

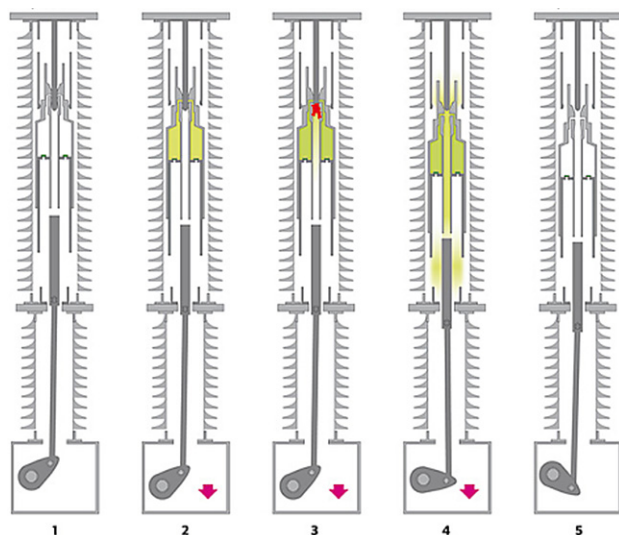


Zustandsbewertung von Schaltgeräten durch dynamische Widerstandsmessung

Dipl.-Ing. Jürgen Dreier, Produktmanager, KoCoS Messtechnik AG, Korbach

Schaltgeräte sind wichtige Komponenten in der elektrischen Energieversorgung. Sie werden entwickelt, konstruiert und produziert, um unter einer Vielzahl von Bedingungen korrekt arbeiten. Daher ist somit erforderlich, die Leistungsfähigkeit bei der Konstruktion, Herstellung, Wartung und Reparatur zu überprüfen.

In der elektrischen Energieübertragung und -verteilung stellen Schaltgeräte die Verbindung zu weiteren Anlagenteilen her. Während ihrer



betrieblchen Lebensdauer müssen sie ständig in der Lage sein, Betriebs-
teile zu verbinden, zu unterbrechen oder zu trennen. Im geöffneten Zu-
stand bilden sie eine durchschlagsichere Trennstelle, im geschlossenen
Zustand führen und kontrollieren sie Kurzschlussströme.

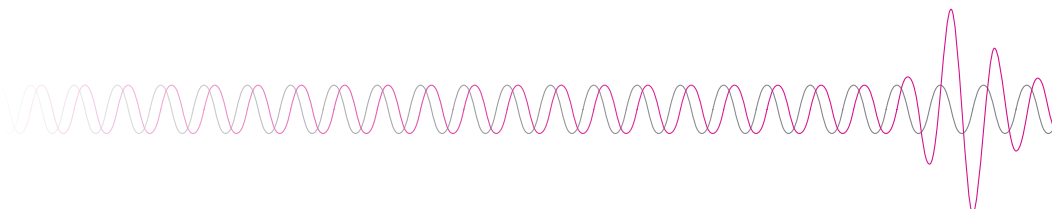
Während des Betriebes auftretende mechanische und thermische Bean-
spruchungen müssen Schaltgeräte ohne Schaden überstehen. Reibung
und Abnutzung beeinflussen die Leistung der mechanischen Teile. Die
Kontaktsysteme in den stromführenden Kreisen können sich mit der
Zeit verschlechtern, was zu einer übermäßigen Hitzeentwicklung führen
kann. Um den sicheren Betrieb eines Schaltgerätes zu gewährleisten,
müssen die Geräte regelmäßig geprüft und gewartet werden.

Abb.: Ein-Aus-Positionen der Unterbrechereinheit

1. Geschlossene Position. Der Strom fließt durch die Hauptkontakte.
2. Trennung der Hauptkontakte.
3. Nach der Trennung der Lichtbogenkontakte entsteht zwischen ihnen ein Lichtbogen.
4. Löschen des Lichtbogens.
5. Die Kontakte sind vollständig geöffnet.

Bei der Trennung der Kontakte in einem Hochspannungs-Leistungsschalter entsteht ein energiereicher Schaltlichtbogen. Leistungsschal-
ter müssen in der Lage sein, den Kurzschlussstrom-Lichtbogen innerhalb eines Bruchteils einer Sekunde zu löschen. Zu diesem Zweck
verfügen Leistungsschalter über Löschsysteme bzw. -kammern.

Der Lichtbogen entsteht nach Trennung der Schaltkontakte. Durch den Druckanstieg und die Strömung im jeweiligen Löschmedium wird
der Lichtbogen gekühlt, bis er schließlich unterbrochen wird. Nach der Löschung des Lichtbogens müssen sich die Kontakte weiter von-
einander entfernen, um den Isolierhub zu erreichen und eine erneute Zündung des Lichtbogens zu verhindern.



Der Lichtbogenkontakt stellt den ersten Kontakt bei der Ein-Schaltung her und hat die letzte Kontaktberührung bei der Aus-Schaltung. Die Kontakte verschleiben bei normalen Schalthandlungen sowie bei der Unterbrechung von Kurzschlussströmen. Befinden sie sich in einem schlechten Zustand, wird der Leistungsschalter unzuverlässig.

Ein hoher Kontaktwiderstand innerhalb eines Schaltgerätes führt zu einer hohen Verlustleistung, die mit einer thermischen Beanspruchung und einer möglichen Zerstörung des Schaltgerätes verbunden ist. Mithilfe der Messung des Kontaktwiderstandes können Fehler wie hohe Übergangswiderstände durch mangelhafte Verbindungen festgestellt werden.

Beurteilung der Unterbrechereinheit mittels Kontaktwiderstandsanalyse

Durch regelmäßige Messungen des statischen und dynamischen Kontaktwiderstands lassen sich präzise Aussagen über den Zustand des gesamten Kontaktsystems treffen. So können erforderliche Wartungsarbeiten frühzeitig erkannt und Ausfallzeiten verhindert werden. Bei der statischen Widerstandsmessung wird der Kontaktwiderstand im geschlossenen Zustand der Unterbrechereinheit ermittelt. Diese Messung erlaubt jedoch keine Rückschlüsse auf den inneren Zustand, insbesondere nicht auf den Zustand der Lichtbogenkontakte.

Eine Möglichkeit der Beurteilung ist die innere Revision des Kontaktes. Dies ist jedoch sehr arbeitsaufwändig und zeitintensiv. Um die Analysen am Leistungsschalter zu vereinfachen, wurde die dynamische Widerstandsmessung eingeführt.

Dabei wird der Kontaktwiderstand dynamisch über eine EIN-AUS-Schaltung gemessen. Mithilfe der Messergebnisse können der Kontaktverlauf und der Lichtbogenkontakt zuverlässig ermittelt werden.

Während dieser Schalthandlung wird ein hoher Prüfstrom angelegt und der Spannungsfall zurückgemessen. Die Messung über die komplette Schalthandlung zeigt den Widerstandsverlauf über den gesamten Kontaktweg.

Die Informationen, die die dynamische Widerstandsmessung liefert, geben einen umfassenden Überblick über den Kontaktzustand, insbesondere über den Lichtbogenkontakt und die erodierten Teile. Dies ist mit der statischen Messung nicht möglich.

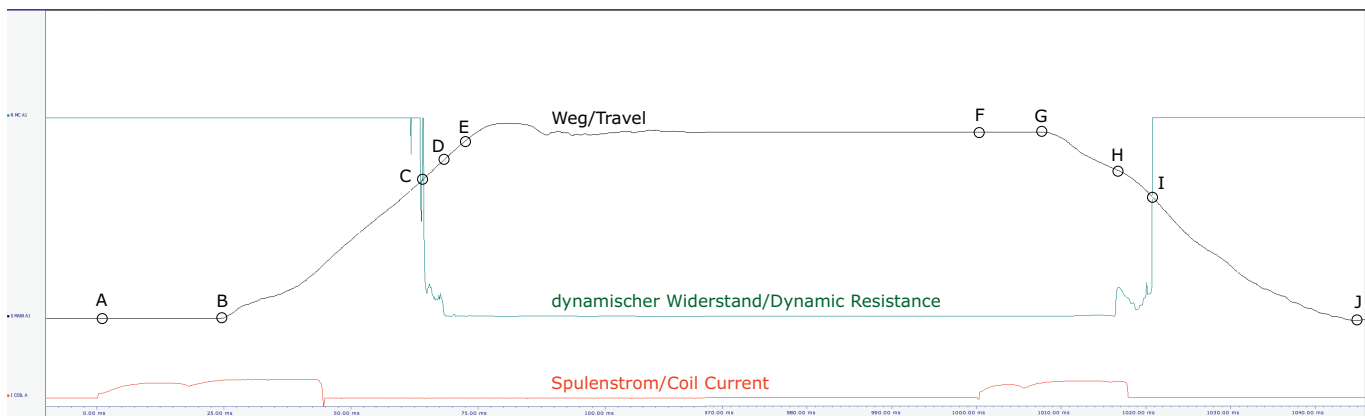
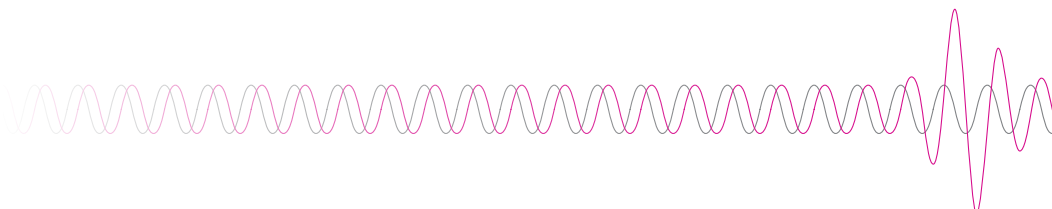


Abb.: Dynamischer Verlauf

- A - B: Am Punkt A wird der Schließbefehl an den Leistungsschalter gegeben. Der Graph zwischen A und B zeigt die Zeit an, die für die Betätigung der EIN-Spule benötigt wird, bis die Betätigungsstange in Bewegung gesetzt wird.
- B - C: Ab Punkt B beginnt sich die Betätigungsstange zu bewegen, wodurch wiederum die Lichtbogen- und Hauptkontakte der Unterbrechereinheit bewegt werden.
- C - D: Der Kontakt des Lichtbogenkontakts findet am Punkt C statt. Der dynamische Widerstand, der zusammen mit dem Weg und dem Strom aufgetragen ist, gibt Auskunft über den Zustand der Lichtbogenkontakte.
- D - E: Bei Punkt D schließt der Hauptkontakt und der Kontaktwiderstand nimmt weiter ab. Die Einführung des Hauptkontakts wird bis Punkt E fortgesetzt, wo sich der Leistungsschalter in der vollständig geschlossenen Position befindet.
- E - F: Von Punkt E bis Punkt F bleibt der Leistungsschalter für die eingestellte Zeitverzögerung geschlossen. Während dieser Zeit sollte der Widerstandswert konstant bleiben. Diese Zeitspanne ist zur Dämpfung von Schwingungen erforderlich.
- F - G: Bei Punkt F wird der AUS-Befehl auf die Auslösespule des Leistungsschalters übertragen.
- G - H: Die Betätigungsstange beginnt sich am Punkt G zu bewegen, bis sich die Hauptkontakte am Punkt H öffnen.
- H - I: Am Punkt H öffnet der Hauptkontakt, während die Lichtbogenkontakte geschlossen bleiben. Die Signatur zwischen H und I gibt Auskunft über den Zustand der Lichtbogenkontakte.
- I - J: Bei Punkt I öffnet sich der Lichtbogenkontakt, wodurch sich der Widerstandswert erhöht. Die Betätigungsstange bewegt sich weiter, um die Schalterkontakte vollständig zu öffnen.



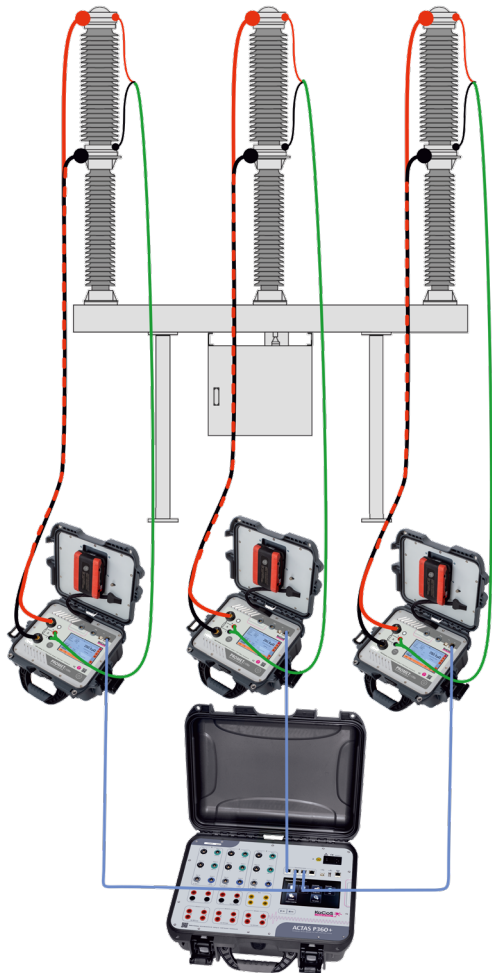


Abb.: Anschlusschema ACTAS und PROMET L100s

Das Bild zeigt den Verlauf einer dynamischen Widerstandsmessung. Dieser zeigt die Bewegung der Kontakte. Der Übergang zum Lichtbogenkontakt kann hier genau eingesehen werden. Wird der Weg mitgemessen, lässt sich auch die Länge des Lichtbogenkontakts ermitteln. Somit geben die Darstellung des Widerstandsverlaufs und die Länge des Lichtbogenkontakts einen Einblick in den inneren Zustand des Kontaktes, ohne dass dieser geöffnet werden muss.

Mit den PROMET Widerstandsmessgeräten können Kontaktwiderstandsmessungen ausgeführt und direkt in den Gesamtprüfablauf eingebunden werden. Dabei ist der Prüfstrom bis zu 600 A einstellbar. Auch sehr kleine Widerstände im einstelligen Mikroohm-Bereich können mit einer äußerst hohen Genauigkeit gemessen werden. Die gemessenen Werte werden in die Auswertung der Prüfung einbezogen und im Prüfbericht ausgegeben.

Durch die Verbindung von PROMET-Widerstandsmessgeräten und ACTAS-Schaltgeräteprüfsystemen können Messungen des dynamischen Kontaktwiderstandes dreipolig und an zwei bzw. vier Unterbrechereinheiten pro Pol gleichzeitig ausgeführt werden. Somit kann die Messung an allen Kontakten eines Schaltgerätes in einem Durchgang erfolgen.

Das zeitaufwendige An- und Abklemmen entfällt und die Messung geschieht unter exakt gleichen Bedingungen, was einen direkten Vergleich der Kontaktwiderstände zulässt.

Fazit

Die dynamische Widerstandsmessung mit den PROMET-Widerstandsmessgeräten in Kombination mit den ACTAS-Schaltgeräteprüfsystemen ermöglicht eine Beurteilung des Zustands von Leistungsschaltern. Durch die Erfassung des Widerstandsverlaufs während des gesamten Schaltvorgangs lassen sich Informationen über den Zustand der Haupt- und Lichtbogenkontakte gewinnen.

Die Methode erlaubt eine zuverlässige Bewertung des Kontaktzustands, Erkennung von Verschleißerscheinungen und die Planung von Wartungsmaßnahmen. Dank der Möglichkeit, mehrere Pole gleichzeitig unter identischen Bedingungen zu prüfen, werden Prüfzeiten reduziert und Messergebnisse vergleichbarer.

Damit stellt die dynamische Widerstandsmessung eine aussagekräftige Prüfmethode dar, die zur Erhöhung der Betriebssicherheit und zur Optimierung der Instandhaltungsstrategien elektrischer Schaltgeräte beiträgt.

