

2-03

CP measurement on severely high voltage polluted pipelines

K. Blotzki, M. Quast, E.ON Ruhrgas AG, 45326 Essen, Germany
klaus.blotzki@eon-ruhrgas.com

Abstract

Due to regulations resulting from regional planning newly constructed transmission pipelines like e.g. high pressure gas pipelines are increasingly laid in common tracks with high voltage overhead power lines. Extended parallel routing partly leads to significant induced a.c. voltages on the pipeline. The following article describes how the limitations in CP measurement technology caused by extreme high voltage interference can be encountered by suitable measurement technology, measurement procedures and grounding technology.

Zusammenfassung

Neue Rohrfernleitungen werden aufgrund raumordnerischer Anforderungen zunehmend in gemeinsamen Trassen mit Hochspannungsfreileitungen verlegt. Durch die lange Parallelführung werden teilweise erhebliche Wechselspannungen in die Rohrleitungen induziert. Im Folgenden wird beschrieben, wie den durch die Hochspannungsbeeinflussung hervorgerufenen Beschränkungen bei KKS-Messungen mit geeigneter Messtechnik und Messverfahren sowie mit spezieller Erder-Schaltungstechnik begegnet werden kann.

Einleitung

Neue Rohrfernleitungen wie z.B. Gashochdruckleitungen werden aufgrund raumordnerischer Anforderungen zunehmend in gemeinsamen Trassen mit Hochspannungsfreileitungen verlegt. Durch die lange Parallelführung werden teilweise erhebliche Wechsellspannungen in die Rohrleitungen induziert. Dies bedingt zum einen die Notwendigkeit zur Einhaltung entsprechender Berührungsschutzanforderungen [1]. Darüber hinaus führt die insbesondere an kleinen Umhüllungsfehlstellen durch Hochspannungsbeeinflussung hervorgerufene Wechselstromkorrosionsgefährdung nahezu zwangsläufig zur Forderung einer fehlerstellenfreien Umhüllung [2]. Dieser Fehlerstellenfreiheit wird üblicherweise als gegeben angenommen, wenn der Umhüllungswiderstand $r_u \geq 10^8 \Omega\text{m}^2$ ist. Dieser Grad der Umhüllungsqualität bzw. die Fehlerstellenfreiheit kann bei gering beeinflussten Leitungen einfach mittels Stromeinspeisemessung oder Intensiver Fehlerstellenortung (IFO) nachgewiesen werden. Bei der Prüfung der Umhüllungsqualität einer neuverlegten, stark hochspannungsbeeinflussten Leitung treten erhöhte messtechnische und schaltungstechnische Anforderungen auf, denen mittels geeigneter Messtechnik und Verfahren begegnet werden kann.

Messtechnische Anforderungen bei Einspeisemessungen

Eine typische messtechnische Anforderung bei erdverlegten Rohrleitungen soll an einem Praxisbeispiel erläutert werden: Eine neuverlegte, PE-umhüllte Leitung mit einer erdgedeckten Länge $L = 6.600 \text{ m}$ und einem Durchmesser $DN = 200 \text{ mm}$ soll einer Umhüllungsprüfung mittels Stromeinspeisemessung unterzogen werden. Die Leitung ist neben einer Hochspannungsfreileitung verlegt. Am Ort der Einspeisung wird eine induzierte Wechselspannung $U_{AC} = 5 \text{ V}$ gemessen.

Die Oberfläche des Leitungsabschnitts beträgt

$$A_{\text{Ltg}} = DN \cdot \pi \cdot l = 0,2 \text{ m} \cdot \pi \cdot 6.600 \text{ m} = 4142 \text{ m}^2 \quad (1)$$

Bei der Einspeisung mit $U_{\text{ein}} = -1,5 \text{ V}$ nimmt die Leitung einen mittels Digital-Multimeter gemessenen Strom $I = 20 \mu\text{A}$ auf. Das Ausschaltpotential wird mit $U_{\text{aus}} = -1,0 \text{ V}$ gemessen. Daraus ergibt sich der spezifische Umhüllungswiderstand zu:

$$r_u = \frac{U_{\text{ein}} - U_{\text{aus}}}{I} \cdot A_{\text{Ltg}} = \frac{1,5 \text{ V} - 1,0 \text{ V}}{20 \cdot 10^{-6} \text{ A}} \cdot 4142 \text{ m}^2 = 1,037 \cdot 10^8 \Omega\text{m}^2 \quad (2)$$

Der Gleichstrom-Widerstand der Leitung beträgt

$$R_a = \frac{U_{\text{ein}} - U_{\text{aus}}}{I} = \frac{1,5 \text{ V} - 1,0 \text{ V}}{20 \cdot 10^{-6} \text{ A}} = 25 \text{ k}\Omega \quad (3)$$

Mit diesen zunächst plausiblen Werten ist das Qualitätskriterium für r_u erreicht. Der Rohrleitungsabschnitt würde mit hoher Wahrscheinlichkeit als fehlerfrei bewertet und freigegeben werden. Der Einfluss der induzierten Wechselspannung auf die Messtechnik kann jedoch zu erheblichen Messfehlern führen, was im Folgenden erläutert werden soll.

Wechselstromseitige Betrachtung

In Isolierstoffen wie z.B. PE werden Ladungsträger bei Anlegen einer Spannung verschoben. Aus diesem Grund wirkt eine Stahlrohrleitung mit einer PE-Umhüllung wie ein Plattenkondensator (Bild 1).

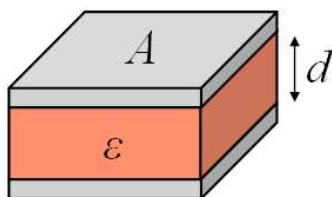


Bild 1: Plattenkondensator
Plate capacitor

Mit

$$\epsilon_0 = \text{Dielektrizitätskonstante des Vakuums} = 8,8542 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}}$$

$$\epsilon_r = \text{Dielektrizitätskonstante des Dielektrikums} (= 2,4 \text{ für PE})$$

$$A = \text{Fläche des Kondensator} (= \text{Rohroberfläche})$$

$$d = \text{Dicke des Dielektrikums} (= \text{Dicke der PE-Umhüllung})$$

kann die Kapazität der Leitung wie folgt berechnet werden

$$C_{\text{Ltg}} = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot DN \cdot \pi \cdot L}{d} = \frac{8,8542 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}} \cdot 2,4 \cdot 0,2 \text{ m} \cdot \pi \cdot 6.600 \text{ m}}{0,004 \text{ m}} = 22 \cdot 10^{-6} \frac{\text{As}}{\text{V}} = 22 \mu\text{F} \quad (4)$$

Der kapazitive Blindwiderstand der Leitung bei 50 Hz beträgt dann

$$X_{C, \text{Ltg}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1 \text{ V}}{2 \cdot \pi \cdot 50 \frac{1}{\text{s}} \cdot 22 \cdot 10^{-6} \text{ As}} = 145 \Omega \quad (5)$$

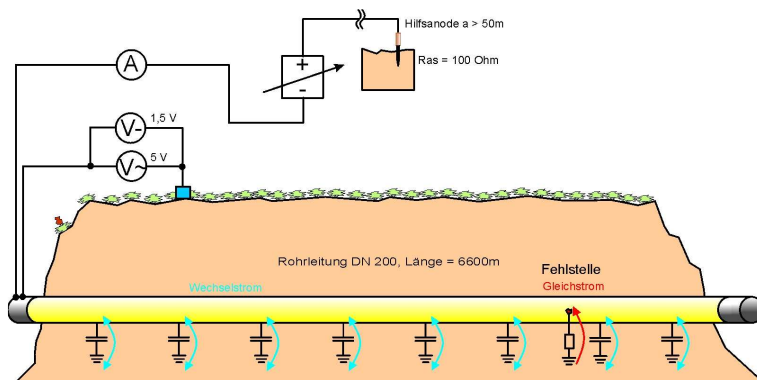


Bild 2: Schematische Darstellung einer Stromeinspeisemessung an einem hochspannungsbeeinflussten Rohrleitungsabschnitt

Schematic view of a current drainage test at a high voltage interfered pipeline section

Wird an der Leitung wie in

Bild 2 dargestellt ein Prüfstrom eingespeist, so entsteht durch die anstehende Wechselspannung eine ständige Ladungsträgerverschiebung in der Umhüllung (Wechselstrom). Bei einem angenommenen Ausbreitungswiderstand der Hilfsanode von $R_{as} = 100 \Omega$ ergibt sich ohne Berücksichtigung des hohen Fehlstellenwiderstandes der Scheinwiderstand für den Wechselstrom zu

$$Z = \sqrt{R_{as}^2 + X_{C, \text{Ltg}}^2} = \sqrt{100^2 \Omega^2 + 145^2 \Omega^2} = 176 \Omega. \quad (6)$$

Der daraus resultierende Wechselstrom

$$I = \frac{U_{\sim}}{Z} = \frac{5 \text{ V}}{176 \Omega} = 28,4 \text{ mA} \quad (7)$$

ist um den Faktor 1420 größer als der Gleichstrom. Hersteller marktüblicher Messgeräte geben für Multimeter im DC-Strommessbereich eine Störunterdrückung von 40 dB an. Umgerechnet auf das lineare Verhältnis (siehe Bild 3) ist damit ein Verhältnis von 100:1 zwischen Störsignal und Messsignal gerade noch zulässig. Das tatsächliche Verhältnis liegt jedoch weit über diesem Wert und kann aufgrund der im nachfolgend dargestellten Funktionsweise von Digital-Voltmetern zu verfälschten Messwerten führen.

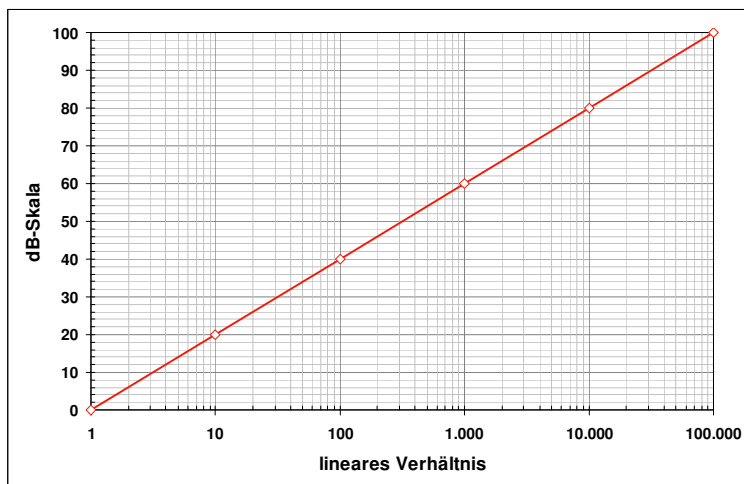


Bild 3: Zusammenhang zwischen dB-Skala und linearem Verhältnis von Stör- und Messgröße
Relation between dB scale and linear ratio of disturbance variable and measured variable

In Bild 4 ist das prinzipielle Schaltbild eines Multimeters im Messbereich für kleine Gleichströme dargestellt. Die Strommessung wird hier indirekt über einen Shunt realisiert. Zum Schutz des AD-Wandlers ist eine Schutzschaltung mit Dioden eingebaut. Bis zum Faktor $I_{\sim}/I = 100$ (entspricht 40 dB) sprechen die Dioden durch den AC-Anteil der Messgröße noch nicht an.

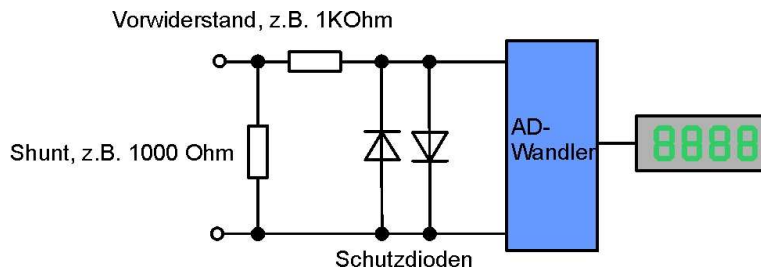


Bild 4: Prinzipschaltbild der Messung kleiner Gleichströme in Digital-Multimetern
Measurement principle of small direct currents in a digital multimeter

Am AD-Wandler liegt eine sinusförmige Wechselspannung an, die um den DC-Anteil verschoben ist (Bild 5, a). Ab einer bestimmten Störgröße sprechen die Schutzdioden an, wodurch die Spitzen der Sinuswellen gekappt werden. Da die Schleusenspannungen der beiden Dioden nicht identisch sind, verschiebt sich der arithmetische Mittelwert der Spannung um den Differenzbetrag der Schleusenspannungen (Bild 5, b). Vom AD-Wandler wird dann diese interne Differenz-Spannung gemessen und als Stromwert angezeigt. Diese Strom-Anzeige ist sogar nahezu unabhängig von dem wesentlich kleineren DC-Anteil der Messgröße.

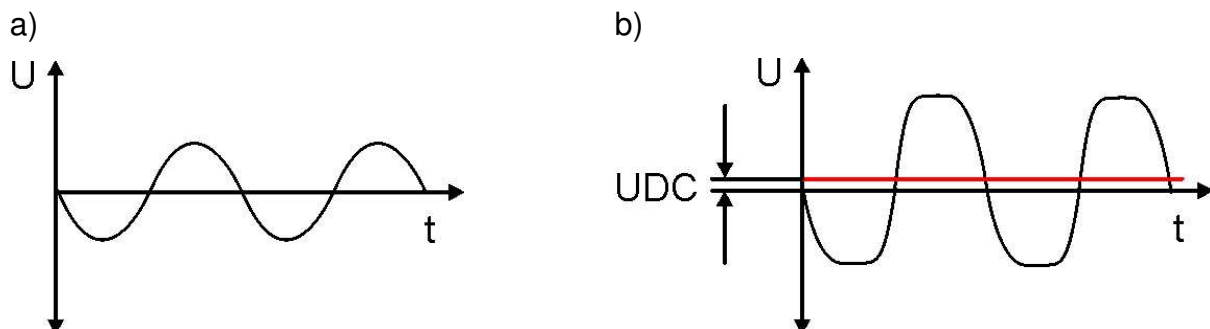


Bild 5: Einfluss des U_{AC} -Signals auf die gemessene Gleichspannung
Impact of the $U_{a.c.}$ signal on the measured d.c. voltage

Bei einer Reihenschaltung von Messgeräten verschiedener Hersteller zeigt jedes Messgerät einen anderen Wert an, wenn die Störgröße wie im vorliegenden Beispiel einen zu hohen Wert erreicht. Zumindest einige Geräte signalisieren einen zu hohen Wechselstromanteil im DC-Messbereich oder verwehren den Dienst, wodurch es zumindest nicht zu einer Fehlinterpretation und Falschbeurteilung der Umhüllungsqualität der neuverlegten Leitung kommt. Einige Geräte geben jedoch keine Hinweise auf einen verfälschten Messwert. Es besteht damit die Gefahr, dass der angezeigte Strom als der tatsächlich fließende Gleichstrom interpretiert wird und damit entweder eine Fehlstellen-behaftete Leitung als fehlerfrei freigegeben werden oder dass an tatsächlich fehlerfreien Leitungen ein unnötiger Aufwand zur Lokalisierung vermeintlicher Fehlstellen betrieben wird.

Messtechnische Lösung

Eine mögliche Lösung des Problems besteht darin, eine indirekte Strommessung mit einem in der KKS Messtechnik gebräuchlichen Mikrovoltmeter (Messbereich 10 μV bis 1000 V) durchzuführen. Das Gerät besitzt bei eingeschalteten Filtern eine Störunterdrückung von 100 dB, was einem linearen Faktor von 100.000 entspricht (siehe Bild 3).

Die Wirksamkeit der vorgeschlagenen Messtechnik lässt sich in einem einfachen Versuchsaufbau (Bild 6) demonstrieren. Hierzu wird ein 100 Ω Shunt verwendet, der dem Ausbreitungswiderstand der Hilfsanode entspricht. In Reihe dazu ist ein Digitalmultimeter im Messbereich 100 μA geschaltet. Die Stromanzeigen können nun direkt miteinander verglichen werden. Ohne zugeschaltete Leitungskapazität besteht hier ein rein ohmscher Stromkreis mit einem Störgrößenfaktor von 10 (20 μA DC überlagert von 200 μA AC). Beide Geräte sollten jetzt den gleichen Messwert anzeigen. Durch Zuschalten der Leitungskapazität von 22 μF wird der hochohmige Fehlstellenwiderstand von 25 $\text{k}\Omega$ kapazitiv gebrückt, ohne dass der DC-Strom verändert wird. Das Digitalmultimeter kann jetzt - je nach Modell - einen falschen Wert anzeigen, wohingegen die indirekte Strommessung mit dem Mikrovoltmeter den gleichen (und richtigen) Wert wie vor Zuschaltung der Kapazität anzeigt. Charakteristisch für angezeigte interne Spannungen am Digitalmultimeter ist auch die Tatsache, dass ein Umpolen der Messanschlüsse nicht zu einer Veränderung des angezeigten Wertes führt.

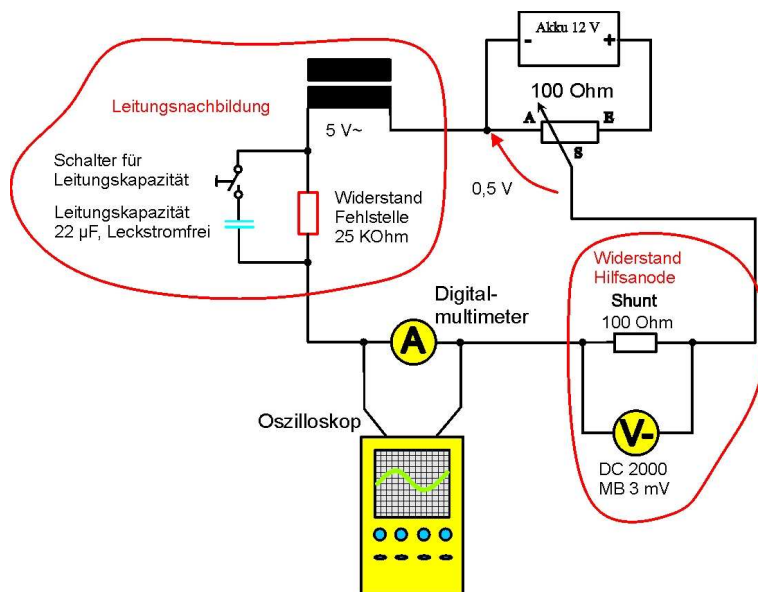


Bild 6: Versuchsaufbau zur Simulation einer Stromeinspeisemessung und zur Überprüfung der Messtechnik an einem hochspannungsbeeinflussten Rohrleitungsabschnitt

Experimental setup for simulation of current drainage tests and for inspection of measurement technology at a highly a.c. interfered pipeline section

Schaltungstechnische Anforderungen bei Messung an stark hochspannungsbeeinflussten, geerdeten Leitungen

In einigen Bereichen ist bei neuerlegten oder bei bestehenden Leitungen die Dauerbeeinflussungsspannung bereits so hoch, dass die Berührungsschutzkriterien ohne Durchführung von Erdungsmaßnahmen nicht eingehalten werden können.

An bestehenden Leitungen wird der Berührungsschutz häufig durch Einsatz von Thyristor-Abgrenzeinheiten zwischen Leitung und Erder sichergestellt [3]. Im Betriebszustand ist der Thyristor dabei inaktiv. Die Ableitung der Wechselströme bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung des KKS wird mit einer unsymmetrischen Diodenschaltung realisiert, die einen geringen Leckstrom (Gleichstrom) zur Folge hat (Bild 7 a). Messungen zur Ermittlung der Umhüllungsqualität, IFO-Messungen, Intensivmessungen oder Ausschaltpotentialmessungen sind in dieser Schaltungsvariante nicht immer möglich

Um KKS-Messungen an entsprechenden Leitungen durchführen zu können, werden die Thyristor-Abgrenzeinheiten in den Messbetrieb geschaltet, was in Bild 7 b) durch einen Schalter mit einem Steuermodul vereinfacht dargestellt ist. Solange die am Steuermodul eingestellte Wechselspannung nicht überschritten wird, können an dieser Leitung sämtliche KKS-relevanten Messungen durchgeführt werden. Ein Problem tritt dann auf, wenn die Dauerbeeinflussungsspannung Größenordnungen erreicht, die ein permanentes Zünden der Thyristoren bewirkt und damit zu einer dauerhaften - auch gleichstromseitigen - Erdung der Leitung führt.

In stark hochspannungsbeeinflussten Bereichen kann es auch beim Leitungsneubau erforderlich sein, bereits baubegleitend Erdungsmaßnahmen durchzuführen, weil die Dauerbeeinflussungsspannung schon nach einigen Kilometern Leitungslänge berührungsschutzkritische Werte > 60 V erreicht. An solchen Leitungen war bisher die Messung der Umhüllungsqualität nicht möglich. Die Ableitung der Wechselströme über Elektrolytkondensatoren würde aufgrund der Leckströme der Kondensatoren, die bei einigen μA liegen, zu einer falschen Beurteilung der Umhüllungsqualität führen. Leckstromarme Folienkondensatoren besitzen Gleichstromwiderstände im Gigaohm-Bereich, sind jedoch aufgrund der Baugröße und Kosten bei hohen Kapazitätswerten unpraktikabel und unwirtschaftlich. Eine Lösung des Problems besteht jedoch in der Kombination eines Folienkondensators, der in Reihe mit einer Drossel geschaltet wird (Bild 7 c).

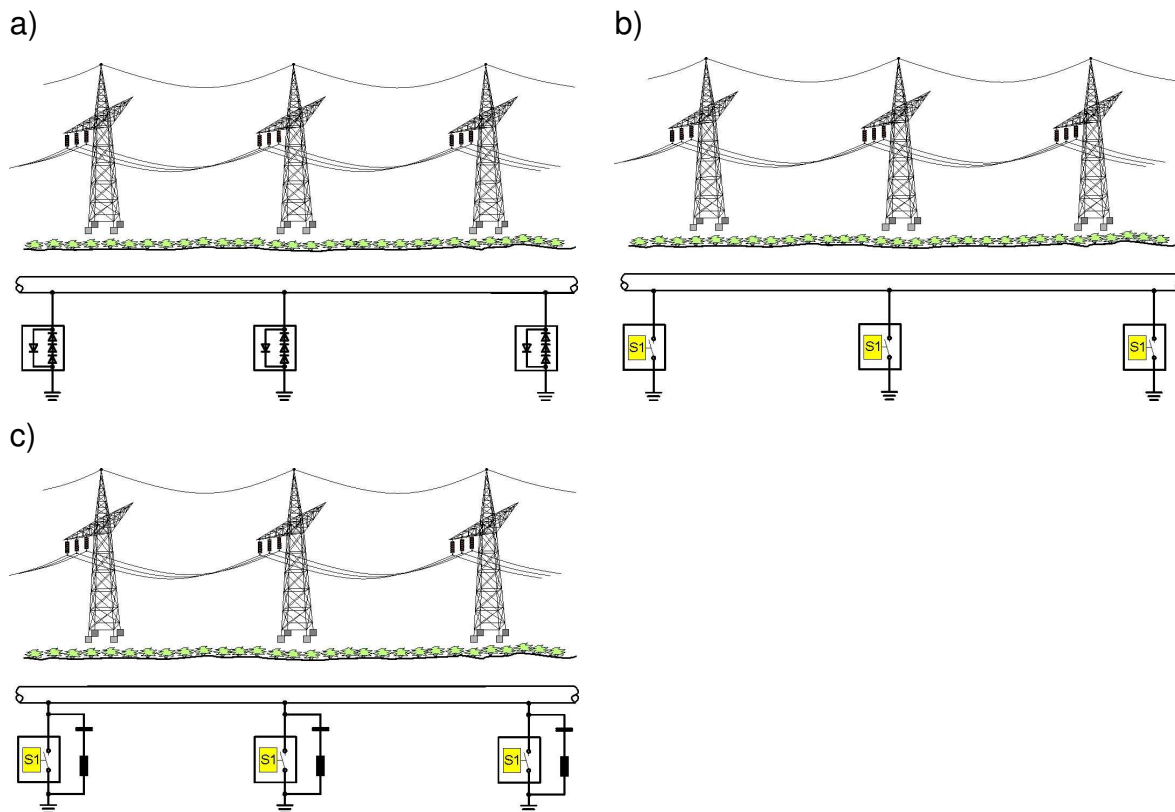


Bild 7: Leitung mit Thyristor-Abgrenzeinrichtung im Betriebszustand (a), im Messbetrieb (b) sowie bei Kombination mit einem Reihenschwingkreis (c)
 Pipeline with Thyristor decoupling device in the operating state (a), measuring mode (b) and in combination with linear resonant circuit

Eigenschaften von Reihenschwingkreisen

Diese Schaltung wird als Reihenschwingkreis oder auch Saugkreis bezeichnet und hat die Eigenschaft, im Resonanzfall sehr niederohmig zu werden. Die Resonanzfrequenz kann dabei gemäß

$$f_0 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}} \quad (8)$$

berechnet werden (L = Induktivität der Spule, C = Kapazität des Kondensators). Bei der Resonanzfrequenz sinkt der Scheinwiderstand Z auf den Wert des Wirkwiderstands R . Der induktive Blindwiderstand der Drossel entspricht dann dem kapazitiven Blindwiderstand des Kondensators. Aufgrund der Phasenverschiebung von 180° heben sich die Blindwiderstände auf. Der Vorteil eines Reihenschwingkreises zur Ableitung von Wechselströmen liegt darin, dass Folienkondensatoren mit geringen Kapazitäten verwendet werden können, die nahezu keine Leckströme aufweisen.

Ein auf 50 Hz abgestimmter Leistungsschwingkreis kann zum Beispiel durch Reihenschaltung eines Folienkondensators der Kapazität $C = 102 \mu\text{F}$ und einer Spule der Induktivität $L = 100 \text{ mH}$ aufgebaut werden.

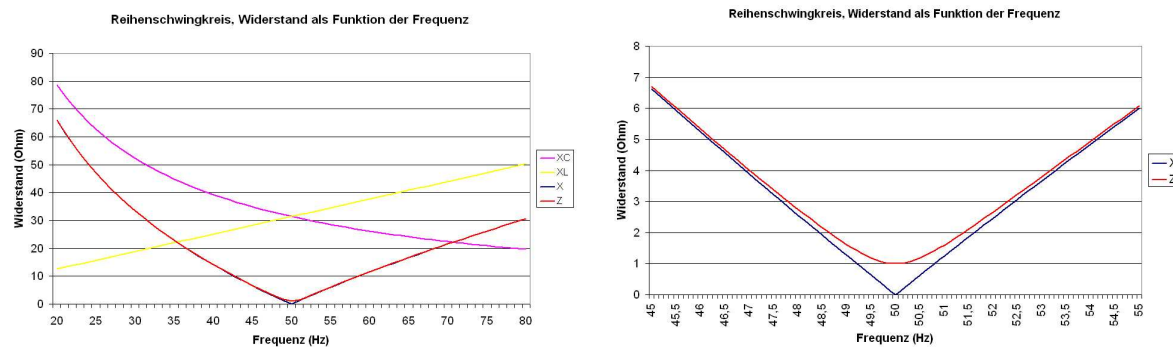


Bild 8: Darstellung der frequenzabhängigen Widerstände eines Reihenschwingkreises (X_C = kapazitiv, X_L = induktiv, X = Blindwiderstand, Z = Scheinwiderstand)

Einsatz von Reihenschwingkreisen bei Stromeispeisemessungen

Das Kriterium für den Einsatz von Schwingkreisen bei der Einspeisemessung an einem neu verlegten Leitungsabschnitt ist der Berührungsschutz. Wenn bei der Berechnung der maximalen Dauerbeeinflussungsspannung festgestellt wird, dass der Berührungsschutz ohne Erdungsmaßnahmen nicht gewährleistet ist, kann die Einspeisemessung nur unter Verwendung von Leistungsschwingkreisen als Abgrenzeinheit erfolgen. Da ein Leistungsschwingkreis kein sicherheitsrelevantes Bauteil darstellt, müssen außerdem zusätzliche Sicherungskomponenten, wie z.B. Funkenstrecken parallel zum Schwingkreis geschaltet werden.

Die Stromeispeisung wird üblicherweise mit einem Einschaltpotential $U_{\text{ein}} = -1,5 \text{ V}$ durchgeführt. Für eine Polarisationsstrommessung (z.B. nach AfK-Empfehlung Nr. 10 [4]) ist dies auch erforderlich, da die Polarisierbarkeit von Fehlstellen beim vorgesehenen Einschaltpotential nachgewiesen werden soll. Für eine Einspeisemessung an einer ideal umhüllten Leitung ist ein solch niedriges Einschaltpotential jedoch nachteilig, da unvermeidbare Fehler in der Bestimmung des Ausschaltpotentials den Wert für den als Kriterium dienenden Umhüllungswiderstand signifikant beeinflussen. Schon kleinste Fehler in der Messung des Ausschaltpotentials können so zu einem fälschlicherweise positiven oder negativen Ergebnis in der Beurteilung der Umhüllungsqualität führen. Die Ursachen hierfür sowie eine Lösungsmöglichkeit sollen im Folgenden näher erläutert werden.

Bei sehr hochwertig umhüllten Rohrleitungen ist eine Polarisierung der Leitung oft nicht möglich, da der eingespeiste Strom lediglich über Poren in der Umhüllung fließt. Die hohe Umhüllungsqualität führt gleichzeitig zu sehr hohen Gleichstrom-Ausbreitungswiderständen. Durch die Eigenkapazität der Leitung und die evtl. dazu parallel geschalteten Kapazitäten der Reihenschwingkreise überlagern sich die Depolarisation der Fehlstelle(n) und die Entladung des Kondensators.

Für eine verlässliche Bestimmung des Ausschaltpotentials sollte die maximale Entladezeit 200 ms jedoch nicht übersteigen. Bei der hohen Umhüllungsqualität neu verlegter Leitungsabschnitte kann diese Entladung aber mehrere Sekunden dauern

(Bild 9 b). Das Ausschaltpotential kann unter diesen Bedingungen nicht mit ausreichender Genauigkeit gemessen werden. Ein verlässlicheres Ergebnis wird bei einer Einspeisung mit höherer Spannung (z.B. - 24 V) erzielt. Das Ausschaltpotential wird dann vorteilhafterweise nicht mehr gemessen, sondern mit $U_{aus} = -1,3 \text{ V}$ angenommen. In Bild 10 ist dargestellt, dass der damit in Kauf genommene Fehler nur einen sehr geringen Einfluss auf den berechneten Umhüllungswiderstand hat. Die Messung sollte aber zügig erfolgen, da eine eventuelle Wasserstoffbildung an den Fehlstellen und in den Poren dazu führen kann, dass der elektrolytische Kontakt zum Erdsreich verschlechtert wird. Aus dem gleichen Grund sollten keine deutlich negativeren Spannungen angelegt werden.

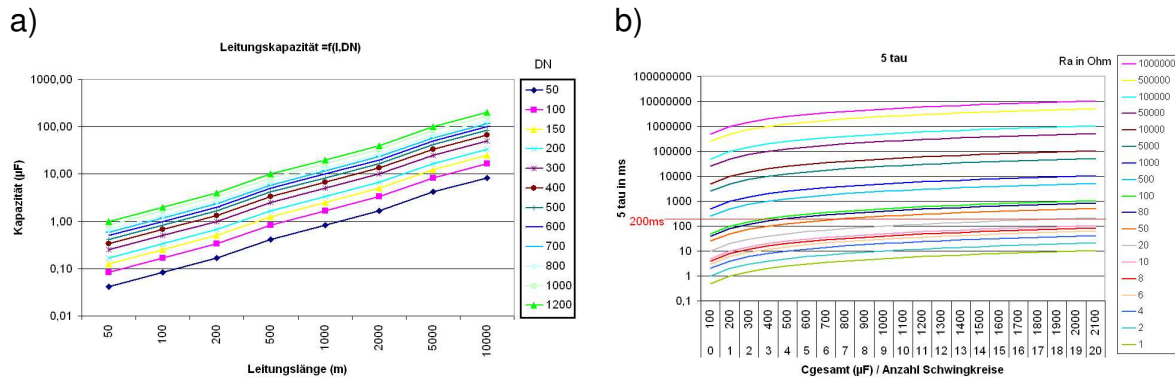


Bild 9: Eigenkapazität einer Rohrleitung mit 4 mm PE-Umhüllung (a); Zeit bis zur vollständigen Entladung (5τ) der Leitungskapazität mit n Schwingkreisen. Die Leitungskapazität wurde hier mit $100 \mu\text{F}$ angenommen (b) Capacity of a pipeline with 4 mm PE coating (a); Discharging time (5τ) of pipeline capacity including n resonant circuits. Pipeline capacity assumed to be $100 \mu\text{F}$.

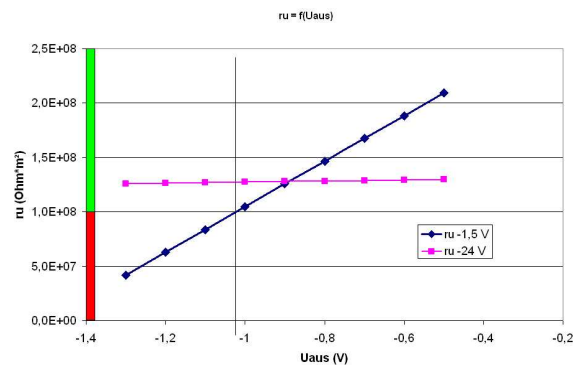


Bild 10: Einfluss des gemessenen Ausschaltpotentials auf den berechneten Umhüllungswiderstand bei unterschiedlichen Einspeisebedingungen Impact of measured off-potential on calculated specific insulation resistance at different drainage conditions

Dauerhafter Einsatz von Schwingkreisen an hochspannungsbeeinflussten Leitungen

Nach erfolgreich absolvierter Einspeisemessung werden die Leitungsabschnitte (Üblicherweise Druckprüfungsabschnitte) miteinander verbunden. Ebenfalls nachträglich verbunden werden auch Schieberstationen, wenn diese nicht Bestandteil der Einspeisemessung waren. Erfahrungsgemäß sind an einer Schieberstation die geforderten Umhüllungsqualitäten kaum einzuhalten, was dazu führt, dass der Gleichstromausbreitungswiderstand R_a sinkt. Auch zeigt die Praxis, dass die bei der Einspeisemessung ermittelte Umhüllungsqualität nicht konstant bleibt, sondern im Laufe der Zeit geringfügig schlechter wird. Meistens werden an hochspannungsbeeinflussten Leitungen auch Probebleche installiert, die zu einer weiteren Verringerung des Widerstandes führen. Wesentliche Verringerungen des Widerstandes bestehen auch dann, wenn neuverlegte Leitungen ohne Isolierstellen in ältere Leitungssysteme eingebunden werden.

Wenn aufgrund der Summe dieser Effekte der Gleichstromausbreitungswiderstand der verbundenen Leitungsabschnitte Werte annimmt, die zu einer Entladezeitkonstante $5 \tau < 200 \text{ ms}$ führen (Bild 9 b), kann auch über den dauerhaften Einsatz von Schwingkreisen an hochspannungsbeeinflussten Leitungen nachgedacht werden, da die oben beschriebenen Einschränkungen bei der Messung des Ausschaltpotentials dann keine Rolle mehr spielen. Die Schwingkreiskapazitäten hätten somit keinen Einfluss auf IFO-, Intensiv- oder Überwachungsmessungen.

Mit dem dauerhaften Einsatz von Reihenschwingkreisen anstelle sonst üblicher Abgrenzeinheiten wie Thyristoren oder Elektrolytkondensatoren wären folgende Vorteile verbunden:

- § Eine Umschaltung der Abgrenzeinheiten in den Messbetrieb wäre nicht erforderlich.
- § An stark hochspannungsbeeinflussten Leitungen wäre die durchgängige Durchführung von KKS-Messung erst durch den Einsatz von Schwingkreisen möglich.
- § Dauerhafte Ableitung des Wechselstroms.
- § Einfachere Referenzwertbildung zur Überwachung des KKS nach DVGW Merkblatt GW 10, da über die Schwingkreise keine Gleichströme fließen.
- § Dadurch ggf. Erreichen einer höheren Fernüberwachungskategorie nach DVGW Merkblatt GW 16.
- § Geringere Streustromverschleppung als bei Leitungen mit direkt angeschlossenen Erden.

Sicherheitsaspekte

Schwingkreise können durch Überspannungsereignisse zerstört und damit hochohmig werden. Der Betrieb einer hochspannungsbeeinflussten Leitung mit über Schwingkreise angeschlossenen Erden ist deshalb nur dann zulässig, wenn der Berührungsschutz über zusätzliche Bauteile sichergestellt wird.

Am Kondensator und an der Drossel des Schwingkreises können zudem schon im Normalbetrieb gefährlich hohe Wechselspannungen anstehen. Ebenso kann am Kondensator auch nach Außerbetriebnahme noch eine Ladung mit sehr hoher Spannung anstehen. Messung an sowie Wartung und Instandhaltung von Schwingkreisen dürfen deshalb nur von eingewiesenem Elektrofachpersonal durchgeführt werden.

Zusammenfassung

An stark hochspannungsbeeinflussten Rohrleitungen oder Rohrleitungsabschnitten wird die Messtechnik bei Stromeinspeisemessungen durch die induzierte Wechselspannung erheblich beeinflusst. Dies kann zu Fehlinterpretationen bezüglich der Umhüllungsqualität führen. Durch Einsatz einer speziellen Messtechnik (analoges Mikrovoltmeter mit hoher Dämpfung zur Strommessung) ist aber auch an stark beeinflussten Leitungsabschnitten eine verlässliche Bestimmung der Umhüllungsqualität möglich.

Ebenso stellen stark hochspannungsbeeinflusste Rohrleitungen oder Rohrleitungsabschnitte hohe Anforderungen an die Schaltungstechnik von Erderanlagen. Sehr vorteilhaft ist der Einsatz von Reihenschwingkreisen als Abgrenzeinheiten, welche auch in stark beeinflussten Bereichen die Durchführung von Einspeisemessungen, Fehlstellenortungen oder Intensivmessungen bei gleichzeitiger Einhaltung der Berührungsschutz-Kriterien ermöglichen.

Literatur

- [1] AfK-Empfehlung Nr. 3 „Maßnahmen beim Bau und Betrieb von Rohrleitungen im Einflussbereich von Hochspannungs-Drehstromanlagen und Wechselstrom-Bahnanlagen“ (10-2006).
- [2] Quast, M.: „Prüfung der Umhüllungsqualität beim Neubau von Gashochdruckleitungen“, Tagungsband zum 22. Oldenburger Rohrleitungsforum 2008, Vulkan-Verlag, S. 564 – 575.
- [3] „Korrosionsschutz erdverlegter Rohrleitungen“, Kompetenz-Center Korrosionsschutz (Hrsg.), 2. Auflage (2008), Vulkan-Verlag, S. 164 – 169.
- [4] AfK-Empfehlung Nr. 10 „Verfahren zum Nachweis der Wirksamkeit des kathodischen Korrosionsschutzes an erdverlegten Rohrleitungen“ (08-2000).