

# AZB

*Technische Sicherung mit achszählgesteuertem Zugbeeinflussungssystem "(AZB)"*

*Safer train control thanks to the axle-counter controlled automatic train control system "(AZB)"*



## GRUNDGEDANKE BASIC IDEA

Nebenbahnstrecken der Deutsche Bahn AG (DB AG) oder der NE-Bahnen (Nichtbundeseigene Eisenbahnen) sind vielfach nur mit vereinfachter Sicherungstechnik oder auch gänzlich ohne Signalanlagen in Betrieb. Durch den Einsatz von Rückfallweichen werden auf eingleisigen Strecken unbesetzte Kreuzungsbahnhöfe eingerichtet und damit eine Erhöhung der Zugdichte erreicht. Der Abfahrauftrag an den Triebfahrzeugführer erfolgt meistens mündlich oder fernmündlich durch autorisiertes Betriebspersonal, wie zum Beispiel den Zugleiter. Der klassische Fall für ein solches Betriebsverfahren ist der Zugleitbetrieb. Die Sicherheitsverantwortung liegt dabei eindeutig beim Betriebspersonal, einschließlich Triebfahrzeugführer. Nach wiederholten tragischen Unfällen mit hohem Schadensausmaß auf Strecken, die im Betriebsverfahren „Zugleitbetrieb“ geführt werden, muss die Sicherheit, die hier in hohem Maße an die menschliche Zuverlässigkeit gebunden ist, in Frage gestellt werden.

„Wenn man nichts merkt, ist alles in Ordnung!“, das ist der Grundsatz des Betreibers. Dies hört sich zunächst ungewöhnlich an für ein ständig aktives System in der Bahnsicherungstechnik. Doch es ist das Grundprinzip für das seit Dezember 2004 auf der Strecke Eisfeld - Sonneberg in Betrieb befindliche „Achszählgesteuerte Zugbeeinflussungssystem“ (AZB). Das AZB ist unscheinbar mit relativ geringem technischem Aufwand, ohne Signale, Bedienung oder Überwachung, aber hoch zuverlässig in allen Details. Was „man merkt“ ist die durch einen PZB-Gleismagneten ausgelöste Zwangsbremmung des Triebfahrzeugs, die zwar normalerweise nicht stattfinden sollte, aber wiederum genau dann erfolgen muss, wenn eine Gefahrensituation für eine Zugfahrt besteht.

Bei der Sicherheitsbetrachtung ist den Abschnitten der freien Strecke erhöhte Aufmerksamkeit zu widmen, wenn davon ausgegangen werden kann, dass die Sichtbedingungen in den Bahnhöfen im Verhältnis zum Bremsweg der Fahrzeuge ausreichend sind.

Im Falle von menschlichem Versagen besteht das größere Unfallrisiko im Streckenbereich. Außerdem wäre hier auch das Schadensausmaß bei einem Frontalzusammenstoß zweier Fahrzeuge erheblich. Die Abwendung dieser Gefahr durch Ausrüstung mit technischen Sicherungsanlagen würde zunächst die Ergänzung der Bahnhöfe mit Ausfahrtsignalen, die mit einem Streckenblocksystem in Abhängigkeit stehen, bedingen (zum Beispiel

*Secondary networks operated by the DB AG or NE operators (= nonfederal railways) are frequently operating with simplified safety technology or dispense signalling at all. The application of trailable oneway points affords singletrack lines to implement unmanned stations with passing loops, thereby allowing for an increase of the headway between trains. Authorised personnel, such as a traffic controller, give the order of departure to the driver by word of mouth or by phone. The classic case for such an operating mode is the train control mode. Here, the safety responsibility clearly lies with the railway personnel, including the driver. After repeatedly tragic accidents resulting into an enormous measure of damage on lines operated in train control mode, the safety, based solely on human reliability, needs to be questioned.*

*When the issue of safety is considered, track sections on open track deserve major attention, if one can assume that the visibility conditions in the stations are good enough for the braking distance of the trains.*

*In case of human error the larger accident risk is clearly on the open track. Furthermore, here too, the extent of damage in case of a frontal collision of two trains or vehicles would be considerable. Averting such dangers by means of signalling systems would initially require equipping stations with exit signals connected to a sectionblock system (e.g. "signal-controlled train control").*



„Signalisierter Zugleitbetrieb“). Die derzeit zur Verfügung stehenden ESTW-Systeme stellen zwar aus sicherungstechnischer Sicht die perfekte Lösung dar, sind jedoch in der breiten Anwendung sehr kostenintensiv.

Aus diesen Aspekten resultierten die Überlegungen der V+S Ingenieurgesellschaft (Erfurt) zu einem technisch unterstützten System, das ein Höchstmaß an technischer Sicherheit bietet, jedoch ohne stellwerksgebundene Signalanlagen auskommt und das bestehende Betriebsverfahren nicht außer Kraft setzt.

Entscheidende Aufgabe des Konzeptes war, eine Zugfahrt mittels Zwangsbremmung an einem PZB-Gleismagneten (punktförmige Zugbeeinflussung „Indusi“) anzuhalten, wenn die Gefahr einer Kollision mit einem anderen Fahrzeug angenommen werden kann, weil sich dieses im gleichen Fahrweg befindet.

*The electronic signal box systems available at the moment are the best solution in terms of safety, but a largescale application is very costly.*

*These aspects formed the basis for the considerations of the engineering consultants of V+S Ingenieurgesellschaft (Erfurt/Germany) regarding a technical support system, which, on one hand, would offer a maximum of technical safety, but, on the other hand, could operate without signal box controlled signalling equipment and would not invalidate the existing operating procedures.*

*The fundamental task of such a concept was to induce automatic braking of a train by means of a PZB track magnet ("Indusi" - intermittent automatic trainrunning control) in order to prevent the foreseeable danger of a headon collision with another vehicle running on the same track.*

*"If you don't feel it, everything is fine!" That is the operator's principle. Offhand this seems rather peculiar for a railway safety system that is permanently active. However, it is the basic principle for the axle counter controlled automatic train control system (AZB) in service on the Eisfeld – Sonneberg line (Thuringia) since December 2004, which is totally inconspicuous in regard to technical complexity, has no signals, no operator, no supervision, but is extremely reliable in every detail. What one is supposed to "feel", is the automatic application of the brakes of the traction unit, triggered by a PZB track magnet, something that should not happen under normal operating conditions, but then again is necessary, whenever the running train faces a dangerous situation.*

## FUNKTIONSPRINZIP

### OPERATING PRINCIPLE

Grundprinzip für die zustandsabhängige Unwirksam- oder Wirksam-schaltung eines PZB-Gleismagneten ist die sichere Ortung von Fahrzeugen mittels einer Gleisfreimeldeanlage auf Basis eines Achszählsystems.

Die Hauptkomponente des von V+S in Zusammenarbeit mit der Firma Frauscher (Österreich) und der Firma FES (Thüringen) entwickelten Systems „AZB“ ist das Achszählsystem ACS2000 der Firma Frauscher. Es handelt sich dabei um ein international bewährtes Achszählsystem, das seit 2002 in Deutschland durch das Eisenbahn-Bundesamt (EBA) zugelassen ist und im Netz der DB AG bereits verwendet wird.

Das Achszählsystem ist universell einsetzbar, in Bezug auf Installation leicht zu handhaben, äußerst wartungsarm und damit höchst wirtschaftlich. In den Streckengleisen, in den Ein- und Ausfahrbereichen der Bahnhöfe sowie bei Bedarf innerhalb von Bahnhofsgleisen erfolgt eine lückenlose Gleisfreimeldung durch entsprechende Anordnung von Radsensoren des Achszählsystems. Durch eine sichere und kontinuierliche Ausgabe der Frei- oder Besetztmeldung an den gewünschten Stellen liegt permanent ein Kriterium vor, das bei entsprechender Interpretation Aufschluss über ein mögliches Gefahrenpotenzial gibt.

Die Gleismagnete der PZB werden unter Berücksichtigung von Bremswegen an den gewöhnlichen Halteplätzen der Fahrzeuge, zum Beispiel am Signal So 8 (Haltepunkttafel) und an anderen Stellen, die für die Sicherheit relevant sind, angeordnet.

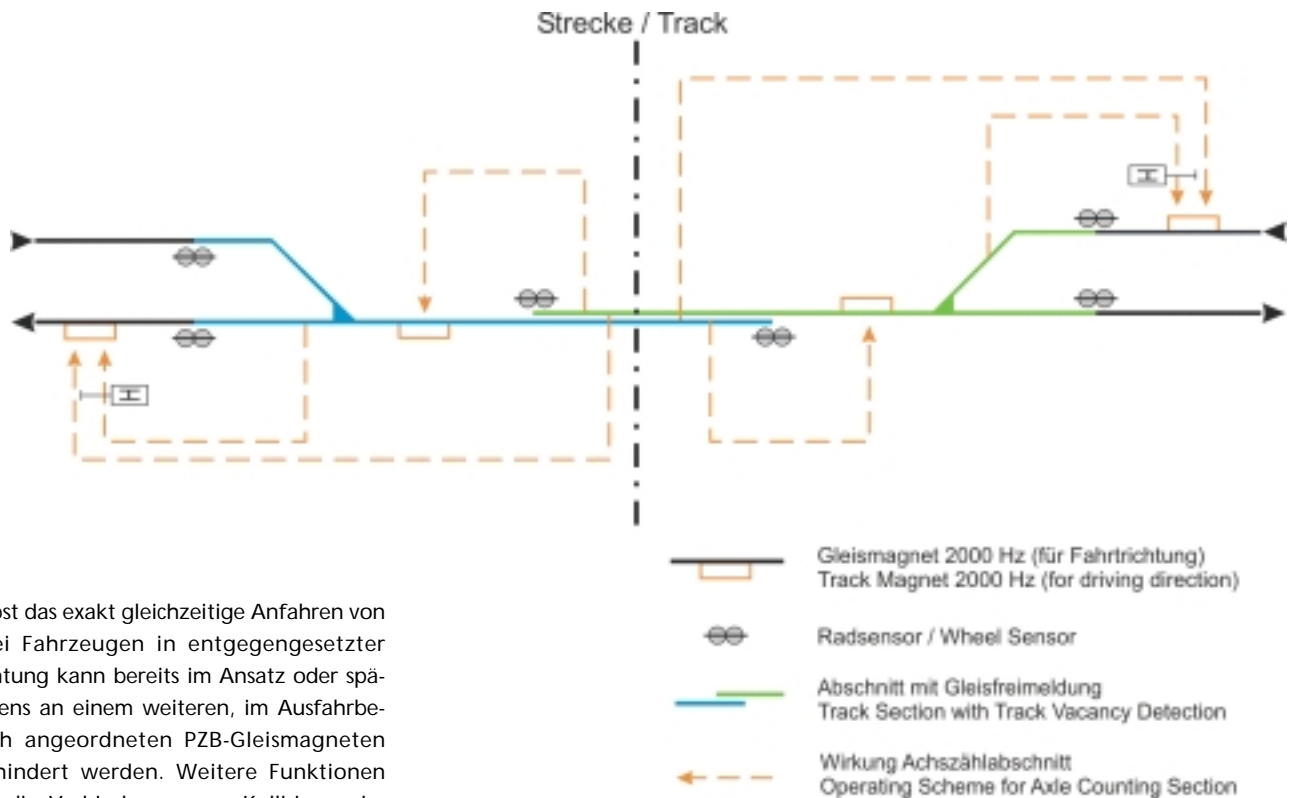
Verlässt ein Fahrzeug seinen vorgesehenen Halteplatz in Richtung der Strecke, erfolgt sofort die Ausgabe der Besetztmeldung in der gegenüberliegenden Betriebsstelle. Zusätzlich wird durch die versetzte Überlagerung der Achszählabschnitte im Streckengleis ein markantes Wirkungsprinzip erreicht. (Bild 1)

*The basic principle for a status-controlled energizing and deenergizing of a PZB track magnet for the effect of automatic application of the brakes, is the secure detection of trains and vehicles by an axle counting based track vacancy detection system.*

*The main component of the "AZB" system developed by V+S in cooperation with Frauscher (Austria) and FES (Thuringia/Germany) is the ACS2000 axle counting system by Frauscher. This high-quality and already internationally proven axle counting system was certified 2002 by the German Railway Authority Eisenbahn-Bundesamt (EBA) and is already in service in the DB AG network.*

*The axle counting system is an all-purpose, easy to install, low-maintenance and therefore extremely economical device. On main lines, in the entry and exit areas of stations as well as on station tracks, if necessary, complete vacancy detection is ensured by adequate arrangement of the wheel sensors of the axle counting system. The safe and continuous output of track vacancy and occupancy detection of the tracks to be monitored, at the locations defined, affords a permanent criterion, which, duly evaluated, provides information about potential dangers.*

*The PZB track magnets are arranged considering the braking distances for the normal stops of trains and vehicles, e.g. So 8 (stopping point table) and other locations that are safety-relevant.*



Selbst das exakt gleichzeitige Anfahren von zwei Fahrzeugen in entgegengesetzter Richtung kann bereits im Ansatz oder spätestens an einem weiteren, im Ausfahrbereich angeordneten PZB-Gleismagneten verhindert werden. Weitere Funktionen wie die Verhinderung von Kollisionen im Ein- und Ausfahrbereich von Bahnhöfen sowie optional die Verhinderung von Einfahrten in ein besetztes Bahnhofsgleis können eingerichtet werden.

Eine Bedienung oder Mitwirkung des Betriebspersonals ist nicht erforderlich. Auf eine zentrale Funktionsüberwachung wird man gewöhnlich verzichten, da das dafür in Frage kommende Betriebspersonal nicht von seinen eigentlichen Aufgaben abgelenkt werden soll.

Eine Grundstellung des Achszählsystems ist bei Fehlzählungen vom Instandhaltungspersonal mittels der Achszählgrundstellungstaste möglich. Komplizierte Schnittstellen zu benachbarten Stellwerksbauarten werden nicht geschaffen. Bei Einmündung einer mit dem AZB auszurüstenden Strecke in einen Bahnhof mit vorhandener Stellwerkstechnik ist keine Verknüpfung der Systeme nötig. Es erfolgt ein nahtloser Übergang oder ein paralleler Betrieb der Systeme.

*When a train or vehicle leaves its defined stopping point in direction of the main line, the opposite sensor will immediately output an occupancy detection signal.*

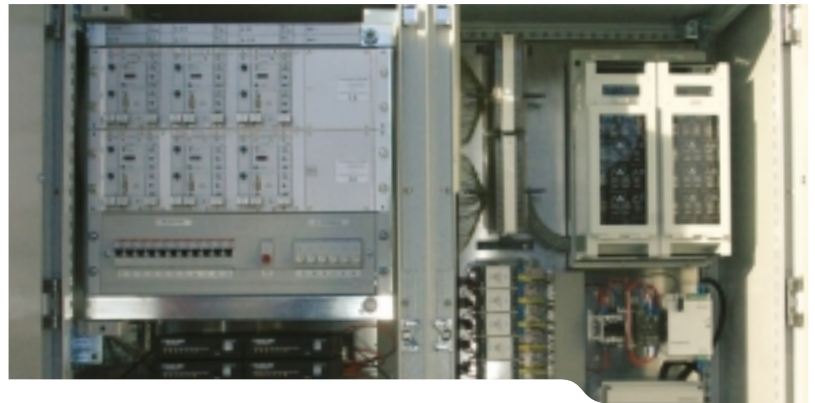
*Additionally, the staggered overlapping of the axle counting sections of the main line affords a remarkable operating principle.*

*Even the exact start of two vehicles in opposite directions can be prevented immediately or at the latest by a PZB track magnet placed in the exit area. Other functionalities geared to prevent collisions in the entry and exit areas of stations as well as, optionally, to prevent entering occupied station tracks can be implemented. (Figure 1)*

*Control actions or operations by the staff are not necessary. Normally, no central monitoring of functions will be implemented, so as not to distract the staff from its fundamental tasks. In the event of faulty counting, the staff can reset the axle counting system using the reset button. No complex interfaces to adjacent signal boxes are created. In case of junction of a track to be equipped with AZB and a station featuring existing signal-box equipment the two systems do not require to be logically linked. The junction is seamless, i.e. the two systems operate in parallel.*

[Bild 1: Anordnungsbeispiel]

[Figure 1: Example of sensor arrangement]



## AUSRÜSTUNGSKOMPONENTEN

### EQUIPMENT COMPONENTS

Das System ist ausschließlich aus vom EBA zugelassenen Elementen zusammengesetzt:

- ACS2000 Achszählsystem mit Doppelradarsensor RSR122 oder RSR180
- Indusi-Gleismagnete 2000 Hz, bei Bedarf auch 500 Hz
- Schaltschrank (Steuerschrank) zur Unterbringung der Achszählwerteeinrichtung, Schalteinrichtung (Relais) zur Gleismagnetanschaltung einschließlich batteriegestützter, unterbrechungsfreier Stromversorgung,
- Modem zur Datenübertragung zwischen den Steuerschränken usw.

Zwischen den Steuerschränken ist ein unterbrechungsfreier Informationsaustausch der Achszählsysteme erforderlich. Dies kann mit zwei freien Adernpaaren des vorhandenen Streckenkabels, gegebenenfalls auch in Form von Freileitungen, über ausreichend große Entfernung erfolgen. Wo kein Streckenkabel vorhanden ist, kann die Datenverbindung kostengünstig auch über ein Schienenfußkabel hergestellt werden.

The system is exclusively made up by certified components:

- ACS2000 axle counting system with double wheel sensor RSR122 or RSR180
- Indusi track magnets 2000 Hz, if necessary 500 Hz
- Control cabinet housing the axle counter evaluation unit, switching device (relay) for track magnet activation including a battery-supported uninterruptible power supply.
- Modem for data transmission between the control cabinets etc.

The axle counting systems require uninterrupted data exchange between the control cabinets. This can be achieved using two free pairs of conductors of the section cable (feeder) or, if necessary, using an overhead conductor with matching length. Where there is no section cable (feeder), the data link can be achieved quite economically using a rail foot cable.

## RECHTSGRUNDLAGEN UND REGELWERKE

Die zu errichtenden Anlagen entsprechen der Eisenbahnbau- und Betriebsordnung (EBO) und dem Allgemeinen Eisenbahngesetz (AEG).

Die Anwendung dieses Systems entspricht den Empfehlungen der VDV-Schrift 752, „Empfehlungen zur Auswahl geeigneter Betriebsverfahren für eingleisige Eisenbahnstrecken“.

Für den Einsatz auf Strecken der EdB (Eisenbahnen des Bundes) hat die Zentrale des Eisenbahnbundesamtes am 21.09.2005 eine Zusicherung ausgesprochen. Demnach bedarf es für dieses System keiner Typzulassung im Sinne der BAU-STE (EBA-Verwaltungsordnung) für die Anwendung bei der DB.

Die für den Betrieb gültigen Regelwerke, wie die Fahrdienstvorschrift (DV/DS 408), die Fahrdienstvorschrift für Nebenbahnen (FV-NE) usw., gelten uneingeschränkt weiter. Die Sicherheitsverantwortung verbleibt weiterhin beim Betriebspersonal.

Bei der Pilotstrecke wurde der Einsatz durch den Landesbevollmächtigten von Thüringen genehmigt. Vor Ort erfolgte u.a. eine Abnahme durch das Eisenbahnbundesamt.

[Bild 2: Steuerschrank zur Aufnahme der Verarbeitungselemente]

[Figure 2: Control cabinet housing the processing devices]





## PILOTPROJEKT SONNEBERGER NETZ *PILOT PROJECT NETWORK SONNEBERG*

Die Infrastruktur der NE-Bahn im Sonneberger Netz wird von der Thüringer Eisenbahn (ThE) vorgehalten. Fahrplanmäßig werden die Strecken mit Reisezügen der Südthüringenbahn betrieben. Auf der Strecke Eisfeld - Sonneberg wurde nach zweimonatiger Bauzeit das „Achszählgesteuerte Zugbeeinflussungssystem“ erfolgreich in Betrieb genommen.

Auf der Strecke befinden sich die beiden Kreuzungsbahnhöfe Mengersgereuth-Hämmern und Rauenstein (Kopfbahnhof). Die Bahnhöfe Sonneberg und Eisfeld sind jeweils mit Signalanlagen, elektromechanischem Stellwerk mit Lichtsignalen oder mit einem ESTW ausgestattet.

Für die technische Sicherung der Strecke wurden 10 Achszählabschnitte mit 16 Auswerteeinrichtungen installiert und 14 2000-Hz-Gleismagnete eingebaut. Auf eine Ausrüstung der Bahnhofsgleise mit Gleisfreimeldung wurde verzichtet. Alle erforderlichen Systeme wurden in insgesamt 4 Steuerschränken untergebracht, die sich in den Bahnhöfen (in der Nähe einer Netzeinspeisung) befinden. Das System ist seit Anfang Dezember 2004 störungsfrei in Betrieb.

[Bild 3: Züge der Thüringer Eisenbahn in Mengersgereuth-Hämmern]

[Figure 3: Trains of the Thuringian Railways at Mengersgereuth-Hämmern]

*The infrastructures of the non-federal railway in the Sonneberg network are operated by Thuringian Railways (ThE). The timetable for the tracks is operated with passenger trains provided by South Thuringian Railways. After two months of construction, the axle-counter controlled ATC system was successfully commissioned on the Eisfeld – Sonneberg line. The line features two stations with passing loop - Mengersgereuth-Hämmern and Rauenstein (branch terminus). Stations Sonneberg and Eisfeld are each equipped with signalling systems, electromechanical signal box with light signals or with an electronic signal box (ESTW).*

*For the purpose of technical safety of the line, 10 axle counting sections with 16 evaluation boards and 14 track magnets (2000 Hz) were installed. The station tracks were not equipped with a track vacancy detection system. All systems necessary are housed in a total of 4 control cabinets, located in the stations next to an incoming feeder.*

*The system has been in trouble-free service since starting in December 2004.*

### STATUTORY SOURCES

*The systems to be implemented comply with EBO (German federal regulation for the construction and operation of railways) and AEG (General Railway Act). Application of this system complies with the recommendations set forth in VDV magazine 752: "Recommendations for selection of appropriate operating systems for single-track lines".*

*In regard to its use on EdB lines (German Federal Railways) the Board of the Federal Railway Authority issued on September 21st, 2005, a declaration, according to which this system does not require type certification as defined in BAU-STE (EBA's Administrative Code) in order to be used by DB.*

*Operating regulations in force such as train loading and running regulations (DV/DS 408) and the train loading and running regulations for non-federal railways (FV-NE) are being complied with without restrictions. Safety responsibility still lies with the railway personnel. The operation on the pilot line had been authorised by the Director-General for Thuringia and was locally accepted by the German Federal Railway Authority.*

## ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK SUMMARY AND OUTLOOK

Das „Achszählgesteuerte Zugbeeinflussungssystem“ (AZB) ist ein effizientes und kostengünstiges System zur Herstellung technischer Sicherheit auf Strecken ohne Signalanlagen.

*Ing. Frank Haubert,  
Managing Director, Design and  
Development of System Solutions,  
V+S Ingenieurgesellschaft,  
Espachstraße 5a, D-99094 Erfurt -  
E-Mail: info@v-plus-s.de*

*The "axle-counter controlled automatic train control system" (AZB) is an efficient and economic system to provide technical safety on lines without signalling system.*

Es stellt eine Art Streckenblocksystem dar, das durch den Einsatz von bewährten und zuverlässig arbeitenden Komponenten der Eisenbahnsicherungstechnik ein hohes Maß an Sicherheit bietet und eine hohe Verfügbarkeit aufweisen kann. Das System lässt sich individuell an die verschiedenen Spurplanstrukturen anpassen und kann je nach Kundenwunsch modular erweitert werden.

*Dipl.-Wirtsch.-Ing. Klaus Althage,  
Managing Director, Head of Sales,  
Frauscher GmbH, Gewerbestraße 1,  
A-4774 St. Marienkirchen -  
E-Mail: office@frauscher.com*

*It represents a sort of block system, which, by using proven and reliable railway safety technology components, is able to provide high levels of safety and availability. The system can be individually adapted to the different railway networks and affords modular expansion according to Customer's needs. Local or central display, remote diagnostics and central remote reset are being developed to complement the system.*

*Ing. Frank Haubert, Geschäftsführer,  
Planung und Entwicklung von  
Systemlösungen,  
V+S Ingenieurgesellschaft,  
Espachstraße 5a, D-99094 Erfurt -  
E-Mail: info@v-plus-s.de*

Eine örtliche oder zentrale Visualisierung, Ferndiagnose sowie eine zentrale Grundstellungsfernbedienung werden derzeit zur Ergänzung entwickelt.

Da auch eine Ansteuerung fremder Zugbeeinflussungssysteme anderer Infrastrukturbetreiber ermöglicht werden kann, dürfte dieses System auch über die Grenzen Deutschlands hinaus das Interesse der Eisenbahnen wecken.

*As control of third-party ATC systems by other infrastructure operators is possible, this system may be of interest to railway operators even beyond the borders of Germany.*

*Dipl.-Wirtsch.-Ing. Klaus Althage,  
Geschäftsführer, Leiter des Vertriebs,  
Frauscher GmbH, Gewerbestraße 1,  
A-4774 St. Marienkirchen -  
E-Mail: office@frauscher.com*

Im Oktober 2005 wurden von der Regio-Infra-Service Sachsen GmbH die Ausrüstung der Strecke Stollberg – St. Egidien und von der DB Netz AG die Ausrüstung der Strecke Weimar B. – Kranichfeld mit dem AZB beauftragt.

*In October 2005 the Regio-Infra-Service Sachsen GmbH placed the order to equip the line Stollberg – St. Egidien with the AZB and the DB Netz AG ordered the AZB equipment for the Weimar B. – Kranichfeld line.*