

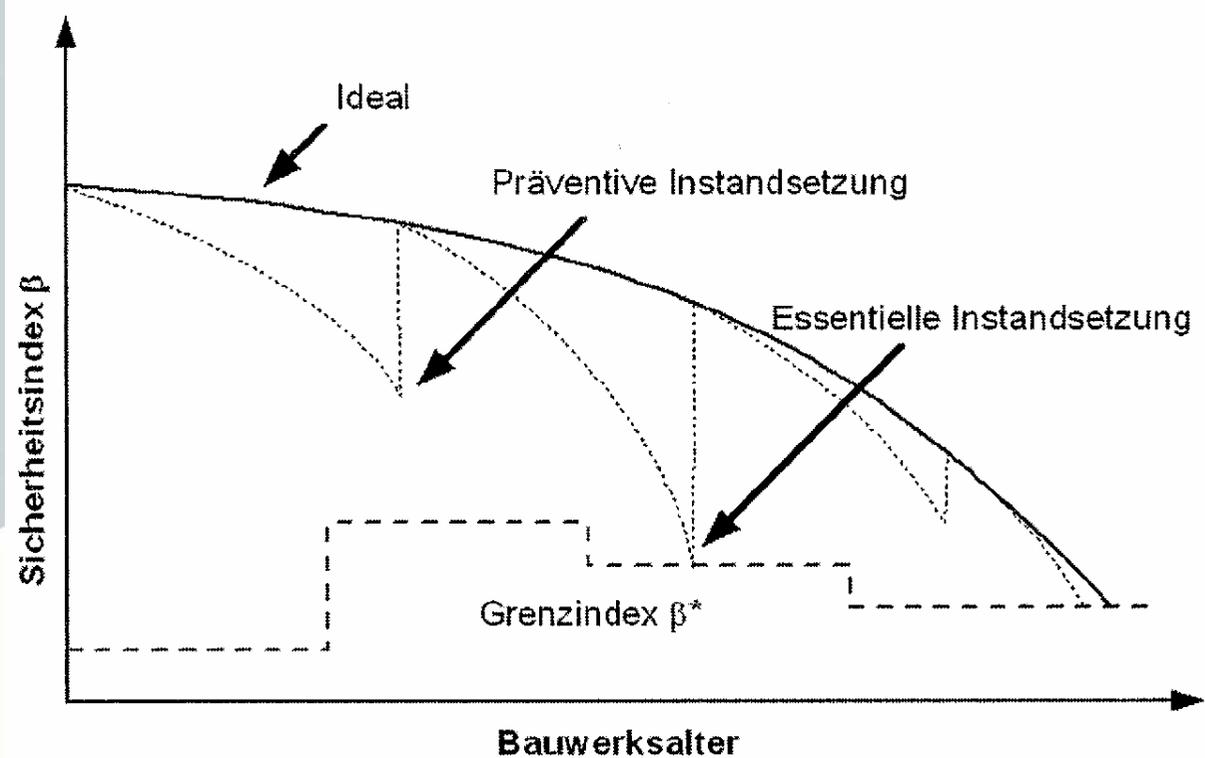
Brückentagung 2007



Bauwerkserhaltung am Beispiel der Murbrücke St. Lorenzen

L. Praxmarer, M. Reiterer

Brückentagung 2007



Thematik

- Reduktion des Sicherheitsniveaus mit zunehmendem Bauwerksalter
- Risikoeinschätzung
- tatsächliche / kalkulierbare Sicherheit
- Erhaltung + Überwachung
- Maintenance + Monitoring

Murbrücke St. Lorenzen, Stmk.



Inhalt

- Bauwerksbeschreibung
- Aufgaben / Problemstellung
- Ziele
- Untersuchungen / Analysen
- Maßnahmen
- Zusammenfassung

Bauwerksbeschreibung



Lage

- St. Lorenzen bei Knittelfeld / Stmk.
- L556 St. Lorenzener Straße bei km 0,407
- Überbrückung der Mur

Bauwerksbeschreibung



Lage

- St. Lorenzen bei Knittelfeld / Stmk.
- L556 St. Lorenzener Straße bei km 0,407
- Überbrückung der Mur

Bauwerksbeschreibung



Lage

- St. Lorenzen bei Knittelfeld / Stmk.
- L556 St. Lorenzener Straße bei km 0,407
- Überbrückung der Mur

Bauwerksbeschreibung

Lage

- St. Lorenzen bei Knittelfeld / Stmk.
- L556 St. Lorenzener Straße bei km 0,407
- Überbrückung der Mur



Bauwerksbeschreibung

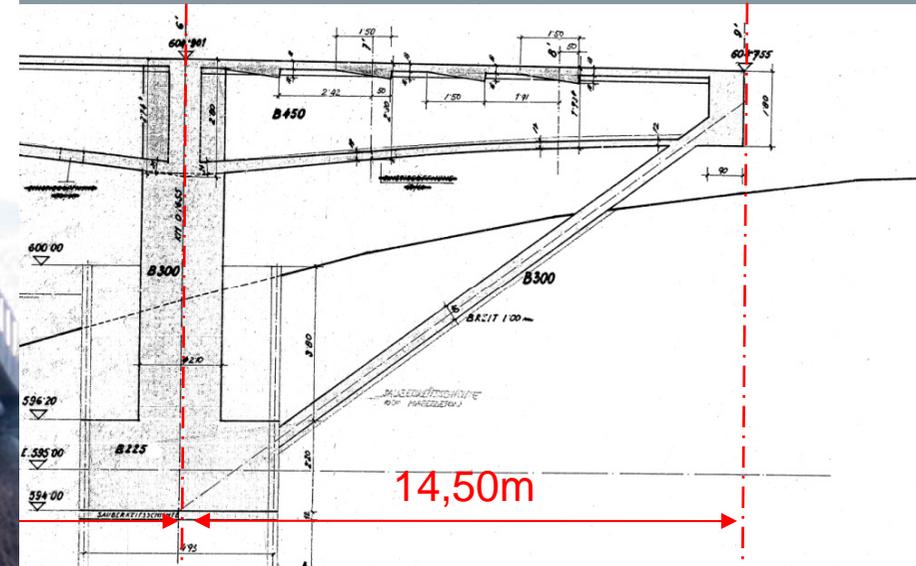


Lage

- St. Lorenzen bei Knittelfeld / Stmk.
- L556 St. Lorenzener Straße bei km 0,407
- Überbrückung der Mur



Bauwerksbeschreibung



- Spannweite Mittelfeld: 60,00m
- Spannweite Ausleger: 14,50m
- Brückengesamtlänge: 89,00m
- Vorgespannter Kastenträger
- Querschnittshöhe: 0,80m bis 2,75m
- Schlankheit: 1/75 (Mittelfeld)
- Baujahr 1964
- Vorgespannte Zuglieder in das Fundament

Aufgaben-/Problemstellung



Festgestellte Schadensbilder

- Große Verformungen im Mittelfeld (während Bauzeit ca. 80mm
Langzeitverformung ca. 100mm)
- Jahreszeitliches Heben und Senken der Brückenenden (ca. 40mm)
- Verdrehungen der Flusspfeiler
- Risse an Stegunterseiten im Mittelfeld

Ziele

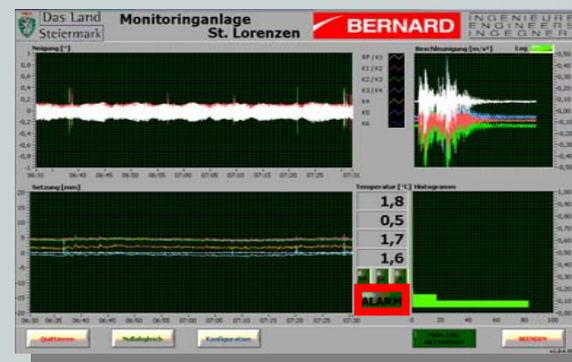
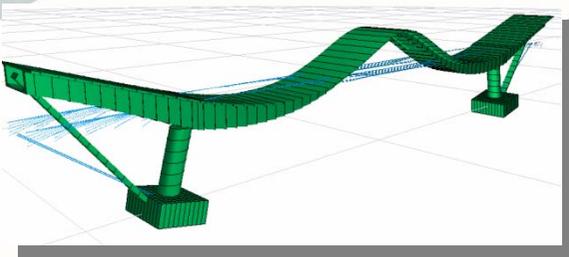
Projektbezogenen Zieldefinition

- Verlängerung der Lebensdauer um zusätzliche 25 bis 30 Jahre
- Früherkennung von Schäden
- Aufhebung der Lastbeschränkung, wenn möglich
- Verbesserung des dynamischen Verhaltens

Analysen

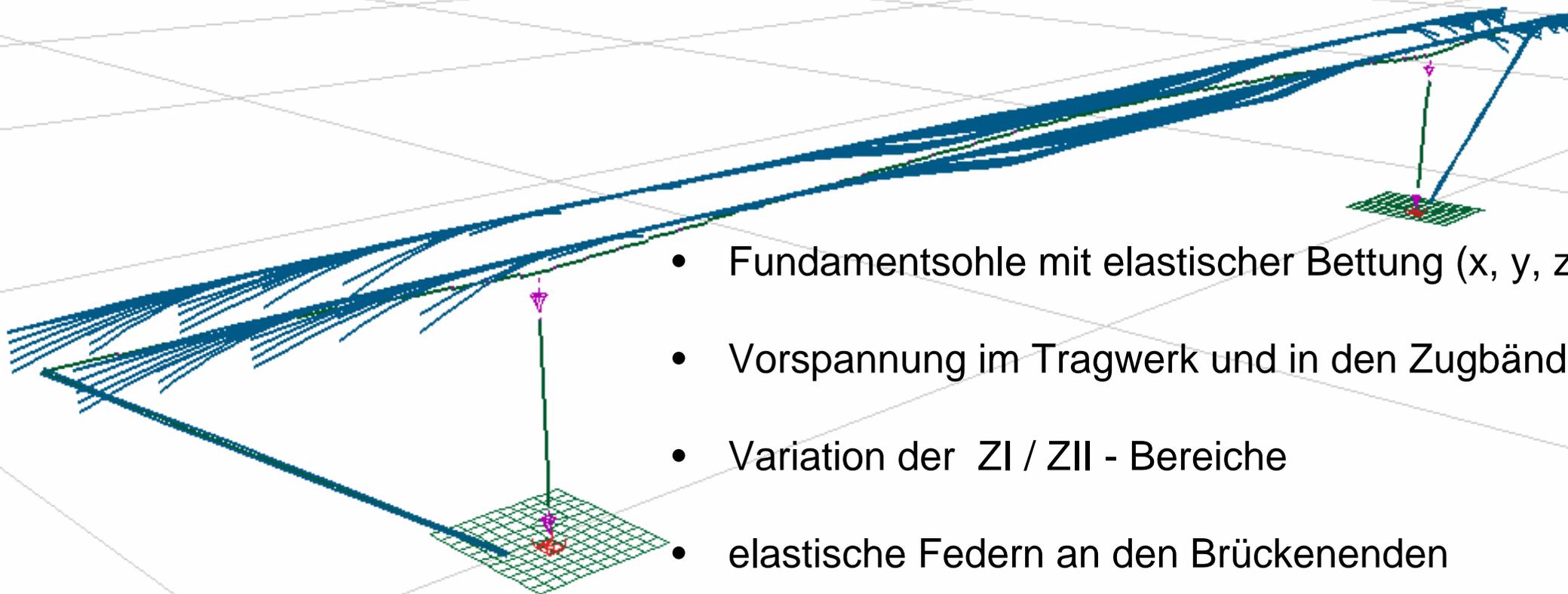
Untersuchungsmethoden:

- Brückenprüfung
- Statische FE-Berechnung
- Dynamische FE-Berechnung
- Installation eines Messsystems
- Probelastung



Statische FE-Analyse

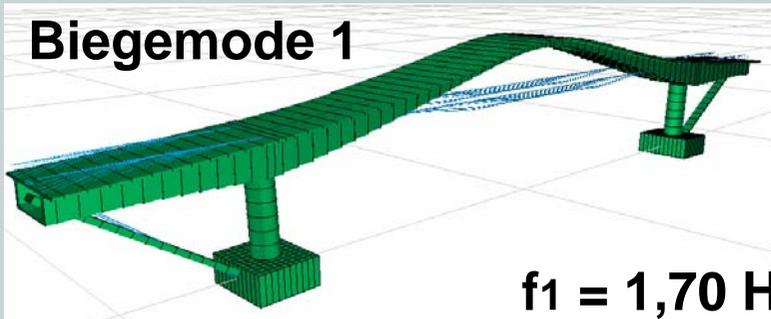
FEM - Berechnung



- Fundamentsohle mit elastischer Bettung (x, y, z)
- Vorspannung im Tragwerk und in den Zugbändern
- Variation der ZI / ZII - Bereiche
- elastische Federn an den Brückenenden

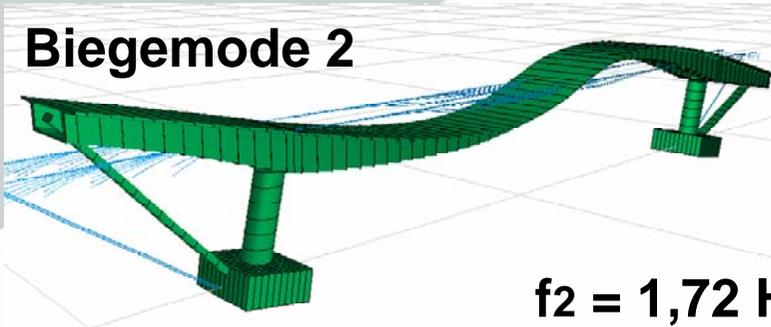
Dynamische FE-Analyse

Biegemode 1



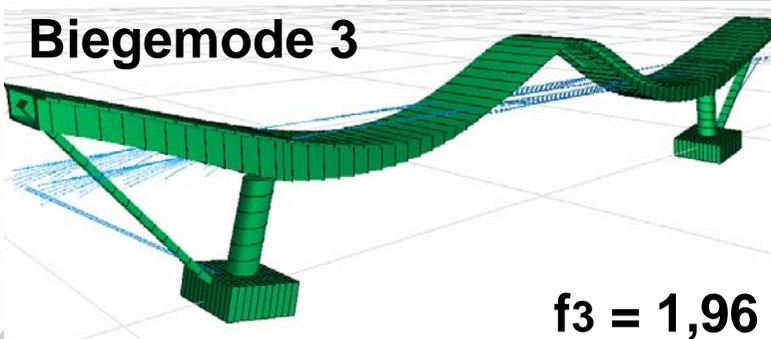
$f_1 = 1,70 \text{ Hz}$

Biegemode 2



$f_2 = 1,72 \text{ Hz}$

Biegemode 3



$f_3 = 1,96 \text{ Hz}$

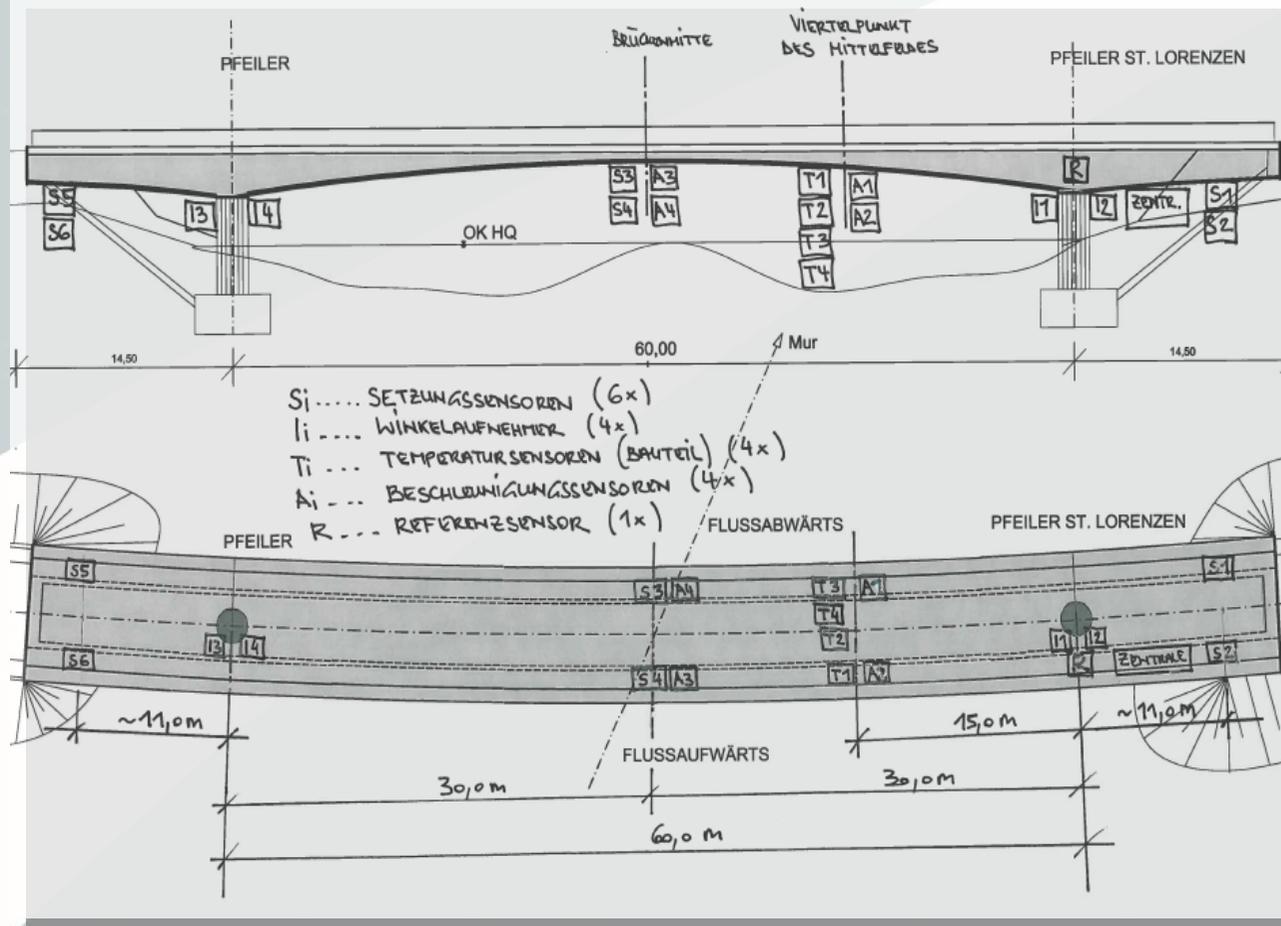
Berechnung dynamische Parameter

- Eigenfrequenzen
-
- Zugehörige Schwingungsformen
- Annahme Systemdämpfung

→ Brückenschwingungen bei Verkehrsüberfahrten sind eine Überlagerung aller angeregten Schwingungsformen

Installation Messsystem

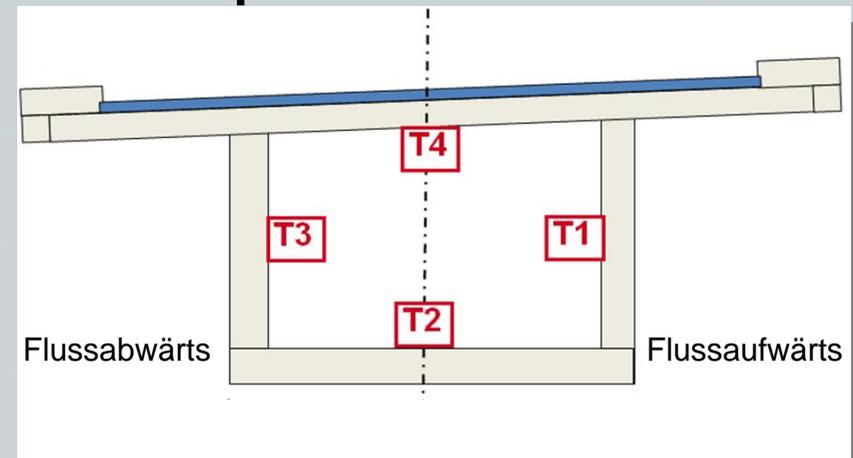
Sensorpositionen



Messsystem:

- Elektronische Schlauchwaage
- Winkelaufnehmer
- Beschleunigungssensoren
- Temperatursensoren

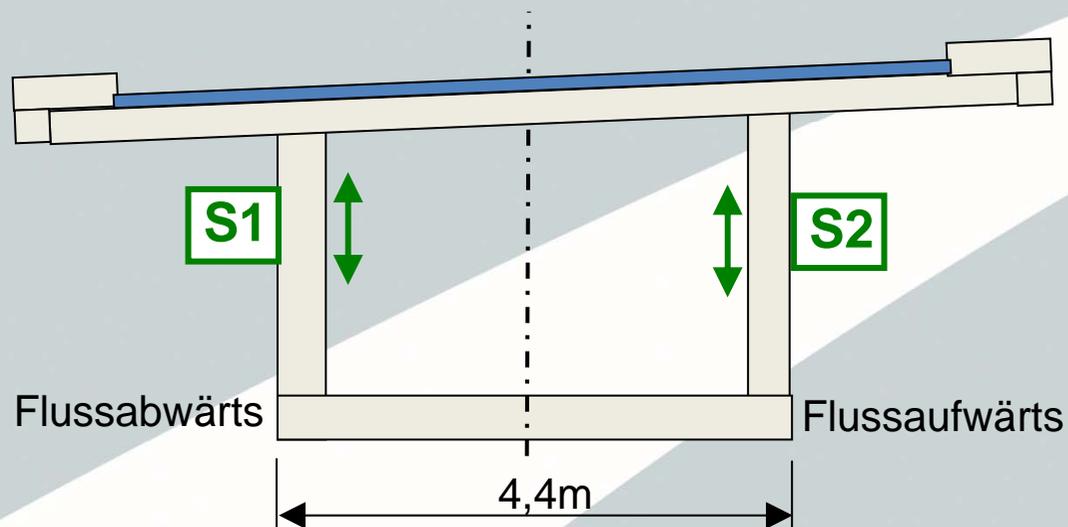
Viertelpunkt des Mittelfeldes



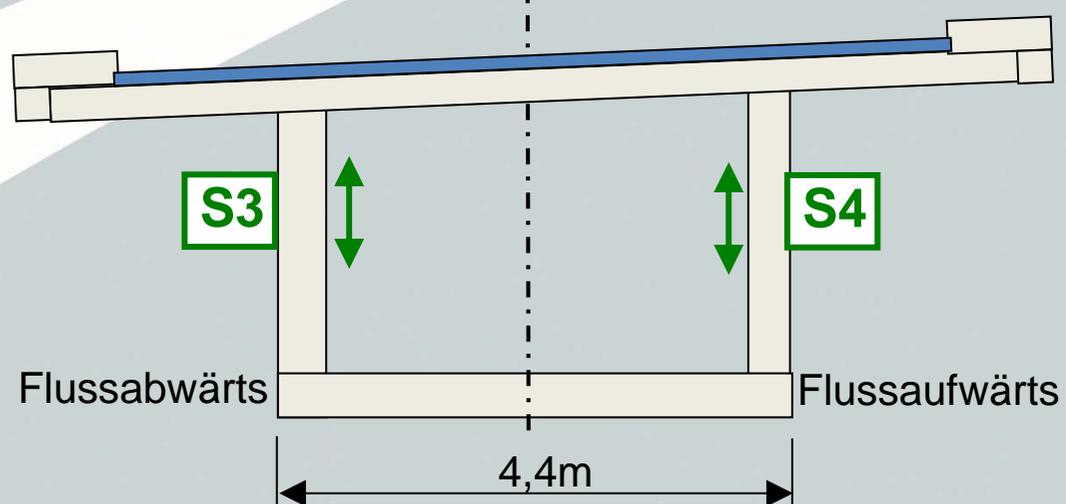
Bauteiltemperatursensoren

Installation Messsystem

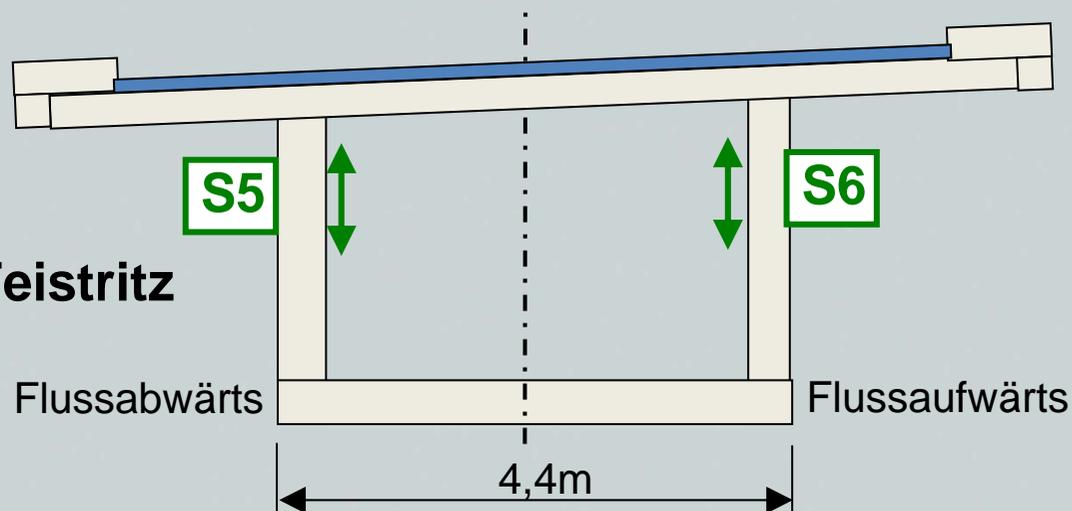
Auslegerende St. Lorenzen



Brückenmitte

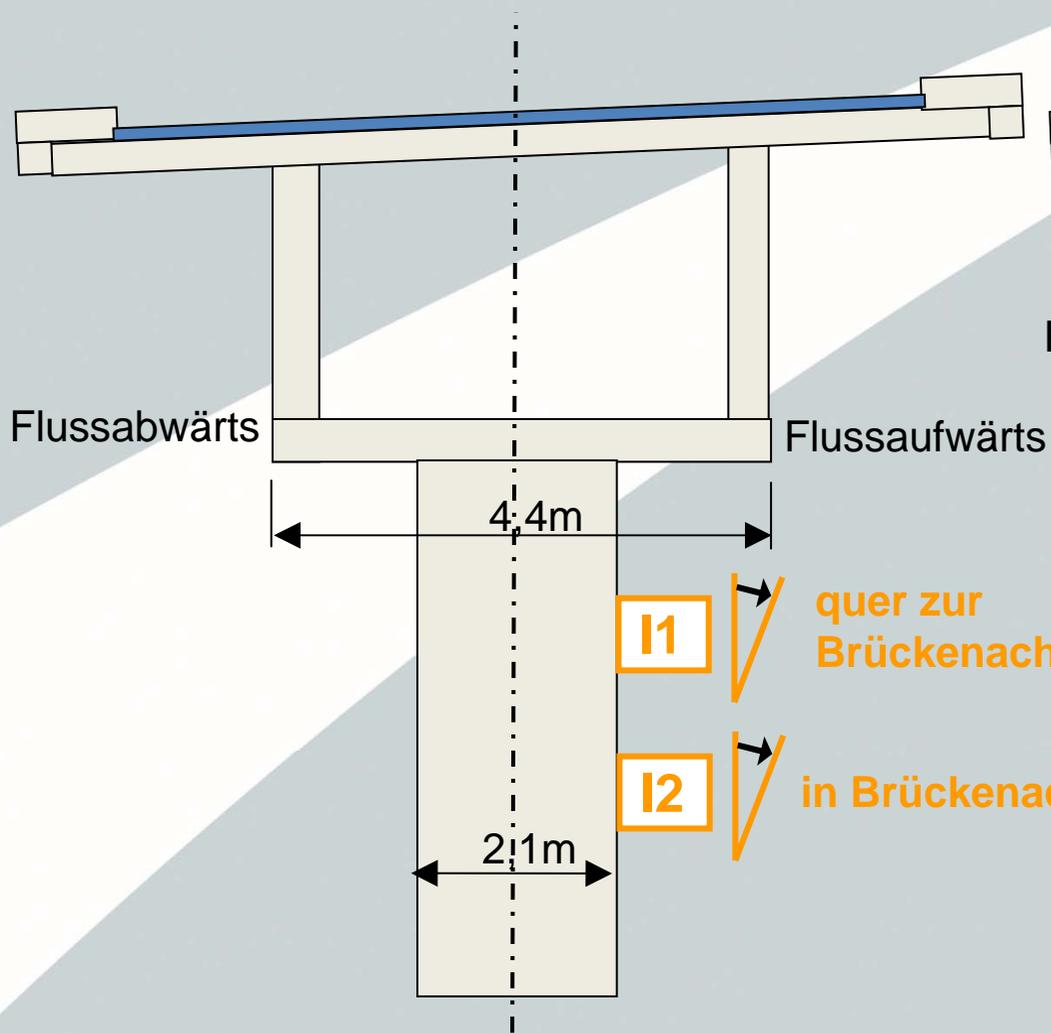


Auslegerende Feistritz

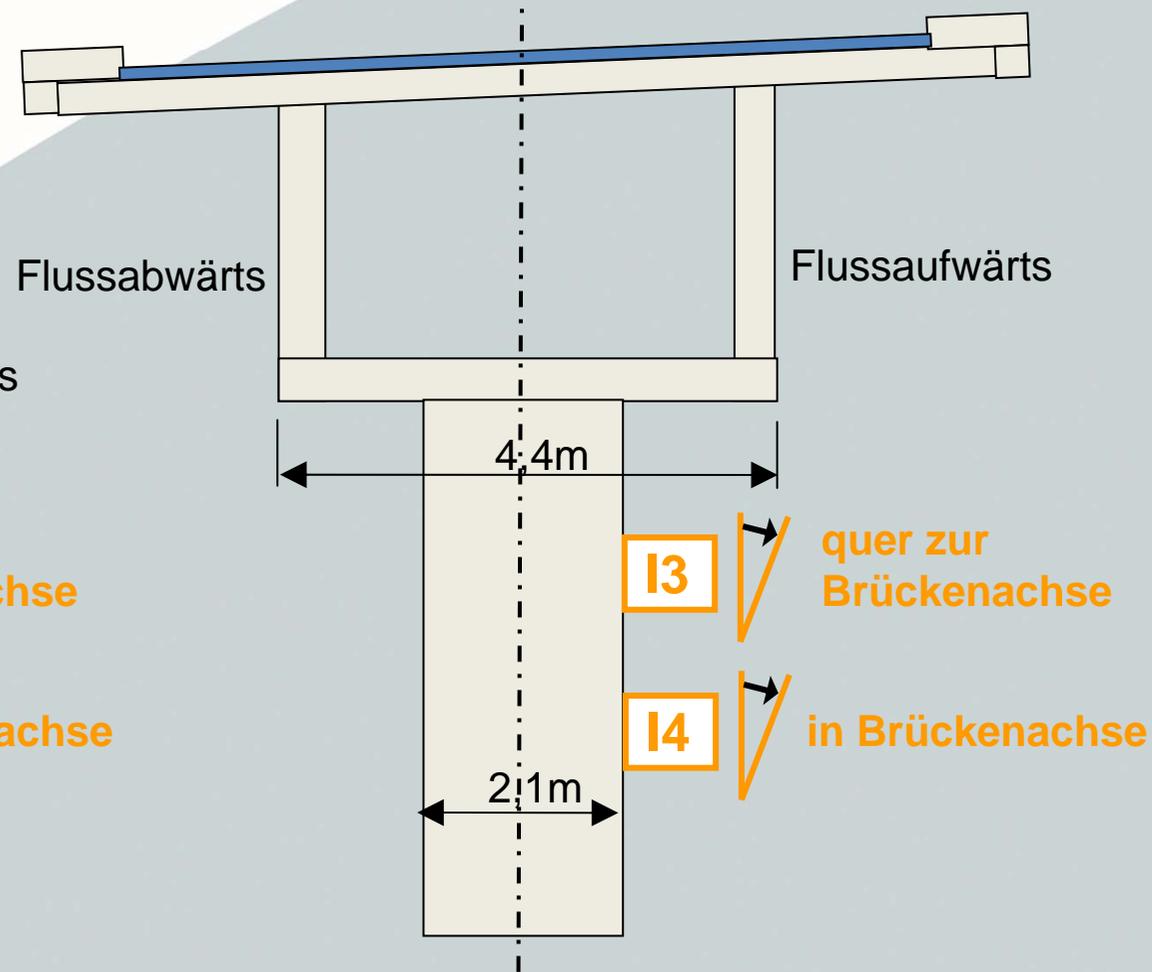


Installation Messsystem

Pfeiler St. Lorenzen

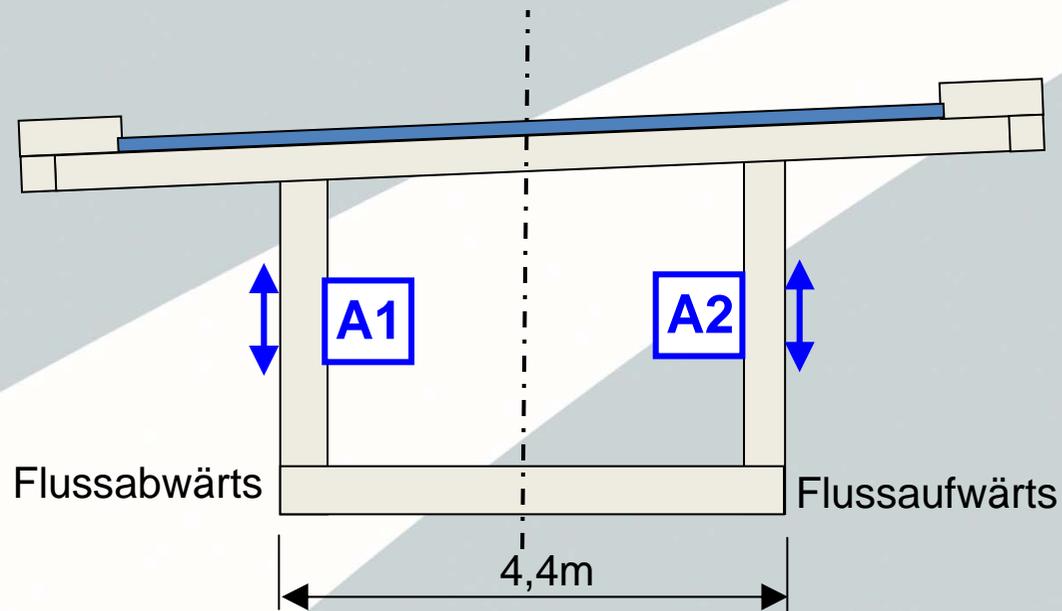


Pfeiler Feistritz

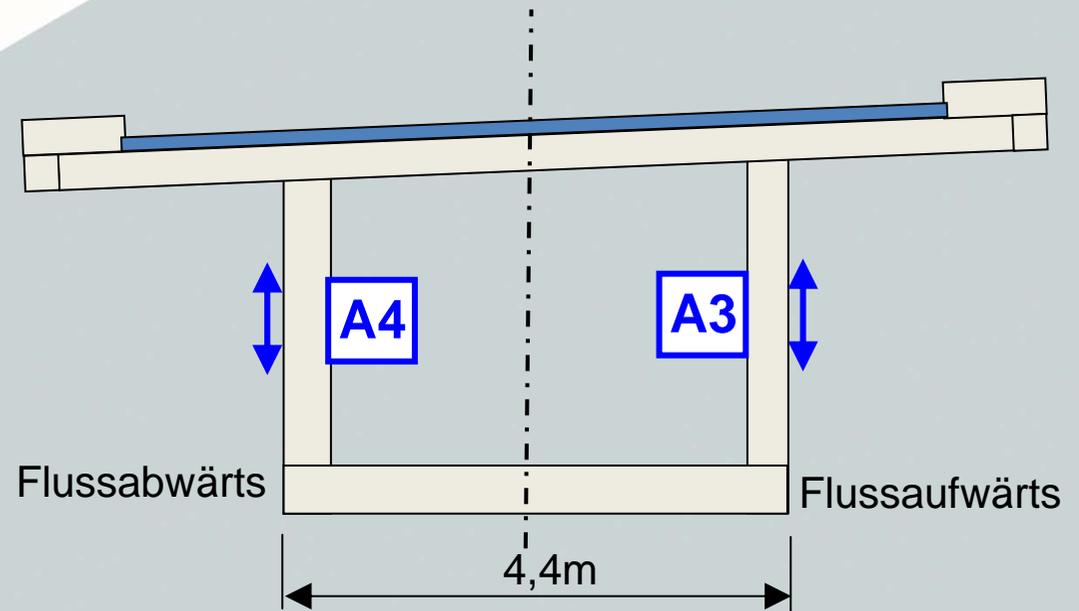


Installation Messsystem

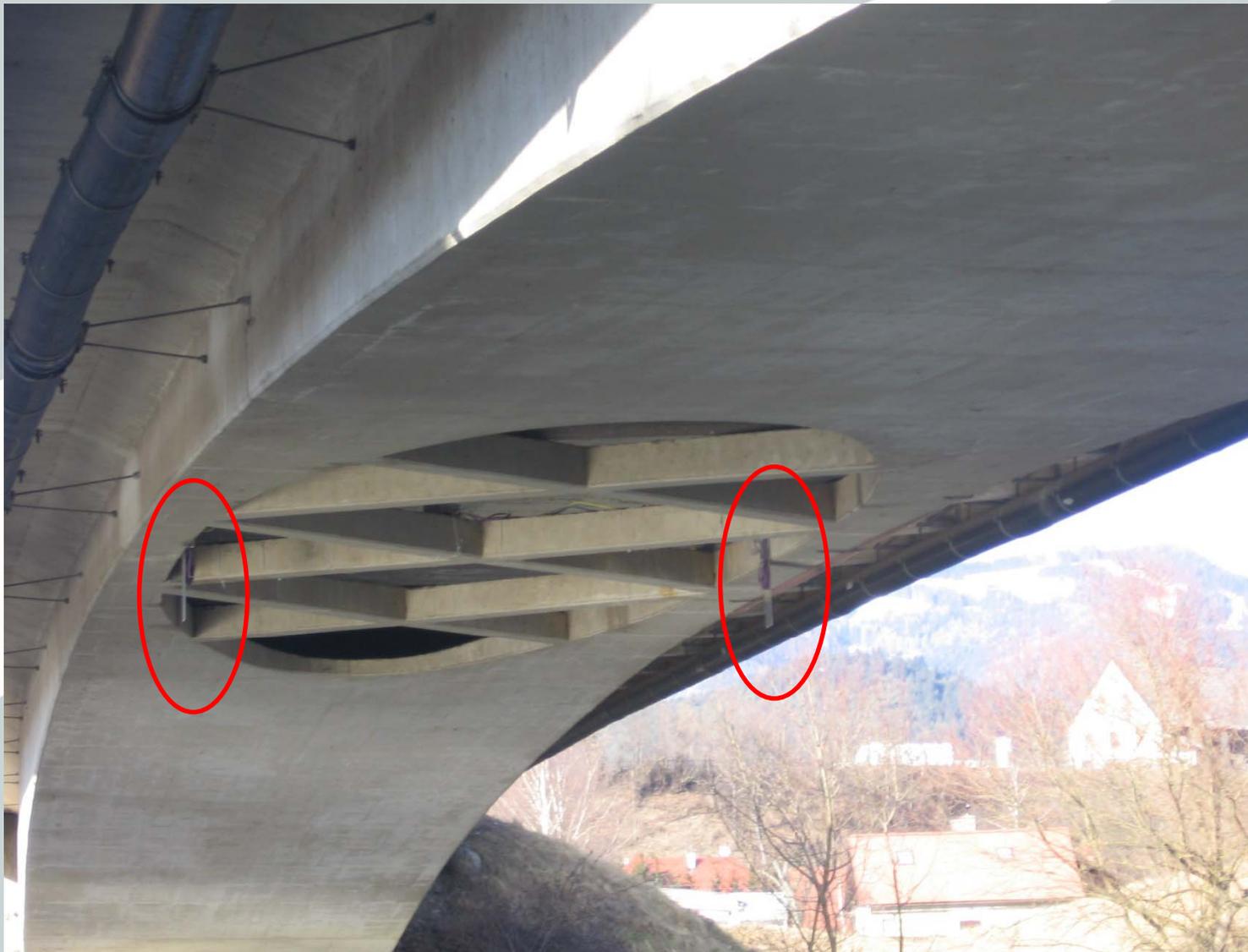
Viertelpunkt des Mittelfeldes



Brückenmitte



Installation Messsystem



Installation Messsystem



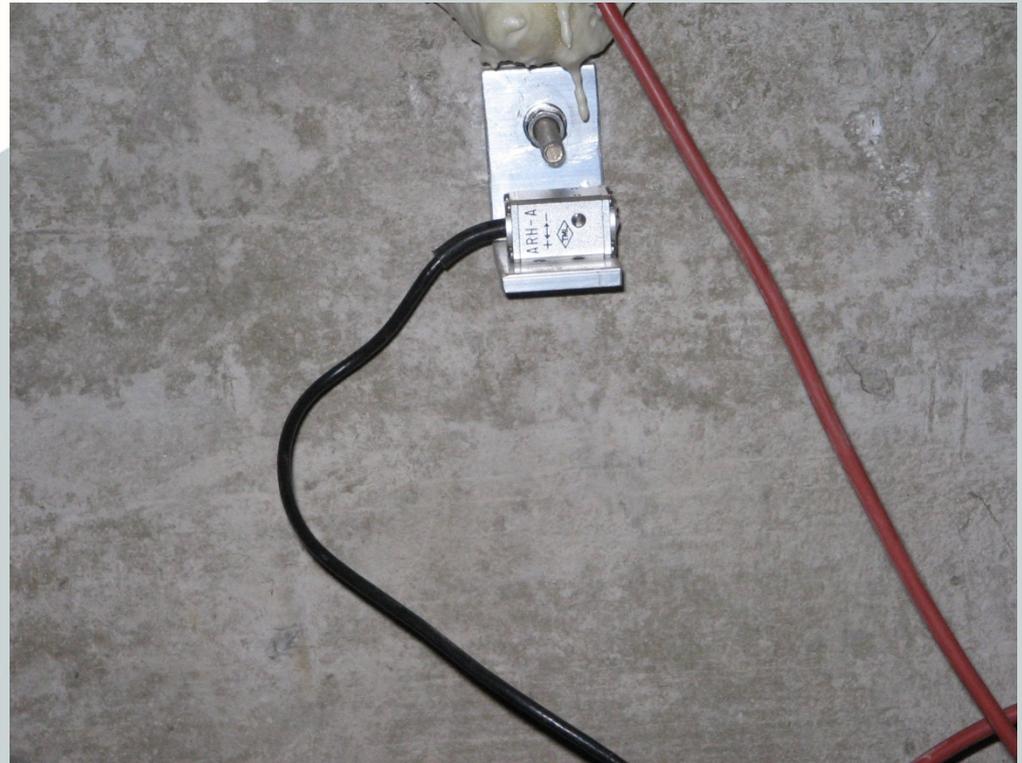
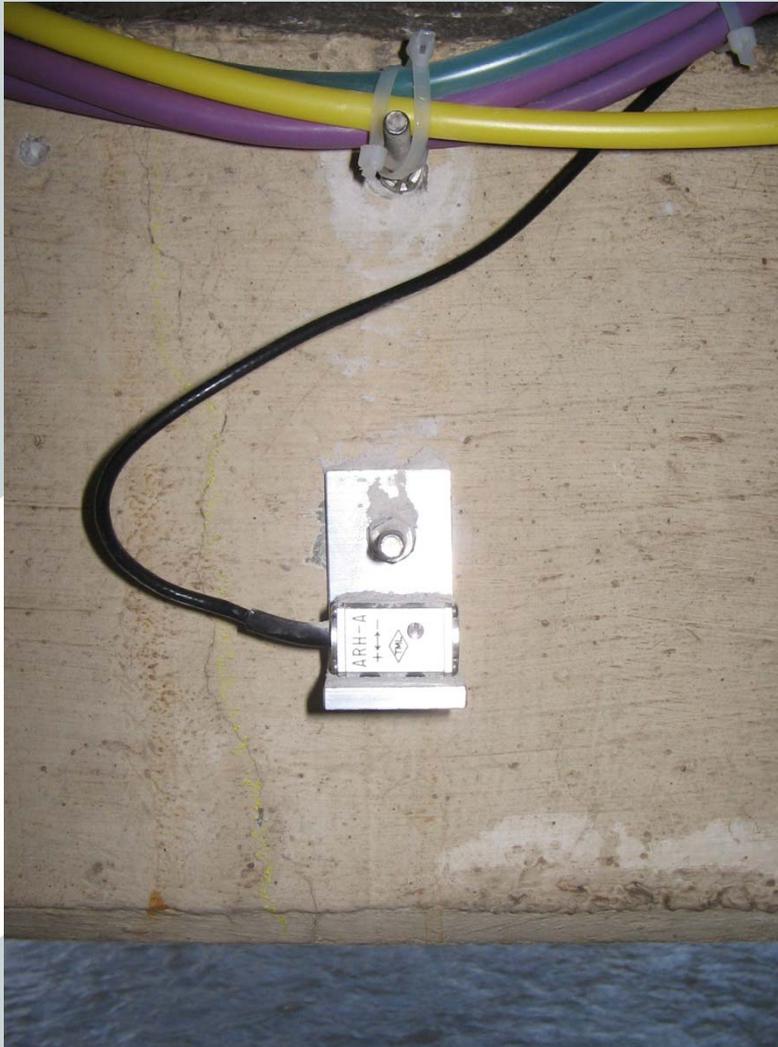
Installation Messsystem



Installation Messsystem



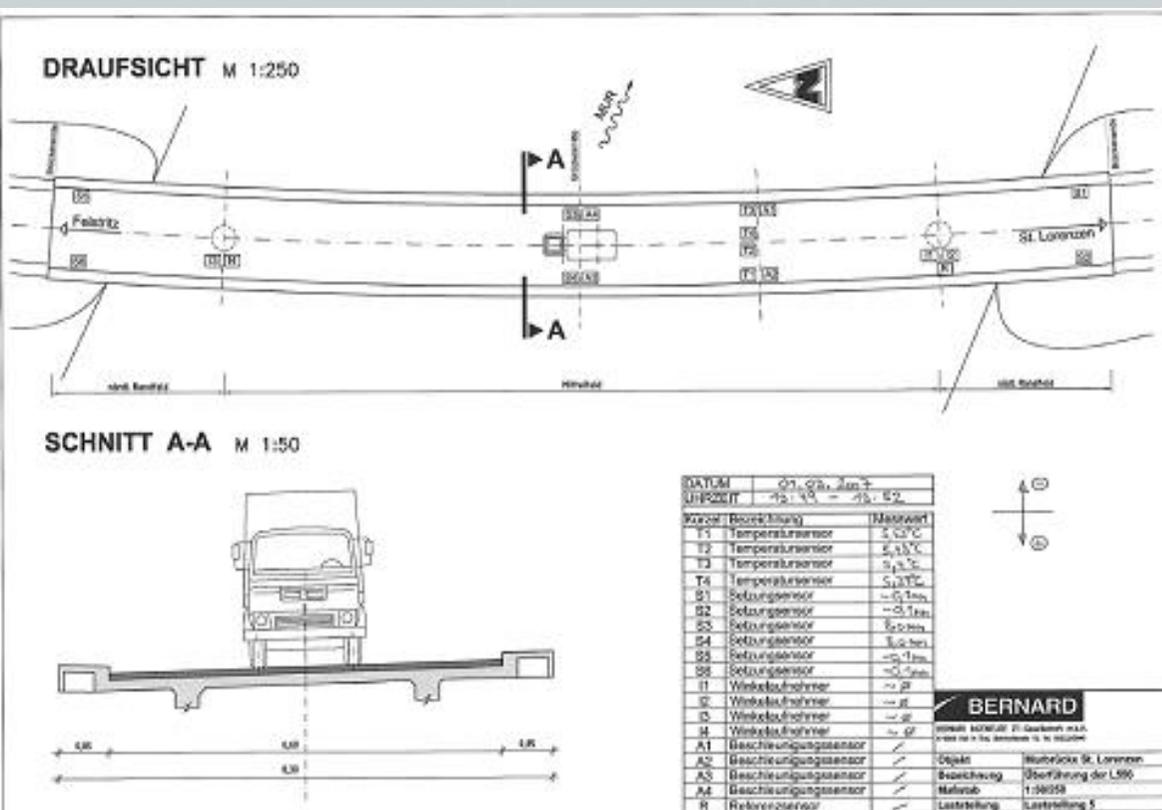
Installation Messsystem



Installation Messsystem



Probebelastung



Probebelastung

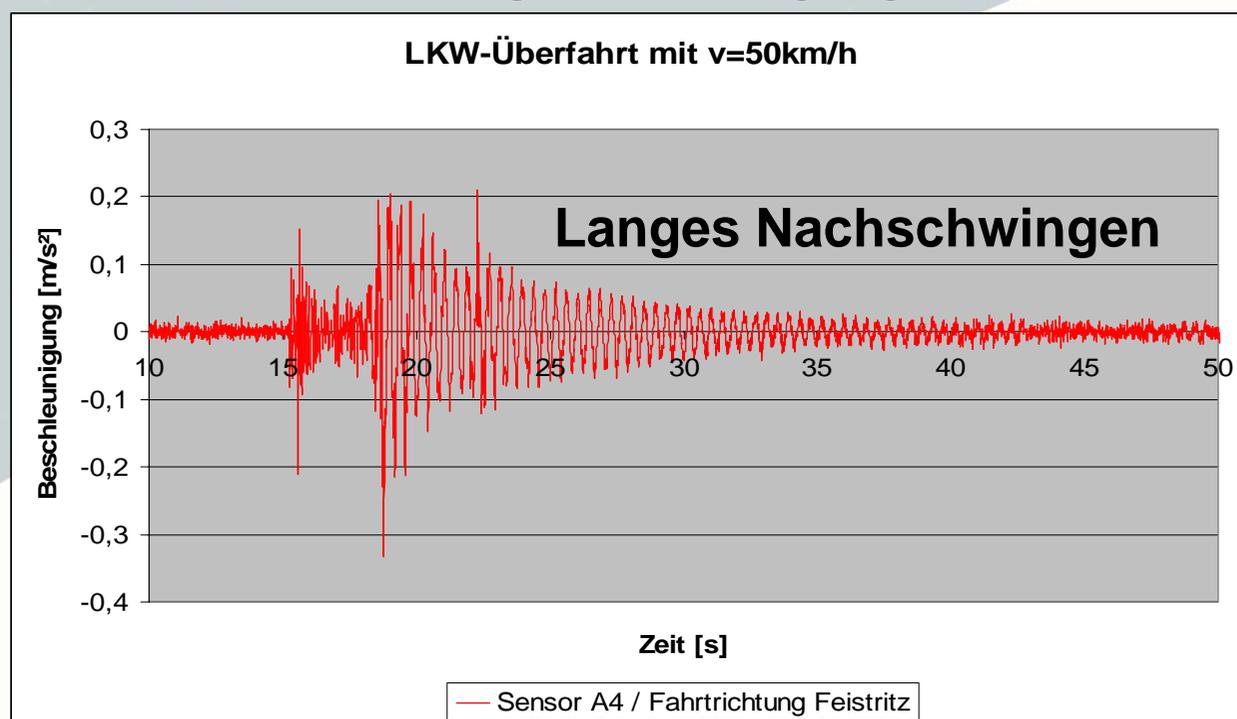
- Statische Probebelastung mit unterschiedlichen Laststellungen
- Dynamischer Probebelastung mit unterschiedlichen Fahrgeschwindigkeiten

Ergebnisse

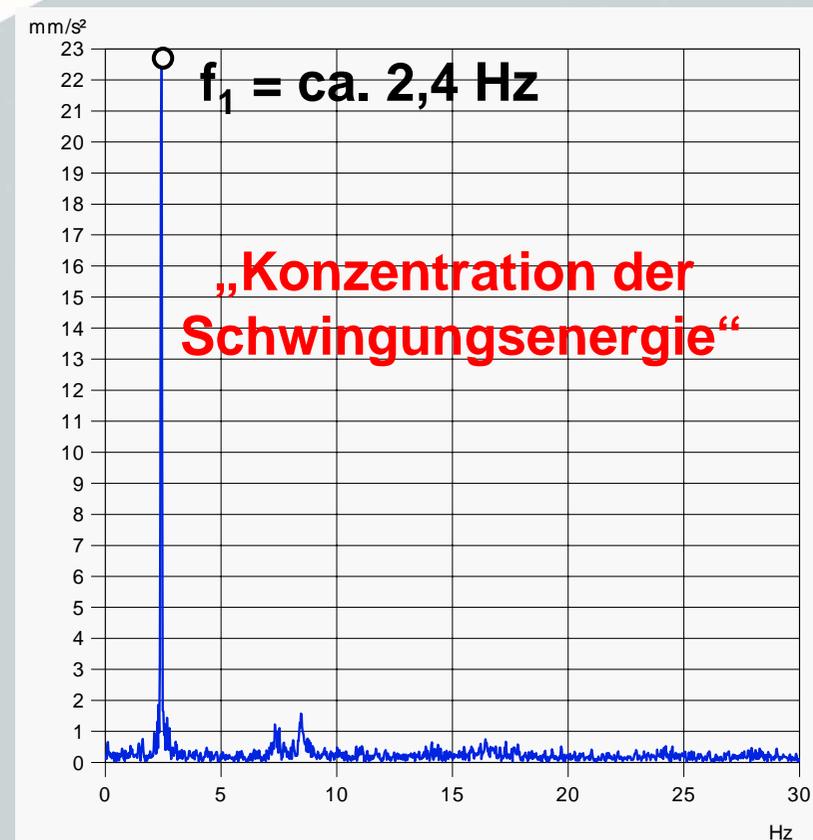
- Kleinere Verformungen als berechnet
- Nahezu keine Verformungen am Auslegerende
- Brücke ist stark schwingungsanfällig

Analysen

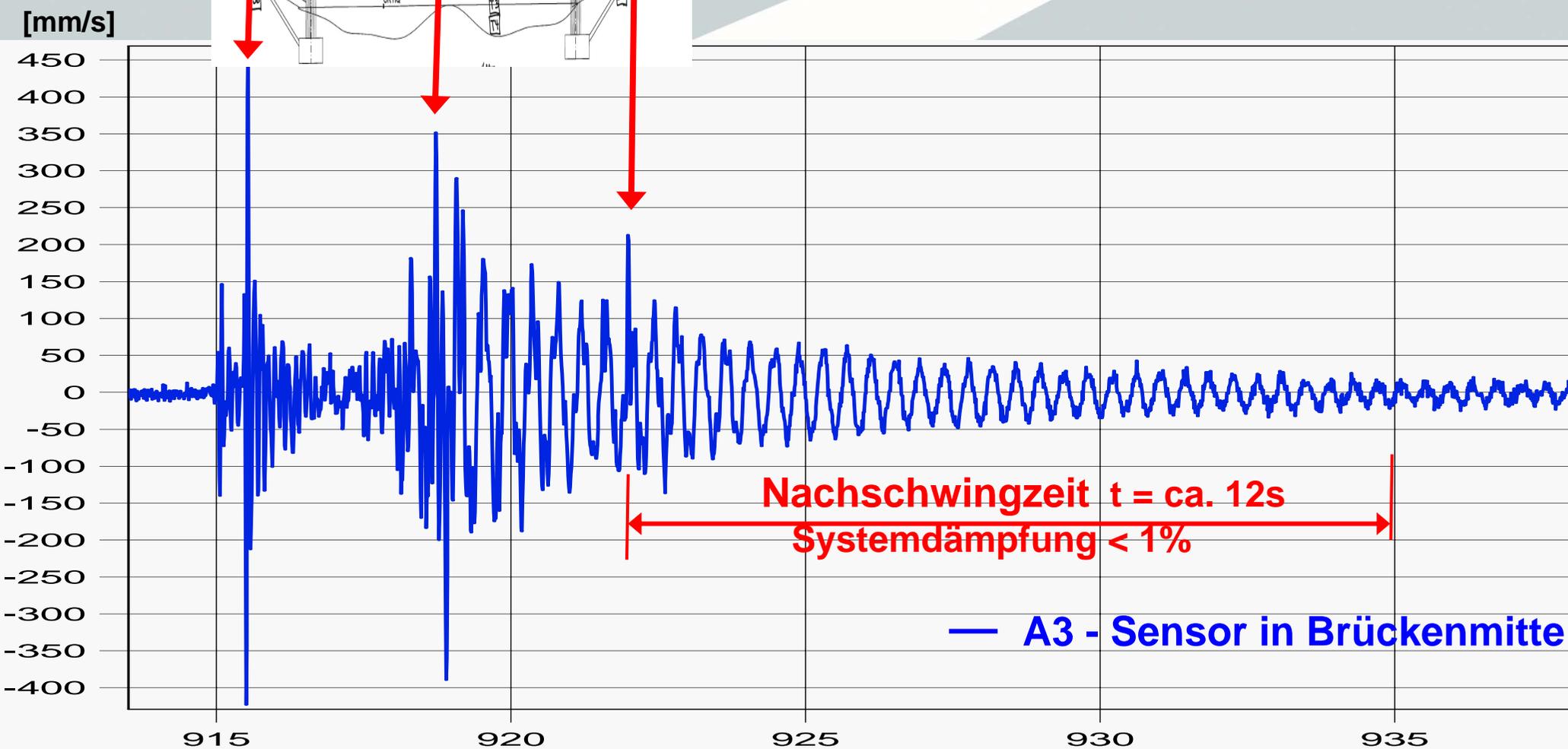
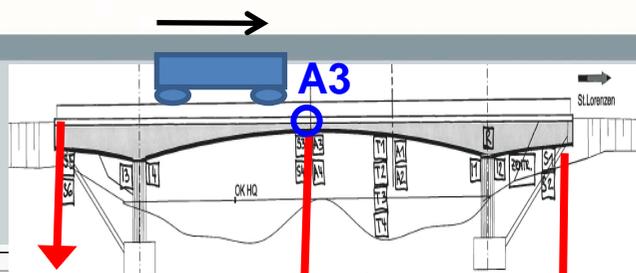
Schwingbeschleunigung



Frequenzspektrum

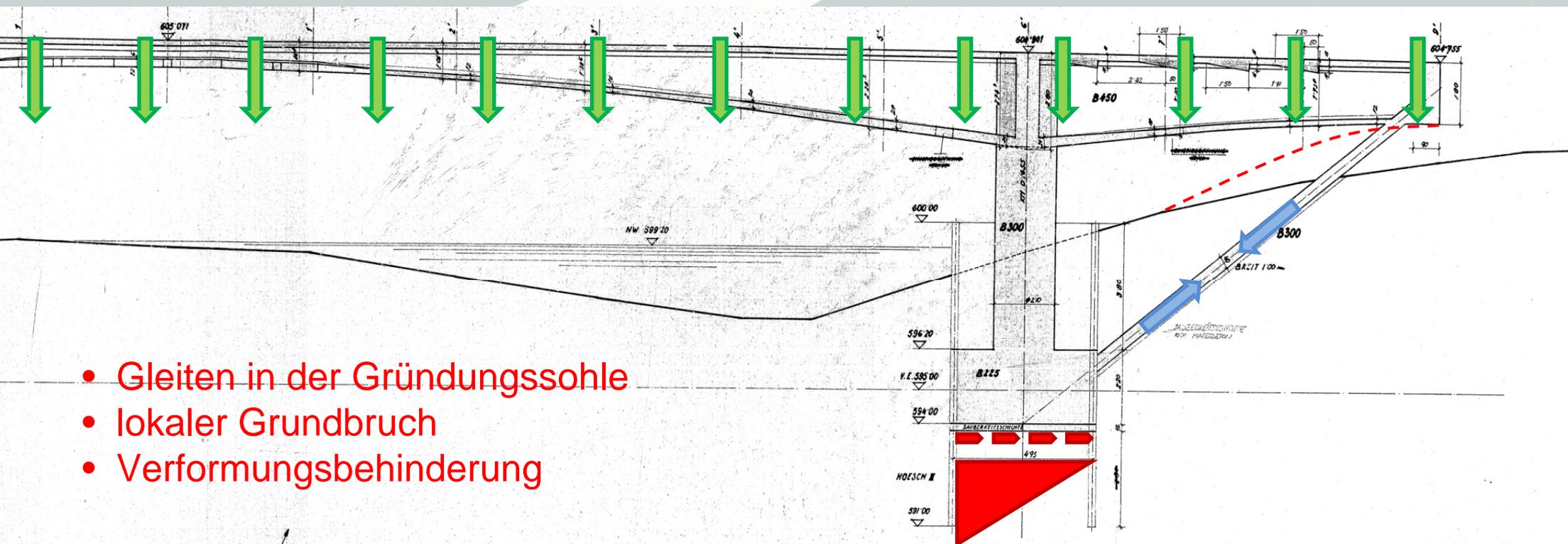


Brückenschwingungen



Analysen

Schadensursache

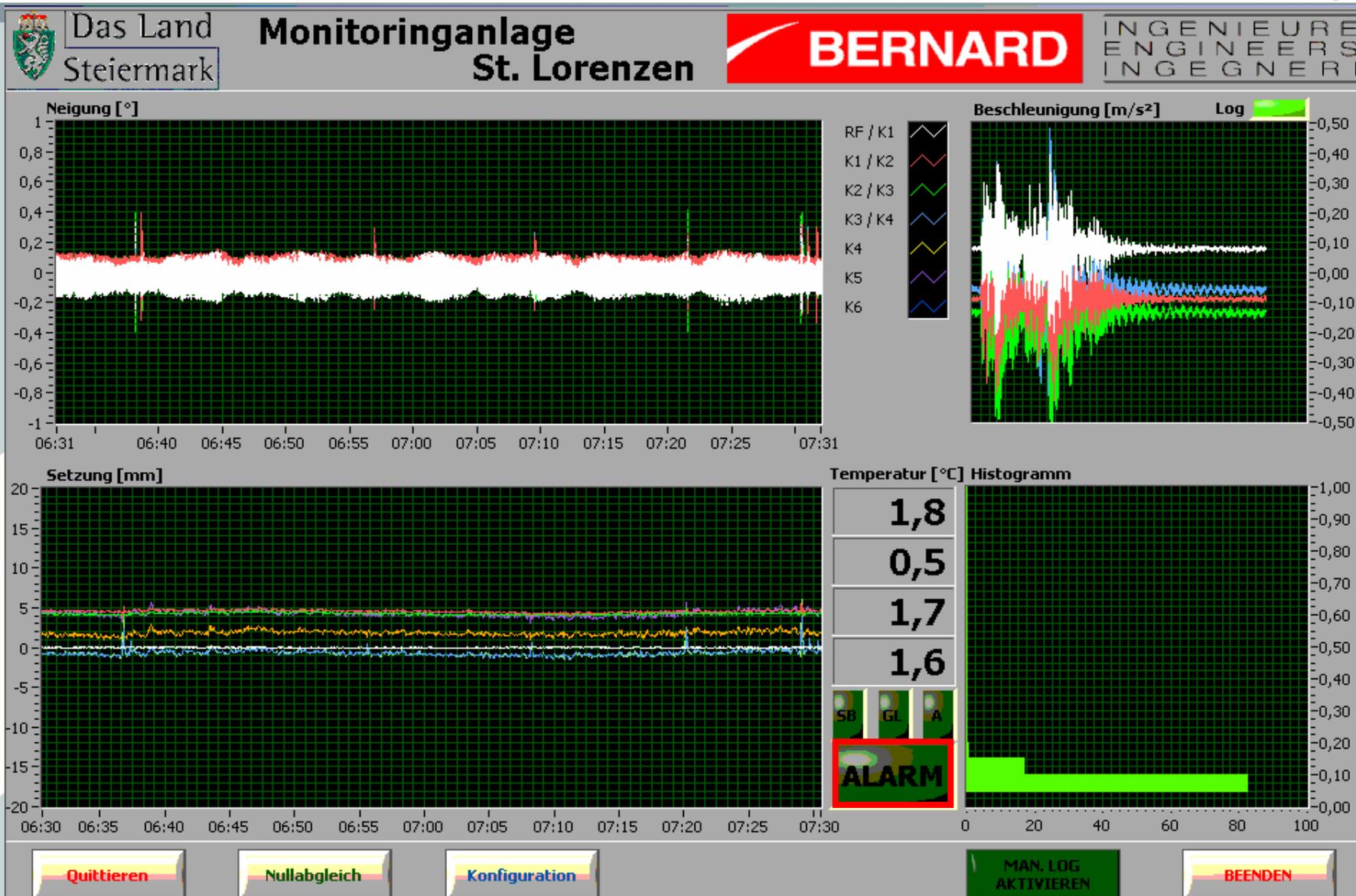


Permanentes Monitoring

Anforderungen, Qualität und Erwartungen an permanente Monitoringanlage

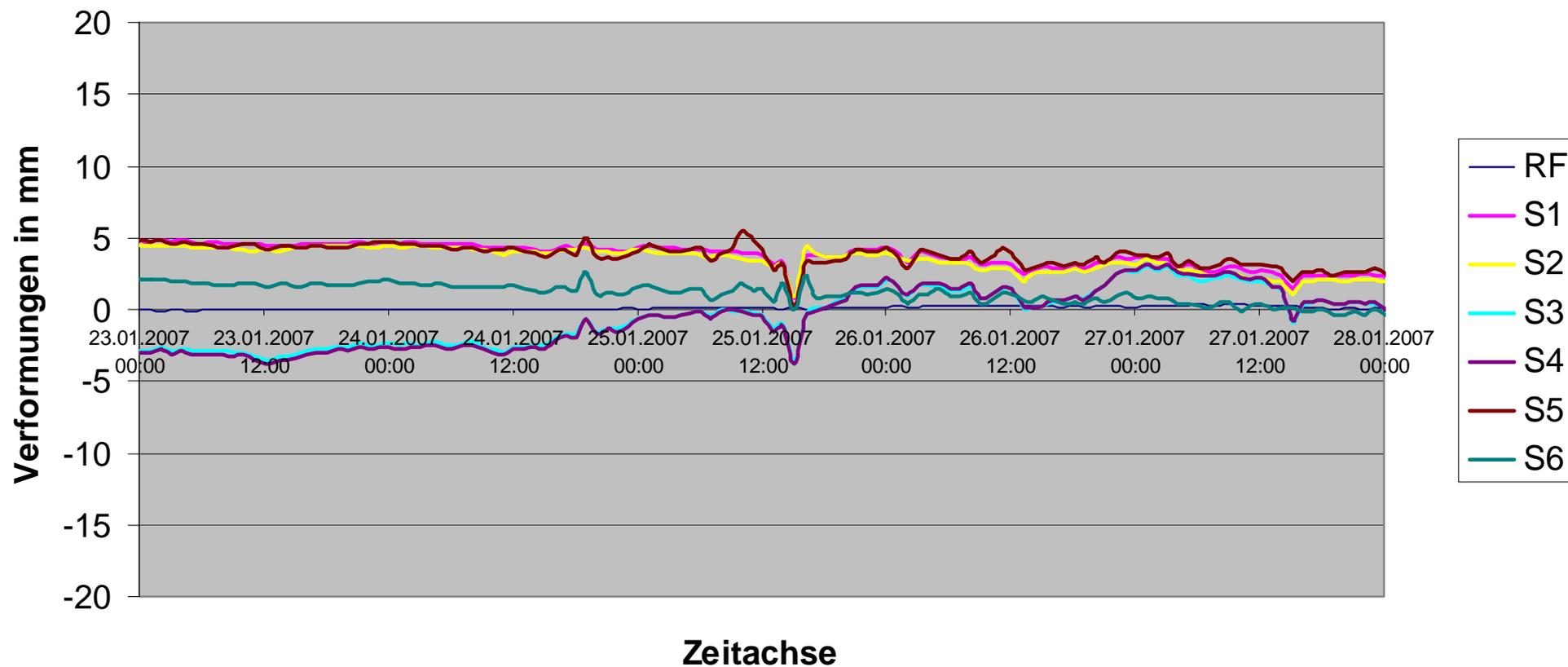
- Permanenten Online-Überwachung des Brückenzustandes kombiniert mit Alarmplan
- Automatisierter Datentransport , Standardauswertung und web-Darstellung
- Qualität der Monitoringanlage ist Abhängig von Sensorart und -Anzahl
- Früherkennung von Schäden
- Automatische Alarmierung bei Grenzwertüberschreitungen
- Rechtzeitige Brückensperre bei Alarmstufe „Rot“
- Verlängerung der Brückennutzungsdauer

Online-Überwachung



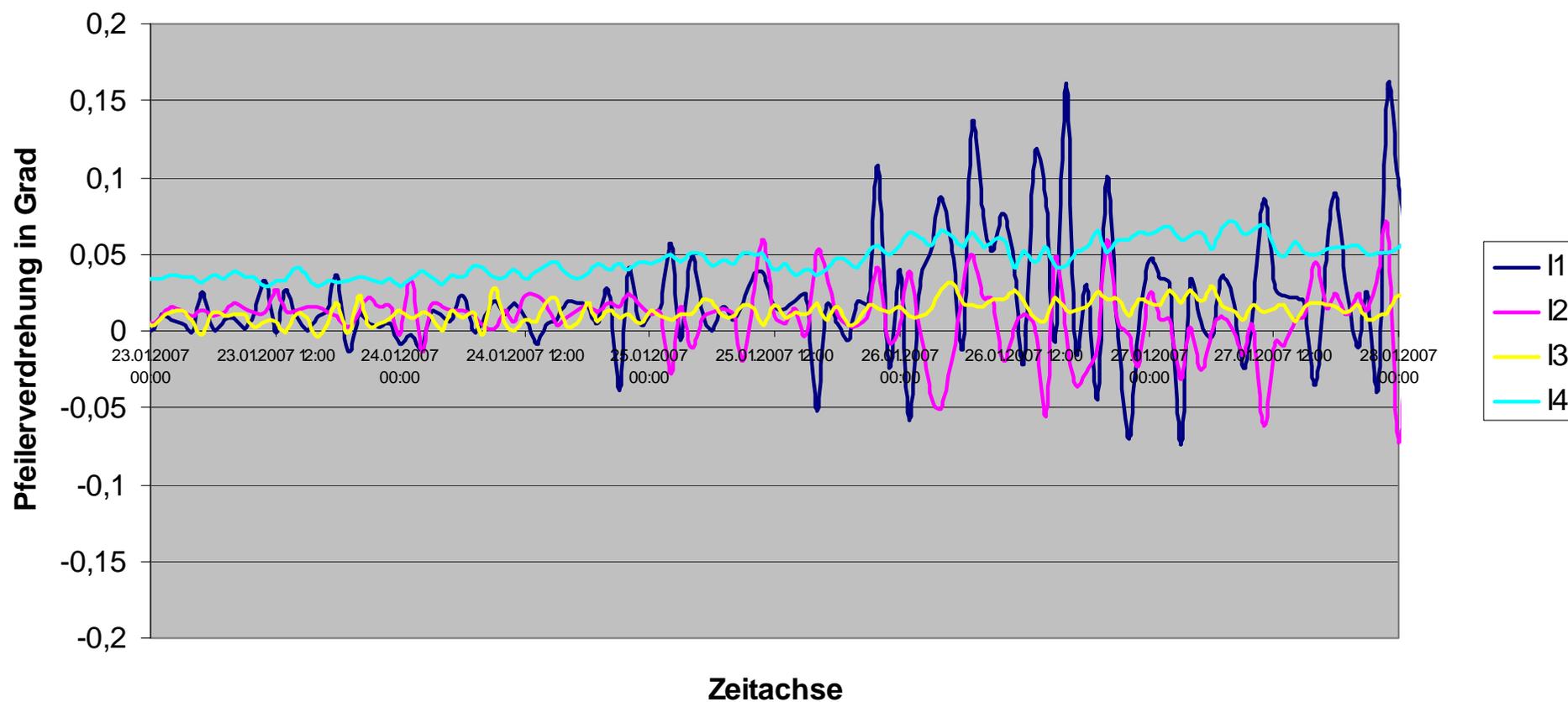
Vertikale Brückenverformungen

Murbrücke St. Lorenzen: Brückenverformungen vom 23. - 28.01.2007



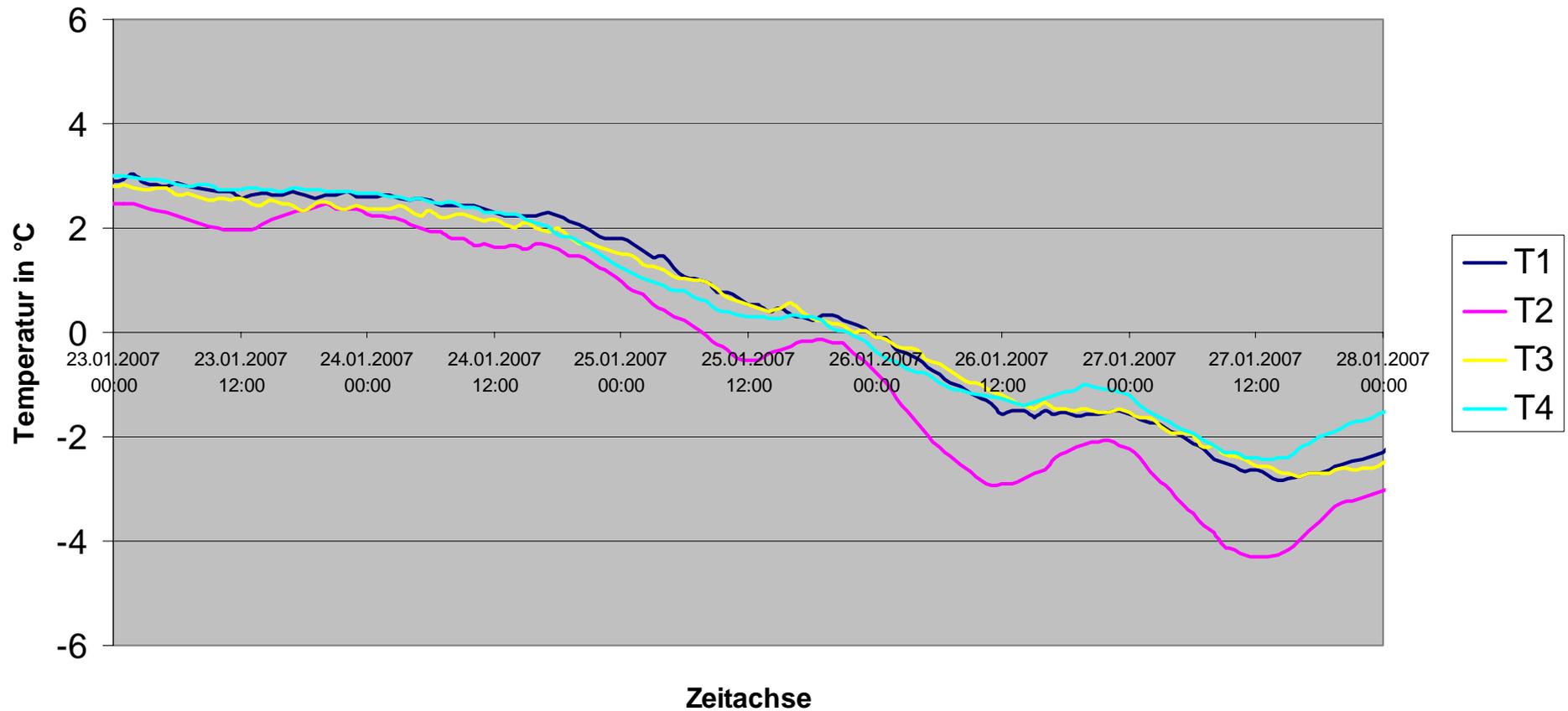
Pfeilerverdrehungen

Murbrücke St. Lorenzen: Pfeilerverdrehungen vom 23. - 28.01.2007



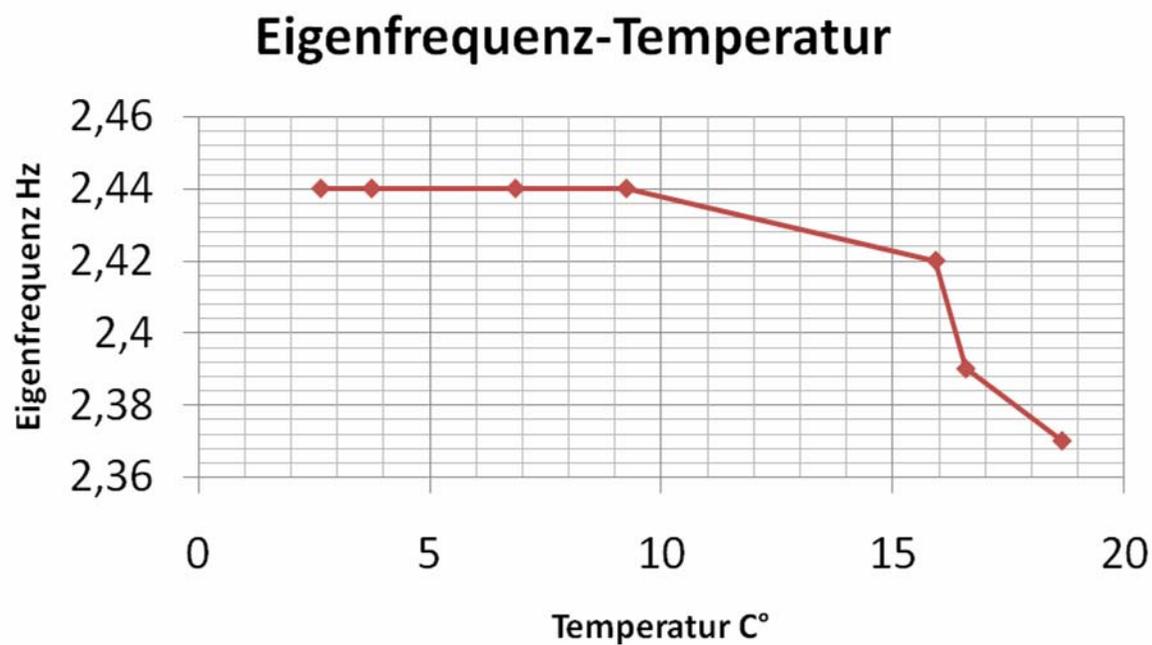
Bauteiltemperatur

Murbrücke St. Lorenzen: Bauteiltemperatur vom 23. - 28.01.2007



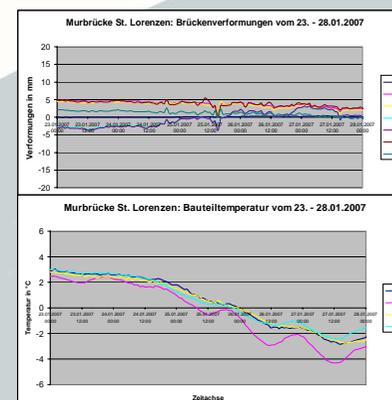
Änderung Eigenfrequenz

Entwicklung eines Temperaturmodells



Monat	Temperatur [C°]	Eigenfrequenz [Hz]
Januar	2,64	2,44
Februar	3,74	2,44
März	6,85	2,44
April	9,25	2,44
Mai	15,94	2,42
Juni	16,59	2,39
Juli	18,67	2,37

Umgang mit Messdaten



In Situ

Lokale Speicherung
der Messdaten auf PC

Bernard

Kundenfreundliche
Darstellung auf Web-Server

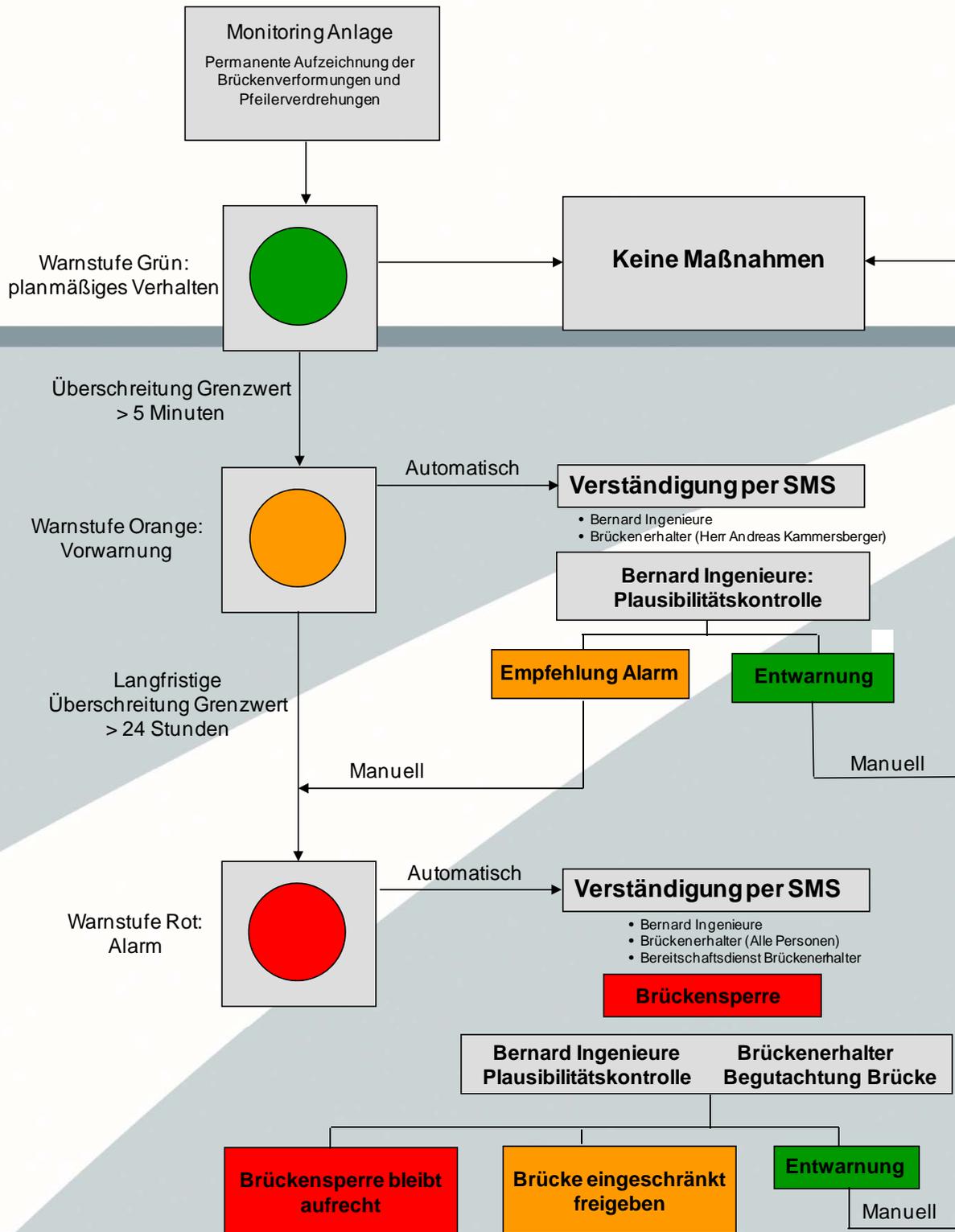
Bernard

Automatisierte
Datenabholung

Bernard

Automatisierte
Standardauswertung





Maßnahmen

Notfallplan

- Warnstufe Grün: planmäßiges Verhalten
- Warnstufe Orange: Überschreitung Grenzwert > 5min ⇒ Vorwarnung
- Warnstufe Rot: Überschreitung Grenzwert > 24 Stunden ⇒ Brückensperre

Schlussfolgerungen

Zusammenfassung

1. Die optimale Sanierung kann nur bei genauer Kenntnis der Schadensursache erfolgen. Dazu kann eine umfangreiche Analyse erforderlich werden.
2. Bauwerksmessungen sind nur in Kombination mit einer FE-Rechnung sinnvoll.
3. Die Qualität und Aussagekraft einer Monitoringanlage hängt stark von Anzahl, Anordnung und Typen der Sensoren ab
4. Die Vorteile einer Online-Überwachung sollten durch einen Alarmplan genutzt werden.
5. Die genaue Kenntnis eines kleinen Sicherheitsniveaus ist besser als ein unkontrollierbares hohes Niveau

Brückentagung 2007

