

# Swiss Rescue System – Ein Personenrettungssystem für Hochhäuser und Spezialbauten

Swiss Rescue System – an emergency escape system  
for high-rise and special buildings

Lars Jahreis  
Ralf Grießbach  
Tobias A. Mayer  
Thomas Linke  
Klaus Nendel

Professur Fördertechnik, Fakultät für Maschinenbau, Institut für Fördertechnik und Kunststoffe (IFK)  
Technische Universität Chemnitz

**D**ie Grundidee der Personenevakuierung mittels eines Vertikalförderers ist nicht neu, allerdings wird mit dem Swiss Rescue System (SRS) ein komplett neuer Weg beschritten. Die Innovation des Systems liegt in einer Fülle von kleinen Erfindungen, die in der Summe einen komplett neuen Weg der Vertikalförderung ermöglichen.

[Schlüsselwörter: Evakuierungssystem, Vertikalförderer]

**T**he basic idea of evacuating using a vertical conveyor is not new. However the Swiss Rescue System (SRS) breaks new ground. The innovation of the system consists of many small inventions which overall make a completely new way of vertical conveying possible.

[Keywords: evacuation, vertical conveyor]

## 1 EINLEITUNG

Vertikalförderer haben eine Fülle von Anwendungsgebieten, neben gängigen Anwendungen in der Logistik, gibt es weitere Einsatzgebiete und Techniken, seien es Fallschirme oder Vakuumaufzüge, doch am wenigsten denkt man dabei an ein Evakuierungssystem. Die Lift-Pioniere Erhard Weigel oder Elisha Graves Otis werden wohl kaum an eine derartige Vertikalfördertechnik gedacht haben, wie sie im Folgenden beschrieben wird. [1]

Nicht erst seit den Anschlägen am 11. September 2001 auf das World Trade Center in New York ist bekannt, dass die Rettung und Evakuierung einer großen Anzahl von Personen, ab einer bestimmten Bauwerkshöhe als schwierige technische und logistische Herausforderung gilt und es keine geeigneten Systeme für Rettungshöhen oberhalb von 100 Metern gibt. Ziel bei dem hier

vorgestellten Forschungsprojekt ist es, für diese Rettungshöhen (Hochhäuser, Bohrseln, etc.) ein autarkes System zu entwickeln, dass es im Notfall (Brand, zerstörte oder unbenutzbare Rettungswege) einer großen Anzahl von Menschen ermöglicht, sich selbstständig und ohne den Einsatz von geschultem Personal zu retten.

## 2 SYSTEMKOMPONENTEN UND SYSTEMAUFBAU

Das Evakuierungssystem besteht, je nach Einsatzgebiet aus 6 bis 8 Systemkomponenten (Abbildung 1):

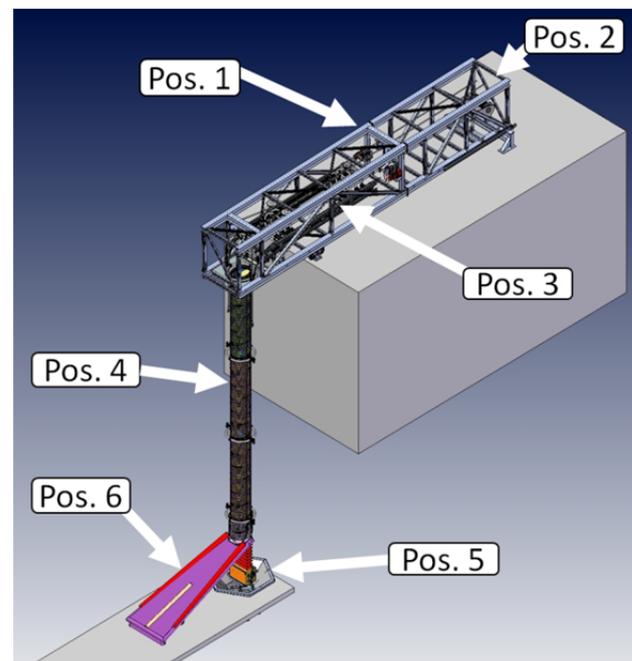


Abbildung 1. Systemaufbau des SRS

- Aus einem Container (Pos.1), der auf das Gebäude oder in eines der obenliegenden Stockwerke platziert wird.
- Antriebseinheit (Pos. 2), die unter anderem, eine Seilwinde beinhaltet, mittels der das System nach Revisionsarbeiten und Probeläufen wieder in die Ausgangsposition gebracht wird.
- Schlauchführung (Pos.3)
- Schlauch (Pos.4)
- Bodenverankerung (Pos.5)
- Notrutsche (Pos.6)
- Weitere Systemkomponenten sind:
  - Personenzuführung
  - Rettungsboot (Wird für das Bohrinselektuvakuierungssystem verwendet. Hierbei wird das Rettungsboot an die Rutsche appliziert.)

Der Schlauch wird in fünf Metersegmenten gefertigt. Die Schlauchsegmente sind untereinander verbunden sowie über einen Ring, der an den Stoßstellen der Schlauchsegmente angebracht ist. Über diese Ringe wird das Schlauchsystem nach oben und unten mittels Stahlseilen abgespannt.

Das Schlauchsegment ist ein Mehrkammersystem mit zwei innenliegenden Membranen, an der die Person entlangleitet. Die innere Konstruktion bildet ein Luftkammersystem, welches durch Ventile gesteuert wird. Das nach außen gewandte Aramidstergewebe ist mit Aluminium beschichtete, um den Schlauch vor direktem Flammenbeschlag zu schützen.

Die zu evakuierende Person oder das zu fördernde Stückgut wird nicht ausschließlich über Reibung gebremst, sondern über:

- elastische Formänderungsarbeit einer Feder
- Volumenänderungsarbeit
- Energieabsorption der textilen Halbzeuge
- Strömungswiderstände (Ventile)

### 3 EVAKUIERUNG/RETTUNG

Im Notfall wird das Evakuierungssystem vollautomatisch entlang der Fassade bis zum Erdboden herabgelassen und verankert. Geführt wird das Schlauchsystem dabei über Stahlseile, die es in Form halten und zusätzlich die Belastungen aufnehmen, die durch die Evakuierung und Winde entstehen.

Von einer im Container befindlichen Plattform steigen die zu evakuierenden Personen selbstständig in den Schlauch. Unten angekommen gleitet dieser Gerettete auf einer Rutsche zu Boden. Ein wechselseitiger Ausstieg sorgt für ausreichend Zeit zum Verlassen des Systems.

## 4 VERSUCHSDURCHFÜHRUNG

### 4.1 VERSUCHSTURM

Der Versuchsturm (siehe Abbildung 3), an dem die Versuche durchgeführt werden, ist ein 24 Meter hoher Gerüstturm, in dessen Mitte der Schlauch aufgehängt ist.

Im unteren Ende des Schlauches befindet sich eine Rutsche, welche zum einen der Richtungsänderung aus der vertikalen in die horizontale Förderrichtung dient. Zum Anderen ist die Rutsche eine Vereinzelnungsanlage. Am Ende der Rutsche werden die ankommenden Personen immer wechselseitig nach links oder rechts abgelenkt. Grund hierfür ist eine Erweiterung des Zeitfensters, in dem sich die Personen von der Rutsche entfernen können, um Platz für nachfolgende Personen zu schaffen.

Um auf diesem Versuchsturm arbeiten und die notwendigen Umbauarbeiten durchführen zu können, müssen alle Mitwirkenden eine Ausbildung für die Persönliche Schutzausrüstung (PSA) absolvieren.

### 4.2 VERSUCHSPLATTFORM

Die Versuchsplattform befindet sich auf der Spitze des Versuchsturms und ist eine Stahlrahmenkonstruktion, auf der eine Blechplatte mit Lochdurchführung aufgebracht ist.

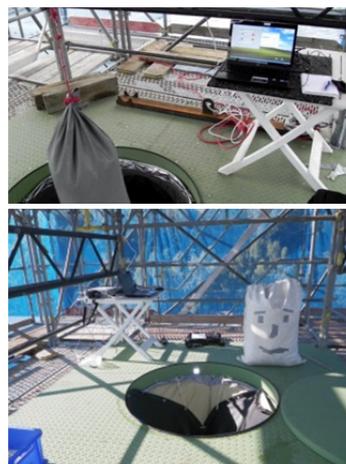


Abbildung 2.  
Arbeitsplattform

Diese Plattform dient als Basis für den Einstieg in das System sowie als Kontrollzentrum für die Messtechnik, Arbeitssicherheit mit Sprechfunkzentrale und Arbeitsplatz für die Zuführung von Probekörpern und Probanden.



Abbildung 3. Darstellungen des Versuchsturmaufbaus

### 4.3 MESSTECHNIK

#### 4.3.1 DATENLOGGER - IM KAMMERSYSTEM

Zur Überwachung des Systems werden mehrere Wege beschritten. Zum Einen wird das System von innen heraus analysiert. Hierzu werden Datenlogger (MSR 145) in die einzelnen Kammern eines Schlauchsegmentes eingebracht, um die Druckzustände im Kammersystem zu analysieren. Ziel dieser Datenaufnahme ist es, die Funktionen des Systems nachzuweisen, die Produktion zu überwachen (Dichtheit der Nahtverbindungen und Anbindungselemente), sowie die Manipulationen am System zu kontrollieren. Durch den Einsatz mehrerer separater Datenlogger können auch Wechselwirkungen benachbarter Kammern besser und gezielter erforscht werden.



Abbildung 4. Schlauch und Datenloggeranbringung

#### 4.3.2 DATENLOGGER - AN DEN VERSUCHSKÖRPERN UND PROBANDEN

Um die Belastungen auf die Probekörper und Probanden zu überwachen, werden Datenlogger (MSR 145) mit außen liegenden Thermosensoren benutzt. Im Inneren der Datenlogger ist ein Lage/3-Achs-Beschleunigungsaufnehmer, mittels dessen die Belastungszustände im Evakuierungssystem beschrieben werden sollen.

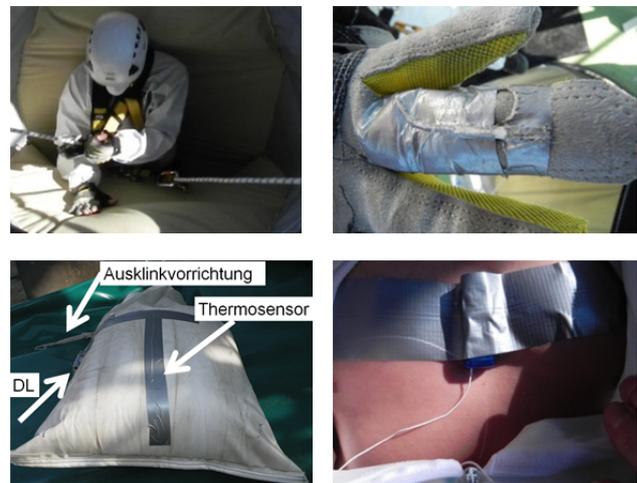


Abbildung 5. Datenlogger und Sensorenanbringung

Diese Datenlogger besitzen einen außen liegenden Thermosensor, mit dem es möglich ist die auftretenden Temperaturregime zu erfassen. Wichtig ist dies um die erforderliche geringe Wärmebelastung der Probekörper nachzuweisen. Bei der Evakuierung entsteht durch Reibung der Probekörper oder Probanden im Kontakt mit den innenliegenden Membranen des Kammersystems, Wärme. Wenn nachgewiesen werden kann, dass bei gleichbleibender Geschwindigkeit die Wärmeerzeugung abfällt,

muss die kinetische Energie der Probekörper durch andere Formen mechanischer Arbeit dissipiert worden sein (siehe Punkt 2).

### 4.3.3 LICHTSCHRANKEN

Um die Geschwindigkeit und Verweildauer im System zu messen sind Lichtschranken (LS) am Eingang und am Ausgang des Systems angebracht. Mit Lichtschranke 2 (LS2) wird die Verweildauer im System gemessen.

Lichtschranke Nummer 1 (LS1) ermittelt die Endgeschwindigkeit am Ausgang des Systems.

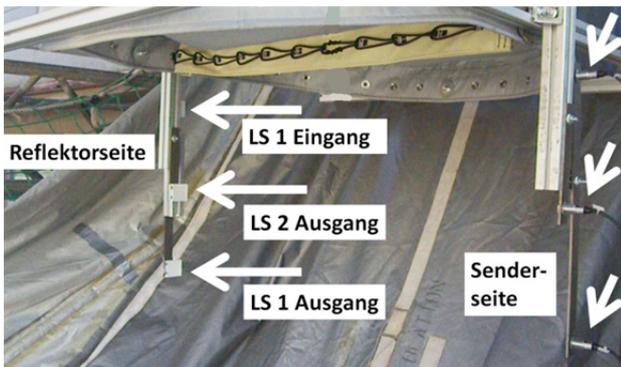


Abbildung 6. Darstellungen der Lichtschrankenordnung

### 4.3.4 KRAFTAUFGNEHMER

Durch drei Kraftaufnehmer können Beanspruchungen am Gesamtsystem gemessen werden. Diese Messwerte sind für die Auslegungskriterien unentbehrlich.

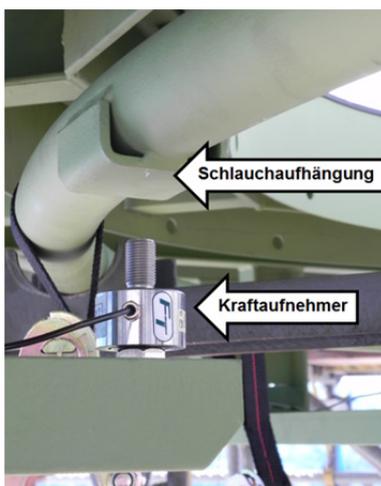


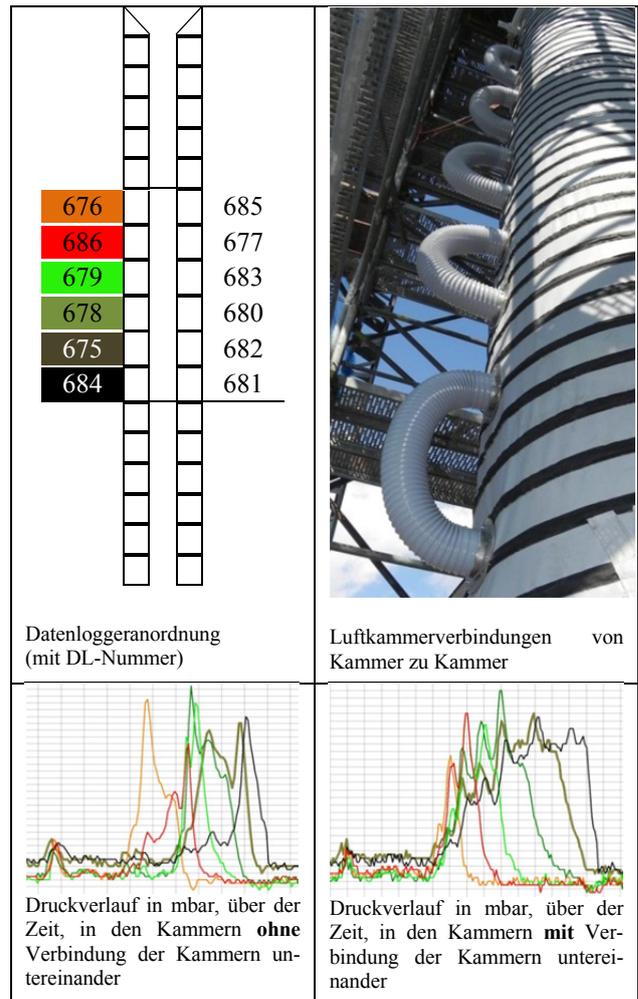
Abbildung 7. Kraftaufnehmer an den Aufhängungspunkten

## 5 ERGEBNISSE

Die vorliegenden Ergebnisse resultieren aus über 600 Versuchen, mit sechs unterschiedlichen Schläuchen und über 30 verschiedenen Konfigurationen des Gesamtsystems.

### 5.1 DRUCKZUSTÄNDE IM SCHLAUCHSYSTEM

Über die wirkenden Drücke im Kammer-System des Schlauches können die auftretenden Drücke, wie folgt beeinflusst werden.



Mit den Verbindungen zwischen den Kammern lässt sich ein stabiler Druck aufbauen, der über mehrere Kammern gehalten werden kann. Die erzeugte Luftpolsterwelle, die das Fördergut vor sich herschiebt, ist von dem Volumen des Fördergutes abhängig. Nach bisherigen Erkenntnissen ist diese Welle nur in geringem Maß von dem Gewicht des Fördergutes abhängig. Dieses System ist also mit hoher Wahrscheinlichkeit für eine Vielzahl Erkenntnis ist dieses System auch für eine Vielzahl weiterer Fördergüter sehr gut geeignet.

Systems treten Temperaturanstiege von 21 Kelvin auf,

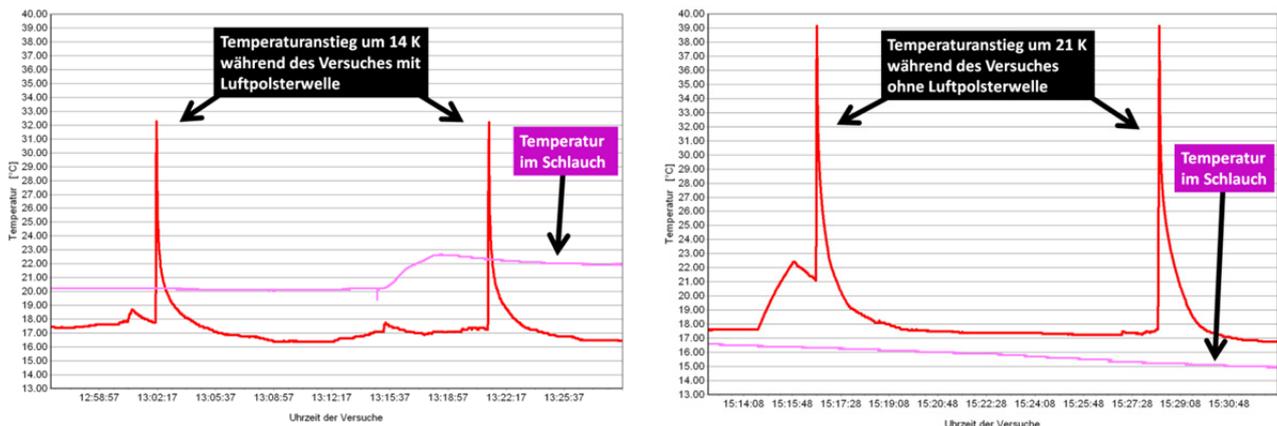


Abbildung 8. Abhängigkeiten der Luftposterwelle

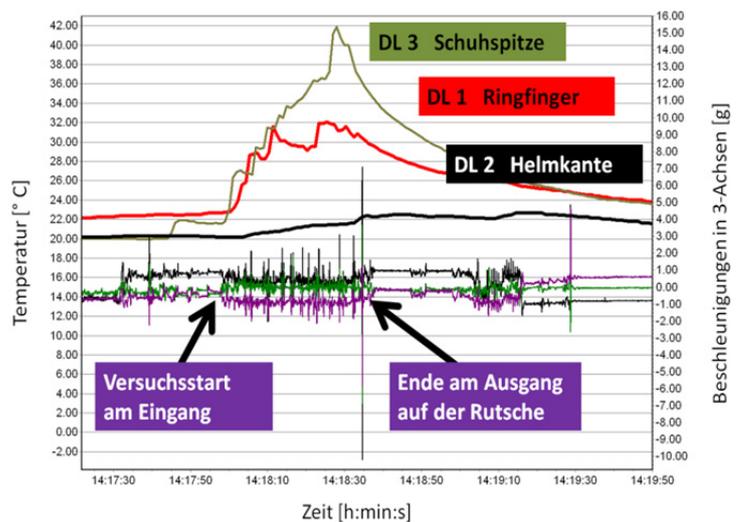


Abbildung 9. Beanspruchungen für den Probanden

Für die Personenbeförderung sind die resultierenden Temperaturregime von elementarer Bedeutung, da sehr hohe Reibungswärme zu erheblichen Verletzungen der zu evakuierenden Person führen könnte. Diesbezüglich werden Versuche durchgeführt, bei denen die Reibpaarungen (Versuchskörper vs. Kammermembran und Probanden vs. Kammermembran) gesondert untersucht werden.

Wie in Abbildung 8 zu sehen, kann mit Manipulation der Kammerdrücke und der Verbindungen der Kammern, in den Prozess der Energieumwandlung von kinetischer Energie des Fördergutes in andere Energieformen modulierend eingegriffen werden.

Hierbei wird gezielt versucht, die Reibwärme der Kontaktpartner zu minimieren. Ohne Manipulation des

aber mit Manipulation des Systems konnte der Temperaturanstieg auf 14 Kelvin verringert werden. Somit ist die Gefahr einer Verletzung der zu evakuierenden Person durch Verbrennung der Haut sehr stark eingeschränkt.

Weitere Untersuchungen analysierten unterschiedliche Körperareale der zu evakuierenden Person. Folgende Bereiche wurden näher untersucht:

- Hand des Probanden (Finger)
- Fußspitze
- Nasenspitze (ersatzweise die Helmspitze)

Bei diesen Untersuchungen (siehe Abbildung 9) konnte nachgewiesen werden, dass die Temperaturanstiege im unkritischen Bereich liegen. Selbst die Fußspitze ist als unkritisch einzustufen, da das Swiss Rescue System,

im Gegensatz zu anderen Vertikalevakuierungssystemen, mit Schuhen betreten werden kann.

Die bisher erhobenen Daten zeigen, dass die Auswirkungen der äußeren Belastungen auf die Versuchskörper und die Probanden als gering einzustufen sind.

## 6 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Das Gesamtziel des Vorhabens ist die Erforschung und Entwicklung eines Evakuierungssystems für Gebäudekomplexe, die entweder keinen konventionellen Rettungsweg besitzen, wie zum Beispiel Bohrinseln oder Gebäude, wie alte Hochhäuser und Großgebäudeanlagen (Hallen), deren Nutzungskonzept geändert wurde. Ein weiterer Aspekt bei der Entwicklung ist das gestiegene Sicherheitsbedürfnis der Menschen speziell im urbanen Raum. Ein Ziel ist es, Hochhäuser noch sicherer zu machen, indem eine weitere Evakuierungsmöglichkeit bereitgestellt wird, die im Notfall genutzt werden kann, wenn Standardrettungswege unzugänglich sind.

Die absolvierten Untersuchungen führten zu einer Vielzahl neuer Erkenntnisse, welche in die Konstruktion einfließen und die technisch- wirtschaftlichen Kriterien des Gesamtsystems erheblich verbessern. Über zahlreiche Versuche gelang es Extremwerte zu reduzieren, ein Verständnis für das Gesamtsystem und das Zusammenspiel der einzelnen Systemkomponenten zu entwickeln.

Der Optimierungsprozess ist jedoch noch nicht abgeschlossen. Bisher konnten aber schon viele Funktionsprinzipien einzelner Komponenten identifiziert und stichhaltig nachgewiesen werden. Mit diesen Erkenntnissen wurde die Konstruktion des Systems weiter vorangetrieben und hat inzwischen, auch in Details, eine überzeugende Reife erlangt.

Versuche mit Probanden ohne zusätzliche Sicherung zeigten, dass eine verletzungsfreie Evakuierung über das System möglich ist.

## LITERATUR

- [1] Simmen, Jennot; Drepper, Uwe: Der Fahrstuhl – Die Geschichte der vertikalen Eroberung. Prestel, München, 1984 – ISBN 3-7913-0692-8.

---

### M.A. Lars Jahreis,

Adresse:

Professur Fördertechnik, Fakultät für Maschinenbau,  
Institut für Fördertechnik und Kunststoffe (IFK),  
Technische Universität Chemnitz,  
Reichenhainer Straße 70, D-09126 Chemnitz

Tel.: 0371 531 39376

E-Mail: lars.jahreis@mb.tu-chemnitz.de