

# TransGoldenPass und Spurwechselfähiges Laufdrehgestell Typ EV09

Graz, 13. September 2011

C. Deiss, R. Kummrow, J.-M. Forclaz, C. Gyr, S. Bühler

#### PROSE AG

Zuercherstrasse 41 8400 Winterthur Schweiz

+41 52 262 74 00 Info@prose.ch www.prose.ch



# **Projekt TransGoldenPass**

- Ausgangslage
- Bedarf
  - Entwicklung Drehgestell
- Betriebserprobung
- Betriebskonzept
- Ausblick

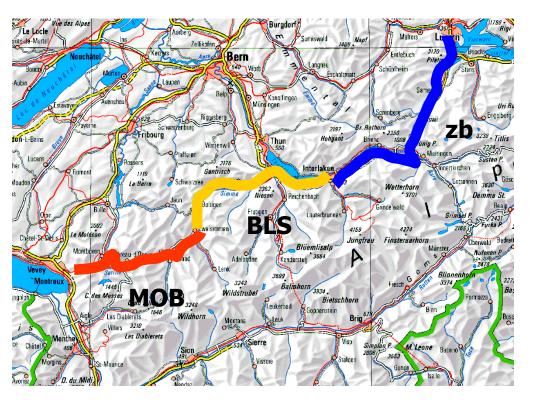




GoldenPass
Chemin de fer Montreux Oberland Bernois (MOB)

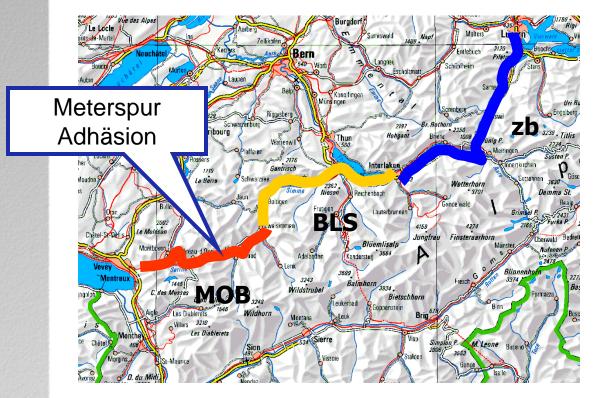


#### 3 Bahnen bilden die GoldenPass-Linie



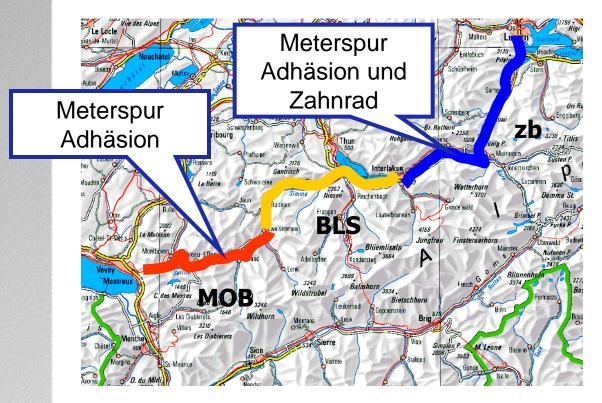


#### 3 Bahnen bilden die GoldenPass-Linie



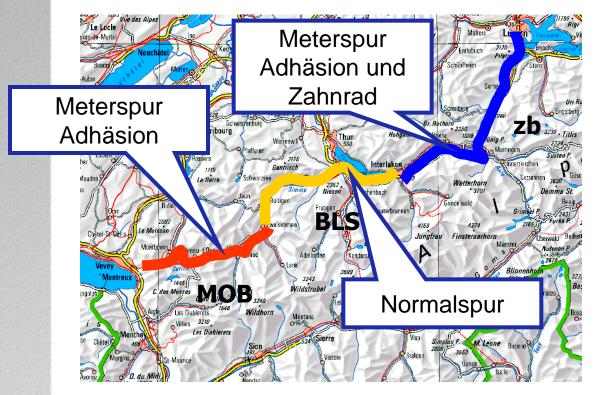


#### 3 Bahnen bilden die GoldenPass-Linie



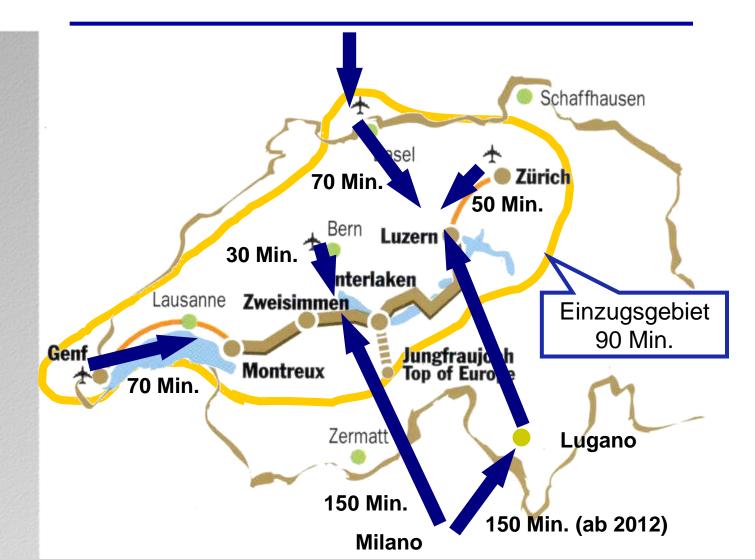


#### 3 Bahnen bilden die GoldenPass-Linie



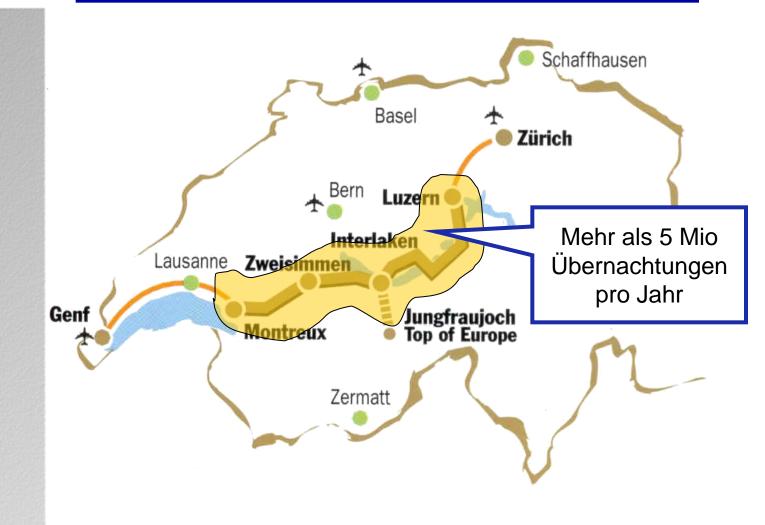


# Zentrale Lage und beste Anbindung



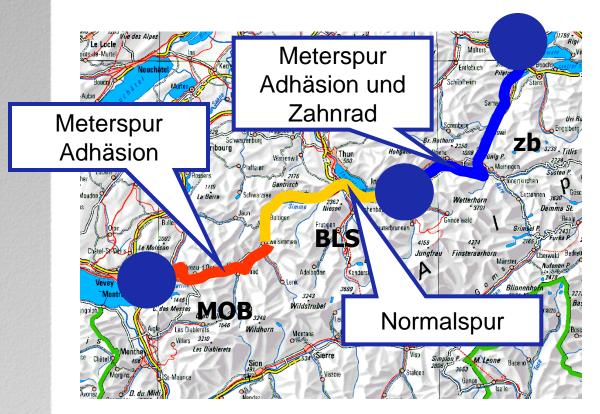


# **Bedeutendes touristisches Marktpotential**





#### 3 Bahnen bilden die GoldenPass-Linie

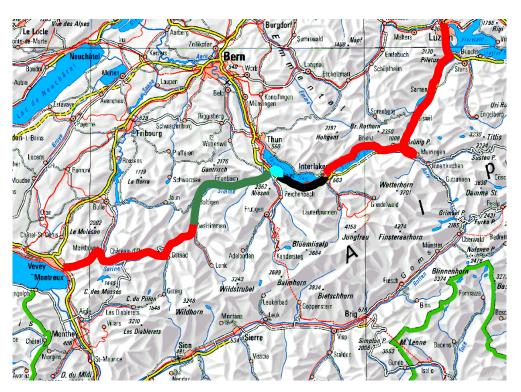




#### **Die Dritte Schiene**

#### Ein 90 Jahre alter Traum, erträumt in unzähligen Varianten

#### Ein Beispiel ...



Meterspur 146 km

Meterspur (umgespurt) 25 km

Meterspur-Unterquerung Spiez (neu) 1.7 km

3. Schiene18 km

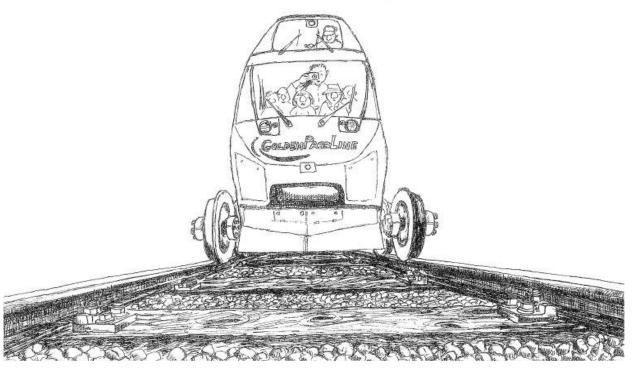


#### **Die Dritte Schiene**

2006 endgillig ausgeträumt ligen Varianten Ein 90 Jahre alter Traum Ein Beispiel ... eterspur nicht finanzierbar! km Rollmaterial 55 Mio CHF. Konnaterial 205 Mio CHF) Meterspur (umgespurt) 25 km Meterspur-Unterquerung Spiez (neu) 1.7 km Bietschhorn 3. Schiene M. Lenne Baceno 18 km



# **PROSE Die Antwort: TransGoldenPass**



Zeichnung: ENOTRAC

Wenn die Gleise nicht verändert werden können, müssen sich die Fahrzeuge anpassen...



#### Konzept TransGoldenPass

- Die Wagen verkehren direkt zwischen Montreux und Interlaken Ost, die Reisenden steigen nicht um
- Die Wagen werden in Zweisimmen umgespurt
- Die Lokomotiven werden in Zweisimmen gewechselt
- Vorhandene GoldenPass Panoramic- und Classic-Wagen werden weiter verwendet und durch neue ergänzt
- Die Verlängerung nach Luzern (Zahnradstrecke Brünig) wird zurückgestellt (Ca. 95% der Reisenden steigen sowieso in Interlaken Ost aus)



#### **Technisches Pflichtenheft**

- Spurweiten-Differenz von 435 mm überbrücken
- An Bahnsteig-Höhendifferenz von 200 mm anpassen
- Neue spurwechselfähige Drehgestelle dürfen nicht schwerer sein als herkömmliche Drehgestelle
- Drehgestelle müssen mit den bestehenden Wagen kompatibel sein
- Lokomotiven und Dienstfahrzeuge müssen die Umspuranlage unverändert durchfahren können
- Der Umspurvorgang muss in möglichst kurzer Zeit erfolgen

... such fish did not exist!



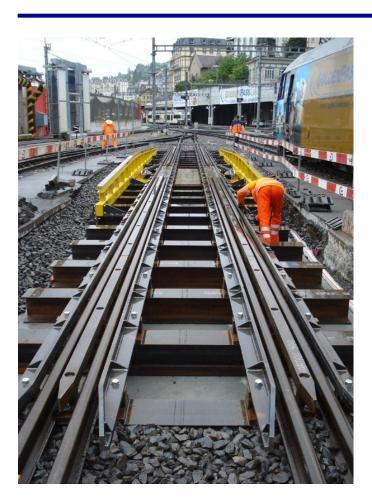
# Drehgestell kompatibel mit den bestehenden Wagen

- Das Rad nicht ganz neu erfinden....
- Übernahme der zentralen Luftfederung vom Drehgestell Centro 1000 von ALSTOM





# **Umspuranlage**



#### **Prinzip**

- Lokomotiven müssen die Umspuranlage unverändert durchfahren können
- Umspuren auf dem Spurkranz
- Schienenebene durchgehend



### **Projekt TransGoldenPass**

- Ausgangslage
- Bedarf
  - Entwicklung Drehgestell Referatteil Christoph Gyr
- Betriebserprobung
- Betriebskonzept
- Ausblick



### **Entwicklung**

- Anforderungen
- Konzept
- Herausforderungen
- Realisation
- Resultat
- Validierung



#### Anforderungen

Vor der Ausschreibung des Auftrags war das Umspurund Bauprinzip in einer Machbarkeitsstudie untersucht worden.



Bauprinzip aus Machbarkeitsstudie

PROSE wurde von MOB beauftragt, ein spurwechselfähiges (1'000 mm ⇔ 1'435 mm) Adhäsionslaufdrehgestell zu konstruieren.



#### Anforderungen

- Verstellen der Spur durch Querverschieben von zwei Drehgestellhalbrahmen mit daran einzeln gelagerten Rädern
- kein Absenken der Schienen



#### Anforderungen

- Radgeometrie passend für Normal- und Meterspur-Infrastruktur (u. a. verschiedene Weichentypen)
- Platz für den Einbau einer Zahnradbremse und einer MG-Bremse freihalten
- Höchstgeschwindigkeit 100 km/h
- Maximale Achslast (Radpaar) 16.0 t
- Aktive Elemente, wie Aktuatoren im Drehgestell vermeiden
- Fahrkomfort während des Umspurens gewährleisten



- Einzelrad
- Radlagerung
- Halbrahmen quer verschiebbar (435 mm)
- Klotzbremse
- Querverriegelung
- Traverse (Joch) zur Abstützung des Wagenkastens und zur Spurhaltung
- Zentral angeordnetes Luftfedersystem
- Wankstütze
- Ausschwenkbare und verriegelbare Abstützarme für das Umspuren





- Einzelrad
- Radlagerung
- Halbrahmen quer verschiebbar (435 mm)
- Klotzbremse
- Querverriegelung
- Traverse (Joch) zur Abstützung des Wagenkastens und zur Spurhaltung
- Zentral angeordnetes Luftfedersystem
- Wankstütze
- Ausschwenkbare und verriegelbare Abstützarme für das Umspuren





- Einzelrad
- Radlagerung
- Halbrahmen quer verschiebbar (435 mm)
- Klotzbremse
- Querverriegelung
- Traverse (Joch) zur Abstützung des Wagenkastens und zur Spurhaltung
- Zentral angeordnetes Luftfedersystem
- Wankstütze
- Ausschwenkbare und verriegelbare Abstützarme für das Umspuren





- Einzelrad
- Radlagerung
- Halbrahmen quer verschiebbar (435 mm)
- Klotzbremse
- Querverriegelung
- Traverse (Joch)
   Wagenkastens
- Zentral angeord
- Wankstütze
- Ausschwenkbare und verriegelbare Abstützarme für das Umspuren



Position im Drehgestell noch offen



- Einzelrad
- Radlagerung
- Halbrahmen quer verschiebbar (435 mm)
- Klotzbremse
- Querverriegelung
- Traverse (Joch) zur Augenkastens und zur Steinen
- Zentral angeordnetes
- Wankstütze

 Ausschwenkbare und verriegelbare Abstützarme für das Umspuren



Prinzip noch offen

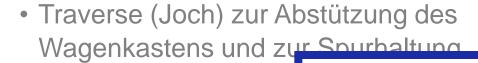


- Einzelrad
- Radlagerung
- Halbrahmen quer verschiebbar (435 mm)
- Klotzbremse
- Querverriegelung
- Traverse (Joch) zur Abstützung des Wagenkastens und zur Spurhaltung
- Zentral angeordnetes Luftfedersystem
- Wankstütze
- Ausschwenkbare und verriegelbare Abstützarme für das Umspuren





- Einzelrad
- Radlagerung
- Halbrahmen quer verschiebbar (435 mm)
- Klotzbremse
- Querverriegelung



- Wankstütze

 Zentral angeordnetes Bauart und Positionierung im DG offen



 Ausschwenkbare und verriegelbare Abstützarme für das Umspuren

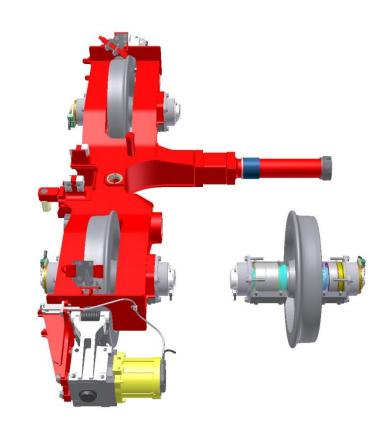


- Einzelrad
- Radlagerung
- Halbrahmen quer verschiebbar (435 mm)
- Klotzbremse
- Querverriegelung
- Traverse (Joch) zur Abstützung des Wagenkastens und zur Spurhaltung
- Zentral angeordnetes Luftfedersystem
- Wankstütze
- Ausschwenkbare und verriegelbare Abstützarme für Umspurvorgang

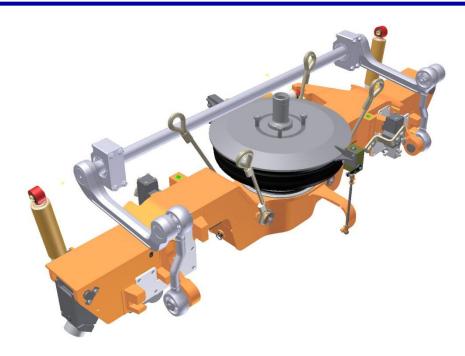




- Halbrahmen
- Einzelräder mit Achsabstand 1'600 mm
- Wellenstummel mit Fest- und Loslager
- Aussenliegende Klotzbremsen
- Querträger mit Teleskop

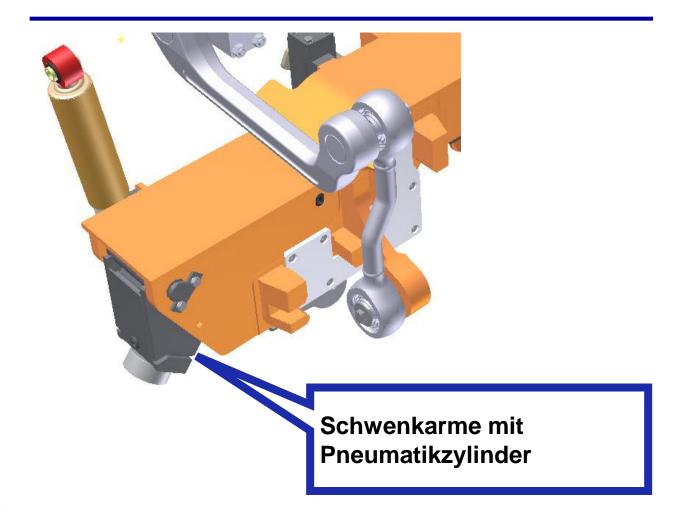






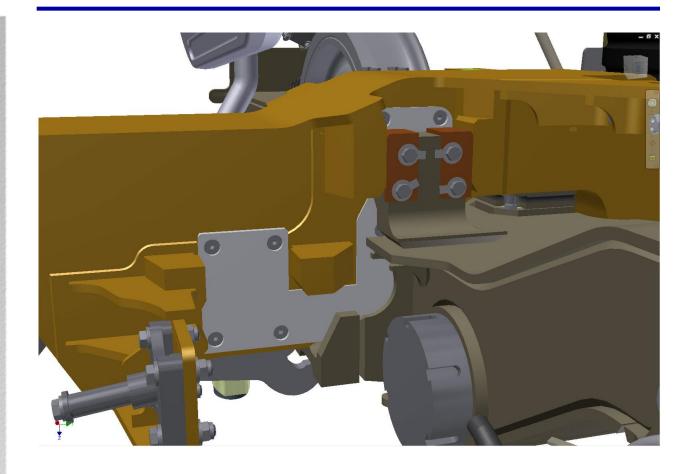
- Gekröpfte Traverse mit zwei Abstützhöhen
- Luftfeder mit integrierter Längsmitnahme und Queranschlag
- Wankstütze, Quer- und Vertikaldämpfer







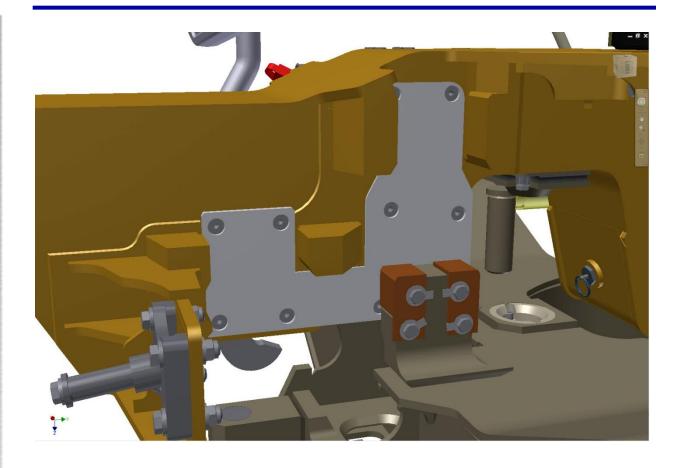
# **Konzept - Querverriegelung**



Verriegelt in Meterspur



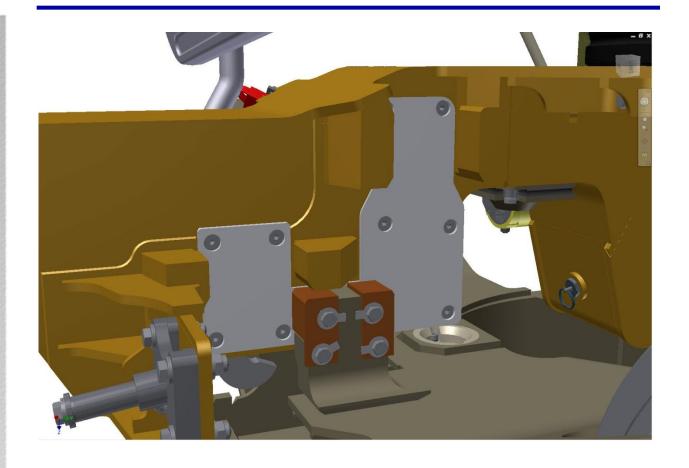
# **Konzept - Querverriegelung**



Nach dem Anheben



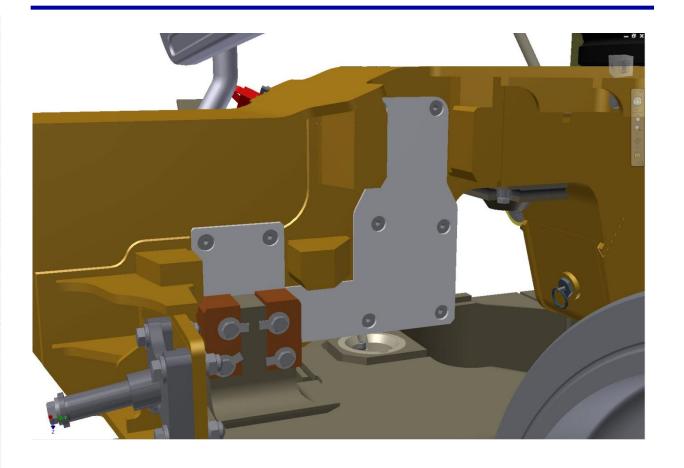
# **Konzept - Querverriegelung**



Spurwechsel



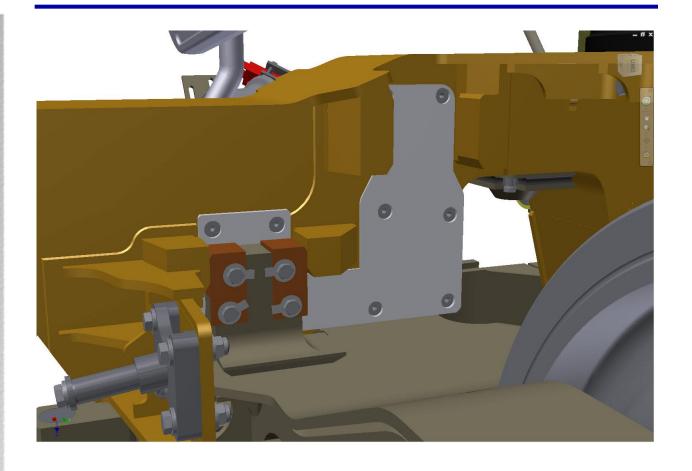
# **Konzept - Querverriegelung**



Vor dem Absenken



# **Konzept - Querverriegelung**

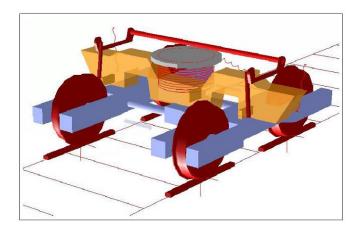


Verriegelt in Normalspur



#### Herausforderungen

- Steifigkeit des Drehgestells ausreichend um Spurführung sicherzustellen?
- Laufverhalten genügend bei kurzem Achsabstand?

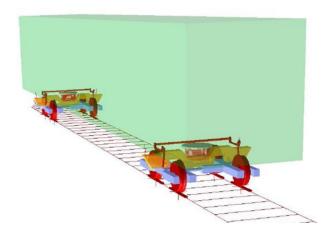


- Fahrkomfort genügend ohne Primärfederung?
- Kompatible Radgeometrie und kompatibles Radprofil für Meter- und Normalspur?



#### Laufdynamische Analysen

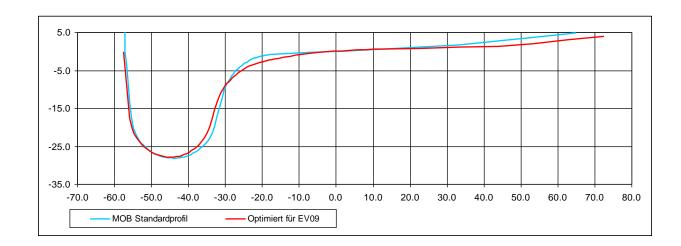
- Erste Modelle bereits früh in der Konzeptphase
- Ergänzung der Lastannahmen mit Erkenntnissen aus den Analysen
- Festlegen der Komponenteneigenschaften und damit Optimierung des Laufverhaltens





#### Laufdynamische Analysen

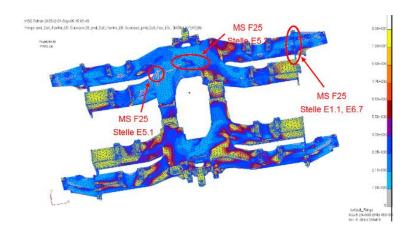
- Wankkoeffizienten f
  ür beide Spurweiten
- Entgleisungssicherheit
- Berechnung des Fahrkomforts (N<sub>MV</sub>) nach EN 12299
- Entwicklung eines Radprofils





#### **Festigkeitsanalysen**

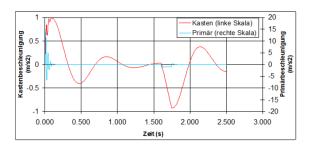
- Lastannahmen in Anlehnung an EN 13749 mit Anpassungen für Meterspur
- Zusätzliche Lastanahmen für den Umspurvorgang
- Festlegung der Rahmensteifigkeit, um eine sichere Weichenfahrt zu gewährleisten (Querdeformation)





#### Konzipieren der Umspuranlage

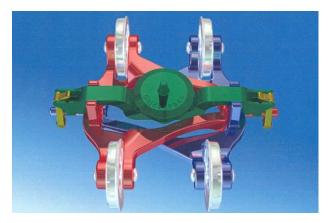
 Berechnung der vertikalen Beschleunigungen auf die Passagiere bei einer Geschwindigkeit von 10 km/h



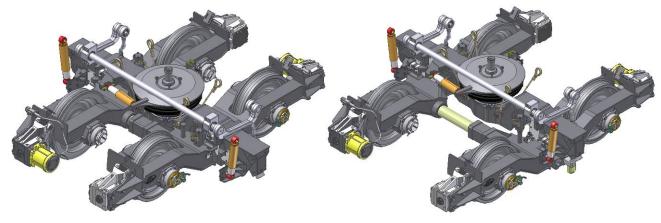
 Konstruktion und Berechnung von Führungszapfen und -schiene



#### Vom Bauprinzip zur Konstruktion





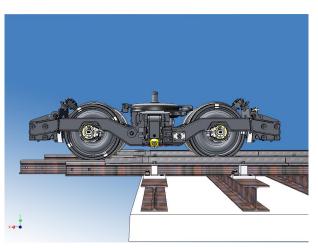




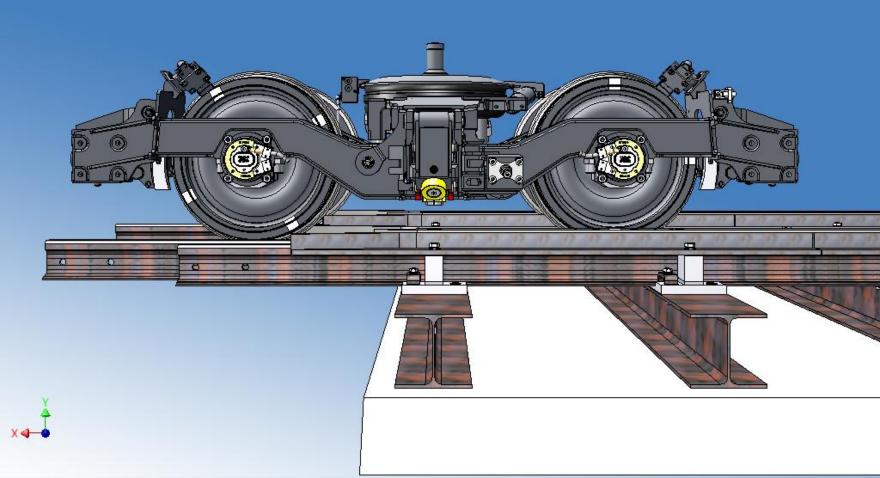


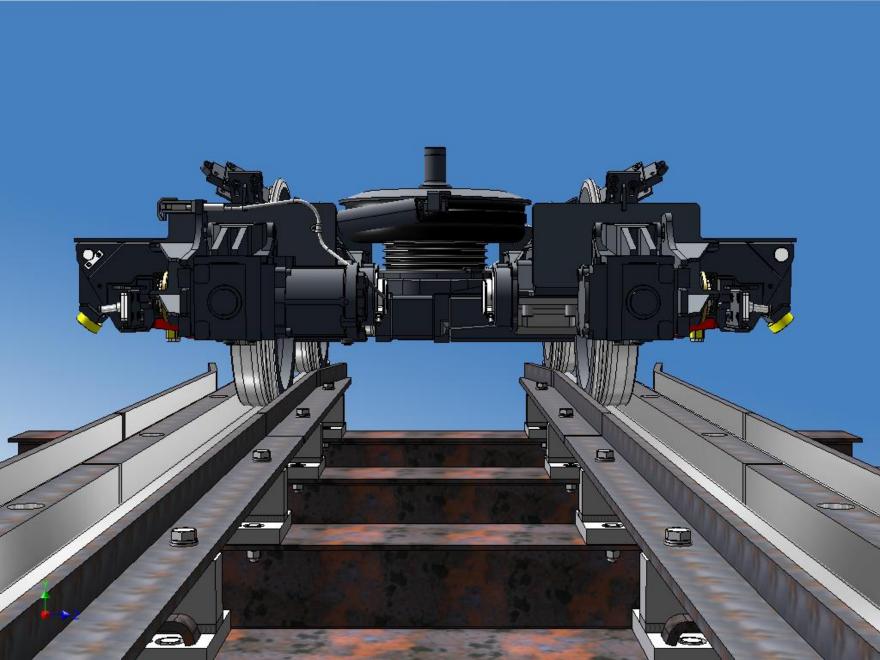


#### Spurwechselvorgang



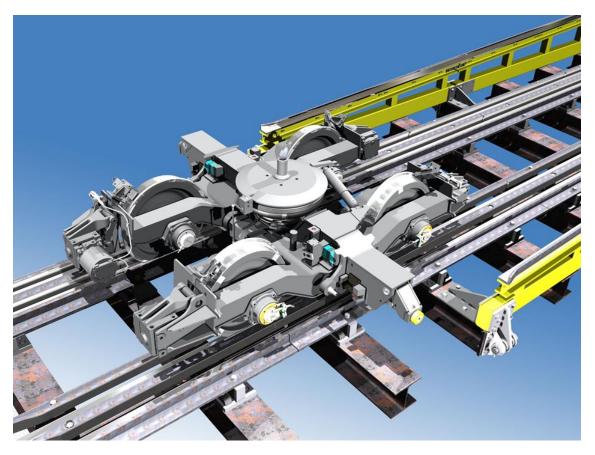








#### Spurwechselvorgang





Verwindeversuch (Entgleisungssicherheit)









Messung der Rad / Schienekräfte mit neu entwickelten Einzel-Messrädern (Entgleisungssicherheit)

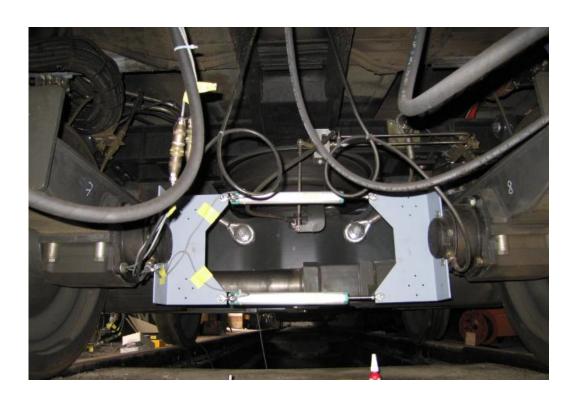






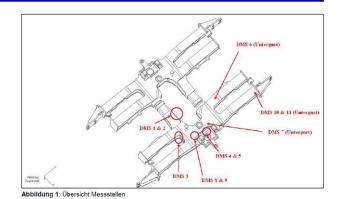


Messung der Querbewegung (Spurführung)





Dehnungsmessungen an "Hot Spots" (Lebensdauer)









#### Messung des Schwingungsverhalten



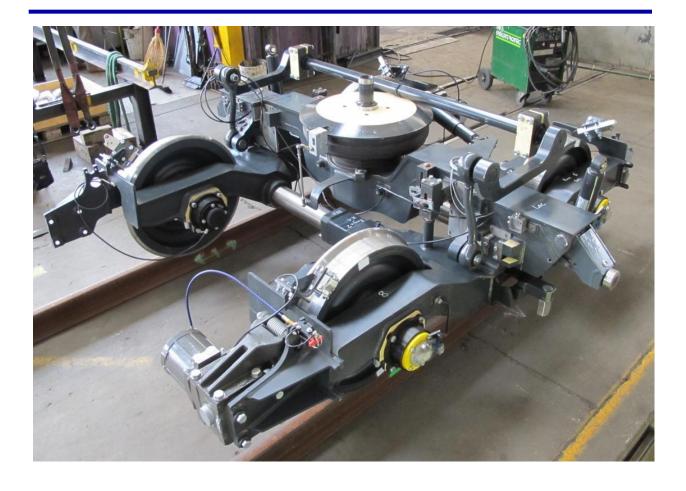


#### Komfortmessung





## **Validiertes Drehgestell**



Nächster Schritt: Betriebserprobung



## **Projekt TransGoldenPass**

- Ausgangslage
- Bedarf
  - Entwicklung Drehgestell
- Betriebserprobung
- Betriebskonzept
- Ausblick



## Betriebserprobung 2010 / 2011

#### In Meterspur:

Schiebeversuche - Pendelzug mit neuer Kupplung

6003	8001	BDs 225	BDs 220	8004	6001

#### In Normalspur:

Fahrtechnik und Komfort

#### Weiter:

- Umspurvorgänge
- Probezerlegung und Verschleissanalyse





### Betriebserprobung





#### **Stand Ende August 2011:**

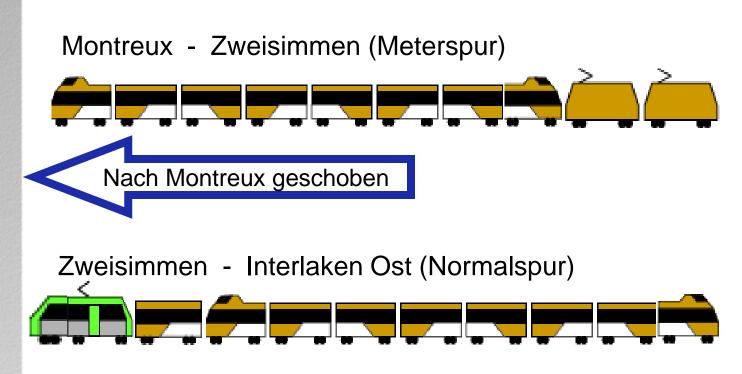
- 30'000 km auf Meterspur zurückgelegt
- 800 km auf Normalspur zurückgelegt
- 120 Spurwechselvorgänge absolviert
- aktuell auf Meterspur im kommerziellen Einsatz



#### Bilanz im Hinblick auf Serie

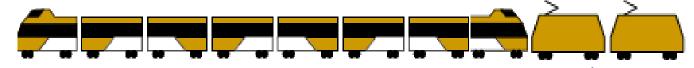
- Prinzip bestätigt
- Optimierungsmöglichkeiten
  - Fräs- durch Gussteile ersetzen
  - Umspuranlage vereinfachen:
    - Führungsschiene auf Umspuranlage fest installiert
    - Mitnehmerzapfen auf Drehgestell absenkbar







Montreux - Zweisimmen (Meterspur)



Nach Zweisimmen gezogen

Zweisimmen - Interlaken Ost (Normalspur)





Montreux - Zweisimmen (Meterspur)



Zweisimmen - Interlaken Ost (Normalspur)



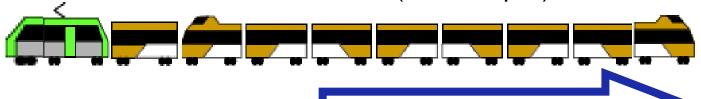
Nach Zweisimmen gezogen



Montreux - Zweisimmen (Meterspur)



Zweisimmen - Interlaken Ost (Normalspur)



Nach Interlaken geschoben



Montreux - Zweisimmen (Meterspur)

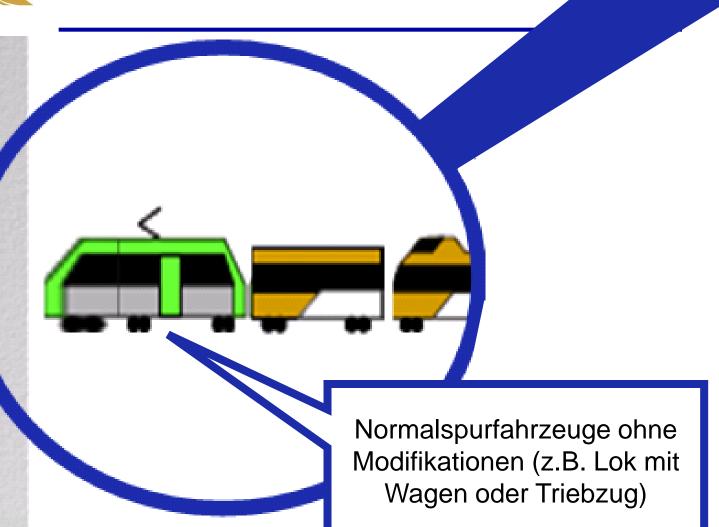


Zweisimmen - Interlaken Ost (Normalspur)



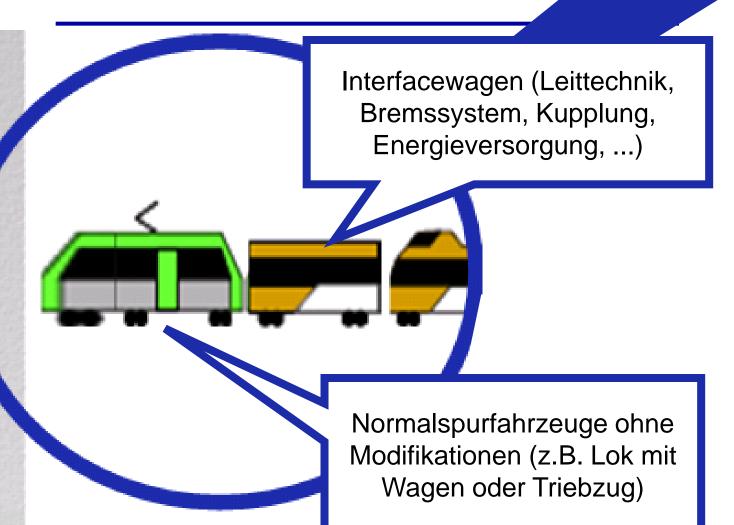
Nach Interlaken geschoben





Seite 66

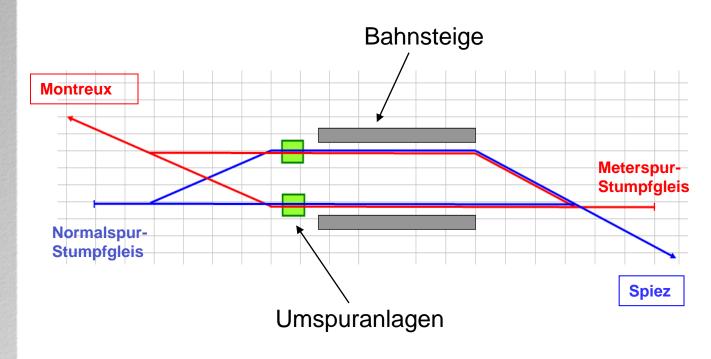




Seite 67



# **PROSE** Zugsbildung definiert **Umspurbahnhof**



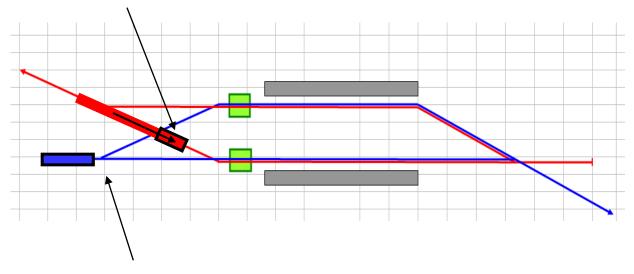
Meterspur

Normalspur

Normal-/Meterspur koaxial

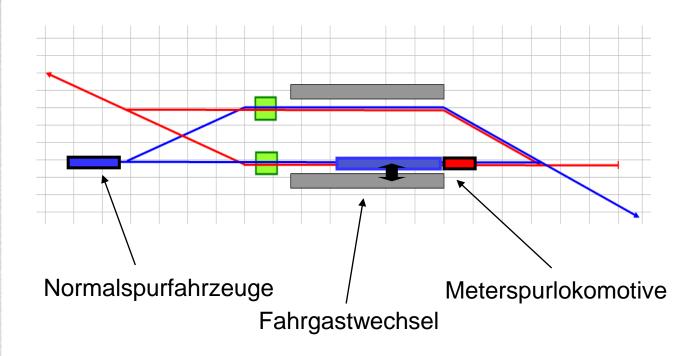


#### Meterspurlokomotive

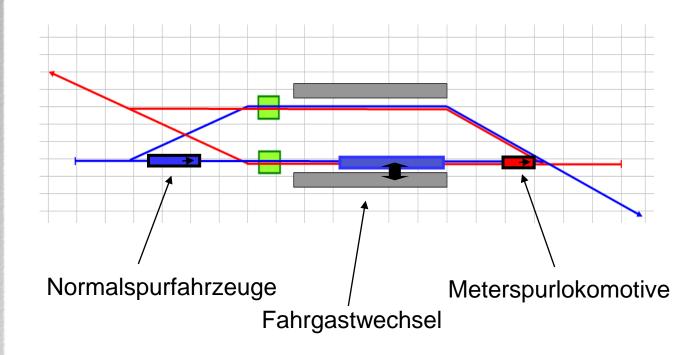


Normalspurfahrzeuggruppe (z.B. Triebzug und Interfacewagen)

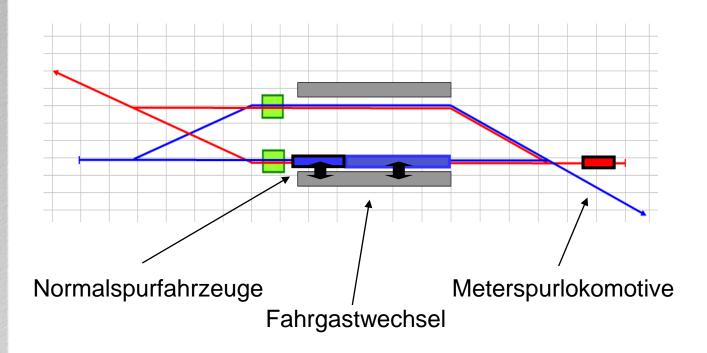




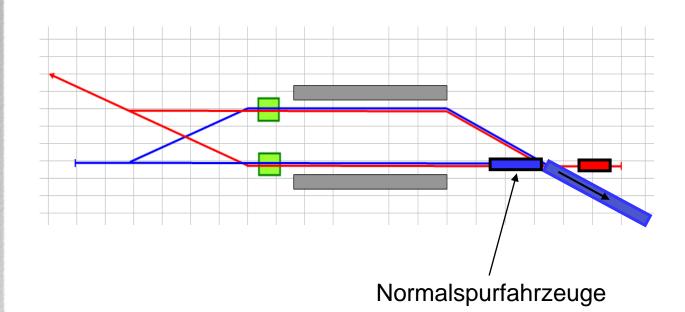














# Betriebskonzept generiert weitere technische Herausforderungen

Entwicklung neuer Wagenkästen

In Arbeit

- Machbarkeit
  - 9-Wagenzüge (Rollmaterial, Traktion, Gleisanlagen)



Automatische Kupplungen



Umbau des Bahnhofs Zweisimmen

In Arbeit



## Projektplan Rück- und Ausblick

- Idee und Konzept 2007
- Patente, Entwürfe, Berechnungen, Zeichnungen 2008 / 2009
- Bau von 2 Prototypen 2009 / 2010
- Versuche, Messfahrten 2010 / 2011
- Finanzierung Umbau Zweisimmen gesichert und Rahmenvereinbarung Finanzierung Gesamtprojekt abgeschlossen Frühjahr 2011
- Anpassungen und Beschaffungen Rollmaterial 2011 - 2016
- Umbau des Bahnhofs Zweisimmen 2011 2016
- Inbetriebnahme TransGoldenPass 2016



## Zusammenfassung

#### Erfolgsrezept

#### Konzept

- finanzierbar
   (durch optimale Kombination Infrastruktur / Fahrzeuge)
- begrenzte Risiken
   (Spurwechsel-Drehgestell, aber ohne Bremszahnrad, ohne Antrieb)
- Kernnutzen wird erzielt (Montreux - Interlaken ohne Umsteigen)





## Zusammenfassung

#### Erfolgsrezept

#### Kompetente Partnerschaft

- Bahnbetreiber
   (Schwerpunkte Betriebskonzept, Infrastruktur und Finanzierung)
- Rollmaterialentwickler (Schwerpunkte Drehgestellentwicklung und Zulassung)
- Gemeinsam (Schnittstellen und Umfeld)





## Zusammenfassung

#### Erfolgsrezept

#### Angemessene Schrittgrössen

- Prototypen und Erprobung (Drehgestell und Umspuranlage)
- Erstellung Umspurbahnhof
- Umbau und Beschaffung Rollmaterial in Serie
- Betriebsaufnahme



