Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 74 (1983)

Heft: 21

Artikel: Recycling von Schalterölen bei den SBB

Autor: Mettler, H. / Strauss, P.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-904882

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Recycling von Schalterölen bei den SBB

H. Mettler und P. Strauss

In Betrieben, in welchen Schalteröl in grossen Mengen anfällt, ist es sinnvoll, das verschmutzte Öl nicht der Verbrennung zuzuführen, sondern in einer zentralen Anlage so aufzubereiten, dass es die geforderten dielektrischen Werte zurückerhält. Im vorliegenden Beispiel wird gezeigt, wie gleichzeitig eine Straffung des Verkehrs mit Ölen erreicht werden kann und wie dadurch das Risiko eines Ölunfalles beträchtlich vermindert wird.

Dans les entreprises où de grandes quantités d'huile sont employées dans des disjoncteurs, il est préférable de ne pas brûler l'huile usagée, mais de la régénérer dans une installation centrale, pour lui redonner les valeurs diélectriques requises. On montre comment le service des huiles peut être rendu plus strict, ce qui réduit grandement le risque d'un accident dû à l'huile.

Adresse der Autoren

H. Mettler und *P. Strauss*, Schweizerische Bundesbahnen, Bauabteilung Kreis III, Sektion Fahrleitungen, 8021 Zürich.

1. Einleitung

Im 66/132-kV-Übertragungs- und im 15-kV-Fahrleitungsnetz der SBB stehen zurzeit vorwiegend ölarme Schalter im Einsatz. In diesen Schaltern der Kraftwerke, Frequenzumformer, Unterwerke und Fahrleitungsschaltposten sind total etwa 90 t Öl eingefüllt. Der Bahnbetrieb ist, verglichen mit dem Betrieb von ähnlichen Netzen der Landesversorgung, durch eine mindestens zehnfache Häufigkeit von Fehlerabschaltungen charakterisiert. Entsprechend werden die Schalter häufiger zur Revision fällig. Bei den aus langjähriger Erfahrung bekannten, notwendigen Unterhaltsintervallen fallen jährlich gegen 40 t Öl aus der Schalterrevision an. Dieses Öl enthält hauptsächlich Russ und andere Verbrennungsprodukte, Metallpartikel sowie Wasser. Seine Isolierfähigkeit ist stark herabgesetzt, ohne dass jedoch die chemischen Eigenschaften wesentlich verändert wären.

Im Normalfall genügen eine mechanische Reinigung und der Feuchtigkeitsentzug, um dieses Öl wiederverwenden zu können. Nicht zuletzt die Preisentwicklung und die Verknappung der Rohstoffe haben die SBB bewogen, nach Methoden des Recycling von Schalterölen zu suchen.

2. Entwicklung

Zur Zeit der Elektrifizierung der Schweizer Bahnen wurde praktisch jedes Unterwerk oder Kraftwerk mit einer Ölaufbereitungsanlage, bestehend aus einem Öllager, vakuumfesten Tanks mit Vakuumpumpe, Heizung, Ölfilterpresse und Ölprüfgerät, ausgerüstet. Diese Anlagen waren grundsätzlich für die Aufbereitung der Trafoöle konzipiert, für welche damals noch keine mobilen Anlagen zur Verfügung standen.

Die vor der Einführung ölarmer Schalter verwendeten Ölkesselschalter enthielten ebenfalls Traföl. Findige Werkmeister begannen deshalb schon früh, mit den ihnen zur Verfügung stehenden Mitteln auch Schalteröle zu behandeln, und hatten dabei recht guten Erfolg.

Die heute grösstenteils völlig veralteten Anlagen wurden mit der Zeit mangels Ersatzteilen und namentlich wegen der in keiner Weise mehr eingehaltenen Gewässerschutzvorschriften stillgelegt. Damit war aber eines Tages auch die Aufbereitung der Schalteröle in Frage gestellt.

3. Wirtschaftlichkeitsanalyse und Anforderungskatalog

Anhand einer Kosten/Nutzen-Analyse wurden verschiedene Varianten auf ihre Wirtschaftlichkeit hin untersucht. Dabei zeigte es sich, dass in zwei bis maximal drei zentrale Aufbereitungsanlagen ansehnliche Summen investiert werden dürfen, ohne dass die Aufbereitung gegenüber einem kontinuierlichen Ersatz des Schalteröls ihre wirtschaftliche Berechtigung verliert, dies allerdings nur unter der Bedingung, dass der eigentliche Aufbereitungsprozess vollautomatisch abläuft und keiner ständigen personellen Überwachung bedarf. Grundlage der weiteren Studien bildete der nachstehend beschriebene Anforderungskatalog.

3.1 Vereinheitlichung der Isolieröle

Es wurden zwei Klassen von Isolierölen definiert:

- Trafoöle (auch verwendbar für die wenigen noch vorhandenen Öl-Kesselschalter)
- Schalteröle mit sehr hoher Viskosität von 300 bis 400 cST bei Temperaturen von −40 °C

Die Trafoöle wurden aus dem Aufbereitungskonzept vollständig ausgeklammert. Deren Aufbereitung erfolgt anlässlich der Traforevision mit mobi-

len Einrichtungen oder im Herstellerwerk. In den Anlagen werden nur noch kleine Mengen von Trafoöl als Nachfüllreserve gelagert.

3.2 Recyclingprozess für Schalteröle

Die Aufbereitung der Schalteröle erfolgt für die ganze SBB in zwei bis maximal drei zentralen Anlagen. Diese bedienen die Werke auf Abruf kurzfristig mit Öl des geforderten Qualitätsstandards und nehmen gebrauchtes Öl zurück.

Der Transport erfolgt (selbstverständlich per Bahn!) in speziellen, für diesen Zweck reservierten, öldichten Paletten. Diese schützen einerseits das Transportgut unterwegs vor Beschädigung und dienen andererseits beim Empfänger als Ölauffangwanne im Sinne des Gewässerschutzes. Als Behälter dienen 50-l-Kunststoffbidons weisser und schwarzer Farbe für reines bzw. gebrauchtes Öl.

3.3 Anforderungen an eine zentrale Aufbereitungsanlage

Die Auflösung der unkontrollierten dezentralen Lager zieht zwangsläufig einen Bedarf an zentralem Lagervolumen nach sich. Bei diesem wird zwischen einem Wartelager (z.B. für angelieferte, aber noch nicht verarbeitete Paletten mit gebrauchtem Öl) und einem Verarbeitungslager unterschieden. Das Wartelager für palettierte Ware wurde auf rund 4000 l, das Verarbeitungslager auf maximal 10 000 l limitiert. Für beide Lager wurden öldicht beschichtete Auffangwannen aus Beton für das gesamte Lagervolumen vorgesehen.

Anforderungen an den Verarbeitungsraum waren:
- möglichst gleichbleibende Temperatur,
- niedrige Luftfeuchtigkeit (notfalls Entfeuchtung),
- automatische Feuermelde- und Löschanlage (Halon),
- öldichte Wanne.

Für die Lagertanks und deren Verrohrung in der Aufbereitungsanlage galten folgende Anforderungen:
- Niveauüberwachung mit Hoch/Tief-Alarm und Pumpenauslösung bei Überschreitung der zulässigen Höchstwerte für alle Tanks,
- Förderung nur mittels Pumpen (keine Schwerkraftförderung), um bei jedem Manöver bei Niveauüberschreitung auf die Fördermittel einwirken zu können,
- Tankbelüftung über Luftentfeuchter (Silicagelpatronen),
- Verwendung von Stahltanks mit Revisionsöffnungen für gebrauchtes Öl, von Kunststofftanks für reines Öl,
- optische Niveauanzeige an den Stahltanks,
- diverse Anschlussmöglichkeiten für Einfüll- und Saugleitungen.

Von der Filtrieranlage wurde erwartet, dass sie
- möglichst im gleichen Arbeitsgang Feststoffe und Wasser ausscheidet;
- unbeaufsichtigt betrieben werden kann und in Grenzfällen selbsttätig abschaltet.

Schliesslich muss unverzüglich an die Aufbereitung anschliessend eine Ölprüfung nach anerkannten Regeln möglich sein.

4. Erfahrungen mit einer Prototypanlage

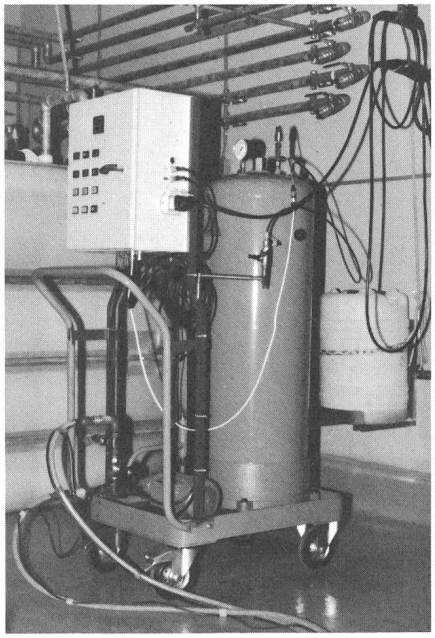
Um das beschriebene Konzept auf seine Tauglichkeit hin zu überprüfen, wurde anlässlich der Totalerneuerung des SBB-Unterwerkes in Winterthur-Grüze eine Pilotanlage erstellt.

Bei der Realisierung der baulichen Massnahmen und der Transportmittel ergaben sich keine nennenswerten Schwierigkeiten. Auf zwei Punkte sei dennoch hingewiesen: Bei der Verwendung von Kunststofftanks für die Lagerung von reinem Öl (handelsübliche Heizölkleintanks) stand die Überlegung im Vordergrund, dass solche Tanks zwar von der Revisionspflicht nicht ausgenommen sind, in der Praxis aber nicht betreten werden können. Damit werden die Schwierigkeiten umgangen, welche Verunreinigungen verursachen, die erst durch die Revision selbst in den Tank gelangen (Fasern von Putzfäden, Lappen, Sägemehl usw.). Der Kunststofftank ist aber trotz seinen Bandagen ein elastisches Gebilde, dessen Decke sich je nach Füllungsgrad um einige Zentimeter verschiebt. Feste Rohranschlüsse lassen sich deshalb nicht abdichten, die Anschlüsse mussten nachträglich mit Faltenbalgen versehen werden, um das System dicht zu halten und damit zu gewährleisten, dass Luft nur über die Trockner angesaugt wird.

Bei den Tanks für gebrauchtes Öl ist zu beachten, dass diese auf jeden Fall revisionspflichtig sind und (im Gegensatz zu den Reinöltanks) die Revision auch nötig haben. Hier setzt sich nämlich mit der Zeit ein sehr kompakter, wasserdurchsetzter Schlamm ab, welcher periodisch aus dem Tank entfernt werden muss. Es empfiehlt sich aus diesem Grund, mindestens zwei solche Tanks anzuordnen.

Schwierig gestaltete sich die Suche nach einer geeigneten Filteranlage. Die bekannten Filterpressen mit Papierfiltern entziehen dem Öl das Wasser nur ungenügend. Zudem sind in der Regel mehrere Durchläufe bzw. ein Umwälzbetrieb nötig, wobei nach einem gewissen Durchsatz das Filterpapier ersetzt werden muss. Diese Manöver sind mit einer fast unvermeidlichen «Verölung» der Umgebung verbunden; die Resultate sind wenig effektiv, die Arbeit unangenehm und aufwendig.

Die von der Aufbereitung von Trafoölen wohlbekannten Anlagen zur Evakuierung, Aufheizung und Filtrierung des Öls erwiesen sich trotz einigen Versuchen und Modifikationen für die extrem dünnflüssigen Schalteröle als ungeeignet. Eine kaum zu bändigende Schaumbildung im Vakuumkessel liess den möglichen Durchsatz auf minimale Werte sinken, und die Anlage konnte selbst in diesem Betriebszustand nicht ohne Aufsicht gelassen werden, da jederzeit die Gefahr bestand, dass Öl über die Entgasungseinrichtung ausgepufft wurde. Die möglichen Lieferanten zeigten ihrerseits wenig Begeisterung, für diesen Spezialfall neue Lösungen zu suchen,



Zentrale Aufbereitungsanlage für Schalteröl (Prototyp)

und der Versuch musste als gescheitert betrachtet und abgebrochen werden.

Wenig erfolgreich waren auch Versuche, das Öl durch Zentrifugieren zu reinigen. Bei dieser Behandlung wird das Medium offensichtlich in kleinste Tropfen zerlegt, nimmt Sauerstoff und Wasser auf und braucht Stunden, bis es wieder akzeptable Durchschlagswerte erreicht.

Schlussendlich konnte eine Filteranlage (Fig. 1) gefunden werden, deren getrockneter Zellulosefilter in der Lage ist, Schmutzpartikel und Wasser gleichzeitig in einem Arbeitsgang auszufiltern und zu binden. Die Anlage wurde durch eine Steuerung, welche einen gefahrlosen, automatischen Betrieb ermöglicht, ergänzt. Um eine möglichst grosse Flexibilität im Einsatz zu erhalten, wurde die anfangs vorgesehene feste Verrohrung der Tanks zu einem guten Teil wieder fallengelassen und durch Schlauchleitungen mit steckbaren, selbstschliessenden Kupplungen ersetzt.

Zur Erhöhung der Filterstandzeit empfiehlt es sich, das Öl vorerst während etwa 4 Wochen ruhig in den schwarzen Bidons oder den Tanks für gebrauchtes Öl zu lagern. Dabei setzen sich Russ und andere feste Teile am Boden ab. Wird anschliessend sorgfältig einige Zentimeter über Boden abgesaugt, so kann dem Behälter bereits recht klares Öl entnommen werden. Der verbleibende Bodensatz wird der Verbrennung zugeführt. Nach dem Durchlauf durch die Filtrieranlage erreicht das Öl problemlos Durchschlagswerte von 60...90 kV (Mittelwert aus fünf Versuchen mit 12,5-mm-Kugelelektroden in 2,5 mm Abstand).

Alle nachfolgenden Prozesse sind geeignet, die erreichte Qualität wieder herabzusetzen. Umfüllmanöver sind grundsätzlich zu vermeiden. Sie schaden dem Öl (Feuchtigkeitsaufnahme) und stellen ein in der Regel unnötiges Umweltrisiko dar. Das Schalteröl kann und soll direkt vom Transportbehälter in den Schalterpol gepumpt werden. Ebenso schadet dem getrockneten Öl eine zu lange Lagerung in den Transportbehältern. So praktisch diese Kunststoffbehälter sind, haben sie doch offensichtlich die Fähigkeit, Wasser durch ihre Wandungen diffundieren zu lassen, welches vom Öl im Extremfall bis zur Sättigung aufgenommen wird. Es ist deshalb wichtig, dass in den Anlagen nur wenig Öl (Notreserve) gelagert wird. Die zentrale Aufbereitungsstelle hält dagegen jederzeit genügende Mengen aufbereitetes Öl auf Abruf bereit und spediert dieses bei Bedarf unverzüglich. Nur wenn diese Verfahren auch in der Praxis funktionieren, lassen sich die Anlagenchefs dazu gewinnen, entgegen ihrem gutgemeinten Sicherheitsbedürfnis auf eigene Lager zu verzichten.

Am Rande sei hier noch vermerkt, dass auch «fabrikneues» Öl in Blechfässern keineswegs immer trocken ist, dass sich also Feuchtigkeitsprobleme grundsätzlich bei jedem Manipulieren mit Isolierölen stellen.

Nach anfänglich beträchtlichen Schwierigkeiten darf heute mit Genugtuung festgestellt werden, dass sich das erarbeitete Konzept für das Recycling von Schalterölen bewährt. Die SBB freuen sich nicht nur an den recht massiven Kosteneinsparungen, sondern auch darüber, dass mit den eingeführten Massnahmen unersetzliche Rohstoffe geschont werden und gleichzeitig ein wertvoller Beitrag an den Umweltschutz geleistet werden kann.