

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 62 (1971)  
**Heft:** 1

**Artikel:** Folgerungen für den Betrieb der Signal- und Fernmeldeanlagen auf Bahnstrecken mit thyristorgesteuerten Triebfahrzeugen  
**Autor:** Leitenberger, W.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-915793>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 16.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Folgerungen für den Betrieb der Signal- und Fernmeldeanlagen auf Bahnstrecken mit thyristorgesteuerten Triebfahrzeugen

Beitrag zu der Diskussionstagung des SEV vom 3./4. November 1970 in Zürich,

von W. Leitenberger, München

621.314.632.049:621.335

## 1. Einführung

Art und Grösse der Beeinflussung der Signal- und Fernmeldeanlagen durch thyristorgesteuerte Triebfahrzeuge seien nach den übrigen Referaten der Tagesordnung als bekannt vorausgesetzt. Die bisherigen Messfahrten der Deutschen Bundesbahn mit thyristorgesteuerten Triebfahrzeugen haben gezeigt, dass nicht nur die Thyristorsteuerung als solche die Signal- und Fernmeldeanlagen stärker beeinflusst, sondern dass diese Fahrzeuge auch wegen ihrer meist viel grösseren Anfahrströme zusätzlich zu unzulässigen Beeinflussungen führen. Man muss also die Thyristorsteuerung und die höheren Anfahrströme als gemeinsame Störquelle betrachten. Aufgabe dieses kurzen Referates soll es sein, die Massnahmen zu schildern, die möglich sind, einen sicheren Betrieb der Signal- und Fernmeldeanlagen trotz dieser Störquellen zu gewährleisten.

## 2. Massnahmen an den Übertragungswegen

### 2.1 Neu zu verlegende Kabel

Hier handelt es sich in erster Linie um das Erreichen eines möglichst guten Reduktionsfaktors. Neu zu verlegende Streckenfernmeldekabel, aber auch Bahnhof- und Eisenbahnsignalkabel wird man möglichst mit einem Reduktionsfaktor von 0,5 verlegen, was sich bei papieraderisolierten Streckenfernmeldekabeln mit Aluminiummantel ohne wesentliche Schwierigkeiten erreichen lässt. Bei der Montage der Streckenfernmeldekabel ist auf einen guten Abgleich besonders zu achten; ggf. wird in besonders schwierigen Fällen ein Halbieren der Werkklängen zur Verbesserung des Abgleichs nötig sein. Eisenbahnsignalkabel, die die Deutsche Bundesbahn seit Jahren mit Kunststoff-Ader- und -Mantelisolierung verwendet und aus Gründen der Wirtschaftlichkeit auch weiter verwenden will, müssen statt des Aluminiummantels mit Kupfer- oder Aluminiumdrähten umhüllt werden. Wichtig ist auch eine ausreichend gute Stahlbandbe- wehrung.

### 2.2 Nachträgliche Verbesserung des Reduktionsfaktors an bereits verlegten Kabeln

Hierfür gibt es folgende Möglichkeiten:

2.2.1 *Reduktionstransformatoren (RETRA)* sind im Prinzip Induktivitäten, die punktweise in den Mänteln und Adern der zu schützenden Kabel eingeschaltet werden und dadurch die Beeinflussungsspannungen kompensieren. Da sie nur an Kabeln mit Metallmänteln verwendet werden können, sind sie für Signalkabel, die, wie bereits erwähnt, keinen Metallmantel haben, unbrauchbar. In einigen Fällen wird es jedoch möglich sein, freie Adern eines Signalkabels als Mantelersatz auszunutzen.

2.2.2 *Aktiver Reduktionsschutz (ARS)*. Aktiv heisst diese Einrichtung, weil die zur Kompensation der Beeinflussungsspannun-

gen notwendige Energie nicht dem beeinflussten Kabel entnommen wird, sondern von einer unabhängigen Energiequelle (z. B. der Batterie der Fernsprechwählanlage) geliefert wird. Als Steuergrösse dient die über die Kabellänge integrierte Längs-EMK, die leistungslos von einer am fernen Ende geerdeten Lockader abgefragt und auf den Eingang eines Verstärkers aus Bauteilen der Festkörperelektronik gegeben wird.

Dieser Verstärker, der «aktive Teil» der Schutzeinrichtung, steuert die Fremdenergie so, dass am Ausgang eine um 180° phasenverschobene, frequenz- und aussteuerungsgleiche Beeinflussungsspannung ansteht.

Der Ausgang des Verstärkers arbeitet auf ein transformatorisches Koppelglied.

Der aktive Reduktionsschutz ist auch für Kunststoffmantelkabel anwendbar, vergrössert aber leider die Kapazität des Kabels und ist deshalb auch für die meisten Eisenbahnsignalkabel über grössere Entfernungen nicht verwendbar. Dagegen ist er für Fernsprechkabel brauchbar. Der Preis für einen ARS für ein 100paariges Kabel beträgt ohne Montage etwa DM 14 000.—. Dazu kommen noch die laufenden Stromkosten (Anschlusswert je nach Aussteuerung 60 bis 300 W).

2.2.3 *Punktförmiger Einsatz von Drosselspulen*. Im Prinzip handelt es sich hier um eine nachträgliche punktförmige Armierung des Kabels. Diese Methode bedingt eine Kapazitätserhöhung, erfordert niedrige Montagekosten, kann ohne Betriebsunterbrechung montiert und nur an Kabeln mit Metallmantel verwendet werden. Auch hier kann man freie Adern als Ersatz für den Metallmantel ausnutzen. Je Drosselspule lässt sich die Beeinflussungsspannung um 2 V senken.

Bei bereits verlegten Fernmeldekabeln wird man je nach Art und Länge des Kabels und dem Grad der Beeinflussung mit einer der drei genannten Methoden eine ausreichende Verminderung der Störbeeinflussung erzielen können.

An kunststoffisolierten Signalkabeln dagegen sind die dargelegten Methoden überhaupt nicht oder nur bedingt anwendbar. Hier wird es voraussichtlich leider teilweise nötig sein, neue Kabel mit gutem Reduktionsfaktor zu verlegen. Da die Verlegekosten sehr hoch sind und da der Aufwand je Kabelader für einen guten Reduktionsschutz bei dünnen Kabeln erheblich höher ist als bei dickeren, untersucht die Deutsche Bundesbahn z. Z. folgende Möglichkeit:

In Bahnhöfen nehmen, geographisch bedingt, die Stärken der Signalkabel, je mehr man sich dem Stellwerk nähert, zu, während zu den äussersten Punkten (Einfahrsvorsignal, Einfahrhauptsignal) Kabel mit nur wenigen Adern benötigt werden. Da zu diesen Punkten aber die längsten Kabel führen, werden gerade diese am meisten beeinflusst. Es dürfte daher wirtschaftlich sein, vom Stellwerk bis zu einem Schwerpunkt (etwa das Gebiet der Weichenstrasse an den Bahnhofköpfen) ein dickeres Signalkabel mit einem ausgezeichneten Reduktionsfaktor von z. B. 0,2 zu verlegen und von diesem Schwerpunkt aus mit den dünnen bisherigen Kabeln ohne Reduktionsschutz zu den entfernten Endstellen weiterzugeben. Wir hoffen, dadurch auf dem gesamten Weg vom Stellwerk zum entfernten Signalkabel unzulässige Beeinflus-

sungsspannungen zu vermeiden und doch nicht das ganze Kabelnetz erneuern zu müssen.

Dem vorstehend dargelegten Verfahren steht die Tatsache entgegen, dass es Eisenbahnsignalkabel mit einem Reduktionsfaktor von 0,2 noch nicht gibt. Nach gemeinsamen Überlegungen mit der deutschen Kabelindustrie müsste es aber möglich sein, — wenn auch mit ziemlichem Aufwand — derartige Kabel zu fertigen. Blei scheidet dabei aber als Mantelmaterial wegen seiner ungünstigen Leitfähigkeit aus.

Es wird folgender Kabelaufbau erwogen:

Über der Kabelseele, bestehend aus PE-isolierten Adern, wird ein Leitmetallschutz in Form von Aluminium- oder Kupferdrähten eingelegt, darüber ein PVC-Mantel und die notwendige kräftige Bandisenbewehrung. Die Tabelle I zeigt die erforderlichen Leitmetallquerschnitte in Aluminium und Kupfer für 4-, 96- und 200adrige Signalkabel (Leiterdurchmesser 0,9 mm) mit verschiedener Armierung.

Leitmetallquerschnitte

Armierung	4 adrig		96 adrig		200 adrig	
	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu
2×0,5	65	40	130	75	170	100 mm <sup>2</sup>
3×0,5	40	25	70	40	110	65 mm <sup>2</sup>
4×0,5	30	18	55	35	80	45 mm <sup>2</sup>
2×0,8	35	20	60	35	80	45 mm <sup>2</sup>
3×0,8	25	15	40	25	55	30 mm <sup>2</sup>
4×0,8	20	12	35	20	45	25 mm <sup>2</sup>

Tabelle I beweist, dass der Schutz für das 4adrige Signalkabel im Vergleich mit den dickeren Kabeln unverhältnismässig aufwendig ist. Man kann die Armierung von 2×0,50 auch durch einen Stahlwellmantel von 0,4 mm Dicke bei gleichbleibenden Schutzigenschaften ersetzen. Ausserdem besteht die Möglichkeit, die notwendige Schutzwirkung statt durch einzelne Aluminium- oder Kupferdrähte durch einen Aluminiummantel zu erzielen. Bei einer Armierung von 2×0,5 muss der Aluminiummantel bei einem 4adrigen Signalkabel (Leiterdurchmesser: 0,9 mm) 2,5 mm, beim 96adrigen Kabel 1,5 mm und beim 200adrigen Kabel 1,4 mm dick sein.

### 3. Massnahmen an Signal- und Fernmeldeanlagen

In den Schaltungen der Signal- und Fernmeldeanlagen ist auf Erdfreiheit und beste Symmetrie zu achten. In allen mit Wechselstrom arbeitenden Schaltungen kann man durch Abriegeln mit Übertragern unzulässig hohe Beeinflussungsspannungen vermeiden. Bei der Wahl neuer Systeme sollte man daran denken, dass mit Zunahme der Frequenz die Beeinflussung abnimmt. Dem steht natürlich die Grenzfrequenz des Kabels, besonders eines pupinisierten Kabels, hemmend entgegen.

Wie bekannt, werden die Signal- und Fernmeldeanlagen bei Thyristorbetrieb auch durch geradzahlige Vielfache beeinflusst. Die Gleisstromkreise der Signalanlagen der Deutschen Bundesbahnen arbeiten mit 100 Hz, also der 6. Harmonischen von 16 $\frac{2}{3}$  Hz. Durch diese Harmonische können in den Gleisstromkreisen unerwünschte Fehlzustände auftreten.

In einschienig isolierten Gleisstromkreisen können bei freiem Abschnitt die Motorrelais ggf abfallen, da die Transformatoren ihre Sättigung erreichen können. Es entsteht dann zur Unzeit das Signalbild «besetzt».

In besetzten, einschienig isolierten Gleisstromkreisen entsteht die grösste Beeinflussung, wenn die letzte Achse des Zuges unmittelbar bei der Speisestelle steht. Wenn der 100-Hz-Spannungsabfall an der Erdschiene gleich der Nutzspeisung wird, kann das Motorrelais u. U. anziehen und betriebsgefährdend «frei» zeigen. Die Deutsche Bundesbahn wird daher die Schutz- und Dämpfungswiderstände zwischen dem Gleis und den Gleiskreistransformatoren durch 100-Hz-Resonanzkreise ersetzen und die nicht isolierten Schienen der Gleise miteinander geschweisst oder gelötet gut vermaschen. Ausserdem werden die Transformatoren an die Länge der Abschnitte angepasst und durch Transformatoren mit Luftspalt ersetzt. Diese Massnahmen verhindern, dass die 100-Hz-Störspannung am Motorrelais über die festgelegte Grenze von 25 % der Anzugsspannung ansteigt.

Bei zweischienig isolierten Abschnitten mit Gleisdrosselspulen können ebenfalls unerwünschte Signalbilder entstehen, wenn die Triebstromrückführung, besonders infolge von Verbindungen mit metallischen Bauwerken, z. B. Masten, unsymmetrisch wird. Zur Abhilfe kann man hier die metallischen Bauwerke über Überspannungssicherungen mit den Schienen verbinden. Die Untersuchungen an diesen zweischienig isolierten Abschnitten sind jedoch noch nicht abgeschlossen. In neuen Signalanlagen werden künftig elektronische Achszählkreise verwendet werden.

### 4. Schlussbetrachtung

Die durch thyristorgesteuerte Triebfahrzeuge verursachten Beeinflussungen der Signal- und Fernmeldeanlagen lassen sich — teilweise allerdings mit erheblichem Aufwand — beherrschen. Die zusätzlichen Aufwendungen für die signal- und fernmeldetechnischen Anlagen dürften in der Regel geringer sein, als die durch die Thyristorsteuerung erzielbaren Vorteile auf der Traktionsseite.

#### Adresse des Autors:

W. Leitenberger, Bundesbahnberrat, Dezernent 66 des Bundesbahn-Zentralamtes München, D-8000 München.