

Neue Erdseilmaterialien schützen Stellwerke vor Hochspannungsbeschädigungen

Gerhard Haipl / Johann Berger

Bahnfrevel durch Entwendung von Buntmetall führt in den letzten Jahren vermehrt zu gravierenden und teuren Ausfällen im Eisenbahnnetz. Am 28.05.2009 kam es durch eine Verkettung mehrerer Umstände zu einer folgenschweren Spannungsverschleppung, infolge derer das Stellwerk Wien Süßenbrunn schwer beschädigt wurde.

Die Hintergründe, sowie die Maßnahmen, welche es ermöglichten, innerhalb eines Jahres einen Großteil der Funktionen signaltechnisch sicher wiederherzustellen, sollen hier dargestellt werden. Letztendlich wurde basierend auf den Erkenntnissen dieses Ereignisses ein neues Erdseilmaterial getestet, das hinkünftig dem Vandalismus Einhalt gebieten soll, wodurch derart ausgelöste Stellwerksbeschädigungen vermieden werden können.

1 Geschichte

Das Stellwerk Süßenbrunn ist im nordöstlichen Teil Wiens, dem Bezirk Floridsdorf, gelegen und bedient an der sogenannten „Schnellbahnstammstrecke“ nahezu den gesamten Eisenbahnverkehr ins Weinviertel und in das nordöstliche Niederösterreich. Es wurde im Jahr 1983 als Spurplanstellwerk, Bauart Alcatel, gebaut und hatte im Endausbau die Fernstellung von fünf Stellwerken (Bf. Leopoldau, Bf. Süßenbrunn, Selbstblock Süßenbrunn 1, Bf. Gerasdorf, Selbstblock Gerasdorf 1) im Bedienbereich integriert. Mit 83 Weichen, 84 Vor-/Hauptsignalen und 84 Versuchssignalen gehört es – nicht zuletzt aufgrund der großen räumlichen Ausdehnung – zu den größeren Stellwerken.

In einer weiteren Ausbaustufe wurde der Standort 2002 zur Fernsteuerzentrale („BOS-Zentrale“, Betriebsoperationssystem) erweitert, der Streckenbereich Süßenbrunn – Wolkersdorf bis Enzersdorf/Staatz im nördlichen Weinviertel wird von hier seitdem disponiert. Im Zuge dieser Erweiterungsarbeiten musste die Panoramatafel des Spurplanstellwerks – nicht

zuletzt wegen der Platznot im Bedienraum – einer neuen Bedienoberfläche weichen. Mithilfe eines Anpassrechners wurde die Fernsteuerung des genannten Streckenabschnittes sowie auch des örtlichen Stellwerks Süßenbrunn als Elektra I realisiert. Mit der Darstellung mittels EBO1 (Einheitliche Bedienoberfläche mit festen Bildern und sicherer Darstellung) wurden die Gleisbilder auf Monitore übertragen und die Anzahl der Bedienplätze wurde erhöht.

2 Erdungskonzept

Elektrifizierte Eisenbahnnetze werden – sowie die meisten Stromversorgungsnetze auch – einseitig geerdet ausgeführt. Im Wesentlichen stellt diese Maßnahme sicher, dass einseitige Netzfehler gegen Erde sich bereits als Einzelfehler offenbaren und behoben werden können. Würde ein Netz isoliert gegen Erde betrieben, könnte ein einzelner Erdfehler zwar unbemerkt und ohne Auswirkungen bleiben, aber ein zweiter Fehler würde umso fatalere Konsequenzen haben, da hier parasitäre Stromkreise mit nicht absehbarem Gefahrenpotenzial entstehen können.

Umso wichtiger ist es, entlang elektrifizierter Eisenbahnstrecken ein ausgefeiltes Erdungskonzept rigoros anzuwenden.

Ein solches Konzept sieht zuallererst vor, alle metallischen Komponenten entlang einer Eisenbahnlinie zuverlässig mit Erde zu verbinden, um im Falle von Fahrleitungsbrüchen oder Kurzschlüssen mit Verbindung zu diesen Elementen eine möglichst niederohmige Ableitung des Kurzschlussstromes gegen Erde zu gewährleisten.

Eine ortsnahe und niederohmige Ableitung von Kurzschlussströmen garantiert das schnelle Auftreten des erforderlichen Abschaltstromes, um so das Netz stromlos zu machen und Folgeschäden zu reduzieren. Ein weiterer Effekt ist die Vermeidung von Spannungsverschleppungen und Potenzialanhebungen in teilweise weit entfernten Anlagenteilen, wo die-

se unkontrollierbare Auswirkungen nach sich ziehen können.

3 Kupferseile für die Erdung

Zur Herstellung langlebiger Erdungssysteme, welche auch vorort servicierbar bleiben (lösbare Verbindungen), ist die Verwendung von Materialien erforderlich, welche gleichermaßen Witterungsbeständigkeit sowie galvanische Verträglichkeit gegenüber möglichst allen im Bahnbereich vorkommenden Metallen aufweisen und ohne großen Energieaufwand (Schweißen) auch entlang der Strecke mechanisch verarbeitet werden können. Es müssen alle Anschlussteile, Muffen, Schrauben und auch Schellen und Ösen aus galvanisch verträglichen Materialien bestehen und auch entsprechend korrosionsresistent sein. Kupfer weist alle diese Eigenschaften auf und hat darüber hinaus den großen Vorteil der hohen Wiederverwertbarkeit, welcher sich im vorliegenden Fall zum gravierenden Nachteil entwickelte.

Da die Erdleiter – auch aus Gründen der Wartung und Kontrolle – gut sichtbar verlegt sind, bieten sie ein leichtes Angriffsziel für Diebe. Nachdem es in den vergangenen Jahren vermehrt zu derartigen Buntmetalldiebstählen gekommen war, war es eine Frage der Zeit, bis der eine oder andere entwendete Erdleiter an Fahrleitungs- oder Signalmasten im Streckenverlauf unentdeckt bliebe, obwohl die Wartungs- und Inspektionsintervalle eingehalten wurden.

4 Unwetter verursacht Erdschluss

Nachdem Kupfererdleiter im Streckenbereich Süßenbrunn – Stadlau entwendet worden waren, trat der schlimmstmögliche Fall am 28.05.2009 ein: Im Zuge von Unwettern, begleitet von heftigen Stürmen, wurden gegen 21 Uhr Bäume umgeworfen, wobei Äste in die Fahrleitung der erwähnten Eisenbahnstrecke gedrückt wurden.

Die eingeschaltete Fahrleitung fiel dabei auf den Signalmast des Einfahrsignales „C“ des Bahnhofs Süßenbrunn.

Nachdem die erwähnten Kupfererdungen am betroffenen Signal und den umliegenden Fahrleitungsmasten infolge Diebstahls fehlten, erfolgte im Signalbeikasten – neben anderen Überschlügen im Zuge von Isolatorbrüchen – ein Überschlag auf die Signalkabel und deren Schirmungen, wodurch der Oberleitungsstrom über Erdkabel bis zum 1,5 Kabelkilometer entfernten Relaisraum des Zentralstellwerks fließen konnte. Da durch den erhöhten Erdübergangswiderstand nicht sofort eine Abschaltung erfolgte, wurden zu diesem Zeitpunkt zwei Gestellreihen des Spurplanstellwerks in Brand gesetzt, zahlreiche weitere Überschlüge und Erdschlüsse folgten. Der Geistesgegenwart des Personals ist es zu verdanken, dass der Brand rasch gelöscht werden konnte, und so ein Übergreifen des Schadens auf den Anpassrechner/Fernsteuerrechner der ferngesteuerten Strecke Wolkersdorf – Enzersdorf/Staatz vermieden wurde.

Die Komponenten der Außenanlagen (Weichenantriebe, Signale) blieben zu 95 % unbeschädigt und konnten nach Überprüfung großteils wieder in Betrieb gesetzt werden.

5 Erste Maßnahmen

Aufgrund des Stellwerkstotalausfalls musste der gesamte Zugverkehr in den betroffenen Streckenabschnitten eingestellt werden. Infolge der detaillierten Verfahrensregeln für einen derartigen Fall kam es mit Ausnahme der Zugausfälle zu keinen außergewöhnlichen bzw. gefährlichen Ereignissen. Nach dem Abschluss der Löscharbeiten durch die Feuerwehr in der gleichen Nacht konnte das Schadensausmaß erst oberflächlich abgeschätzt werden: Um 5 Uhr des Folgetages war es möglich den im gleichen Raum befindlichen Fernsteuerrechner für die Strecke Wolkersdorf – Enzersdorf wieder in Betrieb zu setzen, jedoch durch die Raucheinwirkung und die entstandenen teilweise giftigen Gase kam es auch hier immer wieder zu Bauteilausfällen.

Als erste Maßnahme musste kurzfristig die Befahrbarkeit der durch den Stellwerksausfall gestörten Streckenbereiche wiederhergestellt werden. War der Streckenabschnitt der Strecke 14 mit händisch gesperrten Weichen auf dem Regelgleis noch im Notbetrieb befahrbar, musste im Abschnitt Gerasdorf – Leopoldau Schienenersatzverkehr eingerichtet werden. Da auch Gleisfreimeldeeinrichtungen unbrauchbar waren, wurde Personal zur Zugschlussmeldung ein-



Bild 1: Erdseil in isolierter Ausführung am Schienenfuß verschraubt

gesetzt, die Signalabhängigkeit war aufgehoben. 19 Signale waren infolge der Überspannungen durch direkte oder indirekte Einflüsse unbrauchbar geworden, eine Eisenbahnkreuzung musste gesperrt bleiben. Das Ausmaß an defekten Kabelverbindungen konnte zu diesem Zeitpunkt nur erahnt werden.

6 Ernüchterung nach Schadenshebung

War unmittelbar nach Kontaktaufnahme mit den Herstellern das Hauptaugenmerk auf die Erfassung der ausgefallenen Baugruppen sowie deren Ersatz und Wiederherstellung des Bestandes gerichtet,



Bild 2: Die Anschlussschellen werden wasserdicht mit dem Kunststoffmantel verpresst.



mussten sehr bald weitere Rückschläge zur Kenntnis genommen werden. Durch zahlreiche Überschläge in der gesamten Kabelanlage waren massive Erdschlüsse, welche nicht genau lokalisierbar waren, entstanden. Durch die massive chemische Schädigung/Korrosion der Einrichtungen konnte auch bei (nicht augenscheinlich) beschädigten Baugruppen und Relais durch den Hersteller keine Garantie für die Tauglichkeit des Stellwerks oder der einzelnen Baugruppen – selbst bei fachgerechter Wiederherstellung aller erkennbar gestörten Baugruppen – abgegeben werden. Die zu diesem Zeitpunkt auf Reparatur ausgerichtete Kostenschätzung für die signaltechnische Wiederherstellung in der Höhe von 1 Mio. EUR samt Personalaufwand mit einem Zeitaufwand von etwa drei Monaten musste damit nach oben korrigiert werden.

7 Neuerrichtung in drei Stufen

Nicht nur die großzügige Neuverkabelung, sondern auch die Neuherstellung des Stellwerkes erschien als die einzig sichere Variante – vor allem in dem Sinne, dass versteckte Fehler und Mängel keine weiterreichenden und langfristi-

gen Sicherheitsrisiken darstellen konnten.

Die Entscheidung zur Neuerrichtung des Stellwerkes zog weitere, sehr kurzfristig festzulegende Konsequenzen nach sich. Aufgrund der raschen Planung und Projektierung wurde hier zugunsten eines elektronischen Stellwerkes entschieden, auch um eine zeitgemäße Anpassung der Planung möglichst kurzfristig noch mit einfließen lassen zu können.

Außerdem galt es bei der Neuherstellung des Stellwerkes in der neueren Bauart Elektra II einige Bedingungen aus Sicht der Betriebsabwicklung zu erfüllen. So dürfen beispielsweise Bedienoberflächen/Monitore der beiden unterschiedlichen Technologien EBO1 und EBO2 nicht im selben Arbeitsplatz zur Bedienung kombiniert werden.

Die Kosten mussten damit auf 10 Mio. EUR korrigiert werden, die Baudauer musste – bei Zurückreihung aktueller Projekte – auf mindestens 18 Monate in mehreren Ausbaustufen ausgeweitet werden.

Da kurzfristig die betriebliche Sicherheit auf den betroffenen Streckenabschnitten wieder herzustellen war, wurde als eine der ersten Maßnahmen die Herstellung der signaltechnischen Bedienbarkeit von Weichen im gestörten Streckenabschnitt

eingeleitet. Ein Konzept des für die Verkehrsabwicklung verantwortlichen Geschäftsbereiches Netzbetrieb sah dazu als Phase I die Bedienbarkeit von 17 Weichen innerhalb einer Monatsfrist (zu Beginn des Sommerfahrplanes 2009) in einer provisorischen Weichenverkehrsstelle samt örtlicher elektromechanischer Weichenstellvorrichtung vor. Der Einsatz von fünf Zugschlussmeldern rund um die Uhr garantierte die Gleisfreimeldung.

In einer weiteren zweiten Phase wurde die Signalabhängigkeit und Einbindung von 27 Weichen in ein provisorisches ESTW angestrebt. Die Betriebsbereitschaft dieser Phase war bereits vier Monate später, im Oktober 2009, hergestellt. Die Gleisfreimeldung war wieder tauglich, Zugschlussmelder konnten ab diesem Zeitpunkt entfallen.

Zusätzlich wurden die Schnittstellen zu den angrenzenden Stellwerken Wien Stadlau und Wolkersdorf (Thales) sowie Wien Floridsdorf und Wolkersdorf (Siemens) eingebunden. Somit war ein signalabhängiger Betrieb auf den Durchfahrtsgleisen wieder möglich. Angrenzende Weichen blieben weiterhin schlossgesperrt.

Im Mai 2010 konnten weitere 34 Weichen in das provisorische Stellwerk eingebunden werden, auch Gleiswechselbetrieb ist seither wieder möglich.

8 Einbindung in das BFZ-Konzept

In der vorläufigen Endphase werden 2011 vier weitere Bahnhofsgleise sowie die Wendeanlage Leopoldau, Zwischensignale, eine Selbstblockstelle sowie sämtliche 84 Versuchs- und Einsatzsignale einsatzfähig sein. Dies entspricht dann dem Zustand vor dem Stellwerksausfall 2009, allerdings mit dem Vorteil, dass das Stellwerk Süßenbrunn bereits in Elektra II aufgebaut und damit ohne weitere Aufwände in die Betriebsführungszentrale Wien (BFZ) im Jahr 2012 eingebunden werden kann. Damit ist dem Gesamtaufwand zugutezuhalten, dass die zur Einbindung in BFZ Wien ehemals erforderlichen Aufwendungen zur Anpassung des Spurplanstellwerkes Süßenbrunn im Zuge des Neubaus wegfallen konnten.

Die Fernsteuerung des Streckenabschnittes Wolkersdorf – Enzersdorf/Staatz wird dann auch aus der BFZ Wien erfolgen.

9 Weiterführende Konsequenzen

Es wurden zwei wesentliche Erkenntnisse aus dem Vorfall abgeleitet: Zum einen

ist die Beschaffung eines mobilen elektrischen Stellwerks angedacht, welches innerhalb kürzester Zeit österreichweit verbracht und eingesetzt werden kann. Zum anderen müssen im Erdungskonzept völlig neue Methoden angewendet werden, um den Diebstahl von Buntmetall nicht mehr attraktiv erscheinen zu lassen.

10 Stellwerk auf Rädern

War bisher der Notbetrieb nach Anlagenausfällen durch das – organisatorische – Modell des „Notfahrprogramms“ ausreichend abgedeckt (Notfahrstraßen werden eingestellt und mechanisch gesperrt), musste man doch mit zunehmender Verkehrsverdichtung in Kauf nehmen, dass teilweise inakzeptable Verkehrseinschränkungen und Verspätungen auftreten. Eine Lösung dazu könnte ein Notstellwerk darstellen, welches in Containerbauweise (vier Container) vorbereitet werden soll. Ein Container beinhaltet dabei bereits die Bedienplätze, während ein weiterer die ggf. erforderliche Hardware (Kabel, Anschraubsignale, Hilfsmaterial) beinhaltet soll.

Die Technik soll dabei zum Aufsetzen auf jede in Österreich eingesetzte Stellwerkstechnologie für Hauptbahnen vorbereitet werden. Der Einsatz soll in mehreren Stufen von der schnellen Grundvariante mit allen Bedienelementen in Rei-

henanordnung, mit elektrischer Bedienbarkeit von Weichen und Ersatzsignalen bis hin zur Detailprojektierung von lokalen Gegebenheiten für längerfristige Einsätze (Gleisbildanzeige, Gleisfreimeldeanlage, Zugstraßen, Zugnummernfortschaltung Streckenblock, Eisenbahnkreuzungssicherung) reichen.

Die Ausbaugröße soll bis zu acht Streckengleise, 30 Weichen, 30 Hauptsignale, 16 Vorsignale, 30 Gleisfreimeldeabschnitte sowie vier Eisenbahnkreuzungen erreichen können. Da eine derartige Anlage die Erfüllung der Sicherheitsrichtlinien nur durch regelmäßige Bedienung bzw. Überprüfung unter Beweis stellen kann, wäre ein Einsatz als Schulungsanlage für Techniker eine zweckmäßige und kostengünstige Variante. Die Container können auf dem Schienenweg sehr kurzfristig angeliefert und positioniert werden. Als Kostenaufwand für ein derartiges System werden derzeit 4,7 Mio. EUR geschätzt, die Realisierung wird zurzeit überdacht.

11 Neues Erdseilmaterial

Um des Übels Wurzel – den Buntmetall-diebstahl der Erdleiter – zu beheben, stehen zwei Möglichkeiten zur Wahl: Einerseits können die Erdleiter aus derart minderwertigem kostengünstigem Material hergestellt werden, dass ein Diebstahl nicht lohnenswert erscheint, andererseits

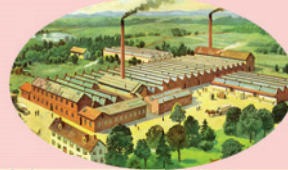

kann die Bauform derart gewählt werden, dass durch eine Verbindung aus Materialmix und Kunststoff eine Materialtrennung unattraktiv und unrentabel wird. Die derzeit im Versuchseinsatz stehenden Seile entsprechen einer Kombination beider Faktoren:

Als Erdseil wird eine Kombination aus Aluminium und Stahlsträhnen eingesetzt, wobei letztere das Durchtrennen erschweren. Da diese unedle Kombination in Verbindung mit Umwelteinflüssen sofort korrodieren würde, müssen weitere Maßnahmen gesetzt werden: Um galvanische Korrosion zu vermeiden, werden die Seile in Kunststoffisolierung verlegt sowie in gekapselte (wasserdichte) Kabelschellen eingeführt und verpresst (Bild 1, 3).

Dadurch wird erreicht, dass das Erdseil der Witterung nicht ausgesetzt ist und aus dem kostengünstigen Stahl-Alu-Verbund hergestellt werden kann. Die verwendeten Schellen können entweder in Kupfer oder einem entsprechend wasserdicht verpressbaren Material ausgeführt werden (Bild 2). Als Übergang beim Verschrauben sind Verbundscheiben (aus unterschiedlichen Metallen verschweißt/verpresst) zur Vermeidung von galvanischen Korrosionsspannungen zwischenzulegen. Eine Trennung dieser verschiedenen Materialien ist offenbar auch für Diebe nicht wirtschaftlich: Seit dem Testeinsatz wurde im beobachteten Gebiet nur mehr ein Erdseil entwendet, in



Tradition und Innovation auf dem Signal+Draht-Kongress in Fulda

1835 175 Jahre Ludwigsbahn	1885 125 Jahre Bayka
	
Gemeinsam 300 Jahre Erfahrung und Tradition	
 Deutsche Bahn AG	 Bayerische Kabelwerke AG

Bahn und Signalkabel

LWL- und Cu-Schienenfußkabel

Aluminium-Bahnerdungsleitungen




BAYERISCHE KABELWERKE AG • Otto-Schrimpff-Str. 2 • 91154 Roth • www.bayka.de • kabel@bayka.de

Das einzige interaktive
Ausschreibungs- und Informationsportal
der Schienenverkehrsbranche



mit neuen Tools:

**Direkte Verlinkung
aktueller Ausschreibungen zu**

- **ausgeschriebenen Baustoffen
und Produkten**
- **potentiellen Subunternehmern**
- **potentiellen Lieferanten**

Die aktuelle Informationsquelle

für Planer, Kalkulatoren, Einkäufer,
Marketing & Vertrieb

- **alle Ausschreibungen Ihres
individuellen Suchprofils zweimal
täglich per Email**
- **LV Bestellung mit einem Mausklick**
- **Angebotsanforderungen
binnen Sekunden zur effizienteren
LV-Bearbeitung mit Order-Link**
- **aktuelle Submissionsergebnisse**
- **Produktvorstellungen**

Sie kennen Bahnmarkt.EU noch nicht?

Testen Sie absolut unverbindlich!

BahnMarkt.EU www.Bahnmarkt.EU/TEST

Premiumpartner von
DVV Media/EURAILPRESS

einem zweiten Fall blieb es bei dem Versuch. Wenngleich die Kostenersparnis des unedleren Materials durch die aufwendigen Materialverbünde nahezu wettgemacht wird, ergibt sich die echte Ersparnis durch die Langlebigkeit im Einsatz, welche derartige Ausfälle zukünftig verhindern soll und damit das wahre Einsparungspotenzial bewirken wird.

Die Autoren

Ing. Gerhard Haipl
Engineering Services der ÖBB-Infrastruktur AG; Entwicklung
von Eisenbahnsicherungstechnik.
Anschrift: Praterstern 3, A-1020 Wien
E-Mail: gerhard.haipl@oebb.at

Ing. Johann Berger
ÖBB-Infrastruktur AG
Geschäftsbereich Engineering Services, Leiter Systeme und
Produkte
Anschrift: Praterstern 3-4, A-1020 Wien
E-Mail: johann.berger@oebb.at

■ SUMMARY

Better availability of the protective earthing system

Copper is an expensive and therefore precious resource, and the result is theft of protective conductor wires (PE) along trackside installations. Despite periodic maintenance of the systems, some of the PE-wires remained missing. Due to a thunderstorm on May 29, 2009, trees fell into the catenary and caused a short-circuit, charging 15.000 V directly into signal masts and signalling cables. This led to partial burnout of the interlocking "Süßenbrunn" at a 1.8 km distance. To avoid a complete breakdown of traffic, organisational measures had to be taken. After first analysis, the scale of the damage had to be adjusted upwards, showing a total of Euro 10 million and a period of over 18 months to re-establish safe conditions. This was caused by several secondary short-to-grounds, not detectable at first sight.

On the other hand, development of new types of protective conducting systems led to the perception that investing in low-value material (not worth dismantling) and hiding material from sight could lead to better availability of the protective earthing system. Using less valuable material such as aluminium in compound with steel wires (as a mechanical protection) implied corrosion problems that culminated in waterproof isolation of cable and conductors. Since initiating tests on this system, just one protective conductor wire has disappeared. Though the price of this new system is not that much lower, savings may occur out of the fact that similar events may undoubtedly be avoided in future.

Furthermore, perceptions about loss of integrity of a complete interlocking led to plans for a universal container-interlocking-system, capable of being put in place and programmed to handle numerous switches and signals within a short time. Discussions are still going on concerning interfaces and controlling availability of such a system when not in use (such as for educational purposes). The overall cost could be Euro 4.7 million.