

VERBAND DER BAHNINDUSTRIE IN DEUTSCHLAND (VDB)

FACHINFORMATION KOMPAKT:

EN 50122-1:2022

AUS DER PERSPEKTIVE

DER SCHIENEN-

FAHRZEUGHERSTELLER

(BAHNANWENDUNGEN – ORTSFESTE
ANLAGEN – ELEKTRISCHE SICHERHEIT,

ERDUNG UND RÜCKLEITUNG

TEIL 1: SCHUTZMASSNAHMEN

GEGEN ELEKTRISCHEN SCHLAG)



Fachinformation kompakt:
**EN 50122-1:2022 aus der Perspektive
der Schienenfahrzeughersteller**
(Bahnanwendungen – Ortsfeste Anlagen –
Elektrische Sicherheit, Erdung und Rückleitung
Teil 1: Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag)

Einleitung	4
1. Normenbezug, Definitionen	6
2. Hochspannungskomponenten auf Fahrzeugen	7
3. Herausforderung des neuen Normenstand EN 50122-1:2022 für Schienenfahrzeughersteller	8
3.1 Beispiel Deutschland	10
3.2 Beispiel Großbritannien	12
3.3 Zwischenfazit	13
4. Umgang mit der Situation und Maßnahmen	14
5. Zusammenfassung und Ausblick	16

1. EINLEITUNG

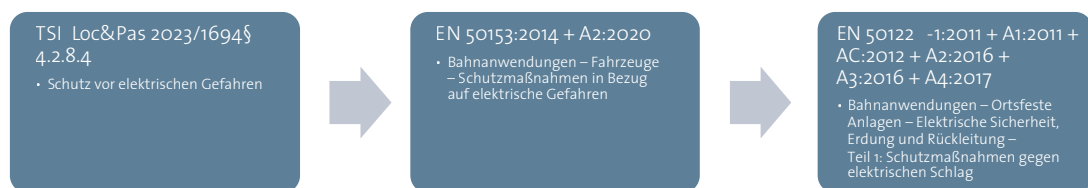
Die Regeln zum Schutz gegen elektrischen Schlag durch Abstand Spannung führender Teile zu Fahrgästen und Personal wurden mit der EN 50122-1:2022 im Vergleich zur Version 2011 vollständig überarbeitet (Bahnanwendungen – Ortsfeste Anlagen – Elektrische Sicherheit, Erdung und Rückleitung – Teil 1: Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag). In der überarbeiteten Fassung sind die Fahrzeuge auf elektrifizierten Strecken jetzt im Anwendungsbereich eingeschlossen. Eine geänderte Prüfmethodik, die Strichmännchenmethode, Anforderungen für neu konstruierte Fahrzeuge und zahlreiche Einflussfaktoren aus der Infrastruktur führen zu einer erheblichen Komplexität der Thematik. Aus Sicht der Fahrzeughersteller stellt sich die Frage, ob die Anordnung der Komponenten der Energiezuführung am Dach des Zuges mit diesen Randbedingungen unverändert bleiben kann, bzw. überhaupt zukünftig möglich und zulässig ist.

Normen werden regelmäßig auf ihre Überarbeitungsnotwendigkeit überprüft, basierend auf Faktoren wie technologischer Fortschritt, Einführung neuer Technologien, Risikoeinschätzungen, Sprachgebrauch und Beziehung zu anderen Normen. Obwohl es keine relevanten Probleme auf Schienenfahrzeugen in Bezug auf elektrische Sicherheitsmaßnahmen gab, haben neu eingeführte Normen manchmal zu widersprüchlichen Interpretationen und Anforderungen geführt. Dies liegt an der Geschichte und Entwicklung der Normengruppe EN 50122, da die Grundlagen der Anforderungen und Grenzwerte der VDE 0115-3 Norm [1982], welche die Basis für die erste Fassung der EN 50122-1 war, im Laufe der Zeit verloren gegangen sind. Diesbezüglich gibt es eine Veröffentlichung „Überarbeitung der EN 50122 – Elektrische Sicherheit bei Bahnen“ in eb 118 (2020) Heft 12.

Die hohe Relevanz für Schienenfahrzeughersteller ergibt sich aus der indirekten Referenz der aktuellen TSI Loc&Pas auf die EN 50122-1, siehe Abbildung 1. Eine Aktualisierung der Referenzkette, ist aus Sicht der Autoren nur eine Frage der Zeit, sodass zukünftig die EN 50122-1:2022 Methodik und Abstandswerte für die TSI Loc&Pas Authorisierung angewandt werden dürften. Zusätzlich muss für die Bewertung der Produktsicherheit durch die Fahrzeughersteller die EN 50122-1:2022 herangezogen werden.

Referenzkette aus der TSI Loc&Pas

Aktuell



Zukunft

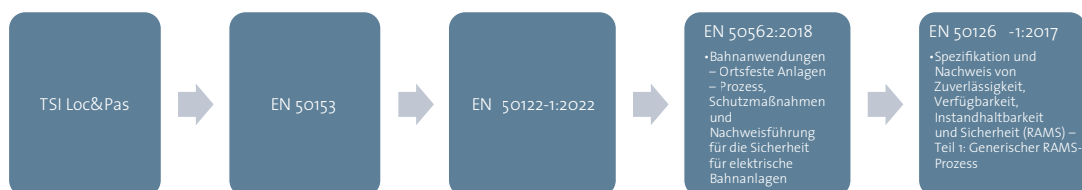


Abbildung 1 – Darstellung der Referenzkette aus der TSI Loc&Pas zur EN 50122-1

Aus der EN 50122-1:2011 ist für den öffentlichen Bereich die Abstandsbestimmung mit 3,5 Metern in gerader Richtung von der Bahnsteigfläche aus abgeleitet. Aus dieser Anforderung ist die bisher angewandte, sogenannte „Stangentest“-Methode abgeleitet. In der Version 2022 ist eine Person mit ausgestrecktem Arm und Gegenstand definiert („Strichmännchenmethode“). Durch den Haltewinkel von Arm und Gegenstand ergeben sich zusätzliche Bereiche auf dem Dach eines Fahrzeugs am Bahnsteig, die nach der Strichmännchenmethode erreicht werden könnten. Im Zusammenspiel mit dem elektrischen Schutzabstand als wesentliche neue Anforderung, führt die direkte Anwendung der neuen Methode zu weniger Bauraum für Hochspannungsausrüstung (HV) auf dem Fahrzeugdach.

Es gibt aktuelle Fahrzeuge und Produktplattformen, die zwar den Stangentest bestehen, eine Überprüfung nach der Strichmännchenmethode jedoch nicht. Für diese Fahrzeuge gilt Bestandschutz. Die Anwendung der alternativen Vorgaben in der EN 50122-1:2022 muss im Eisenbahnsektor (Hersteller, Eisenbahnverkehrsunternehmen, Eisenbahninfrastrukturunternehmen, Zulassungsbeteiligte) noch eingeübt werden. Die Autoren wollen aufzeigen, wie aktuelle bewährte HV-Designs beibehalten werden können, und zwar durch zusätzliche Maßnahmen bei der Zulassung, beim Infrastrukturbetreiber und im Betrieb.

In diesem Beitrag wird mit den Beispielen der Fokus auf Vollbahnfahrzeuge gelegt. Die Normen zum Schutz gegen elektrischen Schlag sind jedoch für alle Schienenfahrzeuge relevant.

Abbildung 2 zeigt exemplarisch eine Mehrsystemlokomotive, bei der die gesamte Dachfläche durch die Hochspannungsausrüstung ausgenutzt ist. Es ist augenscheinlich, dass zusätzlich einschränkende Anforderungen herausfordernd in der Umsetzung sind.



Abbildung 2 – Mehrsystemlokomotive, bei der bereits durch die Hochspannungsanlage die ganze Dachfläche ausgeschöpft ist

1. NORMENBEZUG, DEFINITIONEN

Die folgenden Normen und deren ausgewählte Inhalte sind relevant für die Bewertung des Schutzes gegen elektrischen Schlag:

TSI Loc&Pas (EU) 2023/1694 § 4.2.8.4 (Schutz gegen elektrische Gefahren): Anforderung zur Einhaltung praktisch der gesamten EN 50153:2014+A2:2020.

EN 50153:2014+A2:2020 (Fahrzeuge – Schutzmaßnahmen in Bezug auf elektrische Gefahren): Anforderungen auf Fahrzeugebene z.B. an den Schutz durch Isolierung, durch Verhinderung des Zugangs, Schutzverbindungen, Abschaltung der Versorgung oder Schutz durch Abstand (Verweis auf EN 50122-1:2011 mit Stangenmethode, jedoch ist EN 50153 derzeit in Überarbeitung und der Verweis auf EN 50122-1:2022 sehr wahrscheinlich).

EN 50122-1:2022 (Ortsfeste Anlagen – Elektrische Sicherheit, Erdung und Rückleitung – Teil 1: Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag): Anforderungen an Design und Betrieb von Fahrzeugen und Infrastruktur. Definition der Strichmännchenmethode und des Auslegungsprozesses zum Erreichen des Schutzes gegen direktes Berühren oder gegen Eindringen in den Gefahrenbereich. Version 2022 nimmt verstärkt Bezug auf das Fahrzeug. Referenz auf EN 50562 zur Risikobeurteilung wird als möglicher Teil des Auslegungsprozesses genannt.

EN 50562:2018 (Ortsfeste Anlagen – Prozess, Schutzmaßnahmen und Nachweisführung für die Sicherheit für elektrische Bahnanlagen): Risikobeurteilung für elektrische Bahnenergieversorgungssysteme. Referenz auf EN 50126-1:2017 da das Fahrzeug außerhalb der betrachteten Systemgrenze liegt.

EN 50126-1:2017 (Spezifikation und Nachweis von Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit und Sicherheit (RAMS) – Teil 1: Generischer RAMS-Prozess): Kategorien für die Häufigkeit des Auftretens, den Schweregrad und die Risikoakzeptanz.

EN 50367:2020+A1:2022 (Ortsfeste Anlagen und Fahrzeuge – Kriterien zur Erreichung der technischen Kompatibilität zwischen Dachstromabnehmern und Oberleitung): Anforderungen an Fahrleitungshöhe und Stromabnehmerwippenbreite.

EN 15273-3:2013+A1:2016 alle Teile (Begrenzungslinien): Gestaltungsfreiraum möglicher elektrischer Schutzhindernisse am Fahrzeug.

GERT 8073 (Issue 4.1 December 2022) UK Vehicle Gauge (Begrenzungslinien).

EN 50124-1:2017 (Isolationskoordination – Grundlegende Anforderungen – Luft- und Kriechstrecken für alle elektrischen und elektronischen Betriebsmittel): Vorgaben für Luftstrecken.

Aktive Teile sind Anschlussbereiche von Komponenten, die betrieblich unter Hochspannung (HV) stehen können und vom Fahrzeugdach sowie von benachbarten Komponenten durch Luft isoliert sind. In vernetzten Architekturen mit HV-Dachleitung können aktive Teile auch bei gesenktem Stromabnehmer unter Hochspannung stehen.

Die Auslegung von Luft- und Kriechstrecken auf Schienenfahrzeugen stellt sicher, dass:

- alle parallel angeordneten Luft- und Kriechstrecken einer Hochspannungsausrüstung,
- unabhängig vom Grad der elektrischen Inhomogenität,
- für alle definierten Hüllkurven inklusive Schutzabstand
- bei allen auftretenden Arten von Überspannung,
- über die gesamte Lebensdauer

zuverlässig isolieren.

Dazu ist in der Norm zur Isolations-Koordination EN 50124-1 mit 230 mm Luftstrecke (AC25kV, OV3, PD4) bereits ein beträchtlicher Sicherheitsfaktor gegenüber der physikalischen Spannungsfestigkeit von Luftstrecken berücksichtigt.

2. HOCHSPANNUNGSKOMPONENTEN AUF FAHRZEUGEN

Die Auslegung einer Hochspannungsausrüstung geht von der Fahrzeugarchitektur sowie der Festlegung aus, welcher bzw. welche Wagen den/die Stromabnehmer tragen sollen. Stromabnehmer müssen oberhalb der Drehgestelle angeordnet werden.

Alle weiteren HV-Komponenten (Sensoren, Schalter, Trenner, Überspannungsableiter usw.) werden in Fahrtrichtung vor/hinter oder, besonders raumsparend, auch seitlich des/der Stromabnehmer angeordnet. Allen Möglichkeiten zur Anordnung gemein ist, dass diese in Y- und Z-Richtung (dynamisch variabel entlang der Fahrzeuglängsachse) die Anforderungen einer oder mehrerer Hüllkurven berücksichtigen müssen, siehe Beispielbild für Skandinavien, inklusive des Schutzabstandes spannungsführender Bereiche gemäß EN 15273.

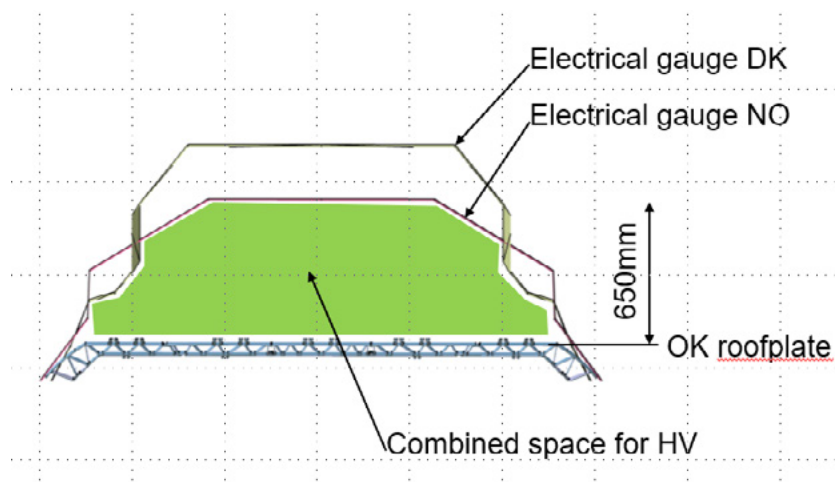


Abbildung 3 – Beispiele unterschiedlich zu berücksichtigender Hüllkurven

3. HERAUSFORDERUNG DES NEUEN NORMENSTAND EN 50122-1:2022 FÜR SCHIENENFAHRZEUGHERSTELLER

Im nachfolgenden sollen die Herausforderungen des neuen Normenstandes der EN50122-1:2022 für die Schienenfahrzeughersteller exemplarisch dargestellt werden. Dabei werden auch Anforderungen aus anderen relevanten Normen für Schienenfahrzeuge berücksichtigt.

Die folgende Abbildung stellt das Schutzprinzip entsprechend EN 50122-1:2022 dar. Es ist ein Schutzabstand zwischen aktiven Teilen und einer Person auf dem Bahnsteig, die einen Gegenstand in der Hand hält, einzuhalten.

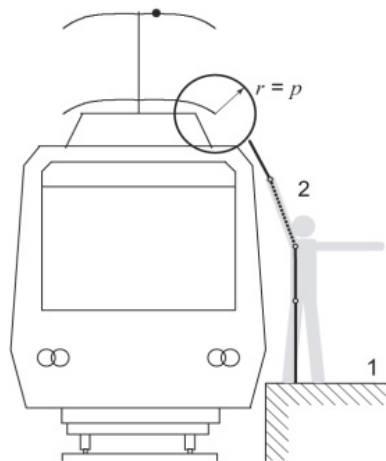


Abbildung 4 – Methode für die Bestimmung des Abstandes zu aktiven Teilen an Fahrzeugen (EN 50122-1:2022 Bild 11)¹

1 = Standfläche; 2 = Strichmännchen; p = Schutzabstand; r = Radius

Der Schutzabstand ergibt sich aus der Summation der Gefahrenzone und der Näherungszone. Die Gefahrenzone ist begrenzt durch den elektrischen Abstand (Mindestluftstrecke) um aktive Teile. Die Näherungszone ist der Bereich außerhalb der Gefahrenzone begrenzt durch den Schutzabstand, in dem besondere Vorkehrungen getroffen werden, um ein Eindringen in die Gefahrenzone zu vermeiden.

Für den Fall, dass der Schutzabstand nicht eingehalten werden kann, sieht die Norm den Einsatz von elektrischen Schutzhindernissen bei Schienenfahrzeugen vor, soweit die Schutzhindernisse mit vertretbarem Aufwand integriert werden können. Das Schutzhindernis muss jedoch auch technisch realisierbar sein und auch die relevanten Normen für Schienenfahrzeuge berücksichtigen.

¹ Bild 11 aus DIN EN 501221-1 (VDE 0115-3):2023-02 wiedergegeben mit Genehmigung von DIN Deutsches Institut für Normung e.V. und VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.. Maßgebend für das Anwenden der Normen sind deren Fassungen mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der VDE VERLAG GMBH, Bismarckstr. 33, 10625 Berlin, www.vde-verlag.de, erhältlich sind.

Bezogen auf Schienenfahrzeuge ergeben sich drei Wege zur normgerechten Auslegung.

1. Prüfung mit der Strichmännchenmethode
Der Schutz durch Abstand zu aktiven Teilen wird erreicht und die Prüfung mittels der Strichmännchenmethode mit einem in der Hand gehaltenen Gegenstand, mit einer Länge von 50 cm, ist erfolgreich.
2. Prüfung mit der Strichmännchenmethode mit um 50 % reduzierter Länge des in der Hand gehaltenen Gegenstandes.
Bei aktiven Teilen geringer Abmessung und zeitlicher Begrenzung des Aufenthalts von Personen auf der Standfläche (z.B. Halt am Bahnhof für Fahrgastwechsel) darf die Länge des in der Hand gehaltenen Gegenstandes um 50 % verringert werden, wenn ein Warnschild angebracht wird. Für diesen Betrachtungsfall wird der Schutz durch Abstand zu aktiven Teilen mit um 50 % verringerte Länge des in der Hand gehaltenen Gegenstandes erreicht und die Prüfung mittels der Strichmännchenmethode ist erfolgreich.
3. Wenn die Prüfung mittels der Strichmännchenmethode nicht erfolgreich durchgeführt werden kann, ist eine Risikobeurteilung zulässig, wenn das verbleibende Risiko durch den eingebundenen Assessment Body (AsBo) akzeptiert wird. Diese Methode ist nur zulässig, wenn es um die Verletzung der Näherungszone im Rahmen der Strichmännchenmethode geht. Die Gefahrenzone darf in keinem Fall verletzt werden.

In den nachfolgend untersuchten Beispielen erfolgt in den jeweiligen Abbildungen auf der rechten Bahnsteigseite eine generische Untersuchung zum Schutzabstand entsprechend EN 50122-1:2022 (Strichmännchenmethode). Zum Vergleich wird zusätzlich auf dem linken Bahnsteig die Untersuchung nach EN 50122-1:2011 (Stangentest) dargestellt.

Prüfung mit Strichmännchenmethode nach EN 50122-1:2022

Der Mindestabstand zwischen der Reichweite einer Person, einschließlich eines in der Hand gehaltenen Gegenstandes, und dem aktiven Teil muss größer oder gleich dem erforderlichen Schutzabstand entsprechend der nominalen Fahrdrachtspannung sein. Ausgehend von einer Schulterhöhe von 1,65 m wird die Armreichweite von 0,85 m angesetzt. Abschließend folgt der in der Hand gehaltene Gegenstand mit einer Länge von 0,5 m bzw. 0,25 m, wenn das Warnschild angebracht wird. Der Schutzabstand entsprechend der nominalen Netzspannung beträgt für AC 25 kV $p=0,6$ m und für AC 15 kV $p=0,5$ m.

Stangentest abgeleitet aus EN 50122-1: 2011

Die EN 50122-1:2011 definiert einen Mindestabstand im geraden Maß von 3,5 m von der Bahnsteigfläche zum aktiven Teil. Daraus hat sich der Stangentest etabliert. Die 3,5 m lange Stange, die von der Standfläche stehend an das Fahrzeug angelehnt wird, darf kein aktives Teil berühren. Der Schutzabstand ist in den 3,5 m bereits berücksichtigt.

Für beide Prüfungsmethoden müssen die relevanten Bahnsteighöhen der Einsatzländer berücksichtigt werden. Der Fahrdracht wird in nominaler Mindesthöhe entsprechend EN 50367:2023 einschließlich der Berücksichtigung des maximalen seitlichen Versatzes dargestellt. Um den sich daraus ergebenden horizontalen Strich ist der Schutzabstand entsprechend der nominalen Netzspannung (für AC 25 kV $p=0,6$ m und für AC 15 kV $p=0,5$ m) dargestellt.

Da es sich um eine generische Betrachtung handelt, die nicht alle möglichen Anordnungen von aktiven elektrischen Teilen auf dem Dach berücksichtigen kann, wird für die Betrachtung stellvertretend ein Stromabnehmer in Senklage betrachtet (entsprechend der Darstellung in der EN 50122-1:2022). Es wird postuliert, dass er unter Spannung stehend angesehen wird, da es nicht möglich ist, den Stromabnehmer mit vertretbarem Aufwand spannungslos zu schalten (nicht ausreichend Platz auf dem Dach für die dafür erforderlich Komponenten). Das Ende der Wippe des Stromabnehmers ist in vielen Fällen dem in der Hand gehaltenen Gegenstand am nächsten.

Es werden Fahrzeugquerschnitte betrachtet, die Lichtraumprofilen der EN 15273-3+A1:2016 bzw. GERT 8073 (Issue 4.1 December 2022) entsprechen. Da Schienenfahrzeuge das Lichtraumprofil dynamisch einhalten müssen, nutzt der Fahrzeugquerschnitt von Schienenfahrzeugen das Lichtraumprofil nicht vollständig aus.

3.1 Beispiel Deutschland

Die nominale Netzspannung in Deutschland ist AC 15 kV. Es wird ein Fahrzeug angenommen, welches dem Lichtraumprofil G2 entspricht. Es wird eine Bahnsteighöhe von 960 mm über SOK betrachtet, da die Kombination dieser Bahnsteighöhe mit 15 kV Fahrdrabtspannung verbreitet ist (z. B. S-Bahn München, S-Bahn Stuttgart).

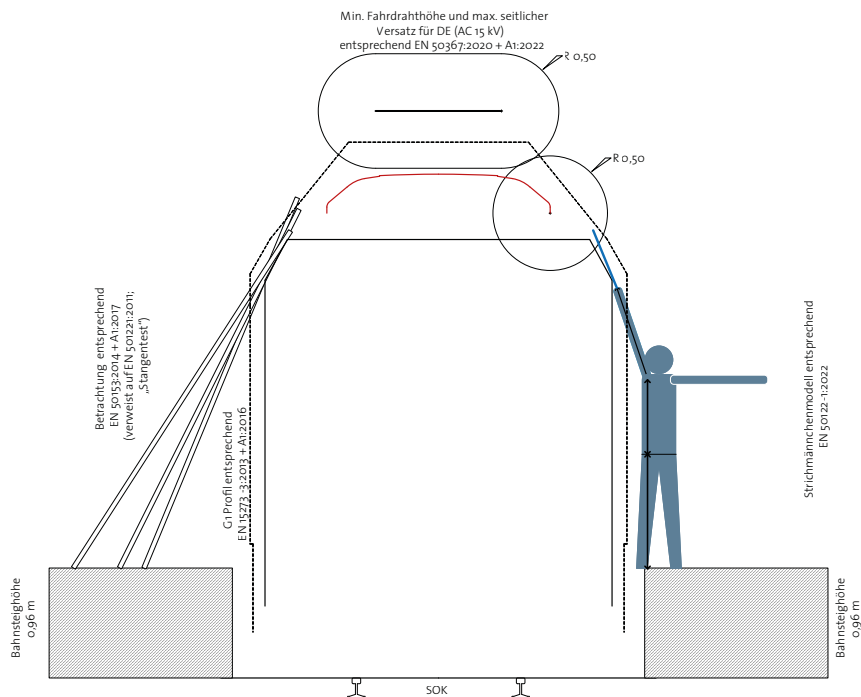


Abbildung 5 – Untersuchungsfall Deutschland mit in der Hand gehaltenen Gegenstand von 0,5 m Länge

Ergebnis: Der Schutzabstand entsprechend EN 50122-1:2022 wird nicht eingehalten. Der Stromabnehmer in Senklage ist hier als unter Spannung stehendes Teil angenommen. Wesentlich dafür ist die in diesem Beispiel angenommene Bahnsteighöhe von 960 mm.

Wenn das aktive Teil ein Teil geringer Abmessung ist und der Aufenthalt von Personen auf der Standfläche zeitlich begrenzt ist (z. B. Halt am Bahnhof für Fahrgastwechsel) und ein Warnschild angebracht ist, darf die Länge des in der Hand gehaltenen Gegenstandes um 50 % verringert werden. In diesem Betrachtungsfall ergibt sich für die Prüfung mit Strichmännchenmethode folgende Darstellung:

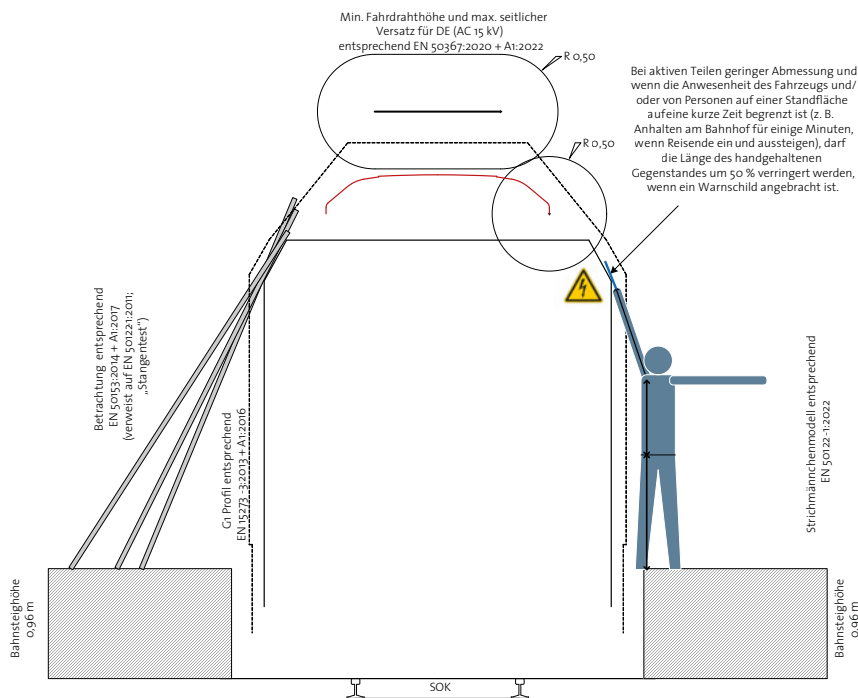


Abbildung 6 – Untersuchungsfall Deutschland mit in der Hand gehaltenen Gegenstand mit reduzierter Länge von 0,25 m

Ergebnis: Der Schutzabstand entsprechend EN 50122-1:2022 wird eingehalten.

Durch die Randbedingungen

1. aktives Teil geringer Abmessung und
2. zeitlich begrenzter Aufenthalt am Bahnsteig und
3. angebrachte Warnschilder,

kann der in der Hand gehaltene Gegenstand um 50 % verkürzt werden. Die Prüfung mit der Strichmännchenmethode ist erfolgreich.

3.2 Beispiel Großbritannien

Die nominale Netzspannung ist in Großbritannien AC 25 kV. Es wird ein Fahrzeug angenommen, welches dem Lichtraumprofil PG1 entspricht. Es wird die nominale Bahnsteighöhe von 915 mm über SOK betrachtet.

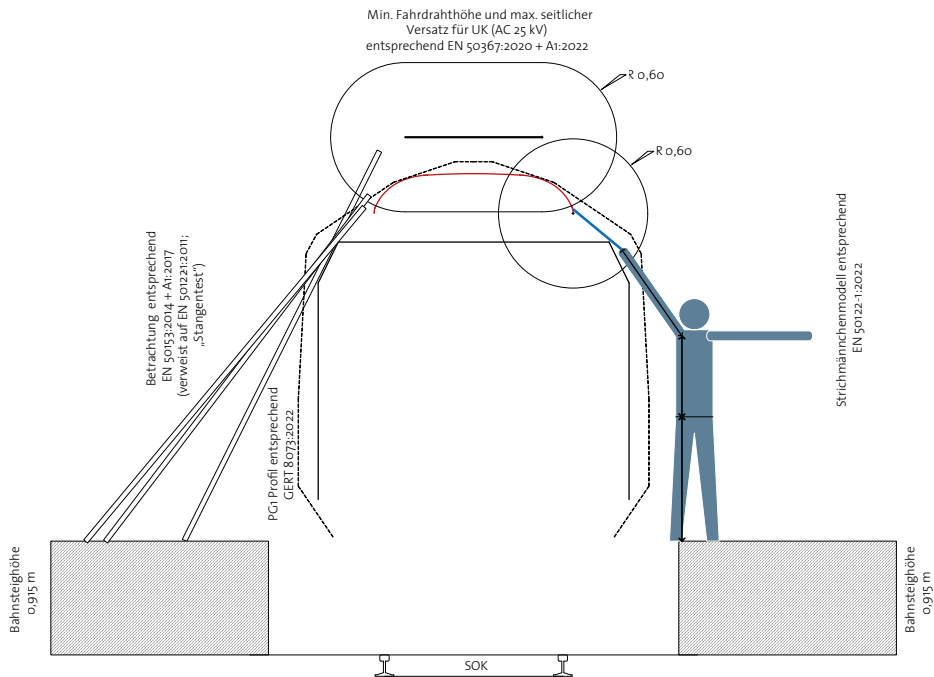


Abbildung 7 – Untersuchungsfall Großbritannien

Ergebnis: Der Schutzabstand entsprechend EN 50122-1:2022 wird nicht eingehalten. Der Stromabnehmer in Senklage ist hier als ein unter Spannung stehendes Teil angenommen. Wesentlich dafür ist die in diesem Beispiel angenommene Bahnsteighöhe von 915 mm. Selbst wenn aktive Teile geringer Abmessung, zeitlich begrenzter Aufenthalt und Anbringung von Warnschildern berücksichtigt würden, kann der Schutzabstand mit der Strichmännchenmethode nicht erfolgreich geprüft werden. In diesem Beispiel wird der Schutzabstand zum Fahrdrabt auch bei Abwesenheit des Schienenfahrzeuges nur knapp eingehalten. Bei höheren Bahnsteigen oder näher am Fahrzeug stehendem Strichmännchen ist eine Verletzung des Schutzabstandes zum Fahrdrabt nicht auszuschließen.

3.3 Zwischenfazit

In den vorherigen Untersuchungsbeispielen wurde gezeigt, dass aufgrund von Fahrzeughersteller nicht beeinflussbaren Randbedingungen wie zu betrachtende Bahnsteighöhen, Fahrdrachtlage und relevantes Fahrzeugprofil eine Prüfung mit Strichmännchenmethode nicht erfolgreich ist. Im konkreten Beispiel Deutschland ist die Prüfung nur erfolgreich, wenn aktive Teile geringer Abmessung, zeitlich begrenzter Aufenthalt am Bahnsteig und Anbringung von Warnschildern berücksichtigt werden können. Im Beispiel Großbritannien ist eine Prüfung mit der Strichmännchenmethode nicht erfolgreich durchführbar.

Wesentliche Einflussfaktoren auf das Ergebnis der Prüfung mit der Strichmännchenmethode sind die Bahnsteighöhen, der Fahrzeugquerschnitt und das aktive Teil. Die Bahnsteighöhen werden durch die Infrastruktur vorgegeben. Der Fahrzeugquerschnitt ergibt sich aus der maximalen dynamischen Ausnutzung des Lichtraumprofils, welches nicht überschritten werden darf. Letzteres würde auch eine Herausforderung für die Gestaltung von Schutzhindernissen darstellen, da das Schutzhindernis einerseits das Lichtraumprofil dynamisch nicht überschreiten dürfte, andererseits als metallisch geerdetes Teil auch eine Mindestluftstrecke zu den relevanten aktiven Teilen einhalten müsste. Das aktive Teil kann durch den Fahrzeughersteller nur bedingt beeinflusst werden. Die Geometrie der Stromabnehmerwippe ist gemäß EN 50367 vorgegeben. Aus Sicht des Fahrzeugherstellers definieren diese Anforderungen ein überbestimmtes „System“, bei dem es im Einzelfall keine konstruktive Lösung gibt. Sowohl Fahrzeughersteller als auch die Errichter der elektrischen Infrastrukturausrüstung können aufgrund baulicher Zwänge vor unlösbaren Herausforderungen stehen, wenn es um die Gewährleistung der elektrischen Sicherheit geht.

Der Stangentest abgeleitet aus EN 50122-1:2011 wird für die untersuchten Beispiele bestanden.

Aus Sicht der Fahrzeughersteller stellt die EN 50122-1:2022 eine erhebliche Verschärfung gegenüber der EN 50122-1:2011 dar.

4. UMGANG MIT DER SITUATION UND MASSNAHMEN

Um die EN 50122-1:2022 einzuhalten, muss für Neufahrzeuge eine projektspezifische Untersuchung durchgeführt werden.

Bei Triebzügen sind als Zulassungsmerkmal die zu betrachtenden Bahnsteighöhen bekannt / definiert. Für Lokomotiven ist dies nicht der Fall, so dass hier das Problem der zu betrachtenden Bahnsteighöhen besteht, gegen die die Untersuchung erfolgt. Hier ist eine praktikable Festlegung für das Vorgehen bei Lokomotiven erforderlich, um die Untersuchung durchzuführen zu können, insbesondere in Hinblick auf interoperablen Verkehr. Ein Ansatz dafür wäre aus Sicht der Fahrzeughersteller, die in der TSI Infrastructure definierten, nominellen Bahnsteighöhen von 550 mm oder 760 mm über Schienenoberkante für die Untersuchung heranzuziehen.

Bei der Untersuchung der Einhaltung der Anforderungen der EN 50122-1:2022 sind folgende Ergebnisse denkbar:

1. Die Prüfung mit Strichmännchenmethode ist erfolgreich. Der Schutzabstand kann durch den Schienenfahrzeughersteller eingehalten werden.
2. Die Prüfung mit Strichmännchenmethode mit um 50 % verringerter Länge des in der Hand gehaltenen Gegenstandes ist erfolgreich. Voraussetzung dafür ist, dass es sich um aktive Teile geringer Abmessung handelt und der Aufenthalt von Personen auf der Standfläche zeitlich begrenzt ist (z.B. Halt am Bahnhof für Fahrgastwechsel) und dass ein Warnschild angebracht ist. Der Schutzabstand kann durch den Schienenfahrzeughersteller eingehalten werden.
3. Die Prüfung mit Strichmännchenmethode ist nicht erfolgreich. Der Schutzabstand wird nicht erreicht. Es wird eine Risikobeurteilung durchgeführt und das verbleibende Risiko wird durch den eingebundenen Assessment Body (AsBo) akzeptiert. Diese Methode ist nur zulässig, wenn es um die Verletzung der Näherungszone im Rahmen der Strichmännchenmethode geht. Die Gefahrenzone darf in keinem Fall verletzt werden.

Das Beispiel Großbritannien wäre ein Anwendungsbeispiel für eine Risikobeurteilung.

Für den Fall, dass der Schutzabstand nach EN 50122-1:2022 nicht eingehalten werden kann, ist eine Risikobeurteilung durchzuführen. Aus Fahrzeugherstellersicht würden die Aspekte, die das Fahrzeug betreffen in Anlehnung an EN 50126-1:2017 erfolgen. Unter den Randbedingungen und den ggfs. in der Risikobewertung definierten Maßnahmen (siehe nachfolgende Punkte) muss das Risiko als vernachlässigbar oder unbedeutend kategorisiert werden können. Bei der Risikobeurteilung ist zu beachten, dass ein Eindringen in die Gefahrenzone unzulässig ist. Nur eine Verletzung der Näherungszone kann Umfang der Risikoabschätzung sein.

Aus Tabelle C.9 der EN 50126-1:2017 ergibt sich die Risikoakzeptanzkategorie durch entsprechende Paarung des Grades der Häufigkeit und die Schweregradkategorie.

Bei Unfällen mit Bahnstrom kann ein Todesfall nicht ausgeschlossen werden, so dass sich die Schweregradkategorie entsprechend Tabelle C.4 der EN 50126-1:2017 zu „kritisch“ ergeben würde.

Folgende Datenbanken enthalten keine Hinweise auf Unfälle, bei denen Fahrgäste oder Zugpersonal in Folge eines in der EN 50122-1:2022 beschriebenen Szenarios in Kontakt mit aktiven

Teilen auf dem Dach von Fahrzeugen geraten sind:

- Weltweite Datenbanken der an diesem Artikel beteiligten Fahrzeughersteller
- Ereignismeldungen der ERA (Rail Accident Investigation)
https://www.era.europa.eu/domains/accident-incident/rail-accident-investigation_en
- Deutschen Bundesstelle für Eisenbahnunfalluntersuchung (BEU – Ereignismeldung (eisenbahn-unfalluntersuchung.de))

Die Eintrittswahrscheinlichkeit von solchen Unfällen kann daher aus Sicht der Fahrzeughersteller als „**sehr unwahrscheinlich**“ (gemäß EN 50126-1:2017) eingestuft werden.

Die Risikoakzeptanzkategorie kann damit als „vernachlässigbar“ eingestuft werden.

Risikominimierende Maßnahmen, die (zusätzlich) berücksichtigt werden könnten.

- Risikominimierende Maßnahmen durch den Infrastrukturbetreiber
 - Anbringung von Warnschildern auf den Bahnsteigen bzw. den Zugängen dazu
 - Erhöhung des Sicherheitsabstandes zur Bahnsteigkante
 - Durchsagen am Bahnsteig, wenn ein Schienenfahrzeug einfährt, dass Abstand zu halten ist bzw. Vorsicht beim Fahrgastwechsel zu walten hat.
 - Zugangsbeschränkung zum Bahnsteig, wenn ein Schienenfahrzeug einfährt, welches die Anforderungen an den Schutzabstand für die Bahnsteighöhe nicht einhält.
 - Bahnsteigtüren, die den Schutzabstand herstellen

Eine Realisierbarkeit der oben genannten Maßnahmen ist nicht Gegenstand dieser Betrachtung und wäre im konkreten Fall mit den Stakeholdern zu prüfen / vereinbaren.

- Risikominimierende Maßnahmen durch das Eisenbahnverkehrsunternehmen
 - Durchsagen vom Fahrzeug aus

Die Realisierbarkeit der Maßnahme ist nicht Gegenstand dieser Betrachtung und wäre im konkreten Fall mit den Stakeholdern zu prüfen / vereinbaren.

5. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

In der EN 50122-1 wurde der bisher etablierte Stangentest seit der Ausgabe 2022 durch die Strichmännchenmethode ersetzt. Aufgrund der bereits beschriebenen Überbestimmtheit kann dies zu konstruktiv auf Fahrzeugseite nicht lösbaren Herausforderungen bei der Gestaltung des Schutzabstandes führen. Hochspannungskomponenten müssen auf dem Dach von Fahrzeugen platzsparend unter Berücksichtigung der zulässigen Fahrzeugbegrenzung angeordnet werden. Für den Schutzabstand zu diesen Hochspannungskomponenten sind die Gefahrenzone und die Näherungszone relevant. Für zukünftig neu konstruierte Schienenfahrzeuge kommen drei Methoden zur Prüfung des Schutzabstandes in Frage:

1. Strichmännchenmethode
2. Strichmännchenmethode mit reduzierter Länge des Gegenstandes oder
3. die Risikobetrachtung im Bahnsystem.

Ein Vergleich der Strichmännchenmethode mit dem nach EN 50122-1:2011 abgeleiteten Stangentest wurde an Fallbeispielen durchgeführt. Bei der Prüfung mit Strichmännchenmethode sind abhängig von Fahrzeugprofil und Bahnsteighöhe Fälle darstellbar, bei denen selbst ein Eindringen mit einem Gegenstand in die Gefahrenzone möglich ist. Der Stangentest wurde im Vergleich dazu bestanden.

Die nun in der EN50122-1:2022 detailliert nachvollziehbare Definition des Abstands können zu Problemen bei der Anordnung der Komponenten am Fahrzeug führen. Eine mögliche Gefährdung für Personen am Bahnsteig würde es jedoch nur dann geben, wenn es Veränderungen in der Umgebung des Fahrzeugs gegenüber dem Status Quo gibt.

Im Rahmen der Harmonisierung von Normen weist das Technische Komitee CENELEC TC 9X auf Widersprüche der EN 50122-1:2022 zu den Normen 50124-1:2017 und EN 50153:2014 hin. Von TC 9X wurde die Arbeitsgruppe SG 19 beauftragt, Vorschläge zur Lösung dieser Widersprüche zu erarbeiten. Ziel muss eine einheitliche Auslegung der elektrischen Schutzabstände sein.

Aus Fahrzeughersicht lässt die aktuelle Normenlage folgende Fragen offen:

- Wie wird mit Fahrzeugen ohne Fahrgasteinstiege (z.B. Lokomotiven) umgegangen?
- Wie wird damit umgegangen, wenn ein Fahrzeug außerplanmäßig an Bahnsteigen mit größerer Bahnsteighöhe hält?
- Wie wird mit interoperablem bzw. europaweitem Betrieb umgegangen (z. B. hinsichtlich unterschiedlicher Bahnsteighöhen, niedrige Fahrleitungshöhen, ...)?
- Was sind „neu konstruierte Fahrzeuge“ (im Sinne der EN 50122-1:2022, nach 5.4)?
- Ist die Unfalldatenbank der ERA bzw. eine nationale Unfalldatenbank die richtige und ausreichende Quelle für die Daten, die bei einer Risikobewertung heranzuziehen ist?
- Ist im Falle einer Risikobetrachtung der eingebundene AsBo als benannte Stelle für alle Stakeholder akzeptabel?

Mögliche zusätzliche risikominimierende Maßnahmen aller Beteiligten sind Warnschilder, Sicherheitsabstände, Durchsagen, Bahnsteigtüren.

Mit diesem Artikel werden Wege aufgezeigt, wie mit dem aktuellen Normenstand umgegangen werden kann. Dies soll als Anregung für die Umsetzung in der Praxis verstanden werden.

Das Redaktionsteam:

- Dr. Jörg-Torsten Maass, ALSTOM Transportation Germany GmbH, Berlin
- Martin Radlmaier, SIEMENS Mobility GmbH, Erlangen

VERBAND DER BAHNINDUSTRIE
IN DEUTSCHLAND (VDB)

Universitätsstraße 2
10117 Berlin

info@bahnindustrie.info
www.bahnindustrie.info

 [Bahnindustrie_D](https://twitter.com/Bahnindustrie_D)

Stand: November 2024