



Entsorgung und Recycling von Transformatorenölen

Dr. rer. nat. Alois Ellmann **Dipl.-Chemiker** **Trafolube GmbH**



- Trafolube GmbH,
Geschäftsführer seit 2009
- Ellol GmbH, Geschäftsführer seit 2006
- Starke & Sohn GmbH,
Geschäftsführer, 2002–2006
- Mineralölraffinerie Dollbergen (Avista)
F&E, Abfallmanagement, QM 1998 bis 2002
- Panolin AG (Schweiz), F&E, QM, 1997-1998
- RWE Umwelt AG / RMV Duisburg, F&E,
Abfallmanagement, QM1986-1997
- 1986 Promotion an der WWU- Münster





TRANSFORMER-LIFE-MANAGEMENT CONFERENCE

Entsorgung und Recycling von Transformatorenölen



Entsorgung von Transformatorenöl

Transformer-Life-Management Conference
Halle / Merseburg, 21. - 22. September 2015

Trafolube GmbH

2009 Gründung der Trafolube GmbH
2011 Mai, Inbetriebnahme
2011 Juli, Anerkennung als EfB
2013 zertifiziert nach QM 9001

analysiert
entsorgt
recycelt
produziert
Transformatoren-
und weitere Spezialöle

www.trafolube.de

Tel.: 0203 - 45 65 482
Fax: 0203 - 45 67 617
info@trafolube.de

© Dr. A. Ellmann

TLM-Conference Halle 2015

September 2015

2



Themen

- Abfallrecht . . .
(1976 – Unfall bei der Herstellung von Hexachlorophen – Bildung von Dibenzo-p-dioxine (PCDD), Seveso, Dioxin, PCB, PCT, PCP)
 - ◇ Europäische Abfallrichtlinie ,
 - VVA, Baseler Übereinkommen
 - Notifizierung
 - Ressourceneffizienz
 - ◇ nationale Gesetzgebung
 - Kreislaufwirtschaftsgesetz, KrWG
 - Abfallhierarchie
 - Nachweisverfahren (EN, BS, DA ...)
- Begriffsbestimmungen
 - Entsorgung, Verwertung stofflich/thermisch
 - Beseitigung
- Marktsituation Transformatorenöle

© Dr. A. Ellmann

TLM-Conference Halle 2015

September 2015

3



**TRANSFORMER-LIFE-MANAGEMENT
CONFERENCE**

Entsorgung und Recycling von Transformatorenölen



Themen

- Transformatorenöle
 - Chemische Charakterisierung
 - Inhaltsstoffe
 - Alterung von Transformatorenölen

- Recycling/ Entsorgung
 - Sammlung
 - Raffinationsverfahren
 - mobile Anlagen
 - stationäre Anlagen
 - Herstellung von Basisölen
 - Herstellung von Transformatorenölen

© Dr. A. Ellmann

TLM-Conference Halle 2015

September 2015

4



Notifizierungsverfahren

keine Notifizierung: Informationspflicht Art. 18		Notifizierungsverfahren nach der EG-VVA					
Notifizierung: Grundverfahren Art. 4 - 17		von Abfällen zur Verwertung nach Anhang :					alle Abfälle zur Beseitigung und gem. Siedungsgebiete: 20 03 01 zur Verwertung
Verbringung:		III	III A ¹⁾ (Stämme)	III B ²⁾	IV	IV A ³⁾	nicht gelistet V
innerhalb der EG:		Art. 3 (2) → Art. 18				Art. 4 - 17	K.A.
Ausfuhr in OECD-Staaten:		Art. 38 (1) → Art. 18	4)		Art. 38 → Art. 4 - 17		K.A.
Ausfuhr in Nicht-OECD-Staaten:		Art. 37 (2), KOM.VD: - Art. 18 - Art. 25 → Art. 4 - 17 - verboten	Art. 37 (3) ↓ Art. 4 - 17		verboten Art. 36 für gefährliche Abfälle und Art. 40 für gefährliche Abfälle in ÜLG		verboten Art. 38 u. 49 in ÜLG
Einfuhr in die EG:		verboten Art. 43 Ausnahme: - Art. 44 OECD-Staaten - Art. 45 Basel-Staaten - Art. 43 Staaten m. stat. Übereink. - Art. 44 Krisen- o. Kriegsgebiete - Art. 46 ÜLG ↳ Art. 18			verboten Art. 43 Ausnahme: - Art. 44 OECD-Staaten - Art. 45 Basel-Staaten - Art. 43 Staaten m. stat. Übereink. - Art. 44 Krisen- o. Kriegsgebiete - Art. 46 ÜLG ↳ Art. 4 - 17		verboten Art. 41 Ausnahme: - Art. 42 Basel-Staaten - Art. 42 Krisen- oder Kriegsgebiete - Art. 41 (3) Staaten m. stat. Übereink. - Art. 46 ÜLG ↳ Art. 4 - 17
Transit:		Art. 48 → Art. 18			Art. 48 → Art. 4 - 17		K.A.

¹⁾ Geräte aus zent. o. reze in Anhang II aufgeführten Abfällen, die nicht als Einzelvertrag eingekauft sind
²⁾ Zusätzlich aufgeführte Abfälle der Grünen Liste, für die noch kein Eintrag in die Baselisten vorliegt
³⁾ In Anhang II aufgeführte Abfälle, bei der Notifizierung unterliegen
⁴⁾ Notifizierungspflicht, wenn eine anschließende Verwertung voll- oder nicht voll- Entsorgung in einem Staat erfolgen soll, für den der OECD-Beschluss nicht gilt
 K.A.: Keine Anwendung
 ÜLG: Übersaatsliche Länder und Gebiete
 © Heag NCS

© Dr. A. Ellmann

TLM-Conference Halle 2015

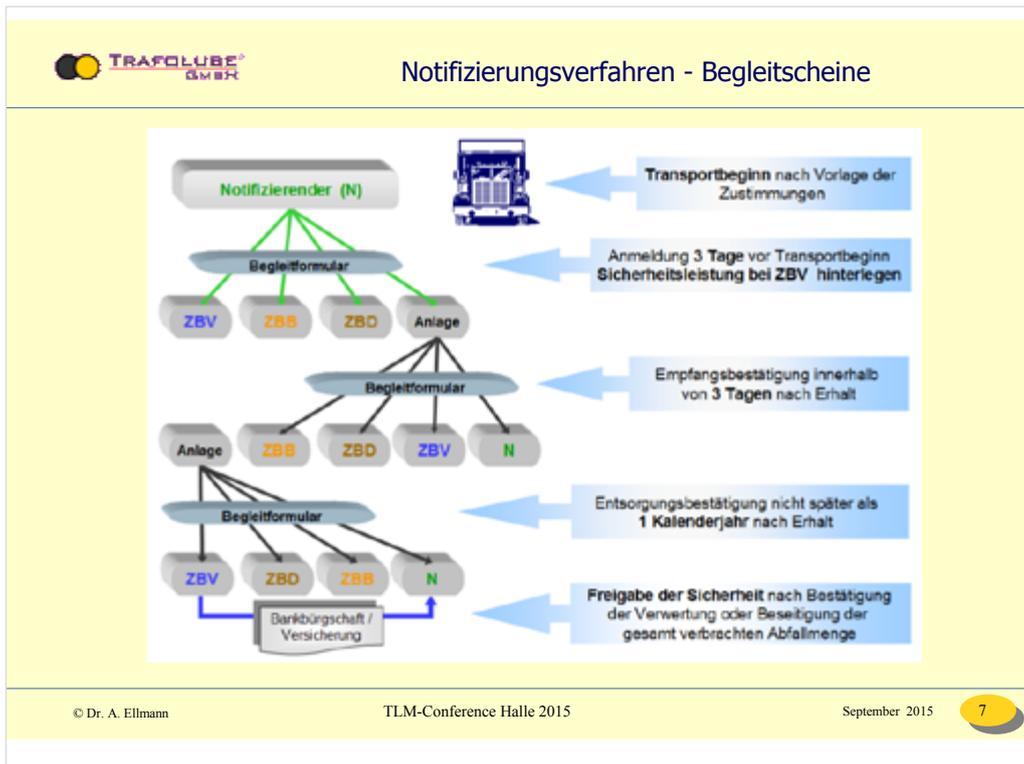
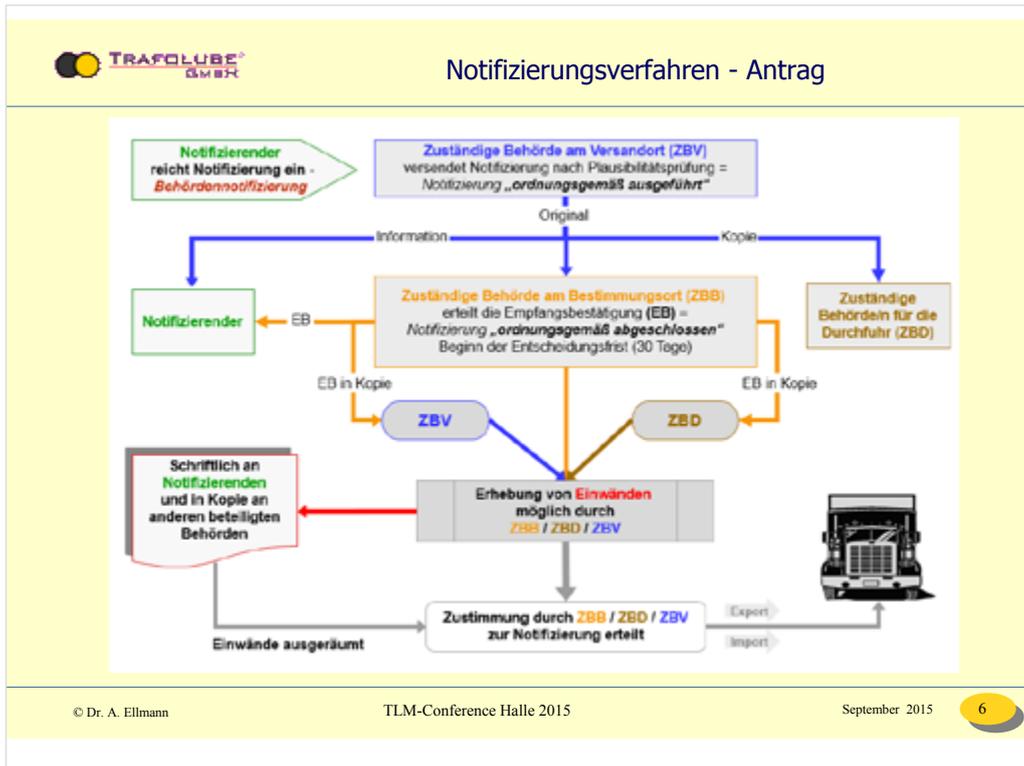
September 2015

5



TRANSFORMER-LIFE-MANAGEMENT CONFERENCE

Entsorgung und Recycling von Transformatorenölen





**TRANSFORMER-LIFE-MANAGEMENT
CONFERENCE**

Entsorgung und Recycling von Transformatorenölen



Vereinfachte Darstellung des Grundverfahrens

bis zum 3. Werktag nach Eingang bei der zuständigen Behörde am Versandort:

Vollständigkeitsprüfung und
ggf. Nachforderung von Unterlagen (Frist wird angehalten, bis Unterlagen vollständig sind und beginnt dann erneut)
Versenden der Unterlagen an Durchführstaaten und zuständige Behörde am Bestimmungsort und Information an Notifizierenden

bis zum 3. Werktag nach Eingang bei der zuständigen Behörde am Bestimmungsort:

Vollständigkeitsprüfung und
ggf. Nachforderung von Unterlagen (Frist wird angehalten, bis Unterlagen vollständig und beginnt dann erneut)
Versenden der Empfangsbestätigung an den Notifizierenden mit Kopie an die anderen Behörden

innerhalb von 30 Tagen nach Übermittlung der Empfangsbestätigung:

schriftliche Zustimmung mit oder ohne Auflagen durch alle beteiligten Behörden oder
Erhebung von Einwänden (Behebung der Probleme durch den Notifizierenden innerhalb der 30-Tage-Frist möglich)

Gültigkeit der Notifizierung: maximal ein Jahr

mindestens 3 Werktage vor jeder Verbringung Information der Behörden und des Empfängers

innerhalb von 3 Tagen nach Erhalt der Abfälle Empfangsbestätigung an die Behörden und den Notifizierenden

innerhalb eines Kalenderjahres Bestätigung der endgültigen Verwertung oder Beseitigung

© Dr. A. Ellmann

TLM-Conference Halle 2015

September 2015

8



Europäische und nationale Abfall-„Vorschriften“

**Abfallverzeichnis-
verordnung AVV**

**Technische Anleitung
Sonderabfall TA Abfall**

**Altautoverordnung
AltautoV**

**Kreislaufwirtschafts-
und Abfallgesetz
KrW-/ AbfG**

**Nachweisverordnung
NachwV**

**Altölverordnung
AltölV**

**Abfallbestimmungs-
verordnung AbfBestV**

**Entsorgungs-
Fachbetriebeverordnung EfbV**

**Abfallverbringungs-
gesetz AbfVerbrG**

**VO über Betriebsbeauftragte
für Abfall AbfBetrbV**

PCB/PCT-AbfallVO

**Entsorgungsgemeinschaften-
Richtlinie EgRL**

**EG-Abfall
RahmenRL**

**Klärschlamm-
verordnung AbfKlärV**

**Transport-
Genehmigungs-
verordnung TgV**

**EG-Abfallver-
bringungsVO
VO (EWG) 259/93 7a**

FCKWHalonVerbV

VerpackV

AbfKlärV

HKWAbfV

© Dr. A. Ellmann

TLM-Conference Halle 2015

September 2015

9



TRANSFORMER-LIFE-MANAGEMENT CONFERENCE

Entsorgung und Recycling von Transformatorenölen



Ressourceneffizienz

Ressourceneffizienz ist als das Verhältnis eines bestimmten Nutzens zu dem dafür erforderlichen Einsatz an natürlichen Ressourcen definiert. Der Nutzen kann in Form eines Produktes oder einer Dienstleistung erbracht werden. Je geringer der dafür nötige Input an natürlichen Ressourcen oder je höher der Nutzen des Produktes bzw. der Dienstleistung, desto höher ist die Ressourceneffizienz.

Bezieht sich Ressourceneffizienz auf Produkte, kann sie entlang des Lebenszyklus mit Hilfe geeigneter Maßnahmen verbessert werden. Beispiele sind Leichtbau und Miniaturisierung bereits im Produktdesign, **Einsparungen von Rohstoffen** während der Fertigung, Reduktion von Verbrauchsmaterial in der Nutzungsphase sowie die Möglichkeit der **sortenreinen Trennung und Rückführung** der Materialien in die technischen oder natürlichen Kreisläufe.

<http://de.wikipedia.org/wiki/Ressourceneffizienz>

© Dr. A. Ellmann

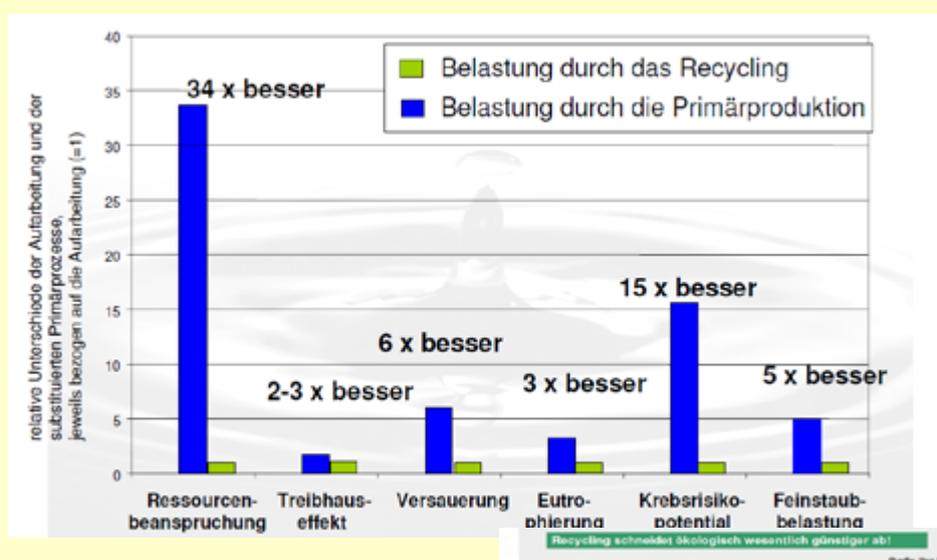
TLM-Conference Halle 2015

September 2015

10



Recycling zu Basisöl: ökologische Vorteile



© Dr. A. Ellmann

TLM-Conference Halle 2015

September 2015

11



TRANSFORMER-LIFE-MANAGEMENT CONFERENCE

Entsorgung und Recycling von Transformatorenölen



Abfallhierarchie und Altölrecht

Mit der Richtlinie 2008/98/EG über Abfälle (Abfallrahmenrichtlinie – AbfRRL) wurde die frühere dreistufige durch eine fünfstufige Abfallhierarchie ersetzt. Die so geschaffene neue bzw. differenziertere Prioritätenreihung von Maßnahmen im Umgang mit Abfällen gilt über Art. 21 Abs. 1 lit. b AbfRRL auch für den Umgang mit Altölen. Das Inkrafttreten des Gesetzes zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG), das die Abfallrahmenrichtlinie in nationales Recht umsetzen sollte, hat im deutschen „Altölrecht“ de facto nichts verändert. Spezielle Regelungen für Altöl sind im Kreislaufwirtschaftsgesetz nicht enthalten und eine Novellierung der Altölverordnung (AltÖlV) aus dem Jahr 2002 ist derzeit nicht geplant. Die Frage, ob durch die unveränderte Beibehaltung der Regelungen der Altölverordnung die Umsetzung der fünfstufigen Abfallhierarchie und die Sicherstellung des Vorrangs der Aufbereitung von Altölen in Deutschland überhaupt gewährleistet sind, wird gegenwärtig diskutiert und einzelne Regelungen des Kreislaufwirtschaftsgesetzes werden durch die Europäische Kommission offen in Frage gestellt. Der Beitrag betrachtet die europarechtlichen Anforderungen der fünfstufigen Abfallhierarchie für den Bereich der Altölentsorgung und widmet sich der Frage, ob der Vorrang der Aufbereitung von Altölen gegenwärtig – also ohne eine Novelle des deutschen Rechts – Umsetzung gefunden hat oder ob die Bundesrepublik Deutschland in diesem Bereich mutmaßlich eine europarechtskonforme Nachbesserung zu leisten hat.

Dr. jur. Holger Jacoby, Ass. jur. Ralf Ramin

© Dr. A. Ellmann

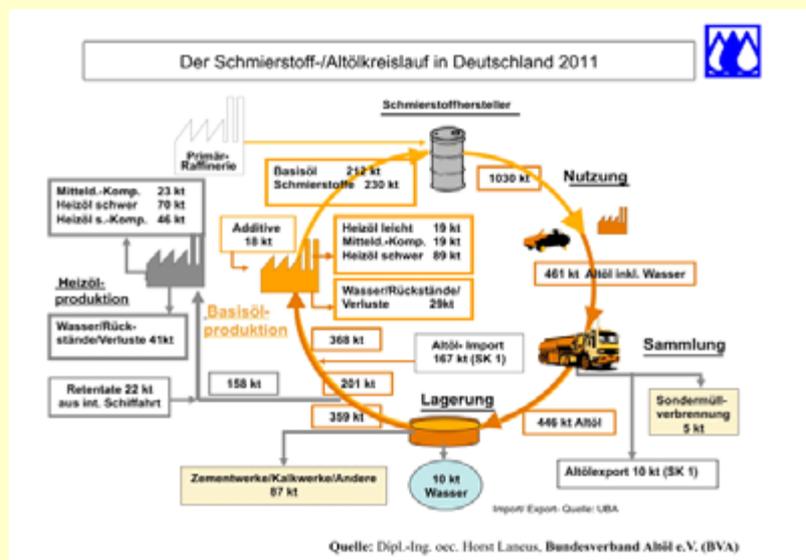
TLM-Conference Halle 2015

September 2015

12



nationale Gesetzgebung, Kreislaufwirtschaftsgesetz



© Dr. A. Ellmann

TLM-Conference Halle 2015

September 2015

13



TRANSFORMER-LIFE-MANAGEMENT CONFERENCE

Entsorgung und Recycling von Transformatorenölen



Entwicklung der Inlandsablieferungen von Schmierstoffen 2014 – 2015 (vorläufige Berechnungen)

Sortengruppen	Messangaben in Tonnas		
	2015 Jan - Jun	2014 Jan - Jun	Veränd. in v.H.
+ Motorenöle	142.162	142.044	-0,1
+ Kompressoröle	4.014	2.772	+44,5
+ Turbinenöle	1.761	2.853	-38,3
Getriebeöle:			
+ -KFZ	22.315	22.828	-2,2
+ -ATF	22.627	19.535	+15,8
+ -Industrie	16.651	15.826	+5,2
+ Hydrauliköle	60.809	62.809	-3,2
+ Elektroisieröle	8.710	5.475	+59,1
+ Maschinenöle	18.072	21.123	-14,4
+ Andere Industrieöle nicht zum Schmieren	22.100	19.846	+11,4
+ Prozessöle	91.377	96.593	-5,4
darunter technische Weißöle	5.328	4.954	+7,5
darunter medizinische Weißöle	29.710	25.640	+15,9
Metallbearbeitungsöle			
+ Härteöle	1.361	1.305	+4,3
+ wasseremischbare	8.763	8.530	+2,7
+ nicht wasseremischbare	13.208	14.180	-6,9
+ Korrosionsschutzöle	9.578	9.153	+4,6
+ Schmierfette	15.271	15.866	-3,7
darunter für KFZ	5.364	5.803	-7,6
+ Basisöle	81.471	80.314	+1,4
+ Extrakte aus der Schmierölraffination	3.860	5.437	-29,0
Insgesamt	544.112	546.489	-0,4

2010: 15.000 t
2011: 12.000 t
2012: 9.000 t
2013: 12.000 t
2014: 14.000 t

Quelle: Bundesamt für
Wirtschaft und
Ausfuhrkontrolle, Ref. 423,
Amtliche Mineralölstatistik

© Dr. A. Ellmann

TLM-Conference Halle 2015

September 2015

14



Fünfstufige Abfallhierarchie

---- <http://www.bmu.de/themen/wasser-abfall-boden/abfallwirtschaft/abfallpolitik/kreislaufwirtschaft/eckpunkte-des-neuen-kreislaufwirtschaftsgesetzes/>

Kern des Kreislaufwirtschaftsgesetzes ist die neue fünfstufige Abfallhierarchie (§ 6 KrWG) und ihre Umsetzung im bisherigen Grundpflichtenmodell (§§ 6 bis 8 KrWG).

Die neue Hierarchie legt die grundsätzliche Stufenfolge aus Abfallvermeidung, Wiederverwendung, Recycling und sonstiger, u.a. energetischer Verwertung von Abfällen und schließlich der Abfallbeseitigung fest.

Vorrang hat die jeweils beste Option aus Sicht des Umweltschutzes. Dabei sind neben den ökologischen Auswirkungen auch technische, wirtschaftliche und soziale Folgen zu berücksichtigen.

Die Kreislaufwirtschaft wird somit konsequent auf die Abfallvermeidung und das Recycling ausgerichtet, ohne etablierte ökologisch hochwertige Entsorgungsverfahren zu gefährden.

© Dr. A. Ellmann

TLM-Conference Halle 2015

September 2015

15



Entsorgung und Recycling von Transformatorenölen

 **Begriffsbestimmungen**

- Abfall
- AVV
- eANV
- Verwertung
- Annahmeerklärung
- Deklarationsanalyse
- Begleitschein
- Übernahmeschein
- Entsorgungsnachweis
- Sammelentsorgung
- Transportgenehmigung
- ...

Abfall
Abfälle im Sinne des KrW-/AbfG sind alle beweglichen Sachen, die unter die im Anhang I aufgeführten Gruppen fallen und der sich ihr Besitzer entledigt, entledigen will oder entledigen muß

zur Verwertung

- besonders Überwachungsbedürftig
- Überwachungsbedürftig
- nicht Überwachungsbedürftig

zur Beseitigung

- besonders Überwachungsbedürftig
- Überwachungsbedürftig

© Dr. A. Ellmann TLM-Conference Halle 2015 September 2015 16

 **Altölverordnung, AltöIV**

§ 1 Anwendungsbereich

§ 1a Definitionen.

- (1) Altöle im Sinne dieser Verordnung sind Öle, die als Abfall anfallen und die ganz oder teilweise aus Mineralöl, synthetischem oder biogenem Öl bestehen.
- (2) Aufbereitung ist jedes Verfahren, bei dem Basisöle durch Raffinationsverfahren aus Altölen erzeugt werden und bei denen insbesondere die Abtrennung der Schadstoffe, der Oxidationsprodukte und der Zusätze in diesen Ölen erfolgt.
- (3) Basisöle sind unlegierte Grundöle zur Herstellung der folgenden nach Sortengruppen spezifizierten Erzeugnisse: Sortengruppe 01 – 11 (s. AltöIV) . . . Motorenöle, Getriebeöle, Hydrauliköle etc.

© Dr. A. Ellmann TLM-Conference Halle 2015 September 2015 17



TRANSFORMER-LIFE-MANAGEMENT
CONFERENCE

Entsorgung und Recycling von Transformatorenölen



Vorrang der Aufarbeitung

- (1) Die Aufbereitung von Altölen wird Vorrang vor sonstigen Entsorgungsverfahren eingeräumt, sofern keine technischen und wirtschaftlichen einschließlich organisatorischer Sachzwänge entgegenstehen.
- (2) Altöle der Sammelkategorie I der Anlage 1 sind zur Aufbereitung geeignet.

13 01 10	büA	nichtchlorierte Hydrauliköle auf Mineralölbasis
13 02 05	büA	nichtchlorierte Maschinen-, Getriebe- und Schmieröle auf Mineralölbasis
13 02 06	büA	synthetische Maschinen-, Getriebe- und Schmieröle
13 02 08	büA	andere Maschinen-, Getriebe- und Schmieröle
13 03 07	büA	nichtchlorierte Isolier- und Wärmeübertragungsöle auf Mineralölbasis

© Dr. A. Ellmann

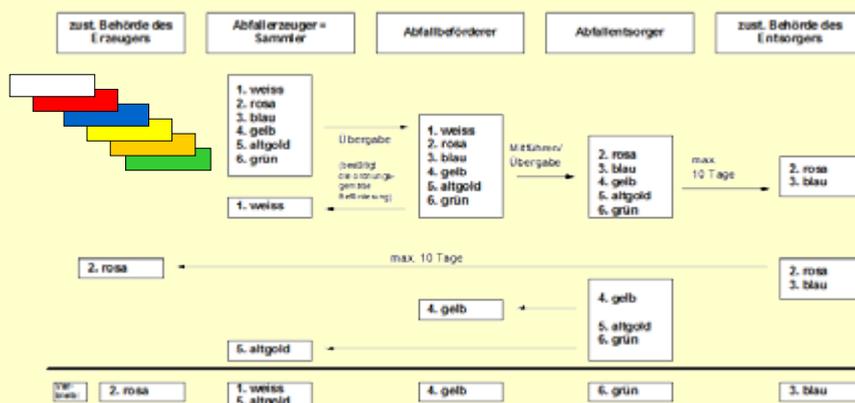
TLM-Conference Halle 2015

September 2015

18



Nachweisverfahren - Historie



- je 1 (Sammel-) Begleitschein („Sammler) für Abfallschlüssel (AVV) / je Bundesland und Abholung
- die Übernahmescheine sind im Feld „Bemerkung“ aufzulisten.

© Dr. A. Ellmann

TLM-Conference Halle 2015

September 2015

19



TRANSFORMER-LIFE-MANAGEMENT CONFERENCE

Entsorgung und Recycling von Transformatorenölen



Transformator



© Dr. A. Ellmann

TLM-Conference Halle 2015

September 2015

22



Basisöle - mineralisch

Gesättigte Kohlenwasserstoffe (KW)

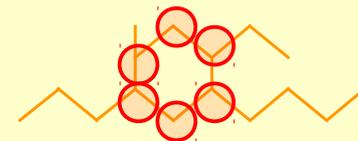
Lineare ... KW,
n-Paraffine



Verzweigte ... KW,
iso-Paraffine



Cyclische ... KW,
naphthenische Paraffine



Ungesättigte Kohlenwasserstoffe
z. B. Aromaten, Polyaromaten, Olefine



© Dr. A. Ellmann

TLM-Conference Halle 2015

September 2015

23



TRANSFORMER-LIFE-MANAGEMENT
CONFERENCE

Entsorgung und Recycling von Transformatorenölen



Hersteller von naphthenischen Grundölen

April 2013

Der einzige Hersteller naphthenischer Grundöle

Fusionskontrolle: Europäische Kommission eröffnet eingehende Untersuchung zu geplanter Übernahme von Shell-Raffinerieanlagen in Hamburg-Harburg durch **Nynas**

"Würde die geplante Übernahme vollzogen, gäbe es danach keinen Wettbewerber mehr, der im EWR ebenfalls naphthenische Grundöle herstellt"

<http://www.compliance magazin.de/printable/gesetzstandards/europa/europaeische-kommission/europaeische-kommission2190413.html>

Die Grundöle kommen überwiegend aus Venezuela.

© Dr. A. Ellmann

TLM-Conference Halle 2015

September 2015

24



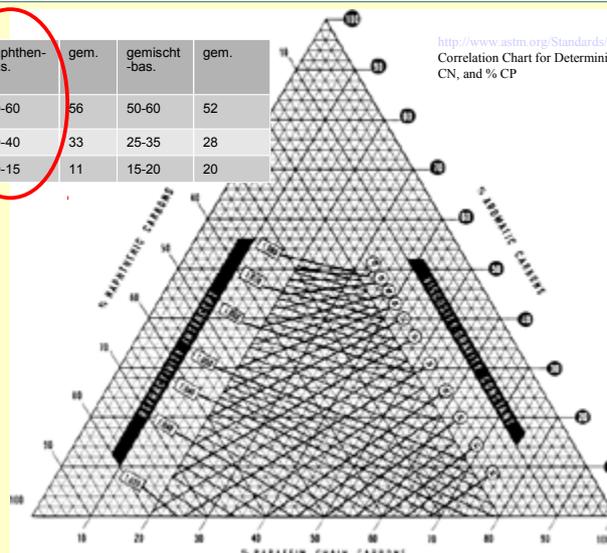
naphthenisch

Kennzahl mol-%	paraffin-bas.	gemittelt	naphthen-bas.	gem.	gemischt-bas.	gem.
C _P *	65-70	67	50-60	56	50-60	52
C _N	25-30	28	30-40	33	25-35	28
C _A	5-10	5	10-15	11	15-20	20

* C_P = paraffinisch geb. Kohlenwasserstoff (KW)
C_N = naphthenisch geb. KW
C_A = aromatisch geb. KW

Dichte von naphthenischen Ölen ca. 834 – 844 kg/m³

Quelle: Schmierstoffe im Betrieb, Dipl.-Chem. Dr. rer. nat. Uwe J. Möller ...VDI Verlag (1987)



<http://www.astm.org/Standards/D2140.htm>
Correlation Chart for Determining % CA, % CN, and % CP

© Dr. A. Ellmann

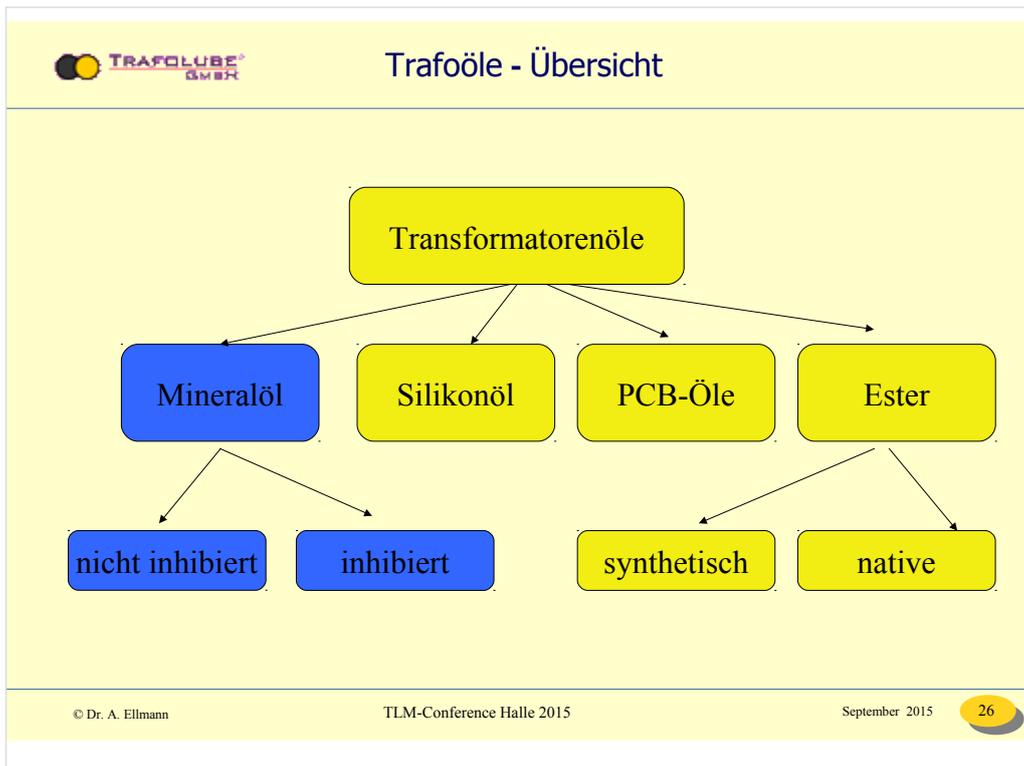
TLM-Conference Halle 2015

September 2015

25



Entsorgung und Recycling von Transformatorenölen



 **Trafoöle - synthetische**

Beispiele für alternative Isolierflüssigkeiten:

Mineralöle: GTL,

synth. und natürliche Ester: MIDEL 7131, ENVIROTEMP 200, ENVIROTEMP FR3, BIOTEMP

Siliconöle: Powersil (Siliconöl)

Sonstige: PCB-Öle (verboten)

© Dr. A. Ellmann TLM-Conference Halle 2015 September 2015 27



TRANSFORMER-LIFE-MANAGEMENT CONFERENCE

Entsorgung und Recycling von Transformatorenölen



Trafoöle - synthetische

Wie findet man heraus, welches Öl im Trafo enthalten ist?

- Typenschild
- Fragen !
- technisches Datenblatt, Sicherheitsdatenblatt
- Geruch, Farbe, Dichte, Brechungsindex, Schlieren
- Probe analysieren lassen, insbesondere bei Verdacht auf PCB-Öl
- Infrarotspektroskopie

© Dr. A. Ellmann

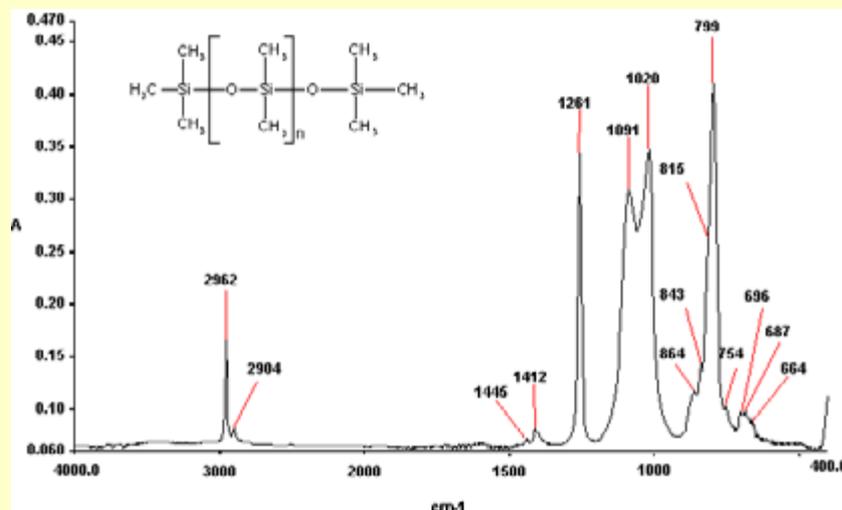
TLM-Conference Halle 2015

September 2015

28



Infrarotspektroskopie, Beispiel Silikonöl



© Dr. A. Ellmann

TLM-Conference Halle 2015

September 2015

29

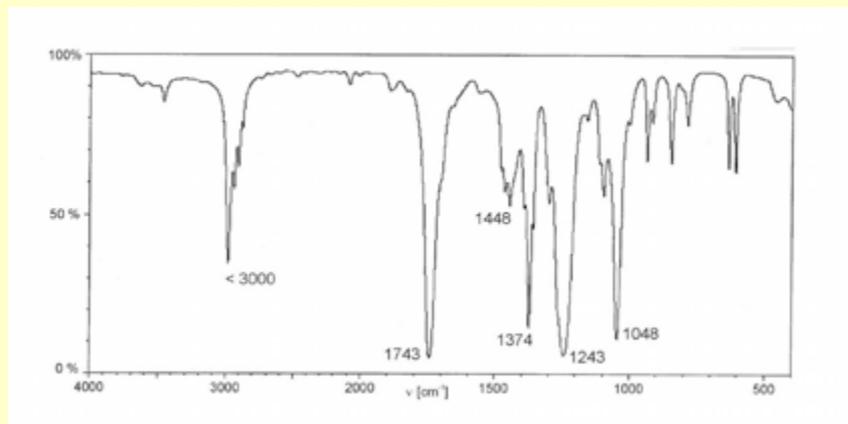


TRANSFORMER-LIFE-MANAGEMENT
CONFERENCE

Entsorgung und Recycling von Transformatorenölen



Infrarotspektroskopie, Beispiel Ester



Esterbande bei 1743 cm^{-1} , im gleichen Bereich finden sich auch die „Alterungsbanden“

© Dr. A. Ellmann

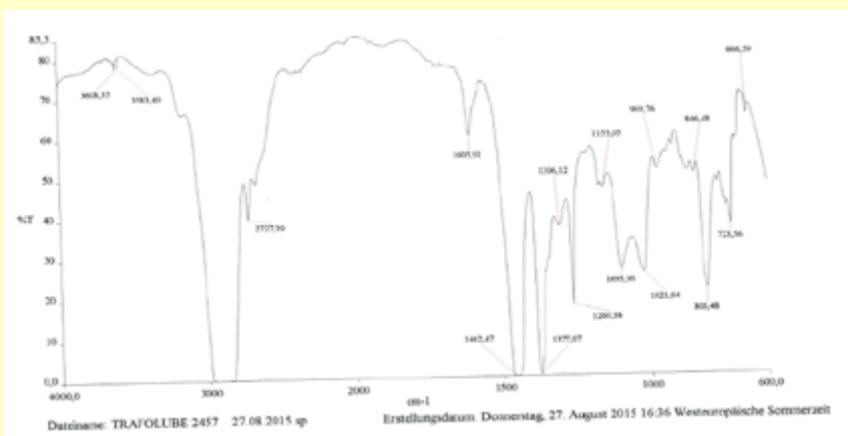
TLM-Conference Halle 2015

September 2015

30



Infrarotspektroskopie, Beispiel Ester



Transformatorenöl, vermischt mit Siliconöl

© Dr. A. Ellmann

TLM-Conference Halle 2015

September 2015

31

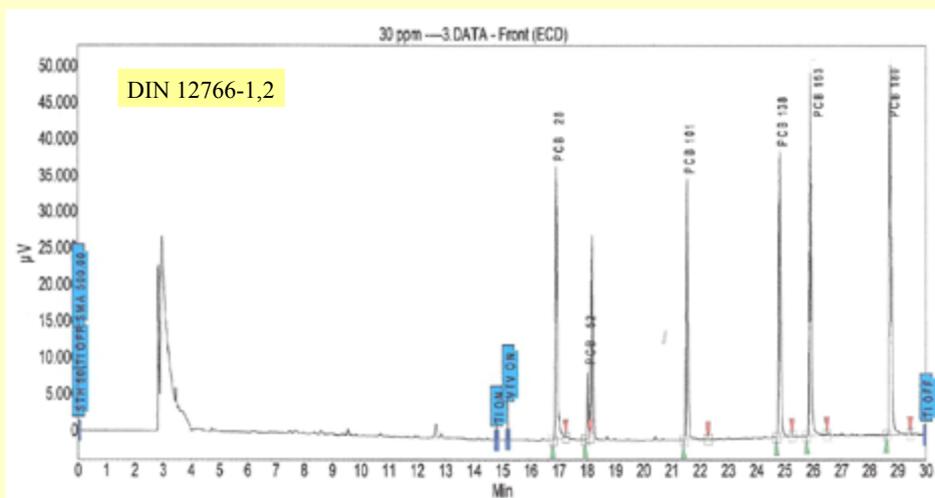


TRANSFORMER-LIFE-MANAGEMENT
CONFERENCE

Entsorgung und Recycling von Transformatorenölen



PCB – polychlorierte Biphenyle



© Dr. A. Ellmann

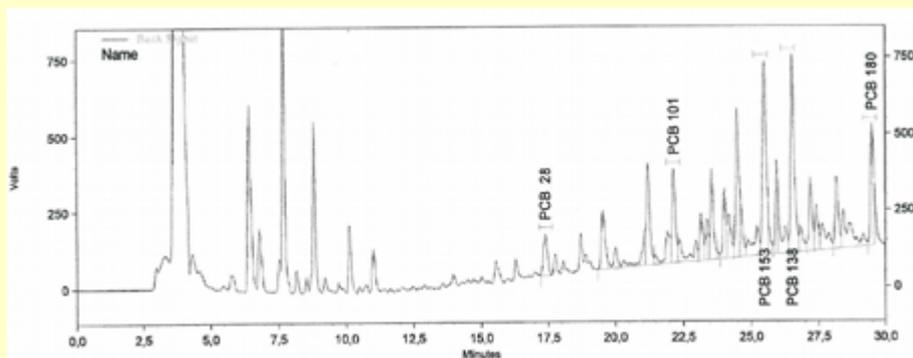
TLM-Conference Halle 2015

September 2015

32



PCB – polychlorierte Biphenyle



Auswertung nach DIN 51... Bestimmung von 6 Kongoneren

© Dr. A. Ellmann

TLM-Conference Halle 2015

September 2015

33

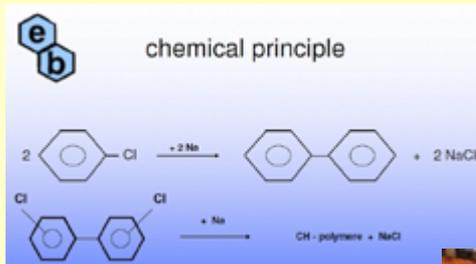


TRANSFORMER-LIFE-MANAGEMENT CONFERENCE

Entsorgung und Recycling von Transformatorenölen



PCB – polychlorierte Biphenyle



Na-Dispersion

Anlage: 1 t/h



Verfahren nach Dr. Bilger

Behandlung mit Na-Dispersion
verwandelt PCB in NaCl und KW

© Dr. A. Ellmann

TLM-Conference Halle 2015

September 2015

34



Ursachen für die Alterung

Ursachen für die Alterung

- Wasser, Temperatur und Sauerstoff wirken auf Öl- / Zellulose Dielektrikum ein.
- Chemische Reaktionen lassen Wasser, Säure und Peroxide entstehen, welches zum mechanischen und chemischen Zerfall führen.
- Überschlänge, Teilentladungen sowie Kurzschlüsse sind die Folge.

© Dr. A. Ellmann

TLM-Conference Halle 2015

September 2015

35



TRANSFORMER-LIFE-MANAGEMENT CONFERENCE

Entsorgung und Recycling von Transformatorenölen



Alterung von Transformatorenölen



EW Jg. 104 (2005) Heft 3; Dipl.-Ing. Uwe Thieß, Dipl.-Chem. Ivanka Höhle, Dr. Alois Ellmann

© Dr. A. Ellmann

TLM-Conference Halle 2015

September 2015

36



Sammlung - Entsorgung



© Dr. A. Ellmann

TLM-Conference Halle 2015

September 2015

37



Entsorgung und Recycling von Transformatorenölen



Spezialflansche



© A. Ellmann

© Dr. A. Ellmann

TLM-Conference Halle 2015

September 2015

38



Sammlung - Entsorgung

- hohe Vergütung für Altöl nur für unvermischte Ware
- Transformatorenaltöle enthalten max. ca. 300 ppm Wasser, d. h. ca. max. 0,03 Gew.-%
- keine PCB-haltigen Öle
- keine Silikonöle, Probleme schon bei sehr kleinen Anteilen im Öl
- keine Esteröle,
- keine Altölrreste von Motoren-, Getriebe- und auch nicht von Hydraulikölen

© Dr. A. Ellmann

TLM-Conference Halle 2015

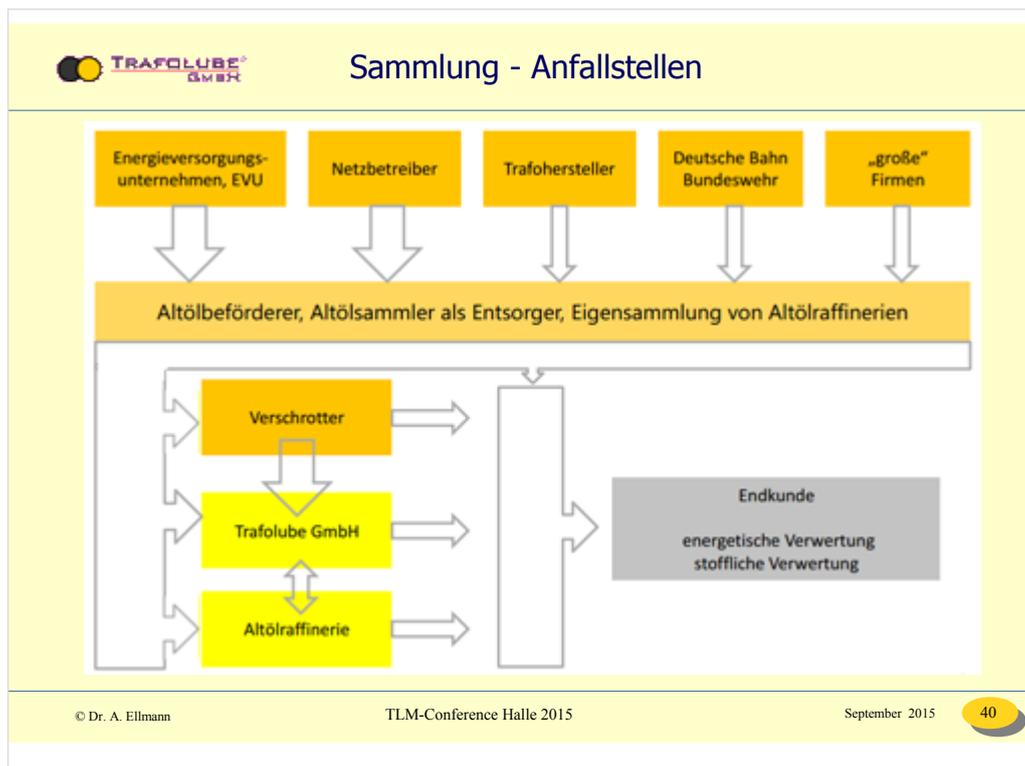
September 2015

39



TRANSFORMER-LIFE-MANAGEMENT CONFERENCE

Entsorgung und Recycling von Transformatorenölen





TRANSFORMER-LIFE-MANAGEMENT CONFERENCE

Entsorgung und Recycling von Transformatorenölen



Mobilanlagen



Bild oben:
Fluidex-Anlage im ABB-Trailer
(C) Fluidex S.A.
Bild unten:
Micafill-Anlage. Foto von
JOERG METLACH RWE anlässlich Trafoworkshop in
Wesel, 27.9.2011 - MRcademy



© Dr. A. Ellmann

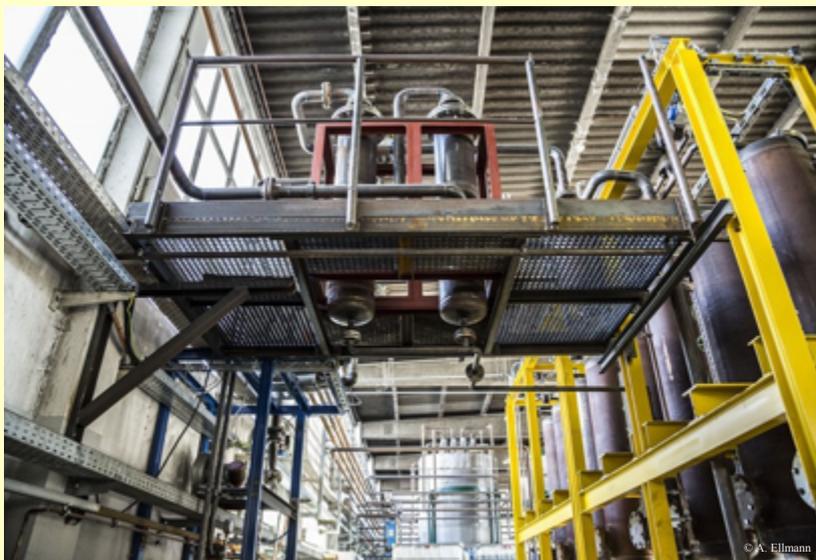
TLM-Conference Halle 2015

September 2015

42



Stationäre Anlage



© Dr. A. Ellmann

TLM-Conference Halle 2015

September 2015

43



TRANSFORMER-LIFE-MANAGEMENT
CONFERENCE

Entsorgung und Recycling von Transformatorenölen

TRAFOLUBE[®]
GMBH

Vorher-Nachher

© Dr. A. Ellmann TLM-Conference Halle 2015 September 2015 44

TRAFOLUBE[®]
GMBH

Basisöl

Charakterisierung: naphthenbasisches hoch ausraffiniertes Mineralöl
 Aussehen: klare, gelbliche Flüssigkeit
 Geruch: mild, neutral

<u>Typische Kenndaten</u>			
Dichte bei 15°C:	878	kg/m ³	DIN 51 757
Farbzahl:	< 1,5		DIN ISO 2049
Viskosität bei 40°C:	8,5 – 9,5	mm ² /s	DIN 51 562-1
Pour Point	< - 50	°C	DIN ISO 3016
Flammpunkt	> 140	°C	DIN EN 22719
Neutralisationszahl	< 0,03	mg KOH/g	DIN 51 558-1
Gesamtbasenzahl	< 0,50	mg KOH/g	DIN ISO 3771
Oxid-Asche	< 0,001	Gew.-%	DIN EN ISO 6245
Kohlenstoffverteilung			
Ca/Cn/Cp	11/41/48	%	IR, nach Brandes
PCA	< 3	Gew.-%	IP 346
Schwefelgehalt	< 0,2	Gew.-%	DIN EN 24260

© Dr. A. Ellmann TLM-Conference Halle 2015 September 2015 45



TRANSFORMER-LIFE-MANAGEMENT CONFERENCE

Entsorgung und Recycling von Transformatorenölen



Transformatorenöl

Transformatorenöl,
hergestellt aus
recyceltem Trafoaltöl

... Vermeidung von Abfällen

aktuelle
Transformatorenöl-
Spezifikation:
IEC 60296 (ed.4)
erschienen in 2012

Trafol® VDE 0370

Charakterisierung: naphthenbasiertes hoch ausraffiniertes Mineralöl
Aussehen: klare, gelbliche Flüssigkeit, frei von Feststoffen
Geruch: mild, neutral

Typische Kennwerte

Dichte bei 15°C:	873 - 888	kg/m ³	DIN 51 757
Farbzahl:	< 1,5		DIN ISO 2049
Viskosität bei 40°C:	< 11	mm ² /s	DIN 51 567-1
Pour Point:	max. - 50	°C	DIN ISO 3016
Flammpunkt:	> 135	°C	DIN EN 22719
Neutralkonzentration:	< 0,005	mg KOH/g	DIN 51 508-1
Wassergehalt:	< 20	mg/kg	IEC 814
Dielektrischer Verlustfaktor:	< 0,005		IEC 247
Grenzflächenspannung:	> 40	mN/m	ISO 6295
Durchschlagsspannung:	> 60	kV	IEC 156

© Dr. A. Ellmann

TLM-Conference Halle 2015

September 2015

46



Aussichten



- Transformatoren werden immer benötigt
- größere Windanlagen benötigen größere Trafos
- Umbau der Netze, 'Aus' für Kernkraftwerke
- 60 % aller Trafos in Europa sind älter als 20 Jahre!



- Kontamination mit synth. Transformatorenölen
- Einsatz von mit Gel gefüllte Transformatoren bei immer höheren Spannungen möglich
- mehr Wettbewerb bei Mobil-Anlagen

© Dr. A. Ellmann

TLM-Conference Halle 2015

September 2015

47



TRANSFORMER-LIFE-MANAGEMENT CONFERENCE

Entsorgung und Recycling von Transformatorenölen



Tanklager

Trafolube GmbH
Kapazität: 8000 t/a (erweiterbar)
Angestellte: 7 Personen

Produkttanke



Altöltanklager



© Dr. A. Ellmann

TLM-Conference Halle 2015

September 2015

48



Trockner / Abfüllung



© Dr. A. Ellmann

TLM-Conference Halle 2015

September 2015

49



TRANSFORMER-LIFE-MANAGEMENT CONFERENCE

Entsorgung und Recycling von Transformatorenölen



Literaturverzeichnis

- 1) Dr. jur. Holger Jacobj, Ass. jur. Ralf Ramijn, ZUR 2014, 649 - beck-online
- 2) Horst Laneus, Chronik des Altölrecyclings, 2010
- 3) Detlev Bruhnke, Die Altölverwertung in Europa aus Sicht des GEIR, Europäisches Forum Altölentsorgung 2012, bvse, Berlin
- 4) Dipl.-Ing. Uwe Thieß, Dipl.-Chem. Ivanka Höhle und Dr. Alois Ellmann
- 5) Andreas Küchler, Hochspannungstechnik, Grundlagen – Technologie – Anwendungen, Springer Verlag 1997, 2004, 2009
- 6) Carlo Laszlo, Lebensverlängerung für Transformatoren, Naphthenics 1/2007
- 7) Kjell Sundkvist, Ahmad Kalantar, Neue Regenerationsmethode für Transformatorenöl, Naphthenics 4/2006
- 8) Ertüchtigung von Transformatoren, Ing. Horst Penack, Lübbenau 12.3.2013
- 9) Dr. A. Ellmann, Altölbeseitigung, Umweltfreundliche Schmierstoffe und ihre Entsorgung, TAE Mai 1990
- 10) GADSYS, Das neue elektronische Nachweisverfahren, Stand Juni 2007
- 11) Beiträge der Altölbranche zu Klimaschutz und Ressourceneffektivität C. Hartmann, Vortrag BVA-Tagung, 13. Oktober 2007
- 12) KreislaufwirtschaftsG, 18. Auflage 2014, Beck-Texte im dtv
- 13) Die Neufassung der Nachweisführung bei der Entsorgung von Abfällen, Dr. W. Güntner, 30.4.2007
- 14) Vollzugshilfe zum novellierten Nachweisrecht, Umweltministerium Baden-Württemberg, 29.1. 2007
- 15) Bundesgesetzblatt Jahrgang 2006 Teil I Nr. 34, 20.Juli2006, Gesetz zur Vereinfachung der abfallrechtlichen Überwachung
- 16) Inburex Consulting GmbH – Die neue TRbF 20 Lager (Information v. 21.11.2007)
- 17) Umweltrecht, 25. Auflage 2015, Beck-Texte im dtv
- 18) BImSchG, 14. Auflage 2015, Beck-Texte im dtv
- 19) Dr. Bilger Umweltconsulting GmbH, Sodium – Technology for PCB disposal, Kiev PCB and POP's, 2013
- 20) Ivanka Höhle, Oxidationsstabilität von Isolierflüssigkeiten und deren Einfluss auf die Diagnostik, 5. Regensburger Trafosymposium, Regensburg 7. – 9. 12.20
- 21) Grenzüberschreitende Abfallverbringung, Dr. Joachim Wuttke, Dessau 2013

© Dr. A. Ellmann

TLM-Conference Halle 2015

September 2015

50



Mitglied im
Bundesverband Altöl e.V. (BVA)

Vielen Dank für
Ihre
Aufmerksamkeit!

© Dr. A. Ellmann

TLM-Conference Halle 2015

September 2015

51

