

Referat

RefZür04.doc

Anläßlich

OITAF - Seminar "Sicherheitsmaßnahmen bei Seilrollen von Einseilumlaufbahnen"
27. April 1994,
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich,
Auditorium Maximum

Thema:

"Probleme der Qualitätssicherung aus der Sicht der Hersteller"
von Ing. Kurt Pitschieler, Doppelmayr, Wolfurt

Einleitung:

Außerordentliche Ereignisse und Unfälle können neue Erfahrungen ergeben und in der Folge Maßnahmen erforderlich machen.

Am 29. Jänner 1992 kam es an der kuppelbaren Vierersesselbahn "Tröglbahn" in Kärnten zu einem schweren Seilbahnunglück.

Die einberufenen technischen Experten stellten an der Stütze Nr. 9 Bergseil eine totale Seilentgleisung fest.

Speziell diese Rollenbatterie wurde genau überprüft bezüglich Abweichung aus der Spur, Zustand der Seilrollen mit Seilrille der Gummieinlageringe, Ursache für den Bruch der Bordscheibe usw.

Bei den Untersuchungen wurde festgestellt, daß das Förderseil nicht in alle vorhandenen Seilfangschuhe gelangte, wodurch sich die totale Seilentgleisung mit starken Seilschwingungen und Bodenkontakt einzelner Sessel ergab.

Die Abschaltung der Anlage erfolgte durch den Bruchstabschalter der Rollenbatterie.

Zur Untersuchung der Gründe für eine solche Seilentgleisung, der Seilführung, der Spursicherheit einer Rollenbatterie und um grundsätzliche Fragen in diesem Zusammenhang zu beantworten, sollten Versuche durchgeführt werden.

Die Firma Doppelmayr hat sofort angeboten, daß diese Versuche an der Testbahn 4CLD auf dem Werksgelände in Wolfurt durchgeführt werden können.

Versuche und Erfahrungen:

Bereits am 3. Februar 1992 wurde mit den Versuchen in Wolfurt begonnen. Die Testbahn 4CLD war praktisch Tag und Nacht in Betrieb und es konnten die von der Behörde gewünschten Versuche und ergänzende Tests durchgeführt werden.

Die Testbahn 4CLD entsprach bezüglich der zu überprüfenden Konstruktionsteile der Ausführung Vierersesselbahn "Tröglbahn":

- Rollenbatterie 8er Trag, zusätzlich 6er Trag
- Seilrollendurchmesser 400 mm
- Seilrillenform kreisförmig
bei versch. Versuchen nach außen verbreitert
- Förderseildurchmesser 41 mm
- Kuppelklemme DS 104

Die Versuche wurden entsprechend den Angaben der Experten vorbereitet und unter nachstehenden Bedingungen, bei Fahrgeschwindigkeit 1 bis 5 m/s gefahren:

- 1. Seilrolle ohne äußere Bordscheibe
- 1. Seilrolle mit durchsägter ("gebrochener") Bordscheibe
- 2. / 3. / 4. / 5. Seilrolle mit durchsägter ("gebrochener") Bordscheibe
- Fahren mit Sessel leer und belastet
- Seilspurung gut / parallel verschoben / zusätzlich verschränkt
- Seilrille kreisförmig (neu) oder nach außen verbreitert
- provozieren von Seilentgleisungen

Der Versuch Nr.6 vom 6. Februar 1992 wurde mit Sessel beladen gefahren. Einlaufseitig 1. und 5. Seilrolle der 8er Trag Rollenbatterie mit außen durchsägter ("gebrochener") Bordscheibe.

Rollenbatterie zuerst parallel verschoben, dann zusätzlich verschränkt (verdreht). Nach kurzer Zeit Geräusche, durchsagte Bordscheibe streift an der Wippe, in der Folge Seilentgleisung in alle Seilfänger.

Es wurden aus diesen Versuchen wichtige Erfahrungen gewonnen:

- > Bei einwandfrei gespurter Rollenbatterie ist auch ohne äußere Bordscheibe an der einlaufseitig ersten Seilrolle eine Seilführung gegeben.
- > Bei Seilrille nach außen verbreitert kommt es mit schlecht gespurter Rollenbatterie und durchsägter ("gebrochener") Bordscheibe an der einlaufseitig ersten Seilrolle sofort zu einer Seilentgleisung.
- > Auch bei schlecht gespurter Rollenbatterie erzeugt der Bruch einer zweiten, dritten usw. Bordscheibe bei den Versuchen keine Seilentgleisung.
- > Bei geringerer Fahrgeschwindigkeit läuft eine provozierte Seilentgleisung ruhiger und mit weniger Seilschwingungen ab.

Die einlaufseitig erste Seilrolle ist die wichtigste Seilrolle für die Seilführung, sie hat "Dirigentenfunktion".

Bei geringerer Fahrgeschwindigkeit erfolgt eine Seilentgleisung mit weniger Dynamik.

Bescheid der Behörde:

Mit Berücksichtigung der gewonnenen Erfahrungen aus den Erhebungen nach dem Unfall, den angeordneten zerstörungsfreien Überprüfungen von Förderseilrollen, sowie aus zahlreichen Versuchen wurden im Bescheid des Bundesministeriums für öffentliche Wirtschaft und Verkehr, vom 2. Juli 1992 insgesamt 6 Punkte aufgezeigt:

- > Punkt 1, 2 und 3 weist detailliert auf die regelmäßige Kontrolle von Spur und Fluchtung der Rollenbatterien hin, auf Rillenform, Rillentiefe und Rollenbord, sowie auf abnormale Geräuschentwicklung. Diese Punkte sind in die Betriebsvorschrift der jeweiligen Seilbahn aufzunehmen.
- > Punkt 4 schreibt die Einmessung der Stützenflucht durch einen Ziviltechniker vor, mit Wiederholungsmessungen alle 2 Jahre.
- > Punkt 5 verlangt, daß mit den Vorrichtungen zur Montage der Förderseilrollen (Wechseln des Gummifutters) Überbeanspruchungen vermieden werden und eine entsprechende Montageanleitung vorhanden sein muß.
- > **Punkt 6 beinhaltet schließlich, daß die in normaler Fahrtrichtung jeweils als einlaufseitig erste eingebaute Förderseilrolle einer Rollenbatterie erhöhte Anforderungen gemäß der neuen Richtlinie erfüllen muß.**

Richtlinie der Behörde:

Die "Richtlinie über Anforderungen an Bauteile der Förderseilrollen von Einseilumlaufbahnen" GZ. 277.052/5-II/7-1992 vom Juni 1992 (siehe Beilage) erging mit Schreiben vom 22. Juni 1992 an die Hersteller.

Die Behörde wies darauf hin, daß die in normaler Fahrtrichtung jeweils erste Rolle einer Rollenbatterie besonderen Qualitätsanforderungen entsprechen müssen und diese Richtlinie nicht nur auf neue, sondern auch auf bereits betriebsbewilligte Seilbahnen anzuwenden war.

Die Erfüllung der Richtlinie für bereits betriebsbewilligte Einseilumlaufbahnen (Sesselbahnen, Gondelbahnen usw.) war abhängig von der größten Fahrgeschwindigkeit:

- > bei mehr als 2,5 m/s bis zur Aufnahme des Winterbetriebes 1992/93
- > bei höchstens 2,5 m/s bis zur Aufnahme des Sommerbetriebes 1993

Zur Information die Gliederung der "Richtlinie...":

A. Förderseilrollen in amtsbekannter Ausführung

- 1 Bordringe von mehrteiligen Förderseilrollen
- 2 Rollenkörper von mehrteiligen Förderseilrollen mit einseitig angegossenem Rollenbord
- 3 Rollenkörper von mehrteiligen Förderseilrollen ohne angegossenem Rollenbord
- 4 Einteilige Förderseilrollen
- 5 Rollenfutter aus Gummi

B. Förderseilrollen in einer neuartigen Ausführung

- 1 Typengenehmigung
- 2 Qualitätssicherung der Serienausführung

Für schraubenlose Förderseilrollen kamen daher die Punkte 1, 3 und 5 zum tragen!

Umsetzung der Richtlinie:

Ich möchte mich nun vorrangig auf die Gegebenheiten in Österreich beschränken und Ihnen die **Probleme der Qualitätssicherung** beim Umsetzen der Richtlinie schildern. Es ist klar, daß sich die Situation für die Entscheidungsträger beim Hersteller sehr komplex darstellte, speziell wenn Seilbahnen weltweit gebaut und betrieben werden.

Einige Stichworte zu den Seilrollen

- Es waren alleine von der Seilrolle Type 400 weltweit 270.000 Stück im Einsatz.
- Die Behörden stellten bisher keine speziellen Anforderungen an die Seilrollen.
- Festigkeitsberechnungen über die Seilrollen wurden nicht verlangt.
- Die früheren Versagen an Seilrollen (Schrauben, Bordscheiben, Seilrollenkörper, Gummieinlageringe, Lagerungen) wurden allseits als nicht so gefährlich eingestuft..

Wiederinbetriebnahme der Vierersesselbahn "Tröglbahn"

Nach Überprüfung der Vierersesselbahn und der Rollenbatterien durch den gerichtlichen Sachverständigen und noch vor dem Erscheinen der Richtlinien wurde unter anderem vorgeschrieben, daß für die einlaufseitig ersten Seilrollen außen und innen geprüfte, durchstrahlte Leichtmetall-Bordscheiben (der bisherigen Ausführung) einzubauen waren.

Sofortige interne Aktivitäten

- Ergänzende Versuche an unserer Testbahn
- Kontrollieren der Vorspannkraft des Rollenfutters (Gummi-Einlagering)
- Erstellen von Berechnungen mittels FE (Finite Elemente)
- Kontrollmessungen der Spannungen in den Bauteilen der Seilrolle mit DMS
- Statische Berechnung und Dauerfestigkeitsberechnung auf konventionelle Art
- Ausarbeiten und Ergänzen von Betriebsanleitungen und Prüfanleitungen
- Erstellen von Eingaben an die Behörde
- Festlegen von Bauteilbeschreibungen (Spezifikationen)

Vorbereitende Maßnahmen

Unter Berücksichtigung der Erfahrungen und der neuen Richtlinie wurden im Hause Doppelmayr und mit den Unterlieferanten verschiedene Möglichkeiten geprüft. Obwohl die Richtlinie nur einige Werte vorgab war es äußerst schwierig, technisch, organisatorisch und wirtschaftlich akzeptable Lösungen zu finden.

Zielsetzung und Umsetzung

Nach eingehenden Diskussionen wurde als Zielsetzung definiert, die Anforderungen bei Neuanlagen ab 1992 nicht nur für die einlaufseitig erste Seilrolle anzuwenden, sondern möglichst für alle Seilrollen der Rollenbatterien.

Die "Richtlinie über Anforderungen an Bauteile der Förderseilrollen von Einseilumlaufbahnen" beinhaltet auf

Seite 1 allgemeine Angaben über

- Geltungsbereich
- Kennzeichnung
- Qualitätsnachweise und Werkstoffprüfer
- Abweichungen

zu 1 Bordringe von mehrteiligen Förderseilrollen

Die bisherige Ausführung der Bordringe (Bordscheiben) war in Leichtmetallguß. Die neue Richtlinie der österreichischen Behörde verlangt bei

Ausführung in Leichtmetallguß, daß

- für den Werkstoff die Anforderungen gemäß DIN 1725, Blatt 2 einzuhalten sind, die Härte im Verwendungszustand HB 10 = 100 nicht überschreiten darf und
- zur Qualitätssicherung je Werkstück nachstehende Prüfungen durchzuführen sind:
 - Härteprüfung HB 10 = 100
 - Oberflächenrißprüfung nach dem Farbeindringverfahren, wobei die Rollenbordinnenseite überdreht sein muß.
Beurteilung der Prüfergebnisse nach franz. Norm A 04 - 151, Ausgabe 1986, Werkstücke müssen der Gütestufe SR1 AMR1 oder SR2 AMR2 entsprechen.
 - 100% ige Durchstrahlungsprüfung,
Fehlerbeurteilung nach amerikanischer Richtlinie ASTM E 155, einzuhalten ist hinsichtlich Gasporosität Gütestufe 2,
hinsichtlich Schwindungshohlräumen (Lunker) Gütestufe 3.

Von der seit Beginn der ersten Besprechung informierten Gießerei wurden umfangreiche Versuche und Versuchsabgüsse getätigt und die vorgegebenen Werte kontrolliert. Anfänglich schien es nicht so schwierig, diese Anforderungen zu erfüllen, aber in der Serienfertigung zeigten sich doch Probleme mit der Qualitätssicherung.

Durch enorme Anstrengungen gelang es die meisten Punkte zu erfüllen, aber bezüglich

- der Forderung der überdrehten Rollenbordinnenseite und
- der sehr hohen Prüfkosten für das Farbeindringverfahren und besonders die Durchstrahlungsprüfung

konnte keine akzeptable Lösung gefunden werden.

Es wurde daher die Möglichkeit der Richtlinie überprüft, die Bordringe

Ausführung in Stahl herzustellen, wobei

- die Anforderungen für Werkstoff St 360 C gemäß ÖNORM M 3116 einzuhalten sind, und
- zur Qualitätssicherung der Serienfertigung folgendes nachzuweisen ist:
 - 10% der Werkstücke vor Aufbringen eines Oberflächenkorrosionsschutzes auf Rißfreiheit durch magnetinduktive Oberflächenrißprüfung.

Die genaue Überprüfung der Beschaffung des Rohmaterials, der Fertigung, der Termine sowie der Kosten zeigte eine interessante Lösung unseres Problems.

Mit der Ausführung in Stahl erhielten wir Bordringe mit wesentlichen Vorteilen:

- allseitige, genaue Bearbeitung ergibt saubere, glatte Oberfläche
- Oberflächenrißprüfung problemlos, Durchstrahlung nicht erforderlich
- Termine weitgehend in eigenem Entscheidungsbereich
- Gesamtkosten zwar vertretbar höher als frühere Lösung, aber günstiger als Lösung mit Leichtmetallguß Bordring in durchstrahlter Ausführung
- Stahl hat günstige Festigkeitseigenschaften (bei zwar größerem Gewicht);
damit bei gleichen Abmessungen höhere Sicherheit und Dauerfestigkeit

Dies hat ermöglicht, die Stahl-Bordringe (Bordscheiben) für Seilrollen Type 400 nicht nur für die einlaufseitig ersten Seilrollen einzusetzen, sondern für alle Seilrollen der Rollenbatterien ab Baujahr 1992.

Zu 3 Rollenkörper von mehrteiligen Förderseilrollen ohne angegossenem Rollenbord

Es wird für die Rollenkörper von mehrteiligen Förderseilrollen bei

Ausführung in Leichtmetallguß verlangt, daß

- für den Werkstoff die Anforderungen gemäß DIN 1725, Blatt 2 einzuhalten sind,
- die Härte im Verwendungszustand HB 10 = 100 nicht überschreiten darf, und
- zur Qualitätssicherung an 10% der Werkstücke nachstehende Prüfungen durchzuführen sind

- Härteprüfung HB 10 = 100
- Oberflächenrißprüfung nach dem Farbeindringverfahren, im Bereich von eingedrehten Nuten
Beurteilung der Prüfergebnisse nach französischer Norm A 04 - 151
Ausgabe 1986,
Werkstücke müssen der Gütestufe SR1 AMR1 oder SR2 AMR2 entsprechen.

Diese Anforderungen wurden in Spezifikationen an die Gießerei weitergegeben. Auch hier haben die genaueren Vorgaben der hinsichtlich detaillierter mechanischer Werte ergänzten Spezifikationen in der Einführungsphase zu Schwierigkeiten bei der Herstellung und der Qualitätssicherung geführt.

Durch intensive Bemühungen beiderseits konnten diese Probleme gelöst werden.

zu 5 Rollenfutter aus Gummi

Für die Gummieinlageringe mußten die vorgegebenen Prüfungen durchgeführt werden:

- die Härte ist nach Shore A mit einer Genauigkeit von +/- 5 Einheiten zu bestimmen
- die Abmessungen sind zu kontrollieren,
daß die von der Pressung des Rollenfutters herrührende Beanspruchung des Rollenbordes höchstens um + 10% vom rechnerischen Wert abweicht.

Durch Einsatz einer neuen Fertigungstechnologie mit NC-Drehmaschine beim Bearbeiten der Gummieinlageringe konnte unser Lieferant die festgelegten, engen Toleranzen bei den Abmessungen sicher erreichen und dokumentieren.

Die bei Doppelmayr zusätzlich durchgeführten Eingangskontrollen von Härte und Abmessungen sichern die in der Richtlinie aufgezeigten Anforderungen an die Rollenfutter aus Gummi.

Diese **Original-Doppelmayr Gummieinlageringe** mit der entsprechenden Toleranz der Härte und der Abmessungen, mit der Kennzeichnung "Doppelmayr QS" sind Grundlage für die Funktion und ausreichende Festigkeit der Seilrolle.

Aus der Praxis wurden Fälle bekannt, daß Ersatz Gummieinlageringe ohne entsprechende Spezifikation im Sekundär-Beschaffungsmarkt bezogen wurden, und es nach Einbau zu Problemen und Rollenbrüchen kam.

Nur bei Einhaltung der Betriebsanleitung und Verwendung von Original Ersatzteilen eines Gerätes oder einer Anlage ist die von der Lieferfirma gegebene Garantie gegenüber dem Betreiber gesichert.

Dies gilt nicht nur für die Gummieinlageringe und weiter für die Seilrolle, sondern auch für alle anderen Bauteile einer Seilbahn.

Zusammenfassung:

Es bedurfte umfangreicher Besprechungen, aufwendiger Versuche, Überprüfungen, Messungen usw. um die Vorgaben der "Richtlinie über Anforderungen an Bauteile der Förderseilrollen von Einseilumlaufbahnen" zu erfüllen.

Bei einigen Problemen mußten neue Lösungen oder Abläufe fixiert werden.

Durch die gesamten Aktivitäten der Behörden, Gutachter, Betreiber und Hersteller wurde damit die Sicherheit der Seilbahnen weiter erhöht.

Die in der österr. Richtlinie beinhalteten Probleme der Qualitätssicherung waren für uns als Hersteller zwar nicht einfach, aber doch zu lösen.

1994 04 10, Ing. Kurt Pitschieler



Beilage:

RICHTLINIE

über Anforderungen an Bauteile der Förderseilrollen
von Einseilumlaufbahnen

GZ. 277.052/5-II/7-1992 vom Juni 1992

Seite 1-6