

Vortragstext

„Sicher fahren mit LZB-Fahrzeuggeräten“

für das **Kolloquium „50 Jahre LZB“** in der
TU Braunschweig



Begrüßung

Sehr verehrte Mitglieder des Instituts für Eisenbahnwesen und Verkehrssicherung, liebe ehemalige Kollegen und liebe LZB-Fans!

Als ich im Frühjahr über das heutige LZB-Kolloquium informiert und um den Beitrag zu den Fahrzeuggeräten gebeten wurde, war ich überrascht und erfreut. Ich war mir nicht mehr bewusst, dass einsatzfähige Zugsicherungssysteme seit nunmehr 50 Jahren den Verkehr bei der Deutschen Bahn und anderen Bahnverwaltungen sichern. Wer von uns Beteiligten hätte gedacht, dass im Laufe dieser Jahre der Linienleiter auf tausenden Strecken-Kilometern installiert und nahezu 5.000 Schienenfahrzeuge aus- oder umgerüstet werden würden. Hören Sie nun, wie nach meiner Erinnerung die Entwicklung der LZB-Fahrzeugausrüstungen in der Zeit von 1965 bis heute verlaufen ist.

Ab 1965 IVA in München

Als im Jahr 1965 aus Anlass der Internationalen Verkehrsausstellung (IVA) in München die ersten Demonstrations-Schnellfahrten der DB mit Fahrgästen mit max. 200km/h durchgeführt wurden, mussten zuvor die Voraussetzungen geschaffen werden:

Text 1: Voraussetzungen für die Aufnahme des Schnellverkehrs

- Es stand die neu konstruierte Lok BR103 zur Verfügung, die aufgrund ihrer Leistungsstärke einen schweren Zug mit 200km/h ziehen konnte,
- auf der Strecke München – Augsburg mussten der Oberbau und die Fahrstromversorgung ertüchtigt sowie höhengleiche Straßenübergänge beseitigt werden,
- es war eine befristete Sondergenehmigung für die Schnellfahrten erforderlich,
- die Führerraum-Anzeige musste wegen der verlängerten Bremswege eingeführt werden,
- das kontinuierlich überwachende Zugsicherungssystem „LZB100“ wurde entwickelt und der punktuell wirkenden Indusi60 überlagert.

Abb. 1: Testfahrt mit der Lok 103-224 im Jahr 1984

Diese Demonstrations-Schnellfahrten waren der Anfang und die Voraussetzung für die spätere Einführung des DB-weiten IC-Verkehrs.

Ab 1965 Die LZB100 wird eingeführt

Die Linienförmige Zugbeeinflussung (**Produktname LZB100**) bestand aus dem Streckengerät, dem Fahrzeuggerät sowie der Infrastruktur im und am Gleis. Diese Grob-Einteilung gilt auch für alle später eingesetzten Geräteversionen.

Es mussten grundlegende technische Lösungen und Verfahren entwickelt, erprobt und letztlich auch zugelassen werden:

Herr Dr. Form hat darüber bereits berichtet.

(In Abstimmung mit Prof. Dr. Peter Form: Tel. 0531 352304,
Im Gettelhagen 126, 38108 Braunschweig)

Text 2: *Grundlegende LZB-Merkmale*

- Die bi-direktionale, gesicherte Telegrammübertragung über den Linienleiter im Gleis,
- die geometrische Einteilung und Nummerierung der Linienleiter-Schleifen,
- die Bereitstellung der festen und variablen Streckendaten für das Streckengerät,
- die sichere Ortung anhand von ortsfesten Marken (Bereichskennungswechseln und Kreuzungstellen) und einer zweikanaligen Wegmessung,
- die Berücksichtigung der Fahrzeugeigenschaften bei der Fahrbefehlsermittlung,
- die sichere Überwachung der Fahrzeuge durch das Auslösen der Zwangsbremse.

Dies geschah im Wesentlichen in der Zusammenarbeit der Firma Siemens mit dem damaligen Bundesbahn-Zentralamt BZA in München.

Die LZB wurde von Anfang an als Überlagerungs-System konzipiert, d.h. die vorhandene Indusi-Infrastruktur am Gleis sowie die Indusi60-Geräte wurden als Rückfallebene und Grund-Überwachung weiter-benutzt.

Allerdings musste das Indusi60-Gerät wegen seiner restriktiveren Überwachung passiviert werden, wenn die LZB-Überwachung und damit die mögliche Schnellfahrt gegeben war, d.h. der Leuchtmelder „Ü“ im Führerraum-Anzeigegerät leuchtete. Er ist die einzige sicherungstechnisch gültige Anzeige. Entsprechend wird der LM „Ü“ über ein Sicherheits-Relais und eine eigene 2-Draht-Leitung direkt vom LZB-Fahrzeuggerät angesteuert. Alle sonstigen Anzeigen (Vsoll, Ziel-Entfernung und -Geschwindigkeit, Betriebsmeldungen) sind ohne Sicherheits-Relevanz. Sie dienen dem Triebfahrzeugführer zur Information, für die Aufzeichnung der Fahr- und Bedienungsdaten in einer Registriertkassette und für die Sollwert-Vorgabe an eine ggf. vorhandene automatische Fahr- und Brems-Steuerung (AFB).

Zwischen der Strecken-Signalisierung und der LZB-Führerraum-Signalisierung dürfen keine Unstimmigkeiten auftreten.

Die zweite sichere Ausgabe betrifft die Auslösung der Zwangsbremse. Sie erfolgt beim Überschreiten der zulässigen Höchstgeschwindigkeit, dem Überfahren eines Haltepunktes, usw.

Um in den Strecken- und Fahrzeuggeräten der Bauart LZB100 eigensichere Schaltwerke aufbauen zu können, wurde bei Siemens die 3-Ph-MT-Technik entwickelt.

Jedes Schaltelement besteht aus einem Germanium-Transistor, einem Widerstand, einem Ferrit-Übertrager, einer Ferritperle über dem Basis-Anschluss sowie einer Kunststoffhalterung für das ganze Element. Pro einfach-hoher Zweiseiten-Baugruppe konnten bis zu 2 x 40 Logik-Elemente aufgeklebt und verlötet und durch Kabelverlegung programmiert werden. Dazu gehörte auch noch ein Steuerungssystem aus 3-phasigem Freigabetaktgeber für die Basis-Anschlüsse der Transistoren und eine Fehlerstromüberwachung.

Abb. 2: *LZB100 Fahrzeuggerät*

Abb. 3: *Streckengerät U-Bahn Helsinki / LZB100*

Die Streckenzentrale überträgt die zulässige Geschwindigkeit im Wertepaar „**Freier Fahrweg XG**“ und „**Bremskurvennummer BRN**“

Abb. 4: Fahrschaubild

Daraus errechnet das Fahrzeuggerät über die Weg-Geschwindigkeitsparabel die zulässige Geschwindigkeit:

$$VSOLL = \text{SQRT} (2 * b(\text{BRN}) * \text{XG}) \quad [\text{m/s}]$$

Der XG-Wert bezeichnet immer die Strecke „Beginn des 100m-Aufrufortes bis zum Haltepunkt“, auch wenn ggf. der Haltepunkt nicht wirklich angesteuert wird, z.B. beim Bremsen auf eine Langsamfahrstelle. Fallen Aufruftelegramme wegen Übertragungsstörungen aus, kann das Fahrzeuggerät aus den Daten des letzten gültigen Aufruftelegrammes und dem seither zurückgelegten Fahrweg über max. 300m weiterhin die zulässige Geschwindigkeit errechnen.

Die Telegrammübertragung zwischen den Streckenzentralen und den Fahrzeuggeräten erfolgt im Zeit-Multiplex-Verfahren. Alle LZB-geführten Fahrzeuge in einem Linienleiter-Übertragungsbereich sowie seine möglichen Einfahrorte werden zyklisch gerufen (ca. 210 ... 840ms).

Der Aufruf der Fahrzeuge erfolgt mit 1200Baud-Telegrammen, die Telegrammlänge ist 83,5Bit (d.h. 69,6ms Länge), die Frequenz ist $36 \pm 0,4\text{kHz}$. Zur sicheren Erkennung des Telegrammstarts wird in die ersten Telegramm-Bits ein 3-halbe-Schritt eingefügt. Am Schluss wird ein 8-Bit-Sicherungsanhang gesendet.

Wenn ein Aufruftelegramm unverfälscht empfangen wird (d.h. Code richtig) und an den aktuellen oder den letzten quittierten, maximal 300m zurückliegenden Fahrort (max. 300m) adressiert ist, antwortet das Fahrzeuggerät mit dem Senden des Rückmeldetelegrammes. Es hat eine Länge von 41Bit und wird mit $56 \pm 0,2\text{kHz}$ bei 600Bd, also mit einer Länge von 68,3ms, gesendet. Der Sicherungsanhang ist hier 7 Bit lang.

Es muss unbedingt sicher gestellt werden, dass immer nur ein Fahrzeuggerät im Übertragungsabschnitt eine Rückmeldung sendet, und zwar unmittelbar nach dem Empfang des letzten Bits des Aufruftelegrammes. Sonst wäre die teilweise Überlagerung von zwei oder mehr Rückmelde-Telegrammen im gemeinsamen Linienleiter möglich, so dass entweder keine gültigen Rückmeldungen in der LZB-Zentrale ankommen oder diese so stark verfälscht sein können, dass sie doch mit „Code Richtig“ erkannt und weiterverarbeitet werden.

Text 3: *Nachteile der LZB100-Technik*

Die LZB100-Technik hat sich auf die Dauer nicht bewährt, weil ...

- die Fertigung und Programmierung durch das Einfädeln der Drähte in die Ferritringe der Logikelemente zeit- und damit kostenaufwändig waren,
- die Umprogrammierung wegen Logikfehler oder Aufgabenänderungen unflexibel und ebenfalls aufwändig war,
- die verwendeten Germanium-Transistoren abgekündigt wurden,
- die Technik wegen der Verwendung der Germanium-Transistoren empfindlich gegen höhere Schrank-Temperaturen war, und
- sie von der aufkommenden Mikroprozessor-Technologie verdrängt wurde.

Ab 1970 Loks BR103 als Motor für die LZB

Ab 1970 wurden die 145 Serien-Loks der Baureihe 103 gebaut und mit den LZB100-Fahrzeuggeräten ausgerüstet, dazu ab 1973 drei vierteilige Versuchs-Schnelltriebwagen der BR403 „Donald Duck“.

Ab 1978 Mikro-Prozessor-Technik im Versuchsbetrieb

Bei Siemens wurde ab ca. 1978 die aufkommende Mikro-Prozessor-Technik auf Fahrzeugen erprobt, beginnend mit einem Indusi-Gerät, das jedoch keine Serienreife erlangte.

Ab 1980 Das LZB80-Gerät entsteht

Mit der Gründung der KONZUG-Gruppe (Siemens und SEL) begann die gemeinsame Entwicklung eines mikroprozessor-gesteuerten LZB-Fahrzeuggerätes mit den Zielen:

Text 4: *Merkmale des LZB80-Gerätes*

- Eigensicheres Schaltwerk; zunächst wurde ein 2von2-SIMIS-Rechnerkern erprobt, der jedoch im Verlauf der Entwicklung durch einen redundanten 2von3-Rechnerkern ersetzt wurde,
- flexible Speicher-Programmierung,
- Einsatz marktgängiger Bauteile,
- maximale Zuggeschwindigkeit bis 280km/h,
- modularer, wartungsfreundlicher Aufbau,
- integrierte Indusi-Funktion,
- 8-Bit-Prozessor 8085; Assembler-Programmierung.

Die ersten Fahrversuche mit dem neuen LZB-Fahrzeuggerät (**Produktname LZB80**) wurden mit der Lok 111-002 ab ca. 1983 auf der LZB-Strecke von HH-Harburg nach Bremen durchgeführt. In Tostedt befand sich der Test-Stützpunkt.

Dabei ging es nicht nur um die betriebliche Erprobung des neuen Gerätes mit den zugehörigen externen Komponenten, sondern es wurden auch zukünftig denkbare Techniken probeweise eingesetzt, z.B. die Richtfunk-Übertragung und die Balisen-Ortung.

Abb. 5: *Lok 111-002 in Tostedt*

Für die Überleitung in die (Vor-)Serienfertigung gründeten Siemens und SEL das **Konsortium LZB80**.

Nach einer ausgiebigen Erprobung ab 1984 mit den auf LZB80 umgebauten Loks BR103-222 und -224 und einer Vorserien-Lok BR120, die zunächst mit einer vorläufigen Zulassung durch das BZA unterwegs waren, wurde das LZB80-Gerät zur Betriebsreife gebracht.

Abb. 6: Umbau der Lok 103-224 im AW Opladen

Ab 1987 Ausrüstung der Loks BR120

Als Erste wurden ab April 1987 die Neubau-Loks der Baureihe 120 (60 Stück, 6MW, 4 Achsen, $V_{max} = 200\text{km/h}$) ausgerüstet und mit der sogenannten HdF-Prozedur (Herstellung der Funktionsfähigkeit) in Betrieb gesetzt und von der DB abgenommen. Dies waren die weltweit ersten Drehstrom-Serien-Loks. Es folgten die verbliebenen ca. 140 Loks der Baureihe 103, die von LZB100- auf LZB80-Geräte umgerüstet wurden. Danach folgten weitere, auch ältere Lok-Baureihen, z.B. wegen der Einführung der CIR-ELKE/Stufe1-Betriebsführung.

Abb. 7: Blockschaltbild der Fahrzeugausrüstung

Abb. 8: LZB80-Schrank der Lok BR120

Ein besonderes Augenmerk war auf den Zugdateneinsteller zu richten, denn er hat die sicherheits-relevante Aufgabe, die Eingabe der Fahrzeugeigenschaften

VMZ, BRH, ZL, BRA

über das LZB80-Gerät an die Streckenzentrale zu ermöglichen.

Dazu wurde ein zweikanaliger, abgesetzter Zusatz-Rechner entwickelt.

Abb. 9: *Der Zugdateneinsteller(ZDE)*

Über den ersten ZDE-Rechnerkanal werden die eingestellten Zugdaten an das LZB80-Gerät und von dort an die Streckenzentrale gesendet.

Über den zweiten Kanal werden die vom Streckengerät verwendeten und an das LZB80-Gerät zurückgesendeten Zugdaten angezeigt.

Der Triebfahrzeugführer muss die Eingabe- mit den Anzeige-Daten vergleichen und deren Stimmigkeit durch Tastenbedienung bestätigen. Die Fahrzeugdaten sind nun für die anstehende Zugfahrt gültig. Das LZB-System erteilt Fahrbefehle, die auf diese Fahrzeugeigenschaften bezogen sind.

Der Zugdateneinsteller ist nur ein Mal im Fahrzeug vorhanden, meistens im Maschinenraum, z.B. über dem LZB80-Schrank.

Ab 1991 Beginn des ICE-Verkehrs

Eine neue betriebliche Ära bedeuteten die Ausrüstung und der Betrieb der ICE1- und später der ICE2-Triebzüge und die damit verbundene Aufnahme der regelmäßigen Schnellfahrten ab Mai 1991 auf den Neubaustrecken Hannover-Würzburg und Mannheim-Stuttgart. Diese Fahrzeuge waren nunmehr 250 km/h schnell.

Vorausgegangen war der Betrieb des ICE-V-Versuchszuges, der Ende 1985 zum 150. Geburtstag der deutschen Eisenbahn bei einer Feierlichkeit (Fernseh-Show mit Hans Rosenthal) im AW Nürnberg dem Verkehr übergeben wurde.

Ab 1993 Entwicklung der CIR-ELKE Stufe 1

Im Verlauf der LZB80-Lieferjahre wurde auch die Fahrzeugtechnik innovativ weiterentwickelt. Maßgeblich dafür war ab 1991 der Ansatz der DB, auf vorhandenen Stammstrecken durch Dunkel-Schaltung der Signale mit höherer Zugdichte fahren zu können. Außerdem wurde die Telegrammübertragung zwischen den Fahrzeugen und der LZB-

Streckenzentrale sicherer gemacht, z.B. durch die Doppel-Übertragung der LZB-Telegramme.

Es wurde das **CIR-ELKE1**-Verfahren entwickelt. d. h. Computer integrated Railroading – Erhöhung der Leistungsfähigkeit im Kernnetz / Stufe 1.

Die dafür erforderliche Leistungssteigerung im LZB80-Rechnerkern war nur mit neuen Rechnerbaugruppen möglich. Diese wurden mit dem Einsatz der CPU 80C188 entwickelt. Dazu wurden auch eine höhere Programmiersprache (Pascal86) und moderne Werkzeuge zur Programmerstellung eingeführt.

Nach langwierigen Planungen, Umbauten der Strecken-Infrastruktur und Testfahrten ging im Jahr 2001 die erste CIR-ELKE-Strecke zwischen Offenburg und Basel in den Pilotbetrieb. Weitere Strecken folgten.

Ab 1993 Start der MVB-Fahrzeugbus-Technik

Bestand die Elektrik der Fahrzeuge zunächst aus konventionellen, d.h. nicht rechnergestützten, Schaltwerken und deren Einzelkabel-Verbindungen, setzte sich ab ca. 1993 der MVB-Fahrzeugbus (Multiple Vehicle Bus) durch.

Ein redundantes, zentrales Bus-Kabel im Fahrzeug verbindet alle elektronischen Geräte einschließlich Bedien-, Anzeige- und Registriergeräte, so dass jedes Gerät mit jedem anderen kommunizieren kann. Die Funktionsweise ist - ähnlich wie bei der LZB-Übertragung - ein Zeit-Multiplex-Verfahren. Im MVB-Bus-Master, der in der Regel im Zentralen Fahrzeug-Steuergerät ZSG realisiert wird, ist die Aufrufliste hinterlegt, nach der mit unterschiedlichen Zykluszeiten die Busteilnehmer regelmäßig aufgerufen werden, ihre Telegrammdaten auf dem Bus zu senden. Alle anderen Bus-Teilnehmer empfangen diese Telegramme. Anhand der projektierten Adresslisten, der vordefinierten Telegrammrahmen und der spezifischen Telegramminhalte kann sich jeder MVB-Teilnehmer die ihn interessierenden Daten aus dem Telegrammstrom herausfiltern.

Abb. 10: Fahrzeugstruktur mit MVB-Fahrzeugbus

Für das LZB80-Gerät war die Realisierung der MVB-Kopplung eine enorme Herausforderung, denn es musste sichergestellt bleiben, dass die drei Rechnerkanäle mit gleichen Eingangsinformationen gespeist werden, damit der Rechnerkanal-Gleichlauf nicht gefährdet wird. Außerdem darf immer nur von einem Rechnerkanal auf den MV-Bus gesendet werden.

Die Leistungsfähigkeit der Rechnerkerne musste weiter gesteigert werden, z.B. durch eine neue Prozessor-BG mit der CPU 80386 und einer Speicher-BG mit 1MB ROM und 512kB RAM.

Mit der Einführung des MVB entfiel der bisherige Zugdateneinsteller. Er wurde durch eine zusätzliche Eingabe-Maske im neu entwickelten Man-Machine-Interface MMI (früher MFA) ersetzt. So können jetzt die Zugdaten vor einer neuen Zugfahrt direkt im vorn liegenden Führerraum eingegeben werden.

Das Dialogverfahren zwischen dem MMI und dem LZB80-Gerät, nun über den MVB, wurde prinzipiell nicht geändert.

Die Güterzugloks der DB-Baureihe 152 wurden zuerst mit der MVB-Technik ausgerüstet. Sie fuhren ab Herbst 1997 im Probetrieb und später dann die Flotte von 170 Fahrzeugen im Regelbetrieb. Weitere Baureihen mit hohen Stückzahlen, auch im Ausland, folgten.

Ab 1998 ICE-Fahrzeuge mit Neigetechnik

Es folgten ab 1998 die ICE-T- und ICE-TD-Triebwagen für das bogen-schnelle Fahren. Eine zusätzliche Einrichtung zur vorübergehenden Passivierung der Indusi-Überwachung im LZB80-Gerät war erforderlich, um bei einer Geschwindigkeit ab 100km/h im Gleisbogen den Einfluss des Geschwindigkeits-Überwachers (GÜ) zu unterdrücken.

Ab 1999 ICE3-Fahrzeuge

Im Fahrzeugbau wurde ab 1999 mit der Entwicklung der ICE3-Triebzüge eine nochmals neue Ära eingeleitet.

Ab 2002 Neubaustrecke Köln - Frankfurt

Mit der Eröffnung der Neubaustrecke Frankfurt-Köln konnte mit der 2. Stufe des CIR-ELKE-Verfahrens die Höchstgeschwindigkeit auf 300km/h gesteigert werden. Weitere wichtige Merkmale der CE2-Entwicklung waren das Beherrschen von Neigungen bis zu 40‰ und die dafür erforderliche Einführung geknickter Bremskurven, dazu das Fahren im elektrischen Block.

Auf der Basis von CE2 wurden auch die Sonderfunktionen für den Verkehr auf der Münchener S-Bahn-Stammstrecke entwickelt und im Dezember 2004 in Betrieb genommen.

Bis 2008 Bilanz der LZB80

Aufgrund der speicher-programmierten LZB80-Technik war es möglich, sowohl viele verschiedene Fahrzeugbaureihen auszurüsten als auch viele weitere Anforderungen der Fahrzeugbetreiber zu realisieren.

Text 5: Wesentliche neue Aufgaben für das LZB80-Gerät

- CIR-Elke-Stufe 1 (CE1, ab 2001, Offenburg – Basel),
- CE2 ab 2002 bei Achern, dann die NBS Frankfurt-Köln (2002) und die S-Bahn-Stammstrecke in München (12.12.2004),
- Erhöhung der Höchstgeschwindigkeit auf 330km/h,
- die Einführung der MVB-Buskopplung,
- die Umstellung der integrierten Indusi-Überwachung auf das PZB90-Verfahren,
- die Implementierung abweichender Anforderungen der ausländischen Betreiber, wie z.B. der ÖBB, der RENFE und der SNCF,
- Bewältigung des grenz-überschreitenden Verkehrs, usw.

Aufgrund der bis in das Jahr 2008 ausgelieferten ca. 4500 LZB80-Geräte kann man sagen, dass sie kommerziell und betrieblich ein Erfolg geworden sind. Am höchsten zählt allerdings die Tatsache, dass Fahrzeuge mit LZB80-Geräten praktisch nicht in signaltechnisch bedingte Unfälle verwickelt waren.

Signaltechnische Sicherheit muss mit Zuverlässigkeit gepaart sein, damit die Fahrgäste oder Güter nicht nur sicher, sondern auch pünktlich und verlässlich befördert werden.

Die ersten LZB80-Geräte sind seit 28 Jahren im Betrieb. Die ICE1-Triebzüge haben seit 1991 ca. 10 Mio. Kilometer zurückgelegt. Angesichts der hohen mechanischen und klimatischen Beanspruchungen, insbesondere in Lokomotiven, ist die Langlebigkeit der LZB80-Geräte für mich erstaunlich und ein guter Erfolg.

Die Havarie des ICEs Wilhelm Konrad Röntgen in Eschede am 03. Juni 1998 stellt leider einen Tiefpunkt des Schnellverkehrs bei der DB dar. Wie die Untersuchung dieser Katastrophe schnell ergab, hatte die LZB-Technik keine Möglichkeit, den Unfall zu verhindern, wurde doch als Ursache der Bruch eines der damals gummi-gelagerten Radreifen erkannt.

Ansonsten haben wir nicht wieder Post von einem Staatsanwalt erhalten.

Ab 2003 Beginn der LZB80E-Entwicklung

Durch die Einführung der Steuerwagen sowohl in den ICE-Triebzügen (ab ICE2) als auch in den S-Bahn- und Nahverkehrs-Fahrzeugen wurde es immer schwieriger, quasi im Fahrgastbereich den relativ großen Zugsicherungsschrank unterzubringen. Es gingen Fahrgastplätze verloren.

Deshalb wurde von der DB und der Fahrzeugindustrie immer wieder die Forderung gestellt, das LZB80-Gerät zu verkleinern und in vorhandene 19-Zoll-Standard-Schränke der Fahrzeugtechnik einzubauen. Dieser Forderung hat sich das LZB80-Konsortium genähert, bis schließlich die Entscheidung fiel, das LZB80-Nachfolge-Gerät, **Produktname LZB80E**, zu entwickeln.

Die grundlegenden Anforderungen - im Vergleich zu LZB80 – lauteten:

Text 6: *Anforderungen an LZB80E*

- EMV-fester Baugruppenträger, so dass andere Geräte im gleichen Schrank nicht beeinträchtigt werden - und umgekehrt,
- halbes Bauvolumen, d.h. Bauhöhe von 7 auf 3 19" Baugruppenträger reduzieren,
- halbierte Leistungsaufnahme,
- modifizierbar in ein LZB-/Indusi-STM zum Einsatz in ETCS-Fahrzeugen.

Diese Anforderungen konnten in einer relativ aufwändigen Entwicklung erfüllt werden:

- Die Zahl der Elektronik-Baugruppenträger wurde von 6 auf 2 reduziert.
- Das Anschluss- und Verdrahtungsfeld wurde in den Baugruppenträger integriert.
- Die EMV-Festigkeit wurde erreicht.

Abb: 11: *LZB80E-Baugruppenträger*

Text 7: *Technische Merkmale der LZB80E*

- Prozessor-BG mit Pentium-M-Prozessor,
- Unix-Betriebssystem (TAS-Plattform),
- Programmierung in C,
- abgesetzte Vorverarbeitungs-Rechner (Bithandler, SDMU, LZB-Telegrammempfänger und -Sender), und
- zusätzlicher Radar-Geschwindigkeitssensor.

Der Einbau der LZB80E-Geräte läuft seit 2006, zunächst in neuen Loks der Taurus-Baureihe ÖBB 1216.

Inzwischen sind mehrere hundert LZB80E-Geräte an verschiedene Kunden verkauft worden und größtenteils bereits im Einsatz.

Ab 2010 LZB-/Indusi-STM für ETCS-Betrieb

Mit der Geräte-Variante „LZB/Indusi-STM“ (STM = Specific Transmission Module) haben ab 2010 Versuchsfahrten begonnen, um im grenzüberschreitenden Verkehr ausländische ETCS-Geräte DB-fähig machen zu können.

Durch die Einführung der neuen ETCS-Technik in immer mehr Ländern wurde für die LZB80E-Geräte eine Schnittstelle zu einem zentralen ETCS-Fahrzeuggerät notwendig. Auf Basis der entsprechenden UNISIG-Normen hat das LZB-Konsortium eine Schnittstellenspezifikation erstellt, die es einem ETCS-Fahrzeuggerät ermöglicht, eine LZB80E bei der Transition zu aktivieren oder zu passivieren.

Verehrte Zuhörer, ich danke für Ihre Aufmerksamkeit und Ihr Interesse. Für Fragen stehe ich gerne noch zur Verfügung.