

# DURFRÜPS- Report



bewährte Technik im  
oberirdischen  
Kabeltrassenbau  
seit 1985

Seit 11/95 mit EBA-Zulassung

## FRÜPS-STELZENTROG

*Der Kabelkanal aus Stahlblech*

Über 400.000 m  
im Markt

HYPERION-Verwaltung GmbH  
Rohstorf 7 • D- 21397 Vastorf  
[www.hyperion-ip.eu](http://www.hyperion-ip.eu) • [j.frenzel@hyperion-ip.eu](mailto:j.frenzel@hyperion-ip.eu)

## Vorwort

Im Zuge von Produktentwicklungen sind in Abständen immer wieder Bestandsaufnahmen des entwickelten Systems nötig, um die Akzeptanz und eventuell aufgetretene Schwierigkeiten feststellen und in eine laufende Produktentwicklung einfließen lassen zu können. Diese Betrachtung des Produktes nach der Markteinführung und die Untersuchung von Streckenabschnitten, die aus der ersten Zeit stammen (1985) soll im folgenden dargestellt werden und eine Aussage zu den mittlerweile mehr als 400 km verlegten FRÜPS-Kabelkanaltrögen im In- und Ausland zu ermöglichen. Der Zeitraum, wurde deshalb so groß gewählt (1985 – 2008), da nach einer entsprechend langen Liegedauer (mehr als 20 Jahre) qualifizierte Aussagen gemacht werden können.

## Bautechnische Beschreibung des Systems

Der Kabelkanal besteht aus abkantetem, verzinktem Stahlblech und ist – wie andere belastete Bauteile in der Technik – nach bauseits festgelegten Belastungsannahmen statisch berechnet und kann deshalb auch individuellen Anforderungen durch Wahl der Blechstärke und Veränderung der Stützweiten den örtlichen Gegebenheiten angepasst werden.

Die sehr steifen Blechtröge sind im Abstand bis zu 6,00 m unterstützt und werden auf Querträgern aufgelegt, die an im Boden eingerammten Stützen angeschraubt werden. Das Prinzip ist von den Leitplanken an den Straßen und Autobahnen bekannt; hier sind lediglich die Kabelkanäle in senkrechter Richtung tragend angeordnet und mit Deckeln verschlossen.

Durch diese Anordnung gibt es keine Bodenberührung für die Kanäle; sie werden dadurch von Bodenbewegungen und Schottersetzungen/ und –veränderungen nicht beansprucht, insbesondere auch nicht durch Wasserdruck. Eine Querbeanspruchung der Teile des Kanals gegeneinander ist ausgeschlossen, sodass auch ein Abscheren damit vermieden wird.

Die Deckel der Blechkanäle sind als Klemmsystem befestigt, die zur Vermeidung von Manipulationen gegen einfaches händisches Öffnen automatisch gesichert sind. In jedem Fall wird die leitfähige Verbindung des Trogdeckels mit dem eigentlichen Tragkörper mittels eines Kupferbandes hergestellt. Diese Bänder halten den Deckel in geöffnetem Zustand und Verhindern damit ein Umherfliegen. Die Abdeckungen werden in 2,00 m Längen hergestellt, die besonders einfach von Hand zu bewegen sind. Dadurch werden eine leichte Handhabung und eine besonders schnelle Zugänglichkeit gewährleistet. Der Unterhaltungsaufwand im Sinne der Zugänglichkeit zu den Kabeln wird nicht erhöht, sondern weiter reduziert.

Der Übergangsbereich Erde/ Luft befindet sich nur an den Stützträgern, die nach bewährter Art geschützt sind (gleiche Systematik wie bei den Leitplanken).

Gerade die Ausbildung der Kabelkanäle mit Stahlblech gibt dem Nutzer die Möglichkeit, die Lebensdauer selbst zu bestimmen. Der Schutz ist ohne Schwierigkeiten auf die Lebensdauer abzustellen, die sie erreichen sollen.

Über das Galvanisieren der Teile hinaus wären auch verschiedene weitere Legierungen möglich, die den Korrosionsschutz beliebig lange sichern. Die Erfahrungen zeigen jedoch, dass schon die jetzige Ausführung die Anforderungen voll erfüllt. Auch eingewalzte Oberflächen bieten von sich aus dauerhaften Schutz. Eine spezielle Farbgebung (in Erkennungs-/ Warnfarbe) wäre – falls gewünscht – außerdem mit der Korrosionsschutzbeschichtung möglich.

Ein besonderer Vorteil besteht bei den Blechkanälen darin, dass bei Beschädigungen einzelner Teilstücke niemals ein Bruch der Kanäle eintritt, sondern höchstens ein örtliches Beulen, so dass die Tragfähigkeit immer erhalten bleibt, das Kabel weiter geschützt bleibt.

Besondere Formstücke lösen die Kabelausführungen, Muffenbausätze und das Verschließen der Enden. Um höhere Temperaturen und Schwitzwasser im Kabelkanal zu verhindern, sind der Boden und die Wände unter dem Deckel gelocht. Im Inneren erhält der FRÜPS-Stelzentrog eine Einlage aus Steinwolle zum Schutz gegen Böschungsbrände.

Die Kabelkanäle werden entsprechend der Vorschriften und dem Stand der Technik durch Verlegung von Erdungsleitungen bahngeerdet. Diese wird an den Fahrleitungsmast mit angeschlossen und kann somit im Rahmen der ohnehin erforderlichen Kontrolle der Potenzialausgleichschiene am Mastfuß ohne zusätzlichen (Kosten-) Aufwand mit kontrolliert werden. Eine kurzschlussfeste Verbindung der einzelnen Teile der Tröge sowie der Tröge untereinander ist ebenso sichergestellt. Andererseits ist eine isolierende Unterbrechung der Tröge in Bezug auf z.B. das 100-Hz-Gleisfreimeldesystem und andere Forderungen jederzeit möglich. Diese Fugen können z.B. in Kunststoff oder Gummizwischenlagen ausgeführt werden, die entsprechende Durchschlagfestigkeit aufweisen.

Bezogen auf den Blitzschutz, bietet ein Kabelkanal aus Blech alle bekannten Vorteile (Faradayscher Käfig). Die Deutsche Post bspw. nutzt den Vorteil von Blech in besonders gefährdeten Bereichen. Blitzschutz ist also mit dem Kabelkanal automatisch vorhanden; besondere Maßnahmen entfallen daher.

Die Vorschriften für die Betriebsleittechnik gemäß DS 899/4, Abs. 6.2.9 vorgeschriebene isolierende Zwischeneinlage wird durch die Brandschutzeinlage erfüllt. Durch die besondere Ausbildung des Blechtröges und durch Anordnung von Öffnungen im Boden des Kanals sowie unterhalb der Deckelkonstruktion wird ein Wärmestau in jedem Fall vermieden, so dass keine über das zulässige Maß hinausgehenden Temperaturen nachgewiesen werden konnten. Hinzu kommt, dass der Reflexionsgrad von feuerverzinktem Blech etwa doppelt so hoch ist, wie bei Beton, so dass im Falle des oberirdischen Anordnens der Kanäle ein weiterer, systemimmanenter Vorteil gegeben ist.

Die aufgeständerten FRÜPS-Stelzenträge sind praktisch in allen Bereichen der Deutschen Bahn oder anderen Anwendern in der Normalausführung zu verwenden:

- Im Bereich von Dämmen
- In Einschnitten
- In der Ebene
- Im Bereich von Kunstbauten.

Für den Bereich von festen Bauwerken sind einfache Unterstützungen konstruiert, die den tatsächlichen Konstruktionen angepasst werden.

Bei erdverlegten Betonkabelkanälen ist es üblich, diese im Randwegbereich neben den Gleisen zu verlegen. Dieser Randweg ist ein Konstruktionsteil des Bahnkörpers. Er soll dem Bahnbediensteten bei Zugfahrten als Sicherheitsraum dienen und auch ein Abstellen von Gleisbearbeitungsmaschinen ermöglichen. In erdstatischer Sicht ist er aus Standsicherheitsgründen erforderlich.

Wir empfehlen daher, bei oberirdischen Kabelkanälen diese nicht im Randwegbereich zu verlegen, sondern die Anordnung auf Stützen in den Bereich außerhalb dieser Randwege zu verlegen. Die Ausführung mit FRÜPS-Kabelkanälen bietet hierzu die einfachste und wirtschaftlichste Möglichkeit.

## 1.1 Besondere Vorteile

### **Der Einbau:**

Einfache Verlegung von Hand außerhalb der Bauhauptarbeiten durch Bauteile mit geringen Gewichten (Erdarbeiten und Gleisverlegearbeiten entfallen hierdurch). Die Bearbeitung und Einpassung der FRÜPS-Teile ist äußerst simpel und gestaltet sich somit als sehr einbaufreudig, was die benötigte Zeit für den Einbau drastisch verkürzt. Alle Teile können mit einem Trennschleifer (Flex) – wie bei der Blechbearbeitung üblicher Weise vorhanden – angepasst werden. Anforderungen des Anwenders fanden ihren Niederschlag in der Entwicklung von Zubehörteilen. So z.B. der Muffenbausatz, Winkelstücke, Neigungswinkel, Absenkungsformteile und Kabelauführungen.

### **Die Bauzeit:**

Die Bauzeit ist durch den Stützenabstand von < 6,00 m, Traglängen von 8,00 m und 4,00 m zeitlich zu verkürzen. Eine Planumherstellung, wie beim Betonkabelkanal entfällt. Dadurch sind auch kurzfristige Bauentscheidungen in die Langfristplanungen der BETREN zu integrieren.

### **Die Konstruktion:**

Variantenreichtum in der Querschnittsausbildung durch Baukastenprinzip; wenige Bauelemente können zu den verschiedensten Formen zusammengefügt werden. Dadurch sind eine geringe Anzahl verschiedener Bauteile vorzuhalten, die bei evtl. Beschädigungen schnell austauschbar sind.

Aus der Entwicklung und Weiterentwicklung des Systems ergeben sich folgende Punkte:

- a. der Deckel in seiner heutigen Form
  - ist statisch höchst belastbar und ist in geschlossenem Zustand ein weiterer Stabilitätsfaktor, wobei der Kanal auch allein ausreichend bemessen ist
  - ist durch das Clip-System nicht ohne das Spezialwerkzeug zu öffnen und dadurch vor Vandalismus weitgehend geschützt

- kann zusätzlich an den Stößen – wenn gewünscht – durch ein spezielles, umlaufendes und witterungsbeständiges Klebeband gesichert werden. Hierdurch werden die Stöße wasserdicht verschlossen, eine Trockenlagerung der Kabel und ein Schutz des Innenraums weiter optimiert.
- b. der Deckel wird durch Kupferbänder mit dem Trog verbunden
  - hierdurch ist er dauerhaft geerdet
  - er kann in geöffnetem Zustand nicht durch starken Wind oder Zugfahrt wegfliegen
  - das Kupferband ist das Gelenk zwischen Deckel und Trog, welches nie einrostet
- c. die Einlage aus gepresster Steinwollmatte
  - ist Isolierung zwischen Kabel und Stahltrug (Vorschrift)
  - ist Brandschutz bei Böschungsbränden oder sonstigen Hitzeeinwirkungen
- d. die Lochanordnung in den Trögen
  - halten die Tröge trocken
  - sorgen für eine ständige Belüftung
- e. die statische Konstruktion nach „Gerber“
  - vereinfacht das Rammen der Stützträger durch Reduzierung des Messaufwandes. Messabweichungen im Rahmen  $\pm 5\%$  sind kein Problem, da der 8,00 m lange Trog immer übergreift
- f. das Z-Profil
  - ermöglicht eine sehr einfache, wirkungsvolle Art den Kabelkanal in Höhe und Richtung auszurichten.

### **Die Gewichte:**

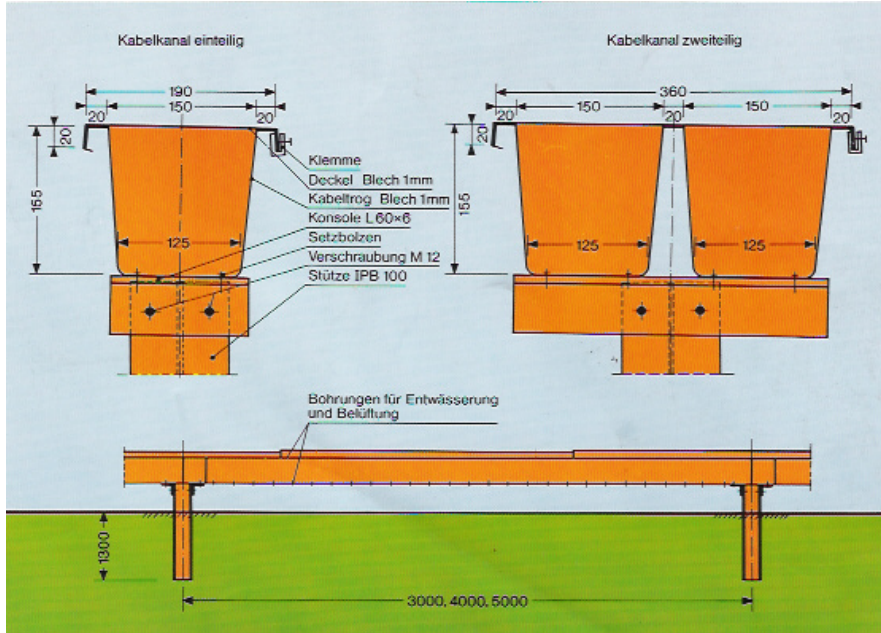
Gewichtsreduzierung auf ein Minimum, (bei Betonkanälen der Größe 2 beträgt das Gewicht pro 1 km Strecke ca. 203 t. Der FRÜPS-Stelzentrog wiegt pro km 13 t.), hierdurch deutliche Einsparung von Transportkosten und -zeiten: Mit einer Waggonladung von 28 t können statt 140 m Betonkabelkanal jetzt 1.500 m FRÜPS-Kanal angeliefert werden.

Die Reduzierung des Gewichts hat weitere Vorteile:

- Verkürzung von Entladezeiten
- Damit verbunden Verkürzung von Sperrpausen
- Verkürzung von Entladezeiten und Sperrpausen insbesondere dann, wenn der FRÜPS-Kabelkanal direkt an die Einbaustelle geliefert wird
- Weniger Transporte sind erforderlich. Dies entlastet unsere Umwelt
- **Ergonomischeres, rückenschonendes Verbauen des FRÜPS-KABELKANALS für Baustellenpersonale**

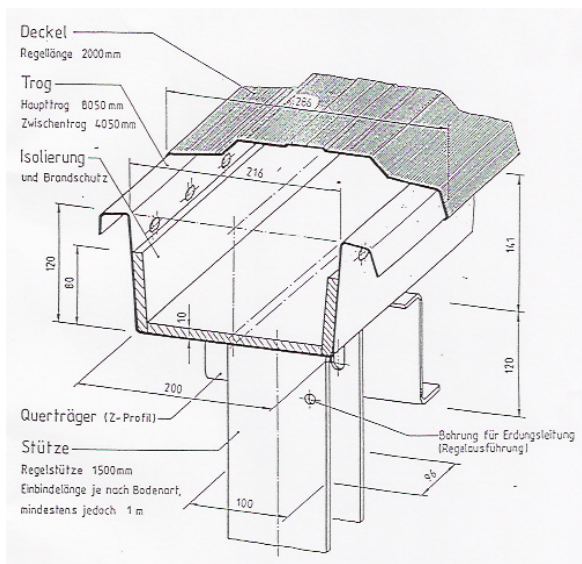
## Anfängliche konstruktive Probleme

Der ursprüngliche Kanal sah wie in unten dargestellter Skizze aus:



Der Deckel war glatt und die Abmessungen betragen in der Höhe 155 mm und in der Breite 125 mm gemessen an der unteren Kanalseite. Nach oben wurde der Kanal durch seine etwas konisch verlaufende Form auf 150 mm aufgeweitet.

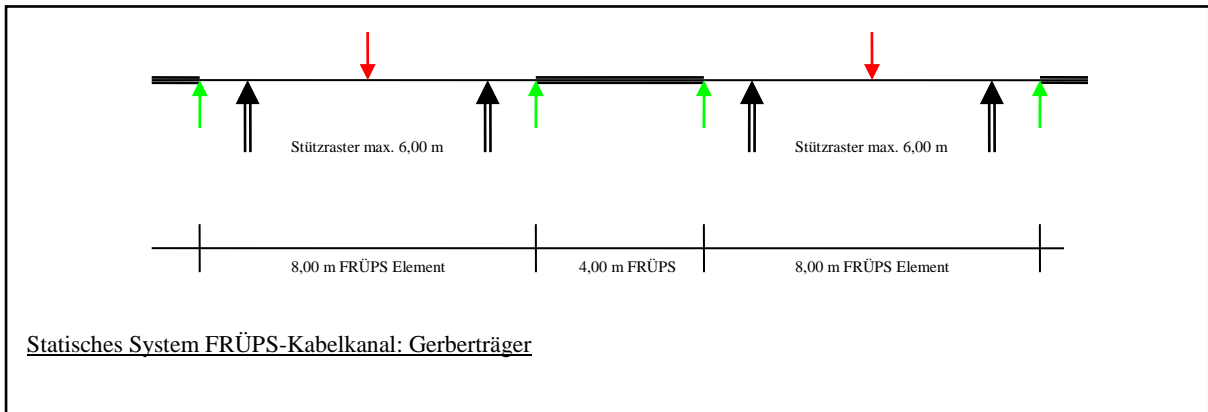
Die heutige Form ist entsprechend den Anforderungen optimiert worden. Die nachfolgende Skizze stellt die Hauptmerkmale des heutigen Erscheinungsbildes des FRÜPS dar:



Man kann erkennen, dass der Deckel profiliert wurde. Dadurch wurde eine größere Stabilität im Gesamtsystem eingeführt. Der Deckel trägt beim einsatzbereiten System erheblich zur Stabilität bei. Allerdings ist das System auch ohne verschlossenen Deckel

statisch unbedenklich. Die Abmessungen wurden optimiert und betragen heute in der Höhe 120 mm. Die Reduzierung des Volumens konnte durch eine Verbreiterung aufgefangen werden. Diese beträgt im unteren Punkt 200 mm und im oberen 216 mm. Die konisch zulaufende Form ist erhalten geblieben. Dadurch ergibt sich ein Volumen von 249,6 cm<sup>2</sup> im Vergleich zu alt 205,4 cm<sup>2</sup>.

Das statische System, welches hinter dem FRÜPS-Kabelkanal steckt, ist der Gerberträger. Zur Verdeutlichung ist dies in nachfolgender Skizze dargestellt:



Die aktuelle Formgebung entspricht der Einarbeitung von Erfahrungen aus der Anwendung und Optimierung aus den Anforderungen des Auftraggebers. Durch die Vielzahl von Praxiserfahrung mit diesem System (es sind mehr als 400.000 m im Markt) bestätigt sich die Kabelkanalkonstruktion und ihre Akzeptanz beim Anwender.

Dass der FRÜPS-Kabelkanal ausreichend dimensioniert ist, zeigt das folgende Bild:



Belastungsprobe des FRÜPS-Kabelkanals mit 7 Personen

## Erste Versuchsstrecken

### In Altenbeken...

Die ersten Einbauten gehen zurück auf das Jahr 1985. Im Zuge einer Versuchsstrecke auf der Strecke Altenbeken – Warburg (km 134,580 bis 135,180 rechtsseitig) wurden hier erstmalig im Juni 1985 ca. 600 m des FRÜPS-Kabelkanals eingebaut. Die zur Anwendung gekommene Form wies damals noch einen glatten Deckel auf, der im Laufe der Weiterentwicklung des Produkts durch einen profilierten Deckel (höhere Lastaufnahme möglich) in anderen Projekten getauscht wurde. Obwohl diese Strecke aus der Vorserie stammt, sind hier bis heute keinerlei Mängel festzustellen. Auch das Blech weist keine Schadstellen auf. Dies ist in diesem Fall besonders beeindruckend, da zum einen das Blech noch **nicht** mit der später eingeführten Galvanisierung beschichtet ist und zum anderen, da der Kanal unterhalb einer Natursteinbrücke im Einfluss korrosiver Wässer steht und somit zusätzlichen Belastungen ausgesetzt ist. Der Kanal befindet sich in einwandfreiem Zustand. (s. hierzu Bilder am Ende des Berichts)

### ...und Walkenried

Hier ist neben der aufgeständerten Version die Befestigung auf Konsolen an der Felswand ausgeführt worden. Bis heute haben sich auf den 600 m keine Schwierigkeiten abgezeichnet. Die Konsolen sind stabil in Lage und Position und bieten somit seit 1992 festen Halt für den Kanal. (s. hierzu Bilder am Ende des Berichts)

## 0. Serienanwendung nach allgemeiner EBA-Zulassung

### **z.B. Hamm – Soest**

Im Zuge der Grundinstandsetzung der Strecke Soest – Paderborn sind hier 24.000 m zweiteiliger Trog zum Einsatz gekommen. Die Lage der Tröge ist in Höhe und Richtung bei der Besichtigung als beanstandungslos festgestellt worden. Die Deckelstöße sind dicht und die Brandschutzeinlage aus Steinwolle weist keinerlei Abnutzungserscheinungen auf. (s. hierzu Bilder am Ende des Berichts)

### **z.B. Mettmann**

Die REGIOBAHN als privates Eisenbahninfrastrukturunternehmen hat größtes Interesse die Instandhaltungskosten, die in Zusammenhang mit einem Produkt stehen, so gering wie möglich zu halten. Deshalb hat sich die REGIOBAHN im Jahr 1999 für den FRÜPS-Kabelkanal entschieden. Seit dem gab es am Kanal keine weiteren Instandhaltungskosten aus dem System heraus. Bei der REGIOBAHN kommen aus der Topografie der Strecke alle möglichen Einbauverfahren des FRÜPS-Kabelkanals zum Tragen: Aufgeständert neben der Trasse, auf Konsolen im Gestein und auf Kragarmen im Brückenbereich. (s. hierzu Bilder am Ende des Berichts)

Als Besonderheit kann man hier den Wunsch unseres Auftraggebers nennen, ein besonders an die Fauna angepasstes System zu installieren. Diesem Wunsch kamen wir gerne nach.



Da sich aus der ursprünglichen Topografie des Geländes sehr viel Wildtiere in dieser Region aufhalten, wurde der Wunsch nach einer besonders geringen Beeinflussung des Verhaltens laut. Dem begegnete man, indem der Wechsel der Trasse für das Wild besonders einfach gemacht wurde, durch eine einfache Absenkung der Gradienten in den betroffenen Bereichen. Im Vergleich zu Bundesbahnstrecken wurde dies erst erforderlich, da sich die eingesetzten Züge derart leise im Gleis bewegen, dass das Wild regelmäßig überrascht wurde und dementsprechend verwirrt im Gleiskörper umherirrte. Eine letztendlich nur für das Wild unangenehme Situation. Durch die installierten „Fluchtwege“ ist das Wild nicht mehr an seiner Bewegung gehindert und entkommt der brenzligen Situation viel einfacher.

**Sowie weitere 400.000 m an den unterschiedlichsten Orten und unter unterschiedlichen Rahmenbedingungen.**

### **1. „Kritik“ während der Liegezeiten:**

#### **FRÜPS Die Oberfläche: rostähnlicher Befall:**

Versuchsstrecken aus dem Jahr 1991 wiesen nach zwei Jahren Standzeit vermeintlich starke Rostablagerungen auf den Deckeln der Tröge auf. Die Flanken waren hiervon nicht betroffen. Man vermutete seitens der Auftraggeber Korrosion des Kabelkanaldeckels.

Verschiedene gutachterliche Untersuchungen ergaben, dass der „Rost“ völlig unkritisch war und das Material nicht angegriffen war. Es handelte sich zwar um Rost, welcher allerdings vom Schienenabrieb und von den Zugbremsen stammte und sich aufgrund der Geometrie auf den Deckeln der FRÜPS-Stelzenträge ablagerte. Der Kanal selber war nicht angerostet. Das gleiche Phänomen ergab sich mit dem Abrieb aus der Oberleitung, welcher sich logischer Weise in ähnlicher Form auf dem Deckel niederschlug. Zu beiden „Rostarten“ ist zu sagen, dass sie den Kabelkanal in keiner Weise gefährden.

Darüber hinaus gibt es auch immer wieder den Hinweis, dass sich eventuell an den abgeschnittenen Kanten des FRÜPS, die aus örtlichen Anpassungen entstehen können, Rost bilden kann. Durch die Kathodenwirkung stellt sich jedoch vor Ort eine Art „Autonachgalvanisierung“ ein, d.h., an den geschnittenen Kanten kommt es zu einer Kriechbewegung zwischen den beiden Kanten, die dann zu einem Wiederverschließen und örtlichen quasi Wiedergalvanisierung führt. Ähnliche Fälle sind sowohl bei vergleichbaren Anwendungen aus der Praxis, als auch aus Korrosionstests in der Prüfkammer bekannt.

Darüber hinaus gab es wiederkehrend Gerüchte, dass sich eventuell an den abgeschnittenen Kanten des FRÜPS, die aus örtlichen Anpassungen entstehen können, Rost bilden kann. Durch die Kathodenwirkung stellt sich jedoch vor Ort eine Art „Autonachgalvanisierung“ ein- Rost entsteht somit nicht.

### **Gefahren aus Brandeinwirkungen → Böschungsbrand:**

Im Zuge eines Böschungsbrandes wurden Lichtwellenleiterkabel beschädigt. Anfänglich wurde der Schaden des Kabels dem FRÜPS-Stelzentrog zugewiesen. Genaue Untersuchungen bewiesen allerdings, dass der Schaden nicht aus Systemschwäche zu begründen war, sondern lediglich an der Tatsache lag, dass der Kabelkanal noch nicht zugedeckelt war. Unter diesen Voraussetzungen hätte jeder Kanal „versagt“, da die Flammen ungehindert an das Kabel gelangen konnten. Eine Analyse des Kabelkanals ergab, dass der Blechkanal keinerlei Schaden aufwies. Im Gegenteil: Um die Reparaturstelle des Kabels wieder finden zu können, setzte man sogar einen Kabelmerkstein. Die Flammen hatten keinerlei Auswirkungen auf den Kanal aus Stahlblech.

Wesentlich problematischer ist die oben geschilderte Situation bei den zwischenzeitlich am Markt angebotenen aufgeständerten Kabelkanälen aus Kunststoff. Diese haben neben der schädlichen Rauchentwicklung auch noch die Eigenschaft völlig auszubrennen. Dadurch wird ein Neubau erforderlich.

### **Isolierproblematiken → vagabundierende Ströme:**

Auf Hinweise, dass der Kabelkanal vagabundierende Ströme leiten soll und damit eine Erosion der Stützen verursacht werden sollen, gab es keine Bestätigung. Durch die Isolierung des Kabelkanals in Längsrichtung durch Isolierstücke wird ein Wandern von Strömen in Längsrichtung des Kanals verhindert. Dass Pfosten mehrheitlich angegriffen sein sollten, konnte ebenfalls nicht bestätigt werden.

### **Erhöhter Unterhaltsaufwand → zusätzliche Kontrolle der Erdungen:**

In der Anfangsphase der Entwicklung wurde der Kabelkanal, wie jedes andere Stahlteil im Bereich der Stromrückführung, am Gleis geerdet. Hieraus resultieren eine Vielzahl von Anschlusspunkten am Gleis. Diese behinderten bei Gleisdurcharbeitungen und Gleisumbauten aber die Arbeiten. Zusatzkosten für Instandhaltung und Neubau wurden verursacht. Die Kabelkanäle werden entsprechend der Vorschriften und dem Stand der Technik durch Verlegung von Erdungsleitungen bahngeerdet. Diese wird an den Fahrleitungsmast mit angeschlossen und kann somit im Rahmen der ohnehin erforderlichen Kontrolle der Potenzialausgleichschiene am Mastfuß ohne zusätzlichen (Kosten-) Aufwand mit kontrolliert werden. Eine kurzschlussfeste Verbindung der einzelnen Teile der Tröge sowie der Tröge untereinander ist ebenso sichergestellt. Die Potenzialschiene vermeidet jeglichen Erdungspunkt am Gleis und schafft somit unterhalts- und kostenarme Abhilfe.

## **2. Bestätigung der Entwicklung des Systems FRÜPS**

Mit dem System FRÜPS wurde Mitte der 80er Jahre erstmals ein aufgeständerter Kabelkanal in Serienbauweise angeboten. Der große Vorteil der Aufständigung und die Platzierung des Kabelkanals außerhalb des Randweges kommen hauptsächlich dem Oberbau zugute. Die Entwässerung des Gleiskörpers kann ohne Behinderung durch einen Kabelkanal geplant und ausgeführt werden. Bei einer Verlegung der Kabeltrasse im Randwegsbereich sind Jahr für Jahr zahlreiche Ausspülungen im Rangweg im Bahnbereich zu verzeichnen, welche oftmals bis zu Betriebsunterbrechungen führen. Die Richtigkeit der Entscheidung, ein aufgeständertes Kabelkanalsystem zu entwickeln und serienreif

anzubieten, ist an den vielen zwischenzeitlich im Markt angebotenen Nachahmerprodukten festzustellen.

### 3. Kostenvergleich mit anderen Systemen/ Life Cycle Costs

Einen Kostenvergleich zwischen gängigen und aussagefähigen Modellen in aufgeständerter Bauweise ist der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen. Die Einbaukosten variieren mit der örtlichen Situation und werden auch stark durch die internen Kosten auf Auftraggeberseite beeinflusst.

#### Elemente der LCC Betrachtung

	<b>Betonkabelkanal, erdverlegt</b>	<b>Stahlblechkabelkanal, aufgeständert</b>	<b>Kunststoffkabelkanal, aufgeständert</b>
<b>Lebensdauer</b>	Abhängig von fachgerechter Verlegung, sonst Gefahr des Wasserstaus und damit des Wegspülens (RiL 836)	aufgrund der seit 1989 gemachten Erfahrungen ist von einer Lebensdauer von mehr als 50 Jahren auszugehen	Abhängig von UV-Verträglichkeit und Möglichkeit der Aufnahme horizontaler Schneelasten
<b>Einbau/Überprüfbarkeit</b>	Schwer	Leicht	leicht
<b>Baumethode</b>	Eingraben	Aufständern	Eingraben/ Aufständern
<b>Bauzeit</b>	Standard	Schneller	Schneller
<b>Transportkosten</b>	am höchsten	am geringsten	mittel
<b>Rückbaukosten am Ende der Lebensdauer</b>	Entsorgungskosten	Einnahmen aus Altmaterial am Ende des LCC zu erwarten	Entsorgungskosten
<b>Einfluss auf techn. Einrichtungen</b>	Wasserstaugefahr, Verknappung des Randwegs, Versottungsgefahr des Innenraums	Keine	keine
<b>Öffnen unter Betrieb</b>	Schwer	ergonomische Lage des Kanals durch Erhöhung	Ergonomische Lage des Kanals durch Erhöhung
<b>Unfallsicherheit</b>	Gefahr des Zerbrechens der Betondeckel und damit Hereinstolpern von Personen	Hoch	Bruchgefahr/ Splittergefahr bei GFK Ausführung, jedoch besser als Betonkabelkanal
<b>Kontrolle Erdungsleitungen</b>		ergonomischere Lage des Kanals durch Erhöhung	
<b>Planungsaufwand</b>	Standard	geringfügig erhöht, die vorgesehene Erdung des Kanals an der Potenzialschiene des Mastens ist im Plan zu vermerken	geringfügig erhöht
<b>Zusammenbau Kanal</b>	schwer, zeitintensiv	leicht, im Betrieb, nahezu händisch	leicht, im Betrieb, nahezu händisch
<b>Zulassungskosten</b>	Keine	Keine	Keine

## 4. Instandhaltung

In der Unterhaltung hat sich gezeigt, dass sich der FRÜPS-Kabelkanal im Vergleich mit anderen Systemen am Markt als deutlich günstiger erwiesen hat. Die Reduzierung der Instandhaltung entsteht im Wesentlichen durch folgende Sachverhalte:

- Absackungen durch Unterspülung gibt es nicht
- Bei Arbeiten am Gleis entstehen keine Einbrüche im Deckelbereich
- Da der Kabelkanal nicht als Laufweg genutzt wird, entstehen weniger Unfälle durch Stolpern in eingebrochene Deckel
- Falls der Kanal eingewachsen ist, lässt er sich einfacher freischneiden, da er rundum frei liegt

Er weist praktisch keine Instandhaltungskosten auf. Sie fallen konstruktiv schon nicht an. Bei der Entwicklung wurden die bekannten Schwachpunkte der herkömmlichen Systeme eliminiert.



---

*Streckenführung Betonkabelkanal vs. FRÜPS  
Deutlich sichtbar sind die Schwachpunkte  
beim Betonkabelkanal. Die kurvige  
Streckenführung deutet auf ein baldiges  
Totalversagen durch Abrutschen des  
Betonkabelkanals hin.*

---

## 5. Kundenzufriedenheit

### Die Deutsche Bahn AG sagt:

... „wir bestätigen Ihnen gerne, dass ein aufgeständerter Blechkanal – hier unter der Bezeichnung FRÜPS geführt – im September 1985 eingebaut wurde... . Laufende Überprüfungen ließen bisher keine Probleme erkennen...“.

### Die REGIOBAHN in Mettmann sagt:

... „Es befinden sich ca. 20.000 m auf unseren Strecken. Beim Einbau und auch im Betrieb hat sich das System als sehr anwenderfreundlich erwiesen. Die topografischen Verhältnisse unserer Strecke fordern dem Kabelkanal eine große Flexibilität ab. Durch die Verlegung der Kabeltrasse heraus aus dem seitlichen Dammbereich haben wir zusätzlichen Platz für Randwege gewonnen und konnten so die Betriebssicherheit erhöhen. Die Kostenneutralität des Kanals in Bezug auf Instandhaltung ist für uns, als EVU, ein wichtiger Punkt, da wir gezwungen sind wirtschaftlich zu agieren. Die gute Erreichbarkeit der Kabel bei Wartungsarbeiten und das bequeme Arbeiten im Stehen wird von unseren Mitarbeitern begrüßt. Seit der Installation des FRÜPS konnten wir keine Probleme mit dem System erkennen...“.

## 6. Zulassungen

### Chronologie der Zulassung:

1985:	Erster Einbau bei der Deutschen Bahn
24.01.1992:	Vorserienfreigabe bis 31.12.1992
29.09.1993:	Vorserienfreigabe bis 31.12.1994
15.09.1995:	Antrag auf EBA-Zulassung
02.11.1995:	Mit der EBA-Zulassung des FRÜPS wurde erstmalig in Deutschland eine Zulassung für einen aufgeständerten Kabelkanal erteilt
1998	Verkauf des 400.000sten Meters FRÜPS-Kabelkanal
2007	Bestätigung des EBAs der unbefristeten Zulassung des Systems
2008	Erneuerung der vollumfänglichen Einsatzgenehmigung des FRÜPS durch DB AG, I.NVT 2 und I.NPP 3.
2009	Einbauzulassung im Streckennetz der PKP, Polen

## 7. Streckenbegang im Juni 2003

Im Juni 2003 wurde zur Datenerhebung eine Streckenbegehung durchgeführt. Da die Einbauorte über das ganze Bundesgebiet verstreut und auch im Ausland befindlich sind, hat man eher willkürlich Strecken bzw. Einbauorte herausgegriffen. Es waren bei dieser Begehung sowohl der Hersteller als auch Anwender (Regiobahn, DB AG) anwesend. Bei der Bereisung wurde auf folgende Punkte besonderes Augenmerk gelegt:

- i. Zustand des Blechs
- ii. Lagestabilität
- iii. Erdung
- iv. Sonstiges i.S. des Allgemeinzustands oder technischer Besonderheiten

Dabei kann für alle Besichtigten Kanäle folgendes festgestellt werden:

- i. Der Zustand des Blechs wurde als Blech ohne Mängel festgestellt. Es ist in keinem Bereich Korrosion feststellbar, der das System in Bezug auf Benutzung, Lebensdauer oder Funktion einschränken könnte, auch nicht an den Schnittkanten (siehe Anlage).
- ii. Die Lage des Kanals in Bezug auf Höhe und Richtung ist hervorragend. Es traten in keinem Bereich Verschiebungen auf. Die gewählten Gründungsarten haben sich als sehr positiv erwiesen.
- iii. Die Erdung ist –nach optischer Prüfung (Verbindungsteile untereinander) – in den untersuchten Bereichen voll funktionsfähig. Es hat sich die für Kupfer, welches der Außenluft und Witterungseinflüssen ausgesetzt ist, typische Patina eingestellt. Die Materialstärke und der Zustand der Erdungsbänder ist aber gut.
- iv. Der Gesamteindruck des Systems ist gut. Die Muffenbausätze und andere Zubehörteile sind voll funktionsfähig. Die eingesetzten Kunststoffe beispielsweise für Richtungswechsel sind in gutem Zustand. Der im Inneren befindliche Dämmstoff weist keine Schäden auf und ist im Allgemeinen trocken, was bedeutet, dass auch die Systementwässerung und –belüftung gut funktioniert.

Die gemachten Fotografien sind im Anhang unter der entsprechender Bezeichnung (Bilderreihe I- IV) zu finden.

- Einbauort: Altenbeken- Warburg (Bilderreihe I).  
Länge: 600 m  
Reklamationen: Keine.  
Liegedauer: 18 Jahre (seit 1985 eingebaut).  
Zustand: Gut.  
Besonderheit: -Blech ist noch nicht galvanisiert, da Vorserie.  
-trotz Angriffen korrosiver Wässer keine Schädigung des Blechs.

**Bilderreihe I: ALTENBEKEN**



- Einbauort: Walkenried (Bilderreihe II).
- Länge: 605 m.
- Reklamationen: Keine.
- Liegedauer: 12 Jahre (seit 1991 eingebaut)
- Zustand: Gut; keine Schäden erkennbar.
- Besonderheit: Befestigung auf Konsolen im Fels.

**Bilderreihe II: WALKENRIED**



- Einbauort: Hamm - Soest (Bilderreihe III)  
Länge: 24.000 m  
Reklamationen: Keine.  
Liegedauer: 11 Jahre (seit 1992 eingebaut)  
Zustand: Sehr Gut.  
Besonderheit: -Hier wurde erstmals vor Beginn der Umbauarbeiten die gesamte Kabeltrasse in den Böschungsrandbereich verlegt und somit jegliche Behinderung und Beschädigung aus dem Bauablauf verhindert.



**Bilderreihe III: HAMM – SOEST**



- Einbauort: Mettmann, REGIOBAHN (Bilderreihe IV)  
Länge: 20.000 m  
Reklamationen: Keine.  
Liegedauer: 4 Jahre (seit 1999 eingebaut)  
Zustand: Sehr gut.  
Besonderheit -bauseitige Teilabsenkung im Bereich von Wildwechselln auf  
WTA: Erdreich-Niveau zwecks wildtierfreundlicher Ausführung (WTA).

**Bilderreihe IV: REGIOBAHN**



Bilderreihe Ingenieurbauwerk Boleslawiec (Bunzlau), Polen

