

Bahn *Praxis* **E**

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



1/2003

- *Schutz gegen elektrischen Schlag*
- *Neuigkeiten zum GUV-Regelwerk*
- *Speisekabel für Bahnstromsysteme*
- *Neue Richtlinien (TU) für Zugvorheizanlagen*

Liebe Leserinnen und Leser!

vor Ihnen liegt – leider etwas verspätet – die erste Ausgabe der *BahnPraxis E* des Jahrganges 2003. Die Redaktion hat sich bemüht, Ihnen wieder eine Mischung fachlich interessanter Beiträge zusammenzustellen. Nehmen Sie sich die Zeit und studieren Sie die Artikel. Wir hoffen, dass auch Sie ein paar Informationen finden, die Sie zu Ihrer Fortbildung nutzen können. Wir wollen in diesem Heft -wie versprochen- mit einer Artikelserie zum Thema „Schutz gegen elektrischen Schlag“ beginnen. Das ist ein Thema, bei dem in vielen Diskussionen unter Fachkollegen immer wieder Unsicherheiten festzustellen sind. Woran das auch liegen mag, das Thema muss jedem Elektriker am Herzen liegen. Schutzmaßnahmen gegen direktes und bei indirektem Berühren, das ist „die Vorfahrt der Elektrotechnik“! Jeder Fehler, jede Nachlässigkeit kann einem Kollegen oder auch einem Laien das Leben kosten. Hier gilt es ganz besonders, jegliche Routine zu vermeiden. Bitte seien Sie sich dessen bei Ihrer Tätigkeit immer bewusst. Nehmen Sie unsere Artikelserie zum Anlass, auch einmal wieder in die entsprechenden Vorschriften zu schauen (z. B. Ril 954.0107) oder auch mal weiterführende Literatur, beispielsweise aus dem VDE-Verlag oder anderen einschlägigen Verlagen, zu studieren. Sie wissen ja, ein Elektriker, der sich nicht fortbildet, ist in relativ kurzer Zeit nicht mehr in der Lage, die Gefahren zu erkennen, die mit seiner Arbeit im Zusammenhang stehen. Und dann ist er per Definition in der DIN VDE 0105-100 keine Elektrofachkraft mehr.

Lassen Sie uns an dieser Stelle ein Wort in eigener Sache verlieren.

Einer der „Gründungsväter“ unserer Zeitschrift ist unser Kollege Manfred Angerer. Seit fast fünfundzwanzig Jahren hat er als Redakteur das Gesicht und den Charakter der *BahnPraxis E* wesentlich beeinflusst und mitbestimmt – als Autor, als Redakteur, aber auch als „Designer“ bei der direkten Gestaltung jedes einzelnen Heftes. Herr Angerer ist mit Ende des Monats Mai 2003 in den Ruhestand getreten und er wird damit auch aus dem Redaktionsteam unserer Zeitschrift ausscheiden.

Er wird eine nicht leicht zu schließende Lücke hinterlassen. Wir werden uns bemühen, seinen Part zu übernehmen und dafür sorgen, dass Sie auch weiterhin regelmäßig und in guter Qualität die *BahnPraxis E* erhalten.

Herausgeber, Redaktion und Verlag danken Herrn Angerer für seine Arbeit an der *BahnPraxis E*. Herr Angerer wird sich in diesem Heft noch einmal mit einem eigenen Beitrag an Sie wenden.

Wir wünschen Ihnen ein bisschen Spaß beim Studium dieses Heftes. Und denken Sie immer daran: wir freuen uns über jede Zuschrift von Ihnen, sei es helfende Kritik oder sei es der Entwurf eines eigenen Beitrages.

Ihr Redaktionsteam der *BahnPraxis E*

UNSERE THEMEN

Schutz gegen elektrischen Schlag

Seite 3

GUV-Regelwerk Neue Bezeichnungen

Seite 5

Neue Zeichnungen für Speisekabel

Seite 7

15-kV-Speisekabel, Belastbarkeit

Seite 10

Neue Richtlinien und techn. Unterlagen (TU)

Seite 14

In eigener Sache

Seite 16

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 und Gestaltung:

Gunter Helmer (Chefredakteur), Heinrich Berle, Martin Herrmann, Marcus Ruch (Redakteure).

Anschrift:

Redaktion BahnPraxis E
DB Energie – Zentrale –
Anlagenmanagement 50-Hz-Strom/Gleichstrom
Pfarrer-Perabo-Platz 2
60326 Frankfurt am Main.

Erscheinungsweise:

Erscheint 3x im Jahr. Der Bezugspreis ist für Mitglieder der EUK im Mitgliedsbeitrag enthalten.
Die Beschäftigten erhalten die Zeitschrift kostenlos.
Für externe Bezieher: Jahresabonnement € 7,50 zuzüglich Versandkosten.

Verlag:

Eisenbahn-Fachverlag GmbH,
Postfach 23 30, 55013 Mainz
Telefon: (0 61 31) 28 37-0
Telefax: (0 61 31) 28 37 37
ARCOR: (9 59) 15 58

Druck:

Meister Druck, Werner-Heisenberg-Straße 7, 34123 Kassel.

Schutz gegen elektrischen Schlag

Teil 1: Einführung

Von Gunter Helmer, DB Energie GmbH, Leiter Anlagenmanagement 50-Hz-Strom/Gleichstrom (TYZ 2)

Die elektrische Energie und deren Anwendung nimmt eine immer wichtigere Stellung in unserem Leben ein. Mit dem wachsenden Umfang der Anwendung treten die Gefahrenpotentiale, die mit ihr verbunden sind, natürlich umfangreicher zu Tage. Um trotzdem Unfälle zu verhüten und Gefährdungen zu vermeiden, ist die Fachwelt bemüht, die elektrotechnischen Anlagen und Geräte immer sicherer zu gestalten. Dazu gehört einerseits die technische Ausführung, andererseits aber auch das Verhalten gegenüber diesen Anlagen. Beides – eine sichere Technik und sicherheitsbewusstes Verhalten – setzen insbesondere bei den Elektrofachkräften ein hohes Maß an Wissen über das Wesen der Elektrizität, die von ihr ausgehenden Gefahren und deren Verhütung voraus. Ziel der in diesem Heft beginnenden Artikelserie ist es, das Wissen über einige wichtige Grundsätze im Umgang mit der Elektrizität, insbesondere aus dem Bereich der 50-Hz-Anlagen, und des richtigen Verhaltens bei den Fachleuten der Elektrotechnik der Eisenbahn, die es ja eigentlich wissen müssten, also bei Ihnen liebe Leserinnen und Leser, zu beleben. Wir haben festgestellt, dass es da Nachholbedarf gibt.

Die Rolle der Normen und Richtlinien

Legen Sie bitte die Zeitschrift jetzt nicht zur Seite! Wir wollen in unserer Artikelserie beileibe nicht das Regelwerk abschreiben. Aber ohne ein paar Regeln geht es nun einmal nicht. Der Schutz gegen elektrischen Schlag ist ein Grundanliegen der Regelung in der Elektrotechnik, gleichwohl im Normenwerk (DIN VDE-Normen, EN) als auch im internen Regelwerk der Bahn (z.B. Ril 954.0107, 819.0901). Grundvoraussetzung für die richtige Anwendung des Regelwerkes ist, dass Begriffe bekannt sind und einheitlich ausgelegt werden, dass wir also wissen, worüber wir eigentlich reden. Wichtig ist auch, dass der Kollege von LST das gleiche meint wie der Kollege, der Mittelspannungsanlagen instandhält, wenn sie den gleichen Begriff verwenden. In der Richtlinie 954.0101 gibt es deshalb einen Anhang, der sich speziell mit Begriffen beschäftigt. Außerdem sei hier auf die Norm DIN VDE 0100-200 verwiesen, in der diverse Begriffe der Elektrotechnik definiert sind. Diese Vorschriften

sind in jeder OE vorhanden, die sich mit Arbeiten an elektrotechnischen Anlagen beschäftigt. Schauen Sie doch einmal rein, lesen Sie einfach einmal nach und Sie werden erstaunt sein, was Sie nicht mehr so genau wussten.

Schutz gegen direktes und bei indirektem Berühren

Diese beiden Begriffe werden bei den Kollegen, die schon lange „im Geschäft sind“ keinen fragenden Blick verursachen. Die Regeln dafür haben wir bereits in der Lehrzeit zum Gesellen/Facharbeiter das erste Mal zu hören bekommen, der Elektromeister und der Ingenieur musste sich während er Ausbildung/des Studiums intensiv damit beschäftigen. Analog dem Straßenverkehr könnte man diese Regeln als die „Vorfahrt der Elektrotechnik“ bezeichnen. Jeder Fehler in der Anwendung birgt tödliche Gefahren und jeder Fehler in der Prüfung zu diesem Thema führte in der Regel dazu, dass man die Prüfung an einem anderen Tag, schlimmstenfalls nach einem weiteren Semester wiederholen durfte.

Und trotzdem, seien Sie ehrlich zu sich selbst: wie weit ist es denn mit dem Wissen darüber noch bestellt?

Wir versprechen Ihnen: wenn diese Artikelserie abgeschlossen ist, stehen Sie wieder voll im Stoff – vorausgesetzt, Sie lesen die Artikel.

Die Norm DIN VDE 0100-410

Der Titel der Norm lautet „Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 Volt; Teil 4: Schutzmaßnahmen; Kapitel 41: Schutz gegen elektrischen Schlag“.

Derzeit gültig ist die Ausgabe vom Januar 1997, seit 1. Juni 2003 gemeinsam mit der Änderung A1 (DIN VDE 0100-410/A1).

Diese Norm enthält die erforderlichen grundsätzlichen Regelungen. Sie ist eine Pilotnorm. Das bedeutet, dass sie bei der Erarbeitung anderer Normen immer beachtet werden muss und dass den in ihr enthaltenen Forderungen keine Festlegungen in anderen Normen entgegenstehen dürfen. Sie ist formal noch keine EN (Europäernorm), ihr Inhalt ist aber in der europäischen Normungsorganisation CENELEC

behandelt worden. Sie ist die deutsche Fassung des europäischen Harmonisierungsdokumentes HD 384.4.41 S 2.

Die Norm enthält von der deutschen und der internationalen Fachwelt für sinnvoll erachtete Maßnahmen

- für den Schutz, der sowohl im normalen Betrieb als auch im Fehlerfall (auch als Schutz sowohl gegen direktes Berühren als auch bei indirektem Berühren bekannt) gewährleistet, dass Menschen oder Nutztiere durch einen elektrischen Schlag nicht gefährdet werden können. Im Wesentlichen wird dieser Schutz durch die Anwendung von Kleinspannung (SELV, PELV) erreicht.
- für den Schutz (nur) im normalen Betrieb (also nicht im Fehlerfall), auch als Schutz gegen direktes Berühren oder Basischutz bekannt. Dieser Schutz kann gewährleistet werden als Schutz durch die Isolierung aktiver Teile, als Schutz durch Abdeckung oder Umhüllung, als Schutz durch Hindernisse oder aber als Schutz durch Abstand (hier ist auch der Begriff „Handbereich“ zu finden).
- für den Schutz gegen elektrischen Schlag unter Fehlerbedingungen, auch als Schutz bei indirektem Berühren bekannt.

In der nächsten Ausgabe der BahnPraxis E wollen wir uns intensiv mit dem Schutz gegen elektrischen Schlag unter Fehlerbedingungen auseinandersetzen und Ihnen sowohl die möglichen Schutzmaßnahmen als auch die Festlegungen zu deren Prüfung näher erläutern. Hier liegen u.E. die größten Gefahrenpotentiale, aber auch die größten Unsicherheiten im Wissen. Wir halten das für sinnvoll und nach Rücksprache mit vielen Fachkollegen auch für erforderlich, weil die Norm leider auch nicht sehr benutzerfreundlich geschrieben ist – geschuldet sicherlich auch der internationalen Harmonisierung.

Für heute soll's erst einmal genug sein. Damit Sie sich schon auf den Stoff einstellen können, haben wir Ihnen auf der nächsten Seite eine Zusammenstellung der möglichen Schutzeinrichtungen für den Schutz bei indirektem Berühren, zugeordnet den Systemen nach Art der Erdverbindung (also für das TN-System, das TT-System und das IT-System) abgedruckt. Die Kenntnis dieser Bildchen ist für das Verständnis der weiteren Artikel nötig. Also: schauen Sie sich diese Zeichnung mal intensiv an und vor allem: heben Sie Ihre BahnPraxis E auf!

Schutzeinrichtungen für den Schutz gegen elektrischen Schlag unter Fehlerbedingungen (Schutz bei indirektem Berühren) in den Systemen nach Art der Erdverbindung.

System nach Art der Erdverbindung	TN-System	TT-System	IT-System
Schutzrichtung	Schaltung		
Überstrom-Schutzeinrichtung	<p>TN-S-System getrennte Neutralleiter und Schutzleiter im gesamten System</p> <p>TN-C-System Neutral- und Schutzleiter im gesamten System in einem Leiter, dem PEN-Leiter, zusammengefaßt</p> <p>TN-C-S-System Neutral- und Schutzleiter in einem Teil des Systems in einem Leiter, dem PEN-Leiter, zusammengefaßt</p>		
RCD (Fehlerstrom-Schutzeinrichtung)			
Isolationsüberwachungseinrichtung			

Neue Bezeichnungen für das Regelwerk der Eisenbahn-Unfallkasse (EUK)

Von Heinrich Berle, Aufsichtsperson, Eisenbahn-Unfallkasse, Stuttgart

Für die Unfallverhütungsvorschriften und das übrige Regelwerk der EUK wurden im Oktober 2002 neue Bezeichnungen eingeführt, die auch den Bezeichnungen des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften entsprechen. Für einen Übergangszeitraum von mehreren Jahren werden sowohl die neue als auch die alte Bezeichnung angegeben.

Neben den von der EUK erlassenen Unfallverhütungsvorschriften stellt die EUK den Mitgliedsunternehmen eine große Zahl weiterer Schriften zu Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit zur Verfügung. Diese Schriften enthalten anschauliche und praktische Hinweise für den Umgang mit Arbeitsmitteln oder das Verhalten bei der Arbeit. Ziel dieser Schriften ist es, die Umsetzung der Vorschriften durch Regeln, Informationen oder Grundsätze für den Anwender in der Praxis zu erleichtern.

Bei den Bezeichnungen wird nach Unfallverhütungsvorschriften (GUV-V), Regeln für die Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit (GUV-R), Informationen der Gesetzlichen Unfallversicherung (GUV-I) und Grundsätzen der Gesetzlichen Unfallversicherung (GUV-G) unterschieden.

Unfallverhütungsvorschriften

Die neue Bezeichnung der Unfallverhütungsvorschriften richtet sich nach folgender fachlichen Gliederung:

- GUV-V A: Allgemeine Vorschriften, betriebliche Arbeitsschutzorganisation
- GUV-V B: Einwirkungen
- GUV-V C: Betriebsart / Tätigkeiten
- GUV-V D: Arbeitsplatz / Arbeitsverfahren
- GUV-V : Vorschriften, die den Maschinenaltbestand regeln

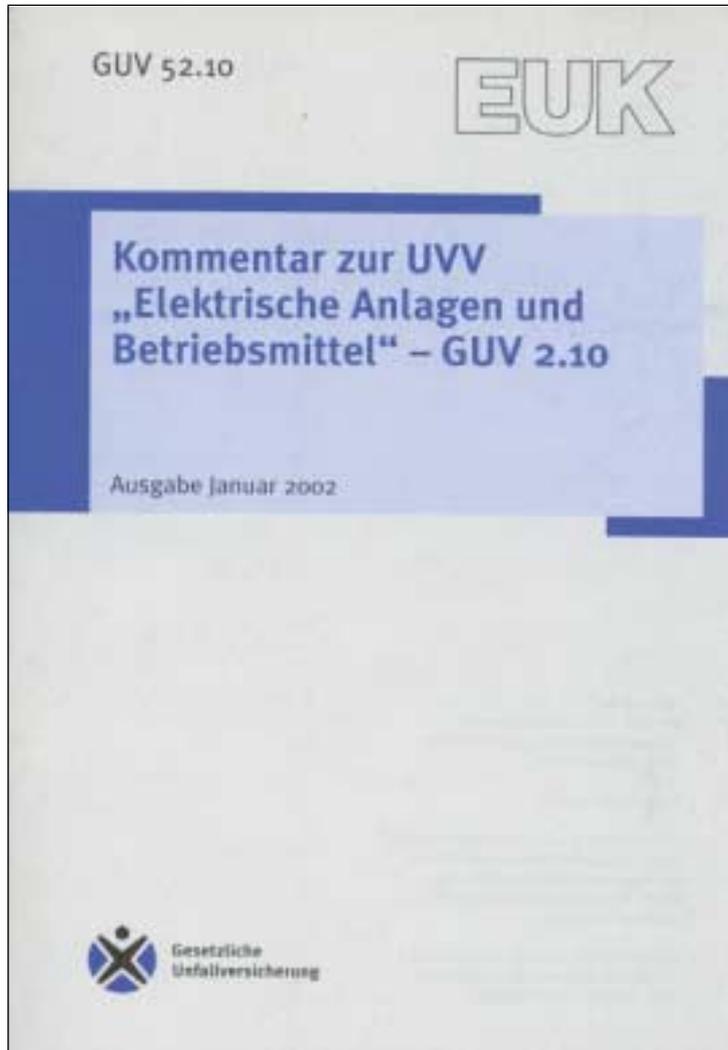
GUV-Regeln

für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit (GUV-R) sind Zusammenstellungen bzw. Konkretisierungen von Inhalten, z. B. aus:

- Staatliche Arbeitsschutzvorschriften und / oder GUV-Vorschriften
- Den Erfahrungen der gesetzlichen Unfallversicherungsträger.
- Unfallverhütungsvorschriften und / oder technische Spezifikationen und / oder Sie enthalten Regeln zur praktischen Umsetzung einer bestimmten Unfallverhü-



GUV-V A2 (bisher GUV 2.10)



GUV-I 8550 (bisher GUV 52.10)

tungsvorschrift oder Regeln allgemeiner Art, die Schutzziele verschiedener Arbeitsschutzvorschriften konkretisieren und erläutern.

GUV-Informationen

Informationen der Gesetzlichen Unfallversicherung (GUV-I) enthalten Hinweise und Empfehlungen, die die praktische Anwendung von Regelungen zu einem bestimmten Sachgebiet oder Sachverhalt erleichtern sollen.

GUV-Grundsätze

Grundsätze der Gesetzlichen Unfallversicherung (GUV-G) sind Maßstäbe in be-

stimmten Verfahrensfragen, z. B. hinsichtlich der Durchführung von Prüfungen.

Alle Unfallverhütungsvorschriften, die die EUK erlassen hat und das übrige Regelwerk, das die EUK den Mitgliedsbetrieben zur Verfügung stellt, sind im Druckschriften- und Medienverzeichnis der EUK aufgeführt. Außerdem ist im Druckschriften- und Medienverzeichnis auch die aktuelle Ausgabe angegeben. Beachten Sie bitte auch, dass neue Unfallverhütungsvorschriften und Nachträge zu Unfallverhütungsvorschriften einschließlich der Durchführungsanweisungen sowie die Änderung der Durchführungsanweisungen in der Zeitschrift „EUK-Dialog“ bekanntgegeben werden. Die Mitgliedsbe-

triebe der Bahn können die benötigten Schriften sowie das Druckschriften- und Medienverzeichnis der EUK bei der

Eisenbahn-Unfallkasse
EUK 511/516
Postfach 2001 52
60605 Frankfurt am Main

bestellen.

Die Unfallverhütungsvorschriften und das Regelwerk der EUK werden bei Anforderungen an die Mitgliedsbetriebe der EUK kostenlos abgegeben. Die Abgabe an Dritte (keine Mitgliedsbetriebe der EUK) erfolgt gegen Vorkasse zum Selbstkostenpreis zzgl. Verpackungs- und Versandkosten.

Hinweis:

Weil vielfach noch von Stellen vor Ort auf die Ausgabe Januar 2001 der GUV-I 8590 (bisher GUV 52.10) -Kommentar zur UVV „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel GUV-V A 2 (bisher GUV 2.10)“ Bezug genommen wird, wollen wir aus gegebenem Anlass am Beispiel der GUV-I 8590 (bisher GUV 52.10) aufzeigen, wie man die für die Mitgliedsbetriebe der EUK richtige Ausgabe der GUV-I 8590 erkennen kann. Diese Information ist dem jeweils aktuellen Druckschriften- und Medienverzeichnis zu entnehmen. Sieht man im Druckschriften- und Medienverzeichnis der EUK, Ausgabe 2003, nach, so ist dort die Ausgabe Januar 2002 der GUV-I 8590 aufgeführt, die die Ausgabe Januar 2001 ersetzt hat.

*Merke:
Nur wo EUK draufsteht,
ist auch EUK drin.*

Neue Zeichnungen für Speisekabel

Von Thomas Wöll, DB Systemtechnik, TZF 73, Frankfurt a.M.

Die bisherige Zeichnung 3 Ebs 09.41.01 wurde überarbeitet und als 3 Ebs 09.41.11 Blatt 1 - 3 „Speisekabel N2XS2Y 1 x 240 RM/xx 18/30 kV für 15-kV- / 16,7-Hz-Einphasenwechselstrom, Aufbau und Belastbarkeit im ungestörten Betrieb“ neu herausgegeben.

Die Neuausgabe ist gültig ab 27.02.2003.

Nachfolgend werden die Gründe, die zur Überarbeitung der Zeichnung führten, sowie die Zeichnung selbst erläutert.

Ausgangssituation

Ausgelöst durch Anfragen von EBA-Prüfern an verschiedene mit Planung von Umbau- bzw. Ertüchtigungsmaßnahmen von Schaltanlagen beauftragte Stellen zur Nachweisführung der regelkonformen Belastbarkeit von Speisekabeln nach Zeichnung 3 Ebs 09.41.01 (Ursprungsausgabe Version 05.01.1978) haben wir Handlungsbedarf im Hinblick auf die Aktualisierung dieser Ebs-Zeichnung festgestellt.

Da die Vita dieser Zeichnung in den bei TZF 73 vorhandenen Unterlagen des ehemaligen BZA München nicht mehr im Einzelnen nachvollzogen werden konnte, wurde eine vollständige Überarbeitung der Zeichnung durchgeführt im Hinblick auf:

1. Standardisierung auf Speisekabeltyp N2XS2Y 1 x 240 RM/50 oder RM/70 18/30 kV,
2. die aktuelle Normung nach DIN VDE 0276-1000 (VDE 0276, Teil 1000) und DIN VDE 0276-620 (VDE 0276, Teil 620),
3. Überprüfung der Reduktionsfaktoren für die Bahnbedingungen 15-kV-/16,7-Hz-Einphasenwechselstrom,
4. Überprüfung der Reduktionsfaktoren unter Bahnbedingungen für die bei der DB überwiegend zur Anwendung kommenden Verlegebedingungen,
5. allgemeine Überprüfung des Belastungsgrades für elektrischen Bahnbetrieb und
6. allgemeiner Nachweis der Nichtüberlastung von Speisekabeln im ungestörten elektrischen Bahnbetrieb.

Standardisierung auf Speisekabeltyp N2XS2Y 1 x 240 RM/xx 18/30 kV

Zur Minimierung der Typenvielfalt von Speisekabeln – wegen Vorteilen für die Vorhaltung und bei der Beschaffung – werden z. Z. von DB Energie, Zentrale, im Rah-

men der Erstellung der Planungsunterlagen für die Schaltanlagenplanung in der Regel nur noch Speisekabel N2XS2Y 1 x 240 RM/50 oder RM/70 - Querschnitt des Schirmes in Abhängigkeit der Höhe der Kurzschlussströme ($I_k \leq 25 \text{ kA} = 50 \text{ mm}^2$; $I_k \geq 25 \text{ kA} = 70 \text{ mm}^2$) im Verlegebereich verwendet. Damit einhergehend wurde die Anwendung dieses Kabels für alle Oberleitungsbauarten der DB standardisiert festgelegt. Es handelt sich dabei um ein einadriges Kabel mit mehrdrähtigem Kupferleiter 240 mm², Isolierung aus vernetztem Polyethylen (VPE), mit Kupferschirm und PE-Mantel.

Die Anzahl der Speisekabel richtet sich nach der Oberleitungsbauart und ggf. nach zusätzlich vorhandenen Verstärkungsleitungen. Sie wird von DB Energie, Zentrale, 16,7-Hz-Netzplanung festgelegt (in der Regel ebenfalls standardisiert).

Anpassung an die aktuelle Normung nach DIN VDE 0276-1000 (VDE 0276, Teil 1000) und DIN VDE 0276-620 (VDE 0276, Teil 620)

Die jetzt abgelöste Version der Zeichnung 3 Ebs 09.41.01 stammt ursprünglich aus dem Jahr 1978 und wurde von der Firma „Kabel und Draht“ aufgestellt. Sie gehört zu dem bis vor kurzem von einem Firmenkonsortium betreuten Regelzeichnungswerk für Regelerleitungen der DB bis Re 200. Die Zeichnungen sind an die DB AG übergegangen und werden nicht mehr von den Firmen bearbeitet und aktualisiert. Dieses umfassende Zeichnungswerk wird von TZF 73 zur Zeit – wie auch aus gegebenem Anlass diese Zeichnung – sukzessive auf den aktuellen Stand der Normung und Technik hin überprüft und, soweit erforderlich, überarbeitet.

Die in der Zeichnung angeführten Reduktionsfaktoren für verschiedene Verlegebe-

dingungen stützen sich auf die Festlegungen in der VDE 0298 Teil 2 „Verwendung von Kabeln und isolierten Leitungen für Starkstromanlagen, Allgemeines für Kabel mit Nennspannungen U_0/U bis 18/30 kV“, die nicht mehr gültig ist.

Die seit Juni 1995 in diesem Zusammenhang gültige Norm heißt DIN VDE 0276-1000 (VDE 0276, Teil 1000) „Starkstromkabel; Strombelastbarkeit, Allgemeines, Umrechnungsfaktoren“ bzw. DIN VDE 0276-620 (VDE 0276, Teil 620) „Starkstromkabel; Energieverteilungskabel mit extrudierter Isolierung für Nennspannungen U_0/U 3,6/6 kV bis 20,8/36 kV“.

Die Punkte 3. und 4. konnten nur mit Hilfe von kompetenten Kabelherstellern geklärt werden.

Die europäische Kabelindustrie hat in den letzten Jahren umfangreiche Restrukturierungsmaßnahmen durchgeführt, die zu einer starken Konzentration auf wenige kompetente Anbieter geführt haben. Heute gibt es rd. 20 Unternehmen, die 72% der Gesamtproduktion ausmachen. Davon entfallen allein 42% auf die drei großen Hersteller Nexans, Pirelli und Draka mit europäischer und internationaler Präsenz. Wegen anhaltender Rationalisierung und steigendem Kosten- und Preisdruck halten nur noch die Marktführer fachspezifisches „Know How“, wie es für unsere Untersuchungen notwendig war, vor.

Im Benehmen mit dem Konzerneinkauf (TEL 3) haben wir deshalb die beiden Hauptlieferanten der DB für Mittelspannungskabel, die Firmen Pirelli (Zulieferer der Firma Fröschl) und Nexans, mit der Bitte angeschrieben, insbesondere zu den Punkten 3. und 4. Stellung zu nehmen.

Die Antwortschreiben der Firmen waren die Basis für die Überarbeitung der Reduktionsfaktortabellen in der Ebs-Zeichnung 09.41.11.

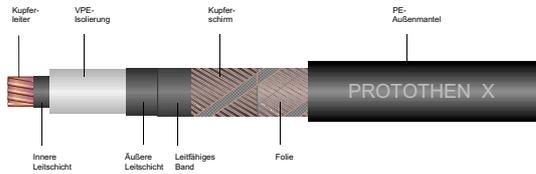
CAD-erstellt, nicht handschriftlich ändern

PROTOTHEN-X-Mittelspannungskabel für Bahnstromsysteme

N2XS2Y 1 x 240 RM / 50 oder 70 18/30 kV

Einadriges Kabel mit mehrdrähtigem Kupferleiter, Isolierung aus vernetztem Polyethylen (VPE), Kupferschirm und PE-Mantel

Nach DIN VDE 0276-620.5C



PROTOTHEN-X-Kabel haben eine Isolierung auf der Basis von vernetztem Polyethylen (VPE). In Kombination mit der extrudierten inneren und äußeren Leitschicht (Dreifachextrusion) gewährleistet diese Isolierung eine hohe Betriebssicherheit. Der PE-Mantel bietet aufgrund seiner großen mechanischen Widerstandsfähigkeit einen verbesserten Schutz gegen äußere Einwirkungen.

PROTOTHEN-X-Kabel dürfen in Luft, in Innenräumen, in Erde und im Wasser verlegt werden.

PROTOTHEN-X-Kabel eignen sich für alle gängigen Verlegungsmethoden und sind kompatibel zu den handelsüblichen Garnituren. Die Kabelenden sind gegen das Eindringen von Feuchtigkeit mit Kapfen zu schützen.

Kabel mit PE-Mantel sind nicht flammwidrig gemäß DIN VDE 0472 Teil 804 Prüfanlage B. Bei Verlegung in Luft und in Innenräumen sind daher Maßnahmen des vorbeugenden Brandschutzes erforderlich.

Beschreibung des Kabels:

Aufbau und Prüfungen: Nach DIN VDE 0276-620.5C
Leiter: Mehrdrähtiger Cu-Rundeiter
Innere Leitschicht: Leitfähiges VPE
Isolierung: VPE
Äußere Leitschicht: Leitfähiges VPE
Aderumhüllung: Leitfähiges VPE
Schirm: Cu-Drahtschirm mit Querleitwendel
Trennschicht: Folie
Außenmantel: PE, schwarz
Zul. Betriebsspannung: In Drehstromsystemen: $U_{max} = 36$ kV
 Verwendung: 30-kV-Kabel für Bahnstromsysteme, vorzugsweise zur Verlegung in Erde
Zul. Leitertemperatur: Im ungestörten Betrieb: 90 °C, bei Kurzschluss: 250 °C
Tiefste Verlegeleitertemperatur: -20 °C

Nennquerschnitt des Leiters	mm ²	240	240
Geometrischer Querschnitt des Schirmes	mm ²	50	70

Kabelaufbau			
Form und Art des Leiters		RM	RM
Nennwanddicke der Isolierung	mm	8,0	8,0
Nennwanddicke des Außenmantels	mm	2,5	2,5
Außendurchmesser ca.	mm	44	45
Mindestbiegeradius	mm	660	675

Versandangaben			
Zulässige Zugkraft (Ziehstrum pf)	N	12000	12000
Gewicht des Kabels ca.	kg/km	4000	4200
Lieferlänge	m	1000	1000
Spulenbezeichnung	KTG	220	220

Elektrische Eigenschaften			
Gleichstromwiderstandsbelag bei 20 °C	/km	0,0754	0,0754
Gleichstromwiderstandsbelag bei 90 °C	/km	0,0961	0,0961
Wirkwiderstandsbelag bei 90 °C	/km	0,0964	0,0965
Induktivitätsbelag je Leiter	mH/km	0,385	0,386
Betriebskapazitätsbelag	µF/km	0,223	0,223

Ungestörter Betrieb			
Verlegung direkt in Erde ¹⁾	A	805	805
Verlegung frei in Luft ²⁾	A	648	648

Kurzschlussfall			
Nennkurzschlussstrom I_{sc} bei Kurzschlussdauer $t_{sc} = 1$ s	Leiter	kA	34,3
			34,3

¹⁾ Bei einem spezifischen Erdbodenwärmewiderstand von 1 Km/W, 0,7 m Verlegetiefe, 20 °C Erdumgebungstemperatur, Belastungsgrad 0,7, einseitige Erdung des Kabelschirmes, 15-kV- / 16,7-Hz-Einphasenwechselstrom

²⁾ Verlegung frei in Luft, 40 °C Lufttemperatur mit zusätzlicher Erwärmung durch Sonnenstrahlen, Belastungsgrad 1,0, einseitige Erdung des Kabelschirmes, 15-kV- / 16,7-Hz-Einphasenwechselstrom

Verwendbar für: 15-kV-Bahnenergieleitungen	DB gesehen Frankfurt am Main den 27.02.03 TZF 73 gez. Borgwardt	3 Ebs 09.41.11 Blatt 1
Maße ohne Toleranzangabe:	Ausg. Datum	Maßstab
	Datum Name	
	Bearb. 25.01.03 Meier	
	Gepr. 24.02.03 Wöhl	
	Norm	
	Planprüf. 26.02.03 Große	
	DB AG DB Systemtechnik Oberleitung	
		Blatt 1
		3 Bl
Änderung Datum Name		Ers. f. 3 Ebs 09.41.01 Ers. d.

Urheberschutz - Alle Nutzungsrechte bei der DB AG

CAD-erstellt, nicht handschriftlich ändern

Belastbarkeit eines Kabels bei Verlegung in Erde und:

zulässige Leitertemperatur im ungestörten Betrieb = 90 °C
 einseitige Schirmerdung
 15-kV- / 16,7-Hz-Einphasenwechselstrom
 20 °C Erdumgebungstemperatur
 spezifischer Erdbodenwärmewiderstand der Trockenzone = 2,5 Km/W
 spezifischer Erdbodenwärmewiderstand der Feuchtzone = 1,0 Km/W
 70 cm Verlegetiefe
 Belastungsgrad m = 0,7

Bemessungsstrom I_b = 805 A

thermische Mindestzeitkonstante für Bemessungsstrom I_b = 15,6 Minuten

I_b = 805 A; Reduktionsfaktoren bei Kabelhäufung in Erde mit Sandbettung und Verlegung mit 7 cm Abstand einlagig, nebeneinander:

Anzahl:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Reduktionsfaktor:	1	0,89	0,74	0,70	0,67	0,63	0,60	0,58	0,56	0,54
I _b in A	805	716	596	564	539	507	483	467	451	435

I_b = Strombelastbarkeit (zulässige Belastung) aufgrund von Reduktionsfaktoren

Belastbarkeit eines Kabels bei Verlegung in PVC- oder PE-Rohr in Erde und:

Rohrinnendurchmesser 110 mm
 zulässige Leitertemperatur im ungestörten Betrieb = 90 °C
 einseitige Schirmerdung
 15-kV- / 16,7-Hz-Einphasenwechselstrom
 20 °C Erdumgebungstemperatur
 spezifischer Erdbodenwärmewiderstand der Trockenzone = 2,5 Km/W
 spezifischer Erdbodenwärmewiderstand der Feuchtzone = 1,0 Km/W
 70 cm Verlegetiefe
 Belastungsgrad m = 0,7

Bemessungsstrom I_b = 805 A

thermische Mindestzeitkonstante für Bemessungsstrom I_b = 15,6 Minuten

I_b = 805 A; Reduktionsfaktoren bei Rohrhäufung im Abstand der Rohrabstandshalter einlagig nebeneinander, Verfüllung der Rohrzweischenräume mit Sand:

Anzahl:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Reduktionsfaktor:	0,95	0,84	0,69	0,65	0,62	0,58	0,55	0,53	0,51	0,49
I _b in A	765	676	556	523	499	467	443	427	411	394

Bei verrohrten Schienenkreuzungen von bis zu vier Hauptgleisen ist auf die Berücksichtigung des entsprechenden Reduktionsfaktors für Kabel in Rohr in Erde zu verzichten und der Reduktionsfaktor für direkte Erdverlegung der Kabel zu berücksichtigen.

Aber auch bei vollständiger Verrohrung von Mittelspannungskabelstrecken kann man in vielen Fällen auf den Einsatz des Reduktionsfaktors für Rohrverlegung verzichten, wenn nicht längerfristig mit konstanter Last zu rechnen ist. Bahnbelastung ist keine konstante Last, sondern es treten kurze Lastspieldauern der Traktionsströme auf, die durch hohe Dynamik gekennzeichnet sind. Deshalb kann nach Einzelfallprüfung in Belastungsgrenzfällen mit den günstigeren Reduktionsfaktoren für direkte Erdverlegung des Kabels gerechnet werden.

Nach DIN VDE-Standard darf nur ein Speisekabel N2XS2Y 1 x 240 RM / 50 oder 70 16 kV/30 kV in einem Rohr verlegt werden.

Belastbarkeit eines Kabels bei Verlegung in Luft und:

zulässige Leitertemperatur im ungestörten Betrieb = 90 °C
 einseitige Schirmerdung
 15-kV- / 16,7-Hz-Einphasenwechselstrom
 40 °C Umgebungstemperatur und zusätzlicher Erwärmung durch Sonnenstrahlen
 Belastungsgrad m = 1

Bemessungsstrom I_b = 648 A

thermische Mindestzeitkonstante für Bemessungsstrom I_b = 17 Minuten

Bei einem Kabelabstand von 2 x Außendurchmesser des Kabels und Abstand vom Befestigungsuntergrund von 2 cm können beliebig viele Kabel einlagig, parallel nebeneinander verlegt werden, ohne dass Reduktionsfaktoren zu berücksichtigen sind.

Belastbarkeit eines Kabels in einem Oberflächenkanal aus Beton und:

zulässige Leitertemperatur im ungestörten Betrieb = 90 °C
 einseitige Schirmerdung,
 15-kV- / 16,7-Hz-Einphasenwechselstrom
 30 °C Erdumgebungstemperatur
 spezifischer Erdbodenwärmewiderstand der Feuchtzone = 1,0 Km/W
 ebenerdiger Einbau des Betonkanals
 Verlegung in Betonkanal Gr. I; lichte Weite 185 mm, lichte Höhe 155 mm, ohne Sandverfüllung im Kanal
 Belastungsgrad m = 1,0
zwei Kabel einlagig, dicht nebeneinander

Bemessungsstrom I_b = 520 A

thermische Mindestzeitkonstante für Bemessungsstrom I_b = 32,2 Minuten

Wegen der typischen Bahnbelastung werden zusätzliche Reduktionsfaktoren für Rohr- und Kabelhäufungen > 10 Rohre/Kabel in Erde, einlagig, parallel nebeneinander verlegt, nicht berücksichtigt. Es ist dann mit dem Reduktionsfaktor und dem Bemessungsstrom je Kabel für 10 Rohre/Kabel nebeneinander zu rechnen.

Die Anzahl der Kabel für Bahnhofs- bzw. Ersatzspeiser sind bei der Ermittlung des Reduktionsfaktors durch Kabelhäufung oder Rohrhäufung nicht zu berücksichtigen.

Beispiel:

SFS Köln - Rhein/Main; Uw Montabaur:
 speist 3 Oberleitungsabzweige, davon 2 Streckenspeiseabzweige (Limburg u. Urbach) und 1 Bahnhofspeiseabzweig (Bf Montabaur)
 alle Abzweige werden jeweils mit 4 Speisekabeln, parallele Verlegung direkt in Erde, versorgt.

Es ist der Reduktionsfaktor für Kabelhäufung von 8 parallel verlegten Speisekabeln in Erde zur Ermittlung des Bemessungsstromes I_b je Speisekabel anzusetzen.

Verwendbar für: 15-kV-Bahnenergieleitungen	DB gesehen Frankfurt am Main den 27.02.03 TZF 73 gez. Borgwardt	3 Ebs 09.41.11 Blatt 2
Maße ohne Toleranzangabe:	Ausg. Datum	Maßstab
	Datum Name	
	Bearb. 25.01.03 Meier	
	Gepr. 24.02.03 Wöhl	
	Norm	
	Planprüf. 26.02.03 Große	
	DB AG DB Systemtechnik Oberleitung	
		Blatt 2
		3 Bl
Änderung Datum Name		Ers. f. 3 Ebs 09.41.01 Ers. d.

Urheberschutz - Alle Nutzungsrechte bei der DB AG

CAD-erstellt, nicht handschriftlich ändern

Für die bei Neubau üblichen Konfigurationen Speisekabel / Speisefreileitung / Oberleitungsbauart gem. nachstehender Tabelle wurde von TZF 73 mit Hilfe des thermischen Modells der Oberleitung und unter Annahme von Extrembedingungen der allgemeingültige Beweis der ausreichenden Dimensionierung der Speisekabel erbracht.

Oberleitungsbauart	Anzahl Speisekabel je OI N2XS2Y 1x 240 RM/xx 18/30 kV	Anzahl Speisefreileitung je OI 1 x Alu 240 mm ²
alle Regelbauarten bis Re 200 mod	1	1
Re 250	1	1
S-Bahn-Tunneloberleitung	2	2
Re 330 / Sicat H1.0	2	2
alle Regelbauarten bis Re 200 mod + VI 1 x Alu 240 mm ²	2	2
Re 250 + VI 1 x Alu 240 mm ²	2	2
Re 330 / Sicat H1.0 + VI 1 x Alu 240 mm ²	2	2

Abweichende Dimensionierungen von Speisekabeln können von DB Energie, Zentrale – 16,7-Hz-Netzplanung – aufgrund individueller, örtlicher und projektbezogener Randbedingungen festgelegt werden.

Bei in Einzelfällen von der Tabelle abweichenden Konfigurationen Speisekabel / Speisefreileitung / Oberleitungsbauart, insbesondere bei Umbau oder Ertüchtigung von vorhandenen Oberleitungsanlagen, kann bei genauer Kenntnis der Verlegebedingungen der Speisekabel anhand des thermischen Modells der Oberleitung von TZF 73 mittels der Tabellenkalkulation „Auslösekennwerte Betriebsmittel“ eine individuelle Überprüfung / Abschätzung (Extremwertbetrachtung) durchgeführt werden.

Dimensionierung des Kabelschirmes:

Die Auswahl des Kabelschirmes erfolgt in Abhängigkeit der Höhe der Kurzschlussströme I_k^* im Verlegebereich und wird von DB Energie, Zentrale in der 15 kV-Geräteleiste in Verbindung mit dem Übersichtsschaltplan der 15 kV-Schaltanlage wie folgend festgelegt:

$I_k^* < 25$ kA: Schirmnennquerschnitt 50 mm²

$I_k^* \geq 25$ kA: Schirmnennquerschnitt 70 mm²

Vervielfältigung und Verwertung nur für Zwecke der DB frei

Verwendbar für		DB gesehen Frankfurt am Main den 27.02.03	4 Ebs 09.41.11 Blatt 3																	
15-kV-Bahnenergieleitungen			TZF 73 gez. Borgwardt																	
		Auße ohne Toleranzangabe		Meldestab																
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Datum</th> <th>Name</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bearb.</td> <td>25.01.03</td> <td>Meier</td> </tr> <tr> <td>Gepr.</td> <td>24.02.03</td> <td>Wohl</td> </tr> <tr> <td>Norm.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Planung/</td> <td>26.03.03</td> <td>Größe</td> </tr> </tbody> </table>			Datum	Name	Bearb.	25.01.03	Meier	Gepr.	24.02.03	Wohl	Norm.			Planung/	26.03.03	Größe	Speisekabel für Bahnstromsysteme N2XS2Y 1 x 240 RM / 50 oder 70 18/30 kV nach DIN VDE 0278-620 Dimensionierung - Anzahl von Speisekabel	
	Datum	Name																		
Bearb.	25.01.03	Meier																		
Gepr.	24.02.03	Wohl																		
Norm.																				
Planung/	26.03.03	Größe																		
		DB AG DB Systemtechnik Oberleitung		Blatt 3 3 R																
Zust.	Änderung	Datum	Name	Urspr.	Ers. f. 3 Ebs 09.41.01	Ers. d.														

Der Punkt 5. war in Zusammenarbeit mit DB Energie, Zentrale, 16,7-Hz-Netzplanung, zu klären.

Zum Punkt 6. war das fachübergreifende Ziel, eine pragmatische Lösung zu finden, mit der im Regelfall eine individuelle, projektbezogene Nachweisführung der ausreichenden Dimensionierung von Speisekabeln – die immer mit zusätzlichem personellen Aufwand und Kosten verbunden ist - entfallen kann. Es konnte ein allgemeiner Nachweis für die in der Zeichnung angegebenen Verlegebedingungen und Dimensionierungen mit Hilfe des thermi-

schen Modells der Oberleitung geführt werden.

Die Punkte 3–6 werden in einem weiteren Artikel zum Thema in dieser Ausgabe der BahnPraxis E nochmals näher erläutert.

Neuausgabe der Zeichnung

In die mit der Technischen Mitteilung der DB Netz AG, TM EM/AM 003 / 2003 eingeführte Zeichnung 3 Ebs 09.41.11 (Blatt 1–3) sind alle Erkenntnisse zu den zuvor genannten Punkten eingearbeitet.

Zuständig für den Einkauf von Mittelspannungskabel ist TEL 3 - EKG 524 – in Berlin. Die Ansprechpartnerin ist Frau Lax, Tel.: (9 99) 2 34 12, Fax: (9 99) 2 41 56.

Die aktuellen Rahmenvertrags-Nr. lauten:
 Nexans – 524/00/92011203
 ETG Fröschl – 524/00/92011208.

Anmerkung: Ohne Berücksichtigung der Buntmetallnotierung ist nach den aktuellen RV das Speisekabel mit 70er Schirm bei beiden Lieferfirmen ca. 500,- € je 1000 m billiger.

15-kV-Speisekabel

Belastbarkeit und Dimensionierung

Ermittlung des Belastungsgrades, der Reduktionsfaktoren und allgemeiner Nachweis zur ausreichenden Dimensionierung bei Speisekabeln N2XS2Y 1 x 240 RM/50 oder 70 18/30 kV für 15-kV- / 16,7-Hz-Einphasenwechselstrom

Von Thomas Wöll, DB Systemtechnik, TZF 73 und Markus Korger, DB Energie GmbH, TYZ 4

In dieser Ausgabe der BahnPraxis E wird über die Überarbeitung und Neuherausgabe der Zeichnung 3 Ebs 09.41.01 – neu 3 Ebs 09.41.11 Blatt 1–3 „Speisekabel N2XS2Y 1 x 240 RM/xx 18/30 kV für 15-kV-/16,7-Hz-Einphasenwechselstrom, Aufbau und Belastbarkeit im ungestörten Betrieb“ berichtet. Im nachfolgenden Artikel sollen die Punkte „Belastungsgrad m“, „Reduktionsfaktoren“ und „Allgemeiner Nachweis der ausreichenden Dimensionierung“ vertieft betrachtet werden.

Allgemeine Überprüfung des Belastungsgrades für elektrischen Bahnbetrieb

Lastgänge von Oberleitungsabzweigen zeigen analog zum elektrischen Traktionsenergiebedarf eine von kurzen Lastwechseln geprägte Stromkurve. Um die Art der Belastung zu berücksichtigen, fließt die Betriebsart in die Berechnung der Strombelastbarkeit von Speisekabeln ein. Der Belastungsgrad m bezeichnet das Verhältnis von Durchschnittslast zu Größtlast. Laut DIN VDE 0276 Teil 1000:1995 ist der Belastungsgrad aus einem Tageslastspiel oder Referenzlastspiel zu ermitteln. Dabei ist der Lastgang eines ganzen Tages zu Grunde zu legen.

In diesem Zusammenhang wird oft von „EVU-Last“ gesprochen. Unter EVU-Last versteht man einen Lastgang der einen Belastungsgrad von $m = 0,7$ zur Folge hat.

Dies trifft für die meisten Netze der öffentlichen Energieanbieter zu. Bei den ausführenden Planern für Speisekabel stellte sich in der Vergangenheit gelegentlich die Frage, ob bei der Dimensionierung von Speisekabeln für Oberleitungen der Belastungsgrad $m = 1$ (Dauerlast) oder $m = 0,7$ für EVU-Last anzuwenden ist.

Zur Klärung dieser Unsicherheit ist für einige Oberleitungsabzweige exemplarisch der Belastungsgrad m ermittelt worden.

Dazu wurden entweder Stromschiebe grafisch ausgewertet oder die teilweise in den neuen Bundesländern vorhandenen COMA-Messwerte (Computergestützte Messwernerfassung und -archivierung in dezentralen Umformerwerken der Deut-

schen Bahn AG) bzw. andere in digitaler Form vorliegenden Messwerte genutzt.

Zur Veranschaulichung zeigt Bild 1 eine Oberleitungsabzweigmessung (Abzweig Hamburg) des Unterwerks Boizenburg in Mecklenburg-Vorpommern.

Laut DIN VDE 0276 Teil 1000:1995 ist, falls der Tageslastgang Lastspiele enthält, die kürzer als 15 Minuten andauern, der Belastungsgrad aus dem Quotient des Tagesmittelwerts zum höchsten 15-Minuten-Effektivwert zu bestimmen. In Bild 1 ist zu erkennen, dass die Lastwechsel deutlich häufiger als alle 15 Minuten stattfinden. Es ist verständlich, dass sich durch die zugehörigen technischen Anforderungen an die Traktionsstromversorgung solch dynamische Stromkurven ergeben.

Da die Erwärmung eines Kabels vom Effektivwert des Stroms und dessen Dauer abhängt, wurde zunächst für jeden Messwert (ca. 18000 pro Tag) der I^2t -Wert aus dem Messwert des Stroms und der Dauer gebildet. Die Summe aller I^2t -Werte führt dann über folgende Beziehung zum Effektivwert des Stroms über 24 Stunden:

$$I_{eff} [A] = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N i_i^2 \cdot t_i}{24h}}$$

Die Berechnung der 15-Minuten-Effektivwerte erfolgte mit Hilfe eines Makros unter MS-Excel.

Bild 2 zeigt für einen ausgewählten Zeitraum die 15-Minuten-Effektivwerte die aus den Messwerten der Abzweigstrommessung berechnet wurden.

Der Belastungsgrad m wurde dann als Quotient aus 24-Stunden-Effektivwert und höchstem 15-Minuten-Effektivwert errechnet:

$$m = \frac{I_{24h}}{I_{15min}}$$

Der Belastungsgrad für die hier als Beispiel gezeigte Messung beträgt 0,65 und ist einer der bislang höchsten ermittelten Werte für den Belastungsgrad in Speisekabeln. Bei der Betrachtung der hier gezeigten Messung im Unterwerk Boizenburg fällt die hohe Grundlast in diesem Abzweig auf. Die Messwerte liegen nur selten unter 150 A, dies erklärt den verhältnismäßig hohen Belastungsgrad. Bei Oberleitungsabzweigen die weniger Grundlast führen, ist auch der Belastungsgrad geringer.

Die bisher betrachteten Oberleitungsabzweige weisen alle Belastungsgrade unter 0,7 auf. Demzufolge wurde der Belastungsgrad für elektrischen Bahnbetrieb mit $m = 0,7$ festgelegt.

Der Belastungsgrad stellt definitionsgemäß nur eine Kennzahl zum Verhältnis der Größtlast zu Dauerlast dar. Aussagen zur anlagenseitigen Belastung, z.B. zur tatsächlichen Belastung eines Kabels, sind über den Belastungsgrad nicht möglich.

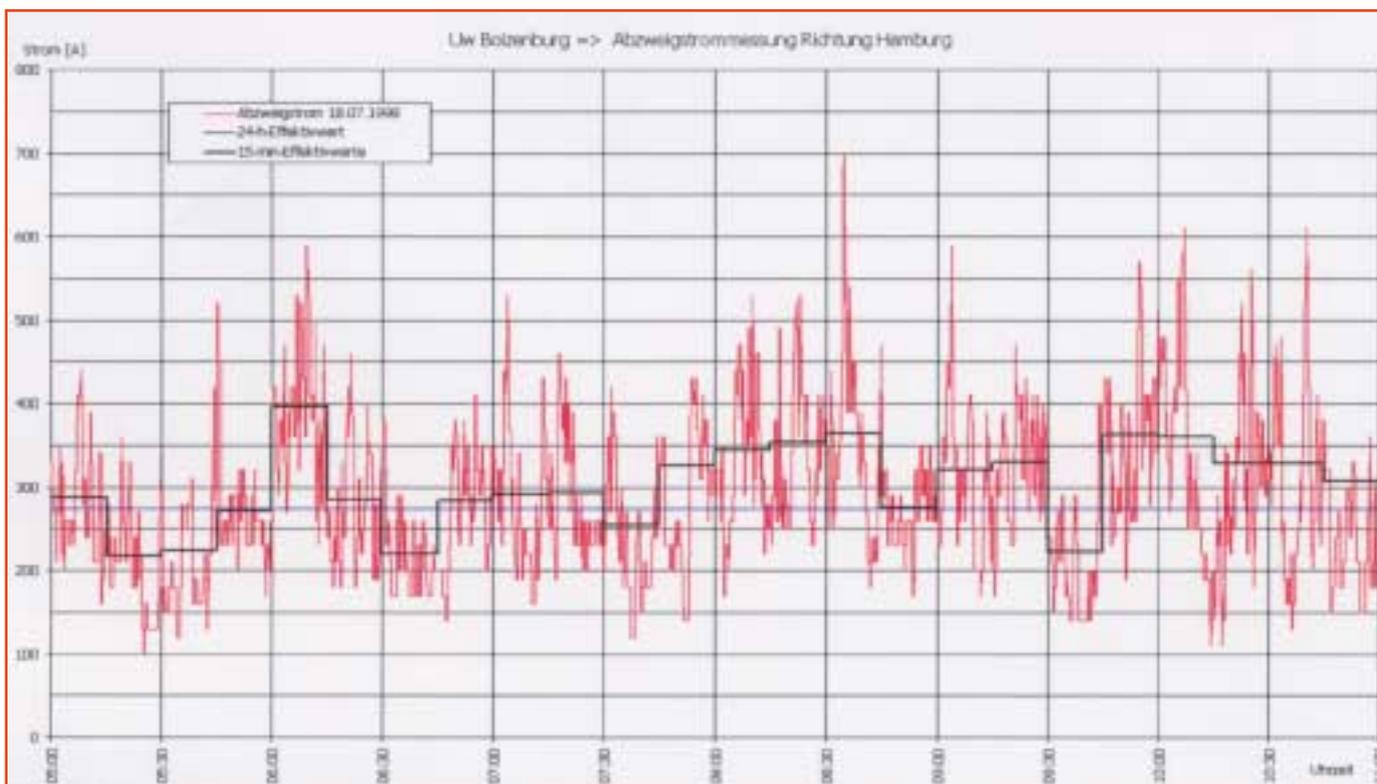


Bild 1: Abweigstrommessung Uw Boizenburg

Überprüfung der Belastbarkeitswerte durch renommierte Kabelhersteller im Hinblick auf die Bahnbedingungen und allgemeine Interpretation der Ergebnisse

Einige technische Angaben sowie die Angaben im Hinblick auf die Belastbarkeit bei definierten Betriebs- und Verlegebedingungen in den zuvor genannten DIN-Normen und in dem bei uns vorhandenen Datenblatt für das PROTOTHEN-X-Mittelspannungskabel für Bahnstromsysteme beziehen sich auf symmetrische 50-Hz-Drehstrombelastung sowie zweiseitige Erdung des Kabelschirmes, nicht jedoch auf 15-kV-/16,7-Hz-Einphasenwechselstrom-Bahnbelastung mit einseitiger Schirmerdung.

Deshalb haben wir zwei Firmen unabhängig voneinander um Aussagen zur Belastbarkeit unter Bahnbedingungen (15-kV-/16,7-Hz-Einphasenwechselstrom – einseitige Schirmerdung) und um Angabe von Reduktionsfaktoren für die bei der DB AG üblichen Verlegearten von Speisekabeln gebeten:

- Verlegung in Luft,
- Verlegung direkt in Erde,

- Verlegung in Rohr in Erde und als Sonderlösung bei Bedarf die
 - Verlegung in einem Betonoberflächenkanal,
- gebeten.

Beide Firmen haben für die Beantwortung unserer Fragen umfangreiche Berechnungen selber durchgeführt bzw. von einem externen Ingenieurbüro durchführen lassen.

Überprüfung der Reduktionsfaktoren für die Bahnbedingungen 15-kV-/16,7-Hz-Einphasenwechselstrom und einseitige Schirmerdung

Eine der beiden Firmen hat dabei in verschiedenen Variantenrechnungen explizit ermittelt, dass:

- die Betriebsspannung von 15 kV keinen Einfluss auf die Belastbarkeit hat, da in diesem Spannungsbereich die dielektrischen Verluste bei VPE-isolierten Kabeln grundsätzlich vernachlässigbar klein sind,
- die einseitige Schirmerdung bei 16,7 Hz – gem. Forderung Ril 997.0204 wegen Dämpfung transients Vorgänge zur Reduzierung der Beeinflussung von

Schalt- und Steuereinrichtungen – nur zu einer marginalen Erhöhung der Belastbarkeit (< 1 %) führt,

- bei der Betriebsfrequenz von 16,7 Hz die Belastbarkeitswerte für die Kabelbauart mit 50 mm² bzw. 70 mm² geometrischem Schirmquerschnitt praktisch gleich ist.

Die uns gegebenen Antworten der beiden Firmen im Hinblick auf Reduktionsfaktoren und die zulässige Belastbarkeit bei bestimmten Verlegebedingungen konnten leider nicht direkt miteinander verglichen werden. Während eine Firma, wie konkret angefragt, Reduktionsfaktoren bei den verschiedenen angefragten Verlegebedingungen für bis zu neun parallel verlegte Kabel angegeben hat, gab die andere Firma die zulässige Belastbarkeit eines Kabels bezogen auf die angefragten Verlegebedingungen bei zwei parallel verlegten Kabeln an.

Bei Umrechnung dieser Werte auf die Belastbarkeit eines Kabels und gleiche Betriebsbedingungen lagen die Werte im Toleranzband – 3% bis – 8% im Bereich der Angaben der anderen Firma.

Die uns zugesandten Angaben waren jedoch ausreichend, um Reduktionsfaktortabellen für die bei der Bahn üblichen Verlegebedingungen zu erstellen. Auch in den zuvor genannten Normen wird angeführt, dass Zwischenwerte für die in der Norm

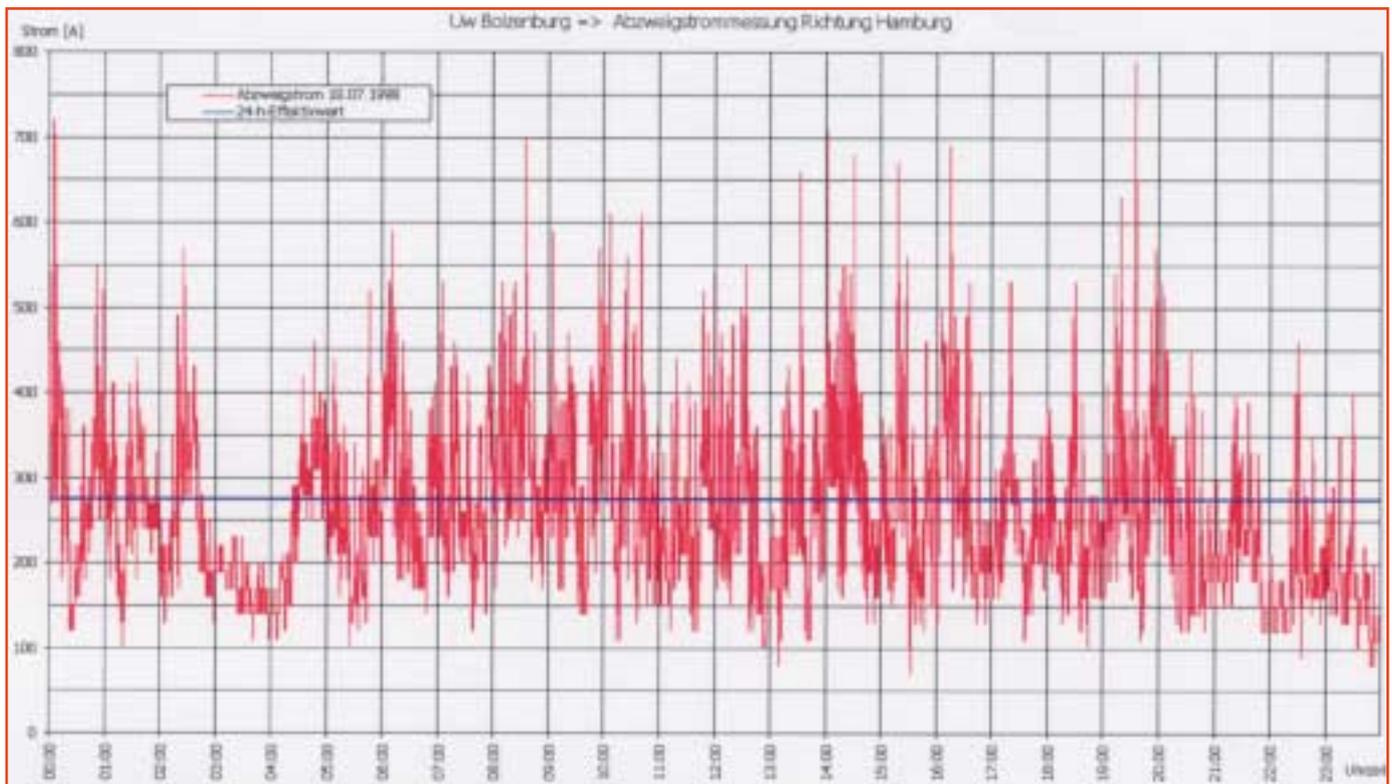


Bild 2: Darstellung von 15-Minuten-Effektivwerten

angegebenen Tabellen für Reduktionsfaktoren interpoliert werden dürfen. Die den Reduktionsfaktoren zugrunde liegenden vereinbarten Betriebsbedingungen, z. B. Umgebungsbedingungen wie Umgebungstemperatur oder Erdbodenwärmewiderstand, sind für mitteleuropäische Verhältnisse jeweils „Worst-Case-Werte“, sodass die Belastbarkeit I_z für im Einzelfall von den vereinbarten Betriebsbedingungen abweichende Bedingungen (z.B. wegen Kabelhäufung) anhand der Reduktionsfaktortabellen noch Reserven beinhalten und immer auf der sicheren Seite liegen. Dies bestätigen auch praktische Versuche von Energieversorgern.

Macht man sich zudem bewusst, dass nicht der Belastungsstrom, sondern die Temperatur des Isolierstoffes für die Alterung des Kabels maßgebend ist, so ist eine höhere Belastung als mit Nennstrom immer dann ohne weiteres möglich, wenn die zulässige Kabeltemperatur, z.B. im Winter bei Höchstlastzeit im Bahnbetrieb, nicht überschritten wird. Es liegt dann im Sinne der thermischen Belastung des Kabels keine Überlastung vor.

Allgemeiner Nachweis der Nichtüberlastung von Speisekabeln im ungestörten elektrischen Bahnbetrieb

1. Grundlagen

In der einschlägigen Fachliteratur wird ausgeführt, dass die zeitgewichtete Belastungsdauerkurve der Effektivwerte für die Bemessung von Betriebsmitteln geeignet ist. Beim Bahnbetrieb kann nicht von Dauerbelastung ausgegangen werden. Es treten kurze Lastspieldauern der Traktionsströme auf, die durch hohe Dynamik gekennzeichnet sind.

Maßgebend für die elektrische Belastbarkeit ist der Effektivwert des Belastungsstromes. Betriebsmittel der Bahnstromversorgung können für eine bestimmte Dauer einen Strom führen, ohne die zulässige Grenztemperatur des Betriebsmittels zu überschreiten. Für die Belastbarkeit sind leiterab- und leiterunabhängige Einflussgrößen entscheidend. Der häufig verwendete Wert der Dauerstrombelastbarkeit stellt somit nur ein grundsätzliches Hilfsmittel zur Abschätzung bei der Anlagendimensionierung dar.

Die Angabe des Dauerstromes ist ein Bemessungswert im ungestörten Betrieb bei vereinbarten Betriebsbedingungen. Zum

Beispiel beträgt der zulässige Dauerstrom für eine Kettenwerks oberleitung Re 200 mit Fahrdrabt Ri 100 und Tragseil Bz 50 II 560 A. Dabei wird eine Fahrdrabt abnutzung von 20%, eine herrschende Außentemperatur von 35°C und zusätzliche Sonnenwärme, eine Windgeschwindigkeit von 1 m/s und die daraus resultierende thermische Mindestzeitkonstante τ von 4,5 min zugrunde gelegt. Bei diesen Bedingungen ist bei einer zulässigen Kettenwerksendtemperatur von 70°C eine Erwärmung des Kettenwerkes durch Sonnen- und Stromwärme um 35°C zulässig.

Der zulässige Bemessungsdauerstrom eines Speisekabels in PVC- oder PE-Rohr (z. B. bei 10 einlagig, nebeneinander, 70 cm tief liegenden Kabeln in Rohren in Erde) beträgt 394 A. Die zugrundeliegende Erdumgebungstemperatur der Rohre ist 20°C, die zulässige Kabelendtemperatur des Kabels ist 90°C, die thermische Mindestzeitkonstante τ für den Bemessungsstrom bei diesen Verlegebedingungen beträgt 15,6 min. Bei diesen Bedingungen darf das Kabel um 70°C durch Stromwärme zusätzlich erwärmt werden, ohne thermisch überlastet zu werden.

Es wird deutlich, dass diesen beiden Bemessungsdauerströmen völlig unterschiedliche vereinbarte Betriebsbedingungen zugrunde liegen.

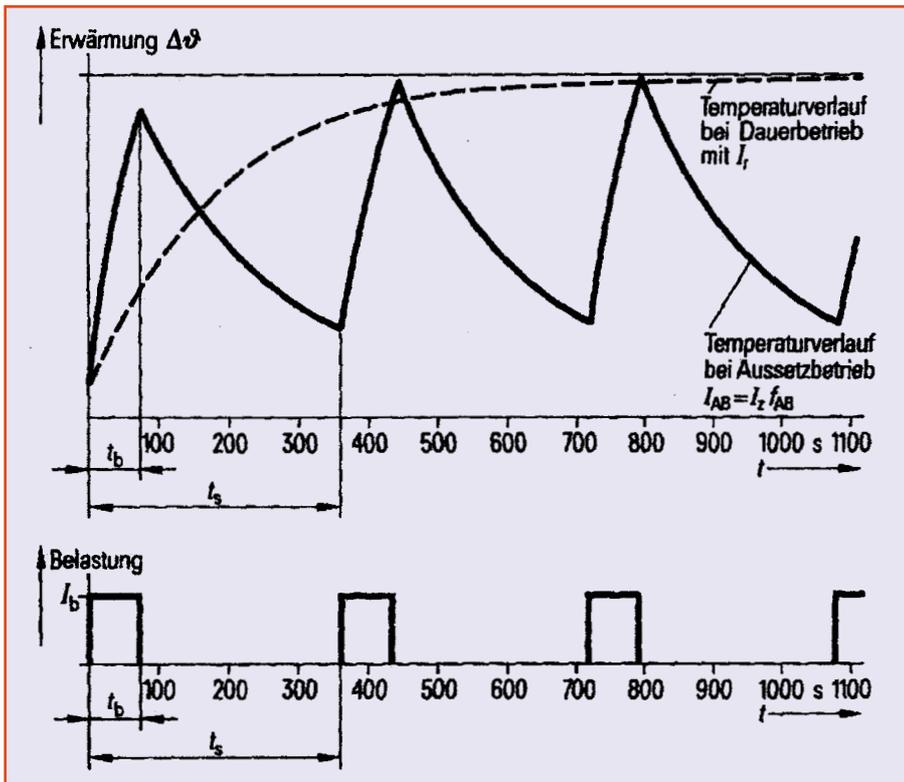


Bild 3 Beispiel des Temperaturspieles am Leiter eines Kabels bei Aussetzbetrieb

Deshalb dürfen die „nackten“ Werte der Dauerstrombelastbarkeit von Betriebsmitteln der Bahnstromversorgung, wie z.B. von Speisekabeln oder Oberleitungen nicht unmittelbar miteinander verglichen werden.

2. Nachweis ausreichender Dimensionierung von Betriebsmitteln der Bahnstromversorgung mit Hilfe des thermischen Modells der Oberleitung

Die von den Infrastrukturplanern bestellte Streckengeschwindigkeit elektrischer Strecken ist Grundlage für die zum Einsatz kommende Oberleitungsbauart. Oberleitungsanlagen sind teuer und stellen deshalb buchhalterisch einen großen Wert dar.

Um sicheren elektrischen Bahnbetrieb zu gewährleisten und um Oberleitungsanlagen vor Beschädigungen durch Kurzschlüsse oder thermische Überlastung zu schützen, werden heute moderne digitale Oberleitungsschutzgeräte eingesetzt.

Der Schutz vor thermischer Überlastung ist in Oberleitungsschutzgeräten mit der Funktion „Thermoschutz“ realisiert. Der Thermoschutz verhindert thermische Schäden im Kettenwerk, die durch unzulässige Betriebsströme entstehen können.

Der Thermoschutz eines Oberleitungsspeisebezirkes wird auf der Grundlage der elektrischen Parameter der zu schützenden Oberleitungsbauart eingestellt. Alle Betriebsmittel die der Speisung der Oberleitung dienen, z.B. Speisekabel, Speisefreileitungen oder Schalteranschlussleitungen/Stromverbinder müssen in der Regel thermisch mindestens so belastbar sein, wie die Oberleitung, die sie versorgen!

Dem Thermoschutz liegt ein vereinfachtes thermisches absolutes Modell der Oberleitung mit voller Gedächtnisfunktion zugrunde. Es tendiert schutztechnisch zur sicheren Seite. Grundlegende Untersuchungen zur Herleitung dieses vereinfachten thermischen Modells der Oberleitung wurden von den Schweizer Metallwerken Selve & Co, seinerzeit vom BZA München und von Otto Held durchgeführt. Die in diesen Veröffentlichungen beschriebene Methode zur Berechnung:

- der ständig zulässigen Strombelastung;
 - der Dauer der Kurzzeitströme in Abhängigkeit der augenblicklichen Temperatur und des Dauerstromes
- unter Zugrundelegung von:
- **Kurzzeit- und Aussetzbetrieb,**
 - **rechnen mit dem Mindestzeitwert und**

• rechnen mit dem quadratischen Mittelwert des Belastungsstromes

wurde in einer Mitteilung des ORE (OFFICE DE RECHERCHES ET D'ESSAIS) für die Anwendung bei allen Oberleitungsarten freigegeben.

In modernen bei der DB AG eingesetzten Digitalschutzgeräten der Firmen ALSTOM (PD 591) und Siemens (7SA517) wird die Thermoschutzfunktion wie folgend realisiert:

Auf der Grundlage dieser Formeln (Bild 4) haben wir mit Hilfe einer Excel-Tabellenkalkulation „Auslösekennwerte Betriebsmittel“, unter Annahme eines fiktiven Belastungsstromes und einer fiktiven Grundlast, die Schutzauslösezeiten von Oberleitungen und Speisekabel unter Berücksichtigung der ungünstigsten Verlegebedingungen für die Kabel miteinander verglichen. Unter diesen extremen Randbedingungen sind in allen betrachteten Fällen die Schutzauslösezeiten der Oberleitungen für die bei Neubau üblichen Konfigurationen Speisekabel/Speisefreileitung/Oberleitungsbauart gemäß der Tabelle in Blatt 3 der Ebs-Zeichnung am kürzesten.

Damit konnte mit Hilfe dieser Tabellenkalkulation für die in der Tabelle des Blattes 3 der Ebs-Zeichnung aufgeführten Zusammenstellungen der allgemeingültige Beweis der ausreichenden Bemessung der Speisekabel erbracht werden.

Die Auslösekennlinie des Thermischen Überlastschutzes wird nach folgender Gleichung gebildet:

$$t_{Aus} = -\tau \ln \left(1 - \frac{1}{\left(\frac{I_L}{I_B}\right)^2} \frac{OT_E - OT}{T_{IB}} \right)$$

(ohne Vorbelastung - $OT = AT$)

t_{Aus}	Auslösezeit des Thermischen Überlastschutzes
τ	Zeitkonstante
I_L	Oberleitungsstrom
I_B	wirksamer Basisstrom
OT_E	Zulässige Endtemperatur
OT	gerechnete Temperatur
T_{IB}	Übertemperatur für Basisstrom

Die Oberleitungstemperatur wird durch das thermische Modell nach folgender Gleichung berechnet:

$$OT = T_{IB} \left(\frac{I_L}{I_B} \right)^2 (1 - e^{-t/\tau}) + AT$$

OT	Oberleitungstemperatur
T_{IB}	Übertemperatur für Basisstrom
I_L	Oberleitungsstrom
I_B	wirksamer Basisstrom
AT	Außentemperatur

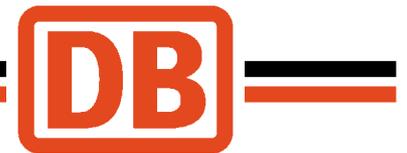
Bild 4

Damit wurden, liebe Leser/-innen, die Angaben zum Belastungsgrad m bei Bahnbelastung, zu den Reduktionsfaktoren der Strombelastbarkeit bei verschiedenen Verlegearten sowie der allgemeine Nachweis der ausreichenden Dimensionierung der Speisekabel hergeleitet und erläutert.

Zur Überarbeitung und Neuherausgabe der entsprechenden Ebs-Zeichnung 3 Ebs 09.41.11 Blatt 1-3 (alt 3 Ebs 09.41.01) lesen Sie bitte auch den vorangegangenen Artikel in dieser Zeitschrift.

Neue Richtlinien

Technische Unterlagen



954.9102 Elektrische Energieanlagen; Elektrische Zugvorheizanlagen

Kommentiert von Ludwig Linke, DB Energie, TYZ 2

Die Technische Unterlage 954.9102 „Elektrische Energieanlagen; Elektrische Zugvorheizanlagen“ wurde fortgeschrieben und komplett neu herausgegeben.

Die Neuauflage ersetzt die TU 954.9102:1997-09 und ist ab 01.05.2003 verbindlich.

Hier die wichtigsten Änderungen in einer kurzen Zusammenfassung. Die Lektüre dieses Artikels ersetzt natürlich nicht das gründliche Studium der neuen Ausgabe der TU. Falls sie Ihnen noch nicht vorliegt, wenden Sie sich vertrauensvoll an Ihren Vorgesetzten oder an das Logistikcenter in Karlsruhe.

Zur besseren Übersichtlichkeit wurde die TU neu strukturiert in die Abschnitte:

- „**Allgemeines**“ (Aufgabe, zu beachtende Vorschriften, Zulassungen, Energiebezug, Schutzmaßnahmen und Anforderungen an die Betonstation);
- „**Schalt- und Umspannanlage am 16,7-Hz-Oberleitungsnetz**“ (Technische Ausführung der HS- und NS-Schaltanlage, Bauteile, Schutz);
- „**Schalt- und Umspannanlage am 50-Hz-Versorgungsnetz**“ (Technische Ausführung der HS- und NS-Schaltanlage);
- „**Außenanlage**“ (Beschreibung der Steuersäule, Sollbruchstelle, Blinddosensänder, Verkabelung inkl. Rückstromführung);
- „**Steuerung**“ (mit Betriebsarten, Steuerungsfunktionen, Meldungen);
- „**Stationszubehör**“;
- „**Technische Dokumentation**“

unterteilt. Ebenso wurde die Energieflussrichtung bei der Beschreibung der einzelnen Komponenten berücksichtigt.

Die **Zulassung von Komponenten** wurde neu geregelt. Eine Typzulassung durch das Eisenbahn-Bundesamt ist nicht mehr notwendig. Für Kompletanlagen bzw. bahnspezifische Bauteile der EZVA ist nur noch eine technische Freigabe durch die DB Energie-Zentrale erforderlich. Die bauaufsichtliche Freigabe von Projekten ist hiervon unberührt.

Zu den **Schutzmaßnahmen** wurden grundsätzliche Festlegungen getroffen.

Die Anforderungen an die **Fertigbetonstation** wurden präzisiert. Die Stationen müssen im allgemeinen der DIN EN 61330 entsprechen. Sie sind als geschlossene Gebäude mit mehreren Räumen auszuführen, die jeweils von außen zugänglich sind. Die Ausführung der Bewehrung muss den Vorgaben der Ril 997.0205 für Anlagen im Oberleitungsbereich mit Kurzschlussströmen $I_k > 25\text{kA}$ entsprechen. Die mechanische Festigkeit der Gebäude muss ausreichen, um alle statischen und dynamischen Belastungen aufzunehmen. Der Kabelkeller ist als Ölauffangwanne auszuführen. Die Belüftung ist für die maximale Trafoleistung auszulegen.

Die Prinzipschaltbilder für die **Schalt- und Umspannanlage am 16,7-Hz-Oberleitungsnetz** wurden den neuen Gegebenheiten angepasst. Es wurde nun festgelegt, dass das Gehäuse der Schaltanlage (HS/NS) und der Trafo isoliert aufzustellen und mit der Gestellschluss-Schutzschiene (GSS) zu verbinden sind. Die Bauform des Gestellschluss-Schutzwandlers wurde definiert. Eine Tabelle mit den Einstellwerten der Überstromrelais

wurde zur leichteren Parametrierung eingefügt.

Von der DB Energie-Zentrale wurden Leistungsschalter mit einem Schaltvermögen von 25 kA und 31,5 kA freigegeben. Die nutzerabhängige Energieerfassung wurde nun prinzipiell aufgenommen. Das technische Konzept wird zur Zeit noch erarbeitet.

Zur Stoßableitung von induktiven Einkopplungen in das Schienennetz ist ein Tiefererder vorzusehen.

Das Prinzipschaltbild für die **Schalt- und Umspannanlage am 50-Hz-Verteilernetz** wurde den neuen Gegebenheiten angepasst. Die EZVA ist soweit wie möglich nach dem Konzept der 16,7-Hz-Anlagen zu erstellen. Für jeden Trafoabgang ist eine separate Niederspannungsschaltanlage vorzusehen. Diese müssen zueinander abgeschottet sein und einen vollständigen Berührungsschutz besitzen. Ebenso wie bei den 16,7-Hz-Anlagen sind die Schaltanlagen und Trafos isoliert aufzustellen und mit der GSS zu verbinden. Es stehen Trafos mit den Größen 400 kVA und 630 kVA zur Verfügung. Alle Betriebsmittel der Hochspannungsanlage sind in Abhängigkeit des vorgelagerten Netzes zu dimensionieren. Auch hier ist zur Stoßableitung von induktiven Einkopplungen in das Schienennetz ein Tiefererder vorzusehen.

Bei der Aufstellung der **Außenanlagen** sind die geforderten Abstände zu den Gleisanlagen zu beachten. Das MS-Kabel ist vom Mast bis zur Station, sowie die 1000 V Kabel von der Station bis zum Heizleitungsanschlusskasten (Sollbruchstelle) unterirdisch zu verlegen, d.h. eine Verlegung im Erdreich oder im ebenerdigen Trogkanal unter Beachtung der allgemeinen Vorschriften ist zulässig. Zur Vermeidung von Heizleitungsbeschädigungen durch Überfahrungen von Zügen wurde deren Länge auf maximal 15 m beschränkt. Der Abstand des Blinddosensänders zur Sollbruchstelle ist folglich so zu bemessen, dass die Heizleitung gestreckt auf den Boden aufliegt. Der Aufbau der Einfach- und Doppelsteuersäulen wurde präzisiert. Bei Doppelsteuersäulen sind Zuordnungskennzeichnungen zu den Heizabgängen anzubringen. Im Steuerkabel sind 4 Reserveadern vorzusehen. Die Ausführungen der Rückstromführung und Erdungsmaßnahmen wurden präzisiert. Für 16,7-Hz- und 50-Hz-Anlagen wurde je ein separates Prinzipschaltbild angefertigt. Der Begriff Gleisgruppe wurde nun explizit niedergeschrieben. Die Vermaschung der Gleisanlage ist mit Kabel NYY-0 1x150 mm² gleichmäßig mit einem Abstand von 150 m über die Gleisgruppe auszuführen. Es sind mindestens 2 Ver-

maschungen (am Anfang und am Ende der Abstellanlage) vorzusehen.

Die Steuerung der EZVA erfolgt nach folgenden Grundsätzen:

- Der Wagenpark muss zur Abzugszeit die erforderliche Innenraumtemperatur aufweisen,
- Frostschutz
- Batterieerhaltungsladung
- oder die Möglichkeit der Dauereinspeisung für moderne Reisezugwagen

Daraus leiten sich schließlich die **Betriebsarten**: Heizkreis aus; Prüfen, Vorheizen inkl. Batterieerhaltungsladung (VH); Frostschutz (WH); Frostschutz/Vorheizen; Klimatisieren/Energiesparprogramm (ESPS) ab.

Neben der örtlichen Steuerung von den Steuersäulen aus, ist eine zentrale Steuerung von einer Leitwarte aus zulässig. In den Steuersäulen sind jedoch dabei die wichtigsten Sicherheitsfunktionen vorzusehen.

Die Zeiterzeugung erfolgt mittels einer Funkuhr mit DCF-77-Standard und die Steuersäulen erhalten von dieser Mutteruhr ihren Zeittakt. Zur Begrenzung von Lastspitzen ist ein Energiemanagement vorzusehen.

Die **Heizschützüberwachung** wurde nun wie folgt schriftlich fixiert: „Logische Verknüpfung der Hilfskontakte des Heizschützes mit dem Befehl ‚Heizkreis Aus‘ des Betriebsartenwahlschalters der zugehörigen Steuersäule. Damit soll erreicht werden, dass im Fehlerfall (bei defekten Heizschützen z.B. nicht abfallend) trotz Aus-Befehl und erloschener Kopfleuchte am Heizstecker keine Spannung ansteht.“

Die **Dokumentation** zur Anlage ist in Papierform und in einem Datei-Format, das mit dem von der DB AG eingeführten CAD-Verfahren kompatibel ist, vom Errichter mitzuliefern.

Als Anhang 1 wurde das **Verzeichnis der gültigen Ebh-Regelzeichnungen** hinzugefügt. Es hat den Bearbeitungsstand 01.05.2003. Eine laufende Aktualisierung des Anhangs 1 aufgrund von Zeichnungsänderungen bzw. Erweiterungen ist nicht vorgesehen. Die Bekanntgabe des aktuellen Verzeichnisses der Ebh-Regelzeichnungen erfolgt über einen besonderen Verteiler sowie der Lotus-Notes-Datenbank „Techn. Mitteilungen DB Netz“. Alle Ebh-Regelzeichnungen wurden in das System IZ-Plan eingestellt und werden dort aktuell gepflegt.

Liebe Kolleginnen und Kollegen der Fachlinie Elektro, liebe Leserinnen und Leser!

Wenn man – wie ich – vor kurzem nach 40 Dienstjahren in den Ruhestand tritt, befallen einen doch etwas gemischte Gefühle.

Einerseits freut man sich auf die Zeit, wo man nicht mehr so früh aufstehen muss, vermehrt seinen Hobbys fröhnen und endlich all' jenes erledigen kann, was man bisher ständig vor sich her geschoben hat.

Andererseits denkt man - sofern einem der Beruf Erfüllung gebracht und weitgehend sogar Freude gemacht hat, an die Zeit „danach“, wo das alles vorbei sein soll.

Doch ich tröste mich: so geht's allen angehenden Ruhestandlern und jeder muss auf seine Weise damit zurecht kommen. Schließlich haben andere den Absprung auch geschafft.

Ich möchte mein Ausscheiden aber zum Anlass nehmen, allen, mit denen ich in den zurückliegenden Jahren oder gar Jahrzehnten zusammenarbeitete, ein herzliches „Lebt wohl!“ zuzurufen.

Meine fast 25-jährige BahnPraxis E-Redaktionsarbeit machten mich verständlicherweise nicht besonders bekannt; schließlich schrieben und redigierte wir alle bisher (mit Absicht!) sozusagen „anonym“. Es sollte in den Beiträgen niemals nur der Hauch einer persönlichen Meinung herauszulesen sein.

Ich gebe zu: zahlreichen Kolleginnen und Kollegen bin ich dabei zuweilen arg auf die Nerven gegangen, wenn es darum ging, für BahnPraxis E aktuelle Fachbeiträge zu beschaffen. Doch kaum eine(r) hat mich letztlich im Stich gelassen. Dafür an dieser Stelle herzlichen Dank!

Ein bisschen bekannter wurde ich dagegen in den letzten 20 zusammenhängenden Dienstjahren durch meine eigentlichen fachlichen Aufgabengebiete.

Als ehemaliger BZA-ler hatte ich von 1983 bis 1993 im Bahnstromgeschäft mit den 16,7-Hz-Normschaltanlagen zu tun. Für sie beschaffte ich die zugehörigen Komponenten wie Trafos, Leistungsschalter, Wandler, Eigenbedarfsanlagen usw. Dadurch bekam ich Kontakt mit nahezu allen Fachkollegen in den damaligen Direktionen und bauüberwachenden Dienststellen.

In den letzten zwei Jahrzehnten von 1983 bis heute gab es darüber hinaus viele, viele Fachkontakte auf dem Gebiet „EMV, Beeinflussung durch Bahnstrom“ quer durch's ganze Bundesgebiet. Besonders schätzte ich von Anfang an die Zusammenarbeit mit den Kolleginnen und Kollegen der ehemaligen DR. Gerade bei ihnen wurde enorm viel gebaut und es galt immer wieder mit gemeinsamer Anstrengung Problemfälle zum Vorteil unseres Unternehmens zu meistern. Schließlich durfte daraus kein einziger nachteiliger Präzedenzfall für die DB entstehen, speziell dann, wenn es gar zu gerichtlichen Auseinandersetzungen kam. Für diese gute Zusammenarbeit möchte ich allen Kolleginnen und Kollegen in Ost und West meinen Dank übermitteln.

Nicht zuletzt noch ein besonderes „Danke“ all' jenen Mitarbeitern im E-Dienst, die Jahr für Jahr ihre Abzweigstrom-Messungen in allen Unterwerken und Schaltposten durchgezogen und die Ergebnisse pünktlich nach München sandten, damit dort regelmäßig die Fahrstrom- und Kurzschlussstrom-Diagramme für Beeinflussungszwecke aktualisiert werden konnten. Ohne ihr Zutun hätte das BZA, FTZ bzw. heute DB Systemtechnik dieser Verpflichtung nicht nachkommen können.

Bei diesem Aufgabengebiet erinnere ich mich dankbar auch an meinen, im letzten Jahr plötzlich verstorbenen Kollegen Reinhard Wiesner, der einen maßgeblichen Anteil an der stets pünktlichen Erledigung dieser Aufgabe hatte.

40 Dienstjahre sind um! – Ich räumte meinen Arbeitsplatz, denn schließlich wollen jüngere Kollegen auch mal „ran“ an dieses zweifellos interessante und abwechslungsreiche Aufgabengebiet.

Ich wünsche über unsere BahnPraxis E allen Fachkolleginnen und -kollegen weiterhin beruflichen Erfolg, besonders jedoch persönliches Wohlergehen. – Macht's gut !!

Euer Manfred Angerer von TZF 47 in München.



P.S. Über meine allseits bekannte Telefon-Nummer 962-6346 bzw. Fax -2478 ist jetzt mein Nachfolger Herr Franz Klier, in Sachen „EMV, Beeinflussung durch Bahnstrom“ erreichbar, um Ihnen in allen Fragen weiterzuhelfen.

Berichtigung

Liebe Leserinnen, liebe Leser, in Heft 3/2003 unserer Zeitschrift hatte sich leider ein Fehler eingeschlichen, den wir mit einer Veröffentlichung in den „Geschäftlichen Mitteilungen“ der DB AG noch im Januar 2003 berichtigt hatten.

Für diejenigen von Ihnen, die die Geschäftlichen Mitteilungen nicht gelesen haben sollten, hier noch einmal die Berichtigung, eventuell zum Überkleben der Textstelle.

Auf Seite 13, linke Spalte, ist im 4. Absatz folgender Text enthalten:

„2. Es wurde präzisiert, dass außer im TN-C-System auch im TN-C-Teil des TN-C-S-Systems der PEN-Leiter nicht **geerdet** oder geschaltet werden darf.“

Dieser Text ist falsch. Er muss richtig lauten:

„2. Es wurde präzisiert, dass außer im TN-C-System auch im TN-C-Teil des TN-C-S-Systems der PEN-Leiter nicht **getrennt** oder geschaltet werden darf.“

Bitte kopieren Sie diesen Text und überkleben Sie den entsprechenden Abschnitt in Ihrem Exemplar der o.g. Ausgabe der BahnPraxis E.

Ihre Redaktion