

# Steuern heisst Informationsverarbeitung

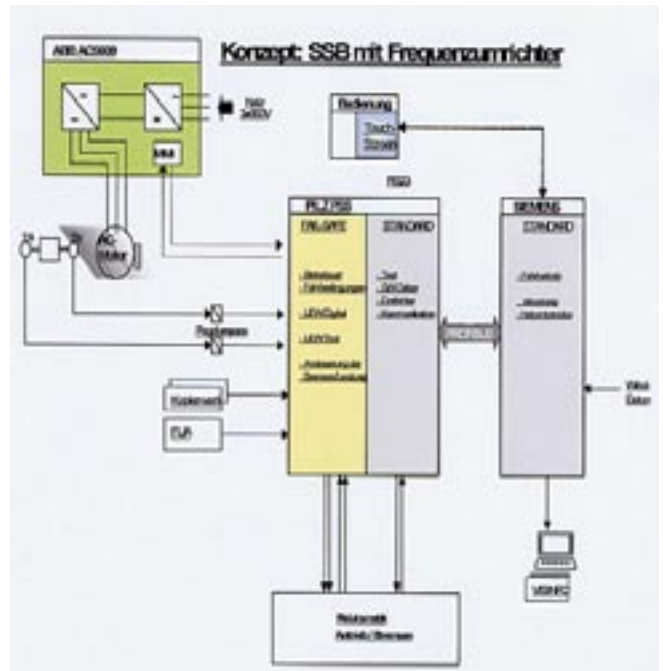
Vorbei sind die Zeiten, wo ein Wagen an einem Seil auf zwei holperigen Schienen den Berg hinauf gezogen wurde. Heute ist ein Standseilbahnwagen ein mit dem Antrieb eng gekoppeltes, hochkomplexes System. Bisher mechanisch überwachte Funktionen werden vermehrt elektronisch realisiert, womit die Sicherheitsfunktionen wesentlich umfassender sind.



200 Personen pro Wagen werden mit 10 m/s in 253 s von 1557 m auf 2218 m gebracht. Dazu ist eine Antriebsleistung von 1250 kW erforderlich.

Für die Steuerung dieser Bahn gibt es eine ganze Reihe von Möglichkeiten, die in den unterschiedlichen Betriebsweisen begründet sind. Im Kommandoraum der Antriebsstation werden die verschiedenen Betriebsarten und Betriebsabläufe koordiniert, vorgewählt und überwacht.

Bei Fernsteuerungsbetrieb erfolgt die gesamte Steuerung und Überwachung durch den Wagenführer, wozu in jedem Wagen bergseitig ein Haupt- und talseitig ein Notfahrstand eingerichtet sind. Die Fernsteuerung erfolgt über ein induktives Übertragungssystem (System Teichmann) mit Linienleiter, über das sämtliche Steuer-, Überwachungs-, Signalisations- und auch die bahnhinteren Sprechverbindungen geführt werden. Schon diese wenigen Sätze zeigen auf, dass der Steuerungsdesigner ein umfangreiches Kommunikationsproblem lösen musste. Wie man von der Bahnleitung erfahren kann, ist die Lösung vollständig gelungen – alle involvierten Personen sind mit dem Konzept und der Steuerung sehr zufrieden. Das Bild rechts oben zeigt den grundsätzlichen Aufbau von Antrieb und Steuerung.



Ein klares Konzept der Antriebs- und Steuerungssituation.

## Moderner FU-Antrieb

.... mit optimalem Wirkungsgrad

Die Standseilbahn wird durch einen drehzahleregelten Drehstrommotor angetrieben (Bild unten). Der Frequenzumrichter ermöglicht eine rückspeisefähige Drehzahl- und Drehmomentregelung im Vierquadrantenbetrieb. Dieses System gewährt ein stufenloses Anfahren und Anhalten bei jedem Belastungszustand.



Asynchronmotor mit Getriebe.

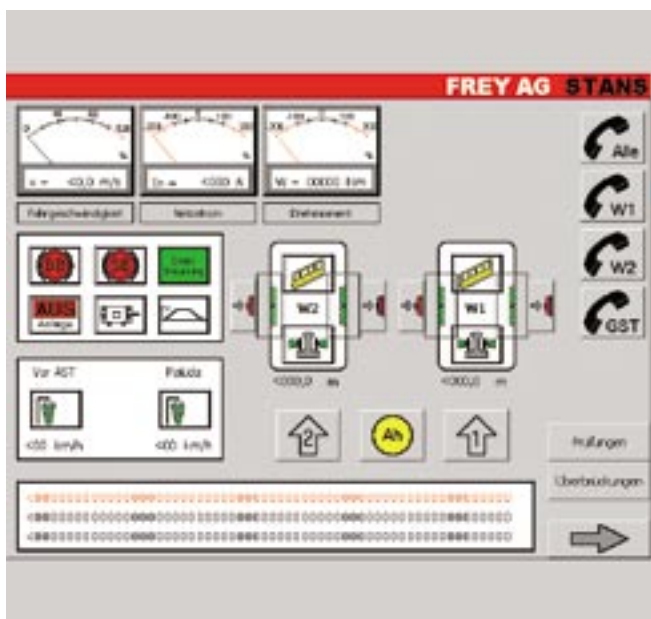
Der Leistungsteil des Antriebs besteht aus zwei Invertern mit einem Netzwechselrichter (ISU) als selbstgeführten Gleichrichter und einem Motorwechselrichter. Die Eingangsdrehstromleistung wird mit dem selbstgeführten Wechselrichter gleichgerichtet. Der Motorwechselrichter (INU) regelt die Leistung des Bahnmotors. Das Drehstrom-Antriebssystem überzeugt durch einen optimalen Wirkungsgrad und minimale Netzrückwirkungen durch harmonische Oberwellen.

### ... und Ökoprogramm

Speziell im Sommerbetrieb oder bei schwachem Verkehr kann auf ein sog. Ökoprogramm umgeschaltet werden. Die Ziele dabei sind Stromspitzen vermeiden und den mechanischen Verschleiss reduzieren. Dazu wird die Fahrgeschwindigkeit auf 7,5 m/s reduziert, was die Fahrzeit auf 6,5 Min. erhöht. Beschleunigung und Verzögerung sind verlangsamt und bei der Einfahrt wird die Geschwindigkeit früher reduziert. Trotzdem ist beim Anfahren in steilen Partien mit einer Spitzenleistung von 2 MW zu rechnen.

## Einfache benutzerfreundliche Bedienung

Die eigentliche Anlagenbedienung erfolgt über einen industrietauglichen Bildschirm, welcher als Touch Panel ausgebildet ist. Das vollgrafikfähige Farbdisplay bietet eine komfortable Anwenderoberfläche, welche die Bedienung und Überwachung optimal unterstützt und die Übersichtlichkeit des Prozessablaufes markant erhöht. Alle aktuellen Werte werden allgemein verständlich und aussagekräftig dargestellt.



Bewusst einfach aufgebautes Bedienungspanel im Kommandoraum der Bergstation. Die Fehleranzeigen erfolgen im Klartext.

Ganz bewusst hat man Betriebssteuerung und Visualisierung voneinander getrennt. Damit werden die Monitorbilder für die Betriebssteuerung von nicht unbedingt notwendigen Informationen entlastet (Bild rechts oben). Diese Aufteilung ist möglich, weil die Visualisierung ja vor allem für Testläufe, Störungen, Bremsaufzeichnungen und Revisionsabläufe interessant ist, aber nicht unbedingt für die eigentlichen Steuerungsaufgaben. Die Visualisierungs-Software Visinfo ist hier bereits in der dritten Generation im Einsatz.



Betriebssteuerung (rechts) und Visualisierung (links) sind bewusst getrennt, um den Betriebsmonitor so einfach wie möglich zu gestalten.

## PSS 3000 das Herzstück der neuen Steuerungsgeneration

### Antriebssteuerung

Das eigentliche Herzstück der neuen Steuerungsgeneration, die sogenannte Sicherheitsteuerung PSS 3000 von Pilz ist modular aufgebaut, d.h. es stehen je nach Pflichtenheft verschiedene, sicherheitsgerichtete Baugruppen zur Verfügung (Bild unten). Mit dieser PSS kann auf hohem sicherheitstechnischen Niveau eine grosse Anzahl sicherheitsrelevanter Funktionen und Überwachungen verschleissfrei abgearbeitet werden. Nur so sind die hohen Anforderungen an Sicherheit und Zuverlässigkeit zu erfüllen. Ausgefeilte Hard- und Softwarealgorithmen testen permanent das System und führen - neben hoher Sicherheit - zu schnellen Reaktionszeiten. Die dazu notwendige Software wird im Hause Frey geschrieben und getestet.



Einblick in den Steuerschrank. Links die fehlersichere PSS (gelb), rechts die Fernüberwachungsanlage.

## SafetyBUS p-Verbindung Antrieb - Talstation

Die sicherheitsrelevanten Verbindungen zwischen Antriebsstation und der Gegenstation sind mit dem SafetyBUS p realisiert, dem sicheren offenen Bus-System von Pilz. Für diese Übertragung steht ein Hybrid-Datenkabel mit Glasfasern zur Verfügung. Auf diese Weise ist es möglich, die Sicherheit durch Software auf ein sehr hohes Niveau zu heben. Dazu dient auch die Redundanz des CAN-Protokolls und ausserdem werden alle Telegramme überwacht (Pegel, Zeit und Reflexion). Unterbrüche auf der Strecke werden sofort registriert und Massnahmen eingeleitet, z.B. Ausgabe von Alarmbildern.

## SafetyBUS p-Verbindungen auf den Wagen

Erstmals wurde der SafetyBus p auch in die Standseilbahnwagen integriert (Bilder unten). Hauptargumente waren einerseits die markanten Verkabelungseinsparungen, aber auch die Möglichkeit zur Verarbeitung von über 140 Sicherheitsinformationen. Ein herkömmliches Überwachungssystem hätte für die Sicherheitsanforderungen dieser hohen Stufe kaum genügt (AK4, bzw. EN954-1). Über den schnellen Sicherheitsbus, angeschlossen an einer PSS 3006, werden z.B. die sechs Fangbremseinheiten, Wagenfüren, Fahrriechung, Geschwindigkeit und sämtliche anderen Nothaltkriterien bearbeitet. Die PSS 3006 dient einerseits als Sicherheitssteuerung und andererseits als Schnittstelle zum Profibus. Damit wurde es möglich, erstmals eine präzise, dynamische Erstfehlererkennung mit Klartextanzeige für sämtliche Überwachungsfunktionen zu integrieren (Bild rechts oben).

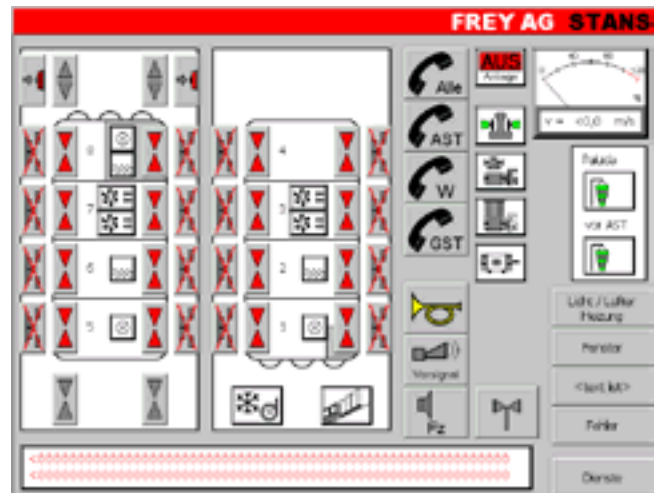


Der Safety Bus ermöglicht die Verarbeitung von mehr als 140 Sicherheitsinformationen in den Wagen.



Steuerplatte mit Touchpanel im bergseitigem Führerstand des Wagens.

## Übersichtliche Bedienung im Führerstand - dank Touchpanel



Auf dem Fahrzeugbildschirm sieht der Wagenführer alle für ihn wichtigen Informationen inklusive die Erstfehleranzeige im Klartext.

## Profi-Bus-Verbindungen auf den Wagen...und im Antrieb

Nebst dem Safety Bus kommt auch der Profibus zur Anwendung. Mit diesem Bus werden Anlageteile und Funktionen gesteuert und überwacht wie z.B. Licht- und Kompressorensteuerung, Scheibenwischer, Wagen- und Scheibenheizung, Spurkranzschmierung, Einsprecheinrichtung und Beschallung. Diese Menge von Steuerungen und Überwachungen, sowie eine Fülle von Informationen führen trotz dem Einsatz von Safety- und Profibus notgedrungen zu umfangreichen Einbauten und Installationen, wie dies die nachfolgenden beiden Bilder zeigen.



Dezentrale SPS-I/O-Einheiten in den Dachgurten für die Tür- und Abteilsteuering.



Steuerpanel im vorderen Führerstand mit PSS I/O-Modul, S7 und allgemeiner Wagenelektrik. Der gesamte Aufbau ist servicefreundlich und übersichtlich angeordnet.

## Auch für den Notfall ist gesorgt –Notbedienstelle im untersten Abteil

Sollte wegen einem technischen Defekt die Videoüberwachung Fahrstand-Wagentalseite ausfallen, so hat der Wagenbegleiter jederzeit die Möglichkeit, ab Notfahrstand (Bild unten) die Anlage zu bedienen.



Talseitiger Notfahrstand mit Touchpanel und wichtigen Steuerungs- und Signalisationseinrichtungen. Der Steuerkasten ist abschliessbar.

## Fernüberwachungsanlage FUA

### Antrieb – Wagen 1/2

Die Fernüberwachungsanlage stellt die „sichere“ Verbindung zwischen der Antriebsstation und den beiden Wagen her. Die Kommunikation der Signale erfolgt induktiv und berührungslos über eine isolierte Linienleiterschleife welche im Schienenfuss eingelegt ist. Eine Sendeantenne induziert ein Stromsignal auf den Linienleiter. Dieses Signal wird in der Antriebsstation empfangen, gefiltert, verstärkt und decodiert. Anschliessend wird dieses Signal auf die Antriebssteuerung überführt.

In umgekehrter Richtung wird in der Antriebsstation ein Frequenzband mit verschiedenen Signalen auf den Linienleiter induziert. Diese Signale werden in den Wagen über Ferritantennen empfangen, gefiltert, verstärkt und decodiert. Auch diese Signale werden als logische Signale weiter verarbeitet. Jeder "Teilnehmer" hat seine eigene Frequenz. Dadurch können verschiedene Signale parallel gesendet und empfangen werden.

### Zugseilüberwachung

Die niederfrequente Sinus-Überwachungsspannung wird im Wagen 1 direkt auf das Zugseil aufgekoppelt. Am Empfangskondensator in der Antriebsstation wird die Überwachungsspannung kapazitiv ausgekoppelt. Durch die fehlersichere Pegeldetektorschaltung wird diese Spannung überwacht.

Durch das Ansprechen der Zugseilüberwachung wird ein NH-BB eingeleitet. Bei Fahrbetrieb ohne Zugseilüberwachung wird die Geschwindigkeit automatisch auf 6 m/s begrenzt.

### Telefonanlage

Die Telefonanlage verbindet die beiden Wagen mit der Antriebsstation wie auch mit der Gegenstation. Die Telefonanlage ist als „party line system“ aufgebaut. Das heisst, dass alle Stationen zur gleichen Zeit miteinander kommunizieren können.

### Einsprechen in die Wagen

Über Telefon kann von der Antriebsstation (AST) zu den Wagen 1 und/oder Wagen 2 eingesprochen werden. Das Einsprechen erfolgt mit der Taste „Einsprechen“ auf dem Touch Panel. Auf einen gemeinsamen Tastendruck lassen sich wahlweise beide Wagen aktivieren. In der AST ist ein Textspeicher integriert. Dieser Textspeicher besteht aus 6 Sprachkonserven von je 30 s Dauer. Die ersten 3 Speicher sind mit mehrsprachigen Standardtexten belegt.

### Gegensprechen in den Abteilen

Der Wagenführer hat die Möglichkeit mit den Fahrgästen über eine Gegensprechanlage zu kommunizieren. Jedes Wagenabteil ist mit einem Mikrofon und einem „SOS-Taster“ bestückt. Sobald ein SOS-Taster betätigt wird, leuchtet eine gelbe LED auf und signalisiert die aktivierte Sprechstelle (Bild rechts).



In jedem Wagenabteil stehen den Fahrgästen Alarmschalter zur Verfügung. Damit wird der Wagenführer alarmiert.

## Ein Blick in die Zukunft

Die Frey AG Stans holte sich das Rüstzeug und Know-how mit der PSS erstmals mit der Pendelbahn Pic du Midi und erweiterte Ihre Kenntnisse in vielen Nachfolgeprojekten. „In der Praxis holt man sich am meisten Fachwissen“ meinte Markus Christen, der Projektleiter der Parsennbahn.

Aber die Steuerung wird ständig weiterentwickelt. Periodisch finden Gespräche mit dem Steuerungslieferanten statt, aber auch mit dem BAV. Überhaupt war die Zusammenarbeit mit dem BAV in allen Teilen ausgezeichnet, wie von allen Seiten bestätigt worden ist. In Bezug auf die Steuerung gilt es vor allem, sich die Programmänderungen bewusst zu machen und dem BAV vorzulegen. Bei einem so hohen Sicherheitsstand hat es noch nie geschadet, wenn zwei oder mehr Köpfe „gedacht“ haben.

Pilz kündete die nächste Generation der PSS an, unter anderem mit mehr Speichervolumen und schnellerem Prozessor, so dass auch von dieser Seite weitere Herausforderungen an den Steuerungsbau zu erwarten sind. (ms)

