

Dauerhafte Längsbelastung von Strassen mit dem Mobile Load Simulator - Erfahrungen aus der Schweiz

von

Manfred N. Partl

Ass. Prof. KTH Stockholm, Adj. Prof. Carleton, Ottawa, CA

EMPA, Abteilung Strassenbau/ Abdichtungen

Dübendorf, www.empa.ch/Abt113

Methoden zur Bewertung der strukturellen
Substanz von Fahrbahnkonstruktionen, 24. Nov
2009, KIT, Karlsruhe





Inhalt



- Motivation für beschleunigte Verkehrslastsimulation APT
- Modellsimulatoren, z.B. MMLS3
- MLS10-Konzept
- Eignungstests in CH
- Praxis-Kalibrierung MLS10
- Schlussfolgerungen

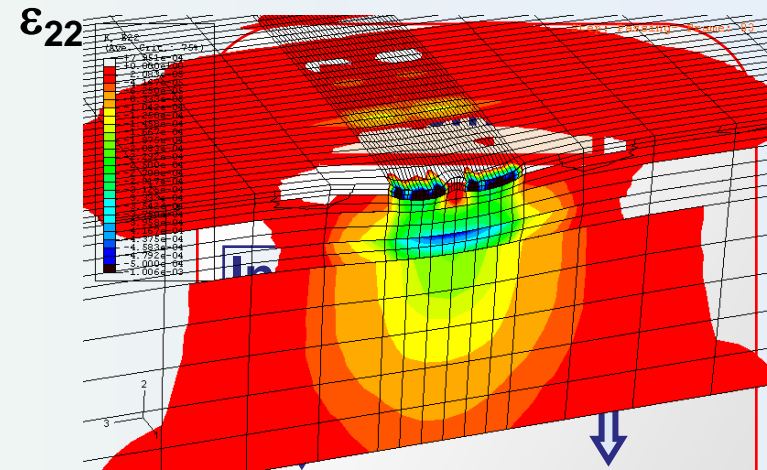
Wozu mobile Strassentester ?

(Accelerated Pavement Tester, **APT**)

Rasche, zuverlässige, praxisgerechte Antworten für strukturelle Tragfähigkeit von Belägen bezügl.

- Planung & Bemessung - Dauerhaftigkeit,
- Zustand - Resttragfähigkeit, Erhaltungsmaßnahmen
- Einbauqualität – (bonus-malus?)
- Innovation
 - neue Beläge fördern, (Lärm, Warmasphalt)
 - teure Fehlentwicklungen vermeiden (kleineres Risiko)

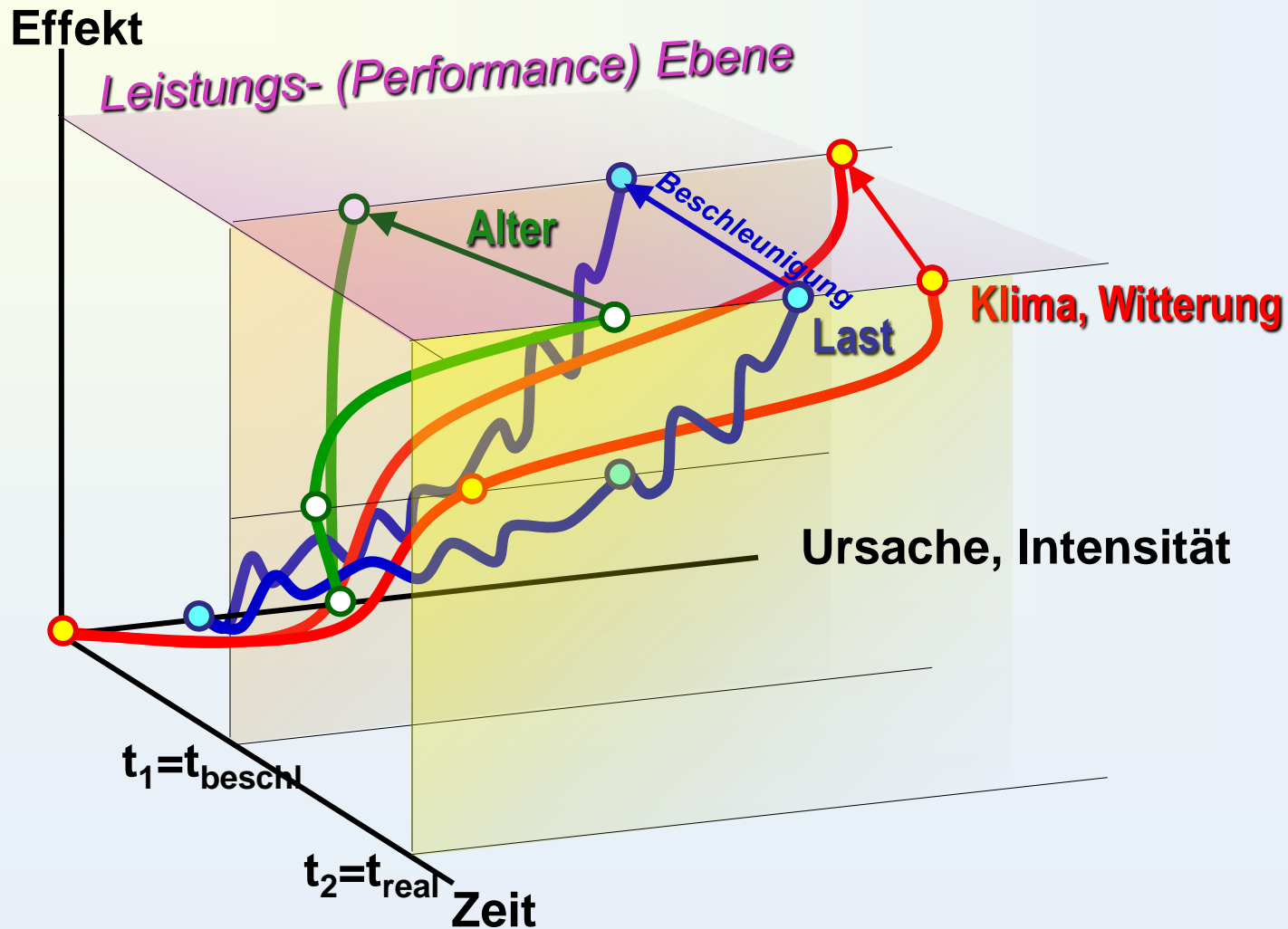
APT = Forschungs- & Kontroll-Mittel



**Validierung
1:1 vor Ort**

**Beschleunigte
realistische, 1:1,
Verkehrslastsimulation**

Beschleunigungs-Pfade



Beispiele Strassentest-Anlagen

Stationär

Test-Strassen



Teststücke (Linear)



Teststücke (Rundlauf)



Mobil

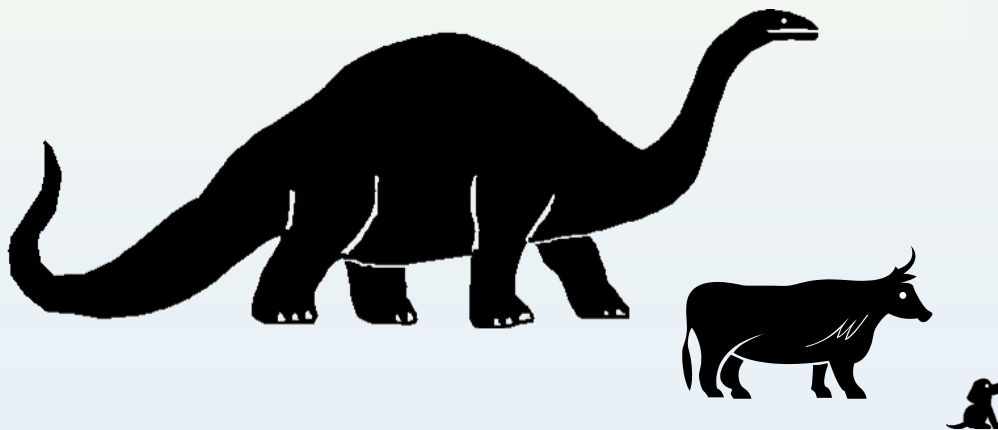
Strassen



Verkehrslastsimulatoren

- Wann Praxistests? Grossversuche
- Wann Modelltests? Kleinsimulatoren
- Wann Materialtest? Minisimulatoren

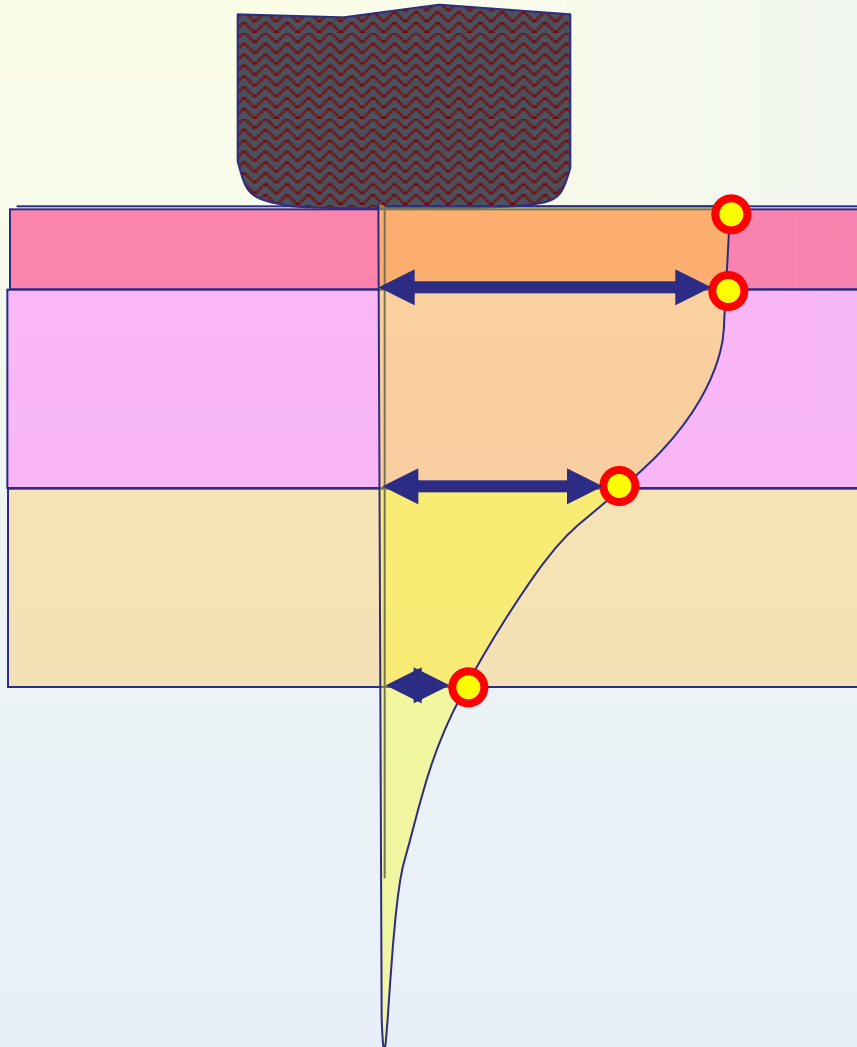
- Wann „Dinosaurier“, „Ochsen“, „Hunde“ verwenden?



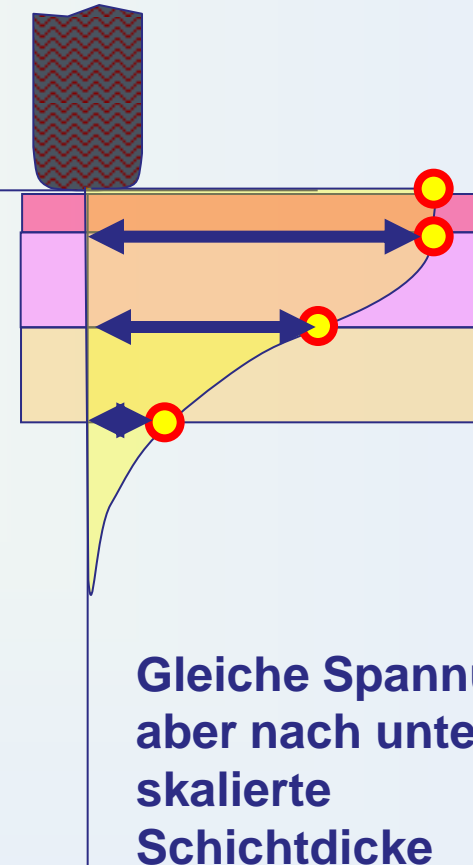
- Nicht mit Kanonen auf Spatzen schiessen!

Beispiel Spannungs-Skalierung (MMLS)

In situ 1:1 Situation



Nach unten skaliertes Modell



MMLS3: Model Mobile Load Simulator (EMPA)

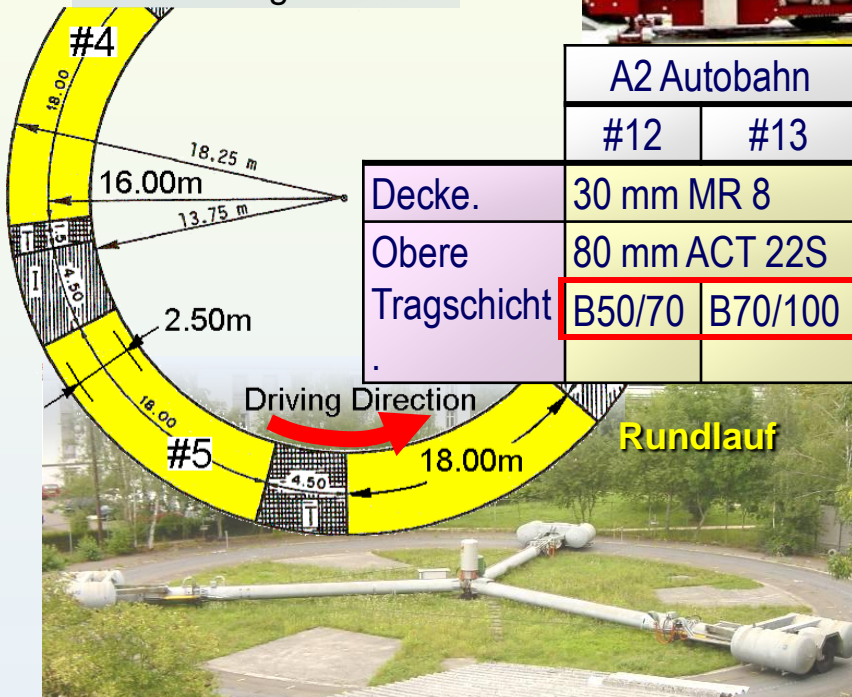
z.B. Vergleich: Rundlauf – A2

R.Gubler et al. 2004

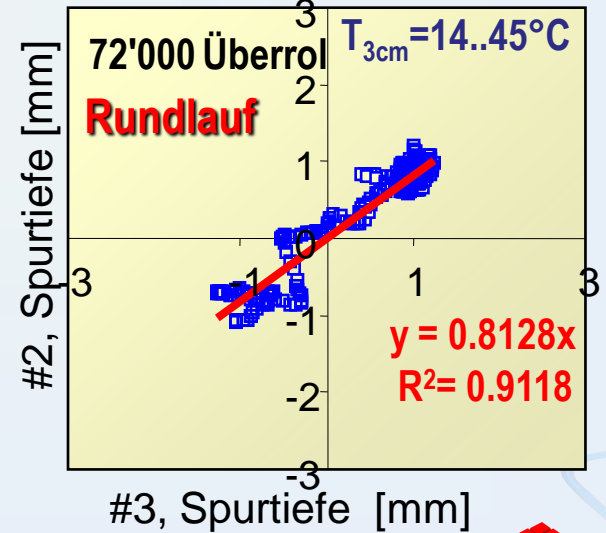
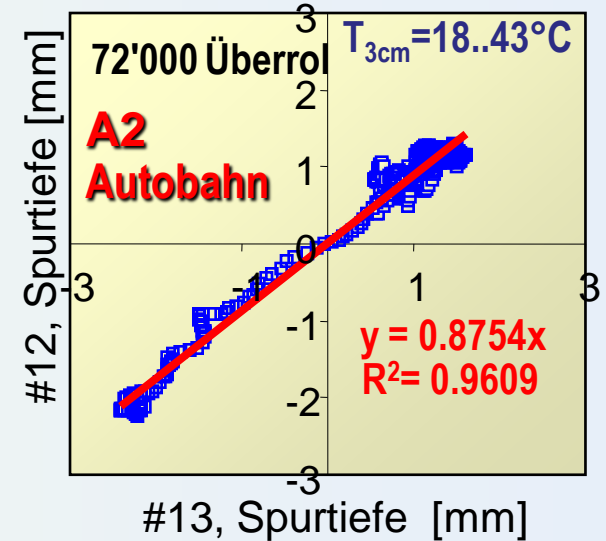
Max 80km/h
Last 80kN (0.5 Achse)
Seitenbeweg. ±675mm



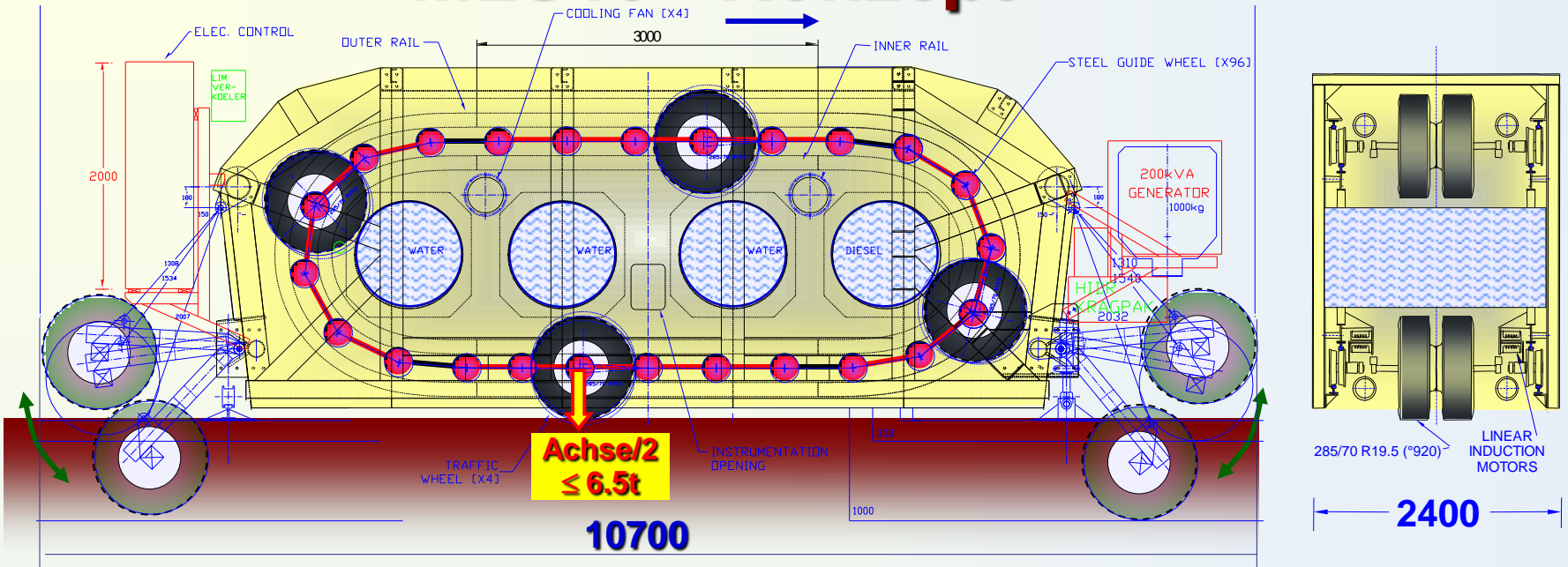
	A2 Autobahn		Rundlauf	
	#12	#13	#2	#3
Decke.	30 mm MR 8		40 mm AC 11S	
Obere Tragschicht	80 mm ACT 22S		70 mm ACT 22S	
	B50/70	B70/100	B50/70	B70/100



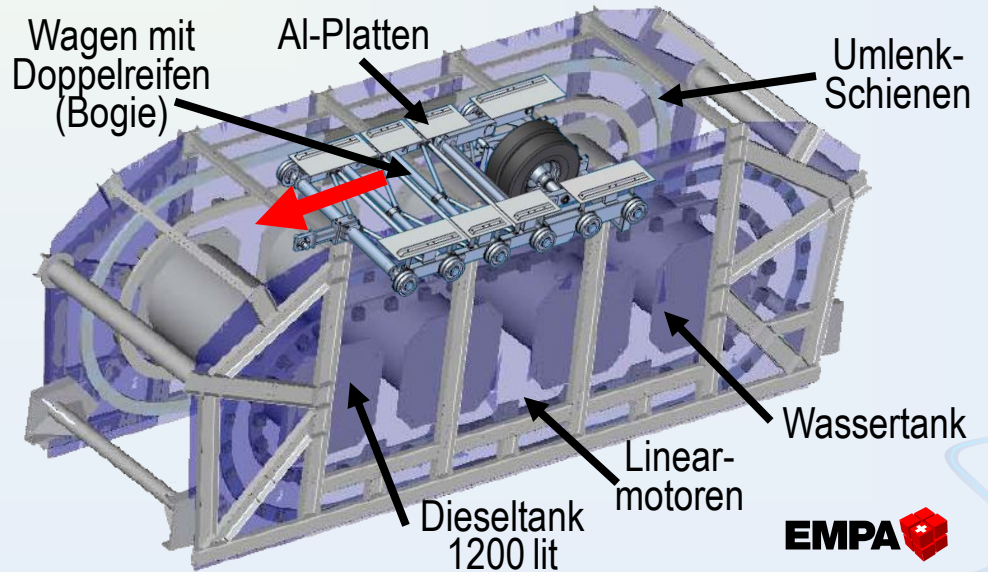
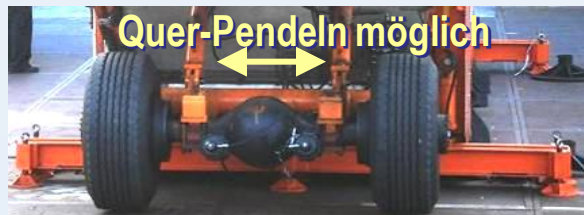
- **Autobahn** allg. stärkere Deformation als bei Rundlauf
- #12,#2 geringere Spurbildung als bei #13,#3 **Mischung**



MLS10 - Konzept



Last [kN] (DoppelR.)	..65
Rad-Ø [mm]	920
Testlänge [m]	4.2
Zyklen pro h	6000
Geschw. [km/h]	22
Gewicht [t] ca	34



MLS10 Tests in Mozambique Jun06

Schicht	Dicke	Alt (PT)	Neu (SA)
Decke	40mm	Asphalt	Asphalt
Fund.-Trags.	200mm	Gelber Sand; PC Stab. 7%	Roter Sand; Stab. 2.5% PC + 2.5%Kalk



← Schichtentrennung- Pumpen- Risse

Nass-Tests



Lärmverkleidung

Eignungstests MLS10, Hinwil

ASTRA 2004/018

Ort
VSZ Betzholz Hinwil



Sensoren

Profilometer →



Georadar, GPR

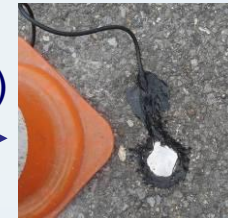
DELTA, ETH →
Deform. Mulde unter Last m. Laser



Portable Seismic Pav. Analyzer, PSPA →



Verform. (Balluff, Magn. Stric.) →



Beschl. →



WIM →



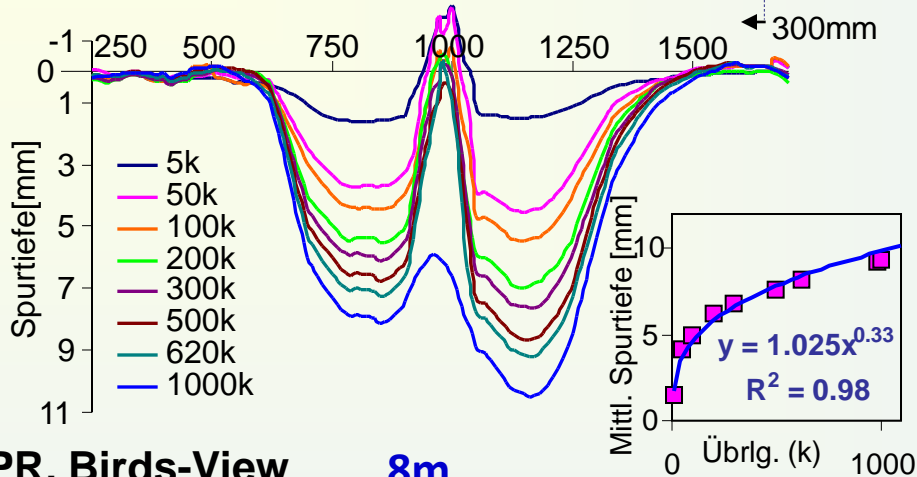
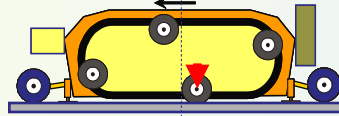
Temperatur,
Lärm
DMS an MLS10

Aufbau

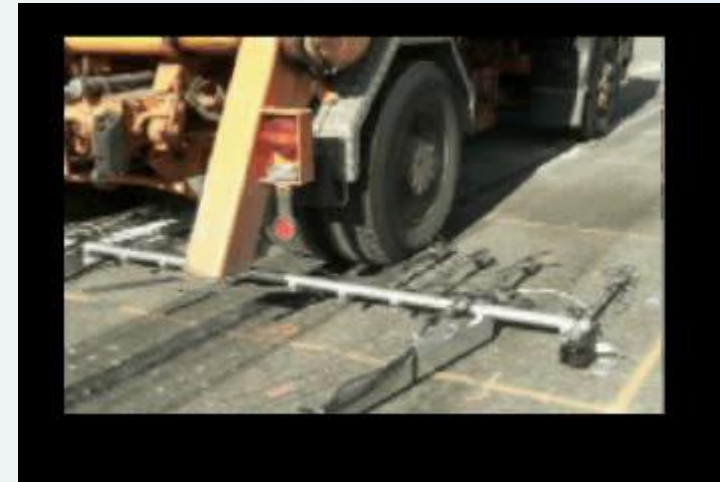


Messungen, Hinwil

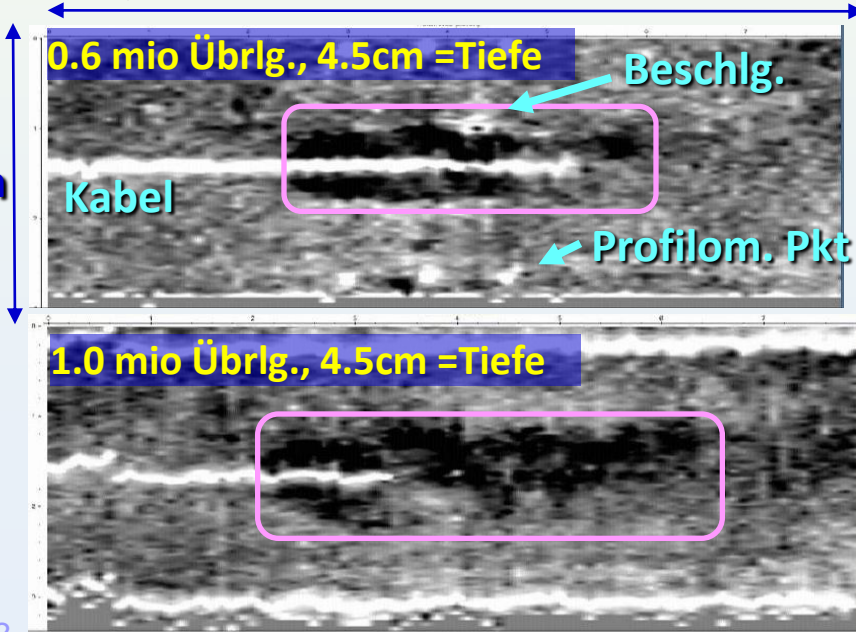
Profilometer: Spurrinnen
(300mm ab Mitte gegen Rollrichtg.)



ETHZ/IGT-DELTA
(Deflektions-Mulde unter Last)
PhD Rabaiotti ETHZ/IGT Prof Putzrin

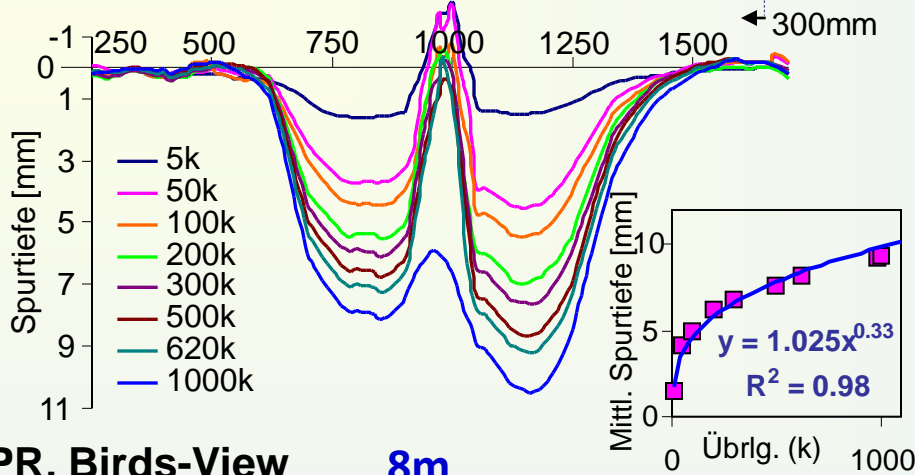
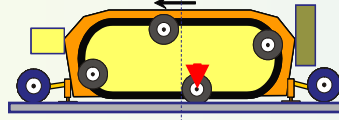


GPR, Birds-View 8m



Messungen, Hinwil

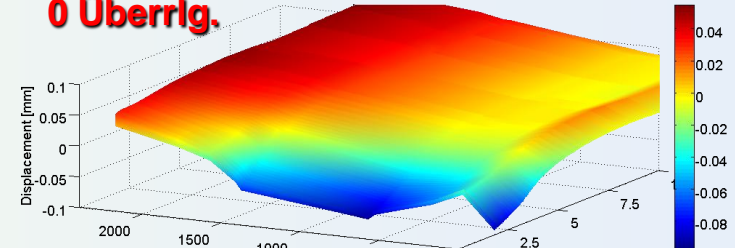
Profilometer: Spurrinnen
(300mm ab Mitte gegen Rollrichtg.)



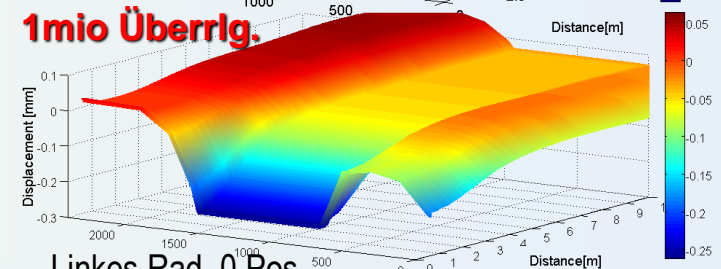
**ETHZ/IGT
-DELTA**
Deflektions-
Mulde unter
Last



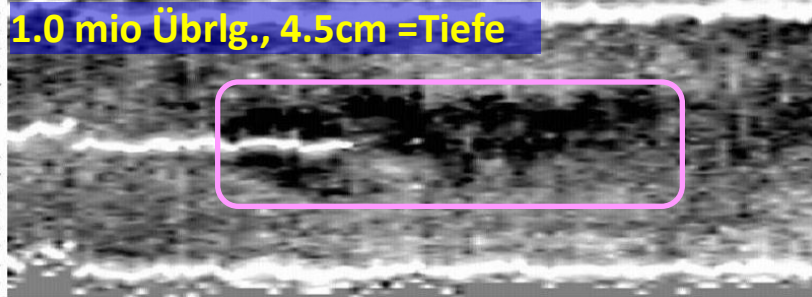
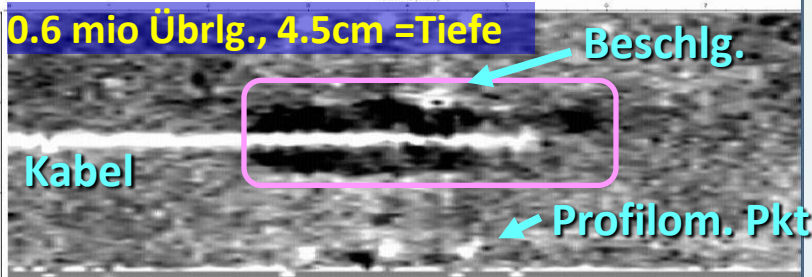
0 Übrlg.



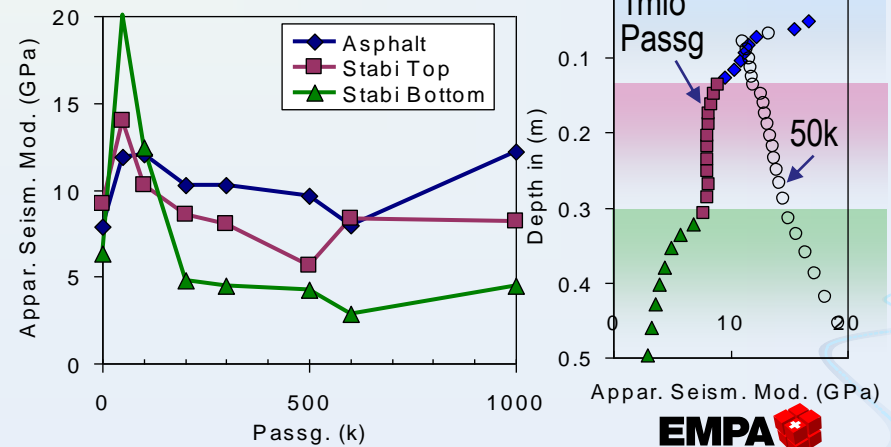
1mio Übrlg.



GPR, Birds-View **8m**



PSPA Linkes Rad, 0 Pos.



Forensic Hinwil: Slab (1mio Passings)



Forensic Hinwil: Slab (1mio Passings)



Forensic Hinwil: Slab (1mio Passings)



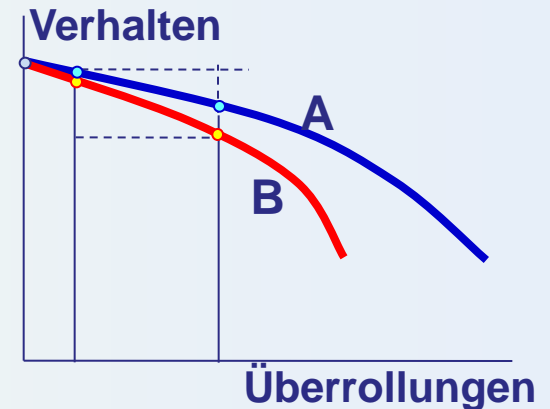
Praxis-Kalibrierung MLS10: ASTRA 2007 / 011

- Ziel: Einsatzdauer optimieren → wieviel MLS10 Belastung erforderlich, um bei neuen CH Belägen deutliche Änderungen zu ermitteln?
- A4 Zürich West-Umfahrung Testgelände „**Fildern**“ Knonaueramt

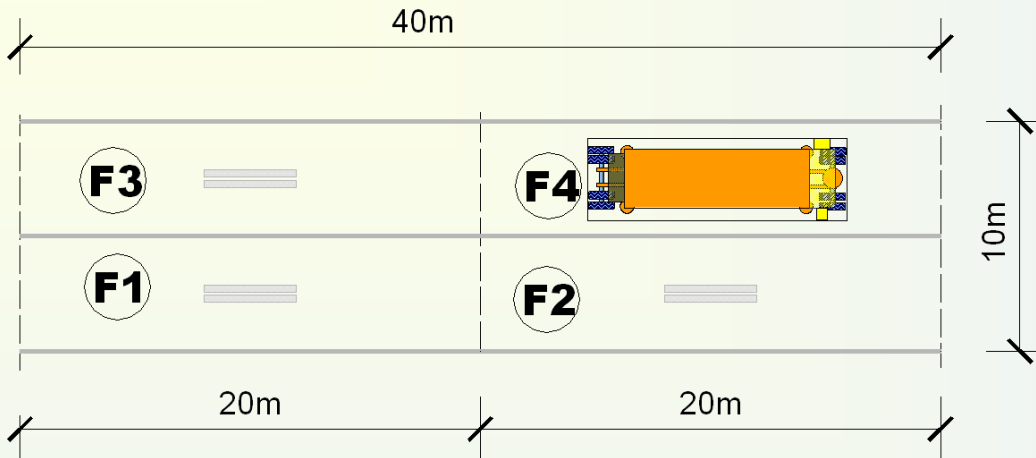


Kalt-Recycling Aufbau

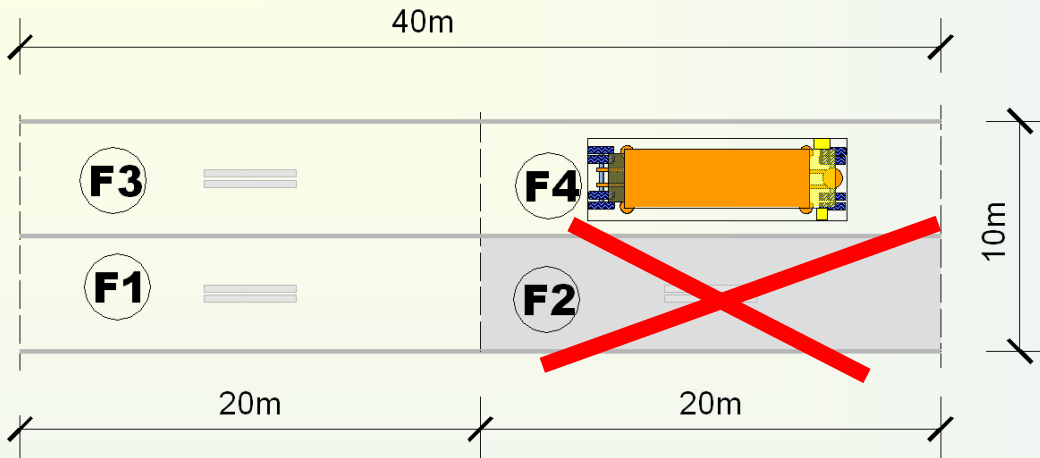
Materialien	Thick. [cm]
SMA 8	3
AC B 22 H	8
AC T 22 H	8
SAMI 8/11	1
obere KMF(H)	18
untere KMF(H)	>22
Untergrd ME ₁ :	>30MN/m ²



Praxis-Kalibrierung MLS10: ASTRA 2007 / 011

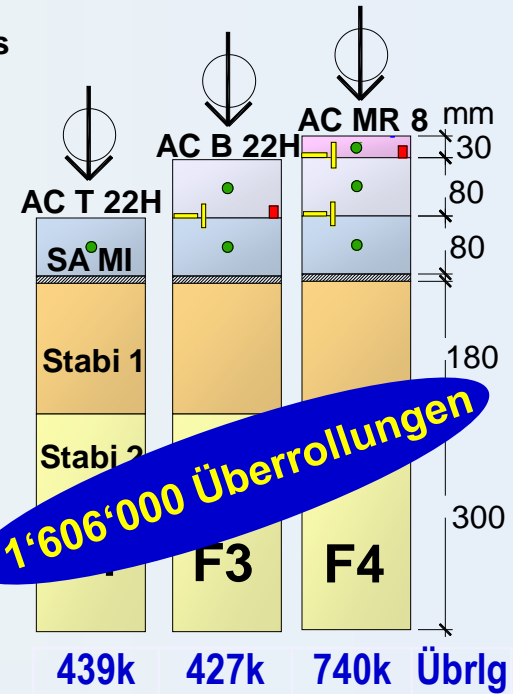


Praxis-Kalibrierung MLS10: ASTRA 2007 / 011

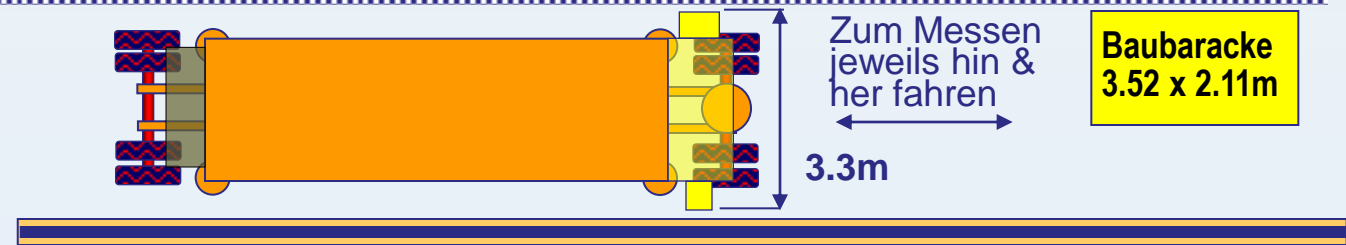
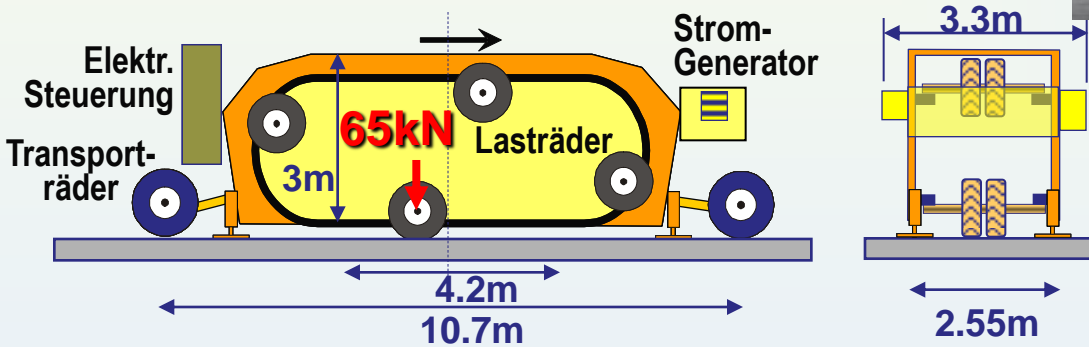
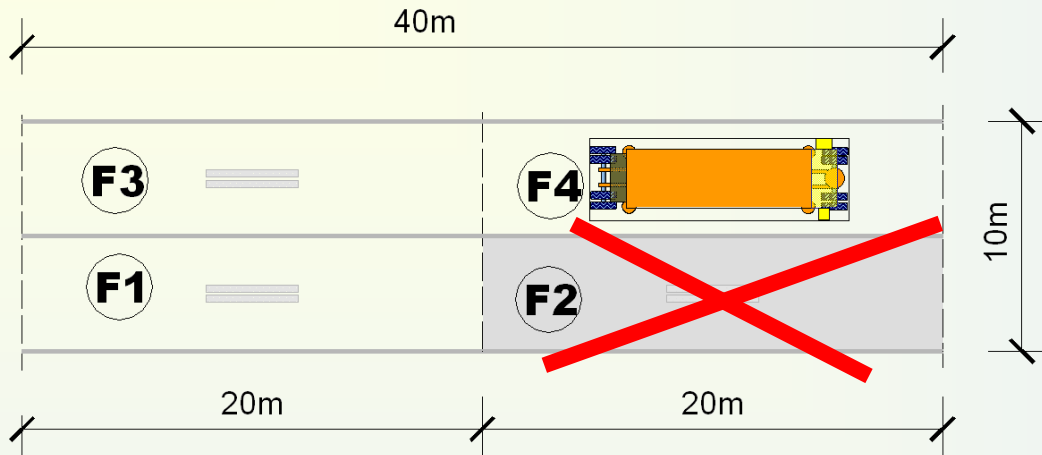


Objekt A4: Knonaueramt

- DMS längs
- DMS quer
- Temp.
- Beschl.



Praxis-Kalibrierung MLS10: ASTRA 2007 / 011



Praxis-Kalibrierung MLS10 (ASTRA 2007/011)

Ort: Knonauseramt



Messungen

Spurbildung
Profilometer

Schichtdicken
Georadar

Statische Deflektions-
mulde, ETH Delta

Dynamische Deflektions-
mulde FWD
(ISE Karlsruhe Master Thesis
M. Umminger)

Seismischer Modul
PSPA





eingebaute Fühler
Dehnungen, DMS





Deflektion, Beschleuni-
gungssensoren

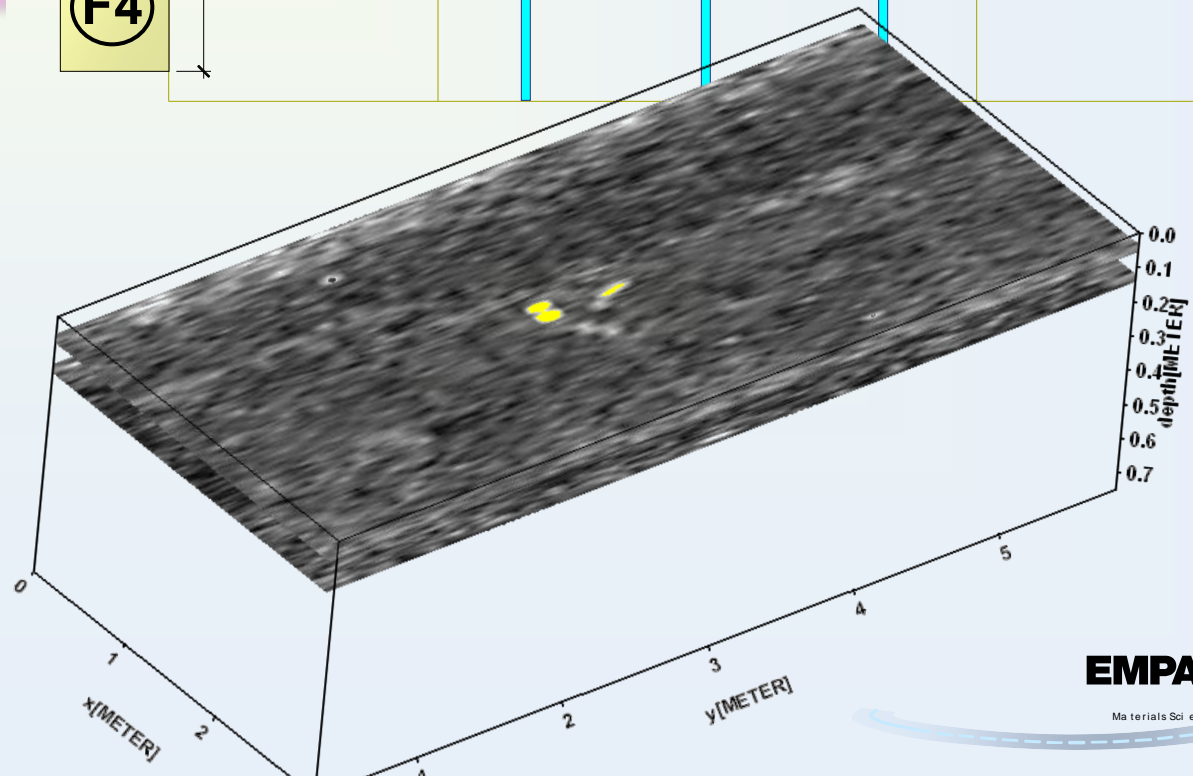
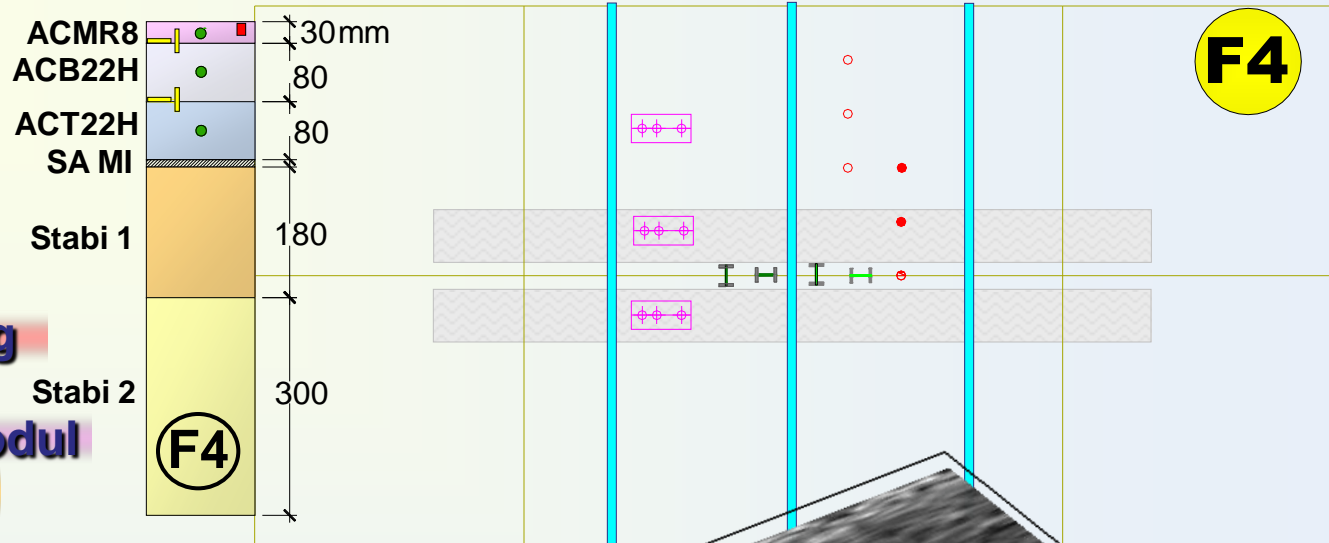
Thermoelemente



Praxis-Kalibrierung MLS10 (ASTRA 2007/011)

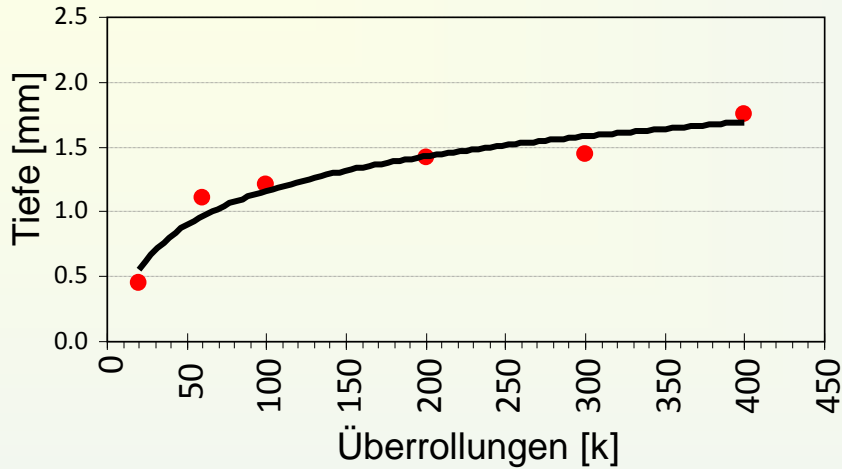
-  Dehnung längs
-  Dehnung quer
-  Temperatur
-  Beschleunigung

-  Dehnung
-  Beschleunigung
-  Spurbildung
-  Seismischer Modul
-  Georadar GPR



Praxis-Kalibrierung MLS10 (ASTRA 2007/011)

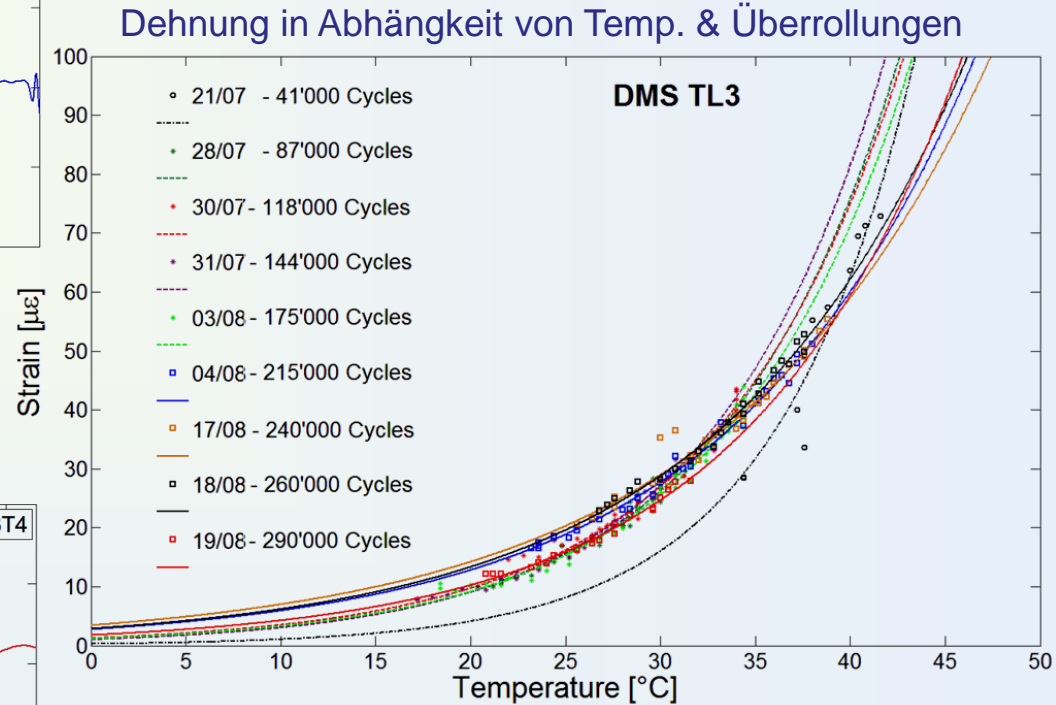
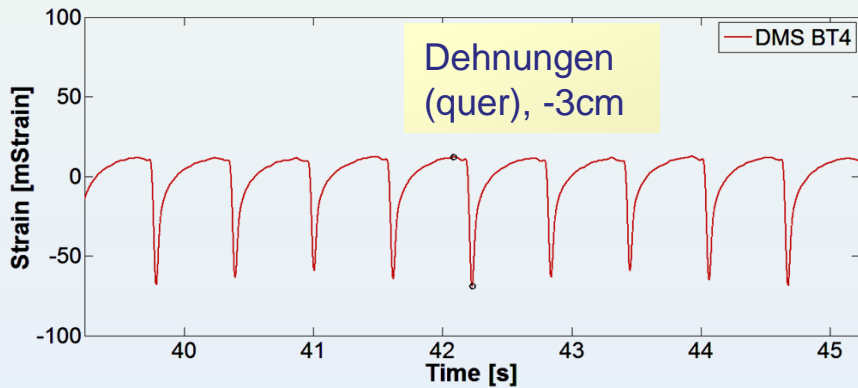
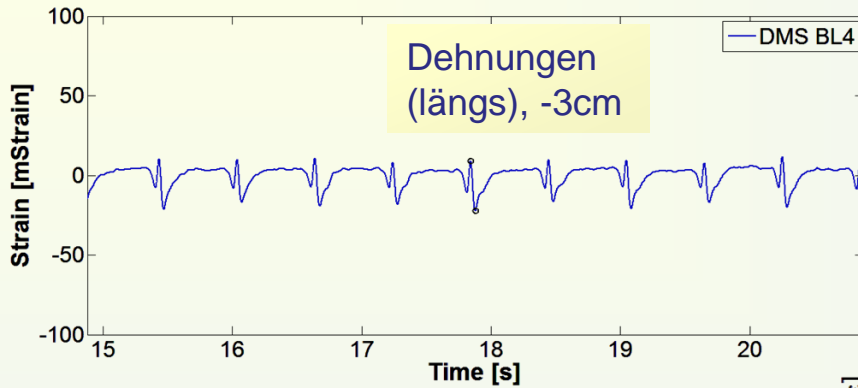
Spurbildung



— 0
— 20
— 60

Praxis-Kalibrierung (ASTRA 2007/011)

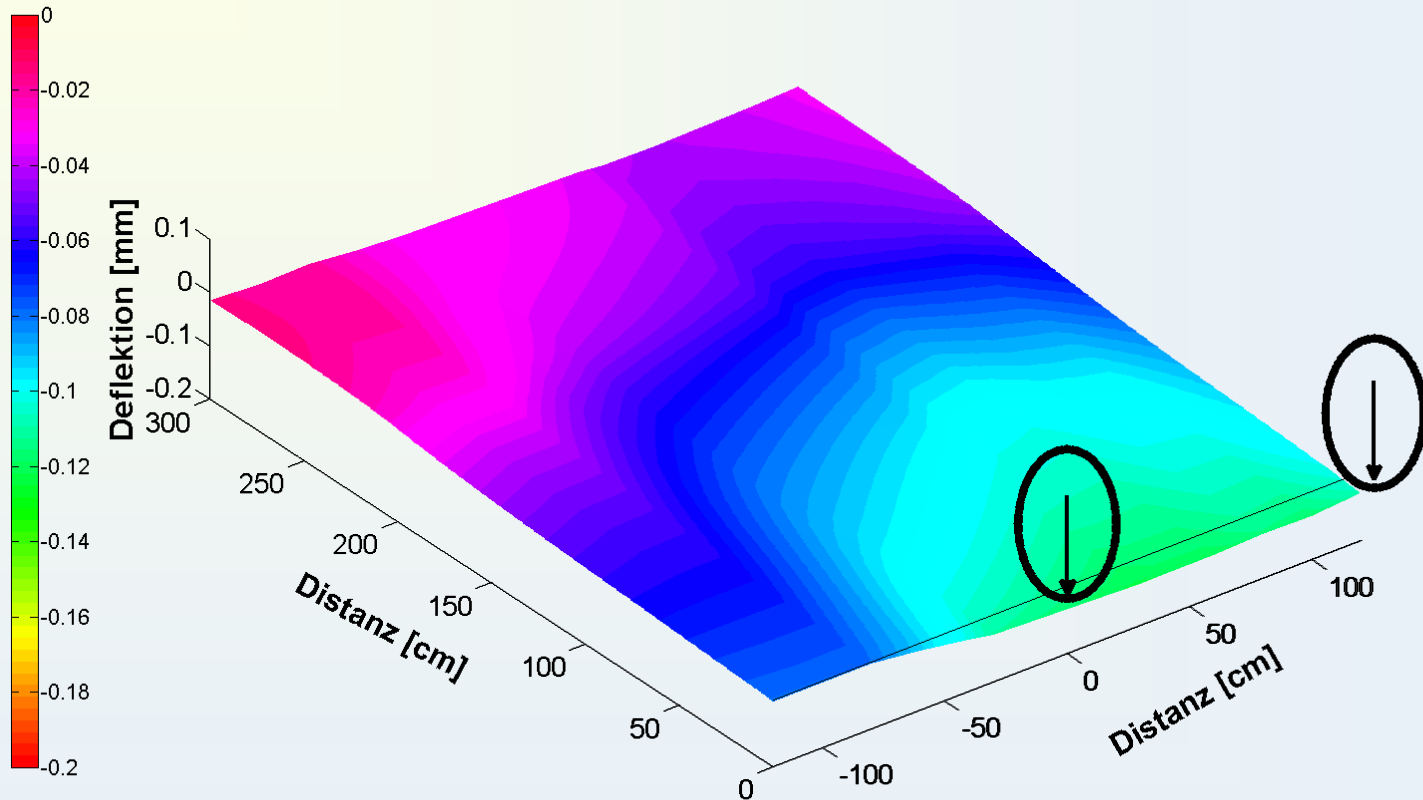
Dehnungen



Praxis-Kalibrierung MLS10 (ASTRA 2007/011)

ETH Delta

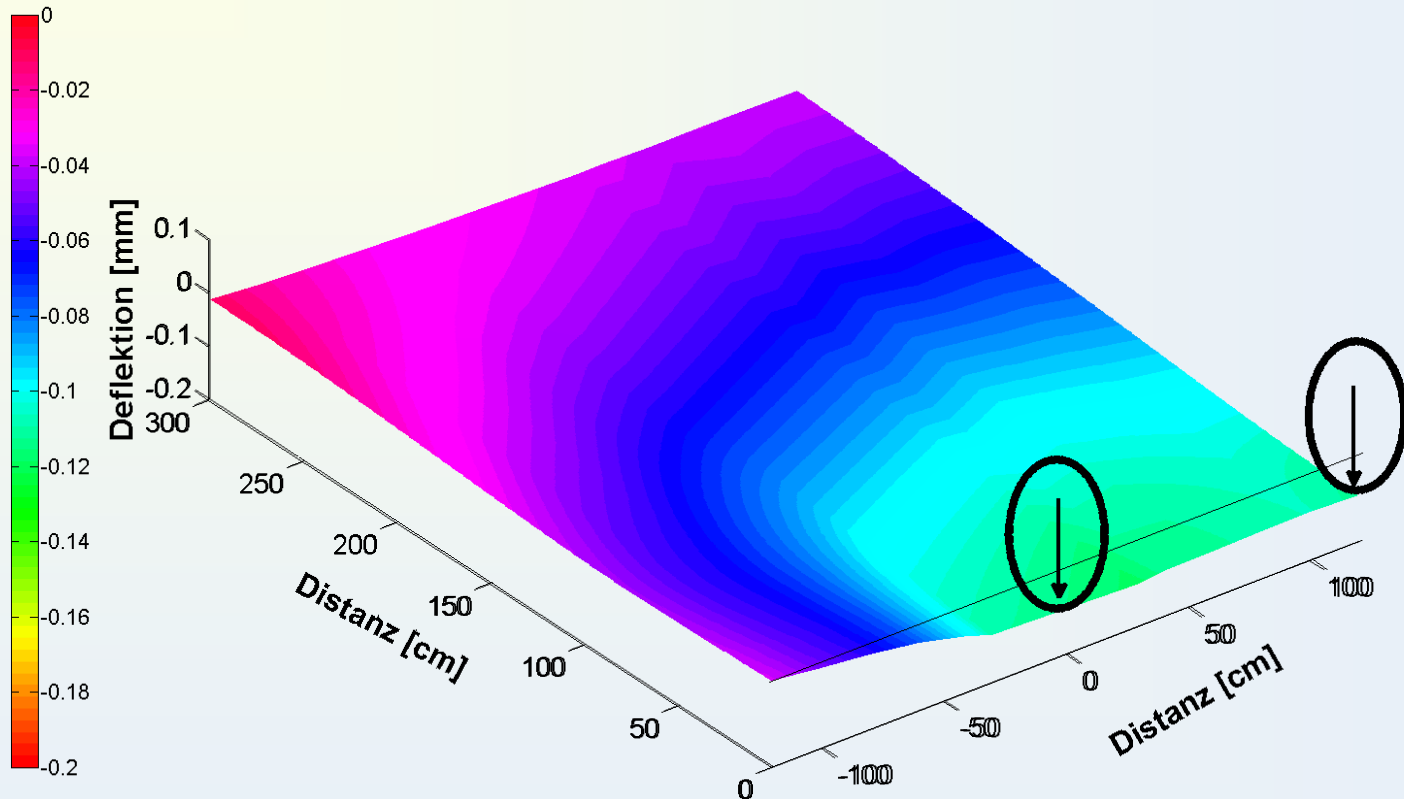
Feld 4 - Unbelastet



Praxis-Kalibrierung MLS10 (ASTRA 2007/011)

ETH Delta

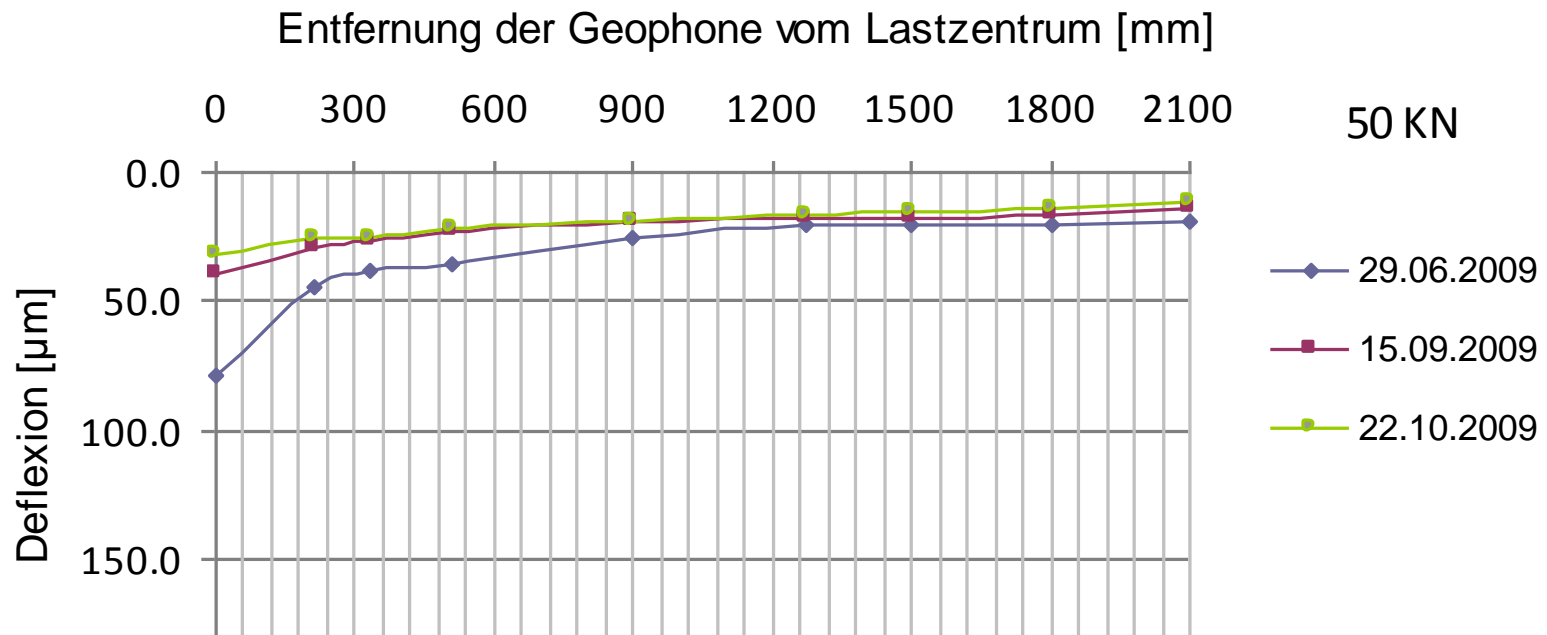
Feld 4 - 396'000 Überrollungen



Praxis-Kalibrierung MLS10 (ASTRA 2007/011)

FWD

Deflexionen Messpunkt 10 Feld 4 ; Messlinie B



Praxis-Kalibrierung MLS10 (ASTRA 2007/011)

Prüfkörperentnahme





Schlussfolgerungen

- **APT** Die beschleunigte Verkehrslastsimulation ist ein wichtiges Forschungs- & Validierungstool;
→Frage: wie kann **am besten beschleunigt** (F,T,..) werden ?
- Die mobile Empa-**MLS10** ist **effizient** & **zukunftsweisend**.
- Die Empa- MLS10 hat schon **7 mio** unidirektionale Überrollungen in Mozambique, SA und CH hinter sich. Die MLS10 hat klare **Vorteile**:
 - **Kompakte Grösse**, daher vergleichsweise mobil auch bei engen Kurvenradien (z.B. wie Kreisel).
 - **Unidirektionales Überrollrichtung** (kein Hin und Her)
 - **Hohe Anzahl** realistischer Achslasten in relativ **kurzer Zeit**. Daher ist Prüfzeit & Staurisiko in Feldversuchen minimal.
 - Mit 22km/h erlaubt die MLS10 **realistische dynamische** Ermüdungslasten (Überlasten können Fehlschlüsse verursachen)
- Die Empa- MLS10 ist ein **Prototyp**. Sie erfordert sorgfältigen Unterhalt und hat noch Verbesserungspotenzial. → Langzeit-Performance ist unbekannt.



Danke!
Fragen?

SF1 TV: Clip über MLS10 und MMLS3
<http://www.sf.tv/sf1/einstein/index.php>