

DuoTrack® – Eignung für elektrifizierte Strecken erfolgreich nachgewiesen

In mehr als dreijähriger Entwicklungszeit ist Nexans der Nachweis gelungen, dass DuoTrack® auch für den Betrieb an elektrifizierten Bahnstrecken der DB Netz AG geeignet ist.

Einführung

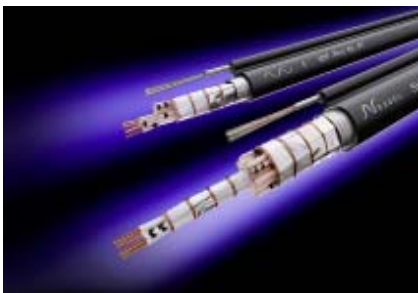
Die Bahnstromversorgung im elektrifizierten Streckennetz der DB Netz AG führt zu einer elektromagnetischen Beeinflussung der Signal- und Nachrichtenkanäle, die entlang der Bahnstrecken verlegt werden. Diese müssen daher mit einer aufwendigen und kostenintensiven, elektromagnetischen Kabelabschirmung, dem so genannten Induktionsschutzmantel, ausgerüstet sein, damit ein störungsfreier und sicherer Betrieb gewährleistet ist.



DuoTrack®-Kabel an der Schiene.



Dipl. Ing. Harald Bütke,
Leiter Produktentwicklung Telecom,
Nexans Deutschland GmbH,
Mönchengladbach



DuoTrack®-Kabel 3x4 und 8x4.

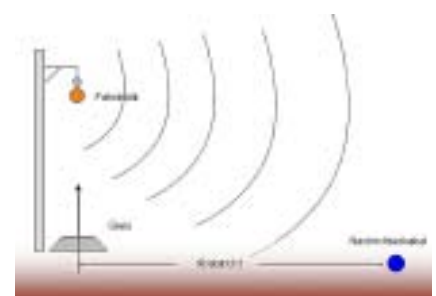
DuoTrack® wurde von der Nexans Deutschland GmbH als innovative und wirtschaftliche Streckenverkabelung für das überwiegend nicht elektrifizierte Regionalnetz der DB Netz AG entwickelt, so dass man hier bei der Auslegung des DuoTrack®-Kabels auch unter anderen Gesichtspunkten von einem Induktionsschutzmantel abgesehen hat.

Welchen Einfluss die Kabel-Verlegung direkt an der Schiene auf die elektromagnetische Beeinflussung an elektrifizierten Strecken haben würde, war eine sehr komplexe und nicht einfach zu beantwortende Frage.

Theoretische Vorbetrachtungen

Auch wenn die grundsätzliche Beeinflussungssituation durch die Maxwell'schen Gleichungen elementar zu beschreiben sind, stellt die theoretische Behandlung der realen Beeinflussungssituation, die alle möglichen Rückströme/-wege, deren Positionsabhängigkeit und geologische Randparameter berücksichtigt, eine sehr anspruchsvolle Aufgabe dar, die bei der DB Netz AG naturgemäß auf eine fast ebenso lange Tradition zurückblickt, wie die Elektrifizierung selber.

Die dabei entwickelten Vorschriften und Empfehlungen gehen jedoch alle von der gemeinsamen Grundannahme aus, dass das beeinflusste Kabel in einem gewissen Abstand zum Gleis, typisch 3 m, verlegt wurde und sind damit auf ein direkt an der Schiene verlegtes Duo-Track®-Kabel nicht anwendbar.



Beeinflussung durch den Fahrdrabt.

Grenzwertbetrachtungen führen aber schnell zu der **Hypothese**, wonach die in der Schiene fließenden Rückströme ein an der Schiene verlegtes Kabel in höherem Maße schützen könnten, als das bei konventioneller Verlegung der Fall ist.

Empirische Untersuchungen

Nachdem Beeinflussungsmessungen an der nicht elektrifizierten Teststrecke Tremsbüttel bereits im Dezember 2005 einen ersten Eindruck von der hohen Störunempfindlichkeit des DuoTrack®-Kabels vermittelt hatten, wurde sehr schnell der Bau einer weiteren Versuchsanlage an einer elektrifizierten Strecke beschlossen und auf dem elektrifizierten Testring T1 des Siemens Testcenters in Wildenrath im Jahr 2008 zur Ausführung gebracht.

Die Fa. Siemens AG betreibt hier auf dem Gelände eines ehemaligen Militärflughafens der Britischen Rheinarmee in Wegberg/Wildenrath seit 1997 ein Testcenter für die Erprobung und Zulassung von Eisenbahnfahrzeugen.

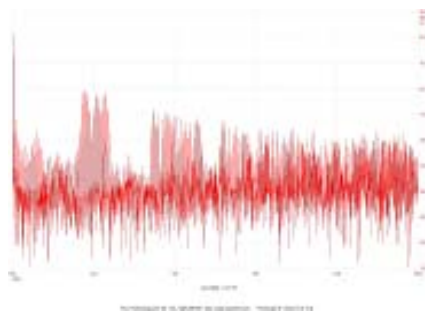


Versuchskabel im Siemens Testcenter Wildenrath

Auf einem etwa 2 km langen Teilabschnitt des elektrifizierten Testrings T1 wurde mit freundlicher Genehmigung der Fa. Siemens AG ein DuoTrack®-Kabel der Abmessung 8x4 verlegt und

beidseitig so abgeschlossen, dass hier Beeinflussungsmessungen durchgeführt werden können.

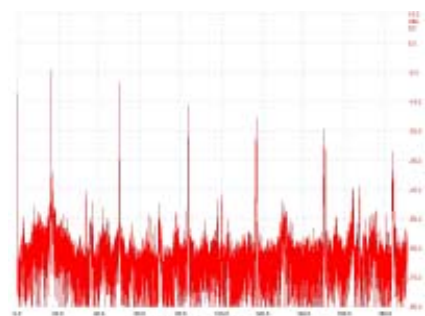
Die im Juni 2008 durchgeführten Messungen ergaben Beeinflussungsspannungen, die auf eine Reduzierung der Beeinflussung von ca. 60 % schließen lassen. Auch wenn versorgungs- und bautechnische Besonderheiten des Siemens Testrings T1 eine direkte Übertragung der Ergebnisse auf Gleisanlagen der DB Netz AG erschweren, war dies



Störspektrum – Siemens Testcenter.

Bestätigung genug, die Untersuchungen auf einer Strecke der DB Netz AG fortzusetzen.

Diese Möglichkeit ergab sich im Jahr 2009 wiederum an der Teststrecke Tremsbüttel, nachdem die Strecke 1120 von Hamburg nach Lübeck Anfang 2009 auf elektrische Traktion umgestellt wurde. Die im Mai 2009 durchgeführten Messungen haben die Ergebnisse von dem Siemens Testcenter in Wildenrath grundsätzlich bestätigt.



Störspektrum – Gleisanlage der DB Netz AG.

Für eine abschließende Bewertung des Schutzgrades und einen direkten Vergleich fehlten jedoch die Fahr- bzw. Rückstromwerte, was bei einer im Betrieb befindlichen, elektrifizierten Strecke nicht einfach zu realisieren ist.

Dessen ungeachtet haben beide empirische Untersuchungen jedoch übereinstimmend gezeigt, dass die induktive Beeinflussung auf ein an der Schiene verlegte DuoTrack®-Kabel nur sehr gering ist.

Theoretische Berechnungen

Darauf basierend wurde die Zulassung von DuoTrack® für elektrifizierte Strecken im September 2009 bei der DB Netz AG beantragt. Für die theoretischen Berechnungen wurde ein Expertenteam der DB International GmbH in Berlin herangezogen, das mit dem Computerprogramm RAIL über ein EBA anerkanntes Tool verfügt, welches in der Lage ist, die komplexe Beeinflussungssituation für das DuoTrack®-Kabel mittels Simulationsverfahren nachzubilden.

Um möglichst alle typischen Einsatzfälle abzudecken, wurden mit der DB Prüfstelle in Summe sechs Szenarien für ein- und zweigleisige Strecken vereinbart, für die die induktive Beeinflussung durch den Fahr- und den Kurzschlussstrom berechnet werden sollte.

Die Modellierung erfolgte für eine typische Strecken-/Abschnittslänge von 30 km, wobei das Unterwerk und die Streckenlast bzw. der Kurzschluss örtlich so angesetzt wurden, dass die induzierten Spannungen auch außerhalb des Nahbereiches ermittelt werden konnten. Dabei wurden die modulierten Erdungsverhältnisse im gesamten Streckenmodell als homogen angenommen.

Die weiteren Parameter des Streckenmodells wurden gemäß den DB Vorgaben angesetzt, wobei der Gleis-Erde-Ableitwiderstand mit 1 Ohm km gegenüber dem Vorgabewert von 0,75 Ohm km bewusst pessimistischer eingestellt

wurde, so dass die berechneten induzierten Spannungen außerhalb des Nahbereiches immer größer ausfallen, als in Wirklichkeit zu erwarten ist:

Für die Bewertung der Ergebnisse wurde ebenfalls auf die DB Vorgaben zurückgegriffen, die darin nach Grenzwerten nach Personen- und Anlagenschutz differenziert. Die Abmessung und der Aufbau der Oberleitungsanlage, des Gleiskörpers und der dabei eingesetzten Komponenten entsprechen den aktuellen DB Bauvorschrift.

Das so von der DB International theoretisch abgebildete Infrastrukturmodell wurde zuerst über die Messergebnisse der empirischen Voruntersuchungen validiert, bevor mit der eigentlichen Simulation der verschiedenen Szenarien begonnen wurde.

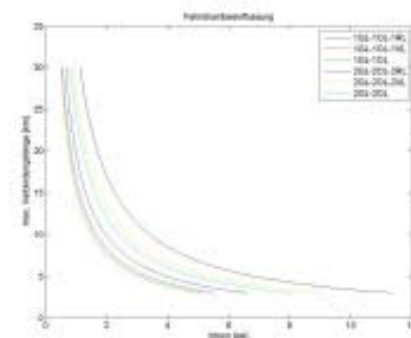
Die abschließende positive Empfehlung des umfangreichen Gutachtens wird durch das nachfolgende Zitat sehr gut repräsentiert:

Basierend auf den Ergebnissen dieser Untersuchung wird geschlossen, dass sich hinsichtlich der Beeinflussung das DuoTrack-Kabel für den Einsatz an elektrifizierten Strecken eignet und gegenüber herkömmlichen Kabelsystemen (Lage 3 m Abstand zur Gleismitte) deutliche Vorteile aufweist.

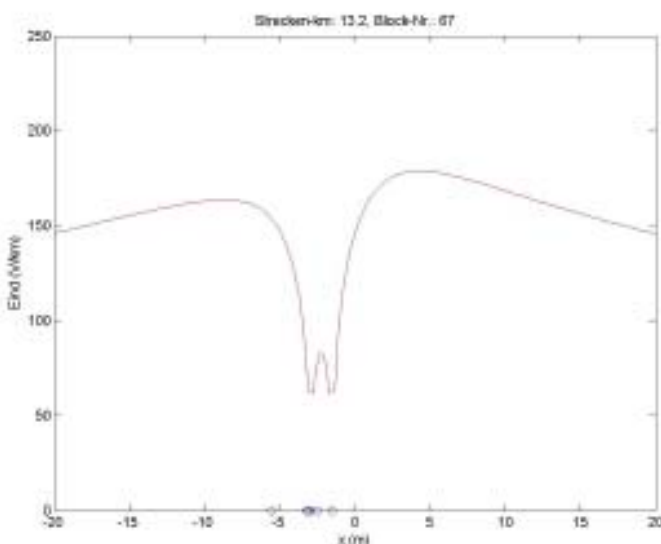
Veranschaulichen lässt sich diese Aussage in dem transversalen Verlauf der Beeinflussungsspannung. Wie das Diagramm zeigt, erreicht die Beeinflussungsspannung an der Schiene fast ihr Minimum, steigt außerhalb der Schiene dann sehr stark an und hat sich im typischen Abstand von 3m vom Gleis nahezu verdoppelt.

Bezogen auf die unterschiedlichen Szenarien lassen sich folgende grundsätzlichen Aussagen über die Beeinflussung machen. Sie ist

- auf zweigleisigen Strecken prinzipiell geringer als auf eingleisigen Strecken,
- bei Speisung mit Rückleitung am geringsten und ohne Zusatzleitung am schlechtesten.



Maximale Verbindungslängen in Abhängigkeit vom Fahrstrom (Bilder: Nexans).



Transversaler Verlauf der Störspannung.

Bei aller grundsätzlichen Übereinstimmung blieb jedoch die relativ große Diskrepanz zwischen den theoretisch berechneten und den tatsächlich gemessenen Werten unbefriedigend. Dieser letzte Konflikt konnte durch eine erneute, über zwei Tage laufende Transientenmessung aufgelöst werden. Die dabei bestimmten Werte lag nur noch ca. 30% unter dem theoretisch berechneten Wert und bestätigt die Theorie damit einschließlich der darin enthaltenen Sicherheitsmarge von 25% in vollem Umfang.

Dabei sieht die DB International den Unterschied zur vormaligen Messung vor allem in dem mittlerweile eingeschwungenen Zustand des elektrischen Betriebes begründet, was erfahrungsgemäß zu einer stärkeren „Füllung“ der Oberleitung führt.

Zusammenfassung

Nexans ist es in mehrjähriger Entwicklungsarbeit gelungen, den Nachweis zu führen, dass DuoTrack® ohne zusätzliche elektromagnetische Kabelabschirmung für den Einsatz an elektrifizierten Strecken der DB Netz AG geeignet ist.

Gestützt durch die positiven und in sich stimmigen Ergebnisse dieser Untersuchungen befindet sich die Zulassung von DuoTrack® für elektrifizierte Strecken der DB Netz AG in der abschließenden Phase.

Da hierfür keine Systemänderung erforderlich ist, schließt dies auch bereits bestehenden DuoTrack® Anlagen mit ein, die im Fall einer nachträglichen Elektrifizierung der Strecken, weder angepasst noch ersetzt werden müssen. Das stellt einen nicht unerheblichen Added Value dar und verbessert den kommerziellen Wettbewerbsvorteil der DuoTrack® Kabellösung gegenüber einer konventionellen Verkabelung noch weiter.

e-mail:

harald.bueth@nexans.com