

AUSWIRKUNGEN DES HOCHSPANNUNG-FREILEITUNGS-AUSBAUES AUF PIPELINES

Christian WAHL*, Ernst SCHMAUTZER, Lothar FICKERT

Institut für Elektrische Anlagen / TU Graz, Inffeldgasse 18/I, 8010 Graz,
Tel.: +43 (0) 316 873 8056, christian.wahl@tugraz.at, www.ifea.tugraz.at

Kurzfassung: Der folgende Beitrag zeigt, wie sich der Ausbau von Hochspannungsfreileitungen auf das Wechselstrompotenzial von Pipelines auswirkt. Im Zuge des Ausbaus der regenerativen Energien werden die bestehenden Freileitungen bis hin zu ihrem Kapazitäts- und Sicherheitsmaximum eingesetzt. Daher müssen bestehende Freileitungen ausgebaut oder neu errichtet werden. Dadurch steigt die induktive Beeinflussung von Pipelines, welches sich in erhöhten Rohrpotenzialen auswirkt. Wenn diese Rohrpotenziale gewisse Grenzen überschreiten, sind zusätzliche kostenintensive Maßnahmen notwendig, damit die Sicherheit für Mensch und Anlage weiterhin gewährleistet ist. Bereits beim Neubau aber auch beim Umbau von Freileitungen können die induktiven Beeinflussungen reduziert werden. In diesem Beitrag wird gezeigt, welche Möglichkeiten im Zuge von bereits vorhandenen Freileitungstrassen vorhanden sind, damit das Pipelinepotenzial so niedrig wie möglich gehalten werden kann.

Keywords: Optimierter Freileitungsausbau, induktive Pipelinewechselstrombeeinflussung, Ausbau regenerativer Energie

1 Einleitung

Durch die Bündelung von Verkehrs- und Energietrassen wird die Berechnung der ohmschen und induktiven Pipelinebeeinflussung immer wichtiger, da sich Hochspannungsfreileitungen und elektrische Bahnanlagen nahe an isolierten metallischen Pipelines befinden. Infolge der ohmschen und induktiven Beeinflussung können Spannungen an den Pipelines auftreten, welche eine Gefahr für Mensch und Anlagenteile darstellen können. Durch erhöhte ohmsch oder induktiv eingekoppelte Wechselspannungen an der Pipeline kann zusätzlich eine Wechselstromkorrosion ausgelöst werden, welche im fortgeschrittenen Stadium durch Materialabtrag eine Gefahr für die Umwelt darstellen kann, allenfalls können aber zusätzliche Kosten durch Überwachung, Wartung und Reparatur der Pipeline entstehen.

Durch die Umstellung der Energiepolitik auf erneuerbare Energieträger („20-20-20 bis 2020“) müssen neue Hochspannungsanlagen, Umspannwerke, Freileitungen und Kabel zur Integration von Windkraft und Photovoltaikanlagen errichtet oder bestehende Anlagen entsprechend ausgebaut werden, damit die zusätzlichen Stromlastflüsse aufgenommen und transportiert werden können. Dadurch steigen die Einflüsse von diesen Anlagen durch ohmsche und induktive Beeinflussung. Daraus resultierend wird das Wechselstrompotenzial auf einer Pipeline erhöht und kann Auswirkungen auf den Betrieb haben.

2 Problemstellung

Mit der Vorgabe „20-20-20 bis 2020“ durch das Klima- und Energiepaket der EU ist u.a. eine Steigerung des Anteils an erneuerbarer Energie auf 20 % notwendig und damit wird es zukünftig Änderungen in der Energiestrategie geben. Diese schließen den massiven Ausbau von Wind – und Sonnenenergie mit ein.

Die Auswirkungen dieser Änderung der Energiepolitik auf erhöhte Lastflüsse im elektrischen Netz kann auf vier wesentliche Einflussfaktoren zurückgeführt werden:

- **Ausbau der Windenergie**
Die Windenergie gilt als eine der Schlüsseltechnologien für die Energiewende und daher werden auch weitere Windenergieparks in der Zukunft errichtet werden. Da jedoch die potenziellen interessanten Standorte dafür rar sind, kommt es dazu, dass an den jeweiligen geografischen Windstandorten alle Windräder gleichzeitig Energie in das Hochspannungsfreileitungsnetz einspeisen. Meist ist die eingespeiste Windenergie wesentlich höher als der lokale Verbrauch, daher müssen diese Überschüsse überregional weitertransportiert werden.
- **Ausbau der PV-Anlagen**
Aktuell wird diese Energie besonders gefördert, da diese für Privathaushalte einfach zu realisieren ist. Das Problem bei PV-Anlagen ist aber, dass innerhalb der EU im Wesentlichen, natürlich abhängig der Wetterlage, die Sonne gleichzeitig scheint. Dadurch ergibt sich bei weiterem Ausbau, auch unter Berücksichtigung der lokalen Speichermöglichkeiten, dass sich die gleichzeitigen Stromlastspitzen in den verschiedenen Ländern noch weiter erhöhen. Insbesondere große dezentrale Anlagen verursachen einen erhöhten Lastfluss. Dadurch ergibt sich, dass das Angebot die lokale Nachfrage übersteigt.
- **Zusätzlicher Stromtransport auf EU/Europa-Ebene**
Aufgrund der Vernetzung der Hochspannungsfreileitungen innerhalb der EU und Europa wird das Angebot/Nachfrage-System sehr flexibel und wenn möglich kostengünstig gehalten. Da im Zuge der erneuerbaren Energien die geografischen Distanzen zwischen Erzeugungsstandort und Verbrauchszentren sehr groß sein können und der Energievorteil der regenerativen Energien gegeben wird, ist mit einem wesentlich steigendem Stromlastfluss auf den Hoch- und Höchstspannungsnetzen zu rechnen.
- **Zusätzlicher Stromtransport für die (lokale) Energiespeicherung**
Wenn es die Wetterbedingungen zulassen, entstehen innerhalb Europas durch die erneuerbaren Energien wesentliche Energieüberschüsse. Damit diese nicht nutzlos durch Abschalten von Energieparks etc. werden, ist eine Speicherung der überschüssigen Energie notwendig. Aktuell wird diese vorwiegend über Pumpspeicherkraftwerke bewerkstelligt, in der Zukunft wird diese und andere Technologien noch notwendiger werden da mit steigenden Energieüberschüssen durch den Ausbau der regenerativen Energie zu rechnen ist.

Durch oben genannte Effekte ist wegen der „neuen“ Energiepolitik und die Fokussierung auf immer mehr regenerativen Energien mit einer entscheidenden Steigerung der Stromlastflüsse zu rechnen, wobei zusätzlich aber auch die durchschnittlichen Regellastströme steigen werden. So werden Spitzenströme im Grenzbereich der maximalen thermischen Leiterseilbelastungen wesentlich öfters auftreten.

3 Herausforderung

In Zukunft wird es notwendig sein, dass bestehende Freileitungen sowie unterstützende Anlagen (Umspannwerke etc.) verstärkt und ausgebaut oder aber neue Hochspannungsanlagen errichtet werden. Mit dem Umbau oder Neubau steigen die Strombelastungen. So wird für die Normalbeeinflussung der kurzzeitige Spitzenstrom weiter steigen ebenso wie der durchschnittliche Stromlastfluss. Zu beachten ist durch den Ausbau der ebenfalls steigende Kurzschlussstrom im Fehlerfall.

Durch die höheren Ströme in den Hochspannungsfreileitungen erhöht sich aufgrund des elektromagnetischen Wechselfeldes die induktive Kopplung zwischen Freileitung und Pipeline, die eine unterschiedlich starke Auswirkung auf die Langzeit- und Kurzzeitbeeinflussung von Pipelines hat.

Zur gültigen Bestimmung der induktiven Beeinflussung von Pipelines müssen innerhalb Österreich bzw. Europa einschlägige nationale Richtlinien und Normen eingehalten werden (TE 30 [1], EN 50443 [2], EN 15280 [3]), welche das maximale Pipelinepotenziale für die Langzeit- bzw. Kurzzeitbeeinflussung vorschreiben. Diese liegen für die Berührungsspannung bei 60 V [2] bzw. 65 V [1] für Langzeit- und 1500 V [2] bzw. 2000 V [1] für die Kurzzeitbeeinflussung bzw. 15 V [3] für die Wechselstromkorrosion. Wenn das Pipelinepotenzial innerhalb dieser Bereiche liegt, sind keine zusätzlichen Maßnahmen wie z.B. Erdungsanlagen oder Isolierkupplungen und daher keine zusätzlichen Aufwendungen (Kosten) notwendig. Durch die in Zukunft höheren zu erwartenden maximalen thermischen Grenzströme (Spitzenströme), Regellastströme und Kurzschlussströme entsteht die Gefahr, dass die Grenzwerte, speziell in Bereiche der Pipeline, in denen diese bereits ausgereizt sind, überschritten werden.

Durch die im Zuge von Planungsrechnungen durchgeführten Anlagenoptimierungen ist es möglich, die notwendigen Minderungsmaßnahmen zur Verhinderung unzulässiger oder unerwünschter Pipelinepotenziale auf das unbedingte Maß zu beschränken, um zusätzlich anfallende Kosten zu minimieren. Da speziell die induktive Beeinflussung über große Distanzen wirken kann und daher die Pipelines besonders vom Ausbau von Hochspannungsfreileitungen induktiv beeinflusst werden können, sind in dieser Arbeit die Berechnungen auf dieses Themengebiet beschränkt.

4 Methodik

4.1 Induktive Beeinflussung

Induktive Kopplungen treten auf, wenn zwischen einer beeinflussenden (Hochspannungsfreileitung) und einer beeinflussten Leitung (Pipeline) ein magnetisches Feld besteht. Damit eine hohe induktive Beeinflussung und damit ein hohes Pipelinepotential entstehen kann, ist eine Annäherung von Leitungsanlage und Pipeline über eine längere Strecke erforderlich. Neben hohen Lastströmen ist zusätzlich die Verdrillung bzw. Phasenbelegung der Freileitung zu beachten, da eine ungünstige Phasenbelegung das induktive Drehfeld und damit die induktive Beeinflussung verstärkt.

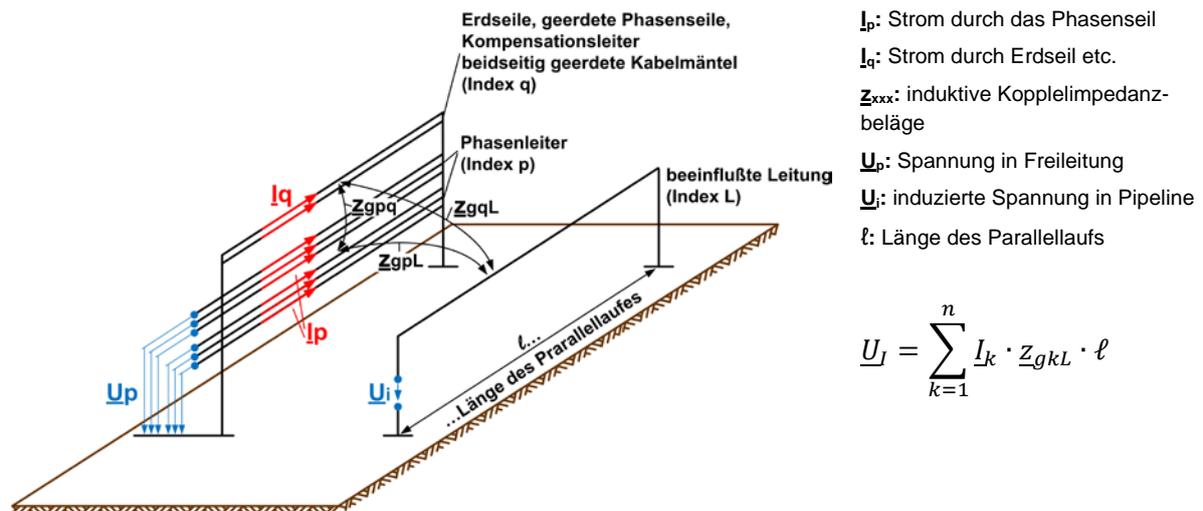


Abbildung 1: Komplexes Beeinflussungsmodell der induktiven Beeinflussung

Abbildung 1 zeigt das komplexe Beeinflussungsmodell für die induktive Beeinflussung zwischen einer 2-systemigen-Hochspannungsfreileitung und einer Pipeline. Die einzelnen Leitungen werden als System von Linienleiter dargestellt, die zueinander parallel sind. Die Phaseleiterströme I_p werden vom Normalfall oder Fehlerfall bestimmt, die restlichen Ströme I_q fließen über Erdseile, Kompensationsleiter etc. Wenn alle beeinflussenden Ströme I (aus I_p bzw. I_q) und die unterschiedlichen induktiven Koppelimpedanzen bekannt sind, kann durch die phasengerechte Summenbildung das resultierende induzierte Pipelinepotential U_i berechnet werden.

4.2 Betrachtung des Beispielmodells inklusive technische Parameter

Wenn sich Hochspannungsfreileitungen und Pipelines weniger als 1000 m befinden, sind induktive Beeinflussungsberechnungen notwendig. Nachfolgende Abbildung 2 zeigt eine beispielhafte Annäherung zwischen einer Pipeline und zweier Hochspannungsfreileitungen. Anhand dieses Beispiels werden verschiedene Ausbaumöglichkeiten und deren Auswirkungen auf das Pipelinepotenzial gezeigt.

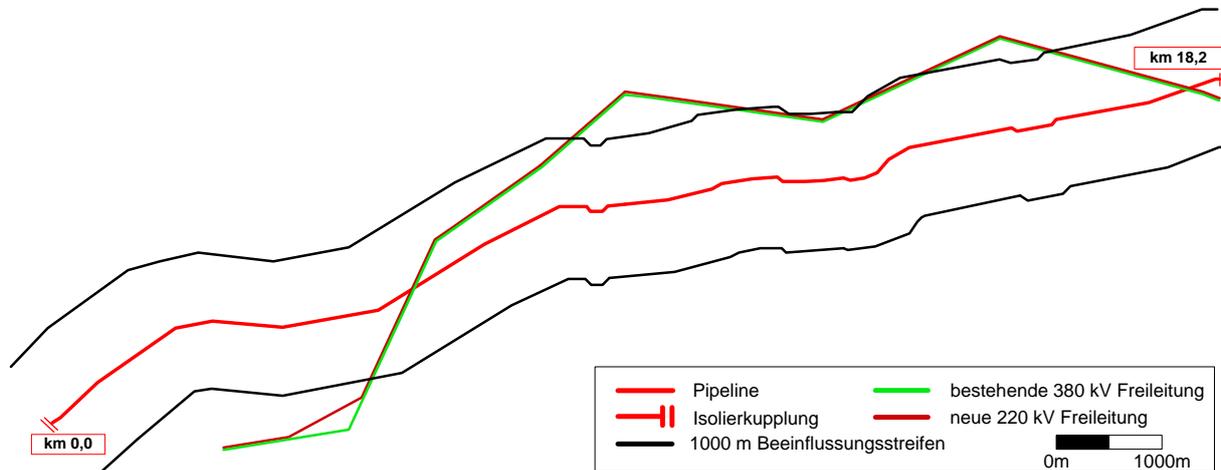


Abbildung 2: Beispielhafte Annäherung zwischen Pipeline und Hochspannungsfreileitung

Im Rahmen der vorliegenden Beeinflussungsberechnungen wird die induktive Beeinflussung einer 18,3 km langen Stahlpipeline mit PE-Isolierung und einem Durchmesser von 1200 mm analysiert. Der spezifische Bodenwiderstand wird mit $100 \Omega\text{m}$ angenommen.

Grundfall:

In der Grundberechnung wird die bestehende 380-kV-Freileitung (grüne Linie) mit der Phasenbelegung in Abbildung 3 verwendet und durch den Ausbau der regenerativen Energien bereits an der thermischen Grenze bzw. (n-1)-sicheren Betrieb betrieben.

$$I_{\text{therm}}: 2300 \text{ A und } I_{(n-1)}=0,6 \cdot I_{\text{therm}}: 1380 \text{ A}$$

Ausbaumöglichkeit 1:

In der ersten Ausbaumöglichkeit werden die Phasenseile durch Hochtemperaturseile (HAT-Seilen) oder größerer Bündelleiter verstärkt, die Phasenbelegung bleibt unverändert (Abbildung 3).

$$I_{\text{therm}}: 3477 \text{ A und } I_{(n-1)}=0,6 \cdot I_{\text{therm}}: 2086 \text{ A}$$

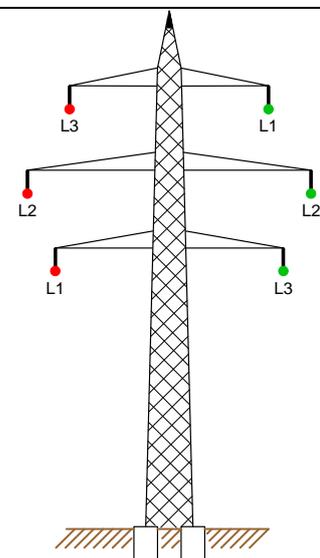


Abbildung 3: 380-kV-Mast mit 2 Systeme

Ausbaumöglichkeit 2:

Die zweite Ausbaumöglichkeit besteht darin, die 2-systemige 380-kV-Freileitung durch eine 4-systemige 380-kV-Freileitung zu ersetzen. Für das Leiterseil wird das Gleiche wie im Grundfall, für die Phasenbelegung werden zwei verschiedene Varianten verwendet. Die erste Verdrillung findet sich in Abbildung 4. Die unterschiedlichen Farben signalisieren die vier verschiedenen Systeme.

I_{therm} : 2300 A und $I_{(n-1)}=0,6 \cdot I_{\text{therm}}$: 1380 A

Ausbaumöglichkeit 3:

Die dritte Ausbaumöglichkeit besteht aus Variante zwei und einer geänderten Phasenbelegung, welche in Abbildung 5 dargestellt ist.

I_{therm} : 2300 A und $I_{(n-1)}=0,6 \cdot I_{\text{therm}}$: 1380 A

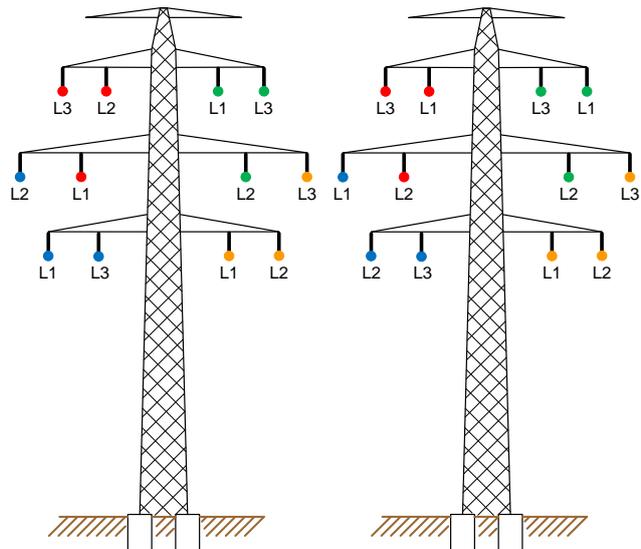


Abbildung 4: 380-kV-Mast mit 4 Systeme, Phasenbelegung 1

Abbildung 5: 380-kV-Mast mit 4 Systeme, Phasenbelegung 2

Ausbaumöglichkeit 4:

Als Alternative zum Ausbau der bestehenden Freileitung wird der Neubau einer zusätzlichen Leitung betrachtet. In dieser Berechnungsvariante wird das durch der Bau einer zweiten, parallelen Leitung (braune Linie, Abbildung 2) realisiert.

Der Ausbau wird mit einer 220-kV-Freileitung erreicht, welche in zwei verschiedenen Phasenbelegungsvarianten berechnet wird. Die erste Variante findet sich in Abbildung 6.

I_{therm} : 2080 A und $I_{(n-1)}=0,7 \cdot I_{\text{therm}}$: 1456 A

Ausbaumöglichkeit 5:

Für die letzte mögliche Ausbaustufe wird die zusätzliche 220-kV-Freileitung in der zweiten Phasenbelegungsvariante (Abbildung 7) berechnet.

I_{therm} : 2080 A und $I_{(n-1)}=0,7 \cdot I_{\text{therm}}$: 1456 A

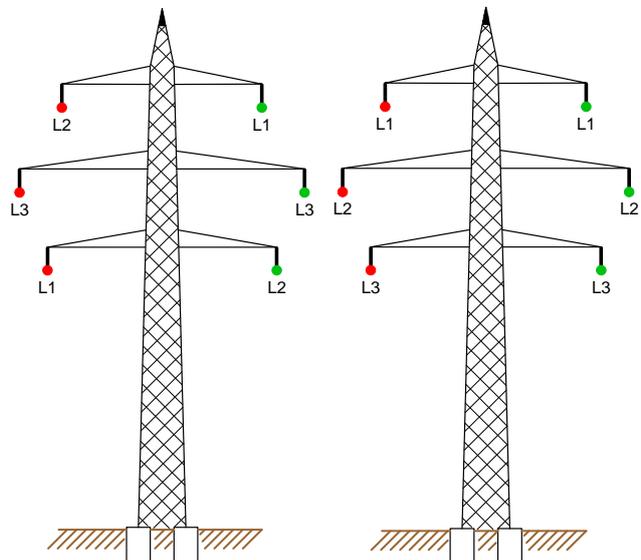


Abbildung 6: 220-kV-Mast mit 2 Systeme, Phasenbelegung 1

Abbildung 7: 220-kV-Mast mit 2 Systeme, Phasenbelegung 2

5 Ergebnisse

5.1 Langzeitbeeinflussung

Unter Langzeitbeeinflussung versteht man den Betrieb unter Normalbedingungen der Hochspannungsanlagen. Hierzu darf das induzierte Pipelinepotenzial bestimmte Grenzen für die Berührungsspannung nicht überschreiten.

Gemäß

- TE 30 liegt diese Grenze bei 65 Volt für eine Langzeitbeeinflussung von > 0,5 s, während die neuere
- EN 50443 einen maximalen Wert von 60 Volt für eine Langzeitbeeinflussung von > 3 s vorschreibt.

Für die Berechnung dieser Grenzwerte gibt es für die beiden Richtlinien, speziell bei Mehrfachbeeinflussung, unterschiedliche Methoden. Für das Rohrpotenzial entlang der Pipeline wird gemäß TE 30 der Maximalwert aller einzelnen induzierenden Beeinflussungen ermittelt. Gemäß EN 50443 werden jedoch die einzelnen induzierenden Beeinflussungen zu einem summierten Rohrpotenzial addiert ([2], Kapitel B.6):

gleiche Systemfrequenz: $U = \sqrt{a^2 + b^2 + 2ab \cos \gamma}$

a, b: Effektivwerte der beeinflussenden Systeme

γ : Phasenverschiebung zwischen den zwei beeinflussenden Systemen

Anmerkung: Wenn die Phasenverschiebung unbekannt ist, werden beide Systeme als phasengleich angesehen. ($\gamma=0$)

unterschiedliche Systemfrequenz: $U = \sqrt{\sum_{i=1}^N |U_i|^2}$

N: Die Anzahl der beeinflussenden Systeme

U_i : die vom i-ten beeinflussenden System verursachte Beeinflussungsspannung, welches einzeln betrachtet wird

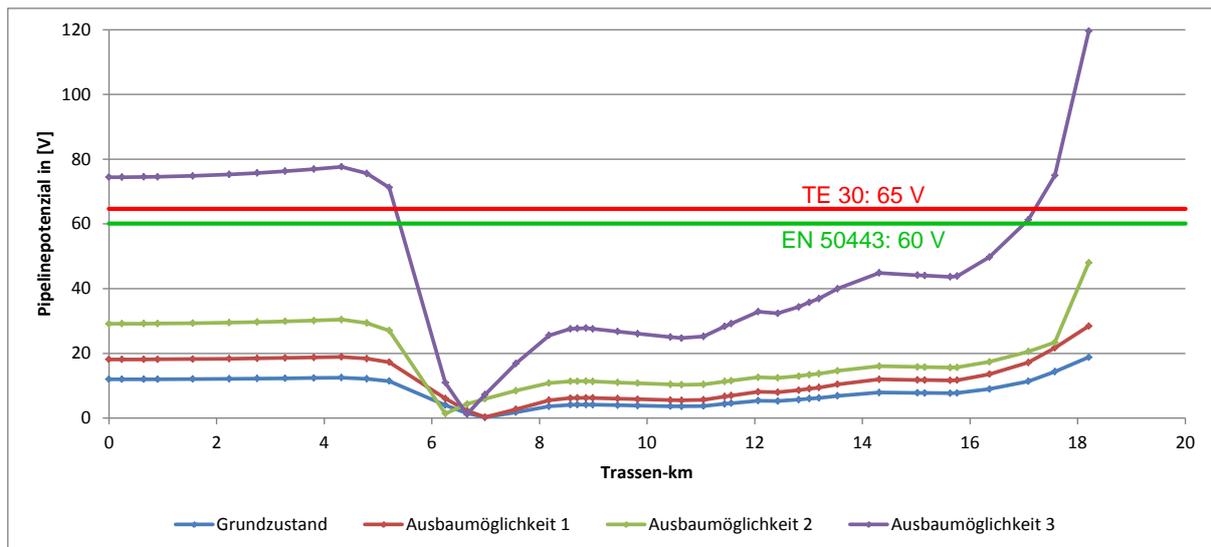


Abbildung 8: Langzeitbeeinflussung: Auswirkungen des Umbaus der bestehender 380-kV-Freileitung auf das Pipelinepotential für Berührungsspannung gemäß TE 30 bzw. EN 50443

Die Abbildung 8 zeigt das Pipelinepotential für den Grundfall (blaue Linie) bzw. den Umbau der bestehenden 380-kV-Freileitung. Es zeigt sich, dass auch bei Verstärkung der Leiterseile (Ausbaumöglichkeit 1) um 50 % die Grenzwerte nicht erreicht werden. Wenn das System auf eine 4-fach-Leitung unter Beachtung der richtigen Phasenbelegung (Ausbaumöglichkeit 2) ausgebaut wird, ist mit einer wesentlich höheren Beeinflussungsspannung zu rechnen, die Grenzen werden dennoch nicht erreicht. Wird jedoch eine Phasenbelegung verwendet, die die induktive Kopplung verstärkt (Ausbaumöglichkeit 3), werden die Grenzen nach beiden Bestimmungen überschritten.

Wenn die Ausbaumöglichkeiten 4 und 5 betrachtet werden, muss aufgrund der Mehrfachbeeinflussung gemäß TE 30 bzw. EN 50443 die Berechnung unabhängig voneinander ausgeführt werden.

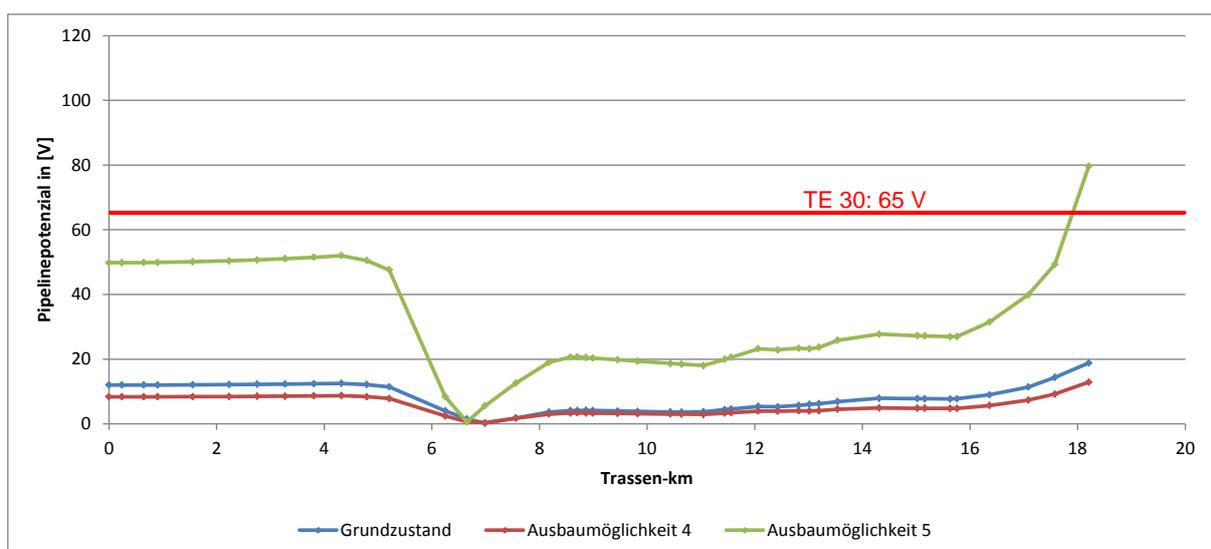


Abbildung 9: Langzeitbeeinflussung: Auswirkungen des Neubaus der zusätzlichen 220-kV-Freileitung zur bestehenden 380-kV-Freileitung auf das Pipelinepotential für Berührungsspannung gemäß TE 30

Wenn das bestehende System nicht verändert wird, aber eine zusätzliche 220-kV-Leitung gebaut wird, muss gemäß TE 30 das maximale Potenzial aller Leitungen bei der Bestimmung des Rohrpotenzials herangezogen werden. Hier zeigt sich, dass bei korrekter Implementierung der Phasenbelegung (Ausbaumöglichkeit 4) die Werte unterhalb der geforderten 65 Volt bleiben, bei einer ungünstigen Phasenbelegung (Ausbaumöglichkeit 5) wird der Grenzwert überschritten.

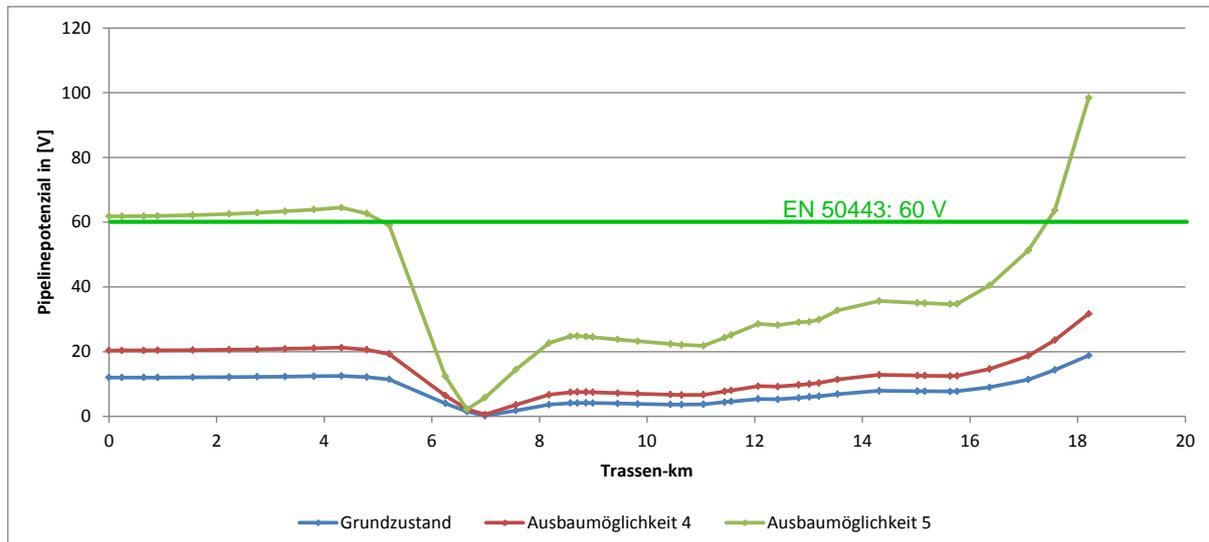


Abbildung 10: Langzeitbeeinflussung: Auswirkungen des Neubaus der zusätzlichen 220-kV-Freileitung zur bestehenden 380-kV-Freileitung auf das Pipelinepotenzial für Berührungsspannung gemäß EN 50443

Gemäß EN 50443 muss eine Summenbildung gemäß Kapitel B.6 bei mehr als einer Leitung durchgeführt werden. Deshalb ist mit einer Überschreitung der 60 Volt zu rechnen, wenn die ungünstige Phasenbelegung (Ausbaumöglichkeit 5) verwendet wird.

Es zeigt sich, dass es, wenn eine ungünstige Phasenbelegung angenommen wird, zu einer Überschreitung der Grenzspannung gemäß den Bestimmungen kommt. Alle anderen Umbau- bzw. Neubauvarianten können in diesem Beispiel realisiert werden, ohne dass zusätzliche Maßnahmen an der Pipeline notwendig sind da die zulässigen Spannungsgrenzen eingehalten werden.

5.2 Langzeitbeeinflussung – Wechselstromkorrosionsgefährdung

Im Rahmen der Berechnungen der Wechselstromkorrosionsgefährdungswahrscheinlichkeit gemäß EN 15280 werden Ströme herangezogen, die über einen längeren Zeitraum dauerhaft auf den Hochspannungsfreileitungen auftreten können. Diese werden dadurch vorgegeben, dass immer ein (n-1)-sicheren Betrieb gewährleistet werden muss. Auch hier gilt, dass gemäß ÖVE/ÖNORM EN 50443 die einzelnen induzierten Beeinflussungsspannungen frequenzrichtig zu einem summierten Rohrpotenzial addiert werden müssen.

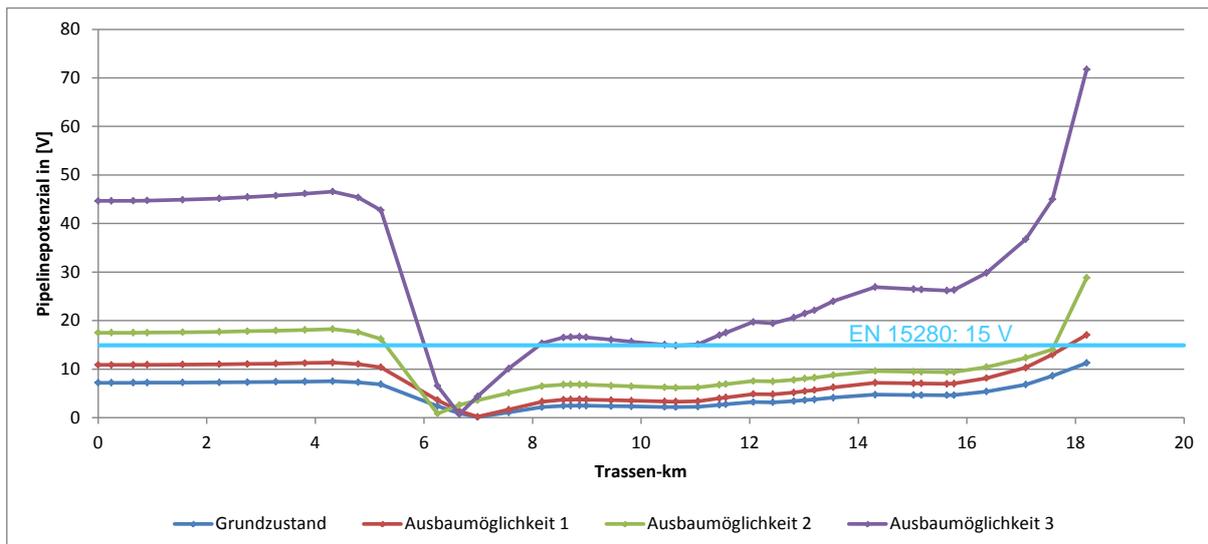


Abbildung 11: Langzeitbeeinflussung: Auswirkungen des Umbaus der bestehender 380-kV-Freileitung auf das Pipelinepotenzial zur Beurteilung des Wechselstromkorrosionsgefährdungsrisikos gemäß EN 15280

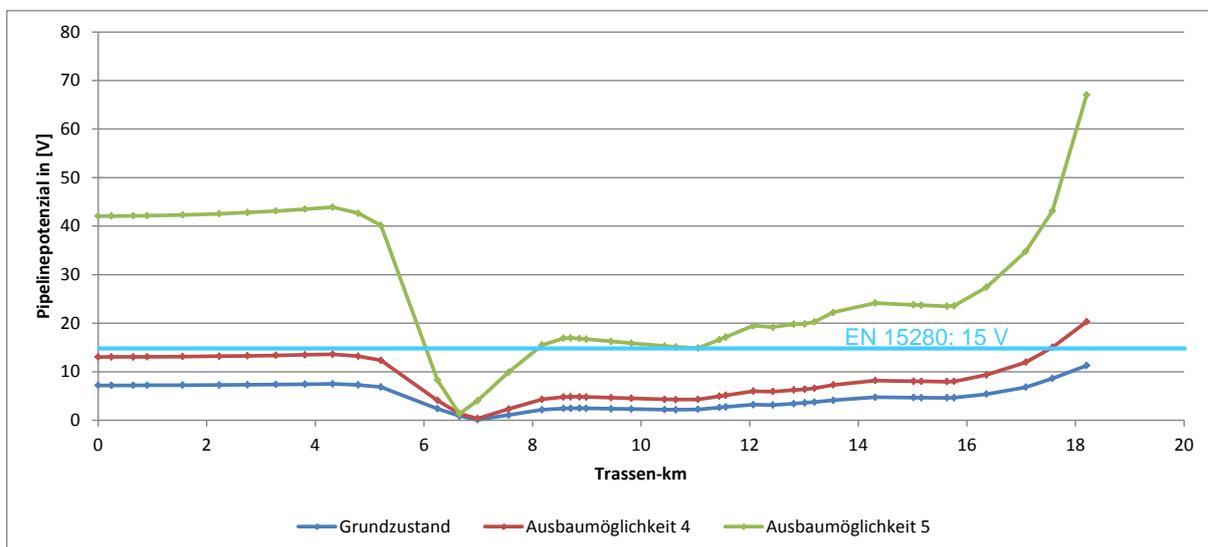


Abbildung 12: Langzeitbeeinflussung: Auswirkungen des Neubaus der zusätzlichen 220-kV-Freileitung zur bestehenden 380-kV-Freileitung zur Beurteilung des Wechselstromkorrosionsgefährdungsrisikos gemäß EN 15280

Die Berechnungen zeigen, dass sich die Pipelinepotenziale ähnlich verhalten wie bereits in Kapitel 5.1, jedoch mit dem Unterschied, dass die Beeinflussungsspannungen auch bei den günstigen Phasenbelegungen (Ausbaustufe 2 (380 kV) und 4 (220 kV) sowie bei den Phasenleiterverstärkungen (Ausbaustufe 1) über den Grenzwert von 15 V liegen. Diese (geringen) Überschreitungen können jedoch mit relativ kostengünstigen zusätzlichen

Aufwendungen an der Pipeline (Erdungsanlagen, etc.) unter den Grenzwert reduziert werden. Bei den Ausbaustufen 3 (380 kV) und 5 (220 kV) kann das Pipelinepotenzial auch mit zusätzlichen Aufwendungen an der Pipeline nicht unter den Grenzwert von 15 Volt reduziert werden.

5.3 Kurzzeitbeeinflussung

Für die Berechnungen der Kurzzeitbeeinflussung (einpoliger Erdkurzschluss) wurden folgende Werte angenommen: Grundfall und Ausbaustufe 1: 10 kA, restliche 380-kV-Ausbaustufen 2 und 3: 20 kA, 220-kV-Ausbaustufe 4 und 5: 7 kA. In beiden Richtlinien sind die maximalen Pipelinepotenziale der einzelnen Fehlerfälle relevant. Gemäß TE 30 kann allerdings ein Erwartungsfaktor von 0,7 berücksichtigt werden, somit ergeben sich in der Berechnung niedrigere Pipelinepotenziale gegenüber der Berechnung gemäß ÖVE/ÖNORM EN 50443.

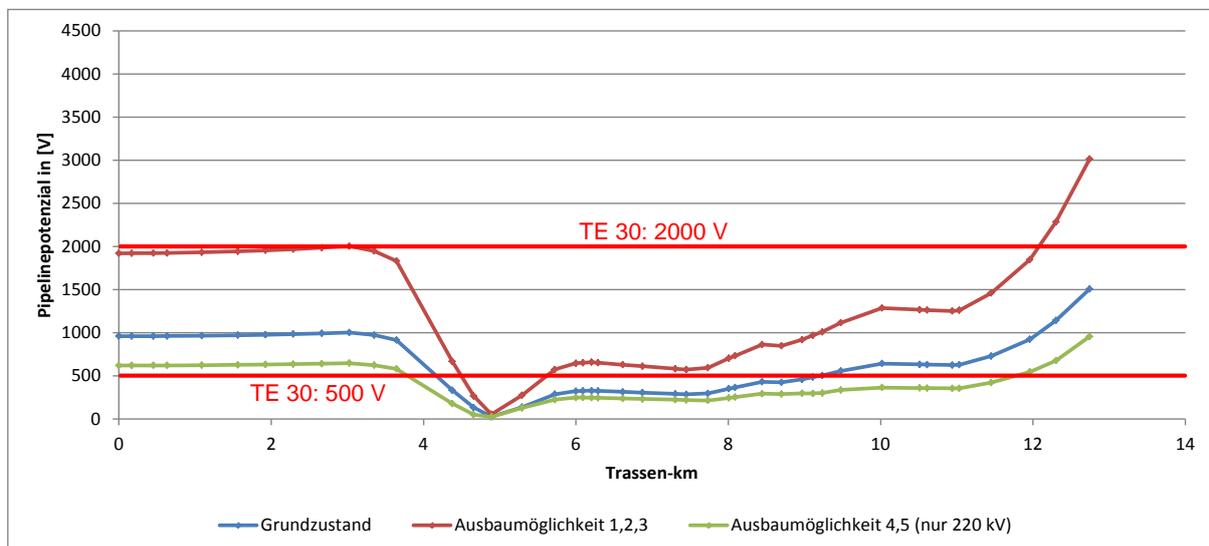


Abbildung 13: Kurzzeitbeeinflussung: Auswirkungen des Umbaus der bestehenden 380-kV-Freileitung bzw. der Neubau der zusätzlichen 220-kV-Freileitung auf das Rohrpotenzial zur Beurteilung der Kurzzeitbeeinflussung gemäß TE 30

Es zeigt sich, dass der Ausbau der bestehenden Leitung auf ein 4-fach-System mit einhergehendem höherem (doppeltem) Kurzschlussstrom das Rohrleitungspotenzial über 2000 Volt steigen lässt. Es ist aber möglich, mit einfachen Maßnahmen und relativ geringen Kosten das Pipelinepotential unter 2000 Volt zu reduzieren. Da aber sowohl im Grundfall auch in den Ausbaustufen 1 bis 3 die Beeinflussungsspannungen weiterhin über 500 Volt liegen, sind somit zusätzliche Maßnahmen an der Rohrleitung notwendig. Bei den Ausbaustufen 4 und 5 sind die induzierenden Beeinflussungsspannungen geringer als die der 380-kV-Leitung und daher in diesem Beispiel nicht weiter von Relevanz.

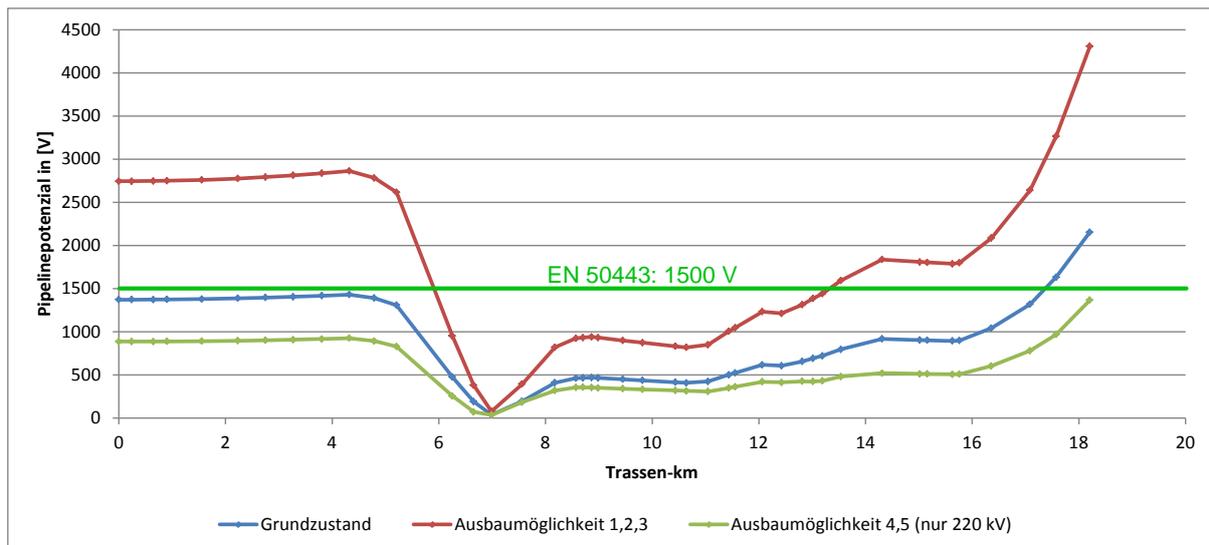


Abbildung 14: Kurzzeitbeeinflussung: Auswirkungen des Umbaus der bestehenden 380-kV-Freileitung bzw. der Neubau der zusätzlichen 220-kV-Freileitung auf das Pipelinepotential zur Beurteilung der Kurzzeitbeeinflussung gemäß ÖVE/ÖNORM EN 50443

Der Pipelineverlauf ist exakt der Gleiche wie in Abbildung 13, jedoch um den Faktor 0,7 höher. Es zeigt sich aber, dass das Potenzial des 4-fach-Systems mit den doppelten Kurzschlussstrom eindeutig über der Grenze von 1500 Volt liegt und nur schwer durch Maßnahmen an der Pipeline unter den 1500 Volt zu reduzieren ist. Im Grundfall und den Ausbaustufen 1, 4 und 5 ist dieser Grenzwert bereits mit kostengünstigen Maßnahmen zu erreichen.

6 Zusammenfassung

Aufgrund steigender Lastflüsse in elektrischen Hoch- und Höchstspannungsnetzen ist der zukünftige Aus- oder Umbau von Hochspannungsfreileitungen notwendig.

Bei der Errichtung von neuen Hochspannungsfreileitungen sollte darauf geachtet werden, den Abstand zwischen den Systemen elektrische Leitung und Pipeline so groß wie möglich zu gestalten, denn dies ist die effektivste Maßnahme gegen zu vermeidende hohe Rohrpotenziale.

Abseits der Trassenwahl beim Neubau ist sowohl bei Um- als auch Neubau die Wahl einer EMV-verträglichen Seilbelegung entscheidend. Wie in diesem Beitrag gezeigt wurde, können bei der Wahl der geeigneten Freileitungskonfiguration (Mastkonfiguration, Phasenseilbelegung etc.) die in die Pipeline induzierten Beeinflussungsspannungen soweit reduziert werden, dass die geforderten Grenzen hinsichtlich Normalbeeinflussung oder Kurzzeitbeeinflussung eingehalten werden können.

Wird es verabsäumt, dass bereits bei der Errichtung der Freileitung geeignete Maßnahmen getroffen werden, sind später zusätzliche Schutzmaßnahmen entlang der Pipeline zu treffen wie z.B. Erdungsanlagen, isolierte Kupplungen oder andere Schutzmaßnahmen. Jedoch können diese Maßnahmen sehr umfangreich ausfallen und es entstehen dadurch zusätzliche hohe Kosten. Wenn besonders hohe induktive Beeinflussungen auftreten, können die Rohrpotenziale so hoch werden, dass selbst mit den zusätzlichen Maßnahmen an der

Pipeline die Beeinflussungsspannungen nicht unter den jeweiligen Grenzwert reduziert werden können.

In der beispielhaften Annäherung kann gezeigt werden, dass die Langzeitbeeinflussung bei einer Betrachtung gemäß TE 30 oder EN 50443 unterschiedlich bewertet werden muss. Es wird ersichtlich, dass bei einer optimierten Phasenbelegung der Hochspannungsfreileitung die induzierten Beeinflussungsspannungen wesentlich geringer sind als bei einer ungünstigen, nicht phasenseiloptimierten Variante. Es ist somit möglich, bestehende Freileitungen durch Umbau der Phasenleiter (HS-Seile) oder durch Auflegen von zusätzlichen Phasenseilen aufzurüsten oder in der bereits bestehenden Freileitungstrasse eine neue Leitung zu bauen und dabei die Grenzwerte der Richtlinien zum Schutz der Pipeline einzuhalten. Wie gezeigt wurde, gibt es bei Langzeitbeeinflussung Fälle, bei denen das induzierte Rohrpotenzial den Grenzwert von 15 V bei Dauerbeeinflussung hinsichtlich Wechselstromkorrosionsrisikos vor dem Um- oder Ausbau bereits ausnützt und den Grenzwert nach den berechneten Ausbaumöglichkeiten auf jeden Fall überschreitet und besonders aufwendige konstruktive und betriebliche Maßnahmen zum Schutz der Pipeline getroffen und finanziert werden müssen.

Welche Aus- oder Neubauvariante schlussendlich die ideale Wahl darstellt, hängt sowohl von den Freileitungs- und Rohrleitungsparametern, der Frequenz und dem spezifischen Bodenwiderstand sowie von den geografischen Gegebenheiten von Pipeline und Freileitung(en) als auch von der Art und Höhe der zu erwartenden Beeinflussung ab.

7 Literaturverzeichnis

- [1] TE 30: Technische Empfehlung Nr. 30, (Ausgabe April 1987): Maßnahmen bei Bau und Betrieb von Rohrleitungen im Einflussbereich von Starkstromanlagen mit Nennspannungen über 1 kV, Technisches Komitee für Beeinflussungsfragen, (VEÖ).
- [2] ÖVE/ÖNORM EN 50443, (2012-10-01): Auswirkungen elektromagnetischer Beeinflussungen von Hochspannungswechselstrombahnen und/oder Hochspannungsanlagen auf Rohrleitungen.
- [3] ÖVE/ÖNORM EN 15280, (2013-10-01): "Beurteilung der Korrosionswahrscheinlichkeit durch Wechselstrom an erdverlegten Rohrleitungen anwendbar für kathodisch geschützte Rohrleitungen".