

Erschütterungen beim Bau und Betrieb des LBT

Peter Billeter

IUB Ingenieur-Unternehmung AG Bern, 3005 Bern

1. Ausgangslage und Zielsetzungen
2. Vorgehen und Messkonzept
3. Resultate: Amplituden und Spektren
4. Analyse: Übertragungsverhalten
5. Folgerungen zu Prognose und Fahrwegdynamik

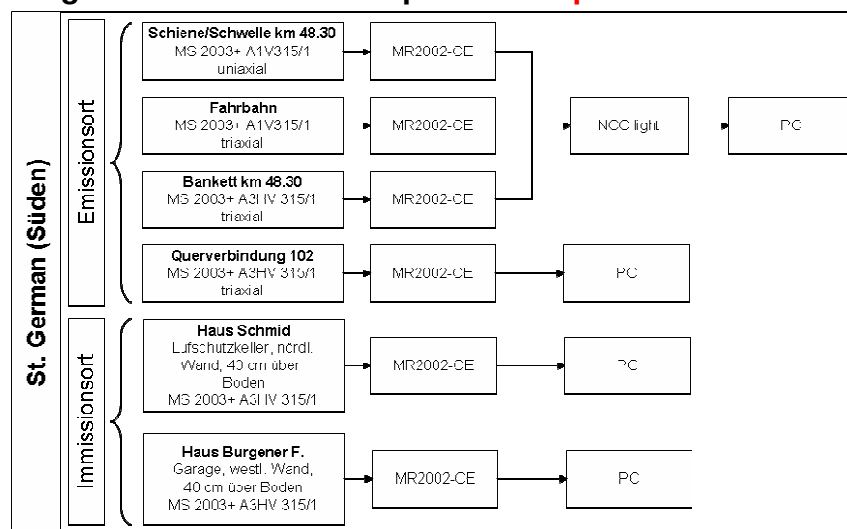
1. Ausgangslage und Zielsetzungen

- Siedlungen / Dörfer / Wohngebäude über den Tunnelröhren nahe der Portale Nord (Frutigen-Adelrain, $R > 60$ m) und Süd (St. German, $R > 120$ m)
 - Erschütterungsüberwachung während Sprengvortriebe
 - ➔ Verhindern von Schäden und grösseren Belästigungen
 - Ermittlung Übertragung Tunnelraum – Immissionsorte an Oberfläche
 - ➔ Messdatengestützte Immissionsprognose
- **Erschütterungsmessungen im Rahmen IBS / Versuchsfahrten**
 - ➔ Überprüfung Gleislagerung / Schwingungsverhalten LVT-System
 - ➔ Überprüfung Ausbreitung Fahrbahn Tunnel - Immissionswerte
 - ➔ Überprüfung der Immissionsprognose und der Einhaltung der Grenzwerte

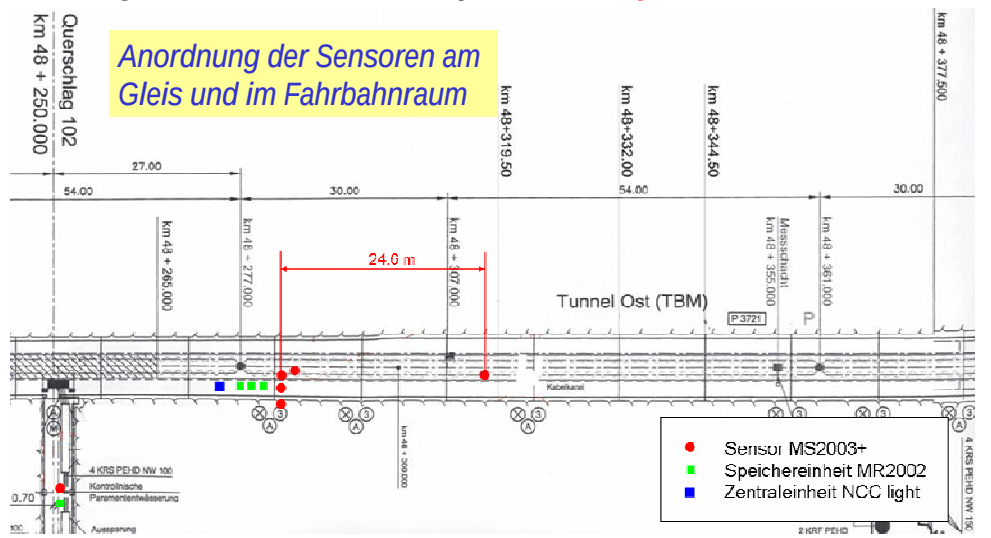
2. Vorgehen und Messkonzept - I

- **Messungen am Emissionsort und Übertragungsverhalten Fahrbahn**
 - Synchrone Schwinggeschwindigkeitsmessungen an Gleis und Schwelle, sowie auf Fahrbahnplatte, am Bankett und im Querschlag
 - ➔ Übertragungsverhalten Fahrbahn
- **Messungen am Immissionsort**
 - Messung von Schwinggeschwindigkeiten im Fundamentbereich
 - ➔ Nachweis Einhaltung Grenzwerte
- **Auswertung Messungen am Emissions- und Immissionsort**
 - ➔ Validierung Ausbreitungsmodelle und Prognoserechnungen

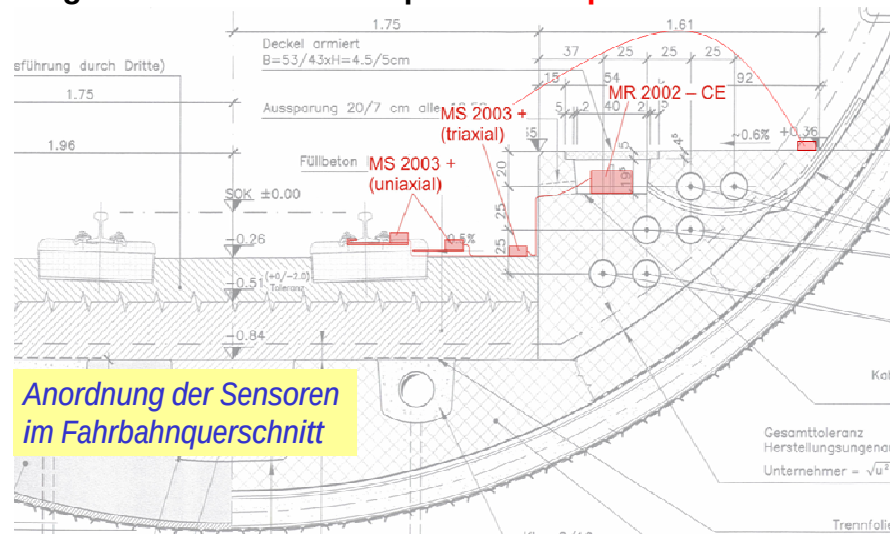
2. Vorgehen und Messkonzept – II: Beispiel Süden / St. German



2. Vorgehen und Messkonzept – III: Beispiel Süden / St. German



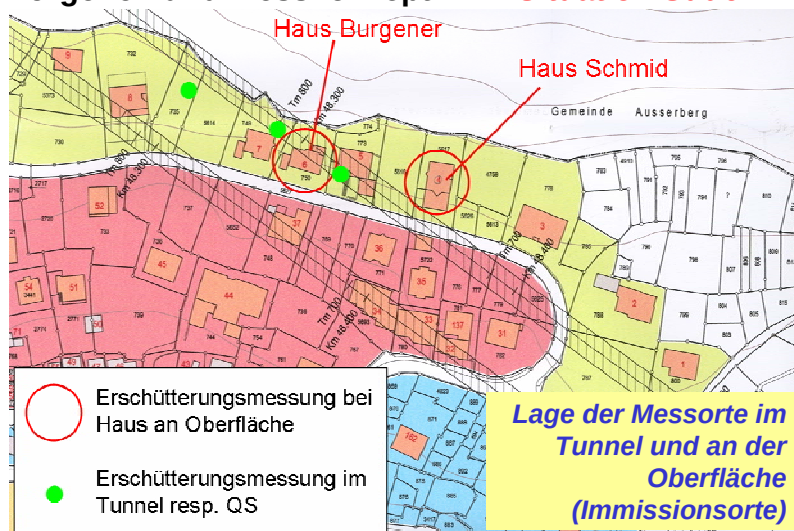
2. Vorgehen und Messkonzept – IV: Beispiel Süden / St. German



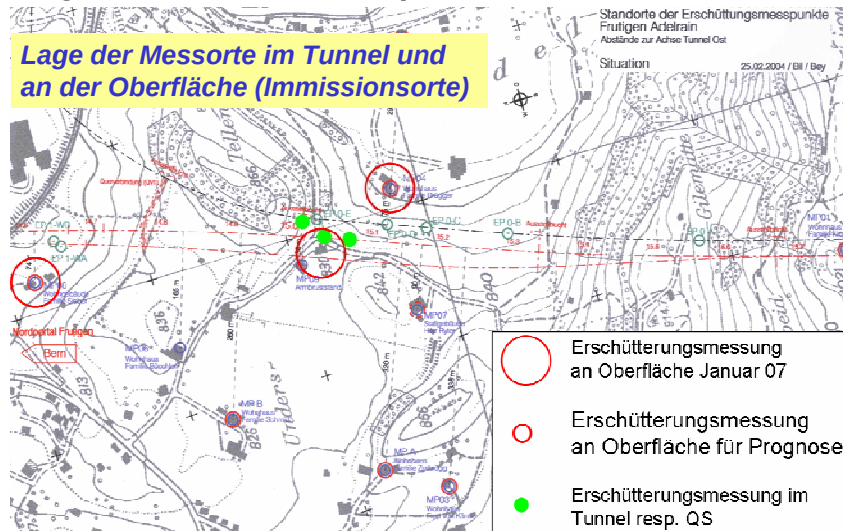
2. Vorgehen und Messkonzept – V: Beispiel Süden / St. German



2. Vorgehen und Messkonzept – VI: Situation Süden

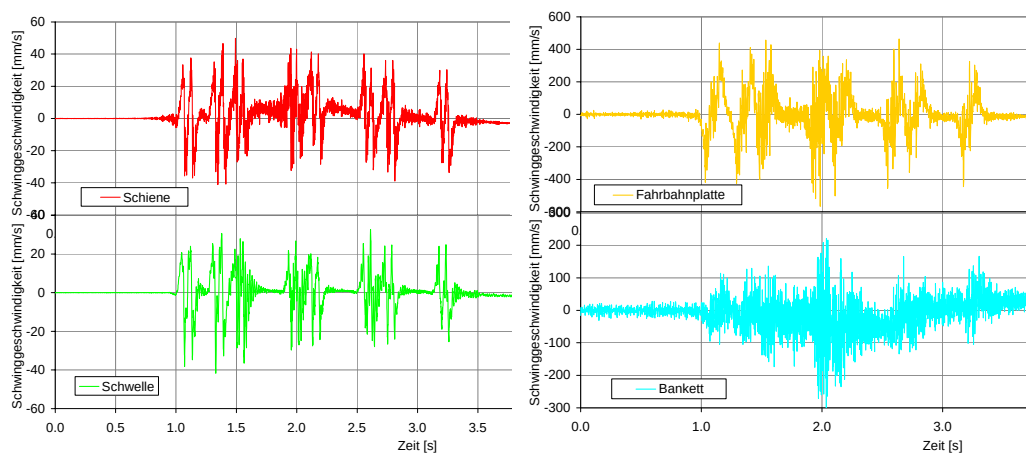


2. Vorgehen und Messkonzept – VII: Situation Norden

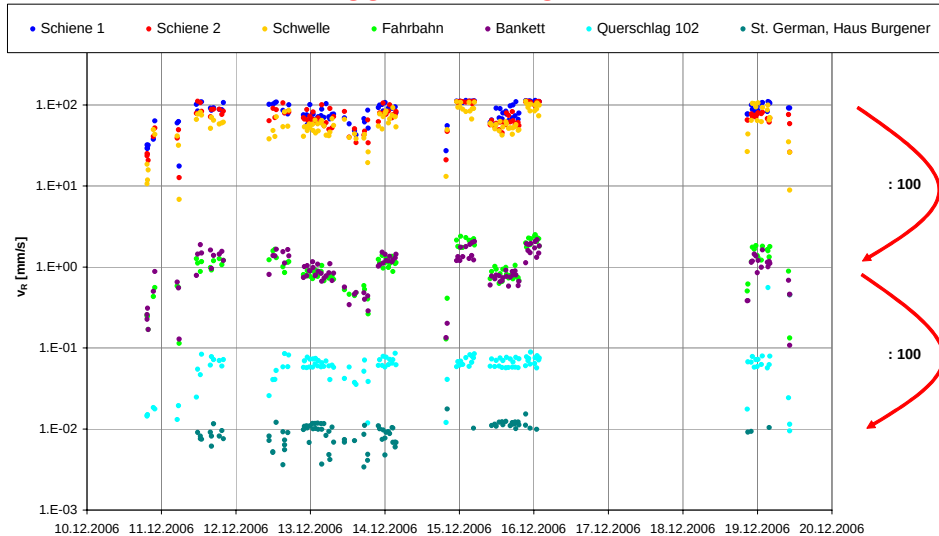


3. Resultate – I: Beispiel Süden

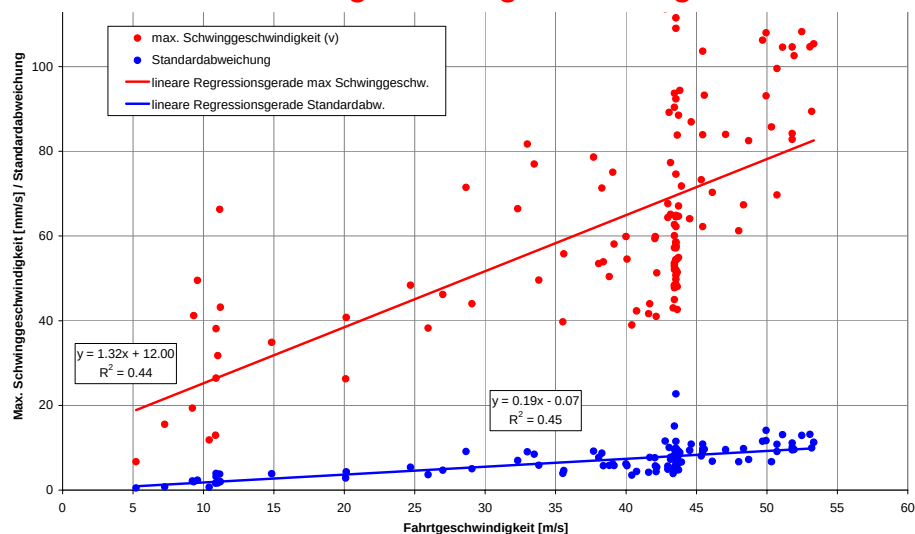
Rohdaten Schwinggeschwindigkeit Schiene – Schwelle – FBP - Bankett



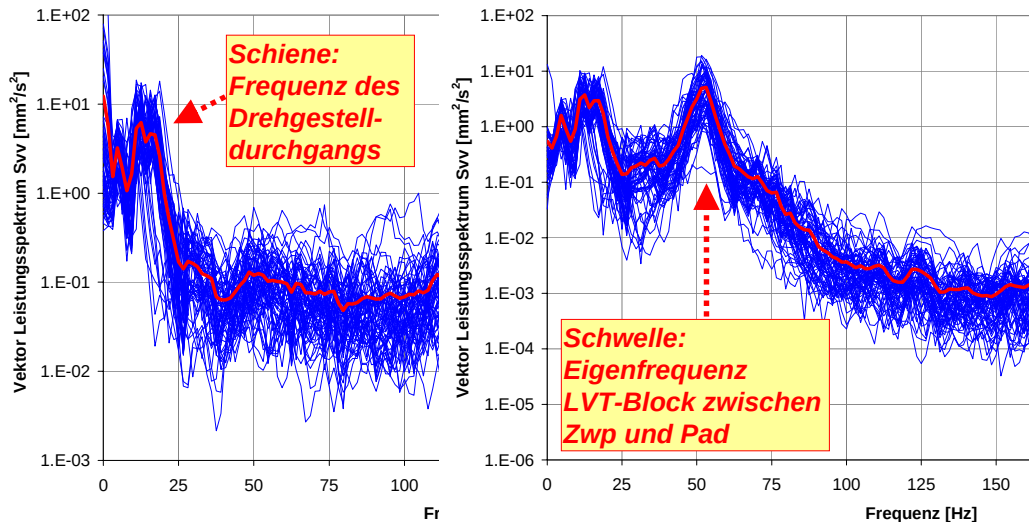
3. Resultate – II: Schwinggeschwindigkeitsmaxima Süden



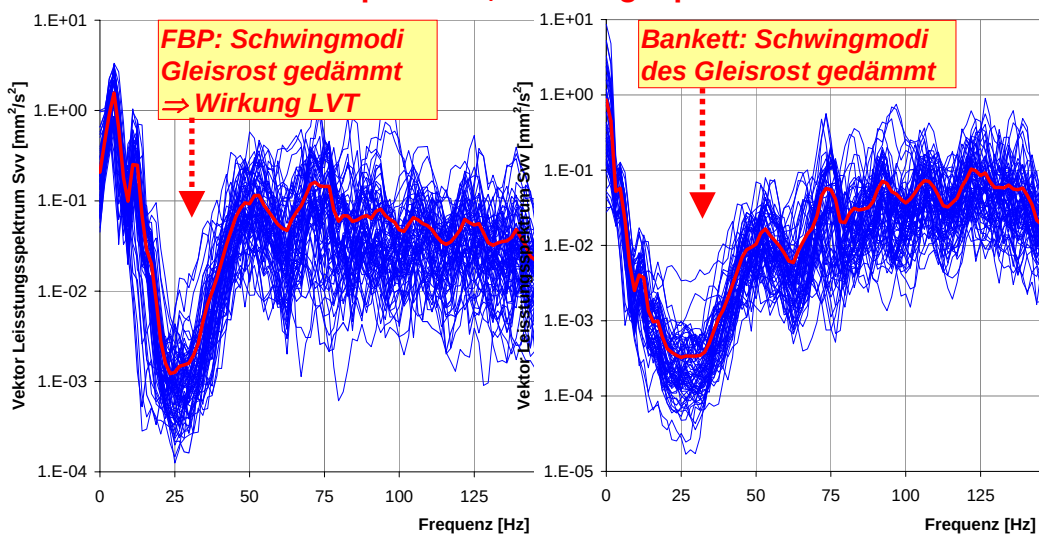
3. Resultate – III: Schwing- ↔ Fahrgeschwindigkeit



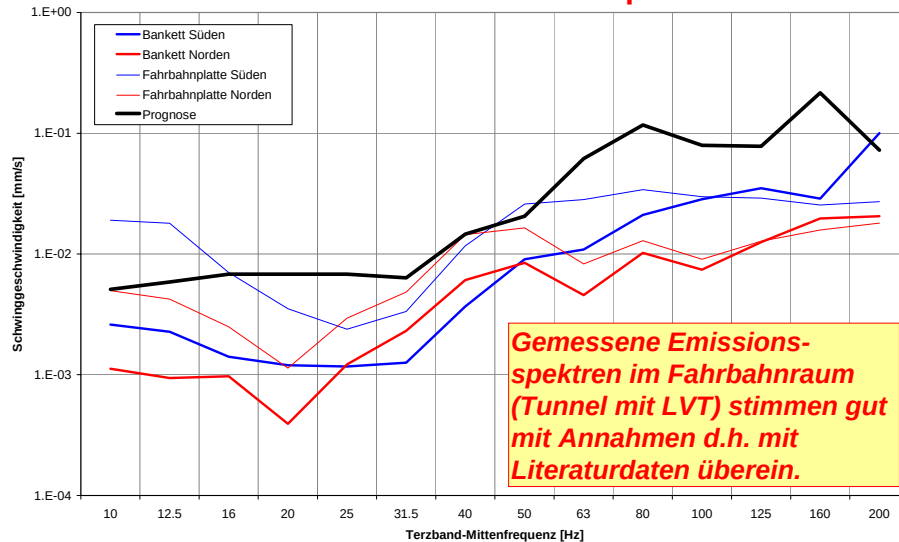
3. Resultate – IV: Bsp Süden, Leistungsspektren auf Gleisrost



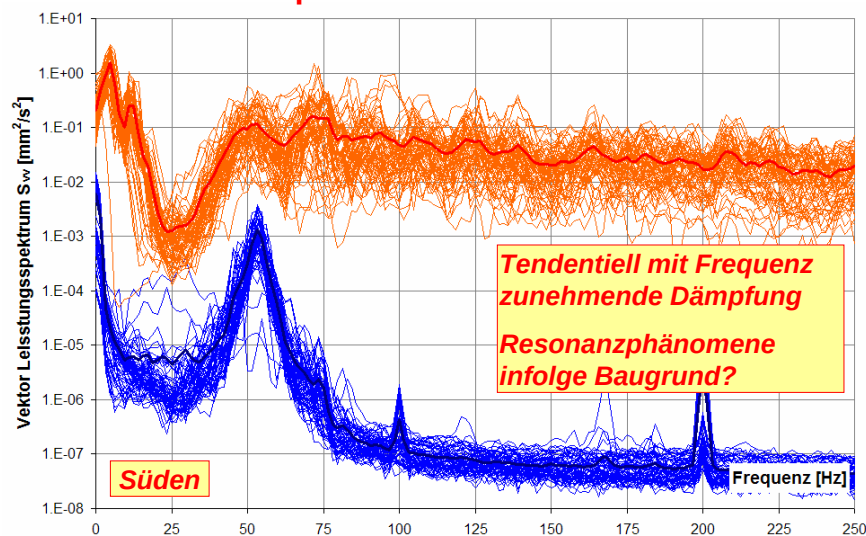
3. Resultate – V: Bsp Süden, Leistungsspektren FBP / Bankett



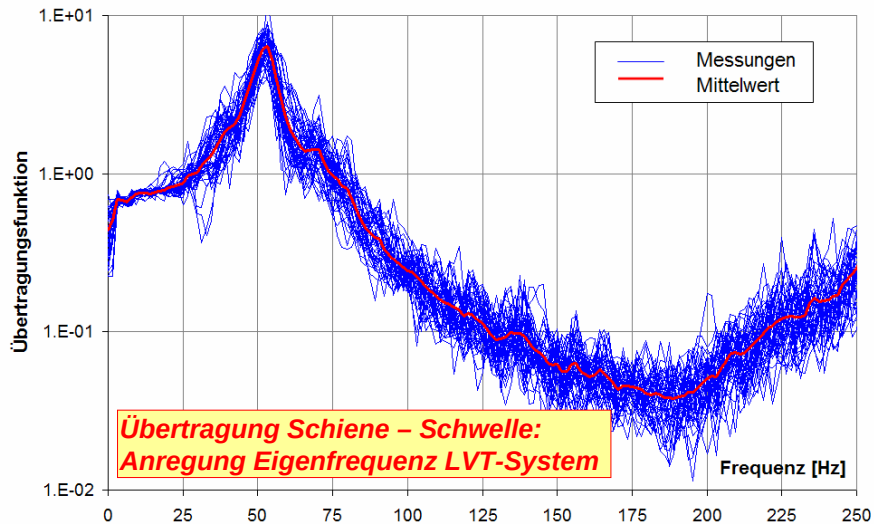
3. Resultate – VI: Gemessene Emissionsspektren Fahrbahn



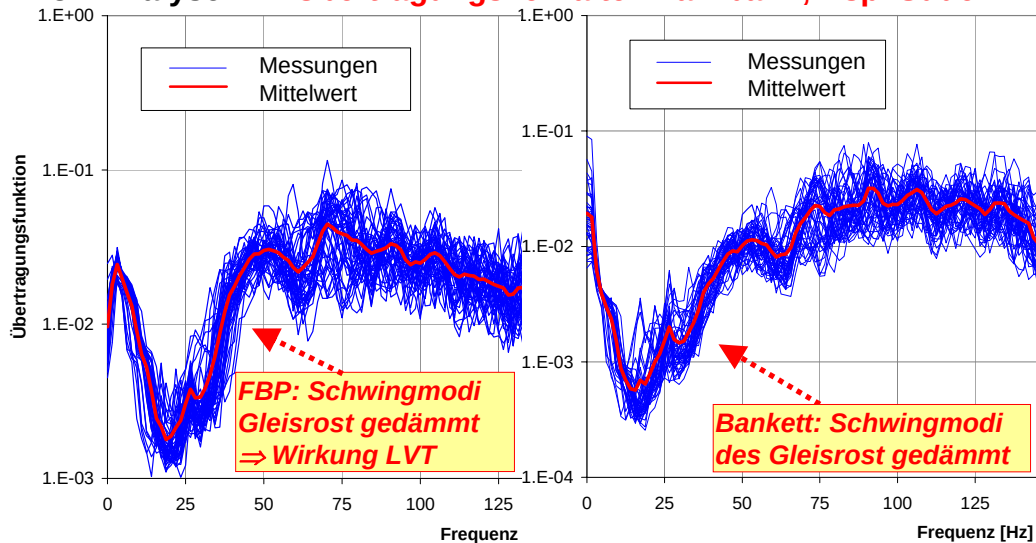
3. Resultate – VII: Spektren Emissions- und Immissionsort



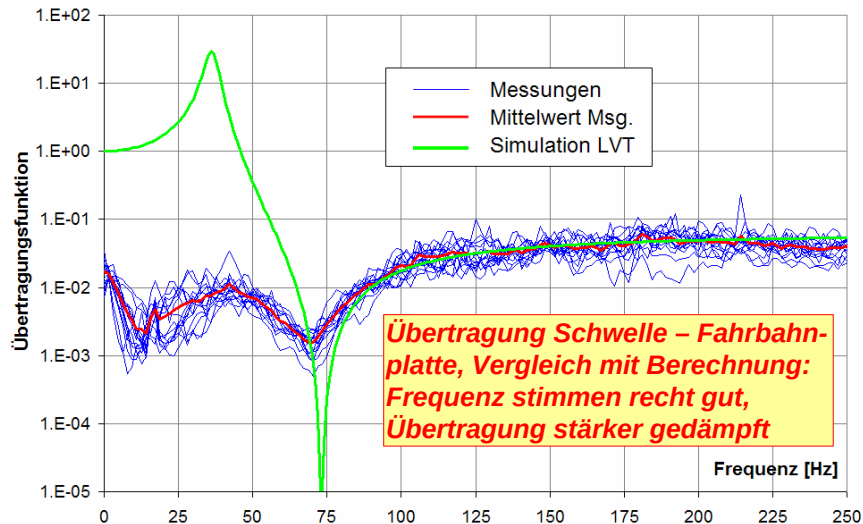
3. Analyse – I: Übertragungsverhalten Fahrbahn, Bsp. Süden



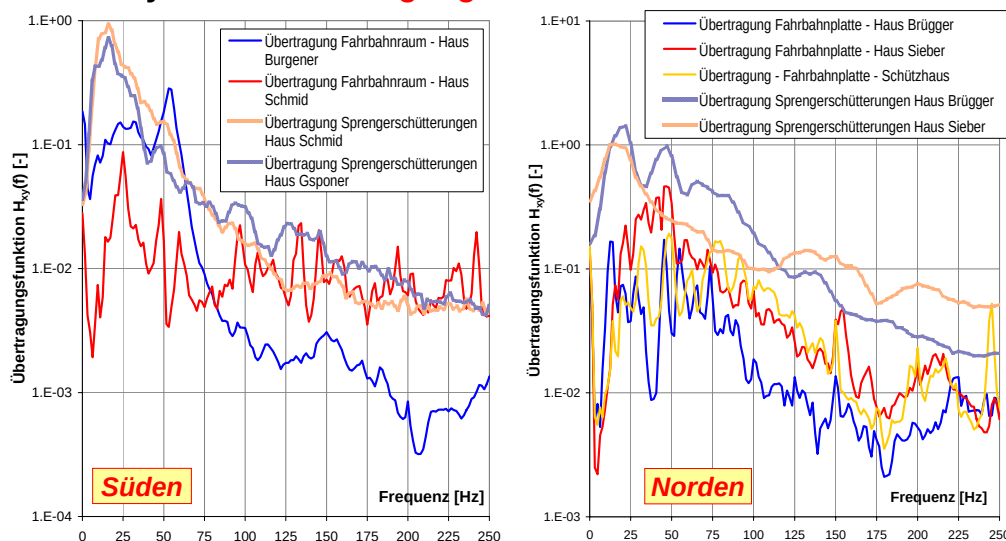
3. Analyse – II: Übertragungsverhalten Fahrbahn, Bsp. Süden



3. Analyse – III: Übertragungsverhalten Fahrbahn, Simulation



4. Analyse – IV: Übertragung Emissions- Immissionsort



5. Folgerungen - I: **Beurteilung Prognosemethode**

- **Messdaten gestützte Emissionsprognosen während Sprengvortrieb**
 - Angemessene Übereinstimmung von Grösse und Trend der Übertragungsfunktionen trotz unterschiedlicher Emissionsleistung
 - Sprengerschütterungen haben grosse Leistung bei allen Frequenzen
➔ Signifikante / gut messbare Übertragung
 - Bahnerschütterungen haben viel weniger Leistung v.a. bei tiefen Frequenzen und Frequenzen über ca. 150 Hz
➔ Übertragung unterhalb Messschwelle oder schlecht messbar
 - ➔ **Übertragung durch Erdreich wird v.a. im tieffrequenten Bereich mit der Prognose überschätzt; Prognose eher konservativ > akzeptabel**
- **Gemessene Erschütterungen und abgestrahlter Körperschall an Immissionsorten über dem LBT weit unter Grenzwerten**

5. Folgerungen - II: **Beurteilung Fahrwegdynamik**

- **Messungen am Gleisrost, auf Fahrbahnplatte und Bankett**
 - Konsistente Daten dokumentieren das Fahrbahnverhalten mit LVT-System, die Schwinggeschwindigkeiten zeigen ein typisches Frequenzverhalten
➔ **Frequenzverhalten mit Modell Timoshenko-Balken simulierbar**
(Gleisrost – Zwp – LVT-Block – Pads – FBP, z.B. Kurze & Wettchureck)
 - Dämm- bzw. Dämpfungswirkung ist aber deutlich besser als berechnet
➔ **Amplitudenreduktion Schiene – Fahrbahn / Bankett um ca. Faktor 100**
 - Geringe Körperschallabstrahlung ab Fahrbahnraum mit v.a. wenig Leistung bei tiefen (gut übertragbaren Frequenzen), keine Resonanzphänomene, die in ausgewählten Bändern verstärkt abstrahlen
➔ **Gutes Dämmungs- und Dämpfungsverhalten des Fahrbahnsystems**