTKF 300-1050/1000	300	9	RIP	RTKF 300-1175/1000 KSI	2GHV007239	1000	

Aufgabe war es, alle Ströme auf einen Durchführungsstrom / Spannungsebene zu normieren

● RTKF\_123-550/1600 KSI

● RTKF 300-1175/1000 KSI

RTZF ●23-550/800 KSI

RTXF 245●050/1600 KSI



## Resultat:

- Ursprünglich 10 Durchführungstypen wurden mit nur 4 Durchführungstypen ausgetauscht

# HV Durchführungen Fleet Management

## Die Vorteile zusammengefasst



Durchführung und Kontrolle von Lagerdurchführungen



Bessere Kontrolle des Wartungsbudgets



Optimale Interventionsplanung



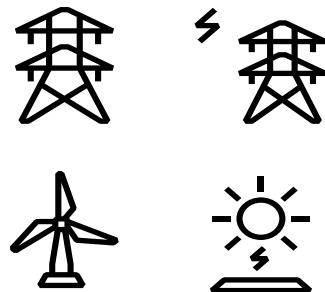
Vernünftige Betrachtung der Vielfalt der Durchführungstypen



Reduzierung von Ersatzteil- und Lagerkosten

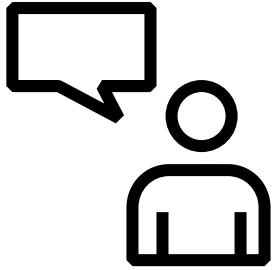


Die Zuverlässigkeit der Transformatorenflotte verbessern



Die Risiken der Durchführungen reduzieren und dadurch eine bessere Netzverfügbarkeit gewährleisten

# Fragen



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**

**ABB**