

	Stromführung im Bereich von Radsatz-Wälzlagern in Schienenfahrzeugen	DIN VDE 0123
--	---	------------------------

Diese auch vom Vorstand des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE) e.V. genehmigte Norm ist damit zugleich eine VDE-Richtlinie im Sinne von VDE 0022. Sie ist unter obenstehender Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekanntgegeben worden.

Current flow through axle roller
bearings of rail vehicles

Für den Anwendungsbereich dieser Norm bestehen keine entsprechenden regionalen oder internationalen Normen.
Der Norminhalt war veröffentlicht im Entwurf DIN 57123/VDE 0123/10.83.

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm (VDE-Richtlinie) gilt ab 1. Mai 1985.

Fortsetzung Seite 2 bis 15

1 Anwendungsbereich

Diese im Sinne einer technischen Information zu verstehende Norm betrifft in Übereinstimmung mit **DIN VDE 0115 Teil 2/06.82** Fahrzeuge von Bahnen, bei denen die Fahrschiene auch der Stromrückleitung dient. Aussagen dieser Norm können auch für andere Betriebsmittel aus den Bereichen Verkehr und Fördertechnik zutreffen.

2 Zweck

Diese Norm gibt Hinweise zum Schutz der Wälzlager gegen Schäden infolge Stromdurchganges. Maßnahmen zum Berührungsschutz sind in **DIN VDE 0115 Teil 2/06.82** enthalten.

3 Begriffe

Es gelten die Begriffe aus **DIN VDE 0115 Teil 1/06.82**, soweit nicht im folgenden Ergänzendes oder Abweichendes festgelegt wird.

3.1 Die **Zugsammelschiene** ist eine einadrige elektrische Leitung durch einen Zug zur Energieversorgung der Wagen.

3.2 Mit **Stromschmierung** wird ein Vorgang bezeichnet, bei dem über den gleitenden Kontakt ein geringer Strom fließt, der den Verschleiß einer Kohlebürste verringert.

3.3 Eine **Isolierung** im Sinne dieser Norm ist eine nichtleitende Verbindung, um metallene Verbindungen zwischen Radsatz-Wälzlager und Drehgestellrahmen elektrisch zu unterbrechen.

3.4 Ein **Schutzwiderstand** im Sinne dieser Norm ist ein in Reihe mit dem Radsatz-Wälzlager liegender niederohmiger Festwiderstand.

3.5 **Radsatz-Wälzlager** sind Wälzlager, die Trag- und Führungskräfte zwischen Radsatz und Fahrzeug(Drehgestell)-Rahmen übernehmen.

3.6 Der **Radsatzkontakt** – auch Erdungskontakt genannt – ist eine auf einem Fahrzeug vorhandene Einrichtung, die den Strom von bestimmten rotierenden Teilen, z. B. Wälzlager, fernhält und direkt auf den Radsatz ableitet.

4 Wälzlager im elektrischen Stromkreis

Wälzlager im elektrischen Stromkreis wirken wie Kontakte an den Berührungsstellen zwischen den Laufringen und Rollkörpern.

Im stillstehenden Lager liegt ein ruhender Kontakt vor, wobei Berührungsflächen im allgemeinen so groß sind, daß das Lager als leitend gelten kann. Oberflächenschäden treten hier nur bei ungewöhnlicher Strombelastung, z. B. hohen Kurzschlußströmen, auf.

Das umlaufende Wälzlager bildet infolge des Überrollvorganges bewegliche Abhebekontakte. An den Kontaktflächen spielen sich zusammen mit dem Schmiermittel elektrochemische Vorgänge ab, und zwar unabhängig von Stromart und Lagerbauform, die zur Werkstoffwanderung führen. Je nach Stromstärke und Einwirkdauer können sich dabei Veränderungen der Oberfläche in Form von Kratern und Riffeln ergeben, die im weiteren Verlauf zu funktionsstörenden Schäden führen. Kriterien für diese Vorgänge [1] sind folgende:

- Übergangsspannung (Kontaktspannung unmittelbar nachdem das Lager leitend geworden ist [Frittung, Frittschlußspannung])

Stromdurchgang wird weitgehend vermieden, wenn die Spannung, unter der das Lager läuft, kleiner ist als die Übergangsspannung, für die übereinstimmend Werte in der Größenordnung von 0,5 V genannt werden.

- Stromdichte (in der Berührungsfläche nach der Theorie von Hertz)

Aufgrund praktischer Erfahrungen zeichnet sich eine absolute untere Grenze für Stromdurchgang in der Größenordnung von 0,1 A/mm² ab. Die Grenze für das Gebiet, in dem ausreichende Laufzeiten bis zum Eintritt von störenden Schäden erreicht werden, wird mit 0,7 A/mm² angegeben. Wegen der komplexen Einflüsse und großen Streuungen der Betriebsbedingungen kann es sich dabei nur um eine empirische Beziehung handeln.

Bei Stromdurchgang sind vor allem die Radsatz-Wälzlager gefährdet. Betroffen sind dabei nicht nur die Radsatz-Wälzlager von elektrischen Triebfahrzeugen, sondern auch von Brennkraft-Triebfahrzeugen und Wagen aller Art. Bei Brennkraft-Triebfahrzeugen fließen sowohl Rückströme aus der eigenen elektrischen Energieversorgung als auch beim Betrieb auf Strecken mit elektrischem Fahrbetrieb die Traktionsrückströme elektrischer Triebfahrzeuge durch die Lager. Das gleiche gilt für alle Wagen.

Darüber hinaus können in allen Fahrzeugen ungewollte Ströme über die Wälzlager fließen, die mit dem Fahrzeugkörper elektrisch leitend verbunden sind.

Der Anbau von Radsatzkontakten parallel zu den Lagern ohne zusätzliche Isolierung bietet keinen ausreichenden Schutz für die Radsatz-Wälzlager. Auch bei einwandfrei arbeitenden Radsatzkontakten kann zeitweise noch ein unzulässig hoher Strom durch die Radsatz-Wälzlager fließen.

5 Schutzmaßnahmen

5.1 Allgemeines

Folgender unkontrollierter Stromfluß über die Radsatz-Wälzlager (nachstehend Radsatzlager genannt) ist möglich (siehe **Bild 1**):

- Ausgleichsströme über das Drehgestell:
Fahrschiene, Radsatzlager (Triebfahrzeug), Drehgestellrahmen, Radsatzlager (Triebfahrzeug), Fahrschiene
- Ausgleichsströme über den Zug:
Fahrschiene, Radsatzlager (Triebfahrzeug), Drehgestellrahmen, Fahrzeugkörper (Triebfahrzeug), Zug- und Stoßeinrichtung, Fahrzeugkörper (Wagen), Drehgestellrahmen, Radsatzlager (Wagen), Fahrschiene
- Traktionsströme über den Zug:
Fahrleitung (Wechselspannung: Transformator, Gleichspannung: Stelleinrichtung, Motor), Radsatzkontakte, Radsatzlager (Triebfahrzeug), Drehgestellrahmen – Triebfahrzeug, Fahrzeugkörper (Triebfahrzeug), Zug- und Stoßeinrichtung, Fahrzeugkörper (Wagen), Drehgestellrahmen, Radsatzlager (Wagen), Fahrschiene

- Energieversorgungsrückströme über die Radsatzlager des Triebfahrzeuges:
Zugsammelschiene, Verbraucher, Fahrzeugkörper (Wagen), Zug- und Stoßeinrichtung, Fahrzeugkörper (Triebfahrzeug), Drehgestellrahmen, Radsatzlager (Triebfahrzeug), Radsatzkontakte, Transformatorwicklung (bei Wechselspannung)
- Rückströme zum Unterwerk bei Gleichspannungsnetzen:
Zugsammelschiene, Verbraucher, Fahrzeugkörper (Wagen), Radsatzlager (Wagen), Fahrschiene (bei Gleichspannung)

Dieser unkontrollierte und ungewollte Stromfluß läßt sich nur verhindern, wenn die Radsatzlager isoliert eingebaut werden. Durch die Isolierung der Radsatzlager ist die galvanische Verbindung zwischen Fahrzeugkörper und Fahrschiene bei Fahrzeugen ohne Radsatzkontakte unterbrochen. Sie muß bei Fahrzeugen ohne Radsatzkontakte durch geeignete Maßnahmen sowohl für den Betriebsstrom als auch zum Schutz gegen zu hohe Berührungsspannungen wieder hergestellt werden (siehe Bild 2).

5.2 Isolierung

Die Isolierstelle sollte im Drehgestell so angebracht sein, daß die Möglichkeit besteht, sie zu überbrücken und zu überprüfen (Isolierung zwischen zwei feststehenden Bauteilen).

5.3 Radsatzkontakte

Radsatzkontakte sind als Strombrücken bestens geeignet, den Betriebsstrom sicher zur Fahrschiene zu leiten. Nur wenn sie in genügend großer Anzahl am Fahrzeug angebracht sind, stellen sie einen ausreichenden Schutz gegen zu hohe Berührungsspannungen dar. Es kann zweckmäßig sein, die Radsatzkontakte diagonal anzuordnen. Die Radsatzkontakte bedürfen der Wartung. Die in Radsatzkontakten verwendeten Kohlebürsten unterliegen dem Verschleiß.

5.4 Schutzwiderstand

Der Schutzwiderstand liegt in Reihe mit dem Radsatzlager und parallel zur Isolierung, d. h., er überbrückt die Isolierung und erhöht den Reihenwiderstand der Lagerung. Da der Schutzwiderstand zudem im Vergleich zum Radsatzlager höherohmig ist, tritt bei einem Stromfluß über die Lager (z. B. im Stillstand) eine nahezu gleichmäßige Stromaufteilung auf die Radsatzlager auf. Der Schutzwiderstand bedarf bei entsprechender Konstruktion keiner Wartung. Er unterliegt keinem Verschleiß.

5.5 Kombination Isolierung – Radsatzkontakte

Nach [DIN VDE 0115 Teil 1/06.82, Abschnitt 4.3.2.3](#) ist bei Anwendung der Schutzmaßnahme Bahnerdung mehr als eine leitende Verbindung vom Fahrzeugkörper zur Bahnerde (Rückleitung) erforderlich. Diese Forderung gilt als erfüllt, wenn die Rückleitungen zu mindestens zwei Radsätzen führen.

5.6 Kombination Isolierung – Schutzwiderstand

Diese Kombination ist nur anwendbar, wenn keine elektrische Leistung installiert und sichergestellt ist, daß sich der Strom längs des Zuges nicht über die Fahrzeugkörper summieren kann. Im ersten Wagen hinter dem Triebfahrzeug oder im letzten Wagen des Zuges könnte sonst der für das Radsatzlager zulässige Maximalstrom überschritten werden.

5.7 Kombination Isolierung – Radsatzkontakte – Schutzwiderstand

Diese Kombination empfiehlt sich (siehe [Bild 2](#), Wagen), wenn die Radsatzkontakte nicht überwacht werden, z. B. bei Wagen und bei nichtelektrischen Triebfahrzeugen mit elektrischer Energieversorgungsanlage.

Im üblichen Betriebsfall wird der Strom über die Radsatzkontakte geführt, da der parallele Strompfad über die Radsatzlager durch den Schutzwiderstand höherohmig ist. Bei Ausfall der Radsatzkontakte besteht über den Widerstand und das Radsatzlager eine Verbindung zur Fahrschiene. Es sind je Fahrzeug in Abhängigkeit von der Höhe des möglichen Kurzschlußstromes so viele Widerstände und Radsatzlager für die Stromführung vorzusehen, daß die nach [DIN VDE 0115 Teil 1](#) zulässige Berührungsspannung nicht überschritten wird.

6 Anwendung

6.1 Elektrische Triebfahrzeuge mit externer Energiezufuhr

(einschließlich Triebwagen des Nahverkehrs)

Durch die Höhe der Betriebsströme ist bei den elektrischen Triebfahrzeugen und elektrischen Triebwagen mehr als ein Radsatzkontakt für die Stromrückführung erforderlich. Damit ist nach [DIN VDE 0115 Teil 1/06.82, Abschnitt 4.3.2.3](#) die Mindestforderung für die Bahnerdung erfüllt. Da in der Regel alle Radsätze eines Fahrzeuges mit Radsatzkontakten ausgerüstet sind, kann auch nach Einführung der Isolierstellen davon ausgegangen werden, daß keine unzulässigen Berührungsspannungen im Fehlerfall auftreten können.

6.2 Nichtelektrische Triebfahrzeuge und sonstige Fahrzeuge mit elektrischer Energieversorgungsanlage

Bei den nichtelektrischen Triebfahrzeugen, z. B. Brennkraft-Triebfahrzeugen, mit elektrischer Energieversorgungsanlage wird aufgrund der Höhe der Betriebsströme mehr als ein Radsatzkontakt erforderlich. Da aber die Radsatzkontakte in der Regel nicht überwacht werden, ist ihre Funktionstüchtigkeit vom Instandhaltungszustand abhängig. Bei Ausfall aller Radsatzkontakte kann bei isoliertem Lagereinbau eine unzulässig hohe Berührungsspannung anstehen. Deshalb sind Schutzwiderstände, die das Anstehen einer zu hohen Berührungsspannung verhindern, in ausreichender Anzahl parallel zur Isolierung und in Reihe mit dem Radsatzlager erforderlich.

6.3 Nichtelektrische Triebfahrzeuge ohne elektrische Energieversorgungsanlage und elektrische Speichertriebfahrzeuge

Beim Einsatz der Fahrzeuge auf elektrifizierten Strecken können die Radsatzlager von zum Unterwerk zurückfließenden Traktionsströmen durchflossen werden. Falls die Radsatzlager durch Isolation gegen Stromdurchgang geschützt werden, sind als Mindestmaßnahmen Schutzwiderstände zur Überbrückung der Lagerisolation oder Maßnahmen nach [Abschnitt 6.4](#) durchzuführen.

6.4 Fahrzeuge ohne eigenen Antrieb

(Reisezugwagen, Steuerwagen, Beiwagen usw.)

Die unter [Abschnitt 5](#) beschriebenen Schutzmaßnahmen sind nur dann wirksam, wenn die Radsatzlager zum Wagenkasten oder zum Drehgestellrahmen elektrisch iso-