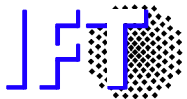


# Forschungsprojekt

## Technische Unterstützung der visuellen Seilkontrolle

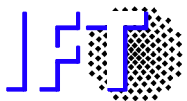
**Forschungsprojekt**  
der  
**Berufsgenossenschaft der Straßen-, U-Bahnen und  
Eisenbahnen (BG BAHNEN) Hamburg, Deutschland**  
mit dem  
**Institut für Fördertechnik und Logistik der  
Universität Stuttgart, Deutschland**



# Seilschäden

## Seilschäden entstehen durch

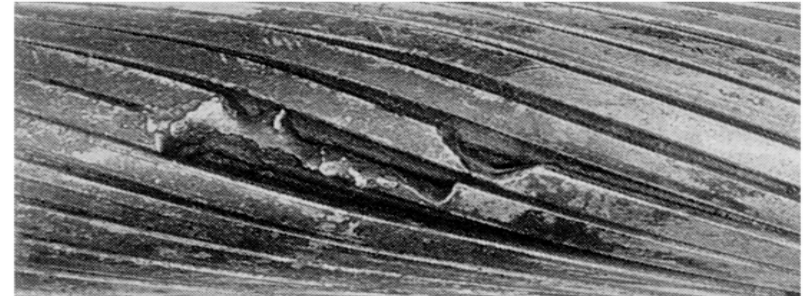
- **Ermüdung**
  - ⇒ **Verschleiß**
  - ⇒ **Drahtbrüche (innerlich, äußerlich)**
  - ⇒ **Fasereinlage**
  
- **außergewöhnliche Einwirkung**
  - ⇒ **Blitzschlag**
  - ⇒ **Seilentgleisung**
  - ⇒ **Klemme herausgerissen**
  - ⇒ **Vandalismus**
  - ⇒ **anderweitige Beschädigung**



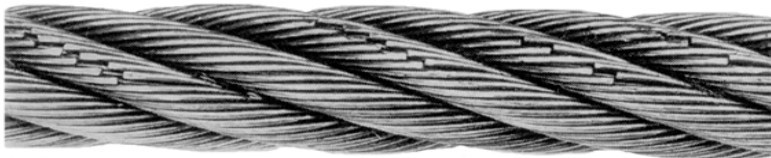
# Schadensfälle



**Korkenzieherartige Verformung**



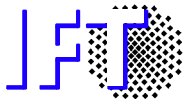
**Blitzschaden**



**Kreuzschlagseil mit Drahtbrüchen**



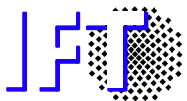
**Gleichschlagseil mit Drahtbrüchen**



# Prüfung der Seile

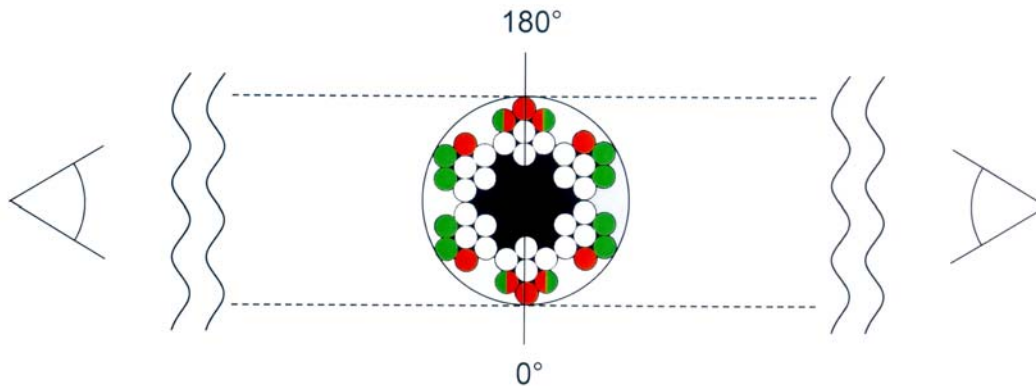
**Zum Erkennen von Seilschäden ist eine regelmäßige Seilprüfung erforderlich und gesetzlich vorgeschrieben**

- **magnetinduktive Prüfung**
  
- **visuelle Seilkontrolle**
  - ⇒ **Deutschland:**
    - **monatlich an Förder- und Zugseilen**
    - **vierteljährlich an Tragseilen**

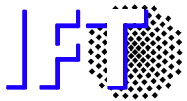


# Gegenwärtiges Verfahren

- Ein oder zwei Mitarbeiter am laufenden Seil
- Revisionsgeschwindigkeit 0,3 m/s

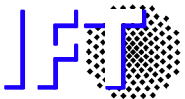


(„grün“ einsehbare und „rot“ nicht einsehbare Drähte)



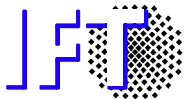
# Gefährdungen und Belastungen

- **Einzugsgefährdung an bewegten Teilen, wie Seil, Seilscheibe, Rollen**
- **Räumlich beengte Arbeitsplätze**
- **Körperliche Zwangshaltung und mangelhafte Sitzposition**
- **Unzureichende Beleuchtungsverhältnisse**
- **Witterungseinflüsse (Kälte, Regen, Wind, usw.)**
- **Konzentrationsabfall aufgrund der Litzenstruktur des Seiles (Seil „dreht sich“ vor den Augen)**



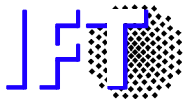
## Betriebliche Auswirkungen

- **Laufende Anlage wird während gesamter Prüfzeit benötigt**
- **Mehrere Mitarbeiter erforderlich**
- **Ausschließlich subjektive Einschätzung (Seilschäden werden „übersehen“)**
- **Prüfergebnis / Seilschäden nicht dokumentiert**



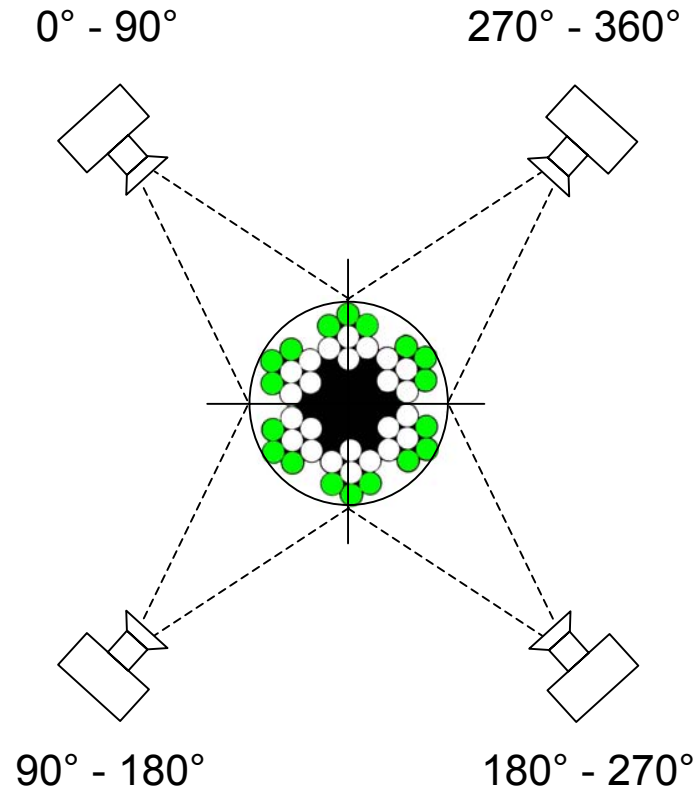
## Technische Lösung

- **Vollständige Erfassung des Seilumfangs durch vier Kameras**
- **Auflösungsgenauigkeit 0,1 mm**
- **Digitale Speicherung der Bilddaten**
- **Auswertung an einem ergonomisch gestalteten Bildschirmarbeitsplatz räumlich und zeitlich entkoppelt von der Datenaufzeichnung**
- **Standard-PC-System mit 21"- Bildschirm**

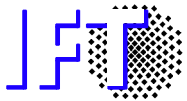




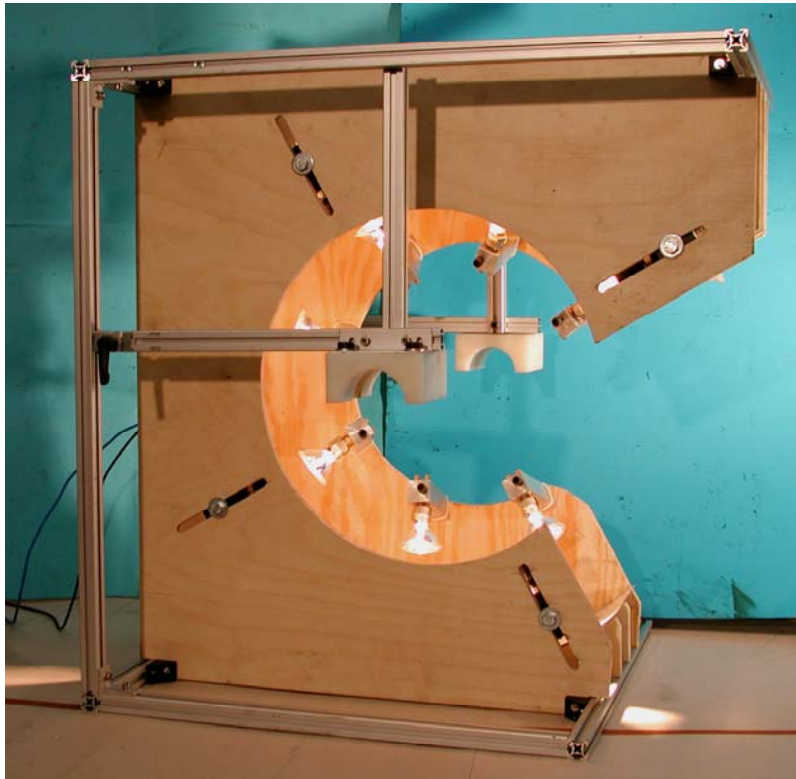
# Schematische Kameraanordnung



(„grün“ einsehbare und „rot“ nicht einsehbare Drähte)



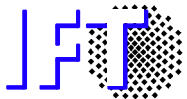
# Prototyp



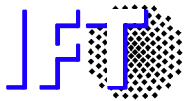
**Außenansicht**



**Detailaufnahme der Kamera-  
und Beleuchtungsanordnung**



# Bildschirmarbeitsplatz



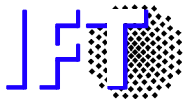
**O.I.T.A.F. - Seminar**  
**03. Oktober 2003 in Bozen**



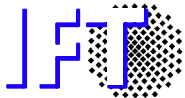
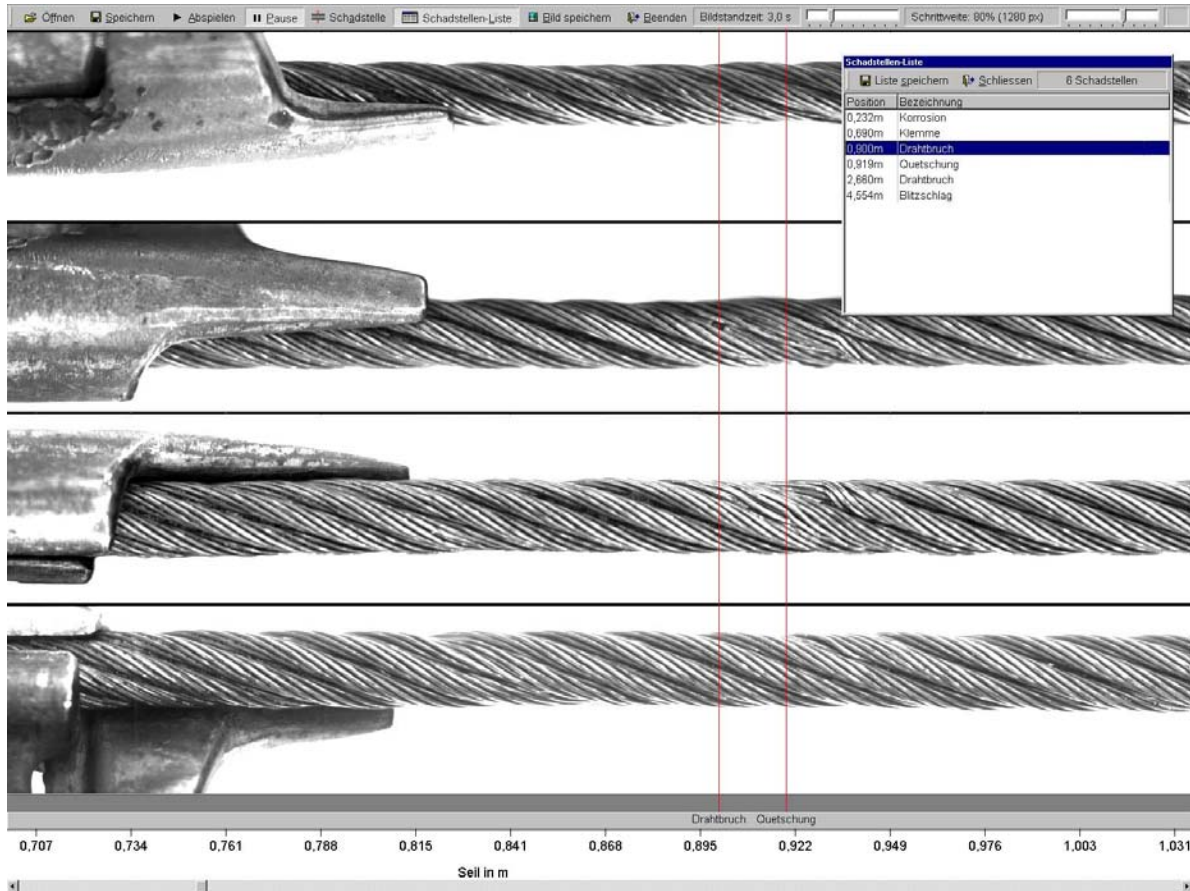
BG BAHNEN

# Softwarefunktionen

- **Maßstabsgetreue Bilder der vier Kameras**
- **Wählbare Bildstandzeit und Schrittweite (Überlappung)**
- **Standbild, Zoom-Funktion**
- **Vor- und Rücklauf des Bildes**
- **Einblendung der Seilmeter-Zahl**
- **Markierung und Klassifizierung der Schadstellen**
- **Bildspeicherung**



# Softwareoberfläche



O.I.T.A.F. - Seminar  
03. Oktober 2003 in Bozen

# Praxiserprobung

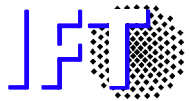


**Sesselbahn**

## Förderseile



**Schlepplift**



# Praxiserprobung

**Förderseil**

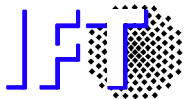


**Kuppelbare Kabinenbahn**

**Tragseil**

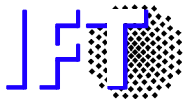


**Pendelbahn**



## Vorteile der Lösung

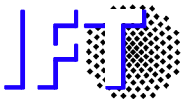
- **Bisherige Gefährdungen vermieden, insbesondere Einzugsgefährdung**
- **Belastungen weitestgehend reduziert**
- **Hohe Qualität des Prüfergebnisses**
- **Digitale Dokumentation des gesamten Seilzustandes oder der Schadstellen**





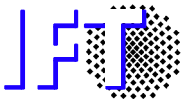
## Betriebliche Vorteile

- **Kürzere Zeit zur Datenerfassung an der Anlage durch höhere Aufzeichnungsgeschwindigkeit (zur Zeit bis 1,3 m/s)**
- **Nur jeweils ein Mitarbeiter für die Adaptierung des Systems, während der Aufzeichnung und für die Auswertung am Bildschirmarbeitsplatz erforderlich**
- **Einsetzbarkeit an Förder-, Zug- und Gegenseilen sowie Tragseilen aller Anlagentypen**
- **Ein Gerät für alle Anlagen im Unternehmen nutzbar**



## Ausblick

- **Langzeiterprobung im Seilbahnbetrieb**
- **Entwicklung eines Seriensystems mit automatischer Bestimmung des Seildurchmessers und der Schlaglänge**
- **Abhebevorrichtung zur Prüfung von Tragseilen (Stützenüberfahrt)**
- **Entwicklung einer Software zur teilautomatisierten Auswertung der aufgezeichneten Seiloberfläche (Schadenserkennung)**



## Ansprechpartner

- **Dipl.-Phys. Frank Wagner**  
**BG BAHNEN, Büro Erfurt**  
**Telefon: +49 (0) 361 / 4391-4983**  
**E-Mail : [praev.ef@bg-bahnen.de](mailto:praev.ef@bg-bahnen.de)**
  
- **Dipl.-Ing. Dirk Moll**  
**Universität Stuttgart**  
**Institut für Fördertechnik und Logistik**  
**Telefon: +49 (0) 711 / 121-3774**  
**E-Mail : [moll@ift.uni-stuttgart.de](mailto:moll@ift.uni-stuttgart.de)**

