

# Qualitätssicherung bei Seilrollen aus der Sicht des Herstellers

## Einleitung

Im Rahmen dieses Seminars wurde ich gebeten die Problematik der Herstellung und des Unterhalts von Seilrollen aus dem Gesichtspunkt des Herstellers von Seilbahnen darzustellen. Es dürfte kaum ein Zufall sein, dass den Herstellern von Seilbahnen gerade der Aspekt der Qualitätssicherung als Seminarthema übergeben wurde.

Der Seilbahnhersteller ist zum einen der „Integrator“ verschiedener Einzelkomponenten, aus denen letztendlich eine Seilbahn zusammengesetzt werden soll, und zum anderen ist er der „Initiator“, d.h. er legt fest, nach welchen Spezifikationen die Hersteller verschiedener Einzelkomponenten arbeiten müssen. Gerade die letzte Funktion erweist sich als die anspruchsvollste, da sie doch vertiefte Kenntnisse in den Herstellmethoden verschiedenster Komponenten verlangt. Die nachfolgenden Ausführungen sollen die Vielseitigkeit der Aufgaben darstellen und einen Einblick in den aktuellen Stand aus der Sicht des Herstellers bieten, ohne jedoch im Detail auf technische Lösungen einzugehen.

## Ereignisse

Spätestens seit dem Unfall in „Nassfeld“ sind Seilrollen allgemein als Sicherheitsbauteile erkannt worden. Wenn man die übliche Definition von „Sicherheitsbauteilen“ heranzieht, so wird klar, dass in einer Anlage in der Regel bis zu 200 solcher „Sicherheitsbauteile“ (Seilrollen) eingebaut sind.

In letzter Zeit wurden dann, wohl nicht zuletzt auf Grund des Eindrucks von „Nassfeld“, die Kontrollen auf den Anlagen verstärkt. Als Katalysator solcher Kontrollaktivitäten wirkten nicht zuletzt auch verschiedene, zum Glück ohne grössere Schäden an Personen ablaufende Ereignisse in der Schweiz während der Wintersaison 1992/93. Die Folgen blockierter Seilrollen (im einen Fall infolge gebrochener Schraubverbindungen im andern Fall infolge Verkannten der Bordscheibe zwischen Rollenkörper und Wippenblech) waren in beiden Fällen gravierend, wurden doch die Klemmen, die hängenblieben, vom Seil gelöst, sodass in der Folge die Sessel zu Boden stürzten.

Die Ergebnisse dieser verstärkten Kontrolltätigkeit zeigen ein äusserst interessantes Bild.

Es scheint, dass, zumindest für die Anlagen in der Schweiz, Schäden nicht nur an Bordscheiben zu erwarten sind, sondern auch die Rollenkörper zeigten gewisse kritische Stellen.

Die letzten Ereignisse in der Schweiz hatten auch gezeigt, dass nicht nur die einlaufseitig erste Rolle einer Rollenatterie für die Sicherheit einer Anlage von entscheidender Wichtigkeit sein kann, sondern, dass sämtliche Rollen in die Sicherheitsüberlegungen einbezogen werden müssen.

## Stand der Technik

Heute werden Seilrollen üblicherweise nach folgendem Baumuster aufgebaut.

- Rollenkörper (Al-Guss resp. Stahlguss für Gewichtsrollen)
- Einlagering
- Seitenscheiben ( zum Teil auch direkt am Rollenkörper angegossen)

- Sicherungsring oder Schraubverbindungen, die der Sicherung der Bordscheibe dienen

Für die weiteren Ausführungen sollen Seilrollen, die zur Sicherung von Seitenscheiben Sicherungsringe oder ähnliche Sicherungselemente resp. Schraubverbindungen benutzen, im Zentrum der Überlegungen stehen. Seilrollen mit angegossenen Seitenscheiben sind sinngemäss zu behandeln.

In der Herstellung sind folgende Methoden resp. Materialien allgemein akzeptiert

- Giessen
- Schmieden
- Aluminiumlegierungen
- Stahl

Die Seileinlageringe werden praktisch ausschliesslich aus speziellen Gummilegierungen hergestellt, wie sie dem Referat von Herrn Hartl (Semperit) entnehmen können.

Für Sicherungselemente werden genormte Federstähle resp. Schraubverbindungen der Qualität 8.8 eingesetzt.

Wie man den obigen Ausführungen entnehmen kann, sind zwar nur wenige Elemente an einer Seilrolle zu bestimmen, doch zeigt die Praxis, dass die Tücke gerade im Zusammenspiel einzelner Einflussfaktoren bei der Herstellung liegt.

### **Herstellung**

Bis vor kurzer Zeit war die Konstruktion und Herstellung von Seilrollen für die Hersteller von Seilbahnen primär mit drei Hauptproblempunkten verbunden.

1. Freiraum für die Klemme bei der Klemmendurchfahrt
2. Lebensdauer der Einlageringe
3. Lebensdauer der eingesetzten Wälzlager

Während die erste Frage vorallem die Lösung eines geometrischen Problems zwischen Klemme und Seilrolle betraf und stark von der Vorschriftenlage beeinflusst wurde, spielten bei der Lösung der beiden anderen Probleme Fragen der zulässigen Rollenlast oder der maximalen Fahrgeschwindigkeit eine Rolle.

Am Beispiel der Wälzlager wurden die Konstrukteure zum ersten Mal mit der Problematik der unterschiedlichen Materialien konfrontiert, als es galt, Toleranzen für die Bohrung festzulegen, die bei tiefen Temperaturen ein einwandfreies Anlaufen der Rollen noch zulassen und bei hohen Lagertemperaturen immer noch einen ausreichenden Sitz sicherstellten. Aluminium hat ja bekanntermassen eine andere Wärmedehnung als Stahl.

Als Konsequenz der in der letzten Zeit festgestellten Schäden an Seilrollen stellen sich nun für den Konstrukteur zusätzliche, ergänzende oder zum Teil vertieft zu analysierende Fragestellungen:

1. **Materialwahl:**  
Welches Ausgangsmaterial soll benutzt werden? Ist dieses Material für den Herstellprozess (z.B. Giessen) überhaupt geeignet?
2. **Herstellmethode:**  
Sollen oder können die Teile gegossen werden? Welche konstruktiven Konsequenzen ergeben sich daraus? Gibt es min. notwendige Grössen, wie Wandstärken, Radien, Anschrägen? Ist der Herstellprozess überhaupt



prozesssicher und wie sieht eine diesbezügliche Ueberprüfung aus oder müssen Teile „gesundgeprüft“ werden? Welche Parameter sind für die Herstellung wichtig und müssen unbedingt vorgegeben werden?

3. **mechanische Bearbeitung:**

An welchen Teilen ist eine mech. Bearbeitung notwendig? Mit welchen Werkzeugen ist diese möglich? Können bei der Bearbeitung Schäden auftreten? Welches sind erreichbare Masshaltigkeiten und welches sind die von der Konstruktion her notwendigen?

4. **Prüfungen:**

Welche Prüfungen sind am Ausgangsmaterial notwendig? Welche Normen sind dabei anzuwenden? Welche Prüfungen sind während der Herstellung durchzuführen? Wie wird eine eindeutige Identifikation der Teile sichergestellt? Sind die vorgesehenen Prüfungen überhaupt durchführbar? Welche Fehlerkriterien sind anzuwenden? Wie erfolgt die Dokumentation der Ergebnisse? Welche Kontrollmöglichkeiten sollen später im Rahmen der Instandhaltung möglich sein?

5. **Alternativen:**

Ist die Lösung **wirtschaftlich** sinnvoll oder gibt es Alternativen?

Angeichts dieser vielfältigen Fragestellungen wird klar, dass die Herstellung resp. Konstruktion von Seilrollen einen „interdisziplinären“ Ansatz benötigt. Für diesen Ansatz sind aber einige Voraussetzungen unabdingbar:

- eindeutige Vorschriftenlage
- genau umschriebene Bauteilfunktion
- Bereitschaft fachtechnisches Spezialwissen lange vor einem Auftrag einzubringen (Lieferantenbeziehungen)

Die Vorschriftenlage ist zum Teil bereits angepasst worden oder eine Anpassung steht unmittelbar bevor. Die bisher vorliegenden Vorschriften resp. Vorschriftenentwürfe zeigen aber ein grosses Problem. Auf der einen Seite werden Forderungen definiert, die indirekt gewisse Herstellmethoden praktisch verbieten (indem äusserst harte Bedingungen formuliert werden, die nur mit unverhältnismässigem Aufwand eingehalten werden können), und auf der anderen Seite werden bis ins kleinste Detail konstruktive Auflagen festgeschrieben, sodass konstruktives Neuland von vorne herein ausgeschlossen wird oder aber, dass die Vorschriften nur noch für bestimmte (herstellerbezogene) Produkte anwendbar sind. Der Wert einer solchen Norm dürfte relativ gering sein.

Die Beschreibung der Bauteilfunktion soll den Konstrukteur dazu zwingen, alle mit diesem Bauteil direkt oder indirekt in Beziehung stehenden Stellen über die sicherheitstechnische Bedeutung des Bauteils zu informieren. Damit soll eine einheitliche Denkhaltung erarbeitet werden, die sicherstellt, dass später keine Bemerkungen in der Art „Wenn ich das gewusst hätte .....“ zum Vorschein kommen.

Die Bereitschaft fachtechnisches Spezialwissen sehr früh einzubeziehen kann nicht hoch genug eingeschätzt werden. Gerade Feinheiten, die mit dem Herstellungsprozess oder mit dessen Qualitätssicherung zu tun haben, übersteigen bei weitem das Wissen, das in den Konstruktionsbüros der Hersteller von Seilbahnen vorhanden ist. Beim Erarbeiten einer Lösung ist es wohl kaum sinnvoll, dass sämtliche Parameter jedesmal von einem möglichen Hersteller mühsam erfragt werden müssen oder dass bei der Offertstellung unzählige Korrekturen und



Rückfragen entstehen. Auf der anderen Seite wird es kaum möglich sein, solches Spezialwissen bei einem Seilbahnhersteller zu konzentrieren, da eine ausreichende Auslastung solch hochspezialisierter Mitarbeiter kaum möglich ist.

### **Konsequenzen für den Hersteller**

Jahrelang waren die Seilrollen ein Bauteil, welches vom Hersteller nach üblichen Maschinenbauüberlegungen gebaut wurde. Die Probleme, die auftraten, waren meist auf Standzeiten resp. Belastungsfragen zurückzuführen. Der Einfluss der Seilrollen auf die Sicherheit wurde, wenn überhaupt, nach allgemeiner Auffassung mit dem bestehenden Vorschriftenwerk ausreichend abgedeckt.

Die heutige Situation sieht entschieden anders aus. Es wurde klar erkannt, dass die Seilrollen einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss auf die Gesamtverfügbarkeit und die Gesamtsicherheit einer Anlage haben. Diese Erkenntnis hat auf der einen Seite zu verschärften Vorschriften seitens der Behörde geführt. Auf der andern Seite wurde die ganze Spezifikation bei der Herstellung und die Konstruktion an und für sich von Grund auf neu überprüft. Es zeigte sich, dass sich gewisse Forderungen nur mit unverhältnismässigem Aufwand erfüllen lassen. Es zeigt sich aber auch, dass nicht nur der Hersteller von Seilbahnen, sondern auch der Hersteller von Einzelteilen zu dieser Seilrolle, grundlegend neue Ansätze für den Produktionsprozess suchen muss. Dass bei diesen Ansätzen auch der Wirtschaftlichkeit der Lösung ein grosses Gewicht zugemessen wird, ist nicht nur klar, sondern auch dringend notwendig. Es besteht nämlich die nicht zu unterschätzende Gefahr, dass man jetzt aus einer defensiv orientierten Position heraus, Lösungen erarbeitet, die man mangels besserer Kenntnisse in Detailfragen eigentlich gar nicht nötig hat.

Für den Hersteller von Seilbahnen stellen sich also im Moment folgende Fragen:

- Ist die bestehende Konstruktion sicher und wo liegen kritische Stellen?
- Welche Qualitätssicherungsmassnahmen sind notwendig, damit Schwachpunkte in der Herstellung rechtzeitig erkannt werden?
- Welche sicherheitskritischen Bauteile gibt es in der Streckenausrüstung?
- Gibt es Möglichkeiten, den Gefährdungslevel beim Ausfall eines Bauteils soweit zu senken, dass kein gravierendes Ereignis eintreten kann? (Redundanz)?
- Gibt es Möglichkeiten ein Fehlverhalten der Seilführungselemente und ihre daraus resultierenden Fehllagen von Förderseilen vor dem Eintreten vor dem Eintreten einer kritischen Situation zu erkennen?
- Welche Massnahmen sind im Bereich Instandhaltung vorzusehen, damit ein sicherer Betrieb auch in Zukunft sichergestellt ist?

### **Zusammenfassung**

Bei Seilrollen sind Massnahmen im Bereich der Herstellung gefragt. Diese wurden nicht nur auf Grund geänderter Anforderungen seitens der Behörde, sondern in erster Linie auf Grund verschiedener Ereignisse im Betrieb der Anlagen zum grossen Teil bereits eingeleitet.

Wie bei vielen ähnlich gelagerten Problemfällen zeigt sich die Schwierigkeit, dass der geforderte Sicherheitsstandard in irgendeiner Form definiert werden muss. Dass sich bisher nicht mehr Ereignisse ergeben haben, kann sicher nicht mit den sogenannten „guten, alten Zeiten“ erklärt werden. Es muss immer im



Auge behalten werden, dass die Anforderungen an die Seilführungselemente mit zunehmender Leistungsfähigkeit der Anlagen massiv angestiegen sind.

Die Sensibilisierung durch die Ereignisse bewirkte einen neuen Anlauf um diesem wichtigen Element der Seilführung zu grösserer Sicherheit zu verhelfen.

Die von Herstellern eingeleiteten Massnahmen können dazu führen, dass die Qualität der ausgelieferten Seilrollen einem bestimmten Level entspricht. Die Ansätze in dieser Richtung sind vielversprechend, doch zeigen sich beim Umsetzen der Ideen vorallem dann Schwierigkeiten, wenn Anforderungen zu erfüllen sind, die wenig Kohärenz zeigen, indem zum Beispiel durch Anforderungen an einzelne Bauteile, die einer isolierten Betrachtung entstammen, die Schergewichte für die Sicherheitsüberlegungen vollkommen neu gelegt werden.

Es scheint aber im Moment auch so zu sein, dass man fertigungstechnisch noch nicht überall in der Lage ist, die Qualität im gewünschten Level so herzustellen, dass die Wirtschaftlichkeit der Lösung noch gegeben ist. Ein Stichwort diesbezüglich mag die „Gesundprüfung“ sein. Hier sind Lieferanten-Know-How und Ideen gefragt.

Ein Aspekt, der in diesem Vortrag nicht angesprochen wurde, ist sicher die Anforderung von der Betreiberseite. In dieses Kapitel würden dann sämtliche Fragestellungen zum Thema „Instandhaltung“ gehen. Diese Fragestellungen dürfen bei der Lösung der „Fertigungsprobleme“ sicher nicht ausser Acht gelassen werden und werden im Laufe des Seminars sicher auch noch angesprochen werden müssen. Der Ansatz muss in jedem Fall auf eine klar zu definierende „Lebensdauer“ einer Rolle oder ihrer Bestandteile hinauslaufen. Es ist für den Betreiber wohl wenig wirtschaftlich, dass er den Zustand resp. die Lebenserwartung seiner Seilrollen mit aufwendigen Prüfungen und Kontrollen sicherstellt.

Der Stand der Diskussionen im CEN zu diesem Thema ist im Moment nicht bekannt, doch dürften sich bei der Festlegung von Anforderungen in diesem Rahmen, dann noch zusätzliche Schwierigkeiten ergeben, wenn es darum geht, sämtliche Rollentypen in die Überlegungen einzubeziehen. Im Moment werden bei Massnahmen nur bestimmte Rollenkonstruktionen isoliert betrachtet. Die Sicherheitsüberlegungen bei anderen Rollenkonstruktionen müssen zuerst noch eingeleitet werden.

Die Hersteller von Seilbahnen sind sich der Verantwortung sehr wohl bewusst und haben in jüngster Zeit massive Anstrengungen zur Sicherung der Qualität unternommen. Ob die eingeleiteten Massnahmen genügen oder sogar noch über das Ziel hinausgehen, wird uns die Zukunft zeigen. Die Lösung dieser und zukünftiger Fragen ist jedoch ein Gemeinschaftswerk aller mit dem Produkt Seilrolle in irgendeiner Form in Berührung kommenden Beteiligten.

Goldau, 10.04.94

GARAVENTA AG  
I. SZALAI