

**DIN EN 50122-3  
(VDE 0115-5)**
**DIN**

Diese Norm ist zugleich eine **VDE-Bestimmung** im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.

**VDE**

ICS 29.280

Einsprüche bis 2021-06-23

Vorgesehen als Ersatz für  
**DIN EN 50122-3**  
**(VDE 0115-5):2011-09**

**Entwurf**

**Bahnanwendungen –  
Ortsfeste Anlagen – Elektrische Sicherheit, Erdung und Rückleitung –  
Teil 3: Gegenseitige Beeinflussung von Wechselstrom- und  
Gleichstrombahnen;  
Deutsche und Englische Fassung prEN 50122-3:2020**

Railway applications –  
Fixed installations – Electrical safety, earthing and the return circuit –  
Part 3: Mutual Interaction of AC and DC traction systems;  
German and English version prEN 50122-3:2020

Applications ferroviaires –  
Installations fixes – Sécurité électrique, mise à la terre et circuit de retour –  
Partie 3: Interactions mutuelles entre systèmes de traction en courant alternatif et en courant continu;  
Version allemande et anglaise prEN 50122-3:2020

**Anwendungswarnvermerk**

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-04-23 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter [www.din.de/go/entwuerfe](http://www.din.de/go/entwuerfe) bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter [www.entwuerfe.normenbibliothek.de](http://www.entwuerfe.normenbibliothek.de), sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an [dke@vde.com](mailto:dke@vde.com) möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter [www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe](http://www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe) oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter [www.dke.de/stellungnahme](http://www.dke.de/stellungnahme) abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 62 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

## Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist ... .

## Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments prEN 50122-3:2020 „Bahnanwendungen – Ortsfeste Anlagen – Elektrische Sicherheit, Erdung und Rückleitung – Teil 3: Gegenseitige Beeinflussung von Wechselstrom- und Gleichstrombahnen;“ (Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

Da die Deutsche Fassung noch nicht endgültig mit der Englischen und der Französischen Fassung abgeglichen ist, ist die englische Originalfassung der prEN 50122-3:2020 beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Das europäische Dokument prEN 50122-3:2020 „Railway applications – Fixed installations – Electrical safety, earthing and the return circuit – Part 3: Mutual Interaction of AC and DC traction systems;“ wurde vom SC 9XC „Electric supply and earthing systems for public transport equipment and ancillary apparatus (Fixed installations)“ des Europäischen Komitees für Elektrotechnische Normung (CENELEC) erarbeitet und von CENELEC den Nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen späteren „Schluss-Entwurf“ FprEN nur 8 Wochen beträgt und zum „Schluss-Entwurf“ FprEN keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der „Entwurf“ prEN als Deutscher Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit noch vor der formellen Abstimmung berücksichtigen zu können.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium UK 351.2 „Ortsfeste Anlagen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE ([www.dke.de](http://www.dke.de)) zuständig.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DKE ([www.dke.de](http://www.dke.de)) und DIN ([www.din.de](http://www.din.de)) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnitsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

## Änderungen

Gegenüber DIN EN 50122-3 (VDE 0115-5):2011-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Harmonisierung mit EN 50122-1:2020.

Deutsche Fassung

**Bahnanwendungen –  
Ortsfeste Anlagen – Elektrische Sicherheit, Erdung und Rückleitung –  
Teil 3: Gegenseitige Beeinflussung von Wechselstrom- und  
Gleichstrombahnen**

Railway applications –  
Fixed installations – Electrical safety,  
earthing and the return circuit –  
Part 3: Mutual Interaction of AC and DC  
traction systems

Applications ferroviaires –  
Installations fixes – Sécurité électrique, mise à la  
terre et circuit de retour –  
Partie 3: Interactions mutuelles entre systèmes de  
traction en courant alternatif et en courant continu

Dieser Entwurf für eine Europäische Norm wird den CENELEC-Mitgliedern zur CENELEC-Umfrage vorgelegt.  
CENELEC Termin: 2021-02-19

Er wurde von CLC/SC 9XC erstellt.

Wenn aus diesem Entwurf eine Europäische Norm wird, sind die CENELEC-Mitglieder gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Dieser Entwurf für eine Europäische Norm wurde von CENELEC in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch) erstellt. Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem CEN-CENELEC Management Centre mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Warnvermerk: Dieses Schriftstück hat noch nicht den Status einer Europäischen Norm. Es wird zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt. Es kann sich noch ohne Ankündigung ändern und darf nicht als Europäische Norm in Bezug genommen werden.



Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung  
European Committee for Electrotechnical Standardization  
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

**CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel**

© 2020 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren,  
sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Projekt: 68106

Ref. Nr. prEN 50122-3:2020 D  
**Documents**  
Document Sharing Hub

Inhalt

Seite

|                                                                                                                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Europäisches Vorwort.....                                                                                                                                                                 | 4  |
| 1 Anwendungsbereich.....                                                                                                                                                                  | 5  |
| 2 Normative Verweisungen .....                                                                                                                                                            | 5  |
| 3 Begriffe .....                                                                                                                                                                          | 6  |
| 4 Gefährdungen und nachteilige Auswirkungen .....                                                                                                                                         | 6  |
| 4.1 Allgemeines .....                                                                                                                                                                     | 6  |
| 4.2 Elektrische Sicherheit von Personen.....                                                                                                                                              | 6  |
| 5 Zu betrachtende Formen der gegenseitigen Beeinflussung .....                                                                                                                            | 6  |
| 5.1 Allgemeines .....                                                                                                                                                                     | 6  |
| 5.2 Galvanische Kopplung.....                                                                                                                                                             | 7  |
| 5.3 Nicht galvanische Kopplung .....                                                                                                                                                      | 8  |
| 6 Bereich der gegenseitigen Beeinflussung .....                                                                                                                                           | 8  |
| 6.1 Allgemeines .....                                                                                                                                                                     | 8  |
| 6.2 Wechselspannung .....                                                                                                                                                                 | 9  |
| 6.3 Gleichspannung.....                                                                                                                                                                   | 9  |
| 7 Grenzwerte für Berührungsspannungen für die Überlagerung von Wechsel- und Gleichspannungen.....                                                                                         | 9  |
| 7.1 Allgemeines .....                                                                                                                                                                     | 9  |
| 7.2 Grenzwerte der Berührungsspannung für Langzeitbedingungen .....                                                                                                                       | 10 |
| 7.3 Kurzzeitbedingungen für das Wechselstromsystem und Langzeitbedingungen für das Gleichstromsystem .....                                                                                | 11 |
| 7.4 Langzeitbedingungen für das Wechselstromsystem und Kurzzeitbedingungen für das Gleichstromsystem .....                                                                                | 12 |
| 7.5 Kurzzeitbedingungen für das Wechselstromsystem und Kurzzeitbedingungen für das Gleichstromsystem .....                                                                                | 13 |
| 7.6 Werkstätten und ähnliche Orte .....                                                                                                                                                   | 13 |
| 8 Technische Anforderungen und Maßnahmen im Bereich der gegenseitigen Beeinflussung .....                                                                                                 | 14 |
| 8.1 Allgemeines .....                                                                                                                                                                     | 14 |
| 8.2 Anforderungen bei getrennten Rückleitungen von Wechselstrombahn und Gleichstrombahn .....                                                                                             | 14 |
| 8.2.2 Rückleitung oder damit verbundene Teile im Oberleitungs- und/oder Stromabnehmerbereich (en: overhead contact line zone; OCLZ, current collector zone; CCZ) der anderen Anlage ..... | 15 |
| 8.3 Anforderungen bei gemeinsamer Rückleitung von Wechselstrom- und Gleichstrombahn auf denselben Gleisen.....                                                                            | 17 |
| 8.4 Systemtrennstellen und Systemwechselbahnhöfe.....                                                                                                                                     | 18 |
| Anhang A (informativ) Bereich der gegenseitigen Beeinflussung .....                                                                                                                       | 19 |
| A.1 Allgemeines .....                                                                                                                                                                     | 19 |
| A.2 Wechselstromsystem als Quelle .....                                                                                                                                                   | 19 |
| A.3 Gleichstromsystem als Quelle .....                                                                                                                                                    | 24 |
| Anhang B (informativ) Analyse von zusammengesetzten Spannungen .....                                                                                                                      | 25 |

|                                                                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Anhang C (informativ) Analyse und Bewertung der gegenseitigen Beeinflussung.....                                                                              | 30 |
| C.1 Allgemeines.....                                                                                                                                          | 30 |
| C.2 Analyse der gegenseitigen Beeinflussung.....                                                                                                              | 30 |
| C.3 Zu berücksichtigender Systemaufbau.....                                                                                                                   | 30 |
| Anhang ZZ (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den<br>grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie (EU) 2016/797 ..... | 31 |
| Literaturhinweise .....                                                                                                                                       | 32 |

## Bilder

|                                                                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Bild 1 – Höchstzulässige zusammengesetzte Berührungsspannungen (außer in Werkstätten und an<br>ähnlichen Orten) für Langzeitbedingungen.....                                      | 11 |
| Bild 2 – Höchstzulässige zusammengesetzte Berührungsspannungen für Kurzzeitbedingungen bei<br>Wechselspannungen und Langzeitbedingungen bei Gleichspannungen .....                | 12 |
| Bild 3 – Höchstzulässige zusammengesetzte Berührungsspannungen für Langzeitbedingungen bei<br>Wechselspannungen und Kurzzeitbedingungen bei Gleichspannungen .....                | 13 |
| Bild 4 – Höchstzulässige zusammengesetzte Berührungsspannungen in Werkstätten und an<br>ähnlichen Orten, ausgenommen Kurzzeitbedingungen.....                                     | 14 |
| Bild 5 – Beispiel für den Einsatz einer Spannungsbegrenzungseinrichtung (en: voltage-limiting<br>device;VLD), die für Wechselspannung und Gleichspannung geeignet sein muss ..... | 15 |
| Bild A.1 – Überblick I über die eingekoppelten Spannungen als Funktion des Abstandes und des<br>Bodenwiderstandes.....                                                            | 20 |
| Bild A.2 – Überblick II über die eingekoppelten Spannungen als Funktion des Abstandes und des<br>Bodenwiderstandes.....                                                           | 21 |
| Bild A.3 – Beziehung zwischen Länge der Parallelführung und Bereich der gegenseitigen<br>Beeinflussung verursacht durch eine Wechselstrombahn.....                                | 22 |
| Bild B.1 – Definition der zusammengesetzten Scheitelspannung.....                                                                                                                 | 26 |
| Bild B.2 – Überblick über zulässige zusammengesetzte Wechsel- und Gleichspannungen .....                                                                                          | 27 |
| Bild B.3 – Überblick über zulässige Spannungen bei einer Dauer von $\geq 1,0$ s der Wechselspannung<br>zusammen mit der Gleichspannung .....                                      | 28 |
| Bild B.4 – Zulässige Spannungen bei einer Dauer der Wechselspannung von 0,1 s und einer Dauer<br>der Gleichspannung von 300 s .....                                               | 29 |

## Tabellen

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Table ZZ.1 —Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm, der Verordnung (EU)<br>Nr. 1301/2014 der Kommission über eine Technische Spezifikation für die Interoperabilität<br>(TSI) des Teilsystem „Energie“ des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union und der<br>Richtlinie 2016/797/EU..... | 31 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

## Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 50122-3:2020) wurde vom CLC/SC 9XC „Elektrische Versorgungs- und Erdungssysteme für öffentliche Transporteinrichtungen und Hilfsausrüstungen (ortsfeste Installationen)“ ausgearbeitet.

Dieses Dokument wird der Umfrage unterworfen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene angekündigt werden muss (doa): dor + 6 Monate
- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): dor + 12 Monate
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow) dor + 36 Monate  
(Bei der Abstimmung zu bestätigen oder zu ändern)

Dieses Dokument wird EN 50122-3:2010 und alle Änderungen und Berichtigungen (falls vorhanden) ersetzen.

Gegenüber EN 50122-3:2010 wurden in prEN 50122-3:2020 die folgenden wesentlichen Änderungen vorgenommen:

- Harmonisierung mit EN 50122-1:2020.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone CENELEC erteilt haben.

Für den Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe den informativen Anhang ZZ, der Bestandteil dieses Dokumentes ist.

## 1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Anforderungen an Schutzmaßnahmen in Bezug auf die elektrische Sicherheit in ortsfesten Anlagen fest, wenn als Folge der gegenseitigen Beeinflussung von elektrischen Wechsel- und Gleichstrom-Bahnenergieversorgungssystemen die Wahrscheinlichkeit der Entstehung von für Menschen oder Betriebsmittel gefährdende Spannungen oder Ströme besteht.

Sie gilt auch für alle Aspekte ortsfester Anlagen, die erforderlich sind, um die elektrische Sicherheit im Laufe von Instandhaltungsarbeiten an elektrischen Bahnenergieversorgungssystemen sicherzustellen.

Gegenseitige Beeinflussung kann in folgenden Fällen auftreten:

- parallele Führung von elektrischen Wechsel- und Gleichstrom-Bahnenergieversorgungssystemen;
- Kreuzung von elektrischen Wechsel- und Gleichstrom-Bahnenergieversorgungssystemen;
- gemeinsame Nutzung von Gleisen, Gebäuden und anderen Bauwerken;
- Systemtrennstellen zwischen Wechsel- und Gleichstrom-Bahnenergieversorgungssystemen.

Der Anwendungsbereich ist begrenzt auf Spannungen und Ströme mit der Grundfrequenz und deren Überlagerung. Dieses Dokument behandelt keine abgestrahlten Störungen.

Dieses Dokument gilt für alle neuen Strecken, Erweiterungen und alle größeren Änderungen an vorhandenen Strecken folgender elektrischer Bahnenergieversorgungssystemen:

- a) Eisenbahnen;
- b) geführte Nahverkehrssysteme wie:
  - 1) Straßenbahnen,
  - 2) Hoch- und Untergrundbahnen,
  - 3) Bergbahnen,
  - 4) Obusanlagen, und
  - 5) Magnetbahnen, welche eine Fahrleitungsanlage benutzen;
- c) Materialbahnen.

Dieses Dokument gilt nicht für

- d) Elektrische Gruben-Bahnenergieversorgungssysteme unter Tage;
- e) Krananlagen, Schiebebühnen u. ä. Transportgeräte auf Schienen, fliegende Bauten (z. B. Schaustellernanlagen), sofern sie nicht unmittelbar oder über Transformatoren aus Fahrleitungsanlagen gespeist werden und nicht durch das Bahnenergieversorgungssystem gefährdet sind;
- f) Luftseilbahnen;
- g) Standseilbahnen;
- h) Verfahren oder Regelwerke für Instandhaltungsarbeiten.

Die Regeln dieses Dokuments können auch für die gegenseitige Beeinflussung nichtelektrifizierter Strecken angewendet werden, wenn gefährdende Spannungen oder Ströme aus dem elektrischen Wechsel- oder Gleichstrom-Bahnenergieversorgungssystem auftreten können.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

prEN 50122-1:2020, *Bahnanwendungen – Ortsfeste Anlagen – Elektrische Sicherheit, Erdung und Rückleitung – Teil 1: Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag*

prEN 50122-2:2020, *Bahnanwendungen – Ortsfeste Anlagen – Elektrische Sicherheit, Erdung und Rückleitung – Teil 2: Schutzmaßnahmen gegen Streustromwirkungen durch Gleichstrombahnen*

### 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach prEN 50122-1:2020.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

### 4 Gefährdungen und nachteilige Auswirkungen

#### 4.1 Allgemeines

Die in prEN 50122-1 und prEN 50122-2 festgelegten verschiedenen Anforderungen hinsichtlich der Verbindungen mit der Rückleitung der Wechselstrombahn und der Verbindungen mit der Rückleitung der Gleichstrombahn müssen aufeinander abgestimmt werden, damit die Risiken von gefährdender Spannungen und von Streuströmen vermieden werden.

Diese Gefährdungen und Risiken müssen ab dem Planungsbeginn einer Anlage, die sowohl Wechsel- als auch Gleichstrombahnen umfasst, berücksichtigt werden. Geeignete Maßnahmen zur Begrenzung der Spannungen auf zulässige Werte nach diesem Dokument müssen ergriffen werden, wobei schädliche Auswirkungen von Streuströmen nach EN 50122-2 begrenzt werden müssen.

Weitere nachteilige Auswirkungen sind möglich, zum Beispiel:

- thermische Überlastung von Leitern, Schirmen und Ummantelungen;
- thermische Überlastung von Transformatoren durch magnetische Sättigung der Kerne;
- Einschränkung des Betriebs durch mögliche Einflüsse auf die Sicherheit und Funktion der Sicherungstechnik;
- Einschränkung des Betriebs durch Fehlfunktion von Kommunikationsanlagen;

Diese Auswirkungen sollten in Bezug mit den entsprechenden Normen betrachtet werden.

#### 4.2 Elektrische Sicherheit von Personen

Beim gleichzeitigen Vorhandensein von Gleich- und Wechselspannungen gelten die in Abschnitt 7 angegebenen Grenzwerte zusätzlich zu den Grenzwerten in prEN 50122-1:2020, Abschnitt 9.

### 5 Zu betrachtende Formen der gegenseitigen Beeinflussung

#### 5.1 Allgemeines

Kopplung beschreibt den physikalischen Vorgang der Energieübertragung von einer Quelle zu einem beeinflussbaren Gerät.

Folgende Arten von Kopplung müssen betrachtet werden:

- a) galvanische (leitende) Kopplung;

- b) nicht galvanische Kopplung;
  - 1) induktive Kopplung,
  - 2) kapazitive Kopplung.

Bei niedrigen Frequenzen überwiegt die galvanische Kopplung, wenn die Impedanzen der Stromkreise niedrig sind. Die Auswirkungen einer galvanischen Kopplung sind durch Leitung verursachte Spannungen und Ströme.

Die Auswirkungen induktiver Kopplung sind induzierte Spannungen und dadurch hervorgerufene Ströme. Diese Spannungen und Ströme hängen unter anderem von den Abständen, der Länge, der Anordnung der induzierenden Leiter und der Frequenz ab.

Die Auswirkungen kapazitiver Kopplung sind influenzierte Spannungen in galvanisch getrennten Bauteilen oder Leitern. Die influenzierten Spannungen hängen unter anderem von der Spannung des influenzierenden Systems und vom Abstand ab. Die aus der kapazitiven Kopplung resultierenden Ströme sind auch frequenzabhängig.

**ANMERKUNG** Bei kapazitiver und induktiver Kopplung ist erfahrungsgemäß nur der Einfluss der Wechselstrombahn auf die Gleichstrombahn von Bedeutung.

## 5.2 Galvanische Kopplung

### 5.2.1 Nicht direkt miteinander verbundene Wechsel- und Gleichstrom Rückleitungen

Eine gegenseitige Beeinflussung zwischen den Rückleitungen ist durch Ströme über die Erde möglich, die durch das Schienenpotential sowohl der Wechselstrombahn als auch der Gleichstrombahn verursacht werden, beispielsweise durch Rückströme, die durch die Rückleiter, Erdungsanlagen, Energieversorgung der Bahnunterwerke und Kabelschirme fließen.

Wenn es im beeinflussten System einen leitfähigen Parallelpfad zur Rückleitung des beeinflussenden Systems gibt, sind verschiedene Auswirkungen möglich. Wenn ein Fahrzeug an der Bildung des Parallelpfades beteiligt ist, kann über das Antriebssystem Rückstrom des beeinflussenden Systems fließen. Die gleichen Auswirkungen sind möglich, wenn der Rückstrom des beeinflussenden Systems, zum Beispiel, durch den Autotransformator und den Unterwerkstransformator eines Autotransformatorsystems, oder durch Boostertansformatoren oder andere Einrichtungen fließt.

Ein elektrischer Schlag durch Mischspannungen kann dann auftreten, wenn sich Teile der Rückleitungen oder leitfähige Teile, die mit den Rückleitungen über Spannungsbegrenzungseinrichtungen verbunden sind, im Oberleitungsbereich des anderen Bahnsystems befinden, siehe [8.2.2](#).

### 5.2.2 Direkt miteinander verbundene oder gemeinsame Wechsel- und Gleichstrom Rückleitungen

Zusätzlich zu den in 5.2.1 beschriebenen Auswirkungen wird der Stromaustausch erhöht wenn die Wechsel- und Gleichstrom Rückleitungen direkt miteinander verbunden sind oder gemeinsam sind.

**BEISPIEL** Direkte Verbindungen können bei Gleiskreuzungen, gemeinsamen Gleisen, Systemtrennstellen, usw. sein.

Ströme, die zwischen der Wechselstrombahn und der Gleichstrombahn fließen, können eine gegenseitige Beeinflussung zwischen den Rückleitungen hervorrufen.

Am Verbindungspunkt befinden sich beide Rückleitungen auf demselben Potential. Ein Kurzschluss im Wechselstromsystem kann in leitfähigen Konstruktionen, die mit der Rückleitung der Gleichstrombahn verbunden sind, eine Spannungsspitze verursachen. Die gleiche Auswirkung tritt auf, wenn leitfähige Konstruktionen direkt oder über Spannungsbegrenzungseinrichtungen (en: voltage limiting device; VLD) mit der Rückleitung der Gleichstrombahn verbunden sind. Die Spannung über der Spannungsbegrenzungseinrichtung kann diese ansprechen lassen, ohne dass ein Fehler auf der Gleichstromseite besteht.

Die Verbindung der Rückleitung der Gleichstrombahn mit der geerdeten Rückleitung der Wechselstrombahn erhöht die Gefahr von Streustromkorrosion.

Anforderungen für ortsfeste Anlagen siehe [8.3](#).

### 5.3 Nicht galvanische Kopplung

#### 5.3.1 Induktive Kopplung

Eine Wechselspannung kann auf einer Gleichstrom-Fahrleitungsanlage und auf dem Rückstromkreis des Gleichstromsystems induziert werden. Diese Auswirkung ist zu berücksichtigen, wenn sich die Gleichstrombahn in der Zone der gegenseitigen Beeinflussung befindet.

Folglich kann im Gleichstrom-Unterwerk (d. h. am Gleichrichter oder in den Einspeisefeldern) an den Sammelschienen eine Wechselspannung gegen Erde auftreten.

Beeinflussungen können in Form von unzulässigen Berührungsspannungen auftreten. Siehe [Abschnitt 7](#).

Rechtwinklige Kreuzungen ziehen keine induktiven Auswirkungen im Gleichstromsystem nach sich.

#### 5.3.2 Kapazitive Kopplung

Bei kleinen Abständen kann in eine Gleichstrom-Fahrleitungsanlage, wenn sie durch geöffnetem Trenn- oder Leistungsschalter getrennt ist, eine Wechselspannung induziert werden. Diese Spannung kann einen Wert bis zur größten Überschlussspannung der Isolatoren oder der Überspannungsableiter annehmen.

Der Abstand ist u. a. von der Anordnung der Teile und der Spannung abhängig.

Im Gleichstrom-Unterwerk, d. h. in den Einspeisefeldern, kann an den Gleichstromsammelschienen eine Wechselspannung gegen Erde auftreten.

Beeinflussungen können in Form von unzulässigen Berührungsspannungen auftreten. Siehe [Abschnitt 7](#).

## 6 Bereich der gegenseitigen Beeinflussung

### 6.1 Allgemeines

Die Wechselstrombahn beeinflusst die Gleichstrombahn und umgekehrt durch galvanische, induktive und/oder kapazitive Kopplung (siehe [Abschnitt 5](#)). Der Bereich der gegenseitigen Beeinflussung ist gekennzeichnet durch den Abstand zwischen und die Länge der Parallelführung der Wechselstrombahn und der Gleichstrombahn (siehe [Anhang A](#)). Die Grenzen des Bereichs der gegenseitigen Beeinflussung basieren auf den Grenzen der Berührungsspannung nach [Abschnitt 7](#).

Wenn ein Bereich der gegenseitigen Beeinflussung existiert, dann müssen die Anforderungen dieses Dokuments erfüllt werden.

Im Allgemeinen, können keine allgemeingültigen Abstände für den Bereich der gegenseitigen Beeinflussung angegeben werden. Eine Bewertung auf der Grundlage lokaler Umstände ist durchzuführen. Bei einem Abstand zwischen einer Wechselstrombahn und einer Gleichstrombahn bis 50 m wird jedoch ein Bereich für die gegenseitige Beeinflussung angenommen. Für Abstände größer 50 m gelten [6.2](#) und [6.3](#).

ANMERKUNG Für Informationen zur Untersuchung und Bewertung des Bereichs der gegenseitigen Beeinflussung, siehe [Anhang C](#).

## 6.2 Wechselspannung

Wenn eine Wechselstrombahn eine Gleichstrombahn beeinflusst, bestimmt sich der Bereich der gegenseitigen Beeinflussung durch Spannungen, die in das beeinflusste System galvanisch und induktiv eingekoppelt werden. In diesem Unterabschnitt sind die Auswirkungen der kapazitiven Kopplung vernachlässigbar.

Für Planungszwecke ist die Zone der gegenseitigen Beeinflussung entweder rechnerisch oder durch das folgende Verfahren zu untersuchen.

Unter folgenden Voraussetzungen beträgt der maximale Abstand zwischen Wechselstrombahn und Gleichstrombahn 1 000 m:

- zweigleisige Strecke, bei der nur die vier Fahrschienen der Wechselstrombahn für die Rückleitung benutzt werden;
- der induzierende Strom beträgt 500 A je Oberleitung (insgesamt 1 000 A);
- die Länge der Parallelführung zwischen Wechselstrombahn und Gleichstrombahn beträgt 4 km;
- der Erdbodenwiderstand beträgt 100  $\Omega$ m;
- die Nennfrequenz beträgt 50 Hz;
- das beeinflusste System ist über die gesamte Länge gegen Erde isoliert und an nur einem Ende mit Erde verbunden;
- die Abschirmwirkungen anderer paralleler Metallobjekte wurden nicht berücksichtigt.

Falls andere Voraussetzungen gelten, muss der Bereich der gegenseitigen Beeinflussung berechnet werden.

Eine Methode für die Berechnung ist im [Anhang A](#) angegeben.

**ANMERKUNG** Das obige Beispiel basiert auf einem Wechselspannungsgrenzwert von 35 V für Zeitdauern länger als 300 s.

Falls eine Gleichstrombahn innerhalb des Bereichs der gegenseitigen Beeinflussung einer Wechselstrombahn liegt, sind die in das Gleichstromsystem eingekoppelten Spannungs- oder Stromwerte nicht notwendigerweise zu hoch. In diesem Fall muss eine weitere Untersuchung der Verhältnisse erfolgen.

## 6.3 Gleichspannung

Für die Auswirkung von Gleichstrombahnsystemen auf Wechselstrombahnsysteme kann der Bereich der gegenseitigen Beeinflussung aufgrund des steilen Spannungsgradienten im Boden, der durch die isolierten Schienen verursacht wird, vernachlässigt werden.

Falls jedoch durch eine galvanische Verbindung die Möglichkeit einer dauerhaften oder zeitweiligen Spannungsübertragung auf leitfähige oder teilweise leitfähige Teile besteht, ergibt sich der Einflussbereich aus den Abmessungen dieser Teile. In diesem Fall kann nicht mit Sicherheit angegeben werden, ob die in das Wechselstromsystem eingekoppelten Spannungs- oder Stromwerte zu hoch sind. Es muss eine weitere Untersuchung der Verhältnisse erfolgen.

## 7 Grenzwerte für Berührungsspannungen für die Überlagerung von Wechsel- und Gleichspannungen

### 7.1 Allgemeines

Die Grenzwerte nach [7.2 bis 7.6](#) beruhen nur auf Berührungsspannungen und dürfen nicht überschritten werden. Andere Auswirkungen auf die elektrischen Anlagen werden nicht betrachtet.

Es können keine allgemeinen Grenzwerte für die elektrischen Anlagen angegeben werden. Falls erforderlich sollten sie für jeden Einzelfall nach der Empfindlichkeit der beeinflussten Systeme angegeben werden.

Wenn nur Wechselspannung oder nur Gleichspannung vorliegt, gelten die Grenzwerte für Berührungsspannungen nach prEN 50122-1.

Der Wechsel- und der Gleichanteil einer zusammengesetzten Spannung  $u(t)$  mit einer Dauer von mehr als 1 s werden folgendermaßen berechnet:

$$U_{dc} = \frac{1}{T} \cdot \int_a^{a+T} u(t) \cdot dt \quad (1)$$

$$U_{ac} = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_a^{a+T} (u(t) - U_{dc})^2 \cdot dt} \quad (2)$$

Dabei ist

- $T$  = 1 s;
- $t$  die Zeit;
- $u(t)$  die zusammengesetzte Spannung;
- $U_{dc}$  der Gleichanteil der zusammengesetzten Spannung;
- $U_{ac}$  der Wechselanteil der zusammengesetzten Spannung.

ANMERKUNG 1 Gleichung 1 gibt den gleitenden Mittelwert des Gleichanteils an, Gleichung 2 gibt den gleitenden Effektivwert des Wechselanteils an.

Nur für kurzzeitige Vorgänge  $\leq 1$  s wird die folgende Definition für Gleichspannung und Wechselspannung verwendet:

- $U_{dc}$  ist definiert als der Anteil der zusammengesetzten Spannung, der durch das Gleichstromsystem verursacht wird;
- $U_{ac}$  ist definiert als der Anteil der zusammengesetzten Spannung, der durch das Wechselstromsystem verursacht wird.

ANMERKUNG 2 Weitere Informationen über zusammengesetzte Spannungen sind im [Anhang B](#) angegeben.

ANMERKUNG 3 Langzeitbedingungen sind relevant für den Betriebszustand, Kurzzeitbedingungen für den Fehlerfall oder Schaltvorgänge.

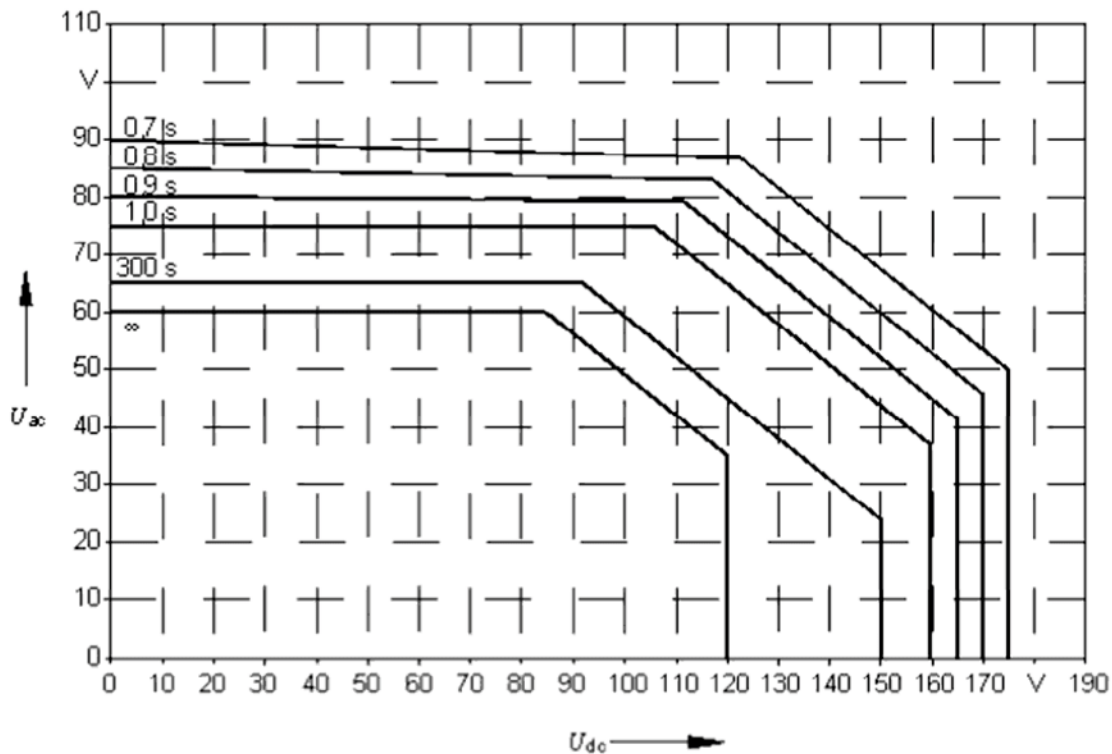
## 7.2 Grenzwerte der Berührungsspannung für Langzeitbedingungen

Mit folgendem Ansatz muss geprüft werden, ob die zusammengesetzte Spannung zulässig ist:

- 1) der Wechselspannungsanteil der zusammengesetzten Spannung darf die höchstzulässige Körperwechselspannung nach prEN 50122-1:2020, Tabelle 7 für die geltende Dauer nicht überschreiten;
- 2) der Gleichspannungsanteil der zusammengesetzten Spannung darf die höchstzulässige Körpergleichspannung nach prEN 50122-1:2020, Tabelle 9 für die geltende Dauer nicht überschreiten;
- 3) die zusammengesetzte Spannung ist zulässig wenn sie innerhalb der Hüllkurve für die geltende Dauer in [Bild 1](#) liegt;
- 4) für eine Dauer über 1 s muss der zusammengesetzte Scheitelwert (siehe [Anhang B](#)) kleiner als der  $2 \times \sqrt{2}$  fache Wert der höchstzulässigen Körperwechselspannung nach prEN 50122-1:2020, Tabelle 7 für die geltende Dauer, sein.

BEISPIEL Unter der Annahme, dass im Gleichstromsystem die größte zulässige Berührungsgleichspannung von 120 V vorliegt, beträgt der Grenzwert für die Wechselspannung 35 V, siehe [Bild 1](#). Unter der Annahme, dass im Wechselstrom-

system die größte zulässige Berührungswchselspannung von 60 V vorliegt, beträgt der Grenzwert für die Gleichspannung 85 V, siehe Bild 1.



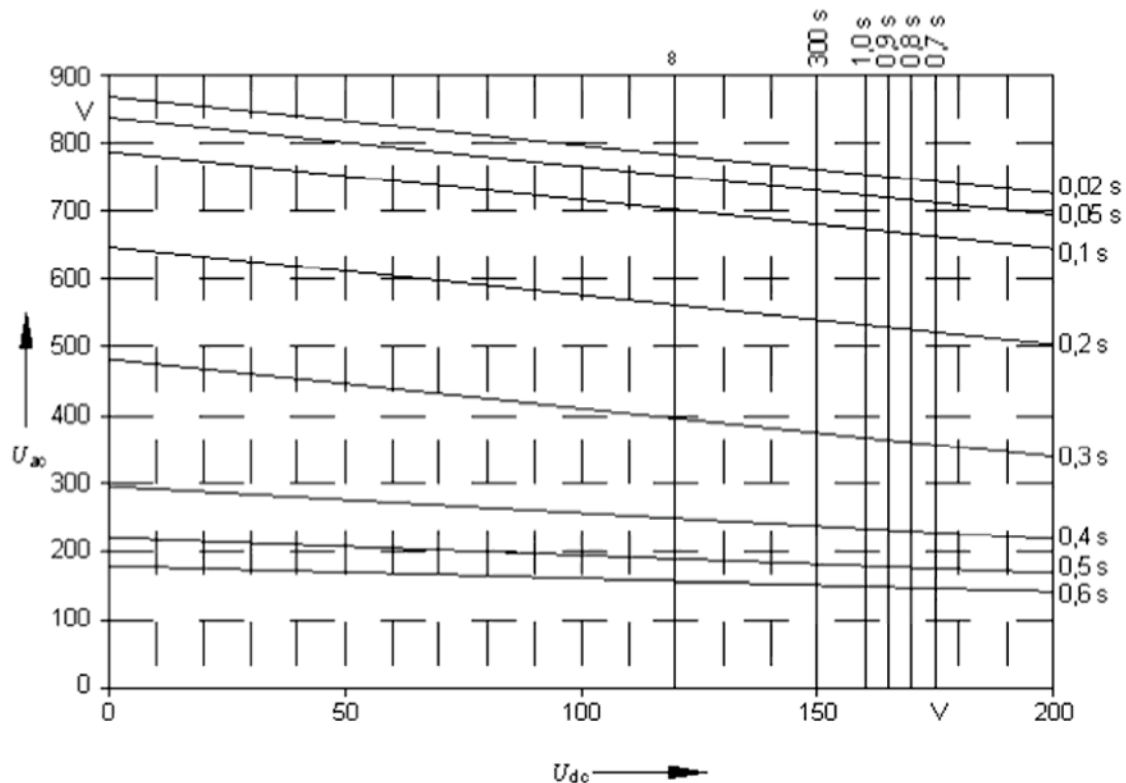
Die im Diagramm gezeigten Kurven basieren auf den in prEN 50122-1 angegebenen Effektivwerten.

**Bild 1 – Höchstzulässige zusammengesetzte Berührungsspannungen (außer in Werkstätten und an ähnlichen Orten) für Langzeitbedingungen**

### 7.3 Kurzzeitbedingungen für das Wechselstromsystem und Langzeitbedingungen für das Gleichstromsystem

Mit folgendem Ansatz muss überprüft werden, ob die zusammengesetzte Spannung zulässig ist:

- 1) der Kurzzeit-Wechselspannungsanteil der zusammengesetzten Spannung darf die höchstzulässige Berührungswchselspannung nach prEN 50122-1:2020, Tabelle 8 für die geltende Dauer, nicht überschreiten;
- 2) der Gleichspannungsanteil der zusammengesetzten Spannung darf die höchstzulässige Berührungsgleichspannung nach prEN 50122-1:2020, Tabelle 10 für die geltende Dauer nicht überschreiten;
- 3) die zusammengesetzte Spannung ist zulässig wenn sie innerhalb der Hüllkurve für die geltende Dauer in Bild 2 liegt.



Die im Diagramm gezeigten Kurven basieren auf den in prEN 50122-1 angegebenen Effektivwerten.

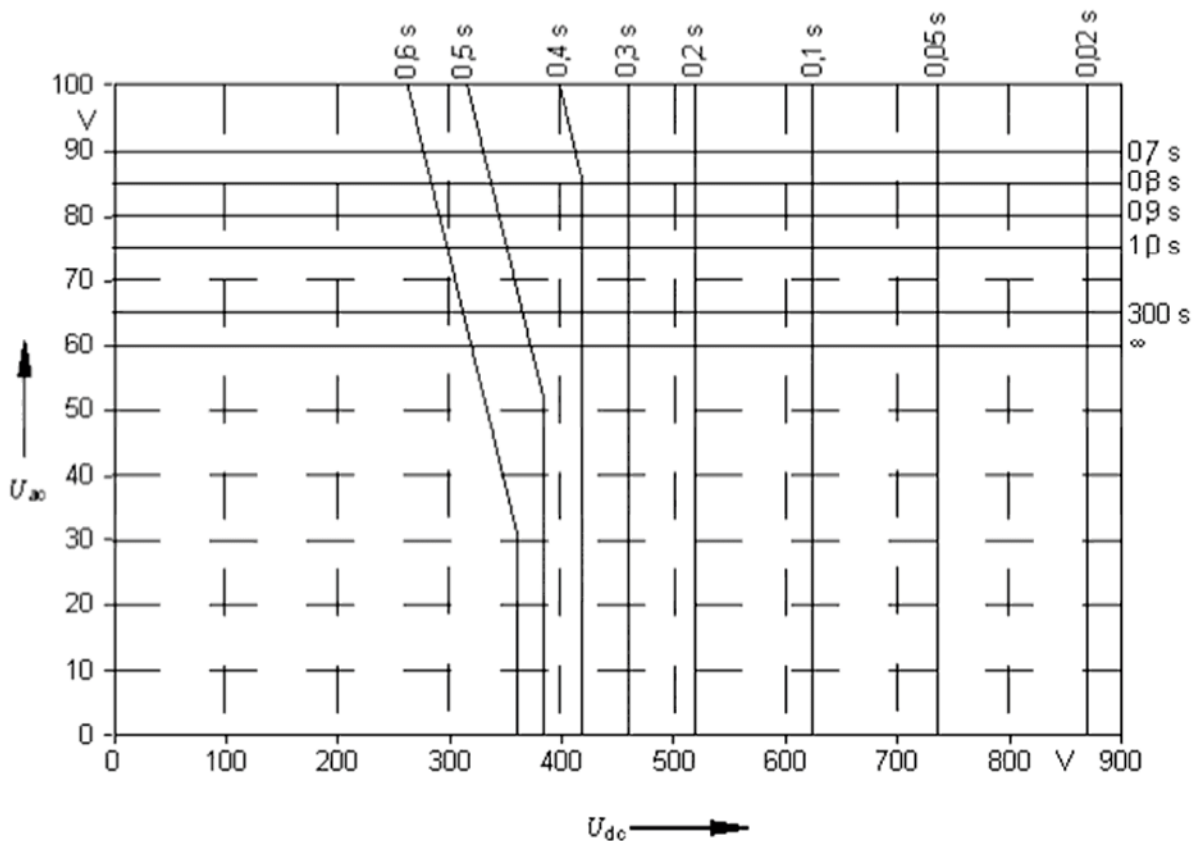
**Bild 2 – Höchstzulässige zusammengesetzte Berührungsspannungen für Kurzzeitbedingungen bei Wechselspannungen und Langzeitbedingungen bei Gleichspannungen**

BEISPIEL Ein Beispiel für den Gebrauch von Bild 2 befindet sich in [Anhang B](#).

#### 7.4 Langzeitbedingungen für das Wechselstromsystem und Kurzzeitbedingungen für das Gleichstromsystem

Mit folgendem Ansatz muss überprüft werden, ob die zusammengesetzte Spannung zulässig ist:

- 1) der Wechselspannungsanteil der zusammengesetzten Spannung darf die höchstzulässige Berührungsspannung nach prEN 50122-1:2020, Tabelle 8 für die geltende Dauer, nicht überschreiten;
- 2) der Kurzzeit-Gleichspannungsanteil der zusammengesetzten Spannung darf die höchstzulässige Berührungsgleichspannung nach prEN 50122-1:2020, Tabelle 10 für die geltende Dauer, nicht überschreiten;
- 3) die zusammengesetzte Spannung ist zulässig wenn sie innerhalb der Hüllkurve für die geltende Dauer in [Bild 3](#) liegt.



Die im Diagramm gezeigten Kurven basieren auf den in prEN 50122-1 angegebenen Effektivwerten.

**Bild 3 – Höchstzulässige zusammengesetzte Berührungsspannungen für Langzeitbedingungen bei Wechselspannungen und Kurzzeitbedingungen bei Gleichspannungen**

## 7.5 Kurzzeitbedingungen für das Wechselstromsystem und Kurzzeitbedingungen für das Gleichstromsystem

Gleichzeitig auftretende Kurzzeitvorgänge im Wechselstromsystem und im Gleichstromsystem brauchen nicht berücksichtigt zu werden.

ANMERKUNG Es ist unwahrscheinlich, dass Kurzzeitvorgänge gleichzeitig im Wechselstromsystem und im Gleichstromsystem auftreten und im selben Moment die Rückleitung berührt wird.

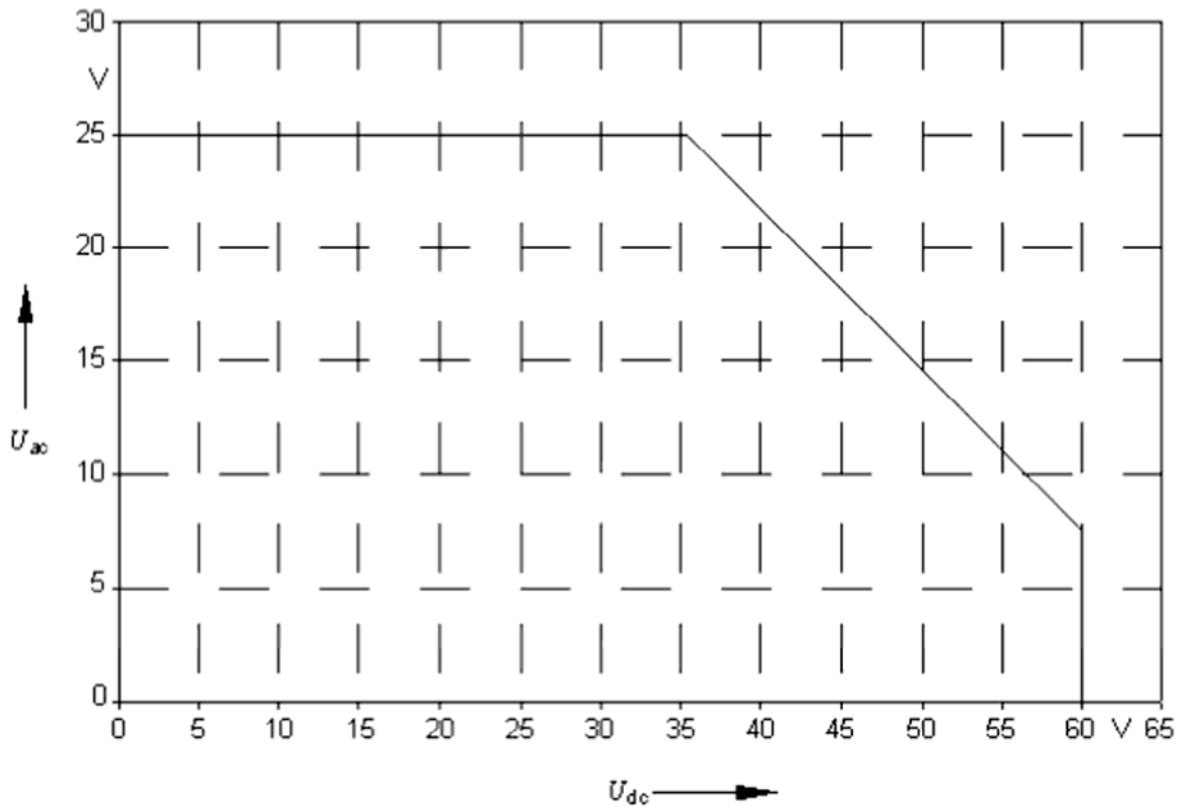
## 7.6 Werkstätten und ähnliche Orte

Für Langzeitbedingungen muss mit folgendem Ansatz überprüft werden, ob die zusammengesetzte Spannung zulässig ist:

- 1) der Wechselspannungsanteil der zusammengesetzten Spannung muss mit prEN 50122-1:2020, 9.2.2.3, übereinstimmen;
- 2) der Gleichspannungsanteil der zusammengesetzten Spannung muss mit prEN 50122-1:2020, 9.3.2.3, übereinstimmen;
- 3) die zusammengesetzte Spannung ist zulässig wenn sie innerhalb der Hüllkurve, wie in Bild 4 definiert, liegt.

Für Kurzzeitbedingungen gelten 7.3, 7.4 und 7.5.

BEISPIEL Unter der Annahme, dass im Gleichstromsystem die größte zulässige Berührungsgleichspannung von 60 V auftritt, beträgt die zulässige Wechselspannung 8 V. Unter der Annahme, dass im Wechselstromsystem die größte zulässige Berührungswchselspannung von 25 V vorliegt, beträgt die zulässige Gleichspannung 35 V, siehe Bild 4.



Die im Diagramm gezeigten Kurven basieren auf den in prEN 50122-1 angegebenen Effektivwerten.

**Bild 4 – Höchstzulässige zusammengesetzte Berührungsspannungen in Werkstätten und an ähnlichen Orten, ausgenommen Kurzzeitbedingungen**

## 8 Technische Anforderungen und Maßnahmen im Bereich der gegenseitigen Beeinflussung

### 8.1 Allgemeines

Alle Anlagen müssen mit den Anforderungen von prEN 50122-1 und prEN 50122-2 übereinstimmen. Darüber hinausgehende Maßnahmen sind in den nachfolgenden Abschnitten beschrieben.

### 8.2 Anforderungen bei getrennten Rückleitungen von Wechselstrombahn und Gleichstrombahn

#### 8.2.1 Allgemeines

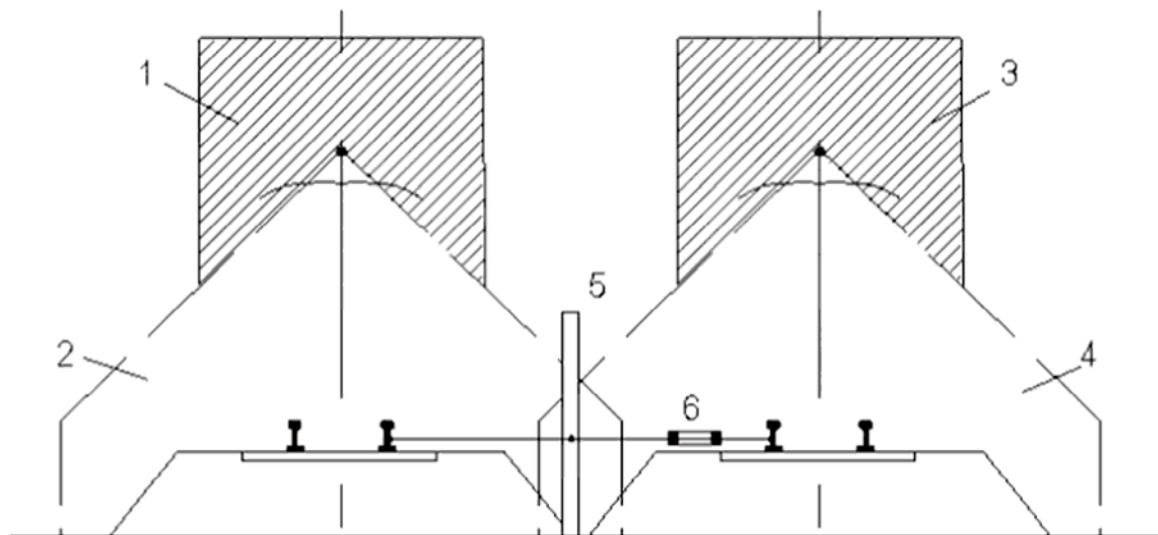
Dieser Abschnitt gilt, wenn keine Verbindung zwischen den Rückleitungen der Wechselstrombahn und der Gleichstrombahn besteht.

### 8.2.2 Rückleitung oder damit verbundene Teile im Oberleitungs- und/oder Stromabnehmerbereich (en: overhead contact line zone; OCLZ, current collector zone; CCZ) der anderen Anlage

Es muss beurteilt werden, ob für die Anwendung von prEN 50122-1:2020, Abschnitt 6, leitfähige Verbindungen zwischen der Rückleitung der Wechselstrombahn und der Rückleitung der Gleichstrombahn erforderlich sind. Wenn solche Verbindungen notwendig sind, müssen die nach prEN 50122-1:2020, 6.2.2, geforderten Spannungsbegrenzungseinrichtungen so festgelegt werden, dass sie in Übereinstimmung mit Abschnitt 7 dieses Dokuments zusätzlich zu Gleichspannungen und -strömen auch bei Wechselspannungen und -strömen ansprechen und betrieben werden können. Siehe auch prEN 50122-1:2020, Anhang F.

Wenn sich die Rückleitung, damit verbundene Teile oder Fahrzeuge der Wechselstrombahn innerhalb des Oberleitungs- oder Stromabnehmerbereichs der Gleichstrombahn oder umgekehrt befinden, müssen die Spannungsbegrenzungseinrichtungen (mindestens mit Funktionalität VLD-F) zwischen der Rückleitung der Gleichstrombahn und der Rückleitung der Wechselstrombahn angeschlossen werden.

BEISPIEL Siehe Bild 5.



#### Legende

- 1 Stromabnehmerbereich einer Wechselstrombahn
- 2 Oberleitungsbereich einer Wechselstrombahn
- 3 Stromabnehmerbereich einer Gleichstrombahn
- 4 Oberleitungsbereich einer Gleichstrombahn
- 5 Zaun oder anderes leitfähiges Teil (direkt verbunden mit der Rückleitung einer Wechselstrombahn)
- 6 Spannungsbegrenzungseinrichtung

**Bild 5 – Beispiel für den Einsatz einer Spannungsbegrenzungseinrichtung (en: voltage-limiting device; VLD), die für Wechselspannung und Gleichspannung geeignet sein muss**

Die Auslegung der Systeme muss so erfolgen, dass die Spannungsbegrenzungseinrichtungen unter Betriebsbedingungen nicht ansprechen, um die Anforderungen der prEN 50122-2 zu erfüllen.

Die mit dem Ansprechen der Spannungsbegrenzungseinrichtungen verbundenen Risiken müssen bewertet werden.

### 8.2.3 Gemeinschaftsbauwerke

#### 8.2.3.1 Auswahl der Erdungsstrategie

In einer frühen Planungsphase muss beurteilt werden, ob es mit vertretbarem Aufwand möglich ist, den mit der Wechselstrombahn verbundenen Teil der Bauwerkserde von dem mit der Gleichstrombahn verbundenen Teil der Bauwerkserde und beide Teile der Bauwerkserde von Erdungsanlagen außerhalb des Gemeinschaftsbauwerkes zu trennen. In allen Fällen müssen die von einem Fehlerstrom von der Wechselstrom-Fahrleitung und der Gleichstrom-Fahrleitung benutzten Pfade identifiziert werden, und es müssen Leiter mit ausreichendem Querschnitt vorgesehen werden. Siehe prEN 50122-1:2020, **Abschnitt 7** für Stromversorgungen ohne Bahnantrieb.

#### 8.2.3.2 Trennung der Bauwerkserden

Bei getrennten Bauwerkserden sind Isolierspalten oder Isolierfugen erforderlich.

Um eine Überbrückung der Isolierspalten zu verhindern, müssen PE-Schutzleiter elektrischer Versorgungskabel, die Schirme von Datenübertragungskabeln, Metallrohre und ähnliche Bauteile, die sich über beide Gebäudeteile erstrecken oder von außen in das Gebäude geführt werden, eine Isolierfuge erhalten. Die Isolierspalten mit den zugehörigen Betriebsmitteln müssen an den Grenzen der getrennten Bauwerkserden installiert werden. Die entsprechenden Systeme müssen so ausgeführt werden, dass sie sicher betrieben werden können wenn die Isolierspalten angebracht sind.

Wenn Isolierspalten in unterirdischen Gebäudeteilen erforderlich sind, müssen die Trennstrecken ausreichend lang sein, dass im Boden über die Trennstrecken kein nennenswerter Strom mehr fließt.

Erfahrungsgemäß ist ein Abstand von 1 m ausreichend, wenn der spezifische Erdbodenwiderstand größer als 500  $\Omega\text{m}$  ist; ansonsten ist ein Abstand von 2 m erforderlich.

Es sollten Vorkehrungen ergriffen werden, um unbeabsichtigte Verbindungen zwischen den Bauwerkserden zu erkennen.

#### 8.2.3.3 Gemeinsame Bauwerkserde

Bei miteinander verbundenen Bauwerkserden muss besonders auf die Gefahren von Streuströmen in der Wechselstrombahn und in den Erdungs-Anlagen außerhalb von Bauwerken der Bahn geachtet werden. Siehe prEN 50122-2:2020, **Abschnitt 7**.

Es sollten Vorkehrungen ergriffen werden, um die Gefahren durch Streuströme in der Wechselstrombahn, der Bauwerkserde und Erdungssystemen Dritter zu erkennen. Siehe prEN 50122-2:2020, **Abschnitt 10**.

### 8.2.4 Induktive und kapazitive Kopplung

Die durch die Wechselstrombahn in die Fahrleitung und die Kabel der Gleichstrombahn induzierten oder influenzierten Spannungen und die in Schienen und Kabel außerhalb der Gleichstrombahn induzierten Spannungen müssen beurteilt und gegebenenfalls müssen Maßnahmen dagegen ergriffen werden.

**ANMERKUNG** In den Schienen der Gleichstrombahn können nennenswerte Spannungen induziert werden, wenn sie gut gegen Erde nach prEN 50122-2 isoliert sind. Möglicherweise sind bei Kommunikationsstromkreisen im Bereich der Gleichstrombahn die gleichen Maßnahmen erforderlich wie bei den Kommunikationsstromkreisen im Bereich der Wechselstrombahn.

Es müssen Vorkehrungen gegen übermäßig hohe Wechselspannungen in den Gleichstrom-Fahrleitungen getroffen werden, falls diese von den Unterwerken abgetrennt werden und nicht geerdet sind.

Wenn die Übereinstimmung mit den Anforderungen zu bewerten ist, muss der untrennbare Teilabschnitt der Gleichstrom-Fahrleitung, der am stärksten mit der Wechselstrombahn gekoppelt ist, betrachtet werden. Die in

das Gleichstromsystem eingekoppelten Spannungen müssen bei der Auslegung des Gleichstromsystems berücksichtigt werden.

### 8.3 Anforderungen bei gemeinsamer Rückleitung von Wechselstrom- und Gleichstrombahn auf denselben Gleisen

#### 8.3.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt gilt für elektrische Wechselstrom- und Gleichstrom-Bahnenergieversorgungssysteme auf denselben Gleisen sowie für niveaugleiche Kreuzungen zwischen einer Wechselstrombahn und einer Gleichstrombahn.

#### 8.3.2 Maßnahmen gegen Streustrom

Es müssen Maßnahmen getroffen werden, um das Fließen von beachtlichen Schäden verursachenden Streuströmen zwischen den Gleisen, die nur für Wechselstrom elektrifiziert sind, und den Gleisen, die nur für Gleichstrom elektrifiziert sind, zu verhindern. Die Fahrschienen der Gleise, auf denen beide Systeme betrieben werden, müssen nach prEN 50122-2:2020, 6.4, gegen Erde isoliert werden. Die nach prEN 50122-1:2020, 6.2.2 geforderten Verbindungen müssen mit Spannungsbegrenzungseinrichtungen (VLD) ausgeführt werden, die Gleich- und Wechselstrom führen können. Die Anwendung der Spannungsbegrenzungseinrichtungen muss nach prEN 50122-1:2020, Anhang G, erfolgen.

BEISPIEL Beispiele nach prEN 50122-1:2020, 6.2.2 sind Verbindungen über VLD von Fahrschienen mit den Stützpunkten der Fahrleitung und der Bauwerkserde, die bei Hochspannungs-Fahrleitungen erforderlich sind.

Die Auslegung der Bahnenergieversorgungssysteme muss so erfolgen, dass die Spannungsbegrenzungseinrichtungen unter Betriebsbedingungen mit Ausnahme außerordentlicher Betriebsbedingungen nicht ansprechen, um die Anforderungen nach prEN 50122-2 zu erfüllen.

Die mit dem Ansprechen der Spannungsbegrenzungseinrichtungen verbundenen Risiken müssen bewertet werden.

Die oben angeführten Maßnahmen führen zu geringerer Erdfähigkeit der Gleise. Daher können besondere Maßnahmen erforderlich sein, um ausreichend niedrige Wechselspannungen an den Fahrschienen zu erreichen. Solche Maßnahmen können den Einsatz von Trenntransformatoren, Boostertransformatoren und von Erde isolierten Rückleitern einschließen.

ANMERKUNG Erfahrungsgemäß kann eine geeignete Auslegung realisiert werden, wenn die Wechselspannung und die Gleichspannung an der Schiene wesentlich geringer als 25 V (Effektivwert) für 1 min und wesentlich geringer als 10 V (Effektivwert) für 30 min ist.

#### 8.3.3 Gemeinschaftsbauwerke

Wenn elektrische Wechselstrom- und Gleichstrom-Bahnenergieversorgungssysteme auf denselben Gleisen betrieben werden, gelten die Anforderungen von 8.2.3 gleichermaßen, mit der Ausnahme, dass die Trennung der Bauwerkserde in einen Wechselstromteil und einen Gleichstromteil nicht von Bedeutung ist.

Besonders Beachtung müssen die Risiken von Streuströmen in Bauwerken, elektrische Erdungsanlagen, Rohleitungen und ähnlichen Anlagen außerhalb des Gemeinschaftsbauwerkes finden.

#### 8.3.4 Ausnahmen

Die Anforderungen nach 8.3.2 und 8.3.3 können gelockert werden, wenn nachgewiesen werden kann, dass keine nennenswerte Schädigung durch Streustrom zu erwarten ist, wenn die Fahrschienen das Gleichstromsystem wie beim Wechselstromsystemen üblich geerdet sind.

Ausnahmen sind zulässig, wenn mindestens eine der folgenden Voraussetzungen zutrifft: