

---

## Isolierölanalysen

---

Die IBAAarau Strom AG bietet Beratung, Verkauf, Wartung und Instandhaltung von Verteil- und Leistungstransformatoren an. Dazu gehören auch Isolierölanalysen. Diese periodischen Untersuchungen sind ein wichtiger Bestandteil in der Instandhaltung von Transformatoren für eine sichere Energieversorgung.



### Dienstleistungsangebot

Das Analysen-Angebot unterteilt sich in zwei Gebiete:

- A. Die elektrisch und chemisch/physikalische Analysen, die eine Aussage über die Qualität des Isolieröles ermöglichen.
- B. Die chromatographischen Methoden, die Aufschlüsse über elektrische Fehler, thermische Überlastungen des Transformators und den Zustand des Papierdielektrikums vermitteln.

Nebst den umfangreichen Analysedienstleistungen bietet die IBAAarau Strom AG eine professionelle Probeentnahme an (IEC 60567), verbunden mit einer Erstanalyse des Transformators vor Ort. Zum Angebot gehört auch die Personalschulung für die Entnahme.



## A. Elektrische und chemisch/physikalische Parameter

### Analysen für Verteiltransformatoren:

#### 1. Aussehen Ölfarbe (ISO 2049)

Farbe und Aussehen des Öles liefern schnelle und nützliche Informationen vor Ort. Eine dunkle Farbe kann eine beginnende Beeinträchtigung und somit der erste Schritt Richtung Schlamm Bildung aufzeigen. Schlechter Geruch kann auf fortschreitende Alterung und/oder Lichtbogenentladung hinweisen.

#### 2. Durchschlagsspannung (IEC 60156)

Flüssige Isolierstoffe haben die Aufgabe, hohe elektrische Potentialdifferenzen zu isolieren und durch Konvektion zur Wärmeabführung beizutragen. Dabei gibt die *Durchschlagsspannung* einen Wert über eine mögliche Verunreinigung des Isolieröls (Feuchtigkeit, feste Partikel, Gasblasen). Verunreinigungen beeinträchtigen die Wärmeabfuhr und die elektrischen Eigenschaften des Transformators.

#### 3. Dielektrischer Verlustfaktor $\tan \delta$ (IEC 60247)

Mit der Bestimmung des *dielektrischen Verlustfaktors*  $\tan \delta$  bietet sich die Möglichkeit, den momentanen Zustand des Öles zu beurteilen. Dabei erhält man eine Aussage über die Alterung und Verunreinigungen des Isolieröls.

#### 4. Wassergehalt (IEC 60814)

Der Wassergehalt des Transformatorenöles gibt einen Hinweis auf den Wassergehalt des Papiermaterials. Ein zu hoher Wassergehalt weist darauf hin, dass auch das Papier einen hohen Wassergehalt hat, was die Alterungseigenschaften des Papiers beeinflusst.

Ein erhöhter *Wassergehalt* verschlechtert ebenfalls die Isoliereigenschaft des Öles. Die Kenntnis des Wassergehaltes im Öl ist daher für die Beurteilung der weiteren Betriebssicherheit des Transformators von grosser Bedeutung. Gemessen wird der Wassergehalt mit der bewährten coulometrischen *Karl-Fischer-Titration*.

### Weitere Analysen für Leistungstransformatoren:

#### 5. Neutralisationszahl (IEC 62021-1)

Die Neutralisationszahl weist darauf hin, ob das Isolieröl säurehaltige Stoffe enthält. Ein hoher oder ansteigender Wert deutet auf einen beginnenden Oxidationsprozess hin. Erhöhte Neutralisationszahlen beschleunigen ebenfalls den Zerfall des Papiers. Die Messung der Neutralisationszahl erfolgt nach einer potentiometrischen Methode.



## 6. Grenzflächenspannung (ISO 6295)

Die Grenzflächenspannung zwischen Isolieröl und Wasser ist eine sehr sensible Analyse, die im Zusammenhang mit dem Verlustwinkel einen frühen Warnhinweis auf eine fortschreitende Ölalterung ergibt.

Die Grenzflächenspannung kann auch Materialunverträglichkeiten (Lacke, Kunststoffe, etc..) gegenüber den Transformatorenölen aufzeigen.

## 7. Inhibitorgehalt (IEC 60666)

Um eine beschleunigte Ölalterung bzw. Oxidation zu verhindern, können den Transformatorenölen 0.3 % 2.6-Ditertiär-Butyl-Para-Cresol (DBPC) zugesetzt werden. Das DBPC wird im Verlaufe der Betriebszeit verbraucht. Um eine Nachinhibierung vornehmen zu können, wird der Inhibitorenwert coulometrisch gemessen.

## B. Die chromatographischen Methoden

### 9. Bestimmung der im Öl gelösten Zersetzungsgase (IEC 60567 und 60599)

In der Betriebsüberwachung von ölgefüllten Hochspannungsapparaten ( Trafos, Messwandler, Durchführungen, Kabel, etc..), gewinnt die Zersetzungsgasanalyse immer mehr an Priorität und Bedeutung.

Bei elektrischer oder thermischer Überbelastung werden im Isolieröl Zersetzungsgase gebildet, welche analysiert werden können.

Je nach Konzentration und Zusammensetzung der Zersetzungsgase ( Wasserstoff, Kohlenwasserstoffe, Kohlenoxide) kann eine Diagnose des zu untersuchenden Systems bezüglich Fehler, Betriebssicherheit, Überbelastung, Alterung usw. gestellt werden.

Ist die Papierisolation betroffen, wird Kohlendioxid und Kohlenmonoxid gebildet ; sind elektrische oder thermische Fehler aufgetreten, werden Wasserstoff und Kohlenwasserstoffe gebildet.

Durch hohe analytische Empfindlichkeiten können geringste Mengen von Zersetzungsgasen gemessen und daher Fehler im Innern in einem frühen Stadium erkannt werden.

Insbesondere können thermische Überlastungen, Teilentladungen oder stromstarke, innere Entladungen in den ölgefüllten Apparaten in einem frühen Zeitpunkt erkannt und entsprechende Massnahmen eingeleitet werden.

Die zu messenden Gase werden im Labor gaschromatographisch qualitativ und quantitativ nach IEC 60567 nach dem „Strippingverfahren“ bestimmt.

Alle Daten werden auf einer Datenbank gespeichert, um eventuelle Nachfolgemessungen vergleichen zu können.



Gemessene Gase sind :

- Wasserstoff
- Methan
- Aethan
- Aetylen
- Acetylen
- Kohlenmonoxid
- Kohlendioxid
- Stickstoff
- Sauerstoff
- Propan
- Propen
- Propadien
- Propin

#### 10. **Bestimmung der Furane im Isolieröl (IEC 61198)**

Als zusätzliche Information über den Zustand der Papierisolation kann in bestimmten Fällen die Furananalyse beigezogen werden. Dabei werden als Abbauprodukte des Papierses 5 Furane gemessen. Diese werden vor Allem bei fortschreitender Alterung oder thermischer Überlastung der Cellulose gebildet. Die Bestimmung erfolgt aus einer Ölprobe mittels Flüssigchromatographie HPLC (High-Performance-Liquid-Chromatography ).

Die so gewonnenen Daten werden in einem detaillierten Bericht zusammengefasst. Dieser enthält für den Betreiber wertvolle Informationen, wann die nächste Analyse erfolgen sollte oder ob eventuelle Sofortmassnahmen notwendig sind.