

The DEHN logo is positioned in the upper right corner of the top image. It consists of the word "DEHN" in a bold, white, sans-serif font, flanked by two white arrowheads pointing outwards.

Blitz- und Überspannungsschutz in der Bahntechnik

Schutzvorschlag



Inhalt

Gefährdungspotential

Normenbetrachtung

Blitzschutzzonen-Konzept

Erdung, Blitz- und Überspannungsschutz

Ril 819.0808 Blitz- und Überspannungsschutz in der LST und TK

Blitz- und Überspannungsschutz in der Bahntechnik

Schutzvorschlag



In Deutschland werden jedes Jahr mehr als 2 Millionen Blitzereignisse gezählt, mit steigender Tendenz. Schwere Gewitter bedrohen im schlimmsten Fall Menschenleben und führen zu Schäden an Gebäuden und Infrastruktur: Hagelkörner, aber auch die elektrodynamische Kraftwirkung des Blitzes, führen zu mechanischen Schäden sowie Blitzeinschläge zu Bränden oder zu Überspannungsschäden an elektrischen Geräten und Systemen führen. Letztere können entstehen, selbst wenn Blitze nicht in unmittelbarer Nähe einschlagen. Die Erneuerung und der weitere Ausbau der Bahninfrastruktur mit häufig genannten Schlagworten wie Digitalisierung, Verfügbarkeit und Pünktlichkeit kann nur gelingen, wenn die Systeme absolut sicher gegen jegliche Störbeeinflussungen ausgelegt sind. Für die Bedrohung „Blitz“ gilt dies ganz im Besonderen. „Den Stecker ziehen“ ist keine Lösung, weder zu Hause und schon gar nicht im Bereich der schienenengebundenen Verkehrssysteme. Denn der schienengebundene Verkehr stellt die Mobilität sicher und hat eine wichtige Funktion als nachhaltiges Transportmittel für den Güter- und Personenverkehr. Der Ausbau von sicheren und hoch verfügbaren Verkehrswegen hat der Bahn einen beständig wachsenden Stellenwert verliehen. Demzufolge wird die Bahninfrastruktur innerhalb der nächsten Jahre massiv erneuert und ausgebaut werden. Da sich das Bahnnetz weit verzweigt über große Entfernungen erstreckt, bietet es aufgrund seiner Ausdehnung und der oft exponierten Lage bei Gewittern eine ideale Angriffsfläche für die Auswirkungen atmosphärischer Entladungen, z. B. in Form von direkten Blitzeinschlägen. Somit sind durch Blitzschlag und durch daraus resultierende elektromagnetische Störungen, Gebäude, Anlagen und elektronische Einrichtungen der Bahn erheblich gefährdet.

Gefährdungspotential

Der Blitz als Naturereignis ist nach wissenschaftlichen Untersuchungen in der Normenreihe DIN EN 62305 beschrieben. Gekennzeichnet ist er durch vier Parameter – Stromschieitelwert, Steilheit, Energie und Ladung (**Tabelle 1**).

Schäden entstehen durch direkte Blitzeinschläge in Fahrleitungen, Schienen, Masten, Fahrzeuge und Gebäude. Daraus ergeben sich folgende Schutzziele:

- ➔ Personenschutz
- ➔ Brandschutz
- ➔ Schutz vor mechanischen Zerstörungen
- ➔ Schutz der Energieversorgung, Funkanlagen, LST- und TK-Anlagen
- ➔ Schutz der Elektronik und digitaler Verbindungssysteme
- ➔ Sicherstellung der Anlagenverfügbarkeit.

Auch die Gefahr sekundärer Einflüsse darf nicht vernachlässigt werden, da induzierte Überspannungen und Blitzteilströme, z. B. durch Blitzeinschlag in eine benachbarte Anlage, ein erhebliches Gefährdungspotential für elektronische Systeme darstellen.

Eine weitere Bedrohung sind bahnspezifische Überspannungen, hervorgerufen z. B. durch Schalthandlungen oder Kurz- und Dauerbeeinflussungsspannungen durch die Oberleitung. Da die moderne Leit- und Sicherungstechnik zunehmend digitalisiert und mit hochempfindlicher Elektronik ausgerüstet wird, ist sie heute störanfälliger als noch vor einem Jahrzehnt. Folgen von Systemausfällen durch Blitzeinschlag oder Überspannungen können Verspätungen im Bahnverkehr bedeuten –

Erster positiver Stoßstrom	Gefährdungspegel LPL			Parameterbeschreibung
	I	II	III + IV	
Stoßstrom I (kA)	200	150	100	Der Stromschieitelwert \hat{i} bestimmt im Wesentlichen die Potentialanhebung \hat{u} des Einschlagorts gegenüber der fernen Erde.
spez. Energie W/R (MJ/Ω)	10	5,6	2,5	Die Energie $W/R = \int i^2 dt$ ist im Wesentlichen maßgebend für die Aufheizung blitzstromführender Leiter.
Ladung Q_{short} (C)	100	75	50	Die Ladung $Q = \int i dt$ ist im Wesentlichen maßgebend für Ausschmelzungen an Blitzein- und austrittsstellen bei Metallteilen.
Zeitparameter T_1/T_2 (μs/μs)	10/350			Die Steilheit $S = di/dt$ bestimmt im Wesentlichen die in Leiterschleifen induzierte Spannung
	Zugeordnete Blitzschutzklasse			
Zugeordnete Blitzschutzklasse	I	II	III + IV	

Tabelle 1 Maximalwerte von Blitzstromparametern entsprechend dem Gefährdungspegel LPL (Lightning Protection Level) nach DIN EN 62305-1 (VDE 0185-305-1):2011-10, Tab. 3

Blitz- und Überspannungsschutz in der Bahntechnik

Schutzvorschlag



oftmals verbunden mit hohen Kosten. Durch ein sorgfältig geplantes Blitz- und Überspannungsschutzkonzept können solche Widrigkeiten vermieden werden. Bevor im Weiteren auf den Überspannungsschutz in Bahnnetzen eingegangen wird, sollen noch einige grundlegende Aspekte bei einer gewissenhaften Schutzzielauslegung betrachtet werden. Dies sind zum einen eine kurze Vorstellung der wichtigsten DIN EN Normen und der sich daraus ergebenden wichtigsten Bahnrichtlinien der DB AG, zum anderen das jeder Überspannungsschutzmaßnahme zugrundeliegende Blitzschutzkonzept.

Normenbetrachtung

Bei den Errichtungs- und Planungsnormen unterscheidet man thematisch zwischen den Bereichen „Blitzschutz“ und „Überspannungsschutz in Niederspannungsanlagen und in Telekommunikations- und signalverarbeitenden Netzwerken (LST)“.

DIN EN-Normen „Blitzschutz“

Für den „Blitzschutz“ handelt es sich um die DIN EN 62305-Reihe. Sie enthält 4 Teile, die wie folgt beschrieben sind:

- ➔ Teil 1: Allgemeine Grundsätze
- ➔ Teil 2: Risiko-Management
- ➔ Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen
- ➔ Teil 4: Elektrische und elektronische Systeme in baulichen Anlagen

DIN-Normen „Überspannungsschutz in Niederspannungsanlagen und in Telekommunikations- und signalverarbeitenden Netzwerken (LST)“

Es gelten maßgeblich folgende Normen:

VDE 0100 – Errichter-Normen:

- ➔ DIN VDE 0100-443 (VDE 0100 Teil 443):2016-10; Abschnitt 443: Schutz bei transienten Überspannungen infolge atmosphärischer Einflüsse oder von Schaltvorgängen
- ➔ DIN VDE 0100-534 (VDE 0100-534):2016-10; Abschnitt 534: Überspannungs-Schutzeinrichtungen (SPD ... Surge Protective Devices)

SPD für Niederspannung – Auswahl- und Anwendungsprinzipien:

- ➔ E DIN EN 61643-12 VDE 0675-6-12:2017-06; Teil 12: Überspannungsschutzgeräte für den Einsatz in Niederspannungsanlagen – Auswahl und Anwendungsgrundsätze
- ➔ DIN CLC/TS 61643-22 VDE V 0845-3-2:2017-06; Teil 22: Überspannungsschutzgeräte für den Einsatz in Telekommunikations- und signalverarbeitenden Netzwerken – Auswahl- und Anwendungsprinzipien

Bahnrichtlinien der DB AG

Bahnrichtlinien haben die Zielsetzung, die für den Bahnbereich wichtigsten Elemente aus den EN- bzw. VDE-Normen herauszuarbeiten und in einer komprimierten Form für die Anwendung im Bahnbereich aufzubereiten. Meist werden für die wichtigsten und häufigsten Anwendungsfälle verbindliche Anwendungsszenarien beschrieben und für den Fall von Unklarheiten auf die relevanten EN bzw. VDE-Normen verwiesen. Im Folgenden seien zwei wichtige Bahnrichtlinien genannt und beispielhaft aufgezeigt, welche Art von Blitzschutzklassen für spezifische Anwendungsfälle definiert wurden. Diese korrelieren mit den in **Tabelle 1** aufgezeigten Maximalwerten von Blitzstromparametern.

➔ 954.9105 „Gebäudeblitzschutz“

Generell gilt die Blitzschutzklasse III bei Gebäuden mit Publikumsverkehr und die Blitzschutzklasse II bei Gebäuden mit umfangreicher IT-Ausstattung (Rechenzentren oder Bürogebäude mit umfangreicher IT-Technik).

Bei Wahl einer niedrigeren Blitzschutzklasse oder dem Verzicht auf eine Blitzschutzanlage ist zwingend eine Risikobeurteilung durchzuführen und zu dokumentieren.

➔ 819.0808: „LST- und TK-Anlagen“

Generell gilt die höchste Blitzschutzklasse I.

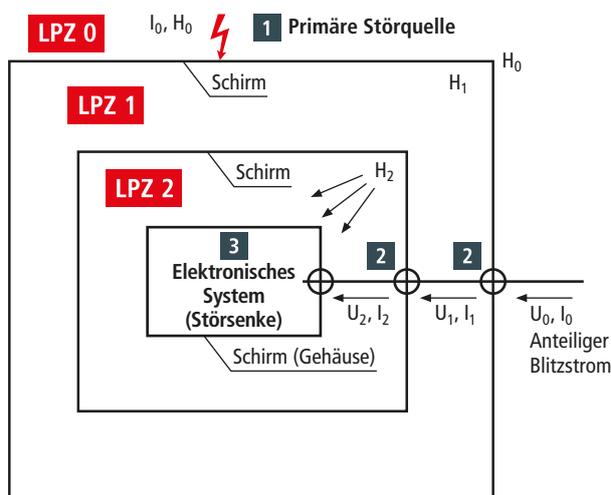
Die Richtlinie 819.0808 beschreibt die Planung von Blitz- und Überspannungsschutzmaßnahmen für den Bereich der Leit- und Sicherungstechnik (LST) sowie der Telekommunikation (TK) in allen signaltechnischen Anlagen der Deutschen Bahn AG (DB). Die darin enthaltenen Vorgaben sind sowohl auf strategische Zukunftskonzepte (z.B. Digitale Schiene Deutschland) als auch auf aktuelle LST-Architekturen wie Elektronische Stellwerke (ESTW) und Bahnübergänge (BÜ) aber auch auf alle Telekommunikationsanlagen (TK) anzuwenden. Die neue Richtlinie 819.0808 ist seit 2018 gültig.

Blitzschutzkonzept

Der Schutz von elektrischen und elektronischen Systemen in baulichen Anlagen und Objekten gegen Überspannungen, die durch den elektromagnetischen Blitzimpuls verursacht werden, beruht auf dem Prinzip der Blitzschutzkonzepte (engl.: LPZ – Lightning Protection Zone). Die Umsetzung eines sogenannten Blitzschutzkonzeptes ist eine wichtige Voraussetzung für den späteren sicheren und störungsfreien Betrieb. Nach diesem Prinzip ist die zu schützende bauliche Anlage in innere Blitzschutzkonzepte unterschiedlicher LEMP-Bedrohungswerte zu unterteilen (**Bild 1; Tabelle 2**). Bei einem LEMP (Lightning Electromagnetic Pulse) handelt es sich um den elektromagnetischen Blitzimpuls. Durch solch eine Unterteilung der inneren Zonen können Bereiche unterschiedlicher LEMP-Bedrohungswerte der Festigkeit des elektronischen Systems angepasst werden.

Blitz- und Überspannungsschutz in der Bahntechnik

Schutzvorschlag



- 1** Primäre Störquelle definiert entsprechend dem gewählten Gefährdungspegel durch DIN EN 62305-1 (VDE 0185-305-1):
 I_0 und H_0 : Impuls 10/350 μ s, 1/200 μ s und 0,25/100 μ s
- 2** Stromversorgungsinstallation mit Störfestigkeit definiert durch IEC 60664-1: Überspannungskategorien I bis IV
Telekommunikationsinstallation mit Störfestigkeit definiert durch ITU-T-Empfehlungen K.20, K.21 und K.45
- 3** Elektronisches System (Störsenke) definiert durch die Festigkeit gegen leitungsgebundene (U, I) und gestrahlte (H) Blitzwirkungen:
IEC 61000-4-5: U: Impuls 1,2/50 μ s, I: Impuls 8/20 μ s
IEC 61000-4-9: H: Impuls 8/20 μ s,
(gedämpfte Schwingung 25 kHz), $T_p = 10 \mu$ s
IEC 61000-4-10: H: Impuls 0,2/0,5 μ s,
(gedämpfte Schwingung 1 MHz), $T_p = 0,25 \mu$ s

Bild 1 Blitzschutzzone-Konzept

Blitzschutzzone (LPZ Lightning Protection Zone)		SPD-Typ
Äußere Zonen		
LPZ 0	Zone, die durch das ungedämpfte elektromagnetische Feld des Blitzes gefährdet ist und in der die inneren Systeme dem vollen oder anteiligen Blitzstrom ausgesetzt sein können.	
LPZ 0 wird unterteilt in:		
LPZ 0 _A	Zone, die durch direkte Blitzeinschläge und das volle elektromagnetische Feld des Blitzes gefährdet ist. Die inneren Systeme können dem vollen Blitzstrom ausgesetzt sein.	Typ 1
LPZ 0 _B	Zone, die gegen direkte Blitzeinschläge geschützt , aber durch das volle elektromagnetische Feld des Blitzes gefährdet ist. Die inneren Systeme können anteiligen Blitzströmen ausgesetzt sein.	Typ 2 Typ 1
Innere Zonen (geschützt gegen direkte Blitzeinschläge)		
<ul style="list-style-type: none"> ➔ An der Grenze jeder inneren Zone muss der Potentialausgleich für alle eintretenden metallenen Teile und Versorgungsleitungen durchgeführt werden. Dieser erfolgt direkt oder durch geeignete SPDs. ➔ Die Anforderungen der SPDs für die inneren Zonen ergeben sich aus der Spannungsfestigkeit der zu schützenden elektrischen und elektronischen Systeme 		
LPZ 1	Zone, in der Stoßströme durch Stromaufteilung und durch isolierende Schnittstellen und/oder durch SPDs an den Zonengrenzen begrenzt werden. Das elektromagnetische Feld des Blitzes kann durch räumliche Schirmung gedämpft sein.	Typ 2 oder Typ 3
LPZ 2 ... n	Zone, in der Stoßströme durch Stromaufteilung und durch isolierende Schnittstellen und/oder durch zusätzliche SPDs an den Zonengrenzen weiter begrenzt werden können. Das elektromagnetische Feld des Blitzes kann zudem durch eine zusätzliche räumliche Schirmung weiter gedämpft sein.	

Tabelle 2 Definition von Blitzschutzzone und Zuordnung von Ableiter-Typen (engl.: SPD – Surge Protective Device)

Nach diesem flexiblen Konzept sind abhängig von Zahl, Art und Empfindlichkeit der elektronischen Geräte/Systeme geeignete LPZ definierbar, und zwar von kleinen lokalen Zonen bis zu großen integralen Zonen, die das gesamte Gebäudevo-

lumen umfassen können. Neben dem lokal durchzuführenden Potentialausgleich werden Zonengrenzen durch Schirmungsmaßnahmen gebildet. In der Praxis sind dies oft am oder im Gebäude vorhandene Metallfassaden und Armierungen von

Blitz- und Überspannungsschutz in der Bahntechnik

Schutzvorschlag



Wänden, Böden und Decken, welche idealerweise zu Abschirmkäfigen wie z.B. im Falle von LST-Betongebäuden zusammengeschlossen werden. Auch Wände im Inneren, bzw. Brandschutzabschnitte können eine Zonengrenze bilden. Abhängig von der Art der Blitzbedrohung sind innere und äußere Blitzschutzzonen entsprechend DIN EN 62305-4 definiert, wie in **Tabelle 2** beschrieben.

Äußerer Blitzschutz, Erdung und Potentialausgleich

Ein vollständiges Blitzschutzsystem besteht immer aus dem äußeren und inneren Blitzschutz (**Bild 2**).

Der äußere Blitzschutz schützt das Gebäude bei direktem Blitzeinschlag und schafft eine Zonenabgrenzung von Zone O_A zu den nachgeordneten Zonen (O_B , ...). Er fängt den Blitz mit einer Fangeinrichtung ein, leitet ihn sicher ab und verteilt ihn über die Erdungsanlage ins Erdreich. Damit bildet er einen Mantel um das Gebäude, der Brandschäden verhindert und Personen schützt.

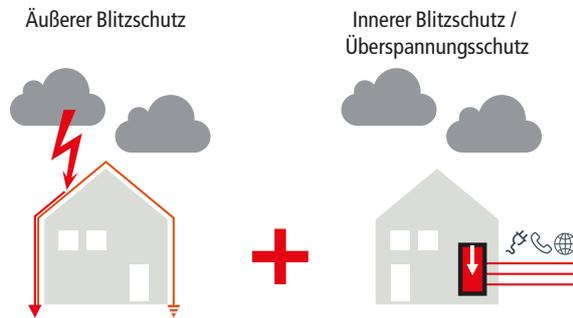


Bild 2 Äußerer + Innerer Blitzschutz = Blitzschutzsystem

Der innere Blitzschutz, welcher Potentialausgleich, Überspannungsschutz und Schirmung umfasst, schafft Sicherheit im Inneren des Gebäudes. So werden Überspannungen, die über Versorgungsleitungen ins Haus gelangen, an den Zonengrenzen wirksam begrenzt. Geräte, die über diesen Eintrittsweg gefährdet wären, sind geschützt. Für einen vollständigen Schutz müssen neben der Stromleitung auch LST- und Telekommunikationsleitungen berücksichtigt werden.

Basis für das zuverlässige Zusammenwirken der verschiedenen Schutzsysteme in einer elektrischen Anlage sind die Erdungsanlage und das gemeinsame Potentialausgleichssystem. Hierauf baut auch die Funktionsfähigkeit des Überspannungsschutzes und des äußeren Blitzschutzes auf.

Eine moderne Erdungsanlage und ein lückenloser Potentialausgleich ist die Voraussetzung für den sicheren Betrieb der elektrischen Systeme im Gebäude.

Isolierter Blitzschutz

Meist sind die Dachflächen von Gebäuden die letzte Installationsebene. Ungeachtet der Gefahr möglicher Blitzeinschläge werden dort Rohrleitungen, elektrotechnische und informationstechnische Systeme wie z.B. Klimaanlage installiert. Diese Systeme haben leitende Verbindungen, über die Blitzströme in das Gebäudeinnere gelangen können. Für den Fall, dass ein nach DIN EN 62305-3 einzuhaltender Trennungsabstand im konventionellen Stil nicht mehr sichergestellt werden kann, wird in der Praxis meist auf den sogenannten isolierten Blitzschutz zurückgegriffen (**Bild 3**).

Von einem isolierten Blitzschutz spricht man immer dann, wenn ein Isolator verwendet wird, um den Trennungsabstand zu anderen leitenden Gebäudeteilen sowie zu Elektro und Rohrleitungen einzuhalten. Dabei ist der blitzstromführende Leiter durch einen hochspannungsfesten und witterungsbeständigen,

	 HVI light	 HVI	 HVI power
Außendurchmesser [mm]/Farbe	20, dunkelgrau	20, schwarz 23, grau	27, schwarz
Äquivalenter Trennungsabstand [s] in Luft	≤ 45 cm	≤ 75 cm	≤ 90 cm
Äquivalenter Trennungsabstand [s] in Feststoff	≤ 90 cm	≤ 150 cm	≤ 180 cm
Getestet mit Iimp (10/350 µs)	150 kA	150 kA	200 kA
Einsatz in BSKL bei einzelner Ableitung (kc = 1)	II, III, IV	II, III, IV	I, II, III, IV
Verlegung in Ex-Zone 1 und 21	nicht möglich	möglich	möglich
Stützrohrdurchführung	Al	Al/NIRO	Al/NIRO

Tabelle 3 Ausführungsformen isolierter Blitzschutz

Blitz- und Überspannungsschutz in der Bahntechnik

Schutzvorschlag



Bild 3 Isolierter Blitzschutz bei einem EVU

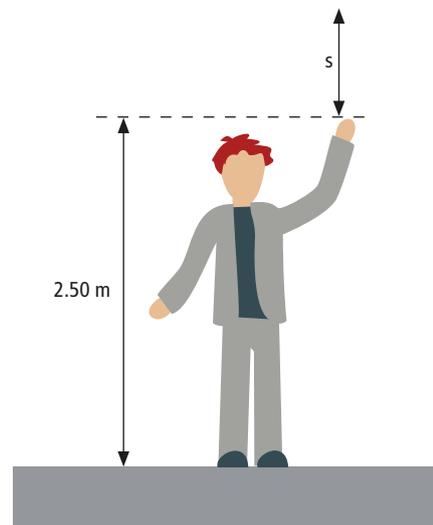


Bild 4 Personenschutzbereich

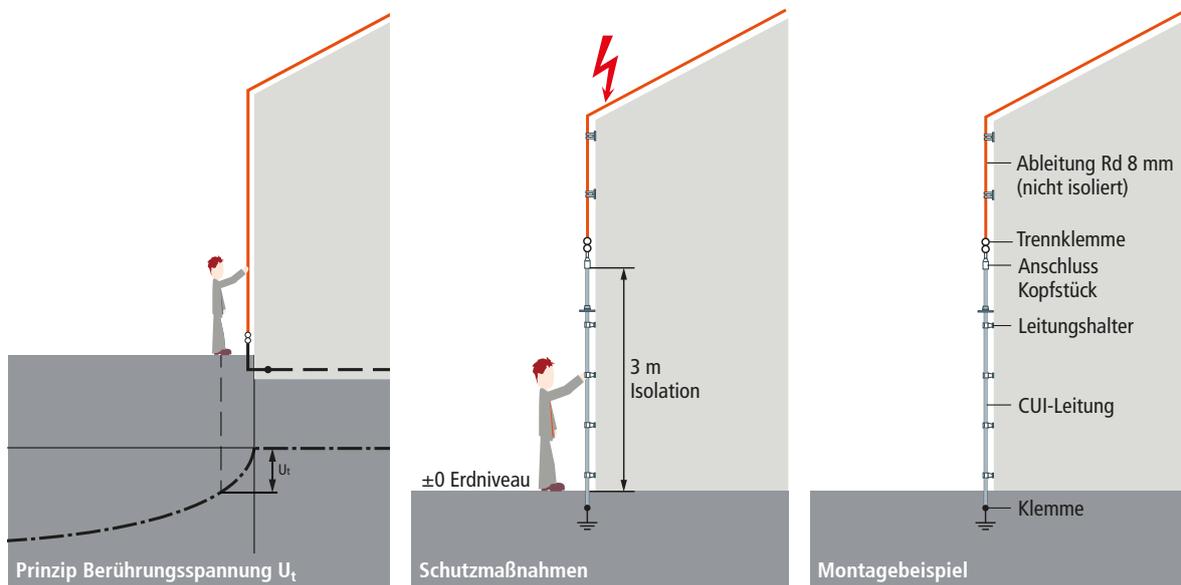


Bild 5 Prinzip Berührungsspannung und Schutzmaßnahme durch isolierte Ableitung

halbleitfähigen äußeren Spezialmantel so umhüllt, dass unkontrollierte Durch- und Gleitüberschläge vermieden und Blitzströme sicher abgeleitet werden (**Tabelle 3**). Ein wesentlicher Vorteil gegenüber einem konventionellen Blitzschutz liegt darin, dass bei nachträglichen Dachinstallationen, z.B. Antennenanlagen, keine Anpassung mehr vorgenommen werden muss, da der isolierte Blitzschutz meist bestehen bleiben kann.

Maßnahmen gegen Berührungsspannung

Wird eine blanke Ableitung während eines Blitzeinschlages berührt, führt ein Teil des Stromweges von der Hand über den Körper zu den Füßen. Dies kann tödlich enden. Die Gefahr der Berührungsspannung muss besonders bei Gebäuden mit hoher Besucherfrequenz beachtet werden, bei denen blanke Ableitungen direkt im Eingangsbereich verlegt sind, wie dies

Blitz- und Überspannungsschutz in der Bahntechnik

Schutzvorschlag



z.B. bei Bahnhofsgebäuden der Fall ist.

Der Gefahrenbereich liegt innerhalb eines Abstandes von 3 Metern zum Gebäude und einer typischen Höhe von 3 Metern: dies ist die maximale Griffhöhe eines Menschen mit hochgestreckter Hand plus einem zusätzlichen Trennungsabstand (**Bild 4**). Innerhalb dieses Bereiches sollten Ableitungen isoliert ausgeführt werden.

Prinzipiell kann der Gefahr, dass eine Person durch Berührung der Ableitung verletzt wird, durch verschiedene Maßnahmen nach DIN EN 62305-3 begegnet werden:

- ➔ Die Position der Ableitungen wird so verändert, dass sich diese nicht im Eingangsbereich des Gebäudes befinden.
- ➔ Hinweisschilder weisen auf die Gefahr hin. Auch Absperren sind denkbar.
- ➔ Der Übergangswiderstand der oberflächlichen Bodenschicht ist innerhalb von 3 Metern um die Ableitungen nicht kleiner als 100 k Ω .
- ➔ Eine Schicht Isolierstoff, zum Beispiel Asphalt mit einer Dicke von 5 cm, reduziert im Allgemeinen die Gefahr.
- ➔ Eine Potentialsteuerung im Bereich von 3 m um die Ableitung.

Abhilfe für einen wirksamen Personenschutz schafft auch eine spezielle, hochspannungsfeste Isolierung, wie dies im Falle der DEHN CUI-Leitung gegeben ist (**Bild 5**).

Erdungsanlagen nach DIN EN 62305-3

Die Erdungsanlage ist die Fortsetzung der Fangeinrichtungen und Ableitungen zum Einleiten des Blitzstromes in die Erde. Weitere Aufgaben der Erdungsanlage sind der Potentialausgleich zwischen den Ableitungen sowie die Herstellung der Potentialsteuerung in der Nähe der Wände der baulichen Anlage. Es ist zu beachten, dass für die verschiedenen elektrischen Systeme (z.B. Blitzschutz, Niederspannungs- und Fernmeldeanlagen) eine gemeinsame Erdungsanlage zu bevorzugen ist. Diese Erdungsanlage muss über die Haupterdungsschiene (HES) mit dem Potentialausgleich verbunden werden. Im Allgemeinen wird ein niedriger Erdwiderstand ($\leq 10 \Omega$, gemessen mit Niederfrequenz) empfohlen.

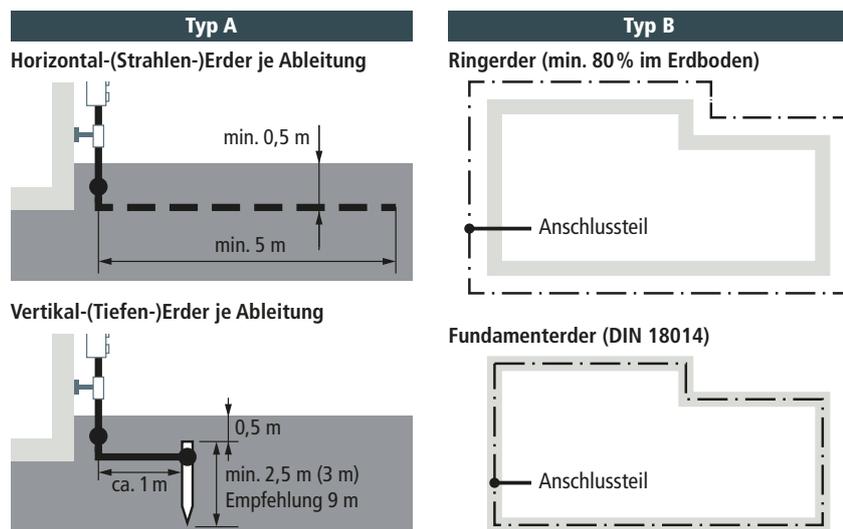


Bild 6 Erder Typ A und Typ B nach DIN EN 62305-3

Die Norm unterscheidet sogenannte Erderanordnungen nach Typ A und Typ B (**Bild 6**). Für beide Erderanordnungen gilt die Mindesterdlerlänge l_1 der Erdungsleiter in Abhängigkeit von der Schutzklasse (**Bild 7**).

Der genaue spezifische Bodenwiderstand kann nur durch Messung vor Ort zum Beispiel mit der „WENNER-Methode“ (Vierleiter-Messverfahren) ermittelt werden.

Erdung in Bahnanlagen entsprechend Vorgaben der DB AG

Die Bahnerdung ist im Wesentlichen in der Ril 997, Untergruppe 02 mit dem Titel „Rückstromführung, Bahnerdung und Potentialausgleich“ beschrieben.

Bild 8 zeigt die prinzipiellen Strom- und Widerstandsverhältnisse in den Hauptstromkreisen der Energieversorgung von

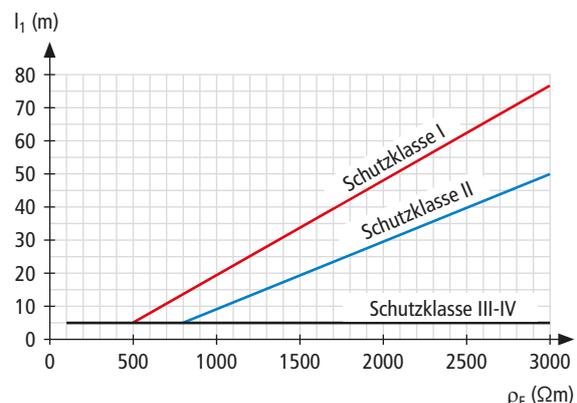


Bild 7 Mindestlängen von Erdern

Blitz- und Überspannungsschutz in der Bahntechnik

Schutzvorschlag

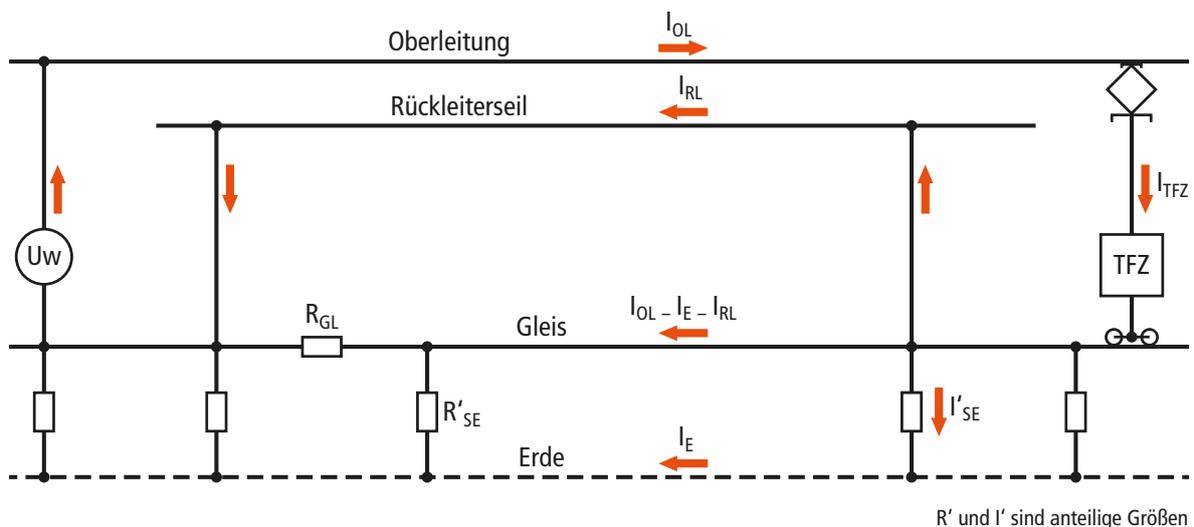


Bild 8 Hauptstromkreis der Wechselstrom-Bahnenergieversorgung entsprechend Ril 997.0201

Wechselstrombahnen. Der Traktionsstrom wird über drei parallele Pfade (Schiene, Rückleiterseil, Erdreich) zum Speisepunkt zurückgeführt. Neben einer zu den Leitwerten proportionalen Aufteilung parallel geschalteter Leiter, kommen bei den Wechselstrombahnen induktive Vorgänge, hervorgerufen durch die Oberleitung, hinzu. Dies bedingt, dass immer der größere Teil des gesamten Rückstromes bei enger Gleis-Erde-Kopplung in den Schienen verbleibt. Die parallele Rückstromführung über die Erde oder über Rückleiterseile dient der Reduzierung des Stroms in den Schienen und damit der Senkung der Schienenpotentiale. Aus dieser Betrachtung heraus sind Erdungsbauteile im Gleisbereich immer im Zusammenhang mit einer definierten Kurzschlussfestigkeit zu betrachten.

Das Schienenpotential, hervorgerufen durch den zum Unterwerk fließende Rückstrom, muss in seiner Höhe auf zulässige Werte begrenzt werden. Die zulässigen Berührungsspannungen sind immer von der Dauer ihres Auftretens abhängig und in DIN EN 50122-1 festgelegt. Im Allgemeinen werden Abschaltzeiten von Kurzschlüssen zur Ermittlung der Berührungsspannung mit 60ms angesetzt.

Die in diesem Zusammenhang eingesetzten Erdungsbauteile für 15kV/16,7 Hz müssen folgende Parameter erfüllen:

- ➔ maximaler Strom: 40 kA (EN 50388) / 25 kA (RiLi 997)
- ➔ maximale Ausschaltzeit: 100 ms (EN 50388) / 60 ms (RiLi 997)
- ➔ maximale Berührungsspannung: 785V / 100ms (EN 50122).

Besondere Gefährdungen können durch Potentialverschleppung über metallische, bahngeerdete Teile bei zu weit vom Gleis entfernten Standorten entstehen. Bei geringer Erdfähigkeit ihrer Gründung können somit Berührungsspannungen

von weit über 50 % des Schienenpotentials entstehen. Daher ist die Verschleppung des Schienenpotentials aus dem Gleisbereich zu vermeiden. Als Schutzmaßnahme wird bei der galvanischen Beeinflussung grundsätzlich die oben beschriebene Bahnerdung angewendet, d. h. die kurzschlussstromfeste Verbindung der betriebsmäßig nicht unter Spannung stehenden Metallteile, die im Fehlerfall Spannung annehmen können, mit der Rückleitung. In der Praxis tritt dies mehrheitlich für den Fall auf, dass die Oberleitung reißt und z. B. auf die Fahrschiene fällt und diese kontaktiert. Allerdings müssen nicht nur die Fahrschiene, sondern alle Leiter, die für den Bahnrückstrom im Fehlerfall vorgesehen sind, in Betracht gezogen werden. Weiterhin sind folgende Maßnahmen zu beachten.

- ➔ Sichtbare, kurzschlussfeste Erdungsverbindungen an Bauwerken können aus Cu, Al, StAl, CuStAl, St beschaffen sein und müssen kontrollierbar sichtbar sein.
- ➔ Nicht sichtbare, kurzschlussfeste Erdungsverbindungen in Bauwerken aus Cu, St müssen durch Schweißen dauerhaft verbunden werden.
- ➔ Freigegebene Bauteile finden sich in entsprechenden Ebs-Richtzeichnungen in dem Regelzeichnungswerk der DB Netz AG.

Überspannungsschutz

Im weitläufigen Sprachgebrauch werden mit dem Begriff „Überspannungsschutz“ häufig sowohl der normative Begriff Blitzschutzpotentialausgleich, als auch der nachgelagerte Überspannungsschutz gegen transiente Überspannungen verbunden. Überspannungen selbst können entstehen durch induk-

Blitz- und Überspannungsschutz in der Bahntechnik

Schutzvorschlag

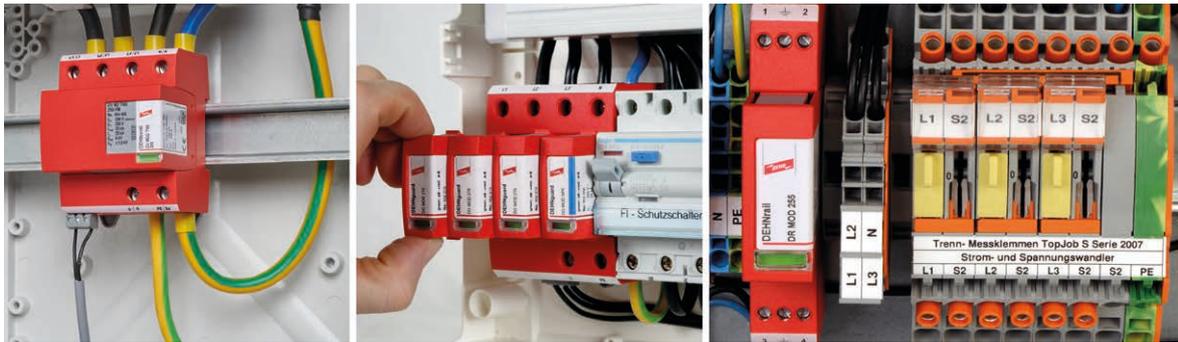


Bild 9 Schutz energietechnischer Systeme mit SPDs Typ 1, 2 und 3

1	Energietechnische SPD AC					
2	Art des SPD gemäß BSZK	Typ 1, Typ 2, Typ 3?				
3	Art der Erdverbindung und zugeordnete Schaltungsvariante	TNC 3-0	TNC-S/TNS 4-0 oder 3+1	TT 3+1	IT 3~ 3-0	IT 3~, N 3+1
4	Höchste Dauerspannung U_C	T-Netze: $1,1 \cdot U_0$			I-Netze: U_{L-L}	
5	Netzfrequenz	16,7 Hz, 50 Hz?				
6	Art der mechanischen Befestigung	Hutschienen-, Sammelschienen-SPD oder flexible Bauform?				
7	Blitzstoßstrom I_{imp} bzw. Nennableitstoßstrom I_n gemäß BSKL	Ableitvermögen je aktiven Leiter (z. B. L1, L2, L3, N) ausreichend?				
8	Schutzpegel U_p	Schutzpegel gleich oder kleiner der System-Bemessungs-Stoßspannung?				
9	Folgestromlöschfähigkeit AC I_{fi}	Gilt nur für Funkenstrecken: Unterdrücken bzw. Unterbrechen des Netzfolgestromes nach Ableitvorgang				
10	Folgestrombegrenzung/ Ausschaltselektivität	Die Ausschaltselektivität zu vorgelagerten Sicherungen verhindert ein Fehlauflösen von Anlagensicherungen				
11	Erforderliche Vorsicherung	SPD-Vorsicherung kann entfallen, wenn die vorgelagerte Sicherung einen kleineren oder gleichen Nennwert als die SPD-Vorsicherung aufweist				
12	Temperaturbereich	i. R. -40 ... +80 °C; bei Projekten in extremen Klimazonen – Abweichungen möglich				
13	Funktionsüberwachung	Visuelle, optische Prüfung am Gerät oder wartungsfreundlich durch Einbindung in ein übergeordnetes Leitsystem, z. B. Bahn-Diagnose-System DIANA				
14	Energetische Koordination sichergestellt	Selektives und aufeinander abgestimmtes Wirken kaskadierter SPD vorhanden?				

Tabelle 4 Auswahlkriterien AC SPD

tive oder kapazitive Einkopplungen, Schalthandlungen, Erd-/ Kurzschlüsse, Auslösen von Sicherungen oder auch durch die parallele Verlegung von energie- und informationstechnischen Leitungssystemen. Sie treten in Hochspannungssystemen, in Niederspannungssystemen, in Systemen der Telekommunikation und in Systemen der LST auf. Eine gesonderte Betrachtung ist bezüglich AC- und DC-Systemen durchzuführen.

Energietechnische SPD AC und DC

Bei der Dimensionierung von gängigen AC-Systemen gibt es ein großes Angebot an SPDs (Bild 9).

Diese können TN- oder TT-EVU-Netze, gespeiste Netze aus der Bahnoberleitung, NEA mit mobilen Dieselaggregaten oder spezielle IT-Netze, z.B. für Übertragungsstrecken mit unterschiedlichen Spannungsebenen sein. Sie sind in der Regel

Blitz- und Überspannungsschutz in der Bahntechnik

Schutzvorschlag



einfach anhand der Herstellerunterlagen zu planen. Dabei sind grundlegende Punkte (**Tabelle 4**) bei der Dimensionierung von SPDs in AC-Systemen zu beachten.

Im Bereich der Bahn gab es schon immer DC-Systeme mit typischen Spannungsebenen von 48/60 V DC für die Telekommunikation und die Bahnsignaltechnik sowie 36/48 V DC für Bahnübergangssicherungsanlagen.

Neue Bahnprojekte wie die Digitale Schiene Deutschland, etc. benötigen jedoch neue Systemarchitekturen. Die dabei verwendeten Spannungen werden zukünftig auch als DC-Systeme ausgeführt. Hier sind vor allem IT 400 V DC Energiebusse, die aus dem GFK (Gleisfeldkonzentratoren) ins Feld hin zum FeAK (Feldelementanschlusskasten) geführt werden oder auch die IT 48 V DC-Ebene (Eigenbedarf) zu nennen.

Bei der Planung von DC-Systemen wird häufig auf bestehende AC-SPDs zurückgegriffen. In vielen Bereichen ist dies auch möglich. In bestimmten Fällen sollten jedoch die Rahmenbedingungen näher untersucht werden. Vor allem durch den Photovoltaik-Boom der letzten Jahre und damit einhergehend die Erkenntnis vieler Hersteller, dass für DC-Systeme besondere Technologien bzw. Schaltungsauslegungen notwendig sind, ist es ratsam, die Applikationen im Detail mit fachkundigen Personen oder Firmen zu erörtern.

SPDs für die Informationstechnik

Neben der Absicherung der energietechnischen Versorgungsseite müssen zwingend auch die Bereiche Telekommunikation (TK) und LST beachtet werden. Wird es der Überspannung ermöglicht, nur an einer Stelle den Schutzkreis eines zu schützenden Gerätes zu durchbrechen, ist der gesamte Schutz lückenhaft und der Ausfall der Anlage kann die direkte Folge sein (**Bild 10**).

Generell hängt die Auswahl informationstechnischer SPDs von ähnlichen Überlegungen wie bei AC-SPDs ab:

- ➔ Blitzschutzzonen des Installationsortes und deren Anordnung

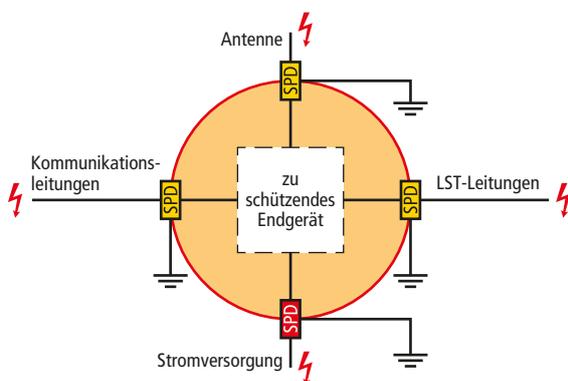


Bild 10 Schutzkreis

- ➔ Übereinstimmung mit produkt- oder anwendungsspezifischen Normen
- ➔ Anpassung an die Umgebungsbedingungen/Installationsbedingungen
- ➔ Montageart und -umfeld

Im Gegensatz zur Auswahl von SPDs in energietechnischen Systemen, mit in der Regel einheitlichen Bedingungen hinsichtlich Spannung und Frequenz, gibt es in LST-Systemen jedoch verschiedene Arten zu übertragender Signale hinsichtlich:

- ➔ Spannung (z. B. 36, 48, 60 V)
- ➔ Strom (z. B. 0–20 mA, 4–20 mA)
- ➔ Signalbezug (symmetrisch, unsymmetrisch)
- ➔ Frequenz (DC, NF, HF)
- ➔ Signalart (analog, digital)

Jede dieser elektrischen Größen des zu übertragenden Nutzsignales, kann die eigentliche zu übermittelnde Information enthalten. Deshalb darf das Nutzsinal durch den Einsatz von SPDs z. B. in LST-Anlagen nicht unzulässig beeinflusst werden. Somit sind für die Auswahl einige Punkte zu beachten, die nachfolgend grob beschrieben sind:

- ➔ **Ableitvermögen / Blitzstoßstrom, Nennableitstoßstrom**
Die Bemessung des Ableitvermögens eines SPDs hängt davon ab, welche Schutzaufgabe durch dieses SPD erfüllt werden soll und ob z. B. blitzstromgeführte Systeme betroffen sind.
- ➔ **Störphänomene**
Bei der Einteilung von Störphänomenen wird grundsätzlich zwischen Längsüberspannungen (Spannung zwischen Signalader und der Erde) und Querüberspannungen (Spannung zwischen zwei Signaladern) unterschieden, die bei der Schaltungsauslegung zu berücksichtigen sind.
- ➔ **Signalfrequenz, Datenübertragungsgeschwindigkeit / Grenzfrequenz**
Die Grenzfrequenz gibt an, ab welchem Frequenzwert das zu übertragende Signal in der Amplitude (mehr als 3 dB) gedämpft wird. Um die Rückwirkung des SPDs auf das Übertragungssystem in zulässigen Grenzen zu halten, muss die Signalfrequenz des Signalstromkreises unterhalb der Grenzfrequenz für das SPD liegen. Für nicht-sinusförmige Signalformen gilt, dass die max. Datenübertragungsgeschwindigkeit des SPDs größer als die Übertragungsgeschwindigkeit des Signalkreises ist.
- ➔ **Betriebsstrom / Nennstrom**
Der Betriebsstrom, der über das SPD übertragen werden kann, ist durch die im SPD verwendeten Bauteile begrenzt. Für die Anwendung bedeutet dies, dass der Betriebsstrom eines Signalsystems kleiner oder gleich dem Nennstrom IL

Blitz- und Überspannungsschutz in der Bahntechnik

Schutzvorschlag

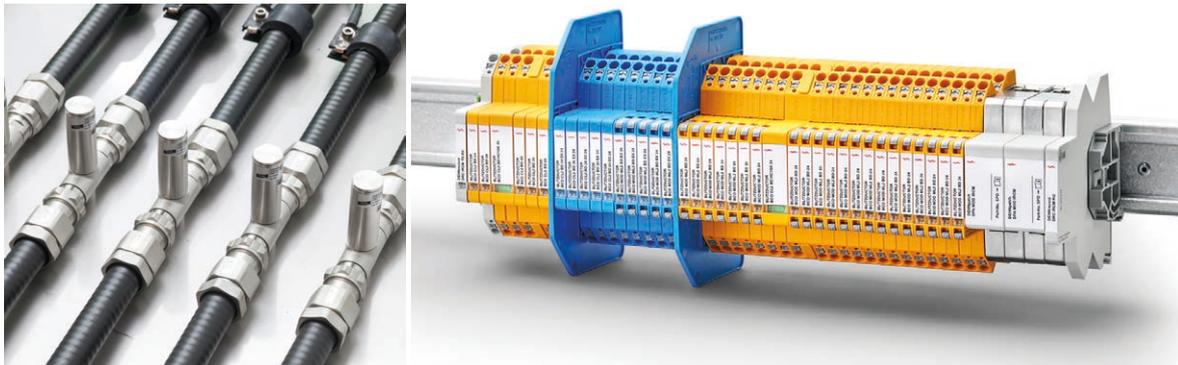


Bild 11 Schutz von Kommunikations-, Antennen- und LST-Leitungen

des SPDs sein darf. Ebenso sind mögliche Kurzschlussströme zu berücksichtigen.

➔ *Betriebsspannung/Höchste Dauerspannung*

Die max. auftretende Betriebsspannung im Signalkreis muss kleiner oder gleich der höchsten Dauerspannung UC des SPD sein. Im Bereich der Anwendung von Stromschleifen (z. B. 0–20 mA) ist für die max. mögliche Betriebsspannung immer die Leerlaufspannung des Systems anzusetzen.

Unterschiedliche Signalstromkreise besitzen unterschiedliche Signalbezüge (symmetrisch/unsymmetrisch). Zum einen kann die Betriebsspannung des Systems als Ader-Ader-Spannung angegeben werden und zum anderen als Ader-Erde-Spannung. Dies ist bei der Auswahl des SPDs zu berücksichtigen.

➔ *Schutzwirkung/Schutzpegel*

Prinzipiell besteht die Möglichkeit, den Schutzpegel UP für ein SPD so zu bemessen, dass dieses unterhalb der Zerstörungsgrenze für ein Endgerät liegt. Das Problem bei einer derartigen Bemessung besteht darin, dass die Zerstörungsgrenze für ein Endgerät meist nicht bekannt ist.

Deshalb ist es notwendig, hier ein anderes Vergleichskriterium heranzuziehen. Im Rahmen der Prüfung auf elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) müssen elektrische und elektronische Betriebsmittel eine Störfestigkeit gegenüber leitungsgeführten impulsförmigen Störgrößen aufweisen. Somit werden Prüfschärfegrade (1 – niedrig bis 4 – hoch) hinsichtlich der Störfestigkeit festgelegt, die eine Relation mit einer dem Schutzpegel verbundenen Durchlassenergie herstellt.

Die Durchlassenergie muss immer unterhalb der spezifizierten Störfestigkeit des betreffenden, zu schützenden Gerätes liegen. Um die Schutzgeräteaushwahl für den Anwender zu erleichtern weisen viele Schutzgeräte ein sogenanntes Koordinationskennzeichen auf.

➔ *Antennenanlagen*

SPDs für Antennenleitungen unterscheiden sich im Speziellen je nach Eignung für koaxiale oder symmetrische Leitersysteme, und zwar jeweils nach der physikalischen Ausführung der Antennenleitung. Bei koaxialen und Hohlleitersystemen kann der Außenleiter in der Regel direkt mit dem Potentialausgleich verbunden werden (**Bild 11**).

Ril 819.0808 - Blitz- und Überspannungsschutz in der LST und TK

Während die ÜSE der Niederspannungsanlage nach der Ril 954.9105 und der Produktnorm DIN EN 61643-11 [4] dimensioniert sein müssen, werden die ÜSE der LST/TK-Anlage in Anlehnung an die Produktnorm DIN EN 61643-21 (ÜSE für Telekommunikations- und Signalverarbeitende Netzwerke) dimensioniert. Die bedingte Anwendung („in Anlehnung“) der DIN EN 61643-21 findet sich im bahneigenen Umfeld begründet, auf welches im Laufe dieses Beitrages noch näher eingegangen werden soll.

Die einzuhaltenden Schutzpegel an sicherheitsrelevanten Trennstellen sind nach der EN 50124-1 zu bemessen. Die Schutzpegel müssen immer besser oder gleich der geforderten Spannungsfestigkeit an einem zu betrachtenden Installationsort sein.

In signaltechnischen Anlagen gibt es folgende Einsatzbereiche für ÜSE mit unterschiedlichen Anforderungen:

- ➔ ÜSE für Geräte und Betriebsmittel der Niederspannungsanlage (Stromversorgung),
- ➔ ÜSE für LST-Anlagen,
- ➔ ÜSE für Daten-, Informations- und Telekommunikationsleitungen.

Für Datenleitungen, welche die Blitzschutzzone verlassen, sind neben den üblichen EMV-gerechten Vorgaben wie Schir-

Blitz- und Überspannungsschutz in der Bahntechnik

Schutzvorschlag



mungsmaßnahmen gegebenenfalls zusätzliche Schutzmaßnahmen an der Blitzschutzzonengrenze vorzusehen.

ÜSE sind instandhaltungsfreundlich steckbar (werkzeuglos montierbar) auszuführen, wobei es beim Stecken und Ziehen der ÜSE keine Signalkreisunterbrechung geben darf. Sie müssen impedanzneutral zum Signalpfad eingebaut sein und messtechnisch sowie optisch (z. B. grün und rot) prüfbar sein.

Die ÜSE muss einen Zustandsanzeiger (potentialfreie Schnittstelle) besitzen, der eine Verringerung oder den Ausfall der Schutzfunktion anzeigt, wobei eine Gruppenmeldung ausreichend ist. Der Signalpfad muss dabei weiterhin rückwirkungsfrei bleiben und die Zustandsanzeige muss unabhängig vom Signalzustand funktionieren.

Hinweise zu einer sachgerechten Installation der ÜSE, wie das Verwenden von induktivitätsarmen (kurzen) Anschlussleitungen, einer getrennten Leitungsführung von geschützten und ungeschützten Adern, räumliche Trennung von Datenleitungen zu Niederspannungs- und/oder Erdungsleitungen, Schirmungsmaßnahmen, etc., sind neben dem Verweis auf weitere Installationsnormen wie die DIN VDE 0100-534, DIN EN 50174-2 und DIN VDE 0100-444 gegeben.

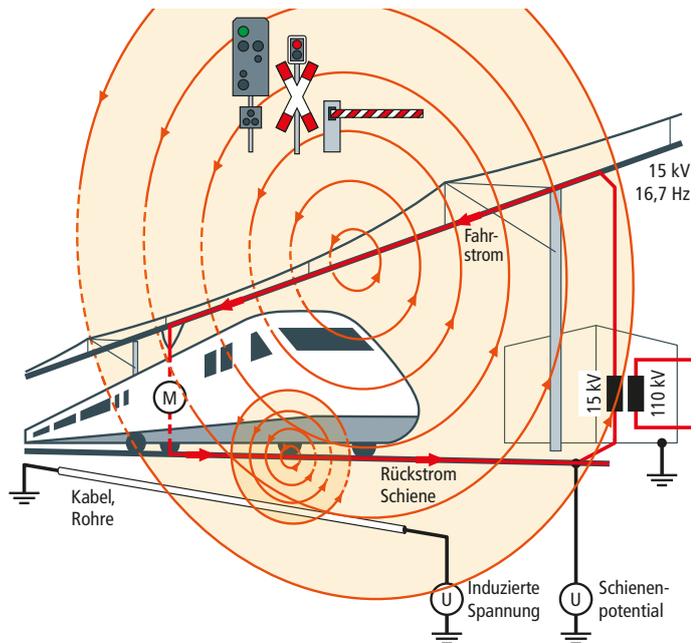


Bild 12 Magnetische Felder im Bahnbetrieb

Beeinflussung durch Bahnströme

Im elektrischen Bahnbetrieb wird von der elektrischen Quelle – Unterwerk oder Schaltposten – über die Oberleitung der Verbraucher „Zug“ gespeist und dann der sogenannte Rückstrom im einfachsten Falle wieder über die Schiene zur Quelle zurückgeführt. Dabei entstehen zwei überlagerte magnetische Felder, die sich aus der unterschiedlichen Stromrichtung in der Oberleitung und dem Rückstrom in der Schiene ergeben (Bild 12).

Betrachtet man ein zur elektrifizierten Bahnstrecke parallel verlegtes Kabel, so stellt man fest, dass dieses zur Erde hin eine Fläche „aufspannt“, auf welche die Magnetfeldlinien der eben beschriebenen Felder einen direkten Einfluss ausüben. In der Folge werden beispielsweise bei einem Signalkabel zwischen den Enden der Signalkabeladern Längsspannungen induziert. Tritt nun an einem Kabelende ein Erdfehler auf, tritt am anderen Ende eine induzierte (Quer-)Spannung in voller Höhe zwischen der beeinflussten Kabelader und Erde auf.

Diese sogenannte Beeinflussungsspannung gefährdet die mit dem Kabel versorgten Geräte, die Kabelisolation selbst und kann im schlimmsten Fall Menschen gefährden (Bild 13).

Eine Beeinflussungsspannung in Kombination mit einer leitenden Verbindung zwischen beeinflusster Ader und Erde (Erdfehler) kann ebenso einen induzierten Strom zur Folge haben, der Fehlreaktionen in den Stellwerksanlagen bedingt.

Um solche Fehlerzustände zu vermeiden, müssen Grenzwerte der Beeinflussungsspannung eingehalten werden, die um-

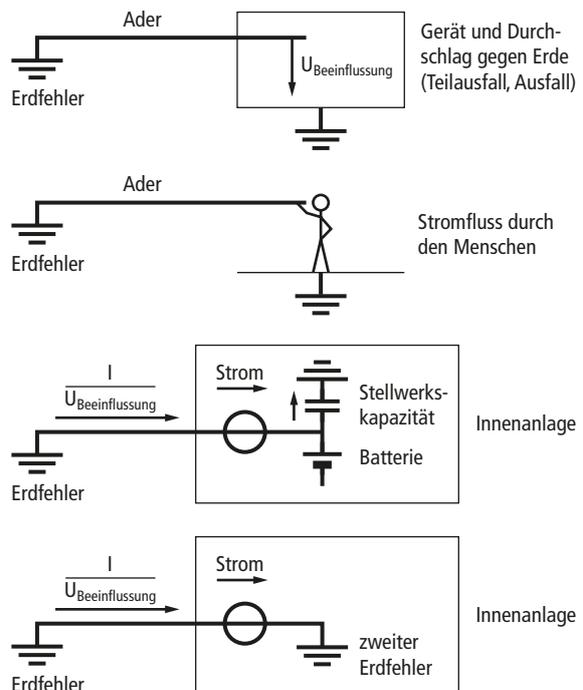


Bild 13 Beeinflussungsspannungen und deren mögliche Auswirkungen

Blitz- und Überspannungsschutz in der Bahntechnik

Schutzvorschlag



fassend in der Ril 819.0804 festgelegt sind. Für LST-Anlagen werden folgende Beeinflussungsspannungen aufgeführt. Diese finden sich auch als eine Kernforderung in der Ril 819.0808 wieder:

(Zitat) „... Bei der Dimensionierung der Überspannungsschutzeinrichtungen (ÜSE) sind die anlagenspezifischen Parameter, wie z.B. Nennspannung und zusätzliche Beeinflussungsspannung sowie Kurzzeitbeeinflussungsspannungen aus der Bahnanlage gemäß 819.0804 zu beachten. ...“

- ➔ Langzeitbeeinflussung (UBzulst): 250 V
- ➔ Kurzzeitbeeinflussung (UBzulsk): 1500 V / $t \leq 100\text{ms}$ @ 16,7 Hz oder $t \leq 200\text{ms}$ @ 50 Hz

Spannungsfestigkeit der Anlagen

Unter Legende 18) der Ril 819.0804 findet sich ebenso ein Hinweis zu einer geforderten Spannungsfestigkeit der verwendeten Betriebsmittel von mindestens 4000 V.

Den gleichen Wert von 4 kV findet man auch in der ebenfalls in der Ril 819.0808 zitierten EN 50124-1, „Bahnanwendungen – Isolationskoordination – Teil 1: Grundlegende Anforderungen – Luft- und Kriechstrecken für alle elektrischen und elektronischen Betriebsmittel“. In Tabelle A.1 wird für alle Systeme bis zu einer Bemessungs-Isolationsspannung von 600 V dieser 4 kV-Wert der sogenannten Overvoltage Category OV2 zugeordnet. Die Einordnung zur Bemessungs-Isolationsspannung ergibt sich durch die dauerhaft zu beaufschlagende Spannung am Betriebsmittel [(Nennspannung + Toleranz) + Dauerbeeinflussungsspannung] (**Tabelle 5**).

Schaltungsauslegung der ÜSE im Bereich der LST/TK

Während im Bereich der Niederspannung auf bestehende Schaltungsvarianten bezogen auf die jeweils speisenden Niederspannungssysteme gemäß der Ril 954.9105 bzw. der DIN

EN 0100-534 zurückgegriffen wird, sind im Bereich der eigentlichen LST-, Daten-, Informations- und Telekommunikationsleitungen bestimmte Vorgaben zu beachten:

- ➔ die ÜSE sind grundsätzlich aus einer Reihenschaltung von Varistor und Gasableiter zwischen den Signaladern und Erde aufzubauen. Damit ist neben dem Schutz der Anlage auch die Rückwirkungsfreiheit gewährleistet,
- ➔ bei der Dimensionierung der ÜSE sind die anlagenspezifischen Parameter zu beachten. Neben der Nennspannung sind dies vor allem die zuvor erwähnte Dauer- und Kurzzeitbeeinflussungsspannung gemäß 819.0804,
- ➔ die ÜSE-Schaltungen müssen mindestens einen Nennableitstoßstrom nach Kategorie C2 von 3kA bei einer Impulsform von $8/20\mu\text{s}$ (LST-Ader zur Erde) aufweisen,
- ➔ der Schutzpegel muss kleiner sein als die Isolationsfestigkeit der Betriebsmittel (EN 50124-1),
- ➔ vorzugsweise ist die Montage der ÜSE an der Blitzschutzzonengrenze 0/1 (z.B. KAG) über ein Basisteil auf einer zum Traggestell isoliert aufgebauten metallenen Hutschiene zu montieren. Diese isolierte Tragschiene wird über eine weitere ÜSE (dem sogenannten Beeinflussungsableiter) direkt niederimpedant mit Erde verbunden (**Bild 14**).

Praxisbeispiele nach Ril 819.0808

Im vorliegenden Fall wurde auf Wunsch der Überspannungsschutz vom KAG getrennt, indem ein sogenannter Überspannungsschutzeinrichtungsschrank (ÜSE-Schrank) an der Zonengrenze 0 auf 1 installiert wurde. Damit konnten folgende Anforderungen erfüllt werden:

- ➔ separater Überspannungsschutzeinrichtungsschrank als abgeschlossene Einheit, der universell einsetzbar ist (Nebenräume, Keller, Outdoor, etc.),
- ➔ erdpotentialfreier Aufbau,

Nennspannung des Versorgungssystems U_n [V]		Bemessungs-Isolationsspannung Ac oder DC U_{Nm} [V]	Bemessungs-Stoßspannung U_m [kV]			
3-phasig	1-phasig		OV1	OV2	OV3	OV4
		bis zu 50	0,33	0,5	0,8	1,5
		bis zu 100	0,5	0,8	1,5	2,5
	120 - 240	bis zu 150	0,8	1,5	2,5	4,0
230/400 277/480		bis zu 300	1,5	2,5	4,0	6,0
400/690		bis zu 600	2,5	4,0	6,0	8,0
1000		bis zu 1000	4,0	6,0	8,0	12,0

Tabelle 5 Überspannungskategorien nach der EN 50124-1

Blitz- und Überspannungsschutz in der Bahntechnik

Schutzvorschlag

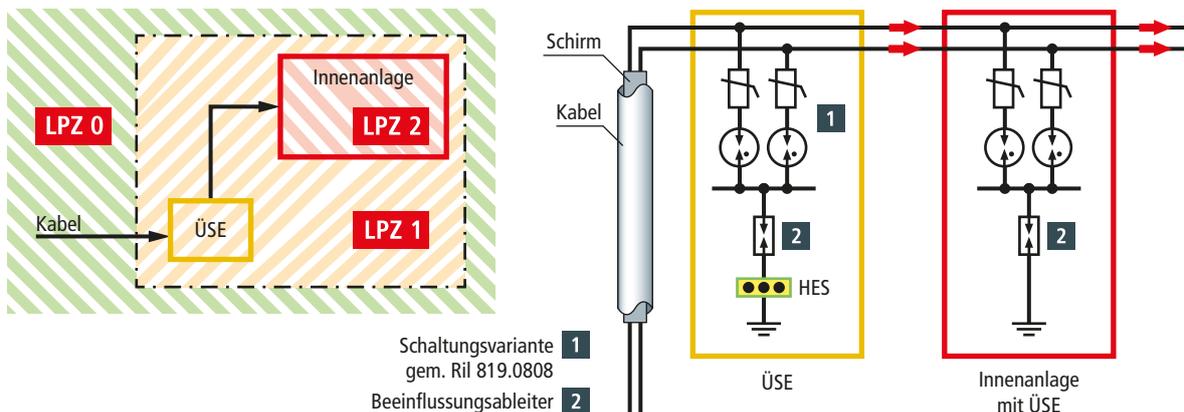


Bild 14 Blitzschutzonen-Konzept und Überspannungsschutzeinrichtungsschrank (ÜSE)

- ➔ Personenschutzfunktion des KAG bleibt uneingeschränkt erhalten,
- ➔ Kabelschirmbehandlung im ÜSE-Schrank umsetzbar,
- ➔ Behandlung von Nagetier- und Induktionsschutz,
- ➔ Einsatz neuester SPDs entspr. Ril 819.0808 mit Überwachung, Anzeige, Fernmeldung, Vibrationsicherheit, etc..

Die Anforderung war es, bei einer bestehenden TK-Anlage einen Überspannungsschutz gemäß Ril 819.0808 umzusetzen. Herausforderungen waren neben der Beachtung der Dauerbeeinflussung von 250 V vor allem die geforderte Kurzzeitbeeinflussung von 1500 V. Das Schutzziel musste im Rahmen eines Laborversuches bei DEHN SE nachgewiesen werden. Aus diesen wesentlichen Anforderungen ergaben sich für den Laboraufbau folgende elektrische Parameter:

- ➔ Bemessungsspannung der Ableiterschaltung: 500 Veff
 $U_c = 500 \text{ V} = (230 \text{ V} + 10\%) + 250 \text{ V} [(Nennspannung + Toleranz) + Dauerbeeinflussungsspannung]$
- ➔ Kurzzeit-Spannungsbeeinflussung nach Ril 819.0804:
 $1500 \text{ V}_{eff} @ 200 \text{ ms} (50 \text{ Hz})$

Es wurden insgesamt 3 Tests mit jeweils 3 Durchläufen durchgeführt:

- ➔ Impuls- und Koordinationstest (Test 1)
- ➔ Kurzzeit-Spannungsbeeinflussung
 - ➔ mit Überspannungsschutzeinrichtungsschrank (Test 2.1)
 - ➔ ohne Überspannungsschutzeinrichtungsschrank (Test 2.2)

Die durchgeführten Tests und deren Ergebnisse waren wie folgt:

Test 1: Koordinationstest entsprechend IEC 61643-12

Testanordnung mit Überspannungs-Impuls: 2,5 kA 8/20 µs pro Ader (5 kA pro Signal)

Testanordnung mit Blitzstrom-Impuls: 0,3 kA 10/350 µs pro Ader (0,6 kA pro Signal)

Ziel: Nachweis der Koordination zwischen ÜSE-Schrank und bestehender Innenanlage

Ergebnis: Koordination der installierten Anlagenteile bestanden. Der gemessene Schutzpegel der gesamten Ableiterbeschaltung lag bei < 3 kV und somit deutlich unter den geforderten 4 kV. Auffällig war, dass der Spitzenwert zwar bei < 3 kV lag, dies allerdings nur über einen sehr geringen Zeitraum von ca. 100 ns. Nach dem Spitzenwert von < 3 kV ergab sich ein Schutzpegel von ca. 1,8 kV (**Bild 15**).

Test 2.1: Test der Kurzzeit-Spannungsbeeinflussung entsprechend Ril 819.0804: 1500 Veff @ 200 ms (50 Hz)

Ziel: Nachweis der Spannungsfestigkeit (kein Ansprechen) der Schutzbeschaltung.

Ergebnis: Kurzzeit-Spannungsbeeinflussung aller installierten Anlagenteile mit einem Beeinflussungsableiter vollumfänglich bestanden, Ableiter sprechen bei einer Spannung von 1500 V nicht an.

Test 2.2: Test der bereits verwendeten Betriebsmittel der Innenanlage ohne Interface Schrank bei Beaufschlagung mit einer Kurzzeit-Spannungsbeeinflussung von 1500 Veff @ 200 ms (50 Hz).

Ziel: Nachweis der Beherrschung der Kurzzeitbeeinflussung gemäß Ril 819.0804

Blitz- und Überspannungsschutz in der Bahntechnik

Schutzvorschlag

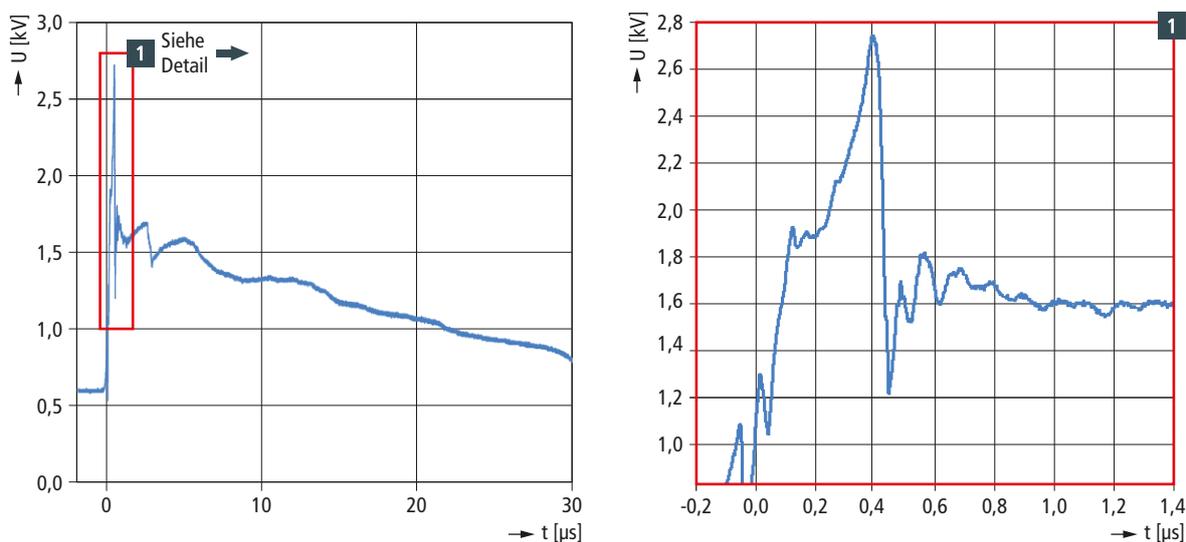


Bild 15 Verlauf der (Schutzpegel-)Spannung im Rahmen der Koordinationstests

Ergebnis: Eine Kurzzeitbeeinflussung von 1500 V @ 200 ms (50 Hz) für die installierten Betriebsmittel ohne vorgeschalteten ÜSE-Schrank konnte nicht bestanden werden. Der Grenzwert der Innenanlage (mit integriertem Überspannungsschutz) lag bereits bei einer Spannung von < 800 V.

Fazit

Im Bahnumfeld noch mehr als bei anderen Baumaßnahmen bedarf es immer der gesamtheitlichen Betrachtung des kompletten Bahnumfeldes, da die verschiedenen Systeme sich gegenseitig stark beeinflussen. Beispielhaft sei hier nochmal die „Komponente“ Oberleitung genannt, welche dauerhaft induktiv auf energietechnische aber auch LST- und Telekommunikationssysteme einwirkt. Nur ein von Anfang an, nach aktuellen Normen ausgelegtes, sowie lückenlos, geplantes Gesamtsystem, bestehend aus Fangeinrichtung, Ableitung und Erdungsanlage, in Kombination mit der Beschaltung mit geeigneten Ableitern, schafft die Voraussetzung dafür, dass z.B. die „Digitale Schiene Deutschland“ auch die Ziele erreicht, die man sich auf die Fahne geschrieben hat.

Die Ril 819.0808 hat ein klares Ziel vorgegeben: „Bedingungsloser Schutz der LST- und TK-Anlagen“. Um diesem Ziel, vor allem im Hinblick auf die Umfeldbedingungen der Bahn, wie z.B. das Beherrschen von Kurzzeitbeeinflussungsspannungen von 1500 V, vollumfänglich gerecht zu werden, bedarf es neben einer soliden und gewissenhaften Planung auch einer sorgfältigen Abstimmung hinsichtlich der zu installierenden Überspannungsschutzkomponenten. Einzelgeräte aus einem Katalog sind zu wenig. Die geschickte Kombination von ausgewählten Geräten, die alle Belange hinsichtlich Impulstragfähigkeit, aber auch Spannungsbeeinflussung beherrschen, wird das Gebot der Zukunft sein.

Hinweis: Dafür bedarf es mehr denn je versierter Techniker, die das Gesamtsystem „Bahn“ im Fokus haben. Bei der DB AG wurde dies erkannt, sodass in Zusammenarbeit mit der VDEI-Akademie eine kompakte 5-tägige Sachkundigen-Ausbildung zum Thema „Blitzschutz und Überspannungsschutz im Bereich von Bahnanlagen“ angeboten wird. Nach erfolgreicher Ausbildung sind die Teilnehmer im Bereich der DB Netz AG „Anerkannte Blitzschutzfachkräfte für Bahnanlagen“ und somit berechtigt, Blitzschutzsysteme zu planen, zu errichten und zu warten.

**Überspannungsschutz
Blitzschutz/Erdung
Arbeitsschutz
DEHN protects.**

DEHN SE
Hans-Dehn-Str. 1
Postfach 1640
92306 Neumarkt, Germany

Tel. +49 9181 906-0
Fax +49 9181 906-1100
info@dehn.de
www.dehn.de



www.dehn.de/vertrieb-de

Diejenigen Bezeichnungen von im Schutzvorschlag genannten Erzeugnissen, die zugleich eingetragene Marken sind, wurden nicht besonders kenntlich gemacht. Es kann also aus dem Fehlen der Markierung TM oder © nicht geschlossen werden, dass die Bezeichnung ein freier Warenname ist. Ebenso wenig ist zu entnehmen, ob Patente, Gebrauchsmuster oder sonstige intellektuelle und gewerbliche Schutzrechte vorliegen. Änderungen in Form und Technik, bei Maßen, Gewichten und Werkstoffen behalten wir uns im Sinne des Fortschrittes der Technik vor. Die Abbildungen sind unverbindlich. Druckfehler, Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit unserer Genehmigung.