

EnInnov2020

16. Symposium Energieinnovation | 12.02.–14.02.2020

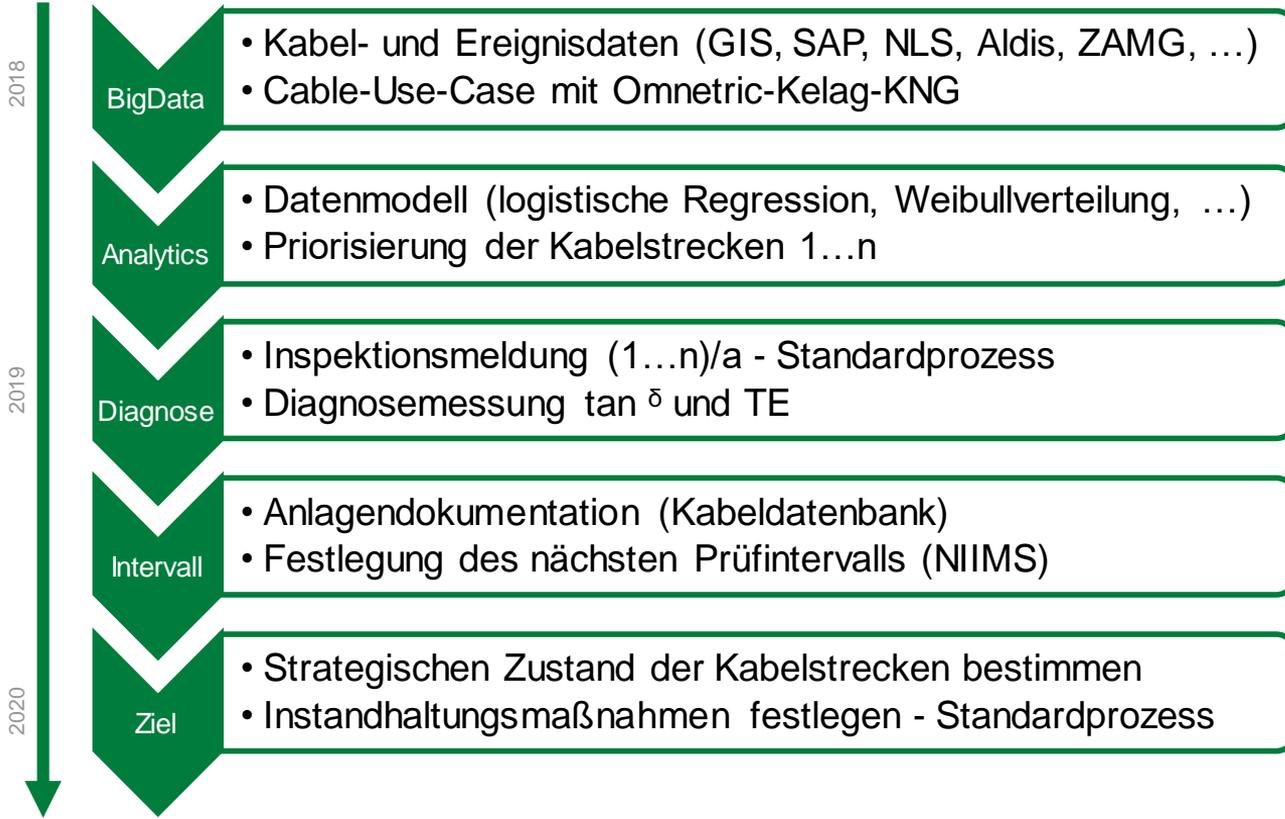
**Kärnten
Netz**

Ein Unternehmen
der Kelag

Diagnosemanagementsystem für Mittelspannungskabel - ein Erfahrungsbericht

KNG-Kärnten Netz, Instandhaltung MS/NS – Karl Schoaß

Big Picture Diagnosemanagementsystem MS-Kabel



ZIEL:

Etablierung einer effektiven und effizienten Instandhaltungsstrategie für Mittelspannungskabel in der KNG!

- **IEC 60502-2014**

- eine Neuerung in der Norm führte zur Aufnahme der 0,1 Hz VLF Prüfmethode und deren
- Empfehlung: Parallele $\tan \delta$ und/oder Teilentladungsmessung zur Kabelprüfung

- **IEEE 400-2012 und IEEE 400.2-2013**

- die VLF (very low frequency) - Prüfmethode mit Sinus 0,1 Hz in der Norm angeführt und
- der Monitored Withstand Test (MWT) in den Markt eingeführt. Dies bedeutet die Durchführung der VLF Sinus Spannungsprüfung mit paralleler Diagnosemessung

- **CIGRE**

- Arbeitsgruppe (B1.58) zum Thema Kabeldiagnose im Mittelspannungsbereich eingerichtet und somit diesem Thema mehr Bedeutung zugeordnet

- **DIN VDE**

- VLF-Spannungsprüfung mit TE-Messung, welche eine Reduktion von Prüfzeit und Prüfpegel ermöglicht

ZIEL:

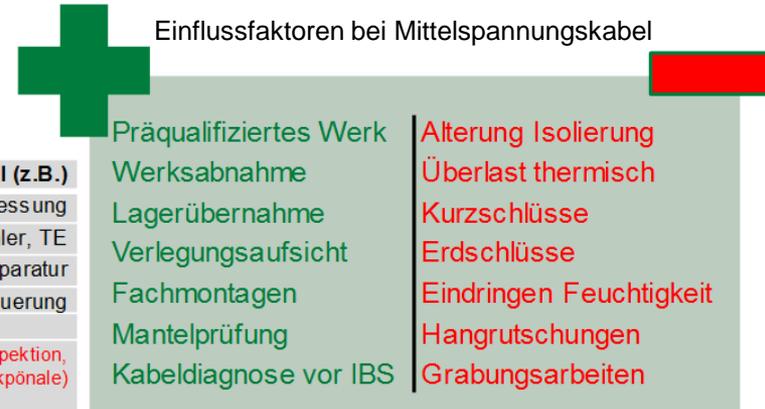
Alle gelisteten Normen empfehlen die $\tan \delta$ und/oder die Teilentladungsmessung begleitend zur Spannungsprüfung!

Instandhaltungsgrundsätze

- Erhöhung und optimale Nutzung der Lebensdauer von Anlagen
- Verbesserung der Betriebssicherheit und Erhöhung der Anlagenverfügbarkeit
- Vorausschauende Budgetplanung

Instandhaltungsvergleich Vergleich zwischen Freileitung und Mittelspannungskabel

Freileitung (z.B.)	Instandhaltung NM-I	MS-Kabel (z.B.)
Fehlerbild - visuelle Kontrolle	Inspektion (SAP-Meldung)	Fehlerbild-Diagnosemessung
Trasse, Spechtlöcher, BMF	Wartung	Kabelmantelfehler, TE
Mastwechsel	Instandsetzung	Reparatur
Verkabelung oder 1:1 Ersatz	Verbesserung	Teilaustausch, Erneuerung
Σ (baulicher Zustand aus Inspektion, Alterspönale, Technikpönale)	technischer Anlagezustand	Σ (diagnostischer Zustand aus Inspektion, Alterspönale, Technikpönale)

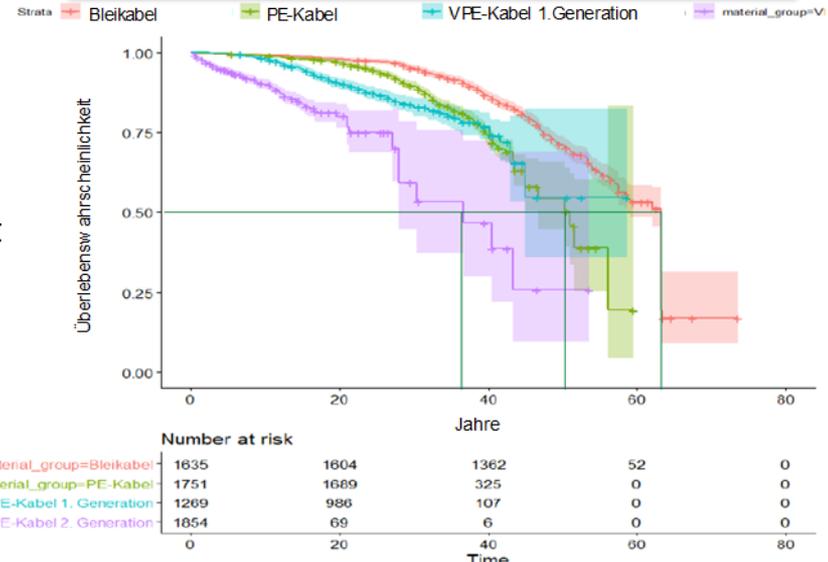


ZIEL:

Mittelspannungskabel von ereignisorientierter zu zustandsorientierter Instandhaltungsstrategie überführen!

- Für das „Schätzen“ der Restlebensdauer von Mittelspannungskabeln wurde das erweiterte Cox-Model von Prentice, Williams und Peterson (PWP) - (Referenz Paper aus 1981)²⁾ angewandt
- Die möglichen Variablen wurden durch das angepasste „Lasso-Verfahren“ (Referenz Paper 1997)²⁾ für zensierte Daten gemeinsam mit dem Expertenwissen der KNG-Kabelspezialisten auf die relevanten Variablen verringert
- Der Kaplan-Meier-Schätzer (Referenz Paper 1958)²⁾ der KDS¹⁾ bis zum ersten Ausfall gibt ein gutes Indiz der Lebensdauer verschiedener Technologiegenerationen

ZIEL:
Reihenfolge der Diagnosemessungen bestimmen!

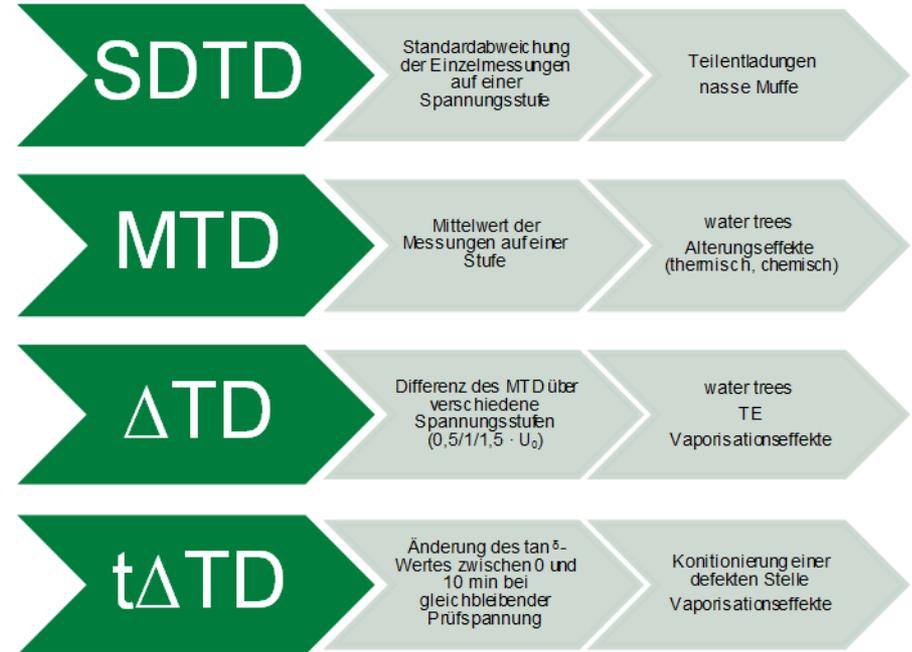


¹⁾ KDS - Kabeldiagnosestrecke ist eine Messstrecke, die aus mehreren Kabelsegmenten bestehen kann

²⁾ Referenzen:

- Prentice, R. L., Williams, B. J., Peterson, A. V. (1981), "On the regression analysis of multivariate failure time data", Biometrika, 68(2), S. 373-379.
- Tibshirani, R. J. (1997), The Lasso Method for Variable Selection in the Cox Model. Statistics in Medicine, 16, S. 385-395.
- Edward L. Kaplan & Paul Meier: Individual Nonparametric Estimation from Incomplete Observations. Journal of the American Statistical Association, 53(282) (1958), S. 457-481

- Baur-Messtechnologie
- DC-Prüfung wurde von der VLF-Prüfung abgelöst
- mit DC-Prüfung war nur Aussage möglich, ob ein Kabel okay oder nicht okay ist
- kein Ergebnis über Zustand und restliche Lebensdauer des Mittelspannungskabels
- **eingesetzte Monitored Whitestand Test (MWT) beinhaltet zusätzlich zur Kabelprüfung auch eine parallel durchzuführende $\tan \delta$ und/oder**



ZIEL:

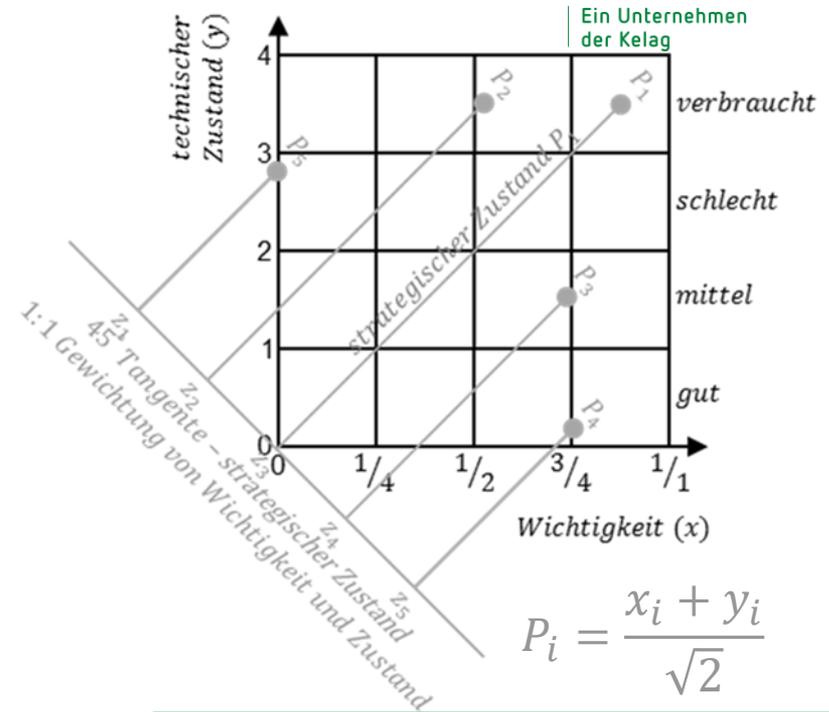
Berücksichtigung des TD-Skirt. Dieser Wert sagt aus, wie stabil sich der Verlustfaktor über mehrere Messwerte eines Messzyklus verhält!

Zustandsbewertung

- Der technische Zustand bestimmt sich aus
 - Alterspönale (Alterungsmodell innogy)
 - Technikpönale (Hersteller, Type, Halbleiterschicht, Störungshäufigkeit)
 - Diagnosemessung – diagnostischer Zustand



- Die Wichtigkeit bestimmt sich aus der Netztopologie
 - Schutzstrecke, Stammstrecke, Schaltbarkeit
 - Ausfalleistung, Übertragungsleistung, Stichtanbindung, ...



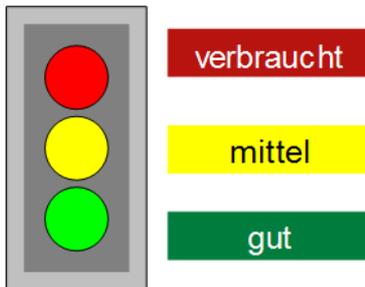
ZIEL:
 Priorisierung der IH-Maßnahmen!

ZIEL:

Entscheidung, ein älteres Betriebsmittel bzw. eine gesamte Kabelstrecke auszutauschen!

Szenario	technisch	wirtschaftlich	soziologisch
1. Lebensdauer	Fehlerrate, Restlebensdauer	Instandhaltungskosten, Lebenszykluskosten	Umwelteinfluss
2. Ersatz	Zuverlässigkeit	Ersatzkosten	Sicherheit, Umwelt, Image in der Öffentlichkeit
3. Austausch	Zustandsbewertung, Zuverlässigkeit	Ersatzkosten, Folgekosten	Fehlerwahrscheinlichkeit, Umwelt
4. Netzänderung	Versorgungssicherheit, Verfügbarkeit	Folgekosten, Lebenszykluskosten	Mitarbeitermotivation, Image in der Öffentlichkeit Umwelt

- dreiphasiger Schemaplan für die KDS im Geografischen Informationssystem (GIS)
- Erfassung Messdaten, technischer Zustand, Störungsereignisse und Sachdaten
- Visualisierung des technischen Zustandes einer KDS ab 2020 im GIS oder in einer Web-Applikation mit einem Ampelsystem
- Zustände aller noch nicht gemessenen KDS werden nach Vorliegen einer statistisch belastbaren Stichprobe aus der Grundgesamtheit der gemessenen KDS mit einem Predictive Maintenance Modell analytisch vorhergesagt



ZIEL: Ampelsystem für Zustandsmonitor

- Rot – verbrauchter Zustand → Austausch
- Gelb – Zustand nach Lebensdauerkenlinie, Inspektions- bzw. Messintervall x
- Grün – guter Zustand → keine Maßnahmen, Inspektions- bzw. Messintervall y

Erkenntnisse und Ziel für die nächsten Jahre

- Mit dem Übergang von einer ereignisorientierten hin zu einer zustandsorientierten Instandhaltungsstrategie gewinnt die KNG schrittweise einen Überblick über den tatsächlichen bzw. vorhergesagten Zustand von Mittelspannungskabeln.
- Mit diesen Erkenntnissen kann das klassische Alterungsmodell sukzessive durch die tatsächlich zu erwartenden Restlebensdauern kompensiert bzw. ergänzt werden.
- Die KNG erwartet sich mit dieser Strategie die mittel- und langfristigen Ersatzmaßnahmen von Mittelspannungskabeln budgetär pro aktiv planen zu können.

ZIEL:

Transformation des realen MS/NS-Netzzustandes in ein digitales Abbild zur effektiven Steuerung der IH-Maßnahmen!

AutorInnen-Information

Ing.

Karl Schoaß

Leiter/Instandhaltung MS/NS

KNG-Kärnten Netz GmbH

Arnulfplatz 2, 9020 Klagenfurt

T: +43 (0)5 0525 2500

M: +43 (0)676 87802500

E: karl.schoass@kaerntennetz.at

www.kaerntennetz.at