

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 93 (1975)  
**Heft:** 29/30

**Artikel:** Die Triebwagenzüge RABDe8/16 Nr. 2001-2004 der SBB  
**Autor:** Chapuis, Daniel / Gerber, Martin / Goetschi, Heinrich  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-72786>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 23.02.2026

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

## 4. Elektrischer Teil

### 4.1 Hauptstromkreise

#### 4.1.1 Hochspannungseinrichtung

Die Stromabnahme erfolgt je Triebwagen über einen einzigen Pantographen 1 (Bild 8), der sich auf dem hinteren Teil des Triebwagens befindet. Die Hochspannungsleitung führt durch die Einstiegsplattform zum Haupttransformator 6. In ihr sind eingebaut, ein Spannungsmesswandler 2 16000/130 V, 60 VA, ein Schnellschalter 3, Bauart DBTF 20i 200, zum Schutz der elektrischen Einrichtung, mit einem Erdungsschalter, ein Überspannungsableiter 4 und ein Stromwandler für den Primärstrom. Zur Rückführung des Stromes sind vier Achsenden des Triebwagens mit Erdungsbürsten ausgerüstet.

#### 4.1.2 Haupttransformator

Der Einphasenwechselstrom-Transformator 7 mit einer Dauerleistung von 1100 kVA enthält eine Primärwicklung mit einer 1000 V-Anzapfung für die Heizung, die Traktionswicklungen und eine Tertiärwicklung mit 120-V-Mittelanschluss, welche die Hilfsbetriebe mit 240 V speist. Zwischen der Primärwicklung und den Traktionswicklungen befindet sich ein elektrostatischer Schirm, um – zum Schutze gegen von aussen kommende Überspannungen – zwischen diesen Wicklungen eine kapazitive Trennung zu erreichen. Zwei von den drei Traktionswicklungen, die jede eine Leerlaufspannung von 450 V abgeben und von denen eine einen Mittelanschluss mit 225 V besitzt, speisen die Anker und die Serie-Erregerwicklungen der Fahrmotoren. Die dritte Wicklung – mit einer Leerlaufspannung von 121 V – speist die Fremderregungs- wicklungen der Fahrmotoren.

Der Haupttransformator besitzt beim Betrieb der Fahrmotoren im Stundenpunkt eine Kurzschlussspannung von

7%. Wegen des dadurch vorhandenen Schutzes bei Kurzschluss konnten der Hauptstromrichter und seine Schutzeinrichtung knapp bemessen werden. Der Transformator befindet sich in einem mit Öl gefüllten Kessel, der zugleich die Glättungs-drosselspule enthält. Für die Wärmeableitung sorgt ein ebenfalls unter dem Wagenboden angeordneter Kühler. In den Öl-Kreislauf ist eine 0,88-kW-Pumpe eingebaut, die 600 l/min fördert. Zur Kühlung dient ein Ventilator von 4 m<sup>3</sup>/s.

#### 4.1.3 Fahrmotor-Stromkreise

Die Ausrüstung der Fahrmotor-Stromkreise setzt sich zusammen aus einem Hauptstromrichter 8, der die Anker und die Serie-Erregerwicklungen der Fahrmotoren über eine Glättungs-drosselspule speist, einem die Fremderregerwicklungen der Fahrmotoren speisenden Erregerstromrichter, vier Fahrmotoren 9, die bei elektrischer Bremsung auf die Bremswiderstände 10 arbeiten, sowie zwei Umschaltern für Fahren und Bremsen 14 mit elektropneumatischer Steuerung.

Die Schaltung dieser Apparate für Fahren und Bremsen ist auf Bild 9 dargestellt. Der Hauptstromrichter 5 besteht aus mehreren halbgesteuerten Brücken in Serie, wodurch sich ein vollkommen statisches Schaltungssystem ergibt. Diese Aufteilung der Sekundärspannung bezweckt, den Oberwellengehalt für den gesamten Zugkraft-/Geschwindigkeitsbereich so niedrig als möglich zu halten. Dazu besteht der erste Teil des Stromrichters aus zwei Thyristorzweigen und einem Freilaufdiodenzweig. Jedem Thyristorzweig entspricht ein Viertel der Sekundärspannung. Der zweite Teil ist gebildet aus einem Thyristor- und einem Freilaufdiodenzweig, welche zusammen eine halb steuerbare Brücke bilden. Diese gibt die Hälfte der Sekundärspannung ab.

Die Abwicklung der Arbeitssequenzen des Hauptstrom-

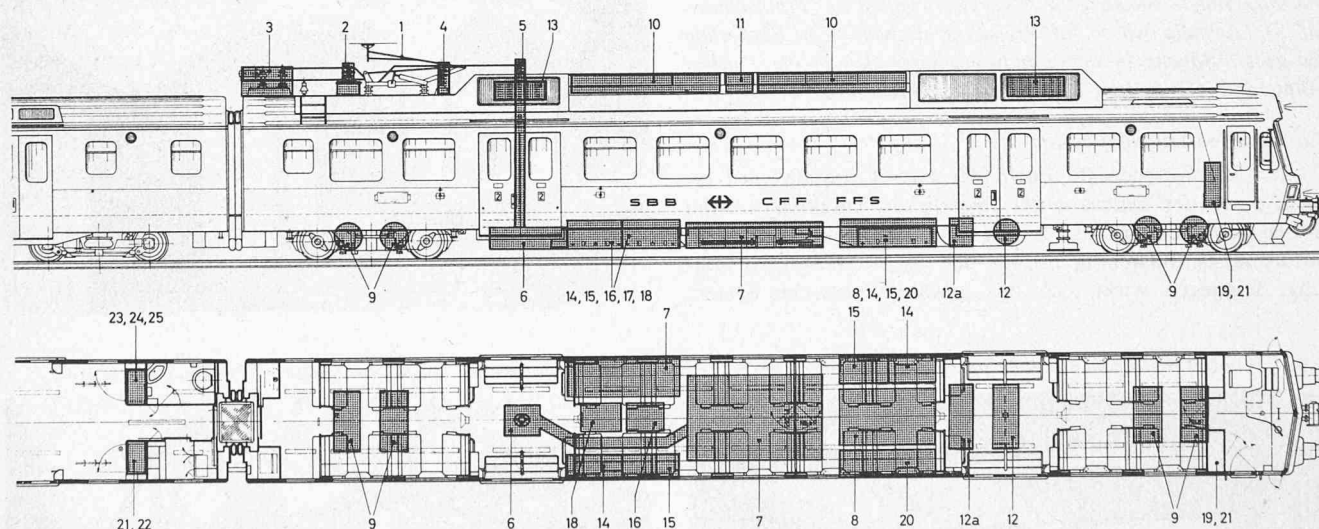


Bild 8. Anordnung der elektrischen Apparate

- 1 Stromabnehmer
- 2 Spannungsmesswandler
- 3 Hauptschalter
- 4 Überspannungsableiter
- 5 Hochspannungseinführung
- 6 Hochspannungsleitung unter dem Triebwagen RBe 4/4
- 7 Haupttransformator mit Drosselspule
- 8 Hauptstromrichter, mit Erregerstromrichter und Hilfsstromrichter
- 9 Fahrmotoren

- 10 Bremswiderstände
- 11 Shunts für Fahrmotoren (Hauptpole)
- 12 Ventilatorgruppe zu Haupttransformator und Hauptstromrichter
- 12a Kühler
- 13 Fahrmotoren-Ventilatorgruppe
- 14 Schalter für Fahren-Bremsen
- 15 Fahrmotoren-Trennhüpf
- 16 Batterieladegerät
- 17 Beleuchtungsbatterien und Steuerstrombatterien
- 18 Kompressor

- 19 Elektronische Geräte SAAS für Geschwindigkeitsregelung und Schleuderschutz
- 20 Elektronische Geräte BBC für Zündwinkelsteuerung
- 21 Elektronische Geräte HAG für Weg- und Geschwindigkeitsmessung
- 22 Elektronische Geräte BBC für Linienzugbeeinflussung
- 23 Zugsicherungsapparat
- 24 Verstärker für Lautsprecheranlage
- 25 Telephonie LZB

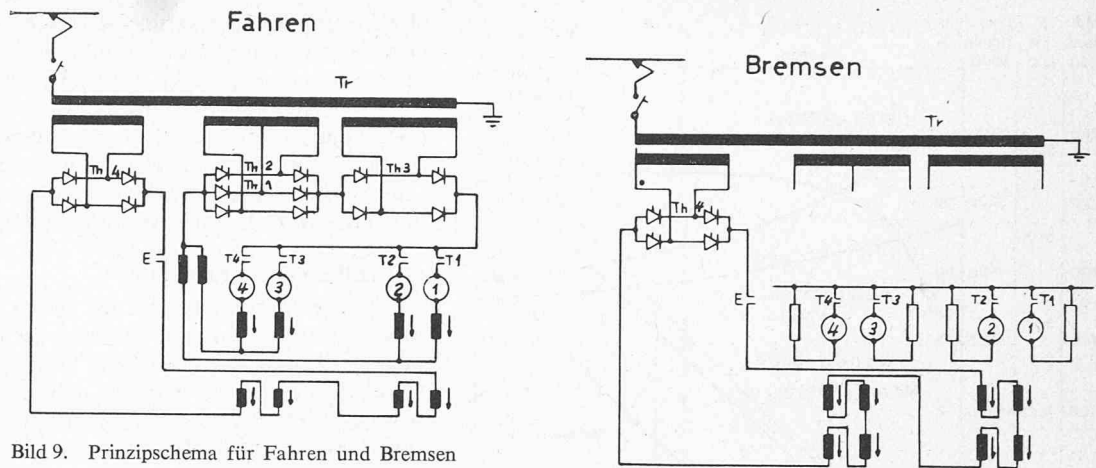


Bild 9. Prinzipschema für Fahren und Bremsen

richters ist in den Bildern 10 und 11 dargestellt. Dabei zeigt Bild 12 das Steuerprogramm der Stromrichterschaltung, mit dem Verhältnis zwischen der Sekundärspannung am jeweiligen Arbeitspunkt und der Gesamtsekundärspannung  $U_s/U_{s\max}$  auf der Abszisse und dem zugehörigen Zündwinkel  $\alpha$  der Thyristoren auf der Ordinate.

Die einzelnen Thyristorwege werden nach folgendem Programm angesteuert:

**Erste Stufe:** von 0 bis  $1/4$ -Spannung. Der Zweig TH1 öffnet sich durch fortschreitende Verkleinerung des Zündwinkels von  $180^\circ$  auf  $0^\circ$ ; die beiden anderen Thyristorzweige sind gesperrt und lassen keinen Strom durch. Bei voller Aussteuerung des Zweiges TH1 steht an den Stromrichterklemmen das Viertel der Sekundärspannung an.

**Zweite Stufe:** von der  $1/4$ - zur  $1/2$ -Spannung. Der Zweig TH1 bleibt angesteuert. Gleichzeitig wird der Zündwinkel der Thyristoren des Zweiges TH2 fortschreitend von  $180^\circ$  auf  $0^\circ$  verändert. Die vollständige Aussteuerung der Zweige TH1 und TH2 bewirkt an den Stromrichterklemmen die Hälfte der Sekundärspannung.

**Dritte Stufe:** Umschaltung von der ersten zur zweiten Sekundärwicklung. Diese wird vollzogen durch die Sperrung der beiden Zweige TH1 und TH2 und die gleichzeitige Aussteuerung des Zweiges TH3 der Halbspannungsbrücke. Somit wird die Hälfte der Sekundärspannung durch die zweite Sekundärwicklung des Transformators geliefert.

**Vierte Stufe:** Von der  $1/2$ - zur  $3/4$ -Spannung. Wie bei der ersten Stufe, wird der Zweig TH1 durch fortschreitende Verkleinerung des Zündwinkels von  $180^\circ$  auf  $0^\circ$  geöffnet.

**Fünfte Stufe:** Von der  $3/4$ - zur vollen Spannung. Wie bei der zweiten Stufe bleibt der Zweig TH1 angesteuert. Gleichzeitig wird der Zündwinkel der Thyristoren des Zweiges TH2 von  $180^\circ$  auf  $0^\circ$  verändert. Der volle Wert der Sekundärspannung wird erreicht, wenn alle Thyristoren der halb steuerbaren Brücken angesteuert sind.

Jeder Thyristor ist spannungsmässig so bemessen, dass er als Sperrspannung die halbe Sekundärspannung aushält. Als Schutz vor Überströmen dienen in Serie zu den Thyristoren geschaltete flinke 400-A-/800-V-Sicherungen.

Das Betriebsverhalten des Stromrichterblockes wird in zwei Varianten erprobt: Davon ist die erste für Luftkühlung gebaut. Die einzelnen Bausteine sind steckbar und von der Triebwagenunterseite zugänglich. Da Verschmutzungen nicht ausgeschlossen sind, wurde die zweite Variante für Ölkühlung konzipiert. Eine Pumpe setzt das Öl aus dem Kessel, in dem sich der Stromrichter befindet, in Umlauf. Der Kühler ist mit dem Transformator Kühler zusammen im gleichen Block

angeordnet. Zur Kühlung dient in beiden Fällen der Ventilator des Transformators.

Die Glättungsdrrosselspule besteht aus zwei Wicklungen, die beide auf einem eigenen Kern montiert sind. Jede Wicklung ist mit zwei parallelgeschalteten Fahrmotoren verbunden. Der Effektivwert des Dauerstroms beträgt 705 A, ein Wert, bei dem der Welligkeitsgrad 35% erreicht, während die Grundfrequenz der Wechselstromkomponente  $33\frac{1}{3}$  Hz beträgt.

Der Erregerstromrichter ist eine voll steuerbare Thyristorbrücke, aufgebaut im gleichen Block wie der Hauptstromrichter. Er ermöglicht es, den Wert des Fremderregerstroms der Fahrmotoren zu regulieren und damit das Fahrmotorfeld kontinuierlich anzupassen. Dadurch lässt sich z.B. im oberen Geschwindigkeitsbereich bei voll angesteuertem Hauptstromrichter durch Feldschwächung die Zugkraft vergrössern. Ferner kann bei elektrischer Bremsung die Bremskraft rasch und genau auf den erforderlichen Wert reguliert werden. Bild 12 zeigt das Steuerprogramm.

Die Kenngrößen der vierpoligen Fahrmotoren (Typ 4 FK 2846), deren Kennlinien auf Bild 13 dargestellt sind, sind in Tabelle 3 zusammengestellt. Der Rotor besitzt eine Eisenlänge von 280 mm, einen Durchmesser von 380 mm, während der Kollektor, bei einer Länge von 120 mm, einen Durchmesser von 320 mm aufweist. Die maximale Umfangsgeschwindigkeit des Kollektors beträgt 49,6 m/s. Die Motoren sind für Fremdventilation mit 45 m<sup>3</sup>/min ausgelegt. Die gemischte Erregung hat ferner den Vorteil, dass beim Schleudern eines Radsatzes sein Antriebsmoment stark abfällt, so dass ein günstiges Verhalten beim Beschleunigen des Zuges an der Adhäsionsgrenze erreicht wird. Die Bremswiderstände 10 (Bild 10) werden auf natürliche Weise belüftet. Sie sind auf dem Triebwagendach angeordnet und bestehen aus gewelltem Stahlband auf genormten Rahmen.

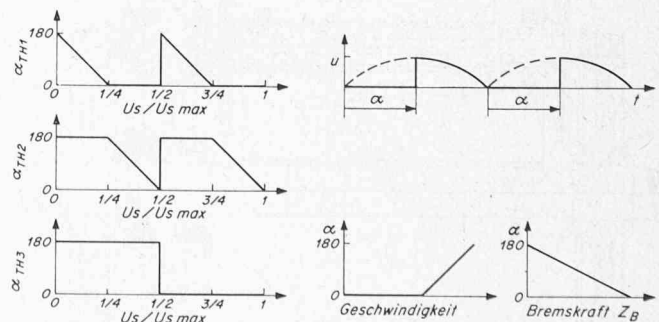


Bild 10 (oben rechts). Definition des Zündwinkels

Bild 11 (links). Steuerprogramm des Hauptstromrichters

Bild 12 (unten links). Steuerprogramm des Erregerstromrichters für Fahren und Bremsen



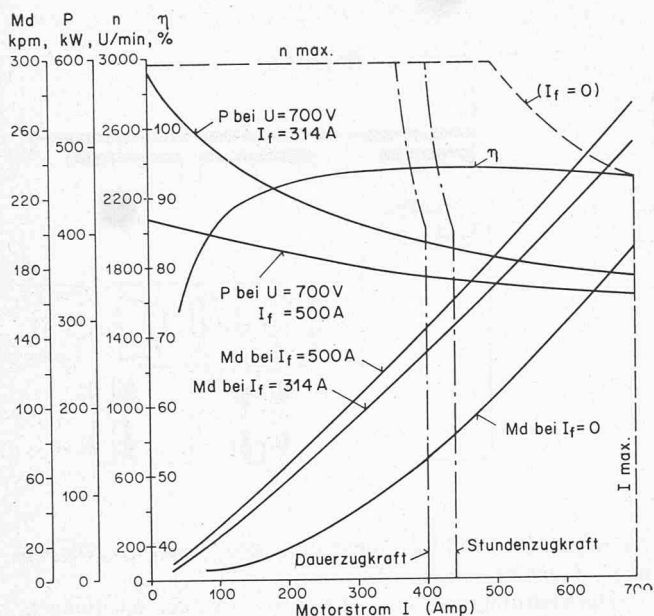


Bild 13. Kennlinien des Motors 4 FKC 2846

Tabelle 3. Kenngrößen der Fahrmotoren

Betriebsart		dauernd	1 Stunde	Maximum
Leistung an der Welle	P	262	288	— kW
Spannung	U	700	700	900 V
Stromstärke	I	400	440	700 A
Fremderregerstrom	I <sub>f</sub>	314	314	500 A
Drehzahl	n	1955	1920	2965 U/min
Drehmoment	Md	131	146,2	274 mkp

## 4.2 Antriebe

Der Wellenstrommotor wird mit einer gleichgerichteten Spannung – wie bereits erwähnt – über eine Glättungsdröselspule gespeist. Durch die herabgesetzte Welligkeit des Fahrmotorstroms wird die Pulsation des Antriebsmomentes verkleinert, so dass die Drehelastizität der Achsantriebe entsprechend geringer ausgelegt werden konnte. Aus diesem Grund war es möglich, den konstruktiv einfachen Lamellenantrieb von Sécheron nach Bild 14 zu wählen. Bei ihm sind die Stahllamellen entsprechend den Seiten eines Quadrates angeordnet und lemniskatenförmig geformt, damit die resultierende Beanspruchung infolge der Zug-, Biege- und Torsionskräfte über die ganze Länge möglichst gleich verteilt ist.

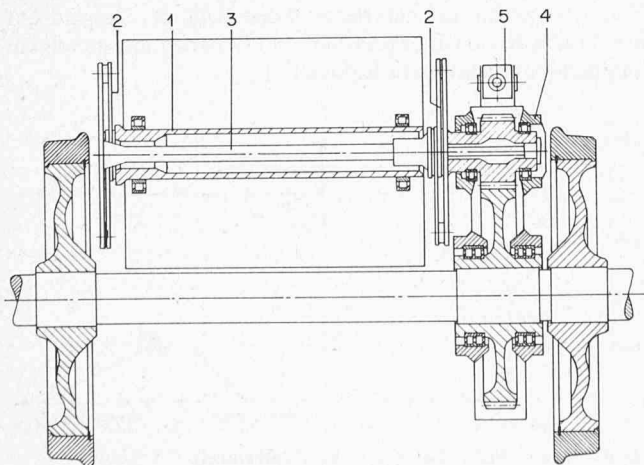


Bild 14. Querschnitt durch den Sécheron-Lamellenantrieb. 1 Hohlwelle des Rotors, 2 Lamellen, 3 Torsionswelle, 4 Antriebsgehäuse, 5 Drehmomentstütze

Eine vertikale Verlagerung der Achse zum Drehgestell bei Unebenheiten der Fahrbahn führt zu einer Schrägstellung der Torsionswelle gegenüber der Achse und gleichzeitig zu einer tangentialen Drehbewegung der Torsionswelle. Die Elastizität der Lamellen ermöglicht die Aufnahme der aus der Schrägstellung der Torsionswelle resultierenden Kräfte, während die Torsionswelle sowohl die Tangentialdrehbewegung als auch die Welligkeit des Motordrehmoments dämpft.

## 4.3 Hilfsbetriebsstromkreise

Diese Stromkreise werden durch eine eigene Wicklung des Haupttransformators gespeist; die Wicklung ist mit einem Mittelanschluss versehen und liefert die 220-V- sowie die 100-V-Spannung. Es bestehen drei verschiedene Stromkreise, nämlich: 220 V Wechselstrom 16 $\frac{2}{3}$  Hz, 110 V Wechselstrom 16 $\frac{2}{3}$  Hz, 110–220 V Wellenstrom 33 $\frac{1}{3}$  Hz.

### 4.3.1 220-V-Wechselstromkreis

Dieser Kreis umfasst: den Antriebsmotor des Kompressors, die Asynchronmotoren mit Hilfsphase für den Antrieb der Ölpumpen (für Haupttransformator und Stromrichter für die Variante mit ölgekühltem Gleichrichter), den ebenfalls asynchronen Motor mit Hilfsphase für den Antrieb des Kompressors des Führerstand-Kühlsystems sowie die Heizung des Führerstandes und der Frontscheiben. Im weiteren wird die 220-V-/16 $\frac{2}{3}$ -Hz-Wechselstromspannung an den Steuerelektronikblock des Hauptstromrichters abgegeben, wo sie die Synchronisierung übernimmt, wenn die Hilfsbetriebsstromkreise an eine Depotsteckdose angeschlossen sind.

### 4.3.2 110-V-Wechselstromkreis

Dieser Kreis heizt die folgenden, ausserhalb des Triebwagenkastens befindlichen Aggregate, deren Funktionieren durch tiefe Aussentemperaturen beeinträchtigt werden könnte: den pneumatischen Kuppler der Frontkupplung, die Umschalter für Fahren und Bremsen, die Trennhüpfen der Fahrmotoren und den Heizhüpfen.

### 4.3.3 110–220-V-Wellenstromkreis

Die Spannung dieses Stromkreises liefert ein aus zwei Thyristorzweigen und einem Freilaufdiodenzweig zusammengesetzter Stromrichter in wechselstromseitiger Folgeschaltung. Dadurch ist es möglich, die Aggregate dieses Stromkreises mit zwei Gleichspannungen von 110 und 220 V, mit einer völlig statischen Schaltung, zu speisen. Es handelt sich um die Ventilatorgruppen für die Fahrmotoren sowie den Haupttransformator, wobei je nach Aussteuerung des Hilfsstromrichters zwei Drehgeschwindigkeiten für schwache Belüftung (100 V) und für starke Belüftung (220 V) entstehen.

Die Aggregate der Hilfsbetriebsstromkreise werden durch Schaltautomaten geschützt; eine Ausnahme bildet die Sicherung für den Kompressor-Antriebsmotor, da dessen Nennstrom für Schaltautomaten zu gross ist.

Wie bei Triebfahrzeugen üblich, können die Stromkreise der Hilfsbetriebe beim Unterhalt in einem Depot über einen 220-V-/16 $\frac{2}{3}$ -Hz-Anschluss gespeist werden. In diesem Fall ist es möglich, den 110-V-Hilfswechselstromkreis zu speisen, da der Haupttransformator durch den Depotumschalter – um Gefährdung von Personen zu vermeiden – aus dem Stromkreis ausgeschaltet wird. Im 110–220-V-Wellenstromkreis steht dann nur die Spannung von 220 V an.

## 4.4 Steuerstromkreise

Diese Kreise entsprechen im Prinzip denjenigen der übrigen modernen Triebfahrzeuge. Zwei Unterschiede verdienen jedoch, hervorgehoben zu werden, nämlich erstens die Anzeige des Schaltzustandes der Hauptschalter. Ein Hilfskontakt auf dem Hauptschalter ermöglicht in ausgeschalteter

Stellung die Speisung einer Stromquelle, die über eine Ader der Vielfachleitung einen Strom an ein Strommessgerät im besetzten Führerstand abgibt. Dieses Gerät zeigt die Zahl von Hauptschaltern an, die innerhalb des Zuges ausgeschaltet sind, was insbesondere in Kombination mit Störungsmeldungen für den Lokführer eine wertvolle Orientierung darstellt. Zweitens der *Umschalter für Fahren und Bremsen*. Das Abschalten von elektrisch gestörten Motoren eines Drehgestells mit dem Abtrennschalter, der die Speisung der Trennhüpfen unterbindet, hat zur Folge, dass der zu diesem Drehgestell gehörende Umschalter für Fahren und Bremsen die Stellung 0 einnimmt. Dadurch werden die Fremderregerwicklungen der gestörten Motoren abgetrennt und überbrückt, so dass die Fremderregung der in Betrieb bleibenden Motoren weiterhin normal gespeist wird. Die Stellung des Umschalters für Fahren und Bremsen wird auf einer im Führerstand unmittelbar neben dem Abtrennschalter befindlichen Lampen-tafel angezeigt.

#### 4.5 Überwachung von Störungen

Die Meldung von Störungen im Triebzug ist auf folgende Weise zentralisiert: Auf jedem Triebwagen befindet sich im Apparateschrank hinter dem Führersitz eine Störungsüberwachungstafel. Auf dieser wird jede auf dem Triebwagen aufgetretene Störung durch eine Meldelampe auf einem elektronischen Gerät angezeigt, welches das Störungssignal speichert. Mit einer Rückstelltaste lässt sich dieses löschen, was das nachfolgende Wiedereinschalten des betroffenen Triebwagens ermöglicht. Jede potentielle Störungsquelle besitzt auf dieser Tafel ihr eigenes Speicher- und Anzeigegerät. Sobald eines dieser Geräte anspricht, speist es eine an der Decke des zugehörigen Führerstandes angeordnete Summen-Meldelampe und über die Vielfachleitung eine entsprechende Lampe auf dem Führerpult des besetzten Führerstandes. Dadurch kann der Lokführer, wenn auf seinem Pult eine Störung angezeigt wird, dem Triebzug entlang gehen und sofort feststellen, welcher Triebwagen gestört ist. Eine Tabelle im Schrank, der die Störungsüberwachungstafel enthält, zeigt ihm sogleich die Störquelle an, die zu dem Gerät gehört, das angesprochen hat. Daraufhin kann der Lokführer die notwendigen Massnahmen treffen.

#### 4.6 Stromkreise für Heizung und Belüftung

Diese Kreise werden durch eine Leitung mit zwei Adern gespeist, von denen die eine die Spannung von 100 V/16 $\frac{2}{3}$  Hz liefert und an eine feste Vorheizanlage angeschlossen werden kann, während die andere den Stromrückfluss sicherstellt. Die Heizleitung ist nicht über die Frontkupplung geführt, so dass zusammengekuppelte Triebzüge voneinander unabhängig sind.

Bei allen Triebzügen wird die Heizleitung nur durch einen der beiden Triebwagen, dessen Wahl im Zwischenwagen AD vor sich geht, gespeist. In diesem Wagen erregt der Einschaltbefehl für die Hauptschalter über ein Verzögerungselement, das für eine Verzögerung von zwei Sekunden eingestellt ist, ein Wahlrelais. Solange dieses nicht erregt ist, schaltet der Heizhüpfen des auf der Seite des Gepäckabteils angekuppelten Triebwagens ein. Stellt sich daraufhin die Heizspannung ein, unterbricht ein spannungsempfindliches Relais den verzögerten Einschaltvorgang des Wahlrelais. Erscheint die Heizspannung nicht, spricht nach zwei Sekunden das Wahlrelais an und übermittelt den Einschaltbefehl an den Heizhüpfen des zweiten Triebwagens. Der Wahlvorgang wird bei jedem Einschalten der Hauptschalter wiederholt. Dabei werden die Heizstromkreise unter Spannung gesetzt, sobald die Haupttransformatoren die nötige Energie zu liefern in der Lage sind.

Jeder Trieb- oder Zwischenwagen besitzt seinen eigenen

Heizungs- und Belüftungsstromkreis, dessen Funktionieren vom Rest des Triebzuges völlig unabhängig ist, sofern die Spannung von 1000 V/16 $\frac{2}{3}$  Hz in der Heizleitung vorhanden ist.

Der Heizungs- und Belüftungsstromkreis arbeitet mit drei verschiedenen Spannungen; dies bereitet bei der Konstruktion der entsprechenden Schalttafeln etwelche Schwierigkeiten, da Wechselwirkungen zwischen diesen Spannungen vermieden werden müssen.

Die Widerstände für die Heizung der Frischluft werden direkt mit der Spannung von 1000 V/16 $\frac{2}{3}$  Hz gespeist. Die Ventilatorgruppen werden mit einer Spannung von 220 V versorgt, welche von einem stromkreiseigenen 1000-V-/220-V-Transformator geliefert wird. Dieser Transformator liefert auch die 220-V-Spannung für den Ladestromrichter der Steuer- und Beleuchtungsbatterien. Die Steuerstromkreise für die Heizung und Belüftung werden mit der 36-V-Gleichspannung der Batterien gespeist.

#### 4.7 Elektronik für Steuerung und Regelung der Geschwindigkeit

Gleich wie auf den Vorortstriebzügen der ersten Generation, den RABDe 12/12, ermöglicht eine elektronische Anlage für Steuerung und Regelung der Geschwindigkeit, die installierte Leistung bestmöglich auszunutzen. So kann das im Vorortverkehr erforderliche sehr bedrängte Fahrdiagramm eingehalten und dem Lokführer eine ermüdende Menge notwendiger Steuerbefehle erspart werden.

Ein vom Lokführer bedienter Winkeltransmitter vermittelt einen Geschwindigkeits-Bezugswert  $v_0$ . Dieser Wert wird an den sog. Sendeteil weitergegeben, dessen Hauptfunktion darin besteht, einen Fahr- oder Bremsbefehl zu erteilen und einen Strom-Bezugswert  $I_0$  zu ermitteln. Massgebend für diese beiden Funktionen ist die Grösse der Momentan-Geschwindigkeit, welche von den Achsgebern festgestellt wird. Der Strombezugswert  $I_0$  wird alsdann im sog. Empfangsteil von sämtlichen über die Vielfachleitung an den besetzten Führerstand angeschlossenen Triebwagen übernommen. Der genannte, mit den verschiedenen Motor- und Erregerstrommessungen verglichene Bezugswert  $I_0$  liefert eine von der Elektronik für die Steuerung des Zündwinkels der Thyristoren der verschiedenen Stromrichterbrücken verwendete Steuerspannung und wirkt auf diese Weise auf die Zugkraft ein. Der Schleuderschutz sowie die Steuerung der pneumatischen Bremse sind im Empfangsteil mitenthalten.

##### 4.7.1 Sendeteil

Der Sendeteil wird gesteuert durch:

- die Werte des Geschwindigkeits-Bezugswertes  $v_0$  des Winkeltransmitters oder der Linienzugbeeinflussung (beschrieben im Abschnitt 4.8), wobei die kleinere der beiden Werte übernommen wird
- die Beschleunigungscharakteristiken, die mit Hilfe von zwei Umschaltern eingestellt werden können, entsprechend der Zahl der eingereichten Zwischenwagen sowie nach Massgabe einer möglichen Begrenzung des Energieverbrauchs beim Anfahren durch Reduktion des Beschleunigungshöchstwertes
- die Verzögerungscharakteristiken, deren Wert der Lokführer durch die Stellung seines Fahrschalters verändern kann, um nötigenfalls eine verstärkte Bremsung zu erreichen, ohne die Notbremse in Anspruch nehmen zu müssen
- den Wert der wirklichen Geschwindigkeit, gemessen auf dem Zwischenwagen AD.

Der Vergleich zwischen der wirklichen und dem Geschwindigkeits-Bezugswert ergibt das Signal DV. Dieses steuert die Befehlsausgabe (Trigger) für «Fahren» oder «Bremsen», welche über die Vielfachleitung übertragen wird. Die Gegenüberstellung der gewählten Beschleunigungs-Charakteristik und der wirklichen Geschwindigkeit ergibt



einen Beschleunigungsbezugswert  $\gamma_0$ , der, beim Vergleich mit dem Signal DV, die Ermittlung des Strombezugswertes  $I_0$  für Fahren und Bremsen ermöglicht. Das Signal  $I_0$  wird ebenfalls über die Vielfachleitung weitergegeben. Die Analyse der momentanen zeitlichen Änderung des Geschwindigkeits-Bezugswertes  $v_0$  wird verwendet, um den Sicherheitsapparat mit Wachsamkeitskontrolle zurückzustellen sowie – bei positiver Änderung und Leerlauf des Zuges – den Leerlauf aufzuheben.

#### 4.7.2 Empfangsteil

Eine Verriegelung sperrt den Strombezugswert  $I_0$ , solange die gesamte elektrische Ausrüstung sich nicht in der Position Fahren oder Bremsen befindet. Ein weiteres Element verzögert diesen Wert  $I_0$ , damit Stösse infolge plötzlicher Änderungen von  $I_0$  vermieden werden. Beim Fahren wird  $I_0$  mit Hilfe von Funktionsbildnern verändert. Der mit der Messung des Erregerstroms verglichene, veränderte  $I_0$  liefert die Steuerspannung für die Zündwinkel-Steuerelektronik des Erregerstromrichters. Gleichzeitig wird  $I_0$  mit dem Höchstwert der Ankerstrommessungen verglichen. Die in Spannung gewandelte Differenz liefert die Steuerspannung für die Zündwinkel-Steuerelektronik der drei Thyristorzweige TH1, TH2 und TH3 des Hauptstromrichters.

Beim Bremsen wird der Bezugswert  $I_0$  mit dem Höchstwert der Ankerstrommessung verglichen. Die Differenz liefert der Zündwinkel-Steuerelektronik des Erregerstromrichters die Steuerspannung. Wenn der Erregerstrom seinen Höchstwert erreicht hat, wird er konstant gehalten.

#### 4.7.3 Schleuderschutz

Die auf einer Grosszahl der heute in Betrieb befindlichen Triebfahrzeuge eingesetzten Ausrüstungen sind mit einem Regulierpotentiometer versehen, mit welchem die Raddurchmesserunterschiede zwischen den einzelnen Triebachsen kompensiert werden können. Bei der Ausrüstung auf den 4 RABDe 8/16 ist das Potentiometer durch eine elektronische selbsttätige Regulierung ersetzt worden. Der Zweck dieses Systems liegt darin, dass keine Korrekturen mehr von Hand vorgenommen werden müssen, um der Radreifenabnutzung der Triebachsen Rechnung zu tragen.

Die von den an den Triebachsensenden montierten Impulsgebern gelieferten Frequenzen werden in drehzahlproportionale Gleichspannungen umgewandelt. Um die Raddurchmesserabweichungen zu kompensieren, werden die Spannungen mit einem Faktor multipliziert, der von der elektronischen Funktion, die das Korrektursignal abgibt, beeinflusst wird. Die Ableitung der Drehzahl-signale nach der Zeit ergibt das Abbild der Winkelbeschleunigungen der Räder. Die Heranziehung der Beschleunigung für die Berechnung der Drehzahlabweichung ermöglicht es, vom Beginn eines Schleudervorgangs an zu intervenieren, wobei die Raschheit der Intervention mit der Geschwindigkeit der Ermittlung des Phänomens, gegen das eingegriffen werden soll, proportional zunimmt.

Die untereinander verglichenen und durch das Bild der Winkelbeschleunigungen berichtigten Drehzahl-signale liefern zwei Signale, von denen eine Vergleichsvorrichtung den grössten Wert entnimmt. Diese Vorrichtung steuert einen Trigger, welcher das Schleudersignal liefert. Dieser Stromkreis löst auch ein Höchstdrehzahl-signal aus, das zur Steuerung eines Relais zum Schutz vor unzulässigen Fahrmotordrehzahlen benutzt wird. Der elektronische Korrekturstromkreis modifiziert längs der ganzen Strecke, wenn die Fahrmotorströme Null betragen, den Wert des Multiplikationsfaktors der Triebachsdrehzahlen derart, dass der gemessene Drehzahl-stand Null ist. Das so erzielte Korrektursignal wird

gespeichert, solange der Elektronik-kreis unter Spannung steht. Bei einem Speisungsunterbruch nimmt das Signal selbsttätig einen Mittelwert ein.

#### 4.8 Linienzugbeeinflussung

Während der Projektierungsarbeiten für den RABDe 8/16 zeigten Modellfallstudien für einen zukünftigen S-Bahn-Betrieb, dass, mit Rücksicht auf die Zugdichte in Stosszeiten, für die Fahrgeschwindigkeiten sowie die Länge der Züge ein sog. Kurzblock eingeführt werden müsste. Hierfür wären Signaldistanzen von 550 bzw. 160 m vorzusehen. Es versteht sich von selbst, dass zeitsparendes und sicheres Fahren mit Geschwindigkeiten bis 125 km/h anhand einer solchen, stets die Fahrbegriffe wechselnden Signalisierung für die Lokführer auf die Dauer nicht möglich ist. Beste Hilfe für diese Aufgabe verspricht die linienförmige Zugbeeinflussung (LZB).

Hier kam der Umstand gelegen, dass die SBB mit der LZB [3] bereits Versuche planten, um das auf internationaler Ebene entwickelte System [4] für universellen Einsatz praktisch zu erproben: Mit 6 Lokomotiven aus der Serie Re4/4<sup>II</sup> sollte auf den Strecken Lavorgo-Bodio und Turgi-Koblentz ein Versuchsbetrieb begonnen werden. Die entsprechende Ausrüstung für einen der 4 neuen RABDe 8/16 (Nr. 2004) wurde daher an die schon laufende Bestellung für die 6 Re4/4<sup>II</sup> angehängt.

Das LZB-System, welches in seinen Grundzügen bereits 1965 anlässlich der Internationalen Verkehrsausstellung (IVA) auf der Strecke München-Augsburg vorgeführt wurde, kann kurz wie folgt umrissen werden: Zwischen den ortsfesten Rechnerzentralen und den Zügen werden fortwährend Informationen in der Form von Telegrammen ausgetauscht. Die Züge geben laufend ihre Standorte und ihre Bremscharakteristiken den Rechnerzentralen bekannt. Diese ermitteln auf Grund der technischen Bedingungen der Strecke (Geschwindigkeitsprofil, Streckenneigung) und der Bremscharakteristiken der Züge die zulässige Geschwindigkeit und übermitteln diese in adressierten Telegrammen an die Züge zurück. Als Übertragungselemente dienen im Gleis verlegte sog. Linienleiterkabel (Bild 15) und Ferritstab-Antennen an den Triebfahrzeugen.

Die Rechnerzentrale braucht die Informationsermittlung nicht unbedingt auf das schützende Deckungssignal eines vorausfahrenden Zuges zu beziehen. Sie kann vielmehr zur Informationsermittlung für einen nachfolgenden Zug den Schluss des vorausfahrenden Zuges berücksichtigen. Dies bedeutet, dass die Züge in Bremswegabstand fahren (sog. fliegender Block oder «Fahrt auf elektrische Sicht»). Voraussetzungen für eine solche Fahrweise ist die Ausrüstung aller Züge auf der betreffenden Strecke mit Linienzugbeeinflussung und die Einführung einer laufenden internen Zug-schlussüberwachung auf jedem Zug. Beide Voraussetzungen können auf einer reinen S-Bahnstrecke ohne weiteres erfüllt werden, womit die Durchlässigkeit einer solchen Strecke aufs höchste gesteigert wird.

Damit die Möglichkeiten des fliegenden Blockes optimal ausgenutzt werden können, müssen die Züge mit einer sog. automatischen Fahr- und Bremssteuerung (AFB) ausgerüstet werden, welche die Fahrbefehle der LZB umsetzt und in die Steuerung des Traktionsteils eingreift. Dadurch wird ohne Zutun des Lokführers in jedem Augenblick die Geschwindigkeit des Zuges geregelt.

Da der RABDe 8/16 – wie der schon seit 1965 bestehende RABDe 12/12 – mit einer Geschwindigkeitssteuerung ausgerüstet ist, kann die AFB mit verhältnismässig kleinem Aufwand verwirklicht werden. In der bereits erwähnten Bestellung für den Triebzug Nr. 2004 sind die entsprechenden Funktionen inbegriffen. Versuche zur gründlichen Erprobung

des Zusammenspiels aller Teile sind auf der Strecke Turgi-Koblentz vorgesehen.

Da die LZB in Kombination mit AFB einen grossen Entwicklungsschritt darstellt, und da mit Änderungen auf Grund der Versuchsergebnisse gerechnet werden muss, wurde nur der Zug Nr. 2004 vollständig ausgerüstet. Bei den übrigen Zügen wurden nur dispositionsmässig und in der Auslegung der Geschwindigkeitsmess- und -anzeigeanlage die nötigen Vorkehrungen getroffen sowie die entsprechenden Kabelrohre verlegt.

Betriebsversuche mit einem nicht in jeder Beziehung identischen (aber kompatiblen) System der LZB sind seit einiger Zeit bei der DB auf der Stammstrecke der Münchner S-Bahn im Gange. Die Versuche bei den SBB sollen im gegenseitigen Einvernehmen mit der DB geführt werden und dadurch Betriebserfahrungen auf breiter Basis vermitteln.

#### 4.9 Weg- und Geschwindigkeitsmessanlage

Die bei den SBB erstmals auf den Re 6/6-Prototyploks eingesetzte Weg- und Geschwindigkeitsmessanlage Teloc-E [5] wurde für den neuen Vorortzug baukastenmässig erweitert. Die Anlage setzt sich nun zusammen aus (Bild 16) zwei elektronischen Achsimpulsgebern, welche die Fahrgeschwindigkeit des Zuges an zwei Achsen des Zwischenwagens AD abgreifen und als impulsförmige Wegsignale abgeben und dem Zentralgerät 1 im AD-Zwischenwagen (Bild 17). Dieses enthält:

die Speisung für den Eigenbedarf sowie für die Achsimpulsgeber

die Überwachung und Verarbeitung der impulsförmigen Wegsignale. Bei Abweichung des Raddurchmessers vom Nennwert (Abnutzung) kann die Auszählung der Impulse durch Handeingabe korrigiert werden. Die ermittelte Ist-Geschwindigkeit wird in der Form eines kontinuierlichen Binär-Codes (8 bit parallel anstehend) an die Anzeigegeräte in den Führerständen abgeben

die Registrierung der Geschwindigkeit und der Zugsicherungsmarken auf einem Papierstreifen sowie auf einer Farbscheibe (Restwegschreiber, welcher dank vergrösserter Wegauflösung bei gewissen Unregelmässigkeiten als Beweisstück dient), ferner die Registrierung der Zeit auf dem Papierstreifen

den Kilometerzähler (Totalisator)

den Sicherheitsapparat mit Wachsamkeitskontrolle

den Impulsgeber für Spurkranzschmierung

die sog. Geschwindigkeitsschwellen in der Form eines Relaisatzes, welcher durch Ansprechen bei bestimmten Geschwindigkeiten Funktionen, wie die schwach-/stark-Umschaltung der Fahrmotorventilation, steuert

die Uhr, welche die Tageszeit in codierter Form an die Anzeigegeräte in den Führerständen übermittelt.

Weiter gehören zur Messanlage:

ein *Zentralgerät 2* in jedem Triebwagen, welches die Speisung für die Anzeige auf den Führerpulten sowie einen km-Totalisator enthält. Dieser ist notwendig aus Unterhaltsgründen für die Triebwagen. Der herkömmliche mechanische Achsbüchstotalisator konnte nicht verwendet werden, da sämtliche Achsenden der Triebwagen bereits anderweitig belegt sind (Schleuderschutzgeber und Erdungsbürsten)

je ein *Bandanzeigegerät* auf dem Führerpult mit Anzeige von Ist- und Soll-Geschwindigkeit (durch eingefärbte Bänder) sowie der Uhrzeit in Ziffern, einer Stellvorrichtung für die Abblendung der Beleuchtung und einer Meldelampe für Störung an der Anlage. Ausserdem kann dieses Gerät – welches im Hinblick auf den späteren LZB-Betrieb konzi-

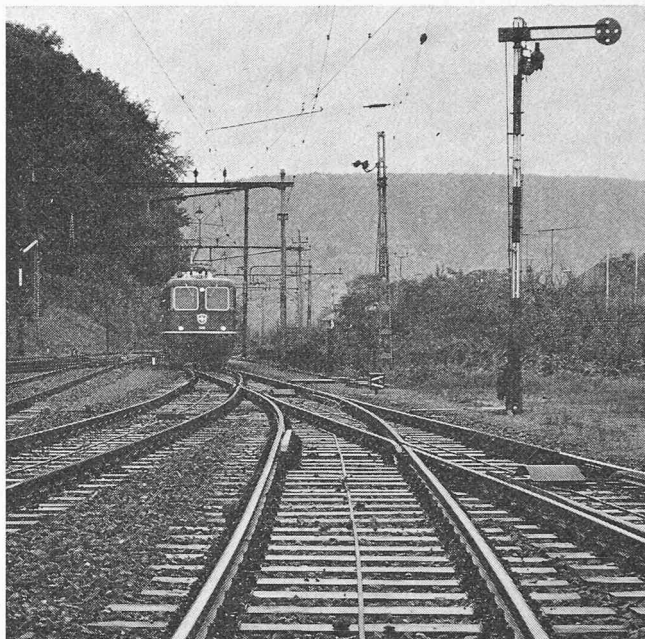


Bild 15. Linienleiteranlage und Re 4/4 II Nr. 11 380 mit LZB im Bahnhof Turgi

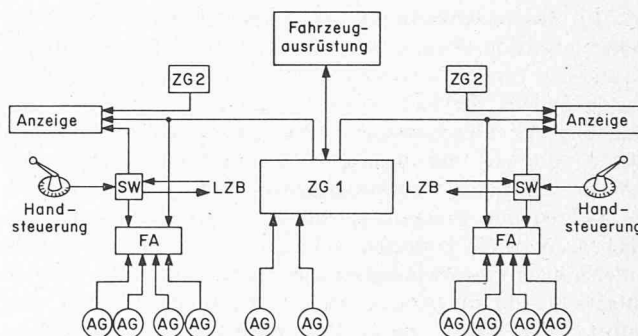
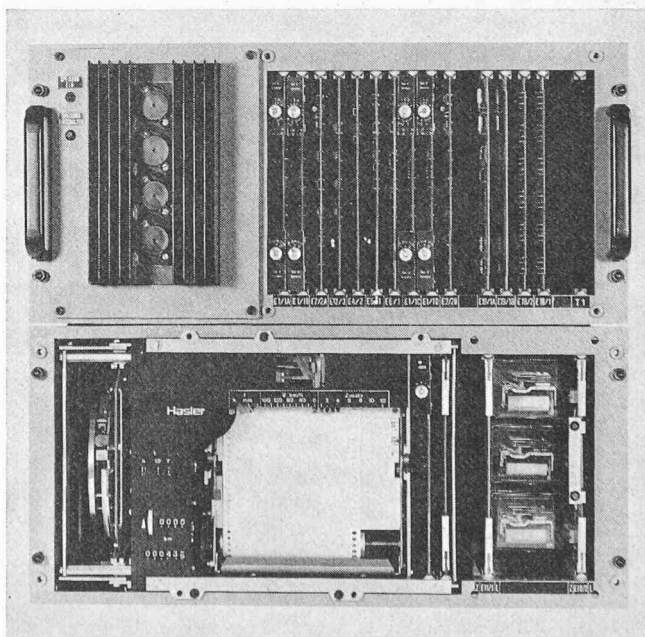


Bild 16. Übersichtsschema der Weg- und Geschwindigkeitsmessanlage

Bild 17. Zentralgerät 1 im AD-Zwischenwagen (geöffnet)





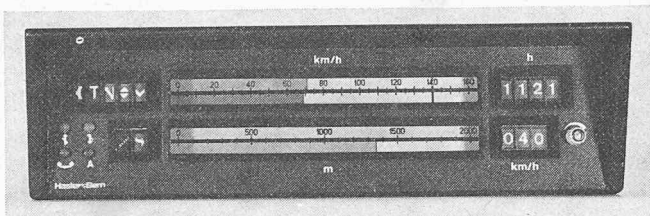


Bild 18. Bandanzeigegerät (mit Anzeigebeispielen)

piert ist – für die Anzeige der entsprechenden Informationen ausgerüstet werden (Bild 18)

je eine *Prüftaste* auf der Tafel E in den Führerständen, durch welche das einwandfreie Funktionieren der wichtigsten Anlagenteile im Stillstand des Zuges überprüft werden kann.

Aus Kostengründen wurde das Zentralgerät 1 (ZG 1) nur einmal, und zwar auf dem AD-Zwischenwagen, eingebaut. Für die Triebwagen verblieben dadurch nur noch einfache Satellitengeräte in der Form der Zentralgeräte 2 (ZG 2). Die damit sich logisch ergebende Anordnung der Impulsgeber am AD hat nebenbei den Vorteil, dass beim Beschleunigen an der Adhäsionsgrenze keine Fehlmessung durch den Schlupf der Triebäder entsteht. Nachteile dieser Konzentrierung sind mehr Kabel sowie der Umstand, dass ein Selbstfahrbetrieb der RBe 4/4-Triebwagen ohne AD-Zwischenwagen nicht möglich ist (ausgenommen für Verstellmanöver im Depot).

Im Zusammenhang mit der automatischen Geschwindigkeitsregulierung (Regulierung der Zug- bzw. Bremskraft auf Grund des Vergleichs zwischen Soll- und Ist-Geschwindigkeit) wurde Seitens der Bahn-Verwaltung eine zusätzliche Überwachung der Geschwindigkeitsmessanlage gefordert. Daher werden die von der Anlage erzeugten Impulse sowie diejenigen der beiden Achsimpulsgeber an die Steuerelektronik für Fahren und Bremsen geleitet und dort miteinander verglichen. Wird ein Unterschied in der Impulsfolge festgestellt, welcher einer Geschwindigkeitsdifferenz von mehr als 10 km/h entspricht, gilt die Anlage als gestört. In diesem Fall wird sofort der Fahrstrom sämtlicher Triebwagen, die in Vielfachsteuerung arbeiten, unterbrochen, eine Schnellbremsung eingeleitet und die Störung optisch im Führerstand angezeigt.

Bei Triebfahrzeugen mit LZB stellt die exakte Erfassung

nicht nur der Ist-Geschwindigkeit, sondern auch des zurückgelegten Fahrweges eine Sicherheitsfunktion dar, unabhängig davon, ob das Triebfahrzeug mit automatischer Fahr- und Bremssteuerung ausgerüstet ist oder ob «von Hand» gefahren wird. Während bei den Re 6/6 und den RABDe 8/16 2001 bis 03 die Anlage sog. einkanalig ist, musste sie für den Zug 2004 im Hinblick auf den LZB-Versuchsbetrieb – aus den genannten Sicherheitsgründen – zweikanalig konzipiert werden. Durch fortwährenden Vergleich der von den beiden Kanälen parallel ermittelten Geschwindigkeitswerte über Sicherheitskomparatoren (fail-safe-Technik) im LZB-Auswerteteil wird das Arbeiten der Anlage überwacht, bzw. die notwendige Sicherheit erreicht. Das nach diesem Konzept aufgebaute ZG 1 stellt somit einen Prototyp der neuen Gerätegeneration dar, welche bei künftigen Triebfahrzeugen mit LZB allgemein Einzug halten dürfte.

Das bei den Re 6/6-Prototyplokomotiven vorhandene Anzeigegerät mit Kreisskala wurde mit Rücksicht auf den künftigen LZB-Betrieb bereits bei allen vier Zügen durch ein Bandanzeigegerät ersetzt. Hier konnte das Prinzip des Baukastens insofern angewendet werden, als die Anzeige der Ist-Geschwindigkeit auf dem gleichen Code und der selben Technik beruht. Ausser der Ist-Geschwindigkeit und der Uhrzeit werden alle am Bandanzeigegerät sichtbar gemachten Informationen ausserhalb der Anlage erzeugt und an diese über galvanische Trennstufen abgegeben. Dies gilt zum Beispiel für die Soll-Geschwindigkeit, welche entweder vom Lokführer mit dem Fahrshalter (über Analog-Digital-Wandler) oder bei LZB-Betrieb durch die LZB eingegeben wird. Im Fall des LZB-Betriebes wird durch Kleinstwertauswahl dafür gesorgt, dass die kleinere der beiden Soll-Geschwindigkeiten angezeigt (und in die automatische Fahr- und Bremssteuerung eingegeben) wird. Bei LZB-Betrieb werden ferner angezeigt: Zieldistanz (Band), Zielgeschwindigkeit (Ziffern) sowie durch fensterförmige Indikatoren verschiedene Symbole, die zur Orientierung des Lokführers (sog. Signal- und Zusatzinformationen) auf das Triebfahrzeug übertragen werden. Die Anzeigebänder für Ist- und Soll-Geschwindigkeit liegen zur guten Vergleichbarkeit unmittelbar übereinander, das Anzeigeband für Zieldistanz ist zuunterst angeordnet.

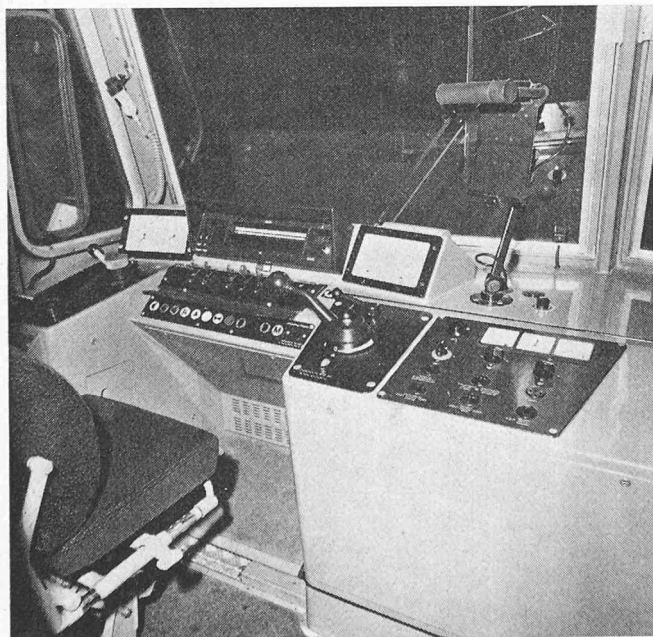
Alle drei Bänder sind gegen Bandriss gesichert, indem ein solcher durch eine Überwachungsschaltung festgestellt und mit der Meldelampe für Störung angezeigt wird. Ebenfalls gesichert ist die Anzeige derjenigen Signal- und Zusatzinformationen der LZB, welchen Sicherheitsaufgaben zukommen, indem der entsprechende Zustand der Indikatorlampen an die LZB-Apparatur zurückgemeldet wird. Diese Symbole erscheinen dann, wenn die LZB aus irgendwelchen Gründen nicht in der Lage ist, eine gültige Soll-Geschwindigkeit zu bilden (bzw. die Fahrgeschwindigkeit des Zuges zu überwachen) und daher die Verantwortung für die Weiterfahrt ausdrücklich an den Lokführer delegieren muss (zum Beispiel bei «Fahrt auf Sicht»).

#### 4.10 Führerstand

Der Führerstand entspricht im Prinzip den Standardführerständen, welche auf allen modernen Triebfahrzeugen der SBB (RBe 4/4, Vierstrom-TEE, Re 4/4<sup>II</sup>, RABDe 12/12, RE 4/4<sup>III</sup> und Re 6/6) eingerichtet sind. Wie auf den RABDe 12/12, wird die Soll-Geschwindigkeit vom Lokführer mit dem Fahrshalter eingegeben.

Die Innenausstattung des Führerstandes zeigt Bild 19. Im Sinne eines Versuches wurden die Führerstände mit Kühlgeräten ausgerüstet. Diese stammen aus der Automobilbranche: Es handelt sich um Lastwagengeräte, welche als sog. Dacheinheit auf dem Führerstanddach aufgesetzt werden (erkennbar im Titelbild) mit getrennt angeordnetem Kühlmittelkompressor.

Bild 19. Blick in den Führerstand RABDe 8/16





Die Dacheinheit enthält den Kühlmittelverflüssiger mit der zugehörigen Ventilation, den Verdampfer mit Ventilation sowie den Fühler des Thermostaten. Zum Antrieb des Kühlmittelkompressors dient beim Automobil eine Riemenscheibe am Verbrennungsmotor, während beim Vorortzug dafür ein 2,2-kW-Asynchronmotor im Dachraum über dem Führerstand vorhanden ist. Das Antriebsmoment wird mit Keilriemen und Magnetkupplung übertragen. Die Kupplung, der Thermostat sowie die Ventilatormotoren werden durch das Steuerstromnetz versorgt, während das 220-V-Hilfsbetriebe-Netz den Asynchronmotor speist. Die Anlage arbeitet nach dem Umluftprinzip: Die warme Luft wird oben im Führerstand abgesaugt, gekühlt und durch gekrümmte, schwenkbare Rohrstücke und einstellbare Jalousien in den Führerstand zurückgeblasen. Dadurch ist es möglich, die Richtung des Kaltluftstroms in weiten Grenzen frei zu wählen. Der aus dem Führerstand abführbare Wärmestrom beträgt rund 3500 kcal/h, womit eine ausreichende Kühlung auch bei extrem warmer Witterung gewährleistet ist.

## Ing. Robert Henauer sen. wird 70

DK 92

Robert Henauer muss man den Bauleuten von Zürich nicht erst vorstellen, doch gibt der 29. Juli Anlass, ihm als Siebziger einen Glückwunsch zu widmen. Der Jubilar kann nicht nur auf eine erfolgreiche berufliche Laufbahn zurückblicken; er hat auch im SIA (Normenwerk) und in der Wohngemeinde Thalwil in manchen Kommissionen uneigennützig mitgewirkt. Hochgeschätzt wird weit über die Grenzen der Schweiz hinaus seine Schiedsrichter- und Gutachter-tätigkeit sowohl von Gerichten wie auch von Bauherrschaften und Unternehmern, die sich durch den rechtzeitigen Beizug eines so unabhängig urteilenden und integren Experten wie Henauer Prozesskosten und Zeit ersparen wollen.

H. R. S.

## Umschau

### Persönliches

Anlässlich der Generalversammlung der Verlags-AG der akademischen technischen Vereine vom 13. Juni 1975 in Montreux wurde neu in den Verwaltungsrat gewählt *Albert Schönholzer*, dipl. Bauing. ETH, SIA, GEP, Präsident der Schweiz. Vereinigung beratender Ingenieure (ASIC). Ing. Schönholzer ist Inhaber eines Ingenieurbüros in Thun, das sich in Hochgebirgsbauten, insbesondere von Seilbahnanlagen aller Art, spezialisiert hat. A. Schönholzer tritt die Nachfolge des Altpräsidenten der ASIC, Ing. *Emil E. Schubiger*, an. Ing. Schubiger wurde der herzliche Dank für seinen unermüdlichen Einsatz und die seit der Gründung der Verlags-AG geleisteten Dienste zuteil. Er wird weiterhin tatkräftig im Stiftungsrat der Fürsorgestiftung der Verlags-AG mitwirken.

DK 92

### Kein Auftragsrückgang im Stahlbau

Nach neuesten Informationen der *Schweiz. Zentralstelle für Stahlbau* hat der Auftragseingang gesamthaft in den Monaten Januar bis Mai 1975 gegenüber dem gleichen Zeitraum des Vorjahres nicht etwa abgenommen, sondern im Gegenteil um 20% *zugenommen*. Dieses erfreuliche Ergebnis ist auf die ausserordentlich starke Zunahme der Exportaufträge für Stahlkonstruktionen aus verschiedenen Ländern zurückzuführen. Im Vordergrund stehen selbstverständlich die Erdölländer des Nahen und Mittleren Ostens, doch gingen auch Aufträge aus Europa, aus Südostasien, ja selbst aus den USA ein. Dies hat zur Folge, dass

### Literaturverzeichnis

- [1] *P. Winter, Dr. H. H. Weber, R. Germanier*: Wirtschaftliche und technische Überlegungen beim Bau von Vorortstriebszügen der Schweizerischen Bundesbahnen. «Schienen der Welt», Dezember 1972.
- [2] *J. Rutschmann, M. Desponds*: Die Vorortstriebszüge RABDe 12/12 1101-1120 der SBB. «Schweizerische Bauzeitung» 85 (1967), H. 22, S. 377-393.
- [3] *P. Winter*: Neuland auf dem Gebiet der Sicherung der Züge und der Übertragung von Informationen zwischen Gleis und Triebfahrzeug. «Nachrichtenblatt SBB», 1967, Nr. 2.
- [4] Bericht Nr. 6 ORE A 46, Anlage A, 1971: Office de recherches et d'essais de l'UIC, Utrecht.
- [5] *E. Winkler*: Teloc-E, ein neues elektronisches Weg- und Geschwindigkeits-Messsystem für Bahnen. «Hasler-Mitteilungen» Nr. 1/2, 1973.

Adresse der Verfasser: *Daniel Chapuis*, ingén. dipl. EPF, *Martin Gerber*, dipl. Ing. ETH, *Heinrich Goetschi*, Ing.-Techn. HTL, *Paul Lauber*, dipl. Ing. ETH, *Schweiz. Bundesbahnen*, Abt. Zugförderung und Werstätten, Hochschulstrasse 6, 3000 Bern.

vor allem die meisten grösseren Stahlbauer einigermassen befriedigend beschäftigt sind und ihr Personal durchhalten können. Dies ist um so wichtiger, als im Stahlbau keine Saisoniers beschäftigt werden, die einfach abgebaut werden können. Die Ausführung von kurzfristigen Aufträgen ist aber für die grösseren Unternehmen kein Problem, und nach wie vor sind viele Firmen der Branche dringend auch auf kurzfristige Arbeit angewiesen.

Die Inlandaufträge waren bis Ende Mai 1975 gegenüber dem Vorjahr um rd. 20 Mengenprozente rückläufig. Die Rezession auf dem Baumarkt geht selbstverständlich auch an der Stahlbauindustrie nicht spurlos vorüber, um so mehr, als zahlreiche Schlosserei- und Metallbaubetriebe vom stark rückläufigen Wohnungsbau auf die Ausführung von kleineren und leichten Stahlkonstruktionen ausweichen.

Nachdem die Rohmaterialgrundpreise der ausländischen Stahlwerke seit dem letzten Herbst zum Teil fast auf die Hälfte zurückgefallen sind, haben sich auch die Preise der fertigen Stahlkonstruktionen je nach Materialanteil angemessen verbilligt. Die günstigere Rohstoffeindeckung ist übrigens eine wichtige Voraussetzung für die Exporterfolge der schweizerischen Stahlbauer.

DK 693.8

### UdSSR: Kernenergie notwendig, sicher und zuverlässig

In der Ausgabe vom 23. Mai 1975 der Zeitung «Voix Ouvrière» (Genf) findet sich ein Bericht über einen Besuch, den eine Delegation der schweizerischen Partei der Arbeit der Sowjetunion abstattete. Bei dieser Gelegenheit hätten auch Gespräche mit führenden Wissenschaftlern des staatlichen Komitees für Atomenergie stattgefunden. Vor 21 Jahren sei das erste russische Kernkraftwerk eingeweiht worden und heute gebe es grosse Kernkraftwerke in Woronesch, Leningrad, Koursk, in der Ukraine, in Armenien, aber auch in Sibirien und im Ural.

Auf die Strahlengefahr angesprochen, haben die russischen Gesprächspartner diese als *nichtexistent* bezeichnet, sofern die Sicherheitsvorschriften genau beachtet würden. Statistisch gesehen gebe es in der Nuklearindustrie weniger Zwischenfälle und Unfälle als in irgendeiner anderen Industrie. In der Umgebung des Kernkraftwerkes Woronesch habe man die Radioaktivität zwei Jahre vor Baubeginn gemessen und dann wieder ein Jahr nach der Inbetriebnahme. Die zweite Kontrolle habe weniger hohe Werte ergeben. Nach eingehenden Untersuchungen sei man darauf gestossen, dass diese Tatsache auf das Einstellen der Versuchsexplosionen in der Atmosphäre zurückzuführen sei. Die