



"Visualisierungs- und Bediensystem Fahrdienst" zur Sicherstellung eines sicheren und FDV-konformen Betriebs: VBBa & PbS



VBBa: **V**isualisierungs- und **B**ediensystem für **B**ahnen

PbS: **P**ositionsbasierte **S**ignalisierung



Peter Tschan
Entwicklungsleiter Bahnsysteme
(VBBa und PbS)

ACTEMIUM

ACTEMIUM Schweiz AG | LeitTec

Traktanden

- Ziele der Pilatus-Bahnen
- Generelle Anforderungen an Zahnradbahnen
- Grundsatzentscheid (Variante 0)
- Optimierungen: Der Weg zur optimalen Lösung
- VBa & PbS: Die Lösung für die Zahnradbahn der Pilatus-Bahnen

Ziele der Pilatus-Bahnen



- Erhöhung der Frequenz auf Halbstundentakt
- Erhöhung des Komforts
- Erhöhung der Sicherheit

Ziele der Pilatus-Bahnen

- Erhöhung der Sicherheit mit wirtschaftlich vertretbaren Mitteln (Verhindern von Kollisionen und des Befahrens von Weichen in falscher Stellung)
- Zur Einführung des Halbstundentakts müssen die Betriebsabläufe beschleunigt werden, insbesondere müssen die Gleiswender und Schiebebühnen fernbedient werden, denn das Bedienen vor Ort benötigt zu viel Zeit
- Das Stellwerk Pilatus Kulm ist über 50 Jahre alt, ein Ersatz steht an



Anforderungen an die Zahnradbahnen, Stand heute

- Verkehr nimmt zu, auch bei den Zahnradbahnen
=> Kapazitätserhöhung / Fahrplanverdichtung
- Wettbewerb unter den Tourismusdestinationen wird grösser
- Touristen werden kritischer
=> Reiseveranstalter erstellen Sicherheitsratings
- New Media:
Jedes Ereignis ist (un)mittelbar in der ganzen Welt online und abrufbar
- BAV ist strenger geworden, verfolgt ZBMS-Ziel für alle Bahnen, die ETCS nicht einführen
=> bei jeder Erneuerung muss Frage nach ZBMS* erneut geklärt werden
- Neue technische Möglichkeiten

⇒ Massnahmen und Aktivitäten der Bahnen werden miteinander verglichen
⇒ Sicherheit wird Marketinginstrument
=> Erhöhung der Sicherheit mit wirtschaftlich vertretbaren Mitteln drängt sich auf

*: **Zugbeeinflussung** für **M**eter- und **S**pezialsurbahnen, welche nicht zu ETCS migrieren

Grundsatzentscheid Pilatus-Bahnen (Variante 0)

Fahrdienstleiterassistenzsystem (FDLA) mit folgender Funktionalität:

- Fernsteuerung der Gleiswender und Schiebebühnen:
Das Fahrdienstleiter-Assistenzsystem zeigt die aktuelle Endlage der beweglichen Fahrweegelemente an und ermöglicht dem Fahrdienstleiter, per Mausklick Stellbefehle abzusetzen
- Grafische Darstellung der Standorte aller Fahrzeuge
- Steuerung der Gleiswender und Schiebebühnen:
Eine autonome Steuerung pro Element
Anzeige der Lage mittels Signalen (z.B. Tramsignale)
Schutz vor unzeitigem Umsteuern und unzeitigem Befahren **in SIL2**

Grundsatzentscheid Pilatus-Bahnen (Variante 0)

Fahrdienstleiterassistenzsystem (FDLA), ursprüngliche technische Lösungen:

- **Kommunikation:**

Fernmündliche Kommunikation zwischen Fahrdienstleiter und Lokführer über Funk (Umstellen von Weichen, Fahrfreigaben etc.)

Übertragung der Informationen von den Fahrzeugen an die Fernsteuerung über einen digitalen Funkkanal mit einer Bandbreite von 2kBit/s (Vergleich, Internet zu Hause mindestens 20MBit/s)

- **Schutz vor unzeitigem Umstellen und unzeitigem Befahren:**

Bei jeder Weiche werden ZST90-Magnete montiert, welche je nach Weichenlage polarisiert werden. Die Fahrzeugsteuerung erkennt anhand der Polarisierung, ob die Weiche befahren werden darf. Es wird eine Zwangsbremmung ausgelöst, falls die Weiche bei falscher Lage befahren werden soll

- **Weichensteuerung:**

Autonome Weichensteuerung in SIL2 (RGS-Bahnsicherheitstechnik)

Gleiswender und Hydraulik in SIL2 (Ferdinand Steck Maschinenfabrik AG, Urs Schmid Landmaschinen)

Anzeige der Lage mittels Signalen (z.B. Tramsignale)

Grundsatzentscheid (Variante 0)

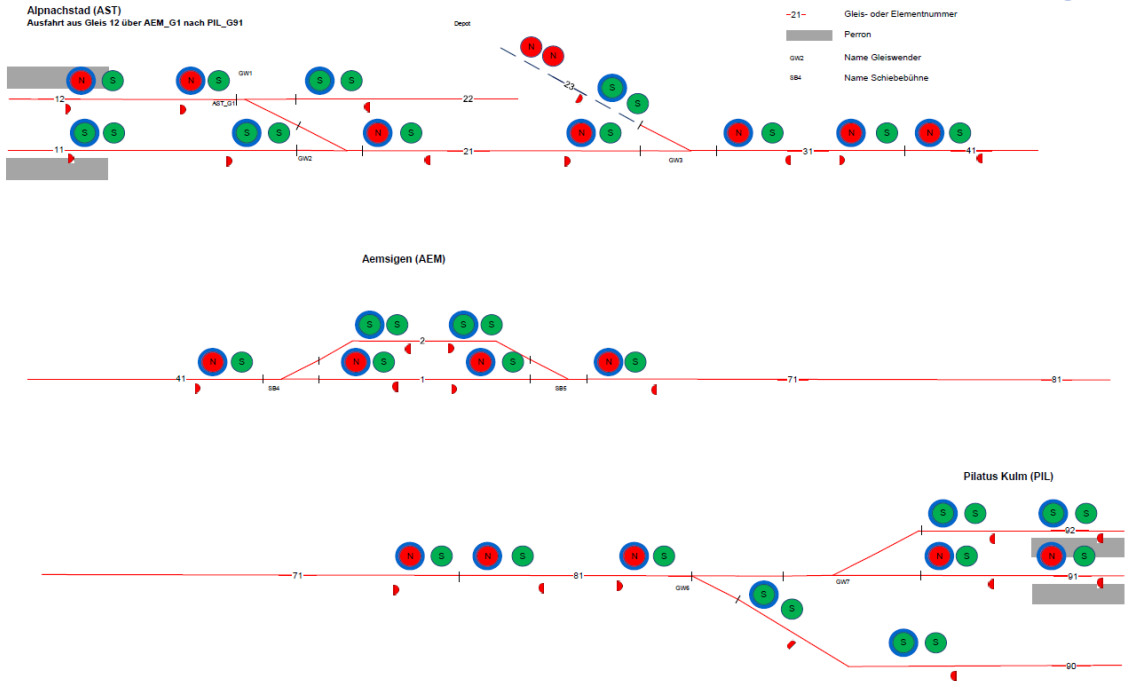
Infrastrukturplan

Doc-No: 3.180.00177.159
Rev: 1.0
Datum: 29.10.2018

Änderungen:
Rev 1.0 - Ersterstellung



- Legende:**
- Gleis mit Gleisfreimeldung
 - Gleis ohne Gleisfreimeldung
 - | Achszählpunkt
 - M Magnet für Zugstopp
 - ▶ Fiktives «Haupt»-Signal in Fahrrichtung rechts
 - ◀ Fiktives «Haupt»-Signal in Fahrrichtung links
 - 21- Gleis- oder Elementnummer
 - ▬ Perron
 - GW2 Name Gleiswender
 - SB4 Name Schiebebühne
 - S Dauermagnet Südpol
 - N Dauermagnet Nordpol
 - S Elektromagnet Südpol
 - N Elektromagnet Nordpol



Grundsatzentscheid (Variante 0)

Fahrdienstleiterassistenzsystem (FDLA), technische Lösung

- Kommunikation:**

Fernmündliche Kommunikation zwischen Fahrdienstleiter und Fahrer (Umstellen von Weichen, Fahrfreigaben etc.)
Übertragung der Informationen an die Fernsteuerung über einen digitalen Funkkanal mit einer Bandbreite von 2kBit/s (Vergleich, Internet zu Hause mindestens 20MBit/s)

Hohes Kommunikationsaufkommen
Gefahr für Missverständnisse
Grosse Belastung für den FDL

Keine zuverlässige Kommunikation möglich mit 5 Kompositionen gleichzeitig

- Schutz vor unzeitigem Umstellen und unzeitigem Befahren:**

Bei jeder Weiche werden ZST90-Magnete montiert, welche je nach Polarisierung, ob die Weiche umgestellt werden darf. Die Fahrzeugsteuerung erkennt anhand der Polarisierung, ob die Weiche umgestellt werden darf. Wenn nicht, wird eine Zwangsbremmung ausgelöst, wenn die Weiche trotzdem befahren wird.

Die Montage von 54 Magnetpaaren auf den Trassen der Zahnradbahn ist mit einem riesigen Aufwand verbunden

- Weichensteuerung:**

Autonome Weichensteuerung in SIL2
Gleiswender und Hydraulik in SIL 2
Anzeige der Lage mittels Signalen (z.B. Tramsignale)

Betriebliche Notwendigkeit:
Keine Signale im Gebirge
(Schneedruck, Steinschlag, Lawinen)

Was sagt das BAV dazu?
Wird der ZBMS-Standard damit erfüllt?



Optimierungen: Der Weg zur optimalen Lösung

Hohes Kommunikationsaufkommen
Gefahr für Missverständnisse
Grosse Belastung für den FDL

Keine zuverlässige Kommunikation
möglich mit 5 Kompositionen gleichzeitig

Die Montage von 54 Magnetpaaren
auf den Trassen der Zahnradbahn ist
mit einem riesigen Aufwand verbunden

Betriebliche Notwendigkeit:
Keine Signale im Gebirge
(Schneedruck, Steinschlag, Lawinen)

Normalbetrieb mit gesicherten Fahrstrassen

Kollisionswarnfunktion schützt gegen Auffahrkollisionen
und bei Betrieb mit genereller Zustimmung vor
Frontalkollisionen

Aufbau von WLAN-Bereichen in den Bahnhöfen
(AST, AEM, PIL) zur Kommunikation zwischen der
Fernsteuerung und den Fahrzeugen

Anstelle von Magneten werden Achszählsysteme
eingesetzt

Aussensignalisierung wird ersetzt durch ein DMI
(Driver machine interface)
Fiktive Signale (FAHRT, HALT, Fahrt mit Vorsicht)
Zwangsbremmung wenn versucht wird, HALT zeigendes
Signal zu überfahren

Optimierungen: Der Weg zur optimalen Lösung

Was sagt das BAV dazu?
Wird der ZBMS-Standard damit erfüllt?

Unsere Lösung **PbS** (**P**ositionsbasierte **S**ignalisierung):

- Zugsicherung mit einer THR* gemäss SIL2
- Führerstandssignalisierung mit hoher Verfügbarkeit

Prozess zur Typenzulassung von PbS in Arbeit



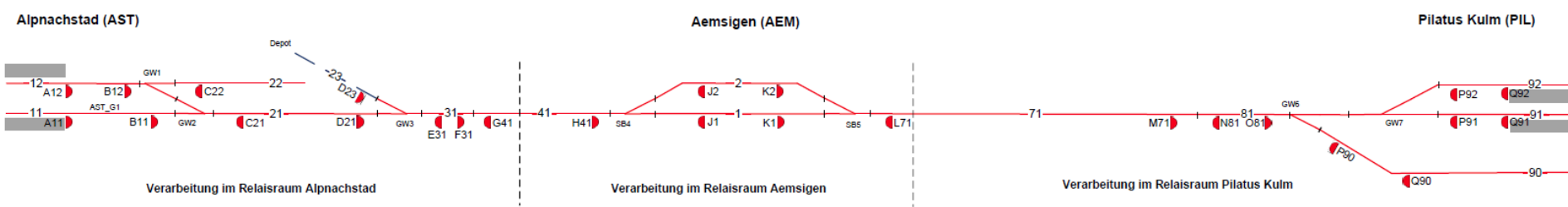
PbS erfüllt die Anforderungen des ZBMS-Standards an Zahnradbahnen

Smart Rail 4.0

*: THR: Tolerable Hazard rate (Restfehlerrate)

VBBa & PbS: Die Lösung für die Zahnradbahn der Pilatus-Bahnen

Infrastrukturplan:



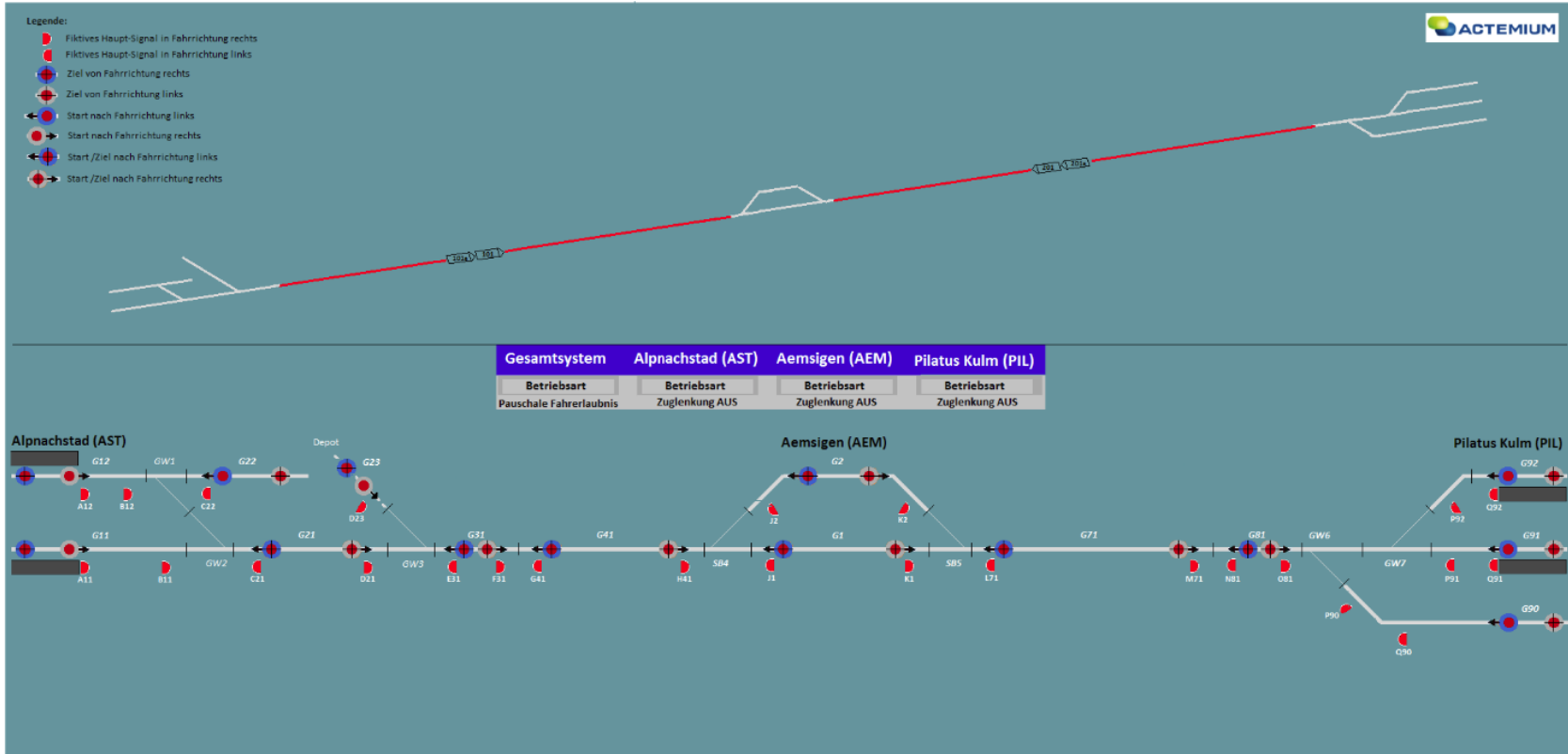
Legende:

- Gleis mit Gleisfreimeldung
- Gleis ohne Gleisfreimeldung
- | Achszählpunkt
- ▶ Fiktives «Haupt»-Signal in Fahrrichtung rechts
- ◀ Fiktives «Haupt»-Signal in Fahrrichtung links
- 21- Gleis- oder Elementnummer
- Perron
- gw2 Name Gleiswender
- sb4 Name Schiebebühne

- **Achszähler:**
Belegung der Weichen und Gleisabschnitte
- **Fiktive Signale:**
Sicherung der Fahrstrassen
Sicherung der Weichen vor unzeitigem Umstellen und unzeitigem Befahren

VBBa & PbS: Die Lösung für die Zahnradbahn der Pilatus-Bahnen

Bedienkonzept:

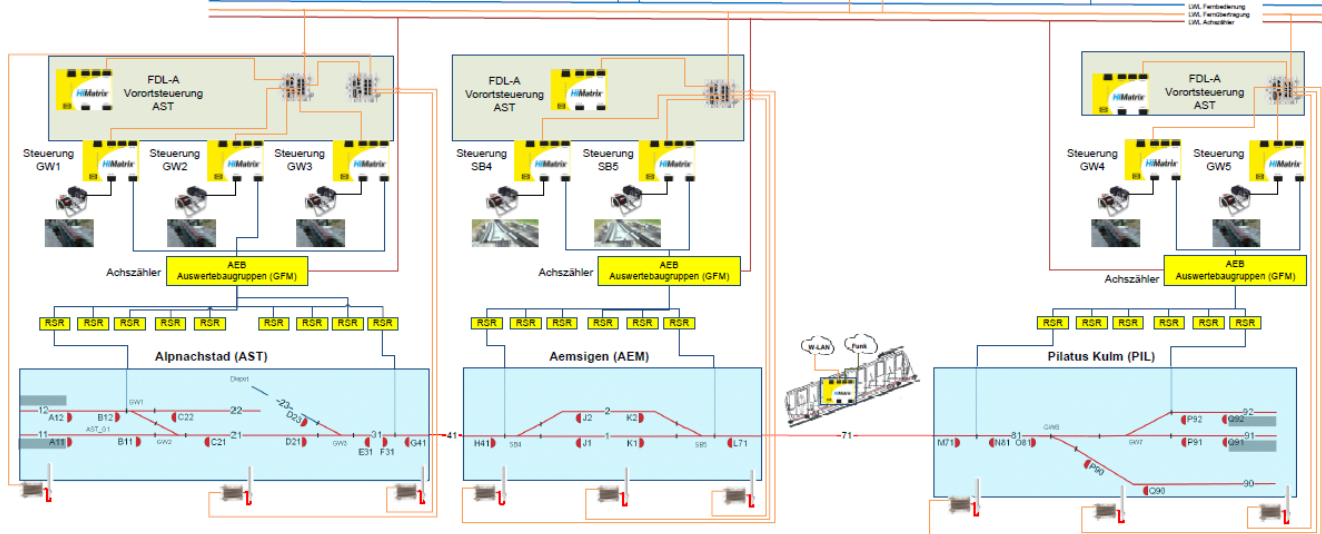
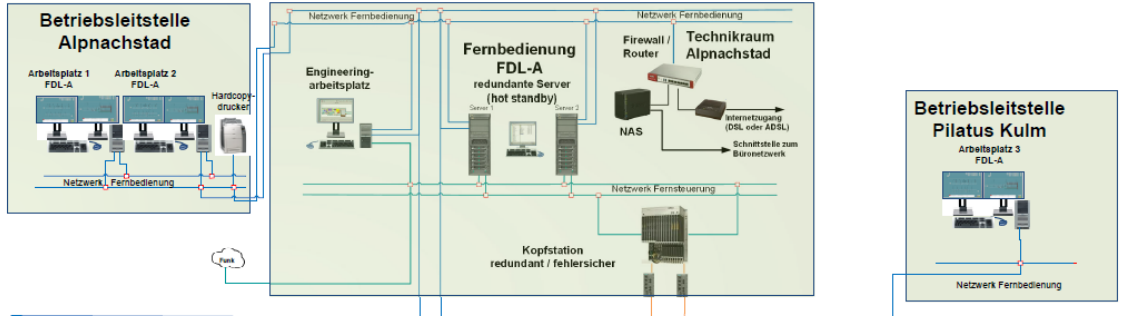


VBBa & PbS: Die Lösung für die Zahnradbahn der Pilatus-Bahnen

Topologie:

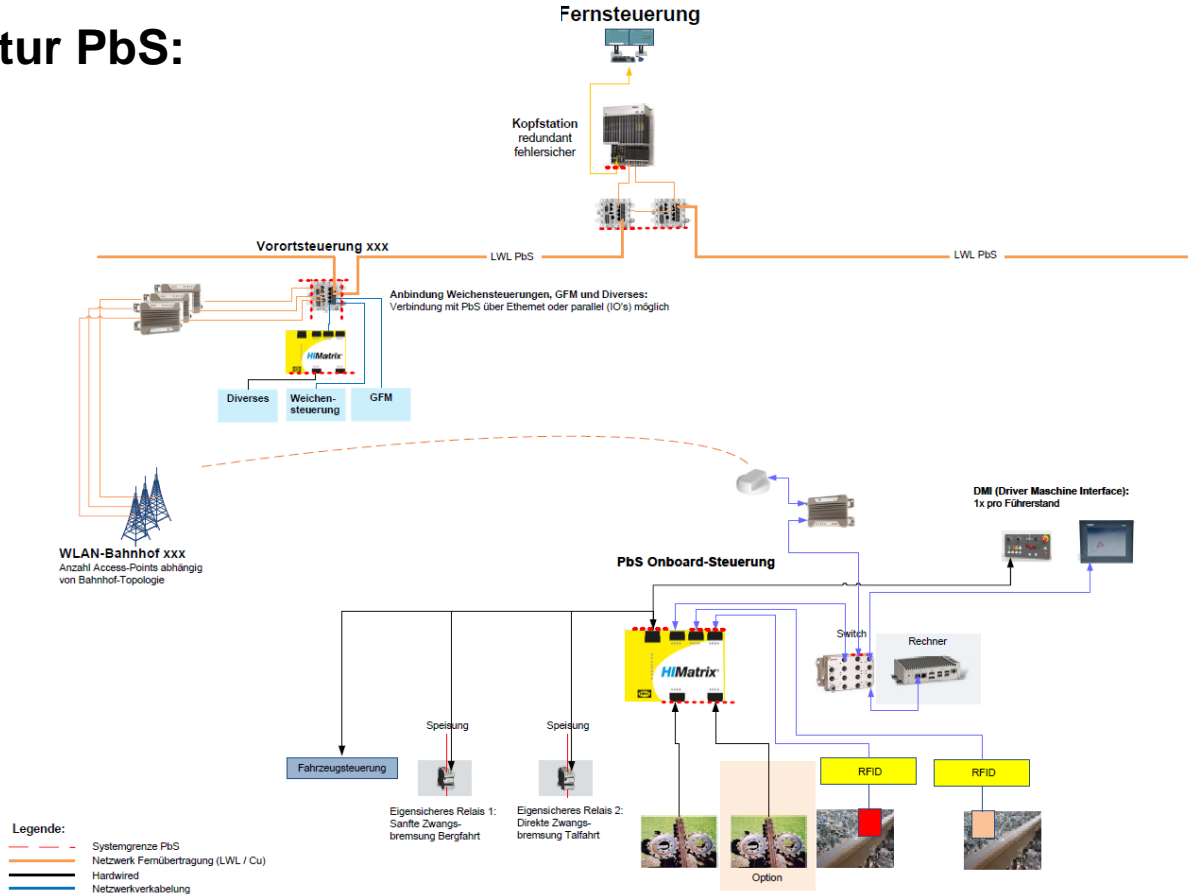
Topologie Pilatusbahnen
 Doc-No: 3.180.00230.156
 Rev: 1.7
 Datum: 28.11.2019

- Legende:**
- Gleis mit Gleisfreimeldung Achszähnpunkt
 - ▶ Fiktives «Haupt»-Signal in Fahrrichtung rechts
 - ◀ Fiktives «Haupt»-Signal in Fahrrichtung links
 - 21- Gleis- oder Elementnummer
 - Perron
 - GW Name Gleiswender
 - SB Name Schließebohle
 - S Saftethernet (> SIL2)
 - WLAN-Abdeckung (> SIL2)
 - Lieferung Actemium



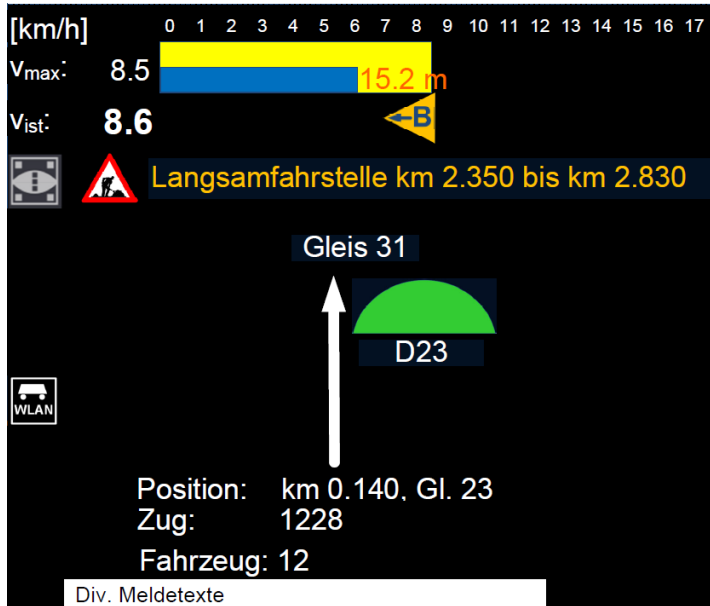
VBBa & PbS: Die Lösung für die Zahnradbahn der Pilatus-Bahnen

Infrastruktur PbS:

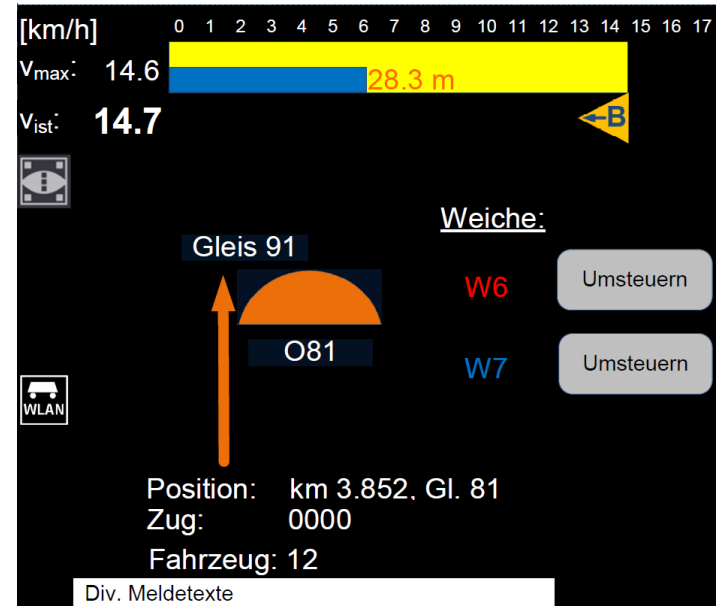


VBBa & PbS: Die Lösung für die Zahnradbahn der Pilatus-Bahnen

DMI (Driver machine interface, Führerstandssignalisierung):





Modus "Fahrstrassenbetrieb"



Modus "Generelle Zustimmung"

VBBa & PbS: Die Lösung für die Zahnradbahn der Pilatus-Bahnen

- Schutz der Weichen vor unzeitigem Befahren / Umstellen
- Schutz vor Gegenfahrten
- Schutz vor Kollisionen
- Schutz auch im Zugverband / bei Folgefahrten
- Bremskurvenüberwachung, automatischer Halt
- Optimierung der Fahrzeiten
- Erfüllt BAV-Anforderungen:
 - Sicherheit mindestens gleich hoch wie ZBMS
 - FDV-konformer Betrieb
- Minimale Aussenanlagen:
 - kein Stellwerk
 - keine Aussensignalisierung
- Optimiert für die besonderen Umweltaforderungen der Bergbahnen
- Optimales Kosten- / Nutzenverhältnis

Grade of Automation (GoA)	Fahrt	Abfahrt	Halt am Bahnhof	Türschliessung	Störungsmanagement
GoA 1 	Lokführer mit Zugsicherungssystem (ZUB, ETCS, etc.)	Lokführer	Lokführer	Lokführer	Lokführer
GoA 2 	Lokführer mit Automatic Train Operation (ATO) Zugsicherungssystem (ETCS)	Lokführer oder Automatisch (ATO)	Automatisch (ATO)	Automatisch (ATO) oder durch Lokführer	Lokführer
GoA 3 	ATO, ohne Lokführer, mit Begleitpersonal auf dem Zug	Automatisch (ATO)	Automatisch (ATO)	Automatisch (ATO) oder durch Zugbegleiter	Nach Bedarf: Zugbegleiter
GoA 4 	ATO, komplett autonome Zugfahrt ohne Personal	Automatisch (ATO)	Automatisch (ATO)	Automatisch (ATO)	Nach Bedarf: Automatisch, ferngesteuert oder mit Interventionspersonal

Herkunft: <https://www.smartrail40.ch/download/ATO Basis.pdf>

VBBa & PbS: Die Lösung für die Zahnradbahn der Pilatus-Bahnen

PbS ist die ideale Zugsicherung für Zahnradbahnen

VBBa und PbS

Fragen?





VIELEN DANK

Actemium Schweiz AG | LeitTec
Peter Tschan
Pulverstrasse 8
CH 3063 Ittigen
031 380 57 61
peter.tschan@actemium.ch