

Mittelspannungsnetz vorausschauend(er) Instand halten

Kabeldiagnosen durch unternehmens-eigene Vorgaben verfeinern.

Für eine zielgerichtete und kosteneffiziente Instandhaltung und Erneuerung von Mittelspannungskabeln ist das Wissen um den Kabelzustand unentbehrlich. Kabeldiagnosen helfen, verlässliche Informationen über den Status der Mittelspannungskabel und -garnituren zu erhalten. Damit Netzbetreiber die Diagnosen schneller und nach eigenen Vorgaben durchführen können, hat die Baur GmbH die Baur Software 4 entwickelt. Mit dem aktuellen Release kann der Anwender individuelle Standards für die Messungen und Prüfungen festlegen, Bewertungskriterien vorgeben und konsistente Berichte erstellen. Damit ist eine maximale Vergleichbarkeit der Ergebnisse sichergestellt.

Wenn im Unternehmen unterschiedliche Messtechnik im Einsatz ist und diese von verschiedenen Personen genutzt wird, sind identische Arbeitsweisen bei der Kabelprüfung und Kabeldiagnose nur schwer sicherzustellen. Die für die zustandsorientierte Instandhaltung der Kabelstrecken wichtigen Diagnoseergebnisse könnten aufgrund anderer Vorgaben für Messdauer, Spannungsstufen oder Grenzwerte so unterschiedlich ausfallen, dass ein Vergleich mit älteren Messungen oder mit den Messwerten ähnlicher Kabel nicht sinnvoll ist.

Die Vergleichbarkeit ist jedoch hilfreich, um zuverlässige, budgetschonende Entscheidungen treffen zu können. Durch

den Vergleich können Asset-Manager besser bestimmen, bei welcher Kabelstrecke eine baldige Folgemessung erforderlich ist, wo frühzeitig Reparaturen oder ein Austausch nötig sind oder bei welchen Strecken vorerst kein Handlungsbedarf besteht.

Individuelle Standards für das Prüfen und Diagnostizieren

Damit Verteilnetzbetreiber die normgerechte Prüfung und Diagnose ihrer Kabelstrecken nach eigenen Vorgaben verfeinern oder erweitern und vergleichbare Ergebnisse sicherstellen können, hat die Baur GmbH die Baur Software 4 entwickelt (Bild 1). Sie unterstützt bei der Umsetzung einer unternehmensspezifi-

schen Diagnosephilosophie und kombiniert normgerechte Vorgaben mit unternehmens- oder projektspezifischen Besonderheiten zu einem effizienten Workflow.

Die Software läuft auf Windows-PCs und ist daher sowohl in den Messwagen oder auf den Notebooks der portablen Baur-Prüf- und -Messgeräte – zum Beispiel viola und frida – als auch im Büro einsetzbar. Sie unterstützt alle für die Diagnose und Prüfung von Mittelspannungskabelanlagen relevanten Prozesse: von der Messung und Berichterstellung über den Datentransfer bis zur Speicherung und Auswertung im Asset-Management.

Mit der Baur Software 4 können Netzbetreiber eigene Diagnosesequenzen (Bild 2 und 3) definieren und auf allen Messsystemen von Baur hinterlegen. Dass die Definition eigener Abläufe durchaus Vorteile bietet, zeigen folgende Anwendungsbeispiele.

Neue oder teilweise erneuerte Kabelstrecken

Bei einer neuen beziehungsweise teilweise erneuerten Kabelstrecke ist die Kabelprüfung Standard. Um jedoch zu prüfen, ob zum Beispiel die Muffenmontage normgerecht und mit hoher Qualität ausgeführt wurde, ist die Teilentladungsmessung sinnvoll. Wer als ausführendes Unternehmen bei der Übergabe die Arbeitsqualität dokumentieren oder wer sich als Netzbetreiber vor montagebedingten Folgefehlern schützen möchte, kann für neue Kabelstrecken die Prüfung und Teilentladungsmessung in einer Diagnosesequenz zusammenfassen. Der Messtechniker im Feld wählt dann die Sequenz „Neue Kabelstrecke“ und führt die vorgegebenen Messungen durch. Das schafft Klarheit sowie einheitliche

Abläufe im Feld und sorgt für vergleichbare Messergebnisse im Asset-Management.

Ältere Kabelstrecken

Bei älteren Kabelstrecken liefert die Verlustfaktormessung weitere wichtige Informationen über den Zustand der Isolierung, die eine Teilentladungsmessung nicht bieten kann. Hier ist die Kombination beider Verfahren sinnvoll und kann – zum Beispiel im Verbund mit der Prüfung – als Sequenz für mehr als zehn Jahre alte Bestandsanlagen definiert werden. Bei neuen Kabeln ist die Verlustfaktormessung nicht aussagekräftig, da sie erst nach Ausgasen der Weichmacher in der Isolierung aussagefähige Information liefert. Als Datengrundlage für die Bewertung des gesamten Alterungsprozesses ist die Messung relevant.

Kabelgerechte Diagnose

Für kunststoffisolierte Kabel, Papier-Masse-Kabel und Mischstrecken lassen sich verschiedene Messsequenzen und Auswertekriterien hinterlegen, sodass eine kabeltypgerechte Diagnose nach unternehmenseigenen, regelkonformen Vorgaben erfolgt.

Prüfen als Dienstleistung

Wer im Auftrag Dritter prüft und misst, zum Beispiel, um die Verkabelung eines Windparks vor der Inbetriebnahme zu untersuchen, kann für alle Teammitglieder identische Abläufe für das Projekt vorgeben. So erfüllen alle die Sonderwünsche der Kunden – zum Beispiel eine Messung mit anderer Dauer oder auf anderen Spannungsstufen. Auch die zur Auswertung relevanten Toleranzgrenzen oder die Berichte für den Kunden lassen sich beeinflussen, um dem Auftraggeber konsistente Berichte für alle Messungen oder Prüfungen zu übergeben.

Schneller und einfacher bei höherer Prozesssicherheit

Die Definition eigener Diagnosesequenzen führt nicht nur zur Vereinheitlichung der Abläufe und Reports, sondern auch zu einer optimalen Unterstützung bei der täglichen Arbeit. Die standardisierten Abläufe ermöglichen ein effizientes und schnelles Vorgehen. Durch die Vorgaben bewertet die Software automatisch im Hintergrund die Messwerte und es erfolgt eine zielgerichtete Analyse. Der Messtechniker kann von der Gesamtbewertung weiter ins Detail gehen und die Bewertung für jeden Messwert aufrufen. Somit werden kritische Zustände transparent gemacht (Bild 4 und 5) und gegebenenfalls hält die Software

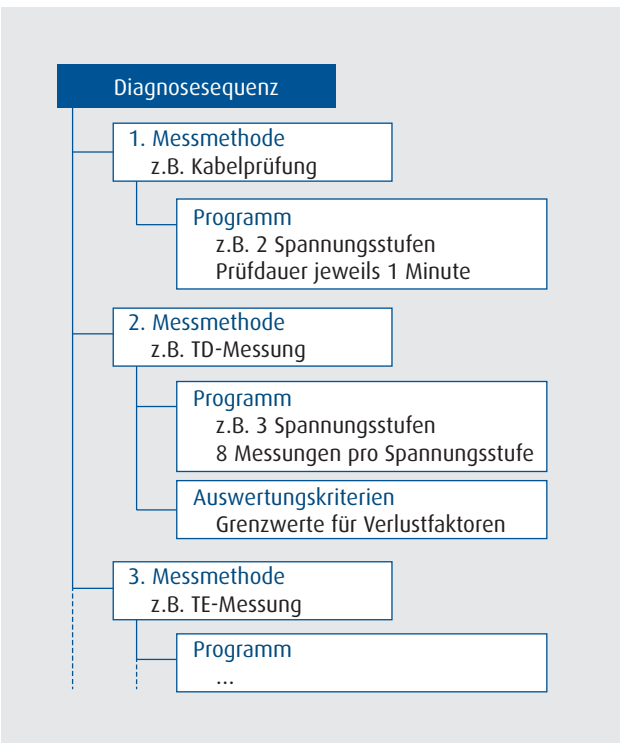


Bild 2. Die Definition eigener Diagnosesequenzen bietet die Möglichkeit, eigene Erfahrungen in die Messungen einfließen zu lassen und individuelle Messstandards für eine gute Vergleichbarkeit umzusetzen.

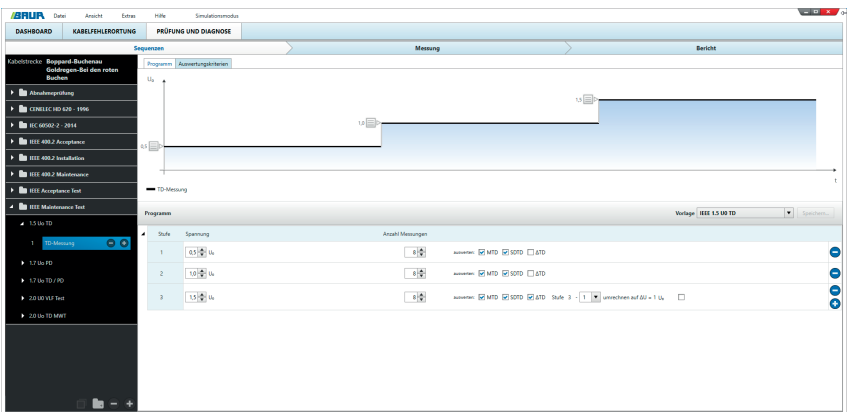


Bild 3. Konfiguration einer Verlustfaktormessung innerhalb einer Sequenz



Bild 4. Anhand von Symbolen (linker Bereich) ist der Zustand der Kabel – sogar der einzelnen Phasen – schnell zu erkennen.

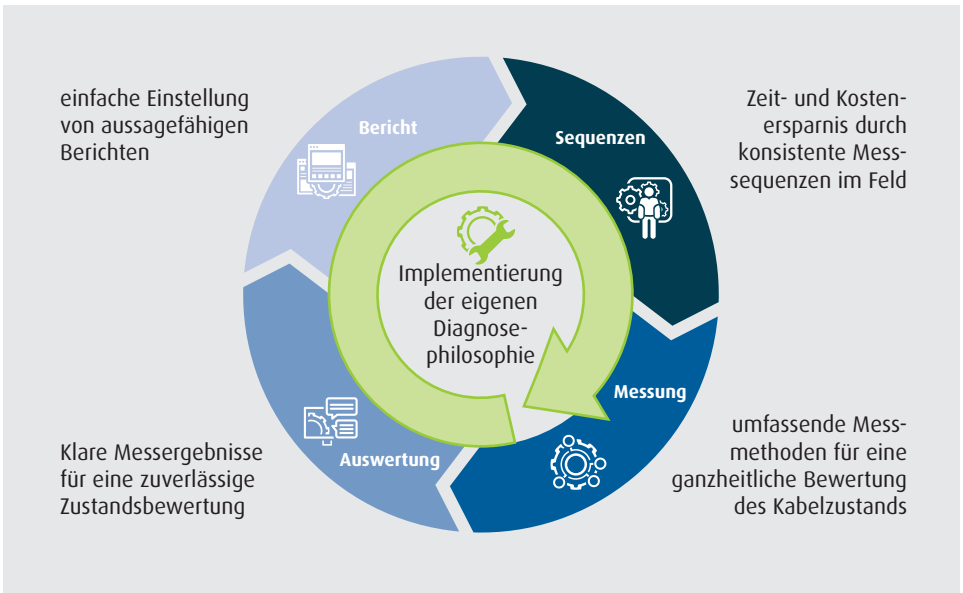


Bild 1. Durch Implementierung einer eigenen Diagnosephilosophie lassen sich eigene Standards beim Messen und Reporting definieren. Das bietet sowohl bei der Bewertung des Kabelzustands als auch bei Auftragsmessungen Vorteile.



Bild 5. Beispiel für die Darstellung während der Teilentladungsmessung

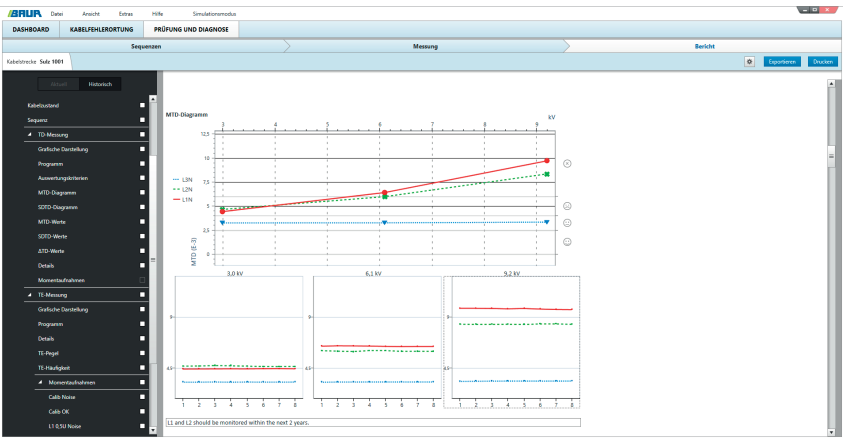


Bild 6. Beispiel für einen Bericht: Vergleich der Messwerte der Verlustfaktormessungen bei drei gemessenen Phasen

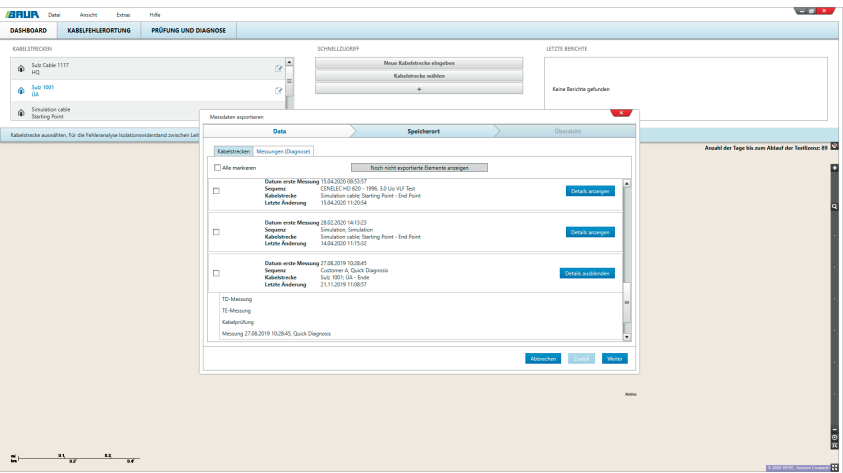


Bild 7. Beispiel für den Dialog beim Export von Messdaten

den Ablauf automatisch an. Das vermeidet ein Kaputtprüfen oder führt zum Abbruch einer das Kabel zu sehr belastenden Diagnosemessung, damit die Strecke bis zur Reparatur im Einsatz bleiben kann.

Zeitsparend: parallel prüfen und messen

Wo es zulässig ist, kann die Kabelprüfung auch verkürzt werden, wenn die Diagnoseergebnisse bereit Hinweise auf einen guten Zustand liefern. Hierdurch und durch die parallelen Mess- und Prüf-abläufe ergeben sich Zeit- und Kostenvorteile. Zum Beispiel lassen sich bei modernen Baur-Systemen die Verlustfaktor- und Teilentladungsmessung kombinieren. Dadurch können Diagnosemessungen leicht in die Alltagsabläufe integriert werden, und es ist im Vergleich zu nacheinander durchgeführten Prüfungen und Messungen deutlich weniger Zeit notwendig, um die für das Asset-Management wichtige Zustandsbewertung durchzuführen.

Flexibler Datenaustausch und einfache Weiterverarbeitung

Damit individuell erstellte Diagnoseserien unternehmensweit wirken, lassen sich zentral erstellte Vorgaben auf alle relevanten Systeme ausrollen – unabhängig von der Hardware und den vorhandenen Messmethoden. Ebenso einfach geschieht der Austausch von Berichten und Messergebnissen. Die Berichte bieten einerseits eine Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse, andererseits stellen sie alle Messungen und Messwerte im Detail dar (Bild 6). Außerdem können die Mitarbeiter bei der Messung Screenshots von relevanten Messkurven beziehungsweise Zuständen erstellen und zu den Berichten hinzufügen.

Die Ergebnisdaten können zur weiteren Auswertung in einer Tabellenkalkulation oder in der Analysesoftware statex® exportiert (Bild 7) werden (siehe ew 11-12/2019). statex® von Baur wertet die Daten der Verlustfaktormessung aus und berechnet die statistische Restlebensdauer von Kabeln. Verwendet wird dafür ein patentierter Algorithmus, der genauere Prognosen liefert als zum Beispiel die Auswertung nach IEEE 400.2.

Zusammenfassung

Durch die Neuerungen in der Baur Software 4 können Verteilnetzbetreiber ihre Instandhaltungs- und Erneuerungsstrategie auf Basis objektiver, qualifizierter

und reproduzierbarer Zustandsbewertungen vornehmen – und zwar unter Berücksichtigung eigener Vorgaben und des eigenen Wissens, das in diese Vorgaben einfließt. Die konsequente Anwendung einer eigenen Diagnosephilosophie führt zu einem Erfahrungs- und Wissensaufbau, der sich in einer höheren Netzverfügbarkeit sowie in niedrigeren Instandhaltungskosten und Ersatzinvestitionen niederschlagen kann.

Die mit der Definition eigener Sequenzen verbundene Vereinfachung der Mess- und Prüf-abläufe minimiert das Risiko von fehlerhaft oder abweichend durchgeführten Messungen und beschleunigt die Arbeit im Feld, denn Messungen lassen sich schnell und effizient starten. So können sich die Messtechniker auf das Wesentliche konzentrieren und die für das Asset-Management wichtigen Diagnosen laufen ohne großen zusätzlichen Zeitaufwand ab. Dienstleister, die fremde Kabelstrecken messen und prüfen, können Kundenanforderungen mit selbst definierten Prüf- und Messsequenzen leichter (und schneller) umsetzen. Schließlich bieten sie ihren Auftraggebern durch einheitliche Reports ein hohes Maß an Transparenz.



Michael Klee,
Produktmanager Software,
Baur GmbH in Sulz/Österreich

>> michael.klee@baur.at

>> www.baur.eu/de/bsw4

Infokasten

Verfahren zur Kabeldiagnose

Die **Verlustfaktormessung** ($\tan \delta$ oder Tangens-delta-Messung) ist ein zerstörungsfreies und integrales Verfahren und dient der Zustandsbewertung einer Kabelstrecke. Sie liefert klare Informationen über den Zustand der Kabelisolierung und deren Alterungszustand. Mit der Baur Software 4 kann durch die Verlustfaktormessung eine schnelle und differenzierte Beurteilung der Kabelisolierung innerhalb weniger Minuten durchgeführt werden und es lassen sich folgende Schwachstellen erkennen:

- durch Wasser geschädigte Stellen (Water Trees) in der Isolierung von VPE-Kabeln
- Störstellen in der Isolierung von Papier-Masse-Kabeln durch Austrocknung
- unzureichende Isolierung von Papier-Masse-Kabeln durch Feuchtigkeit
- Feuchtigkeit in Muffen/Endverschlüssen
- mögliche Teilentladung

Durch die Erfassung und übersichtliche Darstellung aller relevanten Verlustfaktorparameter lassen sich verschiedene Alterungseffekte am Kabel unterscheiden.

Teilentladungen (TE) sind in vielen Fällen die Vorstufe eines Durchschlags, weshalb ihr Auftreten ein wesentliches Kriterium für die Beurteilung der Isolationsqualität ist. Die **TE-Messung** wird nach einer Neuverlegung, nach Reparaturen und zum Nachweis der Betriebszuverlässigkeit gealterter Kabel durchgeführt, da mit ihr folgende Fehler erkannt werden können:

- Defekte an neuen und alten Garnituren (zum Beispiel fehlerhaft montierte Muffen)
- Defekte in der Isolierung kunststoffisolierter Kabel (zum Beispiel Electrical Trees)
- unzureichende Papier-Masse-Isolierung aufgrund von Austrocknung
- mechanische Beschädigungen am Kabelmantel

Durch moderne Auswertungsmethoden von Baur kann die Phasenlage von Teilentladungen bestimmt werden. Dadurch lassen sich die Fehlerart eingrenzen und Folgemessungen sowie Reparaturmaßnahmen zielgerichtet, zeit- und kostensparend planen.