

BahnPraxisE

Zeitschrift für Elektrofachkräfte zur Förderung der Betriebssicherheit und der Arbeitssicherheit bei der DB AG



1 · 2014

- City-Tunnel Leipzig
- Workshops der EUK 2014 für verantwortliche Elektrofachkräfte
- Überarbeitung der Richtlinie 997.02 „Rückstromführung, Bahnerdung und Potenzialausgleich“

EUK **DB**

Liebe Leserinnen und Leser,

im ersten Beitrag stellt Detlef Förster die Energieversorgung 50 Hz im City-Tunnel Leipzig vor. Der City-Tunnel Leipzig ist ein Eisenbahnprojekt zur Umgestaltung des Schienenpersonennahverkehrs im Eisenbahnknoten Leipzig. Kernstück ist eine im Jahr 2013 fertiggestellte zweigleisige, elektrifizierte Hauptbahn, die von Leipzig Nord nach Leipzig Bayerischer Bahnhof führt. Sie unterquert zwischen dem Leipziger Hauptbahnhof und dem Bayerischen Bahnhof die Innenstadt in einem Tunnel. Dieser besteht im Wesentlichen aus zwei eingleisigen, jeweils 1.438 Meter langen Röhren sowie vier unterirdischen Stationen. Einschließlich Rampen und Südausfahrt umfasst das Projekt eine Gesamtlänge von 5,3 Kilometern. Darüber hinaus waren umfangreiche netzergänzende Maßnahmen zur Ertüchtigung der zuführenden Strecken und Stationen ein Bestandteil des Projekts.



Unser Titelbild:
Abfahrbereite S-Bahn
im City-Tunnel
Leipzig, Station
Wilhelm-Leuschner-
Platz.

Foto: DB AG/Martin Jenichen

Der Tunnel wird von nahezu allen Linien des neuen Netzes der S-Bahn Mitteldeutschland befahren. Er wurde am 14. Dezember 2013 feierlich eröffnet, der fahrplanmäßige Betrieb begann am 15. Dezember 2013. Die Kosten des Projekts beliefen sich auf 960 Millionen Euro

Anschließend weist Andre Grimm auf die Workshops der EUK für verantwortliche Elektrofachkräfte im Jahr 2014 hin. Allen Elektrikern empfehlen wir, sich über die Inhalte zu informieren.

Im dritten Text stellt Marcus Ruch das Ergebnis der Überarbeitung der Richtlinie 997.02 – Rückstromführung, Bahnerdung und Potenzialausgleich vor. Die Richtlinie wurde in den letzten Jahren komplett überarbeitet und im März 2013 neu herausgebracht. Im Beitrag wird – geordnet nach den Modulen – eine Übersicht der wichtigsten Änderungen und deren Hintergründe dargestellt. Der Artikel ist eine Fortsetzung des Artikels zu den Modulen 997.0201 – 997.0206 aus dem Heft *BahnPraxis E* 2/2013.

Ihr BahnPraxis E-Redaktionsteam

Impressum „BahnPraxis E“

Zeitschrift für Elektrofachkräfte zur Förderung der Arbeitssicherheit und der Betriebssicherheit bei der Deutschen Bahn AG.

Herausgeber

Eisenbahn-Unfallkasse (EUK) – Gesetzliche Unfallversicherung – Körperschaft des öffentlichen Rechts, in Zusammenarbeit mit der DB Energie GmbH und der DB Netz AG, alle mit Sitz in Frankfurt am Main.

Redaktion

Horst Schöberl (Chefredakteur), André Grimm, Martin Herrmann, Marcus Ruch (Redakteure).

Anschrift

Redaktion BahnPraxis E,
DB Energie – I.EBV-W,
Energieversorgung West,
Schwarzer Weg 100,
D-51149 Köln.

Erscheinungsweise und Bezugspreis

Erscheint in der Regel drei Mal im Jahr. Der Bezugspreis ist für Mitglieder der EUK im Mitgliedsbeitrag enthalten. Die Beschäftigten erhalten die Zeitschrift kostenlos. Für externe Bezieher: Jahresabonnement Euro 7,50 zuzüglich Versandkosten.

Verlag

Bahn Fachverlag GmbH,
Linienstraße 214, D-10119 Berlin,
Telefon: (030) 200 95 22-0.
Telefax: (030) 200 95 22-29.
E-Mail: mail@bahn-fachverlag.de.
Geschäftsführer: Dipl.-Kfm. Sebastian Hüthig.

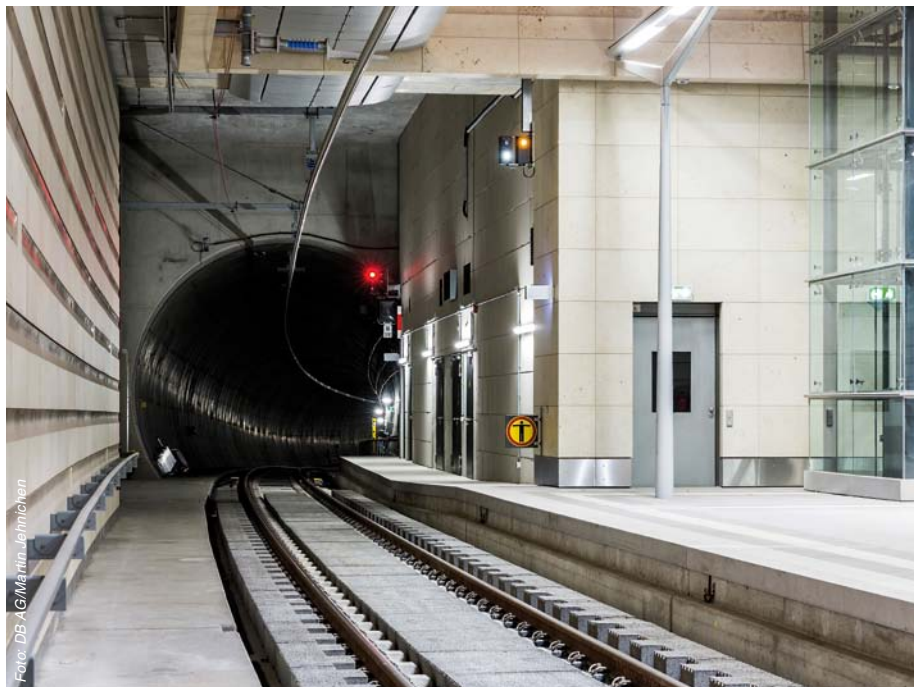
Druck

Laub GmbH & Co KG, Brühlweg 28,
D-74834 Elztal-Dallau.

www.euk-info.de

Die Eisenbahn-Unfallkasse im Internet. Klicken Sie doch einfach mal wieder rein in www.euk-info.de. Hier finden Sie neben unseren Kommunikationsverbindungen, aktuellen Meldungen, dem Regelwerk und den Publikationen einfach alles, was Sie über die EUK wissen möchten. Viele neue Features, natürlich auch barrierefrei, machen unsere Website noch benutzerfreundlicher. Durch die leichte Navigation und unsere komfortable Volltextsuche kommen Sie sofort zum Ziel. Von A wie „Aufgaben“ bis Z wie „Zahnersatz“.

Energieversorgung 50 Hz im City-Tunnel Leipzig



Detlef Förster, DB Energie GmbH, Leipzig

Die Energieversorgung für die 50-Hz-Anlagen an der neuen Innenstadt-Bahnstrecke durch den City-Tunnel Leipzig übernimmt ein Verteilnetz der DB Energie. Es besteht aus Mittel- und Niederspannungsanlagen, Einrichtungen der Fernwirktechnik, Automatisierungskomponenten und Erdungsanlage.

Der City-Tunnel Leipzig (CTL) ist Kernstück der neuen Bahnstrecke durch Leipzigs Innenstadt mit vier unterirdischen Personenverkehrsanlagen (uPva), Hauptbahnhof(tief), Markt, Wilhelm-Leuschner-Platz und Bayerischer Bahnhof, nach Süden ergänzt durch einen oberirdischen Haltepunkt MDR ^[1]. Im Zusammenhang mit dem Bau des CTL war auch die Versorgung von Tunnelanlagen mit elektrischer Energie 50 Hz zu planen und zu realisieren. Es wurde ein Verteilnetz installiert, welches den besonderen Anforderungen in Tunnelbauwerken gerecht wird.

Ausgangsbedingungen

Die DB Energie GmbH betreibt für den Knoten Leipzig ein bahneigenes 10-kV-Netz, welches im Norden und im Süden von den Stadtwerken Leipzig (SWL) gespeist wird. Die speisenden Netze der SWL sind bis auf die 110-kV-Ebene getrennt und dürfen nicht parallel betrieben werden. Daher wurde im Versorgungsbereich des City-Tunnels eine definierte Trennstelle eingerichtet. Für die Tunnelstationen sind je eine Allgemein-, eine Ersatz- und eine Sicherheitsstromversorgung erforderlich ^[2]. Bei der Entwurfsplanung im Jahr 2000 ^[2] und deren Fortschreibung bis 2002 wurde untersucht, ob die beiden Einspeisungen der SWL entsprechend der zu dieser Zeit gültigen EN 50127 ^[3] als „Besonders gesichertes Netz“ genutzt werden können. Dies konnte in Zusammenarbeit mit den SWL bestätigt werden. Somit waren die Voraussetzungen für eine Sicherheitsstromversorgung erfüllt.

Die weitere Planung des Verteilnetzes des CTL, bestehend aus je einer Transformatorstation (TST) pro Verkehrsstation mit je zwei Transformatoren, den entsprechenden Mittel- und Niederspannungsschaltanlagen, Kabelanlagen, Fernwirkanlagen, Erdungsanlage und Automatisierungskomponenten basierte auf dieser Grundlage.

Mit Einführung der DIN VDE 0100-718 ^[4] im Jahre 2005 konnte das begonnene Konzept jedoch nicht weiterverfolgt werden, weil dort ein Besonders gesichertes Netz nicht mehr definiert wurde. Die bis dahin gültige DIN VDE 0108 durfte nur noch bis zum Februar 2007 angewendet werden. Da die Sicherheitsstromversorgung für Anlagen der DB Station&Service AG, wie zum Beispiel für Entrauchungsanlagen, erforderlich ist, wurde die dafür notwendige weitere Planung von der Deutsche Einheit

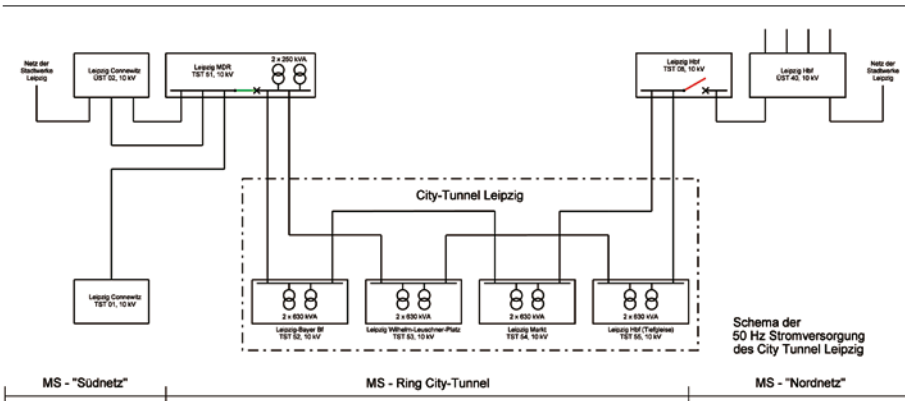


Abbildung 1: Schema der 50-Hz-Energieversorgung des City-Tunnels Leipzig. (Quelle: DB Energie)

Abbildung 2: Ausschnitt aus dem Übersichtsschaltplan der TST 51 und TST 52.

(Quelle: ETC Transport Consultants)

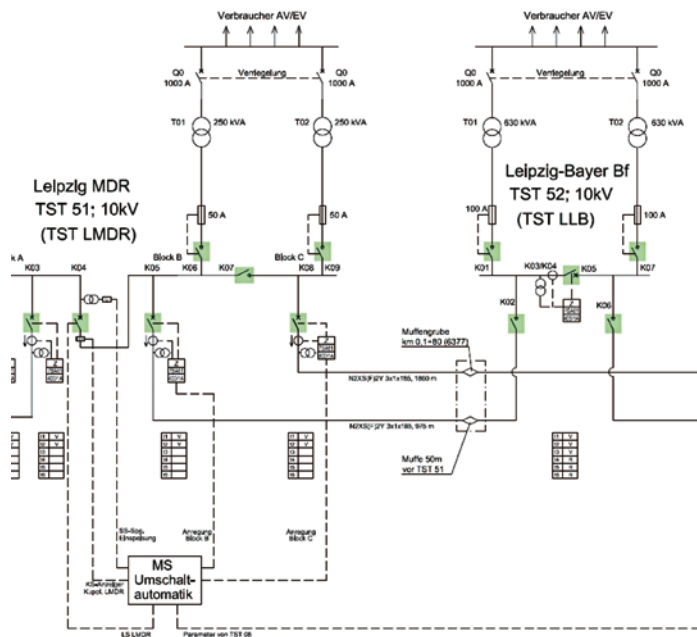
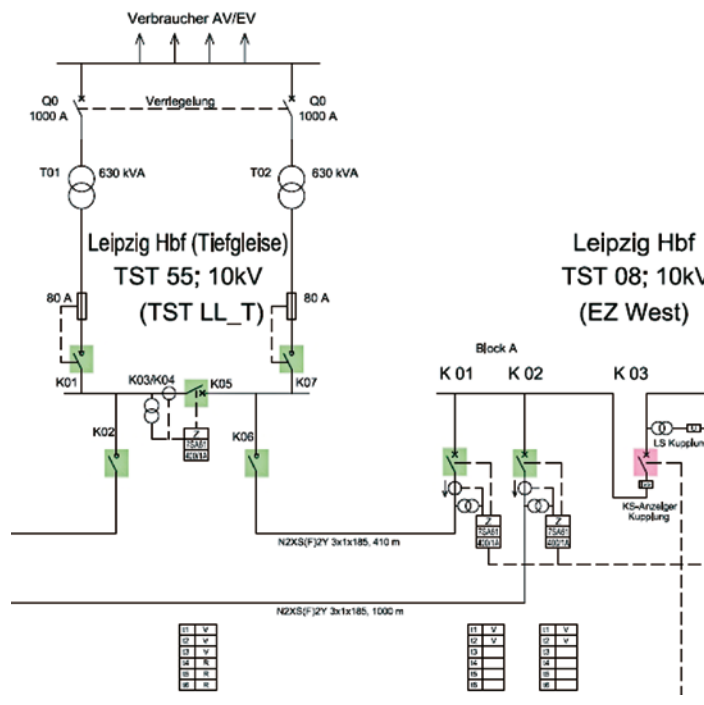


Abbildung 3: Ausschnitt aus dem Übersichtsschaltplan der TST 55 und TST 08.

(Quelle: ETC Transport Consultants)



Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH (DEGES) übernommen, welche für die Erstellung deren Anlagen verantwortlich war. An Stelle des Besonders gesicherten Netzes wurden zwei Netzersatzanlagen (NEA) geplant und oberirdisch im Bereich des Hauptbahnhofs und des Bayerischen Bahnhofs errichtet.

Um auch die uPva der Stationen Markt und Wilhelm-Leuschner-Platz an die Sicherheitsstromversorgung anzuschließen, musste im Tunnel je ein Niederspannungskabel von der NEA am Hauptbahnhof zum Markt und vom Bayerischen Bahnhof zum Wilhelm-Leuschner-Platz verlegt werden. Dies hatte Auswirkungen auf die Gestaltung des 10-kV-Netzes im CTL; denn im Zusammenhang mit der ursprünglich geplanten Anwendung eines Besonders gesicherten Netzes als Sicherheitsstromversorgung sollte je ein 10-kV-Kabel von der Südeinspeisung und von der Nordeinspeisung in jede TST verlegt werden; ein drittes durchgängiges 10-kV-Kabel sollte bei Ausfall der Nordeinspeisung oder der Südeinspeisung der SWL eine Versorgung der nicht zum CTL gehörenden Anlagen sicherstellen.

Der vorgesehene Kabelweg in Form von in Beton eingegossenen PE-Rohren für diese Kabel wurde nun jedoch für die 0,4-kV-Kabel der NEA benötigt. Die Lösung wird im Folgenden gezeigt. Die weiteren Ausführungen beschreiben ausschließlich das Verteilnetz CTL der DB Energie GmbH innerhalb des CTL. Unter 10-kV-Kabel ist eine Ausführung mit drei Einleiterkabeln zu verstehen.

Netzaufbau

Den Übersichtsplan des 10-kV-Netzes des CTL gibt Abbildung 1 wieder. Einige Details können den Abbildungen 2 und 3 entnommen werden. Die TST werden im geschlossenen Ring betrieben, welcher standardmäßig von der oberirdischen TST 51 am Hp MDR über einen Leistungsschalter gespeist wird. Von dort führen zwei 10-kV-Kabel in den Tunnel, ein Kabel zur TST 52 im Hp Bayerischer Bahnhof, das andere zur TST 53 am Hp Wilhelm-Leuschner-Platz.

Der Kabelring wird in der TST 08 auf der Westseite des Hauptbahnhofs geschlossen und kann bei Bedarf über einen Leistungsschalter von dort versorgt werden. Der Ringaufbau, bei dem jede zweite TST in ein 10-kV-Kabel eingebunden wird, ist notwendig wegen zum Teil kurzer

Entfernungen der TST voneinander. Auf diese Weise werden größere Kabellängen und damit auch an den Distanzschutzrelais 7SA61 einstellbare Impedanzwerte erreicht sowie eine für die Staffelung der Schutzrelais notwendige möglichst gleichmäßige Impedanzverteilung. Die Leistungsschalter in den TST 51 und 08 sind steuerungstechnisch über ein durch den Tunnel führendes Lichtwellenleiterkabel verbunden.

Bei Spannungsausfall im Südnetz wird der Leistungsschalter in der TST 51 unter bestimmten Voraussetzungen automatisch ausgeschaltet und der Leistungsschalter im Nordnetz in der TST 08 eingeschaltet. Die Umschaltautomatik wird im Abschnitt 5 beschrieben. Der Kabelring im CTL dient außerdem dazu, im Fall einer Unterbrechung im Nordnetz den gesamten Hauptbahnhof aus dem Südnetz oder umgekehrt bei Ausfall der Südeinspeisung die dort angeschlossenen Netzanschlussnehmer aus der Nordeinspeisung zu versorgen.

Transformatorstationen

TST-Ausrüstung

Die TST 51 ist mit einer SF6-isolierten neunfeldrigen Schaltanlage der Firma Siemens vom Typ 8DH10 ausgerüstet (Abbildung 4). Die Stationen im Tunnel haben SF6-isolierte Schaltanlagen der Firma Driescher Typ MINEX 12/630^[6] mit je einem luftisolierten Wandlerfeld (Abbildung 5). Die Besonderheit dieser Schaltanlagen besteht darin, dass sie mit einem Anti-Berst-System ausgestattet sind, das einen größtmöglichen Personen- und Anlagenschutz bei inneren Fehlern bietet.

Dieser Schutz wird durch automatisch arbeitende Schnell-Erder erreicht, die im Falle eines auftretenden Lichtbogens innerhalb der Anlage in weniger als 100 ms einschalten, wodurch der Lichtbogenfehler in einen galvanischen Fehler gewandelt wird und der Lichtbogen erlischt. Dadurch wird vermieden, dass eine Druckwelle entsteht mit Auswirkungen auf das umgebende Bauwerk. Alle Stationen sind mit Niederspannungsverteilungen der Firma Hensel vom Typ SAS 2000 und Drehstrom-Gießharztransformatoren GEAFOL der Firma Siemens mit 10/0,4 kV in den Leistungsgrößen 250 bis 630 kVA ausgerüstet (Abbildungen 6 und 7).

Sowohl die 10-kV- als auch die 0,4-kV-Schaltanlagen lassen sich von der Zentralschaltstelle (Zes) in Leipzig



Abbildung 4, oben: SF6-isolierte Schaltanlage 8DH10 in der TST 51 an der Station MDR.
Abbildung 5, unten: SF6-isolierte Schaltanlage MINEX in der TST in der Station Wilhelm-Leuschner-Platz



fernüberwachen und steuern. Für die Fernwirktechnik wurden Komponenten der Firma Siemens installiert (Abbildung 8).

Folgende Komponenten, welche in einen Wandschrank eingebaut wurden, sind eingesetzt worden: Automatisierungseinheit TM1703 ACP mit Steuerkopfelement CP 6014, Standleitungsmodem CE 0701, Peripheriekopplern und den erforderlichen DI/DO-Baugruppen. An den Schaltanlagen besteht die Wahlmöglichkeit von Orts- oder Fernsteuerung.

Schaltungsaufbau der TST im Tunnel

Die TST in den uPva sind schaltungs-technisch gleich, unterscheiden sich jedoch in der räumlichen Anordnung der Schaltanlagen und Transformatorräume. Jede Mittelspannungs-(MS-)Schaltanlage besteht aus zwei Kabelfeldern mit Lasttrennschaltern, zwei Transformatorfeldern mit Lasttrennschaltern und HH-Sicherungen, einem Leistungsschalterfeld mit Distanzschutzrelais und einem luftisolierten Messwandlerfeld. Im Normalfall sind alle Schalter eingeschaltet, der Kabelring ist geschlossen und wird aus der TST 51 gespeist. Während beide Transformatoren 10-kV-seitig eingeschaltet sind, ist auf der 0,4-kV-Ebene nur Transformator 01 eingeschaltet. Transformator 02 stellt auf der 0,4-kV-Ebene die Ersatzstromquelle dar. Bei Wegfall der 0,4-kV-Spannung am Transformator 01 wird mit Hilfe einer speicherprogrammierbaren Steuerung Siemens LOGO 24 RC und DM 1624 R automatisch auf Transformator 02 umgeschaltet.

Die Steuerung prüft unter anderem, ob es sich um eine kurzzeitige Spannungsunterbrechung handelt, zum Beispiel durch Wischer oder Kurzschluss im MS-Ring hervorgerufen. Des Weiteren wird geprüft, ob an Transformator 02 auf der NS-Seite Spannung ansteht. Ist beides nicht der Fall, unterbleibt eine Umschaltung, da der Fehler auf der MS-Seite durch Schutzrelais selektiv herausgeschaltet wird, beziehungsweise bei Ausfall des Südnetzes innerhalb von maximal 15 s eine automatische Umschaltung auf das Nordnetz erfolgt (siehe weiter unten). Fehlt die Spannung an Transformator 01, während an Transformator 02 Spannung ansteht, geschieht die Umschaltung in 2 bis 5 s. Eine Rückschaltung muss stets manuell vor Ort erfolgen. Unabhängig von der Automatik lassen sich die Leistungsschalter auch vor Ort von Hand steuern. Eine Verriegelung verhindert, dass beide

Niederspannungsleistungsschalter zugleich eingeschaltet werden können.

Auf der 10-kV-Seite gibt es die Besonderheit, dass der Kurzschlussschutz im Ring nicht wie üblich durch Leistungsschalter und Schutz in den Kabelabgängen, sondern in der MS-Kupplung realisiert wird. In einer Studie wurden mehrere Varianten des Netzschutzes untersucht. Da ein Parallelbetrieb der Transformatoren ausgeschlossen wird, ist die angewendete Lösung technisch und seitens der Kosten optimal. Im Falle eines Kurzschlusses im MS-Ring sorgen Distanzschutzrelais für eine selektive Abschaltung der Fehlerstelle.

TST-Betriebsräume

Die Trafostationen sind in den Bauwerken der uPva installiert, wo sie in die Brand- und Einbruchmeldeanlage des CTL eingebunden sind, und werden zwangsbelüftet.

Erdungsanlage

Für den CTL wurde von der Firma ELBAS Elektrische Bahnsysteme Ingenieur-Gesellschaft mbH ein Erdungskonzept erarbeitet. Die Erdungsanlagen der TST wurden entsprechend der DB-Richtlinie 954.0107 [6] errichtet und dementsprechend in das Erdungssystem des CTL eingebunden.

MS-Umschaltautomatik

Schon seit dem Jahr 2000 wurden die beiden unabhängigen 10-kV-Einspeisungen im Norden und im Süden des City-Tunnels als Einspeisepunkte betrachtet und sollten ursprünglich als Sicherheitsstromversorgung aufgebaut werden. In 2007 wurde seitens der DB Netz AG und der DB Station&Service AG vorgegeben, den CTL mit einer Ersatzstromversorgung auszustatten. Die Umschaltzeit wurde mit 15 s festgelegt. Eine manuelle Umschaltung ist in dieser Zeit auch von der Zes aus nicht realisierbar. Somit musste eine automatische Umschaltung entwickelt werden. Dazu wurde von der DB Energie GmbH in Zusammenarbeit mit DB Projektbau GmbH und externen Planern ein Programmablaufplan (Abbildung 9) entwickelt, in dem alle Abhängigkeiten für eine Umschaltung erfasst wurden.

Solche Abhängigkeiten sind beispielsweise: Netzwechsler, Spannungseinbrüche durch Kurzschlüsse, welche durch die Schutztechnik eliminiert werden,

Sammelschienenkurzschluss in der TST 51, Spannungsausfall in der Nordeinspeisung TST 08 oder die Ausführung eines Schaltbefehls durch die Leistungsschalter. So wird zum Beispiel ausgewertet, ob ein Kurzschluss in der Anlage im Tunnel vorliegt. Nach Ablauf des Zeitfensters für die Fehler-Klärungszeit der Distanzschutzrelais wird abgefragt, ob ein Sammelschienenkurzschluss vorliegt. Ist dies nicht der Fall, wird über die Verbindung in die TST 08 festgestellt, ob dort Spannung ansteht. Dann wird der Leistungsschalter in der TST 51 ausgeschaltet und wenn der AUS-Zustand erreicht ist, der Leistungsschalter in der Nordeinspeisung eingeschaltet.

Als Hardware wurde die Automatisierungseinheit SICAM TM 1703 ACP der Firma Siemens eingesetzt (Abbildung 10). In mehreren Testläufen wurde die Funktionstüchtigkeit der Automatik nachgewiesen. ■

Der vorliegende Artikel ist erstmals in der Zeitschrift eb-Elektrische Bahnen, Ausgabe 12/2013, des Deutschen Industrieverlags München erschienen.

Literatur

- [1] Lange, U.; Menschner, M.; Stecher, D.: Inbetriebnahme des Leipziger City-Tunnels. In: Elektrische Bahnen 111 (2013), H. 12, S. 720
- [2] City-Tunnel Leipzig Entwurfsplanung 12/2000, Ingenieurgesellschaft S-Bahn Tunnel Leipzig GmbH.
- [3] EN 50127:2004: Sicherheitsbeleuchtungsanlagen.
- [4] DIN VDE 0100-718:2005: Errichten von Niederspannungsanlagen – Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Teil 718: Bauliche Anlagen für Menschenansammlungen.
- [5] Werksprospekt Firma Driescher.
- [6] DBRichtlinie 954.0107:2012: Maschinen-, Energie und Elektrotechnik, Werkstätten; Elektrische Energieanlagen; Schutz gegen elektrischen Schlag; Grundsätze. Deutsche Bahn AG

Workshops der EUK 2014 für verantwortliche Elektrofachkräfte



Zwischen Gesetz und Gestaltungsgrundsätzen: Vorschriften, Regeln, Informationen, Normen, Richtlinien

Die Organisation eines Unternehmens der Elektrobranche wird, wie in Normen, Unfallverhütungsvorschriften und Kommentaren beschrieben, hierarchisch gegliedert und je nach Betrieb mehr oder weniger gut dokumentiert. Ziel dieser Ordnung ist letztlich das Streben nach einem sicheren, möglichst dem „rechtssicheren“ Betrieb. Ein wesentlicher Bestandteil dieser Organisation ist die Elektrofachkraft. Im Focus von Diskussionen und Beratungen und auch in der Literatur stehen die Auswahl, die Anforderungen an Aus- und Fortbildung, Aufgabenschwerpunkte wie Arbeits- und Anlagenverantwortung: Die Elektrofachkraft ist aufgrund ihrer Ausbildung, Kenntnisse und Erfahrungen in der Lage die besonderen Gefährdungen der Elektrotechnik zu erkennen und zu bewerten. Es wird erwartet, dass sie mit allen Widrigkeiten des elektrischen Alltags umgehen kann.

Suchen wir online nach einer solchen „Person die alle Bedürfnisse befriedigt und allen Ansprüchen genügt“ stoßen wir nach wenigen Klicks, zum Beispiel im Duden auf die „Eierlegende Wollmilchsau“. Umgangssprachlich gemeint ist das Streben nach dem Positiven ohne Nachteile. Wenn also jemand wie eine eierlegende Wollmilchsau ist, dann ist das in Wikipedia „ein paradoxer Alleskönner, der alle noch so schwierigen oder widersprüchlichen Anforderungen erfüllt und Gefahr läuft, dass er alles können soll und eventuell nichts richtig kann.“

Dies dürfte mit Blick auf die gut ausgebildeten Elektriker nicht den Kern treffen, und es hat sich auch die Erkenntnis durchgesetzt, dass es nicht **die** Elektrofachkraft für alle Gebiete der Elektrotechnik geben kann. Aber etwas Wahres ist in solchen Verallgemeinerungen immer zu finden.

Selbstverständlich kann der Unternehmer davon ausgehen, dass seine teuren Spezialfachkräfte auch besondere Kenntnisse haben und genau deshalb auch mit den speziellen Gefährdungen umgehen können. Aber die Elektrounfälle der vergangenen Jahre zeigen deutlich, dass die Ursachen von Unfällen nicht in mangelnder Kenntnis der Vorschriften zu suchen ist, sondern eher in der Organisation der Arbeit und im überaus routinierten Verhalten der Mitarbeiter. Nach jahrelanger täglicher Praxis geht offensichtlich (manchmal nur für Sekunden) der Respekt vor der elektrischen Energie verloren. Im Glauben, jede Situation zu beherrschen sind Elektrofachkräfte – trotz aller Ausbildung – für Fehler also genauso anfällig wie Bäcker, Schlosser und Frisöre.

Um hier gemeinsam nach Lösungen zu suchen und Probleme zur Sprache zu bringen, bietet die Eisenbahn-Unfallkasse spezielle Workshops für verantwortliche Elektrofachkräfte ab Sommer 2014 an. Die geplanten Tagesveranstaltungen finden in den Betrieben statt. Angesprochen werden neben den verantwortlichen Elektrofachkräften im Sinne der DIN-VDE 1000-10

auch Arbeits-/Anlagen-/Planungsverantwortliche und Sicherheitsfachkräfte/Trainer die im Elektrobereich von der Planung über Bau/Inbetriebnahme und Betrieb bis zur Instandhaltung tätig sind.

Viele der zu besprechenden, möglichen Fragen scheinen auf den ersten Blick banal, andere werden teilweise seit Jahren kontrovers diskutiert. Wie sind zum Beispiel die hohen und grundlegenden Anforderungen aus dem allgemeinen Arbeitsschutzrecht mit der Anwendung der Technischen Normen zu realisieren? Welche Aufgabe hat die Elektrofachkraft bei der Durchführung der Gefährdungsbeurteilung?

Wie erfolgt die Auswahl der (elektrotechnischen) Arbeitsmethode unter Beachtung der Vorgaben des Arbeitsschutzgesetzes richtig? Welche Aufgaben können grundsätzlich oder im Einzelfall übertragen werden, bzw. was kann man der Elektrofachkraft vor Ort überlassen und was muss vor Beginn der Arbeiten geregelt werden? Wer kontrolliert die Elektrofachkraft? Wie entstehen Unfälle? ...

Den „rechtssicheren“ Betrieb wird man nicht nur mit der Einhaltung von Vorschriften, Regeln und Normen erreichen, sondern dazu gehören immer auch eine entsprechende Sicherheitskultur und die Einbeziehung aller Mitarbeiter. In den Workshops geht es deshalb auch nicht um die Vermittlung von Fachwissen im Sinne von Unterricht, sondern eher um Diskussionen zu Beispielen aus den jeweiligen Betrieben, um Vorschläge zur Verbesserung und Entwicklung der Prozesse. Bei Interesse an einer solchen Veranstaltung können Unternehmer, bzw. die (obersten) verantwortlichen Elektrofachkräfte ihren Betrieb ab sofort formlos anmelden. ■

Kontakt, auch zur Klärung aller fachlichen und organisatorischen Fragen:

Eisenbahn-Unfallkasse
Kaiserdamm 100
14057 Berlin
Tel: 030 29330634
FAX: 030 29330635
Mail: andre.grimm@euk-info.de

Überarbeitung der Richtlinie 997.02 „Rückstromführung, Bahnerdung und Potenzialausgleich“



Marcus Ruch, DB Energie GmbH, Energieerzeugungs- und Übertragungssysteme (I.EBZ 3), Frankfurt am Main

Die oben genannte Richtlinie wurde in den letzten Jahren komplett überarbeitet und im März 2013 neu heraus gegeben. Der folgende Beitrag gibt, geordnet nach Modulen, eine Übersicht über die wichtigsten Änderungen in den Modulen 997.0221 bis 997.0242 und deren Hintergründe. Die Module 997.0201 bis 997.0206 wurden in der BahnPraxis E 2/2013 behandelt.

Allgemeines

Die der Richtlinie zu Grunde liegende Euronorm EN 50122-1 „Bahnanwendungen – Ortsfeste Anlagen – Elektrische Sicherheit, Erdung und Rückleitung; Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag“ wurde in den letzten Jahren überarbeitet und im September 2011 neu herausgebracht. Die geänderten Inhalte der Norm und weitere Entwicklungen im Bahnumfeld flossen in die jetzt gültige Richtlinie ein.

Der folgende Artikel enthält die wesentlichen Änderungen – eingerückt mit Aufzählungszeichen – und im darauf folgenden Absatz eine kurze Erklärung.

Modul 997.0221 „Anwendung von Rückleiterseilen“

Seite 1

- Die Anwendung von Rückleiterseilen ist eine zusätzliche Maßnahme
 - zur Verbesserung der Rückleitungsverhältnisse,

Der Name hat sich in der Norm EN 50122-1 geändert. Daher heißt das alte „Rückleitungsseil“ jetzt neu „Rückleiterseil“. Der Punkt „Verminderung der Intensität der induktiven Beeinflussung“ wurde gestrichen, da er gleichbedeutend ist mit „Verringerung der magnetischen Feldstärke“.

Der anteilige Rückstrom im Rückleiterseil reicht nicht aus, um es wesentlich zu erwärmen.

- Auf Talbrücken, bei denen die nach Modul 997.0222 notwendige Verlegung des Rückleiterseiles aufgrund des Brückenbesichtigungsgerätes nicht möglich ist, kann auf die Verlegung von Rückleiterseilen für den Bereich der Brücke verzichtet werden, wenn eine der folgenden Bedingungen erfüllt ist:
 - Die Erdfähigkeit der Brücken wird über die Fundamente der Pfeiler oder über Steuererde erreicht. Beides zu fordern hat keinen Sinn.

3

Die mechanischen Anforderungen sind jetzt im Anhang 997.0221 A01 geregelt und sollen langfristig in die 997.01 aufgenommen werden.

Seite 3

- Zur Bildung der Induktionsschleifen mit den Schienen sind die Rückleiterseile

mindestens alle 500 m mit den Erdschienen zu verbinden. An dieser Stelle ist ein Gleisverbinder vorzusehen.

Ein Anschluss der Rückleiterseile an die Schienen alle 500 m reicht aus. Allerdings ist im Gegensatz zur allgemeinen 1000 m Regel hier ein Gleisverbinder notwendig, um die Rückströme gleichmäßig auf alle Leiter zu verteilen.

- Die Verbindung der Rückleiterseile an den sich gegenüberliegenden Masten (Vermaschung) ist nach Modul 997.0203 Kap 4 (1) auszuführen.

Die besondere Verlegetiefe wurde gestrichen.

Seite 4

- Abstände

Das Rückleiterseil ist Bahnerde. Daher ist auch kein besonderer Abstand einzuhalten.

- Bilder 1 bis 7

Auf einen redaktionellen Fehler sein hier noch hingewiesen. In den Bildern sind die Verbinder noch als tief verlegt dargestellt. Diese Verlegung entfällt jedoch, wie oben beschrieben.

Modul 997.0221 A01

„Mechanische Vorgaben“

Hier sind ohne Änderungen die mechanischen Anforderungen beschrieben.

Modul 997.0222 „Maßnahmen der Rückstromführung bei Hochleistungsstrecken“

Seite 1

- Hochleistungsstrecken im Sinne dieser Richtlinie sind elektrifizierte Strecken mit Strömen von über 900 A pro Zug und/oder örtlichen Kurzschlussströmen über 30 kA (bei eingleisigen Strecken über 20 kA).

Bei Kurzschlussströmen > 30 kA braucht man zur Einhaltung der zulässigen Berührungsspannungen eine ähnlich gute Ableitung wie bei Oberströmen > 900 A. Daher erfolgte hier eine Gleichstellung.

- Strecken mit einer Länge kleiner 2 km (z.B. Verbindungskurven) sind nicht Hochleistungsstrecken im Sinne dieses Moduls.
- Maßnahmen, die nach diesem Modul ausschließlich in der Nähe (ca. 1 km)

von Unterwerken (Uw) erforderlich wären, brauchen nicht umgesetzt werden. Der Ableitungsbelag durch die Erdungsanlage des Uw ist in diesem Bereich groß genug, so dass die Grenzwerte eingehalten werden.

Bei Verbindungskurven ist die Ableitung der Hauptstrecken so gut, dass keine Maßnahmen erforderlich sind. Gleiches gilt für die Nähe von Unterwerken.

Seite 2

- Für die Anwendung von Rückleiterseilen auf Hochleistungsstrecken gilt **grundsätzlich:**
- Bei örtlichen Kurzschlussströmen auf eingleisigen Strecken größer 25 kA und größer 35 kA auf zweigleisigen Strecken sind Rückleiterseile aufzulegen.

Bei einem $I_k > 35$ kA reicht die reine Schienenrückleitung nicht aus, um die zulässigen Berührungsspannungen einzuhalten. Gleiches gilt für 25 kA bei nur einem Gleis.

- Bei Masten, die Leitungen mit einem $I_k > 35$ kA tragen, können im Kurzschlussfall zusätzliche Maßnahmen erforderlich werden. Diese sind mit AS 1 abzustimmen. Kap. 1 Abs. (2) dieses Moduls gilt in diesem Fall nicht!

Das sind sehr seltene Fälle. Hier sind individuelle Lösungen mit AS 1 zu erarbeiten.

Modul 997.0223 „Rückstromführung und Bahnerdung bei Bauwerken aus Beton“

Seite 1

- Im Oberleitungs- und Stromabnehmerbereich sind Schutzmaßnahmen vorzusehen.

Der Text der Norm EN 50122-1 wird hier zitiert, um noch einmal auf die grundsätzlichen Maßnahmen hin zu weisen.

- Für einen wirksamen Potenzialausgleich ist die schlaaffe Bewehrung bzw. entsprechende Längsleiter elektrisch durchgehend z.B. durch Verrödeln zu verbinden und an die Erdschiene(n) oder Rückleiterseile anzuschließen.

Der Potenzialausgleich dient nicht der Abschaltung. Der Abstand der Anschlüsse ist bereits weiter vorne geregelt.

- In der obersten Bewehrungsebene, die von einem gerissenen Fahrdrat erreicht werden kann, sind im Abstand von max. 1,5 m Prellleiter vorzusehen. Als solche Prellleiter gelten auch

die Fahrschienen. An Kanten oder hervorstehenden Bauteilen können zusätzliche Prellleiter notwendig sein.

Eine Betonüberdeckung von max. 100 mm ist zulässig.

Der zulässige maximale Abstand zwischen zwei Prellleitern ist jetzt einheitlich festgelegt. Dieser ergibt sich aus der Festlegung in der Norm, dass jeder Prelleiter einen Schutzbereich von 80 cm hat. Zum Zeitpunkt der Abstimmung der Richtlinie stand in der Norm noch ein Maß von 75 cm. Dagegen haben die Länder mit Breitspur Einspruch eingelegt. Daher wurde der Wert normativ auf 80 cm festgelegt. Diese Änderung der Norm kam für die Richtlinienänderung zu spät. Daher wird hier ein Wert von 1,5 m gefordert.

Seite 4

- Maßnahmen bei Eisenbahnbrücken
- Die Abstände der Erdungsanschlüsse wurden gestrichen. Sie sind einheitlich in der 997.0205 fest gelegt.

- Die Bewehrungen von Tragwerken und Pfeilern/Widerlagern sind über mindestens einen Erdungsverbinder zusammenzuschließen.

Die Pfeiler und Widerlager sind primär aus Gründen der Erdung und der Rückstromführung mit einem Erdungsverbinder zu versehen. Das dient dann auch dem Blitzschutz.

Seite 5

- Maßnahmen in Tunneln
- Erdung im erdfühligem Bereich zur Ableitung von Rückstrom in das Gebirge und zum Potenzialausgleich mit diesem. Hierzu dienen je zwei durchverbundene Längsstäbe $\varnothing 16$ mm je Gleis oder zwei ebenfalls durchverbundene Bänder der 3x40 mm

2 Bänder der reichen vollkommen. Einer hat schon 3 S/km. Ein dritter würde im Potenzialtrichter eines anderen liegen und damit an Wirkung verlieren. Wichtig ist hier auch die Festlegung, dass der Erder im erdfühligem Bereich verlegt wird. Innerhalb der Kunststoffdichtungsbahn verlegt machen Erder keinen Sinn.

- Die unter a) bis c) genannten Leiter werden über die Blockfugen (ggf. mit Korrosionsschutz) hinweg durchverbunden, min. alle 250 m querverbunden und an die Bahnerde angeschlossen.

Die Querverbindung im Tunnel wird alle 250 m ausgeführt. Auf Grund der großen Stahlquerschnitte und des Potenzialausgleichs im Tunnel ist eine Erhöhung des Abstandes von 200 m auf 250 m möglich.

Damit passt der Abstand gut zu den im Tunnel zu verlegenden Rückleiterseilanschlüssen und den Verbindern in den Querschlägen.

Die Abschnitte für Normal- und Minikorb-bauweise sind entfallen, da sie nicht mehr gebaut werden.

Seite 7

- Alternativ kann die Erdfähigkeit auch über die Erdung der Querschläge erfolgen. Hier bieten sich ausreichend dimensionierte Tiefenerder an. Diese erdfähigen Erder sind min. alle 1000 m über Bandstahl (min. 120 mm²) mit der Erdungsanlage der Innenschale zu verbinden. Der Erdungswiderstand ist so zu bemessen, dass die geforderte Ableitung pro km erreicht wird.

Diese Alternative wird bei Tübbingtunneln angewandt, da hier ein Bänderder im erdfähigen Bereich nicht verbaut werden kann.

Modul 997.0224 „Rückstromführung und Bahnerdung bei Festen Fahrbahnen“

Seite 1

- An den Erdungspunkten sind die durchgehend verbundenen Prellleiter untereinander durch Querstäbe zu verbinden.

Diese Festlegungen gelten nicht speziell für die Feste Fahrbahn, sondern für Betonbauwerke allgemein. Daher wurden sie hier gestrichen.

Gleisverbinder werden nicht mehr tief verlegt. Der Passus wurde auch hier gestrichen. Auch der Abschnitt zur Lage und Abstand der Verbinder wurde gestrichen, da auch hier keine Sonderbehandlung der Feste Fahrbahn notwendig ist.

Modul 997.0225 „Rückstromführung und Bahnerdung bei Gemeinschaftsbetrieb mit Gleichstrombahnen“

Elektrischer Wechselbetrieb und elektrischer Verbundbetrieb sind aus rein wirtschaftlichen Gründen für den Neubau als ungültig erklärt worden. In der 997.0204 ist festgelegt worden, dass der Systemwechsel auf der freien Strecke erfolgt.

Bei Gemeinschaftsbauwerken ist auch die EN 50122 – Teil 3 zu beachten.



Modul 997.0241 „Bahnerdung der Schallschutzwände“

Seite 1

- Nur die Erdung der SSW muss kurzschlussstromfest sein. Z.B. muss das Erdungskabel den Kurzschlussstrom tragen können, aber nicht das Aluelement.

Seite 3

- Bei Schallschutzwänden in einer Entfernung von mindestens 3,7 m von Gleismitte und normalem Oberleitungsbereich darf auf den Prellleiter verzichtet werden, wenn der untere Bereich der SSW aus leitfähigen, bahngeerdeten Bauteilen, z.B. bewehrten Betonelementen mit einer Betonüberdeckung von maximal 100 mm, ausgeführt wird und dieser eine Mindesthöhe von 500 mm über Schienenoberkante besitzt.

Die Basis des Rissbereiches bezieht sich auf SO und nicht auf die Geländeoberkante. Daher muss sich auch die Oberkante des geerdeten Sockelelementes auf SO beziehen.

Modul 997.0241 A01: „Beton Schallschutzwände an Bahnstrecken: Elektrotechnische Prüfung“

- Die Prüfanlage muss eine Spannung bis zu 17,5 – 20 kV (eff) AC oder alternativ bis zu 25 – 28 kV DC liefern können.



















Die Prüfung darf auch mit 50 Hz durchgeführt werden.

Modul 997.0242 „Bahnerdung von Stelzentrögen“

Stelzenträge werden nicht mehr gebaut. Daher ist das Modul für den Neubau ungültig und nur noch für die Instandhaltung anzuwenden. ■

Kennen Sie diese Zeichen?

Die „Sicherheits- und Gesundheitsschutzzeichen“ der Arbeitsstättenregel (ASR) A1.3 wurden geändert. Die neuen Zeichen wurden europäisch und international abgestimmt und angepasst.

Rettungszeichen	Brandschutzzeichen	Gebotszeichen
 <p>E007 <i>Sammelstelle</i></p>	 <p>F001 <i>Feuerlöscher</i></p>	 <p>M015 <i>Warnweste benutzen</i></p>
 <p>E008 <i>Arzt</i></p>	 <p>F002 <i>Löschschlauch</i></p>	 <p>M012 <i>Handlauf benutzen</i></p>
 <p>E010 <i>Automatischer Externer Defibrillator (AED)</i></p>	 <p>F004 <i>Mittel und Geräte zur Brandbekämpfung</i></p>	 <p>M022 <i>Hautschutzmittel benutzen</i></p>
 <p>E016 <i>Notausstieg mit Fluchtleiter</i></p>	 <p>F003 <i>Feuerleiter</i></p>	 <p>M017 <i>Atemschutz benutzen</i></p>
 <p>E017 <i>Rettungsausstieg</i></p>	 <p>F005 <i>Brandmelder (manuell)</i></p>	 <p>M018 <i>Auffanggurte benutzen</i></p>
 <p>D-E019 <i>Notausstieg</i></p>	 <p>F006 <i>Brandmeldetelefon</i></p>	 <p>M011 <i>Hände waschen</i></p>