

## Großprojekt zur DBDS-Entfernung aus Transformatorenölen erfolgreich realisiert

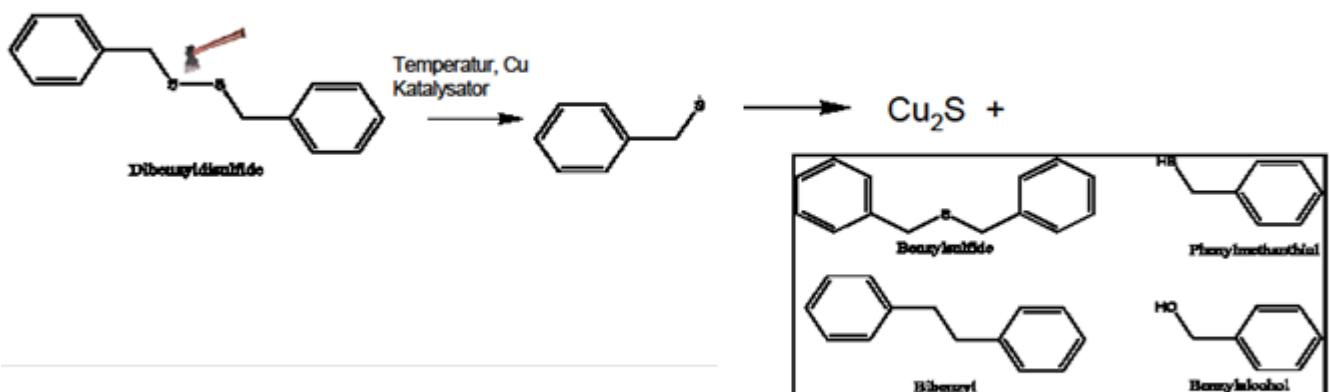
### Hintergrundinformation

Schwefel kann in Isolierflüssigkeiten in unterschiedlichen Formen und Verbindungen vorkommen. Einige Schwefelverbindungen weisen antioxidierende und metalldeaktivierende Eigenschaften auf, ohne dabei korrosiv zu sein, während andere mit Metalloberflächen reagieren und korrosiv auf metallische Komponenten elektrischer Baugruppen wirken.

Die Anwesenheit dieser korrosiv wirkenden Schwefelverbindungen wird mit dem Ausfall elektrischer Betriebsmittel in Verbindung gebracht, insbesondere bei Transformatoren mit hohen Betriebs-/Umgebungstemperaturen, Gummisack und der Anwendung nicht beschichteter Kupferleiter.

Nachteilige Einflüsse von korrosivem Schwefel werden hierbei insbesondere einer hochspezifisch korrosiven Schwefelverbindung, dem Dibenzyldisulfid (DBDS), zugeschrieben.

Bei Anwesenheit dieser Verbindung kann es zur Bildung von Kupfersulfid-Ablagerungen in oder auf der Zelluloseisolierung und damit verbunden zur Lichtbogenbildung zwischen benachbarten Scheibenwicklungen oder Leitern einer Wicklung kommen.



Eine immer noch gängige und bekannte Präventivmaßnahme bei potentiell korrosiven Betriebsmittel ist die Zugabe eines Metallpassivators auf Basis von Benzotriazolderivaten (typ. 100 mg/kg Öl) zum Isolieröl. Relevante Metalloberflächen sollen hierdurch mit einer „Schutzschicht“ belegt werden, um die Bildung bzw. Ablagerung von Kupfersulfid zu verhindern.

Diese Passivierung verläuft jedoch nicht immer optimal, da es in thermisch belasteten Transformatoren zu einem starken Abbau des Passivators kommen kann, somit ein relativ großer Kontroll- und ggf. Nachpassivierungsaufwand besteht und darüber hinaus unerwünschte Nebeneffekte auftreten können (oxidative Instabilität des Passivators, ölabhängiges, schlechtes Ansprechverhalten).

**Eine zunehmend an Bedeutung gewinnende Alternative ist die direkte Entfernung von DBDS mit Hilfe einer gezielten Adsorptionstechnologie im laufenden Betrieb des Transformators.**

## Projekt & Ergebnisse

DBDS-Entfernung an einem 350 MVA/400KV Höchstspannungstransformator aus dem Hause Amprion GmbH mit einem Gesamtölvolumen von 82 t.

Es wurde erwartungsgemäß bestätigt, dass DBDS (Dibenzylidisulfid) aus Transformatorenölen im laufenden Betriebszustandes des Transformators mittels der MRA-Technologie aus dem Hause Starke & Sohn entfernt werden kann.



Bilder 1 & 2: MRA 4x4 Regenerationsanlage im Umspannwerk Linde der Amprion GmbH

Ausgehend von 185 ppm DBDS und einem korrosivem Ölzustand wurde das Projekt bei einem abschließenden DBDS Gehalt von < 0,5 ppm und nicht korrosivem Ölzustand erfolgreich von Amprion abgenommen, siehe hierzu Abb.1.

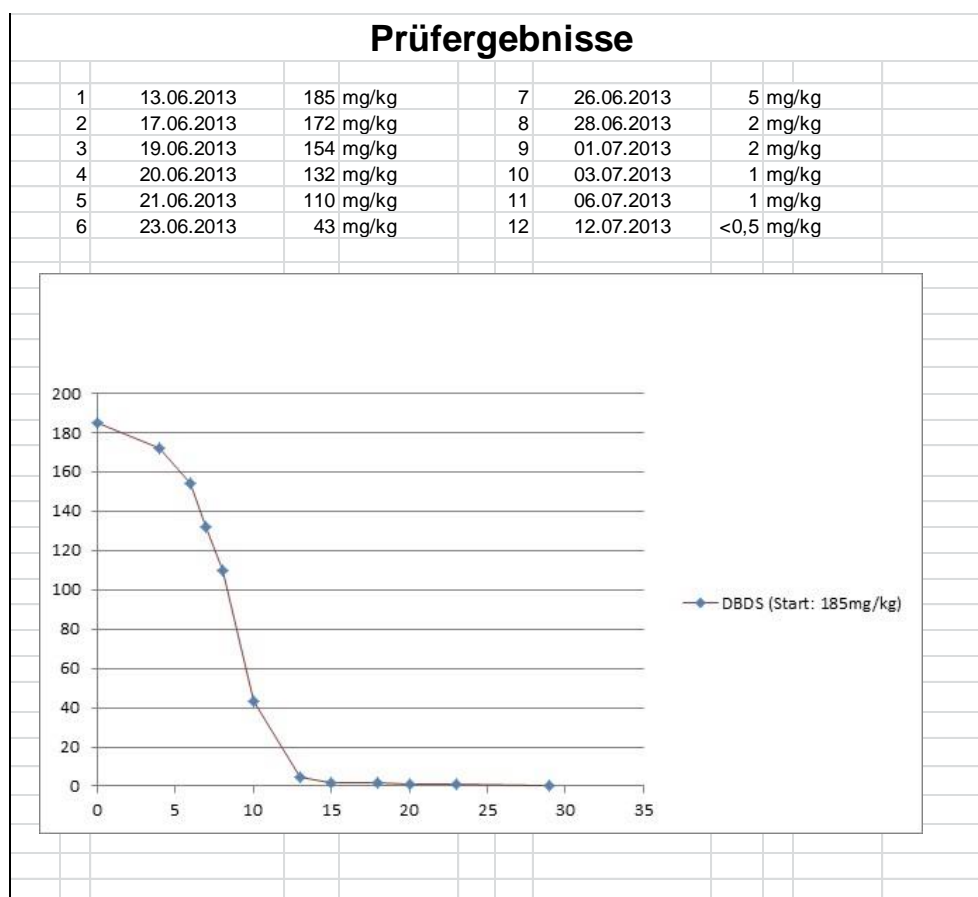


Abb. 1 – DBDS Verlauf über den Regenerationszeitraum (nach DIN EN 62697-T1)

Die in der einschlägigen Literatur gesetzten, maximal tolerierten Grenzwerte an DBDS von < 5 ppm wurden mehr als deutlich unterschritten und liegen im konkreten Fall unter den als verbindlich von Starke & Sohn garantierten Werten von < 3 ppm.

Die bereits im Juni 2012 an der TU Graz vorgestellten Ergebnisse und Erkenntnisse zur DBDS-Entfernbarkeit (siehe hierzu Aktuelles 06 2012), die vornehmlich an Transformatoren kleinerer Bauart, 16/20 MVA, 6,3/110KV erstmalig dem interessierten Publikum vorgestellt wurden, konnten nunmehr auch im Zuge des genannten Großprojektes weiter verifiziert werden.

Die MRA-Technologie kann mit Blick auf die korrosiven Eigenschaften von Betriebsölen, analytisch bestimmt anhand der Methoden Ag-Silberstreifentest: DIN 51353, pot. korrosiver Schwefel: IEC 62535 und DBDS: DIN EN 62697-1, als effiziente Methode zur Verbesserung des Ölzustandes eingesetzt werden. (s. auch Abb.2 Prüfergebnisse vor und nach der Regeneration sowie Abb.3. Visualisierung korrosiver Schwefel).

Prüfergebnisse							
Eigenschaft	Prüfmethode	Start Probe 1		Ende Probe 12		Grenzwert*	Einheit
		25821	25822	25821	25822		
Datum		13.06.2013	12.07.2013				
Farbzahl	ISO 2049	L0,5	L0,5				
Reinheit	VDE 0370	blank	blank				Bodensatz
Neutralisationszahl	IEC 62021-1	<0,01	<0,01			<=0,15	mg KOH/g Öl
Durchschlagsspannung	IEC 60156	65,3	87,3			>=50	kV
Verlustfaktor bei 50 Hz	IEC 60247	0,0007	0,0008			<0,20	
Wassergehalt (20°C)	IEC 60814	3	3			<=5	mg H <sub>2</sub> O/kg Öl
Dichte bei 20°C	DIN 51757	868				-	g/ml
Brechungszahl	DIN 51423	1,478				-	
Grenzflächenspannung	ASTM D971	45,4	48,9			>=22	mN/m
Inhibitorgehalt	IEC 60666	0,02	0,35			-	%
Ag-Silberstreifenfest	DIN 51353	nicht korrosiv	nicht korrosiv			-	
pot. Korrosiver Schwefel	IEC 62535	korrosiv	nicht korrosiv			-	
PCB - Gehalt	DIN 12766 -1,2	n.n.	n.n.			-	mg/kg
Dinbenzylsulfide	DIN EN 62697-1	185	<0,5			-	mg/kg
* Grenzwerte nach IEC 60422:2005 (DIN VDE 0370/2:2007-2)							
Bewertung	Das Öl entspricht nach der Regeneration den Anforderungen der IEC 60422. Das DBDS konnte vollständig eliminiert werden.						

Abb. 2 – Prüfergebnisse vor und nach der Regeneration

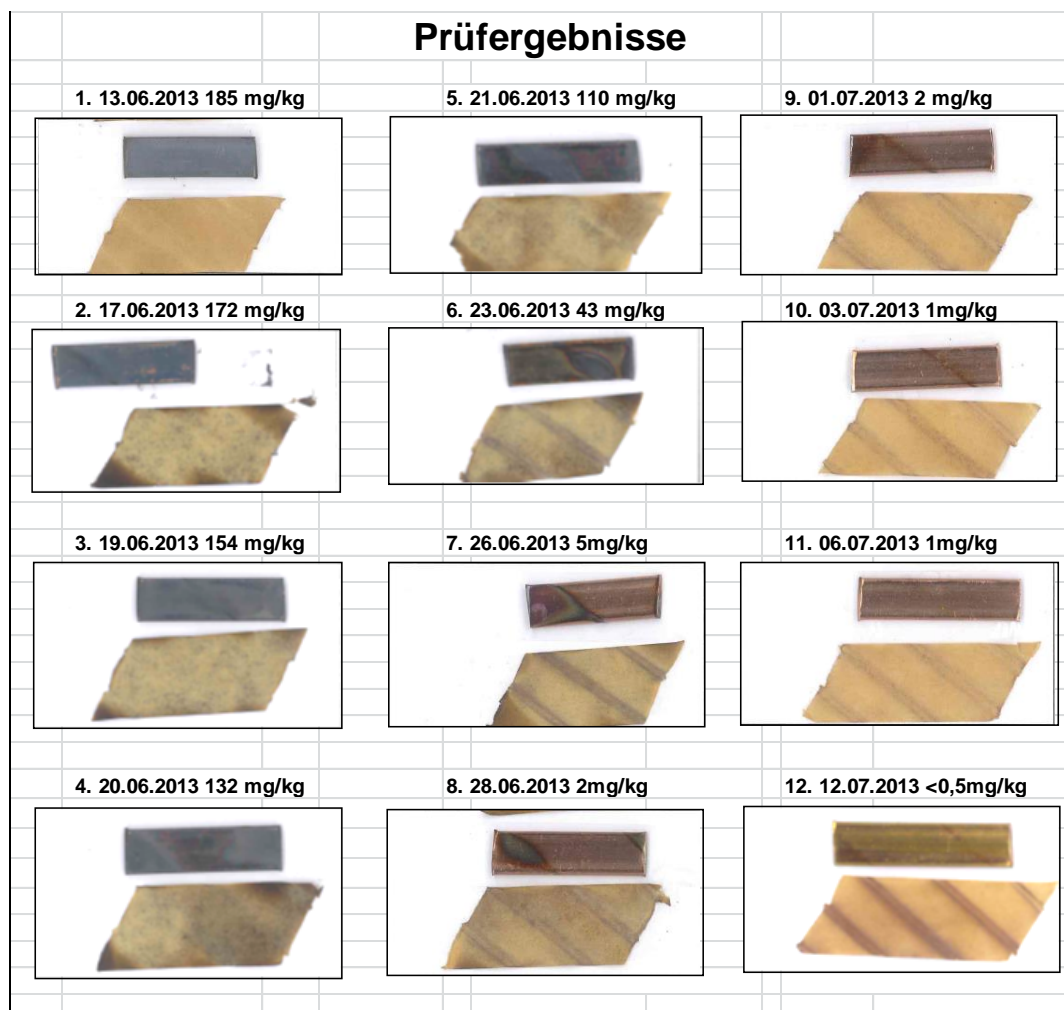
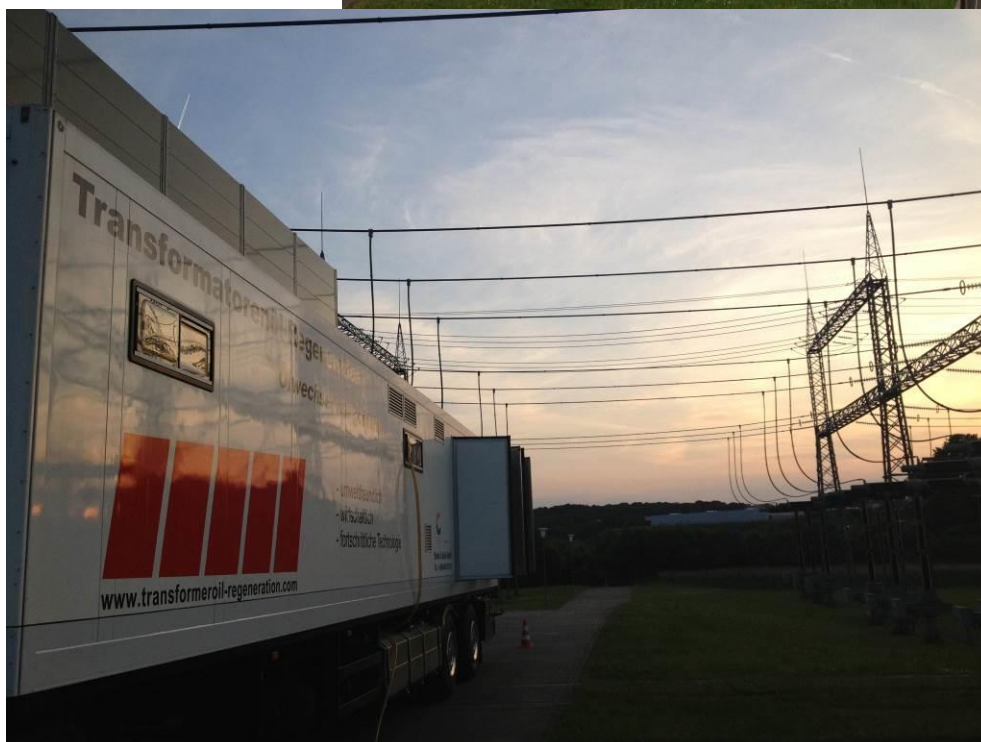


Abb. 3 – Visualisierung korrosiver Schwefel



### Fazit

Die MRA-Technologie bietet somit nur allein schon mit Blick auf die DBDS-Thematik eine effektive Möglichkeit zur Erhöhung der Betriebssicherheit von Transformatoren jeglicher Leistungsklassen und Größen.



Bilder 3 & 4: MRA 4x4 Regenerationsanlage im Umspannwerk Linde der Amprion GmbH