



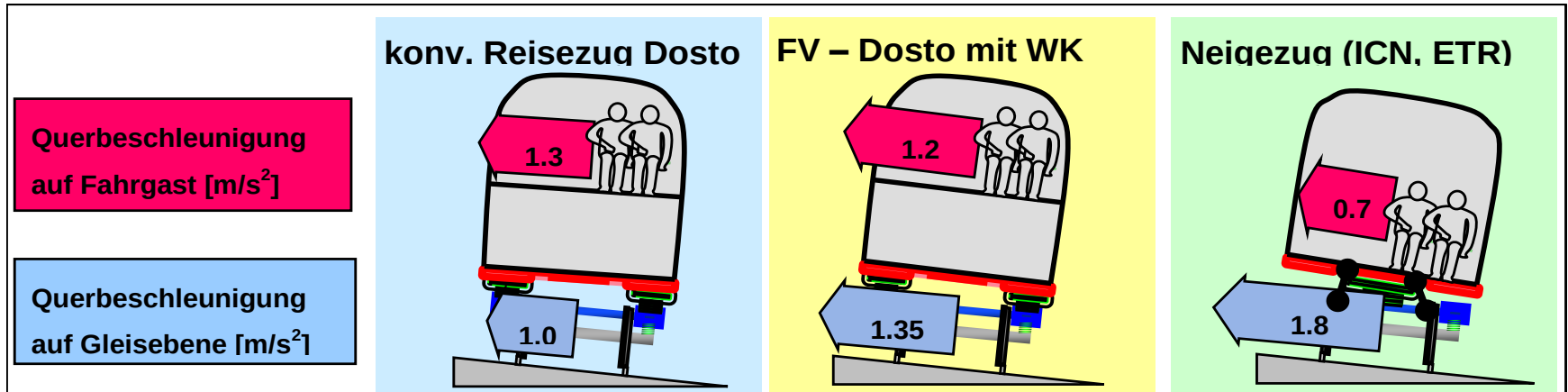
Wankkompensation im SBB FV-Dosto

Stand der Versuche mit den beiden Prototypdrehgestellen im Erprobungsträger

Richard Schneider; Thomas Grossenbacher; 12. Sept. 2011

Die Wankkompensation im SBB FV-Dosto

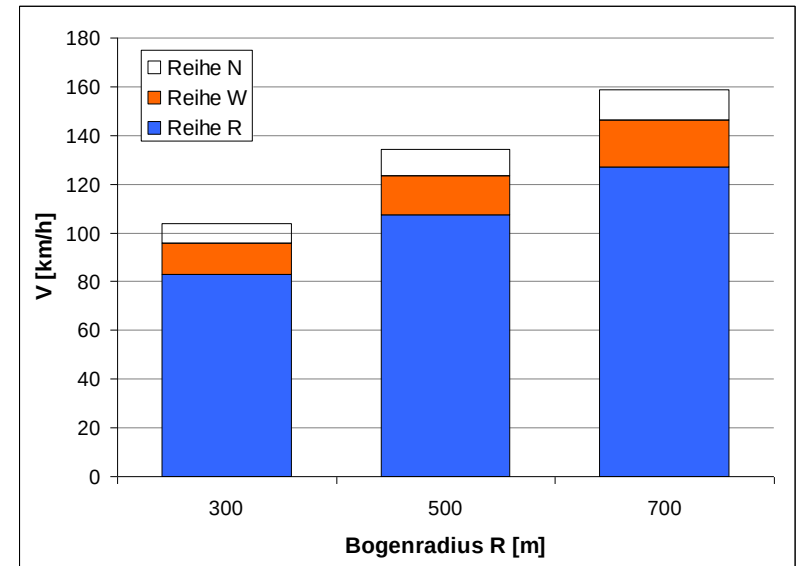
Eingrenzung der Fahrparameter



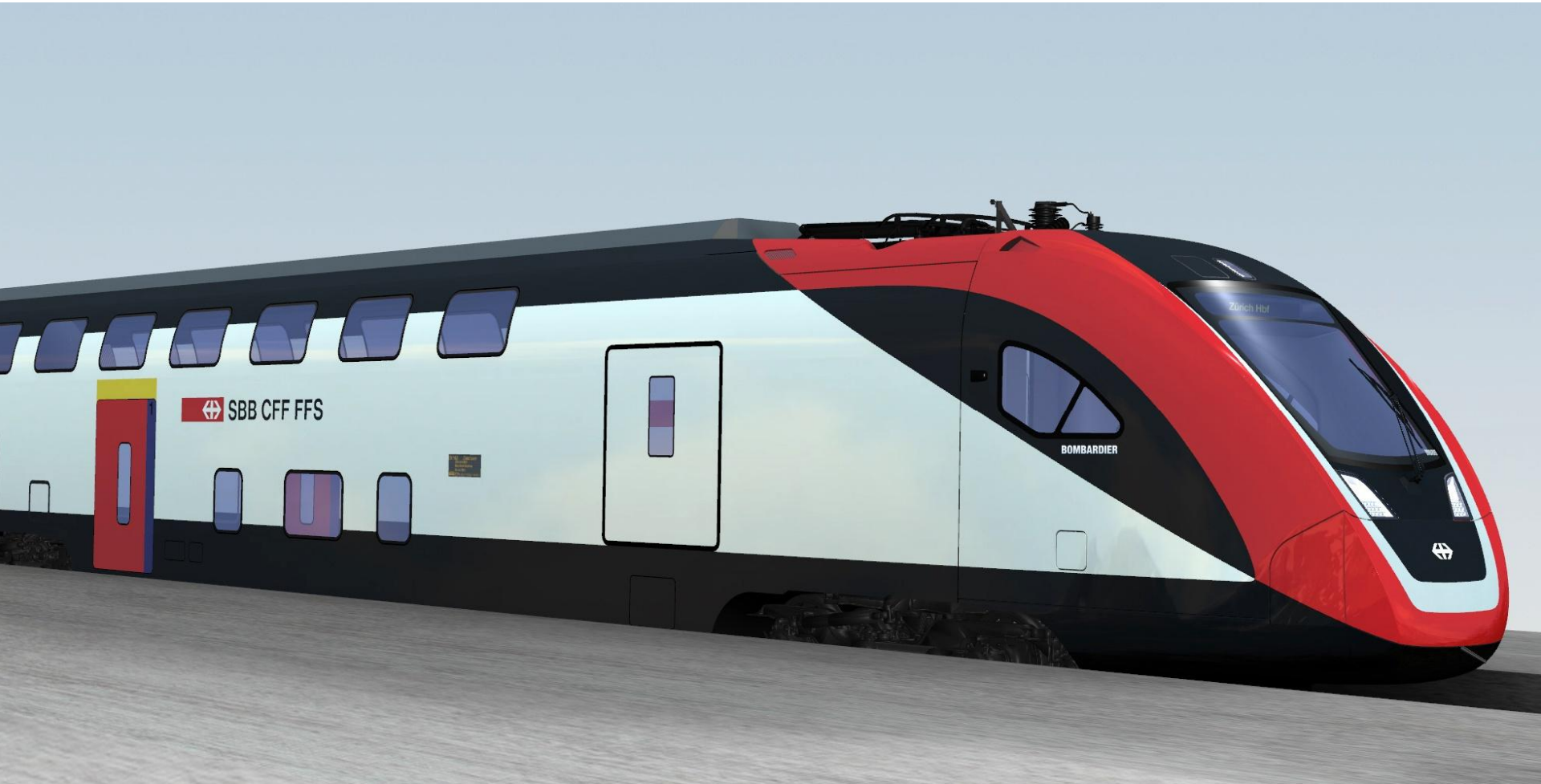
Randbedingungen sind

- Einschränkung
- Rad-/Schienekräfte
- Stromabnehmer
- Reisendenkomfort

Damit liegt die Wankkompensation ziemlich genau zwischen Neigetechnik und konventionellen Reisezügen positioniert.



Der SBB FV-Dosto

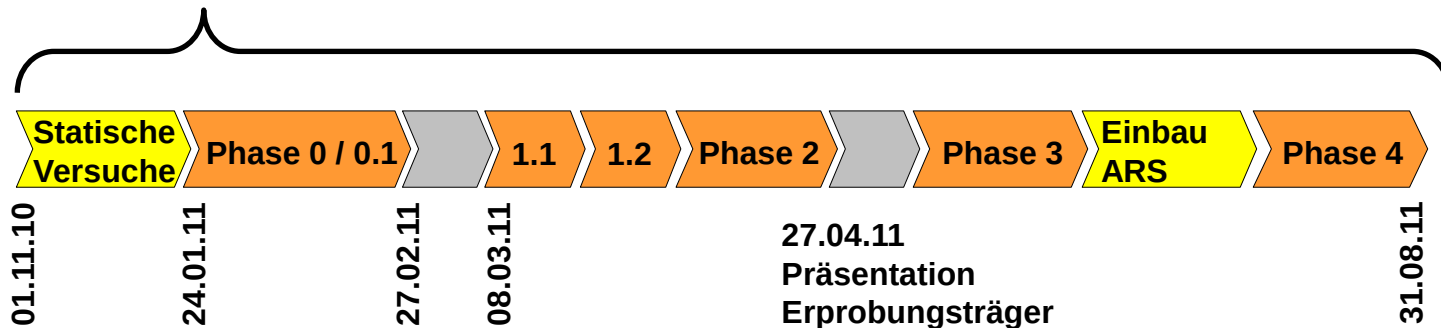


Schritte der Einführung und Erprobung

Roadmap



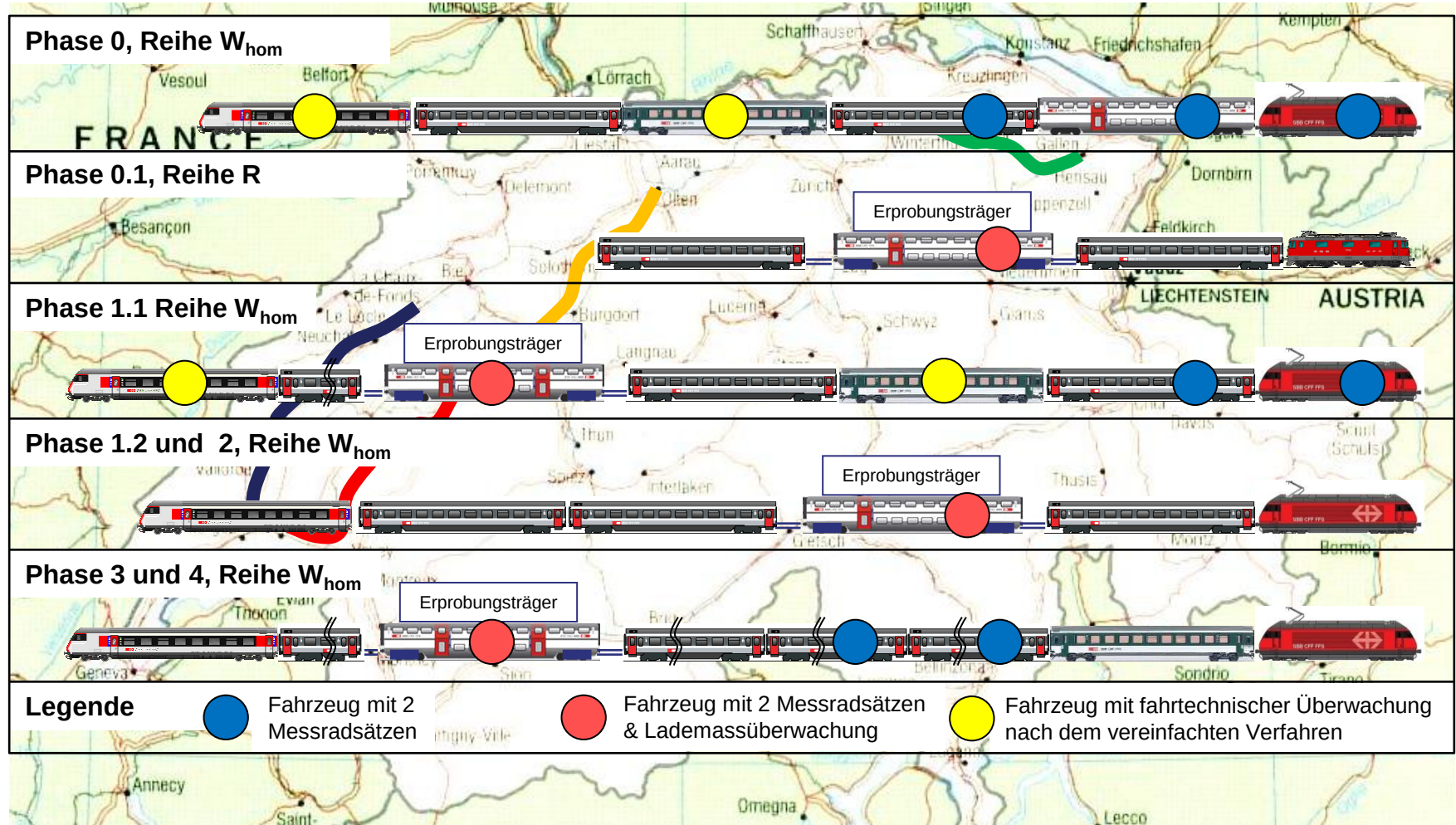
* Wankkompensation aktiviert, ohne Geschwindigkeitserhöhung



Die verschiedenen Testphasen auf den Strecken Bern-Lausanne, Winterthur-St-Gallen Lausanne-Biel, Bern-Olten

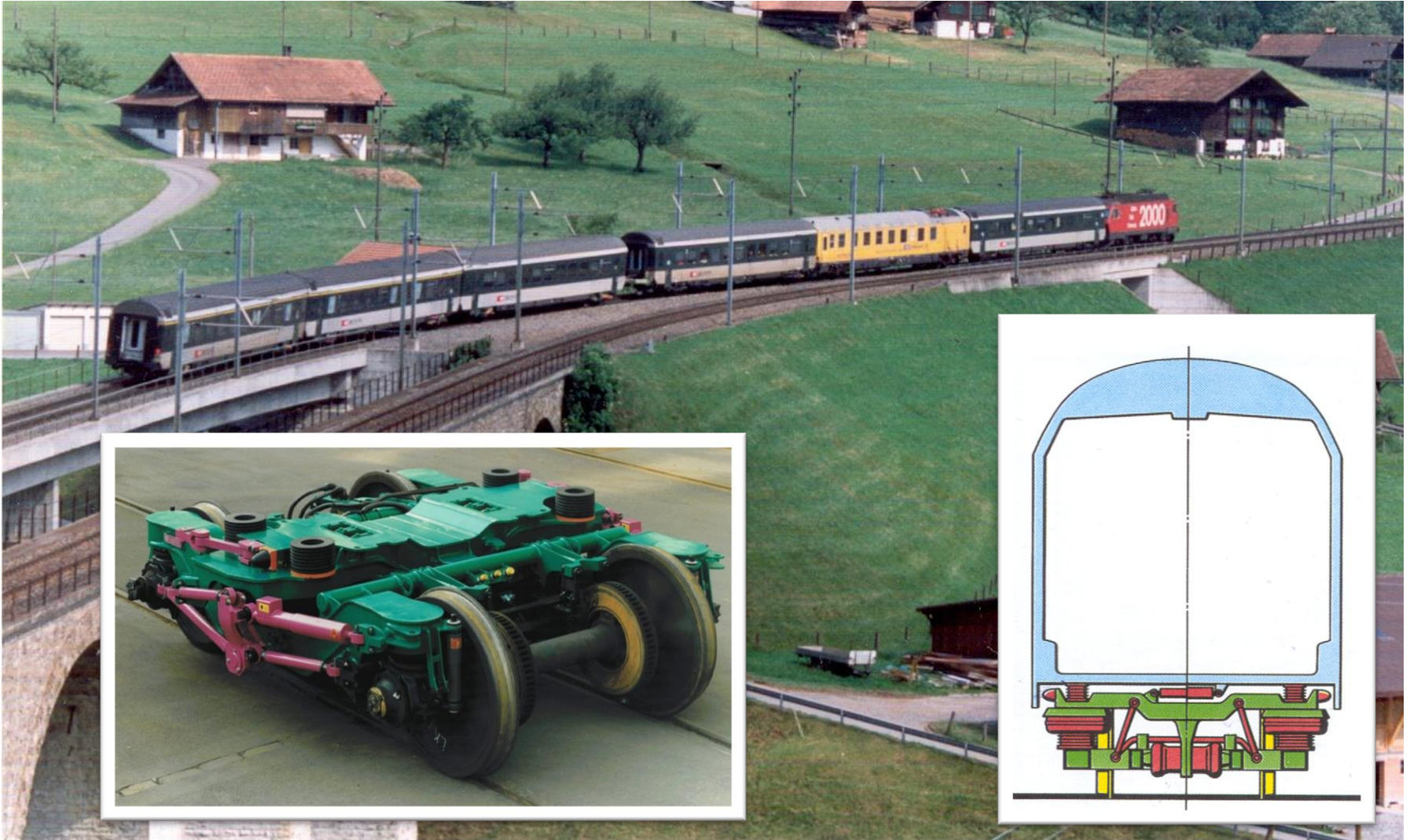


Die verschiedenen Testphasen auf den Strecken Bern-Lausanne, Winterthur-St-Gallen Lausanne-Biel, Bern-Olten



1992: Einheitswagen EW IV der SBB auf Testfahrt

Quelle: «NEIKO und NAVIGATOR» - neuere lauftechnische Entwicklungen in der Schweiz; ZEV+DET Glas. Ann. 116 (1992) Nr. 8/9

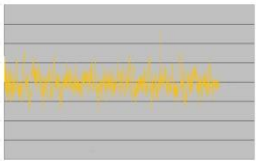


WAKO – Prinzip & Funktionsweise

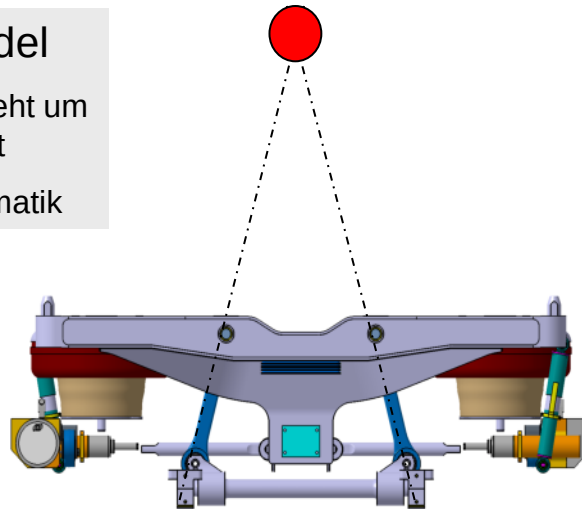
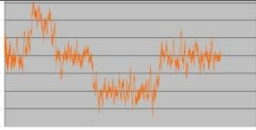
Fiktives Pendel

- Wagenkasten dreht um roten Punkt
- Fail-Safe Kinematik

Aktuator zur Komfortregelung



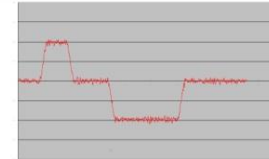
Redundanzfunktion



Wankstabilisator:

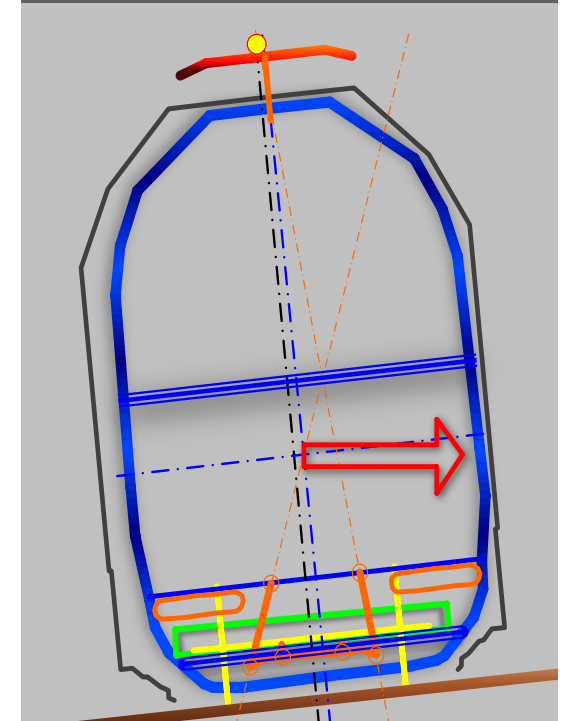
Spezielle Geometrie sowie Steifigkeiten der Lagerungen

Aktuator zur Wankkompensation



Bei Ausfall von Aktuator für Wank-Kompensation

Stellung von Wagenkasten und Pantograph im Bogen bei $b_g=1.35 \text{ m/s}^2$ und $b_r=1.2 \text{ m/s}^2$

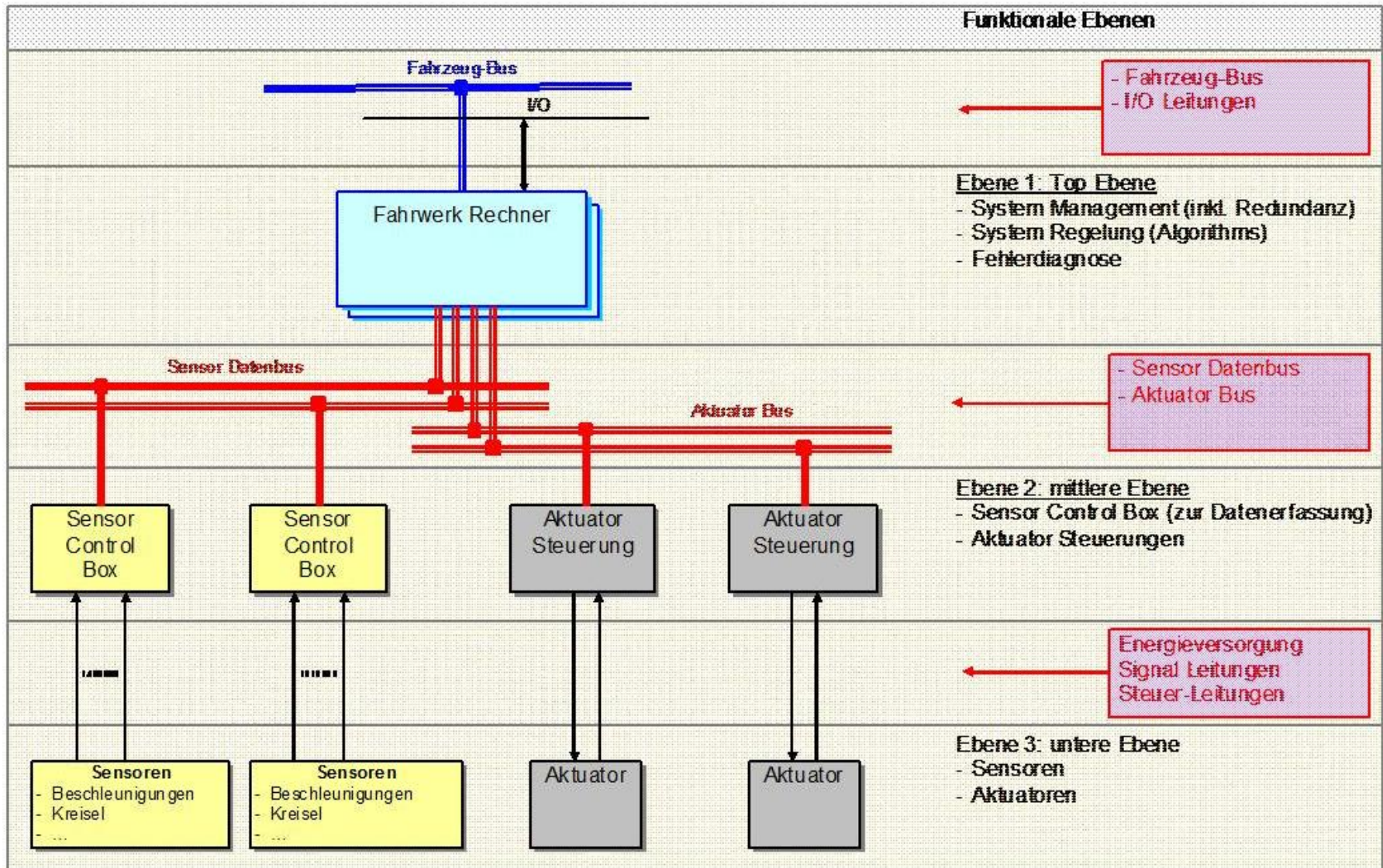


WAKO bietet Neigefunktionalität bei deutlich reduzierter Komplexität und bewährter Fahrwerktechnologie (IC-2000 & Görlitz IX).



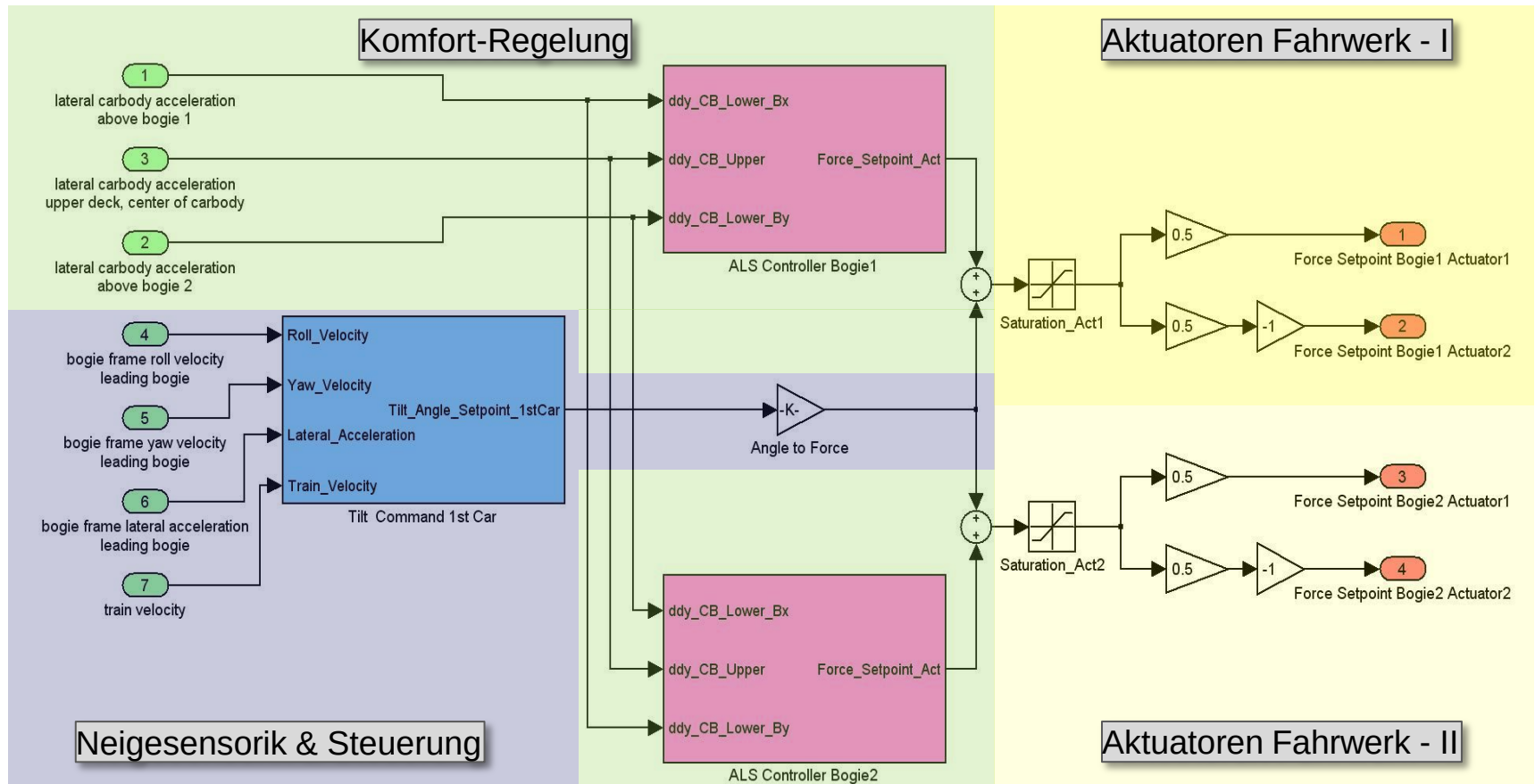
SBB CFF FFS

WAKO – Systemarchitektur



WAKO – Reglerarchitektur

- Kraft-Regelung von Neigung & Komfort, nieder- & hochfrequent
- Herausforderungen für das Komfort-Regelungssystem
 - Unter-, Oberdeck / Wagenenden, Wagenmitte / Übergangsbogen

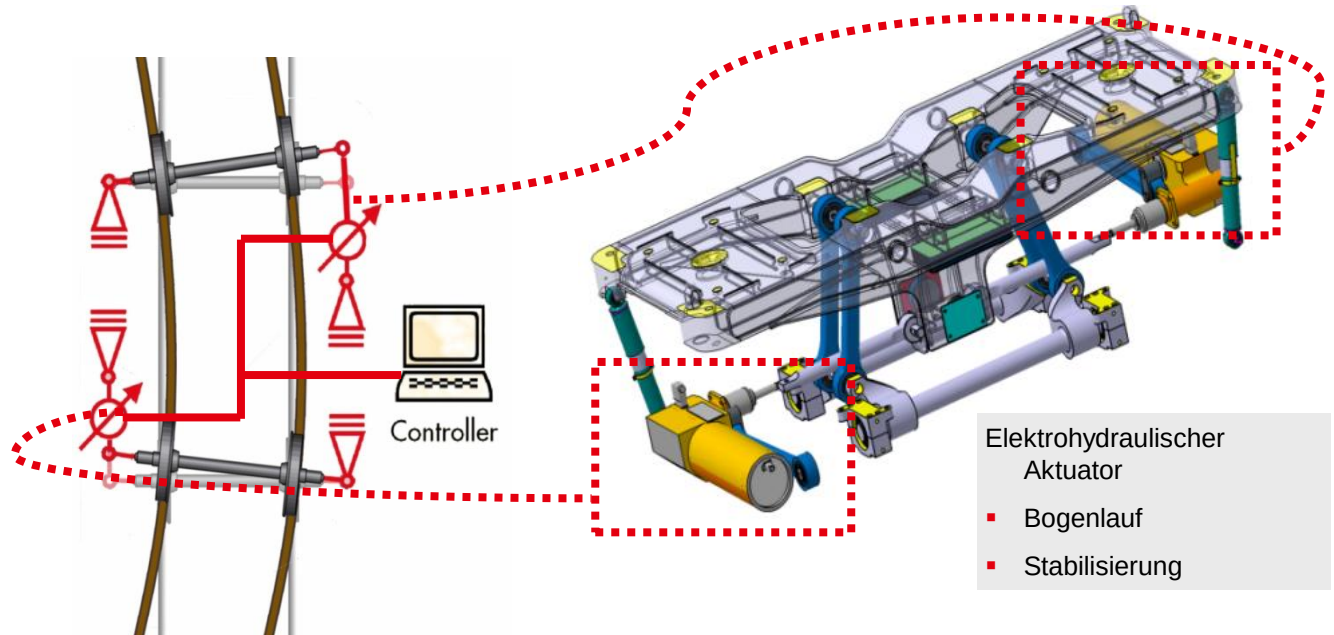


ARS - Option

Aktive Steuerung der Radsätze im Bogen mit aktiver Stabilisierung bei hohen Geschwindigkeiten löst den traditionellen Konflikt zw. Bogen- und Schnellfahrt



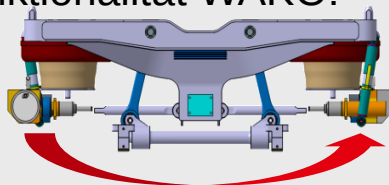
Massive Reduktion der Gleisschädigungs-komponenten



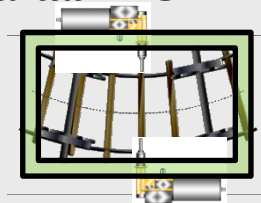
FLEXX Tronic ARS Aktive Radialsteuerung & aktive Stabilisierung können Lösungen zur nachhaltigen Schonung der Infrastruktur bieten.

WAKO – Zuverlässigkeit

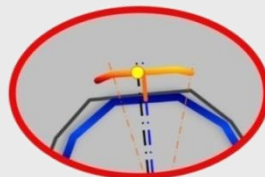
Redundante Aktuator-Funktionalität WAKO:
Kompensation/Komfort



Redundante Aktuator-Funktionalität ARS:
Dämpfungsmodus



Keine Pantographneigung



Modernste Elektronik

- 100%-ige Redundanz
- Plug & Play Architektur
- Selbstdiagnose



Berücksichtigung aller Ausfallkategorien:

A – Verspätung > 30' → nicht relevant

B – Verspätung > 5' < 30' → nicht relevant

C – Verspätung > 1' < 5'

Korrekturmassnahmen einer ausgefallenen Komponente sind innerhalb von 7000 km (ca. 7 Tage) zu planen.

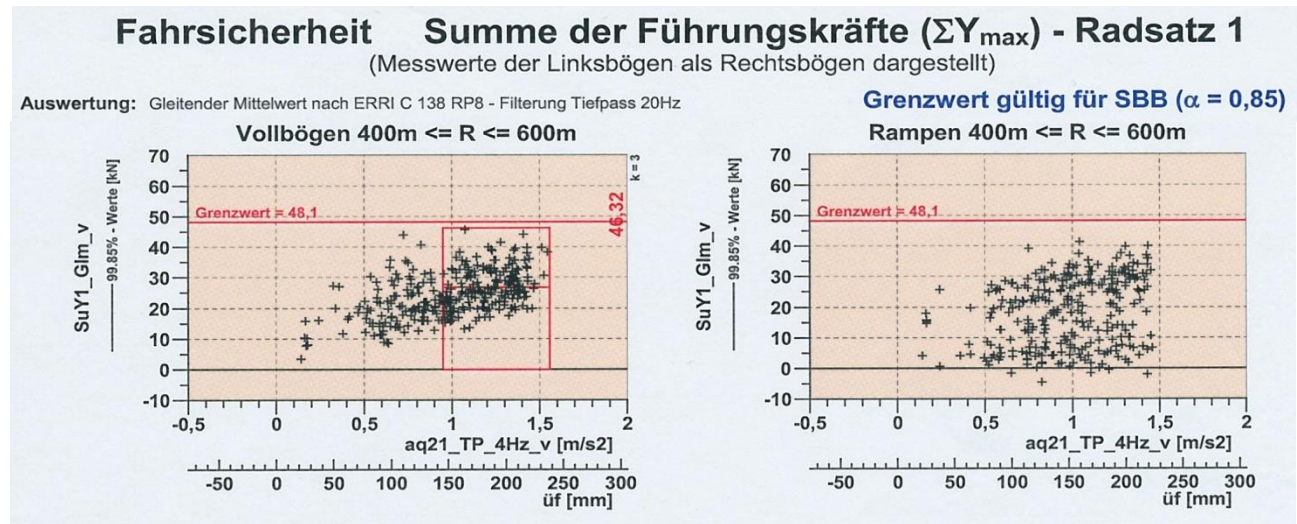
Führt zu einer bis zu 100-fachen Reduktion der Ausfallraten

Die Zuverlässigkeit der WAKO™ und ARS Systeme ist ~ 35 - 100 mal besser als bei Neigezügen

WAKO – Versuchsergebnisse

→ Rad/Schiene

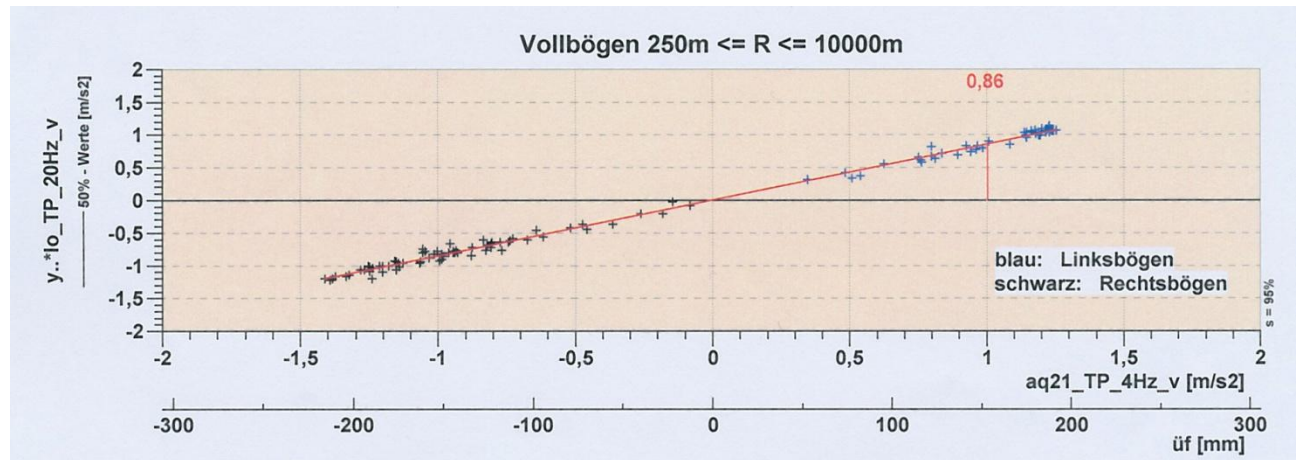
→ $\Sigma Y_{\max}$



→ Neigungskoeffizient

→ Dynamisch

→ ca. -0.14



WAKO – Option ARS – Rad/Schiene Kräfte

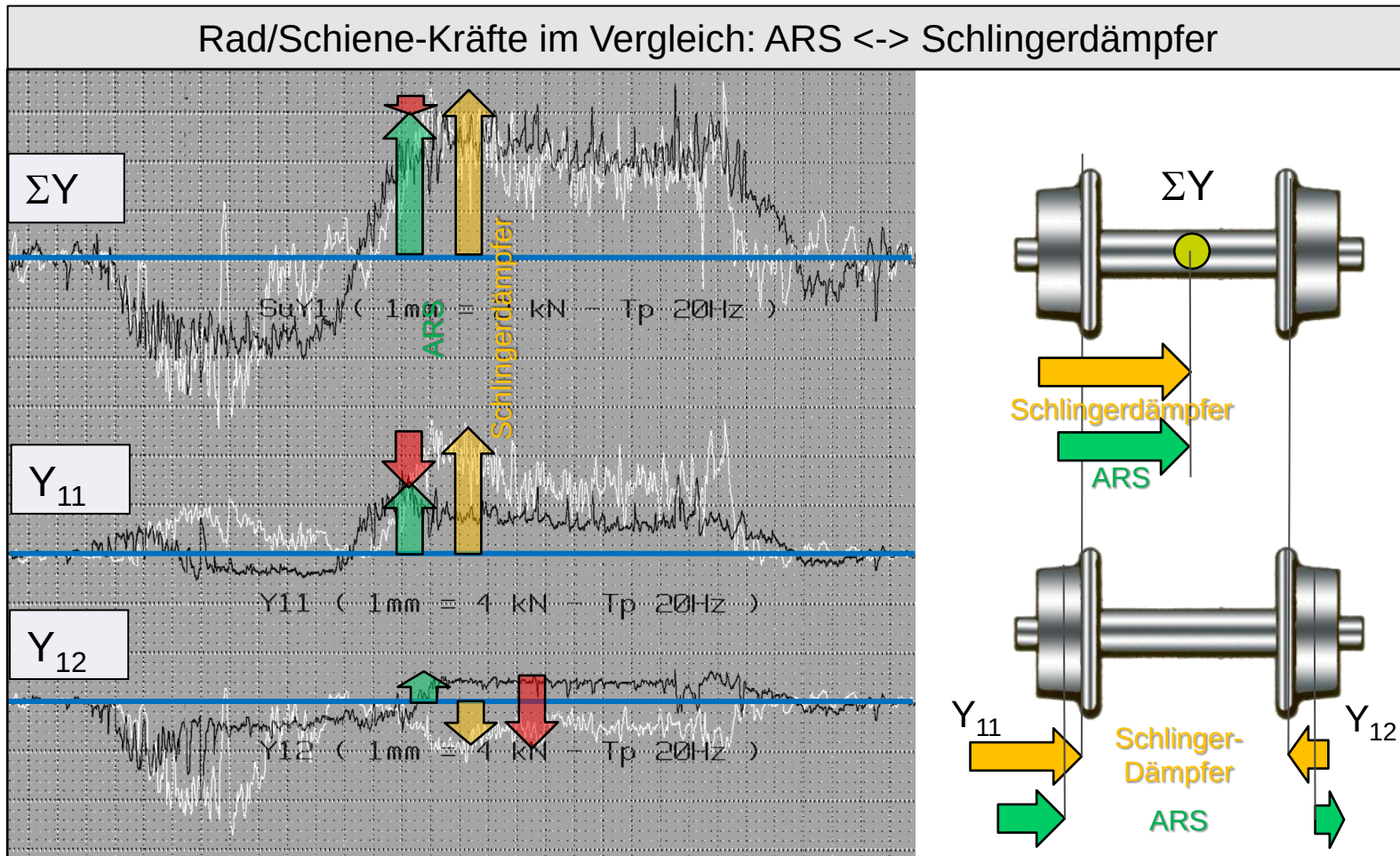


Bild 12: Messschrieb-Auszug der Rad/Schiene-Kräfte mit & ohne ARS

WAKO – Option ARS - Schwingungskomfort

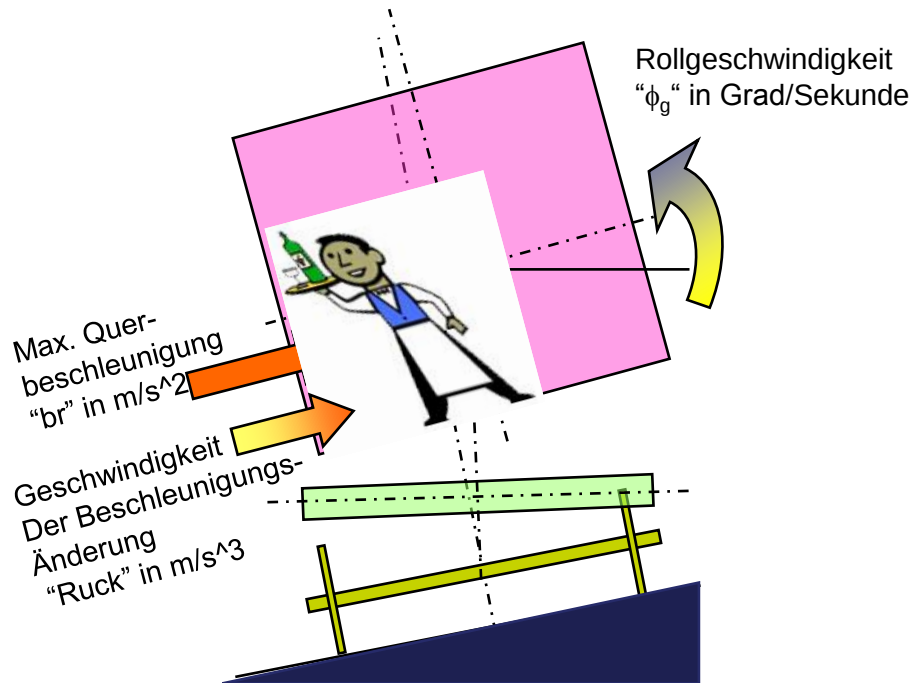


Variante	Messwert	FW-I	Mitte oben unten	FW-II
Schlingerdämpfer	Y..	0.183	0.162 0.158	0.207
	Z..	0.225	0.194 0.268	0.198
ARS	Y..	0.169	0.118 0.088	0.151
	Z..	0.206	0.128 0.186	0.180

Tafel 3: Fahrkomfortwerte des Erprobungsträgers mit WAKO: Strecke Bern-Olten ($v_{\max}=200\text{km/h}$)
(RMS, 95% Percentile in m/s^2)

Passagierkomfort mit WAKO bei Bogenfahrt (PCT)

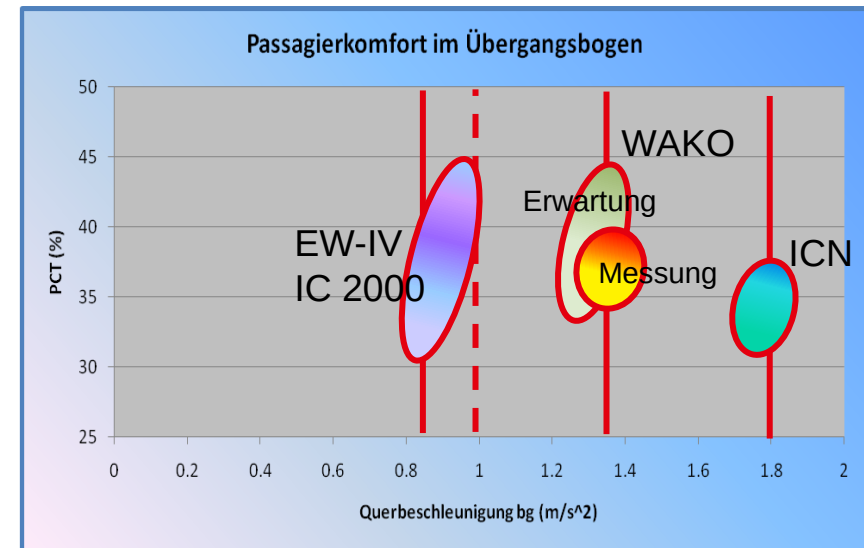
→ Komfortkriterien



$$P_{CT} = 100\% * (A * br + B * Ruck - C) + (D * \phi_g)^E$$

→ PCT – Komfortwert in %

- PCT – Bogenkomfortwerte ähnlich wie EW-IV / IC-Bt / IC 2000
- Insgesamt sehr guter Fahrkomfort ohne Effekt des Unwohlseins

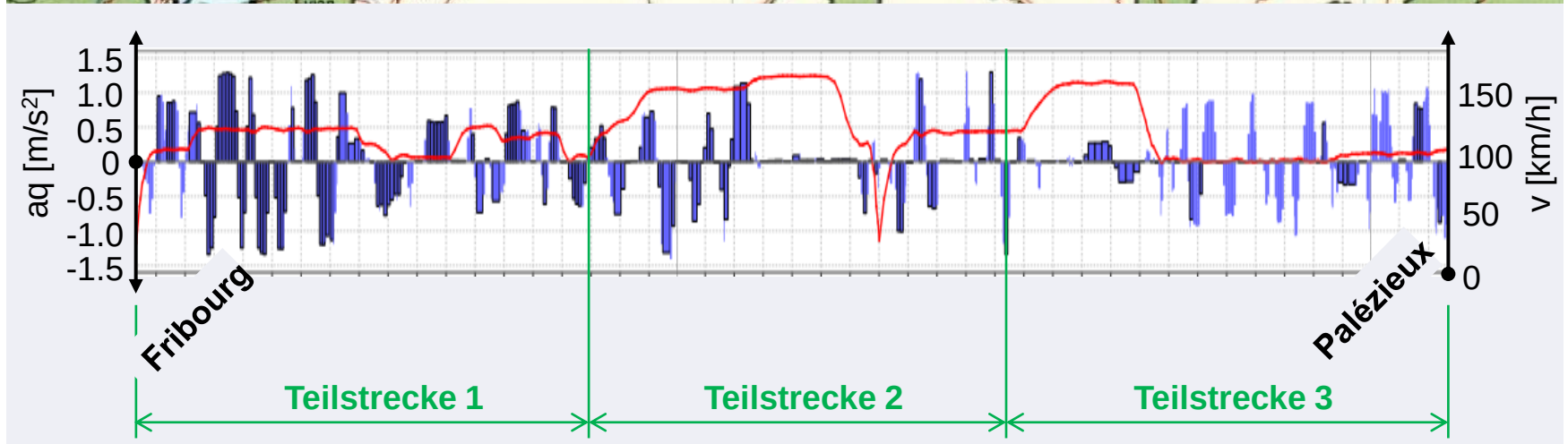


Reisendenkomfort

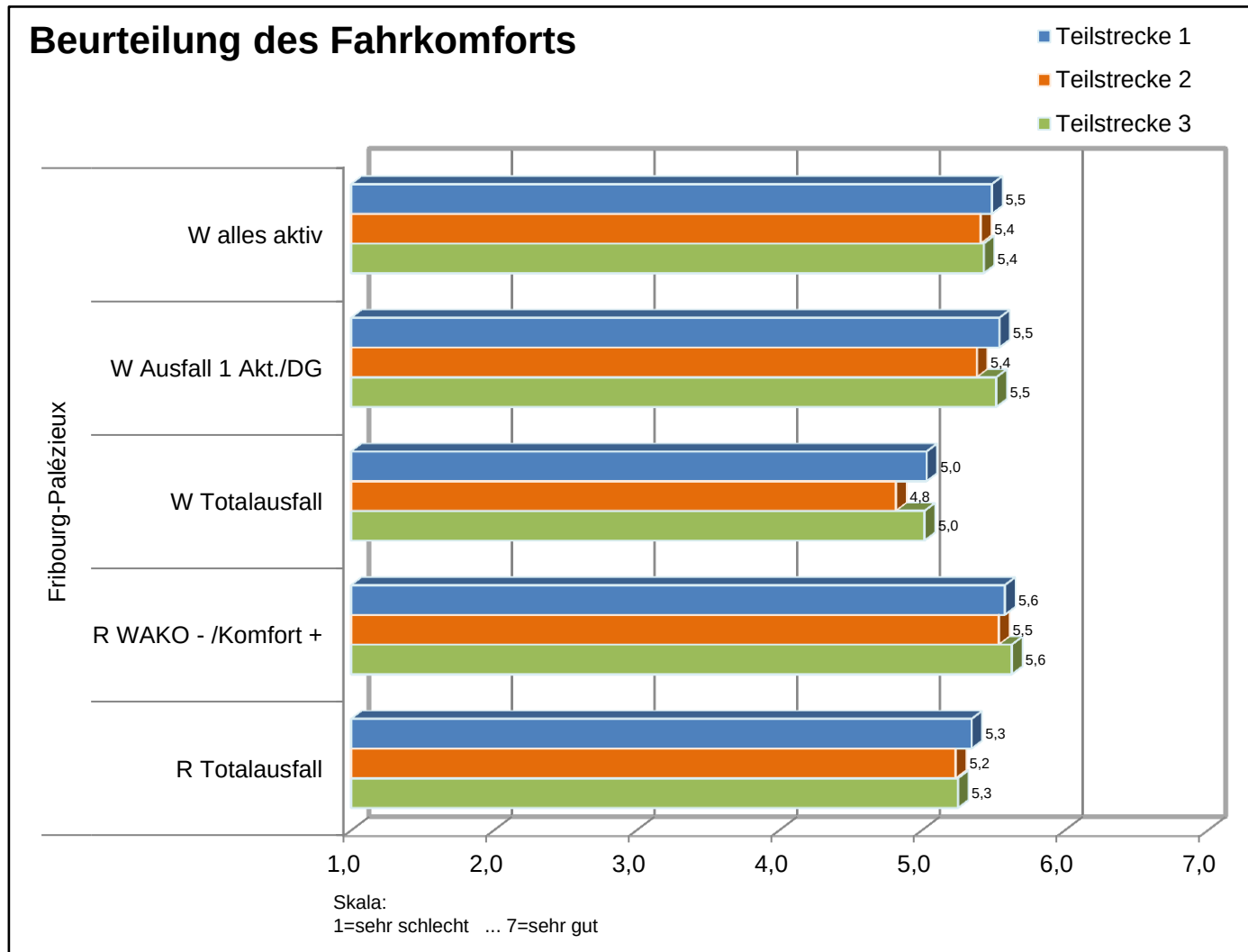


Reisendenkomfort, Teststrecke

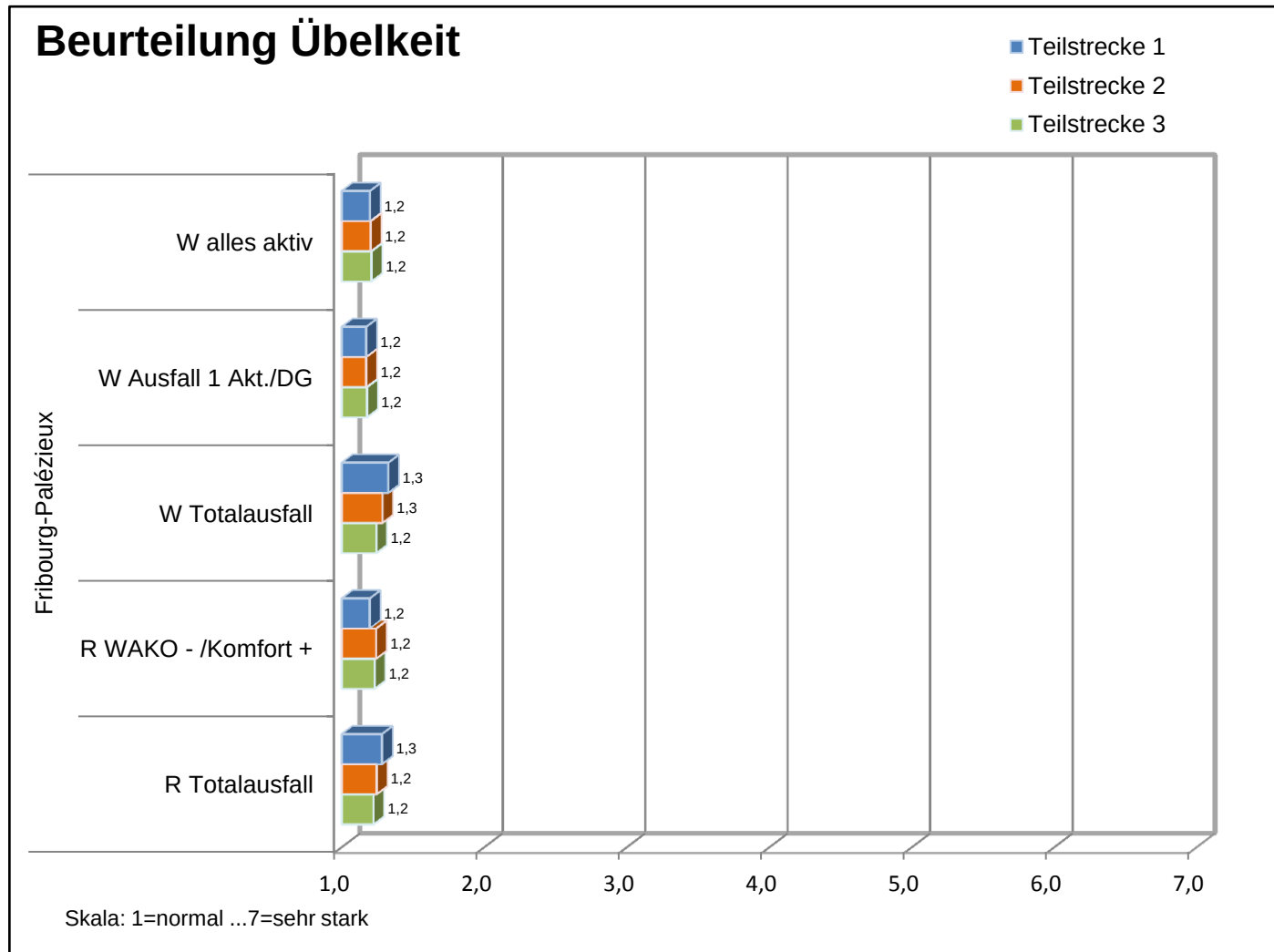
Fahrgeschwindigkeit und freies Seitenbeschleunigung



Reisendenkomfort



Reisendenkomfort



Fahrtzeitgewinn dank WAKO

Fahrtzeitmessung am 7.4.2011
Strecke Lausanne – Bern
Fahrtzeit 53:59



Zusammenfassung - Ausblick

1. Funktionalität und Leistung von WAKO™ wurde im Testbetrieb über 40'000 km nachgewiesen
2. 15% schnellere Bogenfahrt bei gleichem Komfort und Raumangebot wie heute in den IC-2000 Doppelstockwagen
3. Entscheid zu ARS-Option zur Reduktion der Gleisunterhaltskosten wird nach realer Bewertung Anfang 2012 erwartet
4. Erste Züge voraussichtlich ab 2014 im Fahrgastbetrieb mit voller Funktionalität
5. Nachweis der Betriebstauglichkeit im kommerziellen Betrieb mit Betriebsversuch über 2 Jahre von 2014 bis 2015
6. Einsatz WAKO™ bogenschnell mit Reihe W ab 2017 möglich

**Herzlichen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit.**

