

Fachbuch-Auszug

Planung von Anlagen der Leit- und Sicherungstechnik



Prof. Dr.-Ing. Johannes Friedrich, Professor für Eisenbahnwesen, insb. Betriebsführung und Automatisierung, Fachhochschule Erfurt

Das DB-Fachbuch „Planung von Anlagen der Leit- und Sicherungstechnik“ erläutert detailliert die einzelnen Schritte der Planung von LST-Anlagen und richtet sich primär an LST-Fachplaner*innen, Führungskräfte und Projektleiter*innen. Schwerpunkt des Buches ist eine praxisnahe Handreichung der PT1-Planung. Außerdem wird ein ganzheitliches Verständnis sowohl für die Vorgänge der Planung als auch für die Notwendigkeiten und Grenzen bei der Anlagenplanung geschaffen. Der vorliegende Auszug aus den Kapiteln Grundlagen und Signallageplanung erläutert einige LST-Grundbegriffe und gibt Einblicke in die Planung der Punktförmigen Zugbeeinflussung.

Grundlagen des Systems Bahn

Leit- und Sicherungstechnik

Zentral für dieses Buch ist der Begriff der **Leit- und Sicherungstechnik**. Dabei ist Sicherungstechnik die unmittelbar der Sicherheit der verkehrenden Eisenbahnfahrzeuge dienende Technik zur Steuerung und Beeinflussung dieser Fahrzeuge, zum Beispiel Stellwerke und Signale. Sicherungstechnik soll die funktionale Sicherheit der Eisenbahn bereitstellen, mithin die Sicherheit vor aus dem System selbst erzeugten Fehlern (engl. safety) – in Abgrenzung zur externen Sicherheit (engl. security), zum Beispiel der Vorsorge gegen Terrorismus oder Naturgewalten. Sicherungstechnik muss signaltechnisch sicher sein.

Die Leittechnik übernimmt die Übermittlung von Informationen zwischen Systemen des Bahnbetriebs, zum Beispiel die Zugnummernmeldeanlage, mit der zwischen verschiedenen Stellwerken Zugnummern automatisiert ausgetauscht werden können. Komponenten der Leittechnik werden nicht signaltechnisch sicher ausgelegt.

Anlagen gelten als **signaltechnisch sicher**, wenn sie beim Bau dem „Stand der Technik“ entsprechen sowie bei gewissenhafter Wartung und korrekter Bedienung auch dann noch sicher arbeiten, wenn in der ansonsten fehlerfreien Anlage eine Störung auftritt. **Fehler** sind unzulässige Abweichungen vom Sollzustand; aus ihnen können **Störungen** (falsche oder fehlerhafte Funktionserfüllungen) resultieren. Eine Störung kann ihrerseits in einer Fehlfunktion münden; dabei reagiert die Sicherungsanlage fehlerhaft und es kann bei gefährlichen Fehlfunktionen durch reguläre bahnbetriebliche Handlungen wie Zugfahrten zum Unfall kommen.

Zur Gewährleistung der signaltechnischen Sicherheit von LST-Anlagen wird daher das Zwei-Fehler-Prinzip genutzt: Ein Fehler allein darf niemals zu einer gefährlichen Fehlfunktion und damit zu einem Unfall führen. Diese Forderung führt dazu, dass Komponenten **fail-safe** ausgelegt werden müssen: Ein Ausfall muss immer zur sicheren Seite erfolgen. Ist beispielsweise die Gleisfreimeldung gestört oder ausgefallen (die technische Standorterfassung von Eisenbahnfahrzeugen), muss die Technik das Gleis als mit Fahrzeugen besetzt anzeigen, da der tatsächliche

Besetzungszustand unklar ist. Der Mensch ist dann in der Verantwortung, das Freisein des Gleises selbst zu prüfen; erst, wenn diese menschliche Prüfung auch fehlerhaft erfolgt, kann es zu einem Unfall kommen. Die Letztverantwortung für den sicheren Eisenbahnbetrieb trägt bei Eisenbahnunternehmen grundsätzlich der Eisenbahnbetriebsleiter (EBL), der mit der Aufstellung entsprechender Regelungen im Rahmen eines Sicherheitsmanagementsystems (SMS) den sicheren Eisenbahnbetrieb gewährleistet.

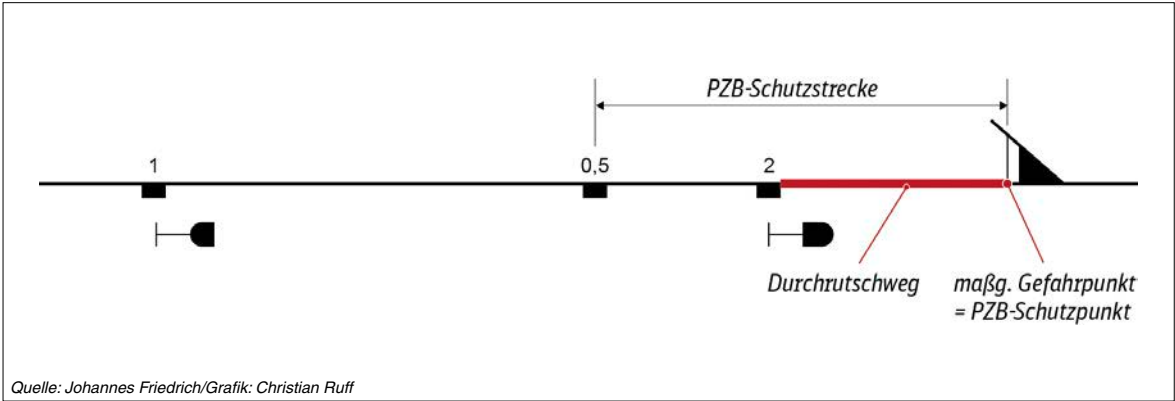
Der technische Fortschritt wird in den folgenden Anwendungsstufen unterschieden:

- **Stand von Wissenschaft und Technik:** die aktuellen Erkenntnisse der Forschung,
- **Stand der Technik:** das derzeit technisch machbare,
- **Anerkannte Regeln der Technik (ARdT):** von Fachleuten als richtig bewertete und im praktischen Einsatz bewährte technische Regeln.

Innovationen werden nach dem Stand von Wissenschaft und Technik entwickelt. Sind sie praktisch umsetzbar, werden sie damit auch zum Stand der Technik. Zu Anerkannten Regeln der Technik werden sie nach Bewertung von Fachleuten und positiver Evaluation praktischer Erfahrungen. Anerkannte Regeln der Technik sind dauerhaft hinterlegt, beispielsweise als DIN-Norm. Sicherungsanlagen der Eisenbahnen müssen dem Stand der Technik entsprechen. Die Planung von Anlagen der Leit- und Sicherungstechnik unterliegt zu weiten Teilen den Anerkannten Regeln der Technik; die entsprechenden DB-Richtlinien können daher auch nicht einseitig vom Unternehmen abgeändert werden.

Im Einzelfall kann es erforderlich sein, vom unternehmensinternen Regelwerk abzuweichen, beispielsweise zur Optimierung der Leistungsfähigkeit oder zur Realisierung zusätzlicher Optionen. In diesen Fällen wird eine **Unternehmensinterne Genehmigung (UiG)** vom Richtlinienautor der entsprechenden Richtlinie benötigt. Diese UiG gilt dann grundsätzlich einzelfallbezogen. Der Maßstab ist im Allgemeinen eher streng anzusetzen, was im Einzelfall aber unterschiedlich interpretiert wird.

Abbildung 1:
Prinzipdarstellung von
PZB-Schutzstrecke und
PZB-Schutzpunkt



Quelle: Johannes Friedrich/Grafik: Christian Ruff

Sollen Bauprodukte oder Bauarten eingesetzt werden, die nicht durch Anerkannte Regeln der Technik geregelt sind oder die von diesen abweichen, muss beim Eisenbahn-Bundesamt eine **Zustimmung im Einzelfall** (ZiE) erwirkt werden. Die ZiE wird in Typ A (für Abweichungen von Planungsrichtlinien) oder Typ B (für interne fachtechnische Stellungnahmen (noch) nicht zugelassener Komponenten) unterschieden. ZiE gelten grundsätzlich bauvorhabensspezifisch, also ggf. für mehrere Einzelfälle eines Bauvorhabens.

Signallageplanung

Planung der Punktförmigen Zugbeeinflussung (PZB)

Die Punktförmige Zugbeeinflussung dient zur Erhöhung der Sicherheit verkehrender Zugfahrten. Im Folgenden sind die Planungsgrundsätze sowie die Ausrüstung der einzelnen Gleismagneten dargelegt. Die Grundsätze der Punktförmigen Zugbeeinflussung finden sich in der Beschreibung in Kapitel 2.6.1.

Grundsätze der PZB

Der **PZB-Schutzpunkt** entspricht dem maßgebenden Gefahrenpunkt für Durchrutschwege bzw. Gefahrpunktabstände. Er muss mindestens im Abstand der geforderten **PZB-Schutzstrecke** vom Hauptsignal entfernt sein oder es muss eine Sicherung durch GM 500 Hz erfolgen (in diesem Fall wird die Länge der PZB-Schutzstrecke dann zwischen GM 500 Hz und PZB-Schutzpunkt bestimmt; beachte jedoch die festen Einbauorte der GM 500 Hz). Dies ist oben in der Abbildung 1 gezeigt.

Die Länge der PZB-Schutzstrecke beträgt in der Ebene (Abbildung 2):

Eine **Neigungsveränderung** wird dabei analog zum Zu- bzw. Abschlag (in Metern) des Durchrutschwegs bzw. Gefahrpunktabstands vorgenommen. Wird also der Durchrutschweg neigungsbedingt um 20 m verlängert, so wird auch die PZB-Schutzstrecke um eben diese 20 m verlängert. Einzige Ausnahme: Handelt es sich um einen Gefahrenpunkt nach Buchstabe a) aus Kapitel 3.1.1 und eine Geschwindigkeit zwischen mehr als 60 km/h und bis 100 km/h, wird für die Verlängerung/Verkürzung der PZB-Schutzstrecke der Neigungszuschlag/Neigungsabschlag für eine Durchrutschweglänge bzw. Länge des GPA von 200 m berechnet. Beispielhaft soll für eine Verdeutlichung dieser Ausnahme angenommen werden, dass mit einem maßgebenden Gefälle von 2 ‰ gerechnet wird. Dann wäre die Hinzurechnung für die Soll-Länge von 100 m eines Durchrutschwegs mit Gefahrenpunkt nach Buchstabe a) entsprechend 20 m. Wird auf diesen Durchrutschweg aber – zulässig – mit 100 km/h gefahren, ergibt sich eine PZB-Schutzstrecke von 490 m (450 m + 40 m), da die Hinzurechnung zur PZB-Schutzstrecke für diesen Sonderfall vom Durchrutschweggrundmaß von 200 m berechnet wird.

Ausrüstung mit GM 2.000 Hz

Hauptsignale werden grundsätzlich mit Gleismagneten der Frequenz 2.000 Hz ausgerüstet. Für Sperrsignale gilt dies, wenn Zugfahrten dort starten (für Sperrsignale vor Gruppenzwischen- bzw. Gruppenausfahrtsignalen) oder enden (davon ausgenommen sind jedoch die Einfahrgleise in den Rangierbahnhöfen).

Mehrabschnittssignale bzw. Hauptsignale mit Vorsignalfunktion sind in der Regel mit kombinierten GM 1.000 Hz / 2.000 Hz ausgerüstet; für sie gelten dann

Abbildung 2:
Länge der
PZB-Schutzstrecke

Zulässige Geschwindigkeit vor dem Signal	Soll-Länge PZB-Schutzstrecke in der Ebene
≤ 40 km/h	210 m
> 40 und ≤ 60 km/h	350 m
> 60 km/h	450 m

Quelle: Johannes Friedrich

auch die Regeln nach Ausrüstung GM 1.000 Hz, insbesondere in Bezug auf notwendige Mindestabstände zwischen zwei gleichzeitig wirksamen GM.

Trapeztafeln (Ne 1) auf Höhe eines Einfahr- oder Blocksignals auf dem Gegengleis einer zweigleisigen Strecke werden mit einem ständig wirksamen GM 2.000 Hz ausgerüstet. Ne 1 auf Nebenbahnen im Zugleitbetrieb werden hingegen im Grundsatz nicht mit GM 2.000 Hz ausgerüstet. Beachte außerdem, dass Zugdeckungssignale ebenfalls nicht mit GM 2.000 Hz ausgerüstet werden.

Zur Sicherung von (vorübergehenden oder ständigen) Langsamfahrstellen kommen ebenfalls GM 2.000 Hz zum Einsatz in Verbindung mit einer Geschwindigkeitsüberwachungseinrichtung (GÜ). Dabei wird bei Überfahrt am Wirkmagneten mit einer überhöhten Geschwindigkeit eine Zwangsbremung ausgelöst; Details im Kapitel 3.4.6.

Des Weiteren werden „Fahrzeugeinsatzstellen“ (damit sind Betriebs- und Ausbesserungswerke gemeint) an ihren Ausfahrgleisen mit ständig wirksamen GM 2.000 Hz ausgerüstet, um das korrekte Zusammenwirken zwischen PZB-Fahrzeugmagnet und PZB-Fahrzeuggerät verifizieren zu können.

Ausrüstung mit GM 1.000 Hz

Gleismagnete mit Wirkfrequenz 1.000 Hz sind an Vorsignalen, an Überwachungssignalen (ÜS) sowie als Wirkmagnete einer GÜ anzuordnen. An Mehrabschnittssignalen bzw. Hauptsignalen mit Vorsignalfunktion werden sie in Kombination mit einem GM 2.000 Hz angeordnet. Die GM 1.000 Hz am Vorsignal, Mehrabschnittssignal bzw. Hauptsignalen mit Vorsignalfunktion dürfen zugleich als Wirkmagnet einer GÜ dienen. Zur Ausrüstung von Vorsignalen mit Zusatzsignal Zs 3v, alleinstehenden Zusatzsignalen Zs 3v sowie Signalen Lf 6 siehe Kapitel 3.4.6.

Alleinstehende Ne 2 sind mit einem ständig wirksamen GM 1.000 Hz auszustatten. Vorsignalwiederholer bekommen GM 1.000 Hz nur als Ergebnis einer INA-Berechnung. Wiederholer von Überwachungssignalen (ÜS-Wiederholer) erhalten nur GM 1.000 Hz, wenn sie zugleich Überwachungssignal für einen weiteren Bahnübergang sind.

Ausrüstung mit GM 500 Hz

Ist die **PZB-Schutzstrecke nicht in voller Länge** zwischen PZB-Schutzpunkt und dem mit GM 2.000 Hz abgesicherten Haupt- oder Sperrsignal als Ziel einer Zugstraße vorhanden, ist ein GM 500 Hz 260 m vor dem GM 2.000 Hz des Haupt- bzw. Sperrsignals anzuordnen und die PZB-Schutzstrecke ab dort zu bemessen. Ist aus örtlichen Gründen von diesem Standort abzuweichen, kann der GM 500 Hz bis zu 275 m vor dem Haupt- oder Sperrsignal angeordnet werden. Sofern es sich um einen GM 500 Hz der „weiteren Anwendungsfälle“ (siehe unten) handelt,

kann auch eine Unterschreitung des Regelabstands um bis zu 10 m vorgenommen werden; dies führt jedoch zu Einschränkungen im Betriebsablauf (da Triebfahrzeugführer sich dann unter Umständen nicht mehr aus einer restriktiven Beschränkung befreien können und daher länger mit der restriktiven Geschwindigkeit fahren müssen). Ist es aus örtlichen Gründen auch unter Anwendung dieser Toleranzregeln nicht möglich, den GM 500 Hz einzubauen oder handelt es sich um eine Vorgabe der Fachstelle INA, darf der GM 500 Hz mit zwischen 150 m und 300 m Abstand vom GM 2.000 Hz eingebaut werden. In ersterem Fall (Anwendung erweiterter Toleranzregeln aus örtlichen Gründen) ist der Grund im Erläuterungsbericht sowie der PZB-Tabelle darzulegen.

Sperrsignale in den Einfahrgleisen der Rangierbahnhöfe sind davon ausgenommen und erhalten keine GM 500 Hz; Zugdeckungssignale erhalten ebenfalls keine GM 500 Hz.

Ist im Einzelfall ein **Durchrutschweg auf weniger als 50 m verkürzt**, ist die PZB-Sicherung auf Grundlage einer fahrdynamischen Berechnung einzelfallbezogen zu planen und muss durch den regionalen Eisenbahnbetriebsleiter in Abstimmung mit dem Eisenbahnbetriebsleiter genehmigt werden. Werden dabei GM 500 Hz INA verschoben, muss die Fachstelle INA ebenfalls beteiligt werden (zu GM 500 Hz INA siehe Folgekapitel 3.4.5).

Blocksignale, die nur der Regelung der Zugfolge dienen, erhalten nur dann GM 500 Hz, wenn eine der folgenden Bedingungen zutrifft:

- wenn die PZB-Schutzstrecke durch hinter dem Blocksignal an einem Haltepunkt haltende Züge nicht in voller Länge gewährleistet werden kann,
- der PZB-Schutzpunkt ein 10 m hinter dem folgenden Blocksignal mit maximaler Länge (in der Regel 740 m) haltender Zug ist und dessen Zugschluss dann weniger als 200 m (ohne Berücksichtigung der Neigungsverhältnisse) vom Blocksignal entfernt ist,
- vor dem Blocksignal Vorsignalwiederholer zum Ausschluss der Gefahr der Signalverwechslung aufgestellt werden müssen (hierzu siehe Kapitel 3.1.6) oder
- es im Ergebnis einer INA-Berechnung erforderlich ist.

Wird eine **Trapeztafel** (Signal Ne 1) im Gegengleis einer zweigleisigen Strecke auf Höhe des Einfahrsignals aufgestellt, ist sie mit einem ständig wirksamen GM 500 Hz 250 m vor der Trapeztafel zu sichern. Kann dadurch die PZB-Schutzstrecke bis zum PZB-Schutzpunkt hinter der Trapeztafel nicht eingehalten werden, kann der Abstand des GM 500 Hz zur Trapeztafel

auf bis zu 300 m vergrößert werden. Ist auch diese Maßnahme noch nicht ausreichend, um die PZB-Schutzstrecke einzuhalten, muss die Ne 1-Tafel um das erforderliche Maß, höchstens jedoch 150 m, vom PZB-Schutzpunkt weg verschoben werden. (Beachte: Das erfordert ggf. außerdem das Versetzen des Ne 2 und der Ne 3.)

Weitere Anwendungsfälle des GM 500 Hz

Wenn eine Einfahrt mit dem **Signal Zs 13** (Stumpfgleis- und Frühhaltanzeiger; DV 301) geplant werden soll, muss ein zusätzlicher GM 500 Hz verlegt werden, der entweder 6 m bis maximal 9 m hinter dem Einfahr- bzw. Zwischensignal oder 330 m (bzw. in begründeten Fällen: bis zu 400 m) vor dem ersten möglichen Zielsignal bzw. dem Gleisende liegen muss. Im zweiten Fall (Verlegung des GM 500 Hz 330 m – 400 m vor das Schutzziel) muss der letzte GM 1.000 Hz vor dem Einfahr- bzw. Zwischensignal entweder eine Entfernung von mehr als 1.260 m zum zu verlegenden GM 500 Hz oder weniger als 700 m bis zum GM 1.000 Hz des Einfahr- bzw. Zwischensignals besitzen (das dient der Vermeidung von Zwangsbremsungen).

Soll eine Einfahrt mit gestufter **Geschwindigkeits-signalisierung auf 20 km/h oder 30 km/h** durchgeführt werden (im Gebiet DS 301), ist diese ebenso mit GM 500 Hz 330 m bzw. in begründeten Fällen bis zu 400 m vor dem ersten möglichen Zielsignal bzw. dem Gleisende zu sichern (beachte: Dies ergibt einen Abstand von 150 m zum alleinstehenden Signal Zs 3). Es gelten dieselben Abstandsbedingungen für den letzten GM 1.000 Hz vor dem Einfahr- bzw. Zwischen-signal wie bei der Einfahrt mit Signal Zs 13.

Sind in den vorgenannten Fällen die GM 500 Hz bei Einfahrt mit Zs 13 – bzw. gestufter Geschwindigkeits-signalisierung auf 20 km/h oder 30 km/h – weniger als 260 m von anderen für dieselbe Fahrtrichtung gültigen GM 500 Hz entfernt, ist die PZB-Sicherung einzelfallbe-zogen zu planen und mittels UiG zu legitimieren. Sofern GM 500 Hz INA betroffen sind, ist die Fachstelle INA ebenfalls zu beteiligen. Hintergrund: Wird mit aktiver Beeinflussung 500 Hz ein weiterer GM 500 Hz über-fahren, wird der zweite GM ignoriert – es muss also entweder entschieden werden, welcher Schutzzweck wichtiger ist, oder notwendigenfalls durch Erhöhung des Abstands dafür gesorgt werden, dass beide GM 500 Hz durch das Triebfahrzeug verarbeitet werden.

Bahnübergangs-Sicherungsanlagen der Bauformen LzHH bzw. LzV (Bahnübergang mit technischer Siche-rung mittels Lichtzeichen (Lz) und Vollabschluss durch zwei Halbschranken (HH) bzw. durch Schranke (V)) in den Überwachungsarten ÜS+GFR bzw. Hp/ÜS+GFR (also mit zwei Überwachungssignalen (ÜS) bzw. je einseitig Hauptsignal (Hp) und Überwachungssignal (ÜS), jeweils verbunden mit einer Gefahrraumfreimel-deanlage (GFR)) sind in Fahrtrichtung hinter dem ÜS mit einem GM 500 Hz abzusichern. Die Werte für den Abstand der Absicherung von der äußeren Kante des Bahnübergangs sind der Ril 819.1310 zu entnehmen.

Gleismagnete der Wirkfrequenz 500 Hz sind weiterhin notwendig bei Mindestsichtbarkeiten eines Haupt-signals von weniger als 100 m. Zum sogenannten „Kopfschutz“ für deckende Blocksignale bei Ausweich-anchlussstellen gelten außerdem Sonderregeln, die der Ril 819.1310 entnommen werden können. ■



Das DB-Fachbuch

Planung von Anlagen der Leit- und Sicherungstechnik

Von Prof. Dr.-Ing. Johannes Friedrich

kann im Online-Shop des Bahn Fachverlags bestellt werden:

Preis: 49,90 €

Seitenzahl: 160

Erscheinungsdatum: 07/2025

ISBN: 978-3-943214-38-3

shop.bahn-fachverlag.de

