



Münchner Monitoring Dialog 2016

U-Bhf. Poccistraße: Bauwerk, Sonderprüfung und automatisches Monitoring

Christian GLOMP, Stadtwerke München GmbH

Beschreibung der Konstruktion im Bauwerksbuch

Die Strecke zwischen Bf.-Implerstraße und Bf.-Goetheplatz wurde im Schildvortriebsverfahren hergestellt.

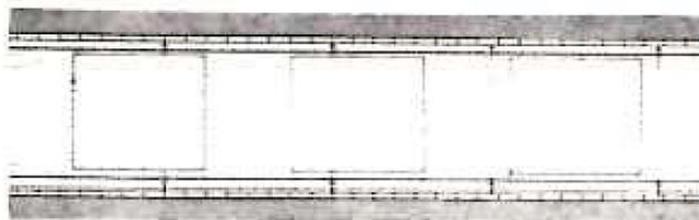
Im Bereich des Bf.-Poccistraße wurden die beiden Tunnelröhren mit Querstollen verbunden und auf 2 Stützenreihen abgestützt. Die Bahnhofssohle wurde in einer 1.15 m starken Stahlbetonplatte hergestellt. Die Gewölbedecke ca. 0,30 - 0,55 m stark, ist aus vorgespannten Stahlbeton.

Bauwerk

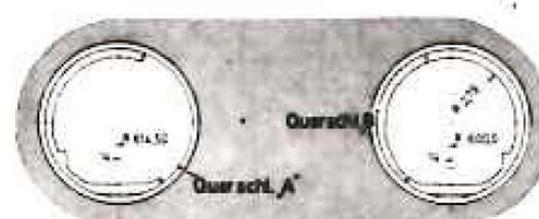
Die Strecke zwischen Bf.-Implerstraße und Bf.-Goetheplatz wurde im Schildvortriebsverfahren hergestellt.

Im Bereich des Bf.-Poccistraße wurden die beiden Tunnelröhren mit Querstollen verbunden und auf 2 Stützenreihen abgestützt. Die Bahnhofssohle wurde in einer 1.15 m starken Stahlbetonplatte hergestellt. Die Gewölbedecke ca. 0,30 - 0,55 m stark, ist aus vorgespannten Stahlbeton.

Längsschnitt Tunnelst. Gleis 1 u. 2



Querschnitt Gleis 1 u. 2



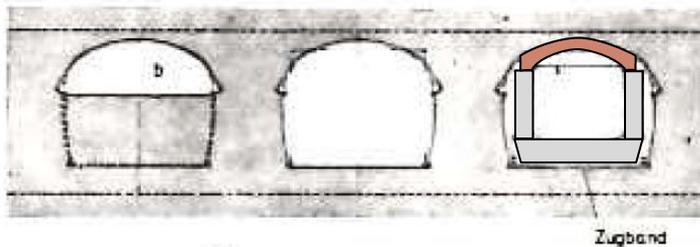
Bauwerk

Die Strecke zwischen Bf.-Implerstraße und Bf.-Goetheplatz wurde im Schildvortriebsverfahren hergestellt.

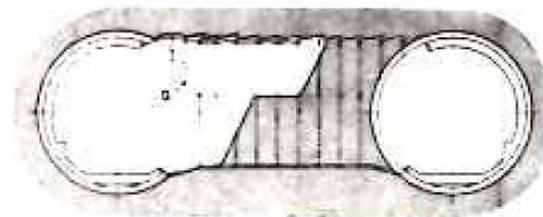
Im Bereich des Bf.-Poccistraße wurden die beiden Tunnelröhren mit Querstollen verbunden und auf

2 Stützenreihen abgestützt. Die Bahnhofssohle wurde in einer 1.15 m starken Stahlbetonplatte hergestellt. Die Gewölbedecke ca. 0,30 - 0,55 m stark, ist aus vorgespannten Stahlbeton.

Längsschnitt - Achse Bahnsteig

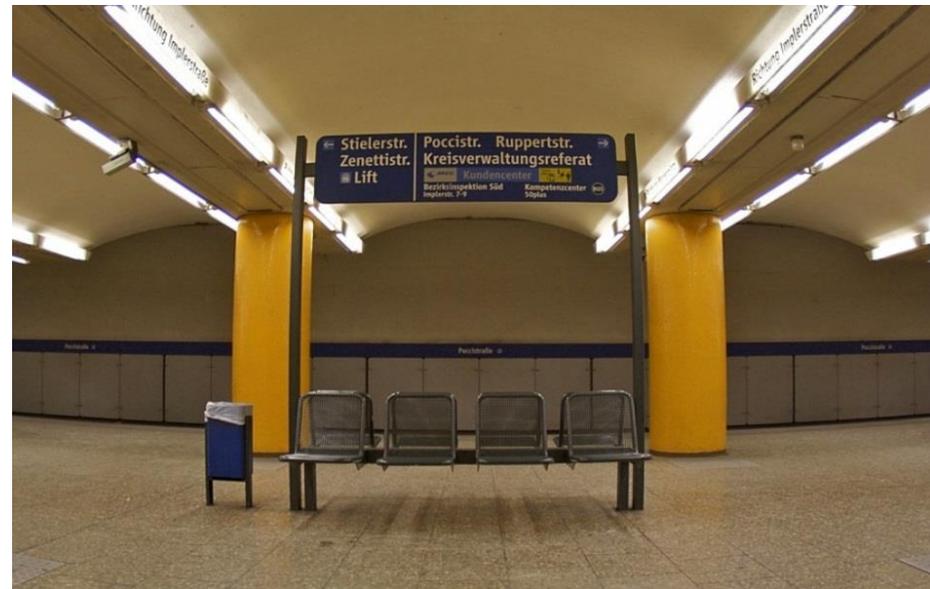


Querschnitt während des Vortriebs



Bauwerk

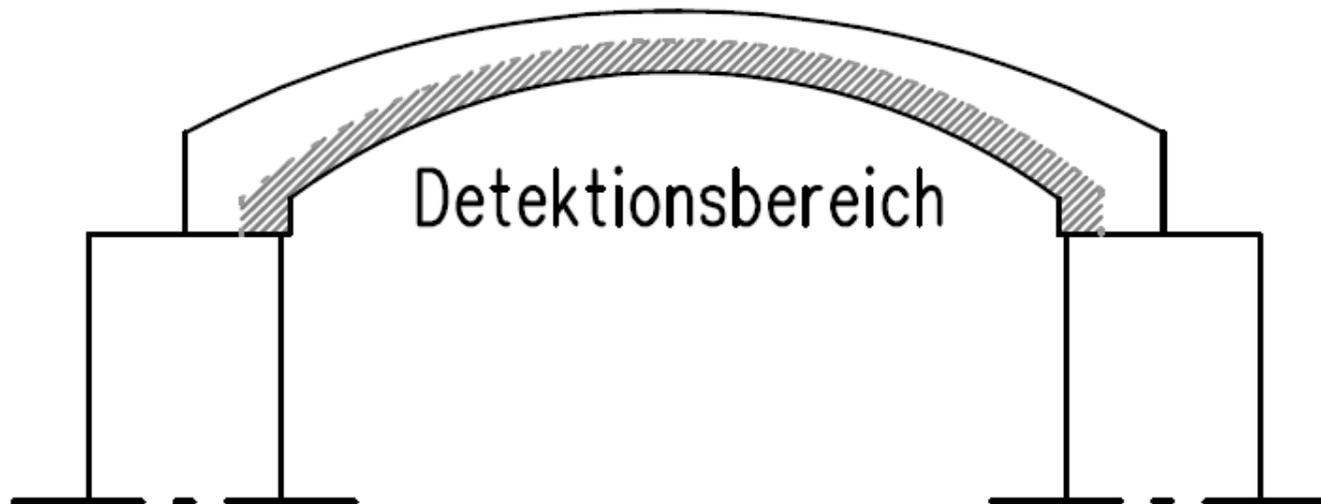
Die Strecke zwischen Bf.-Implerstraße und Bf.-Goetheplatz wurde im Schildvortriebsverfahren hergestellt. Im Bereich des Bf.-Poccistraße wurden die beiden Tunnelröhren mit Querstollen verbunden und auf 2 Stützenreihen abgestützt. Die Bahnhofssohle wurde in einer 1.15 m starken Stahlbetonplatte hergestellt. Die Gewölbedecke ca. 0,30 - 0,55 m stark, ist aus vorgespannten Stahlbeton.



Veranlassung

Gutachten KHP von 2012 auf der Grundlage der HA Spannungsrissskorrosion

- Ankündigungsverhalten (Riss vor Bruch) gegeben
- Sonderprüfung alle 2,5 Jahre



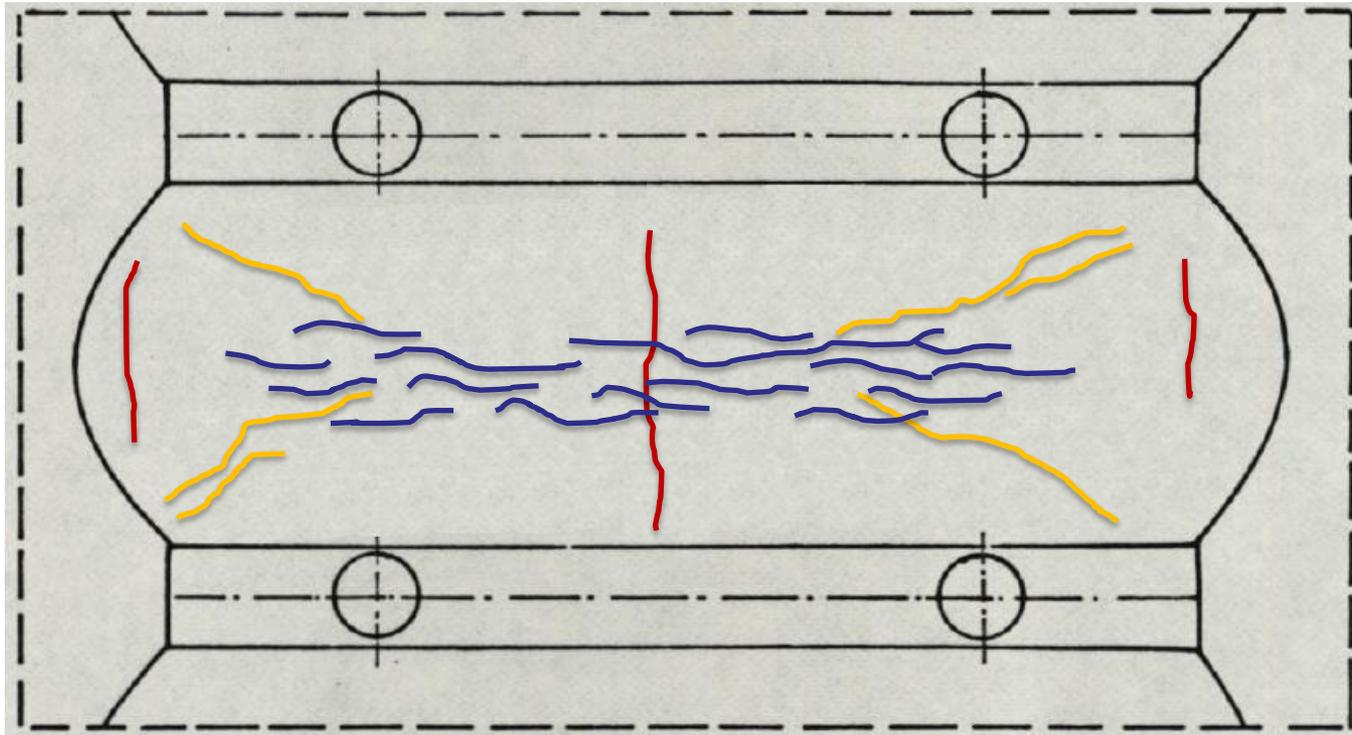
Entfernung Tapete

Bei der Entfernung der Tapete werden schnell erste Risse sichtbar.



Rissarten

Das Rissbild der Gewölbe variiert stark, es wurden die folgenden Rissarten festgestellt:



Risskartierung

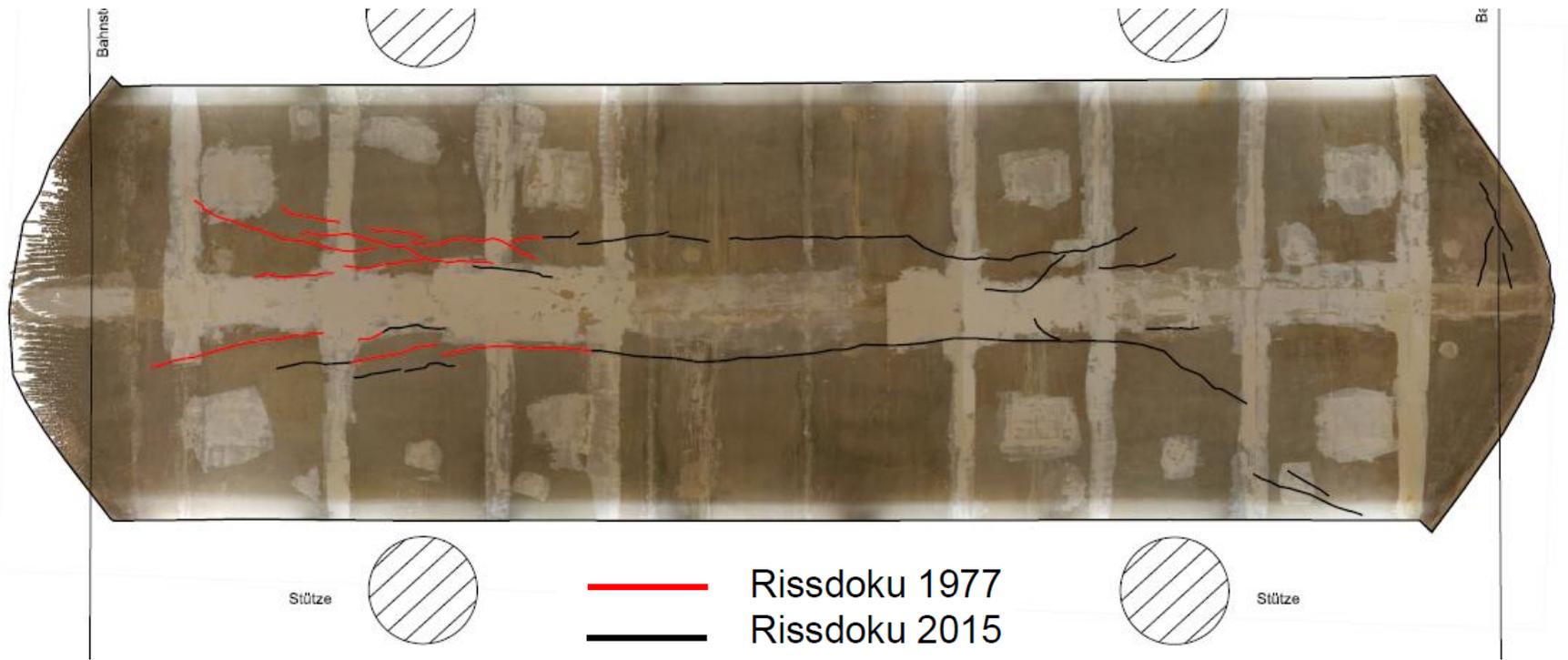
Die Risse werden angezeichnet und mit einem Laserscanner aufgenommen.

Ergebnis: Maßstäbliche Risskartierung



Rissentwicklung

Risse haben sich verlängert, neue sind hinzugekommen.



Deckenöffnungen

Zur Prüfung der Hüllrohrverpressung wurden 1977 Öffnungen in die Deckengewölbe gestemmt und die Hüllrohre aufgeschnitten.



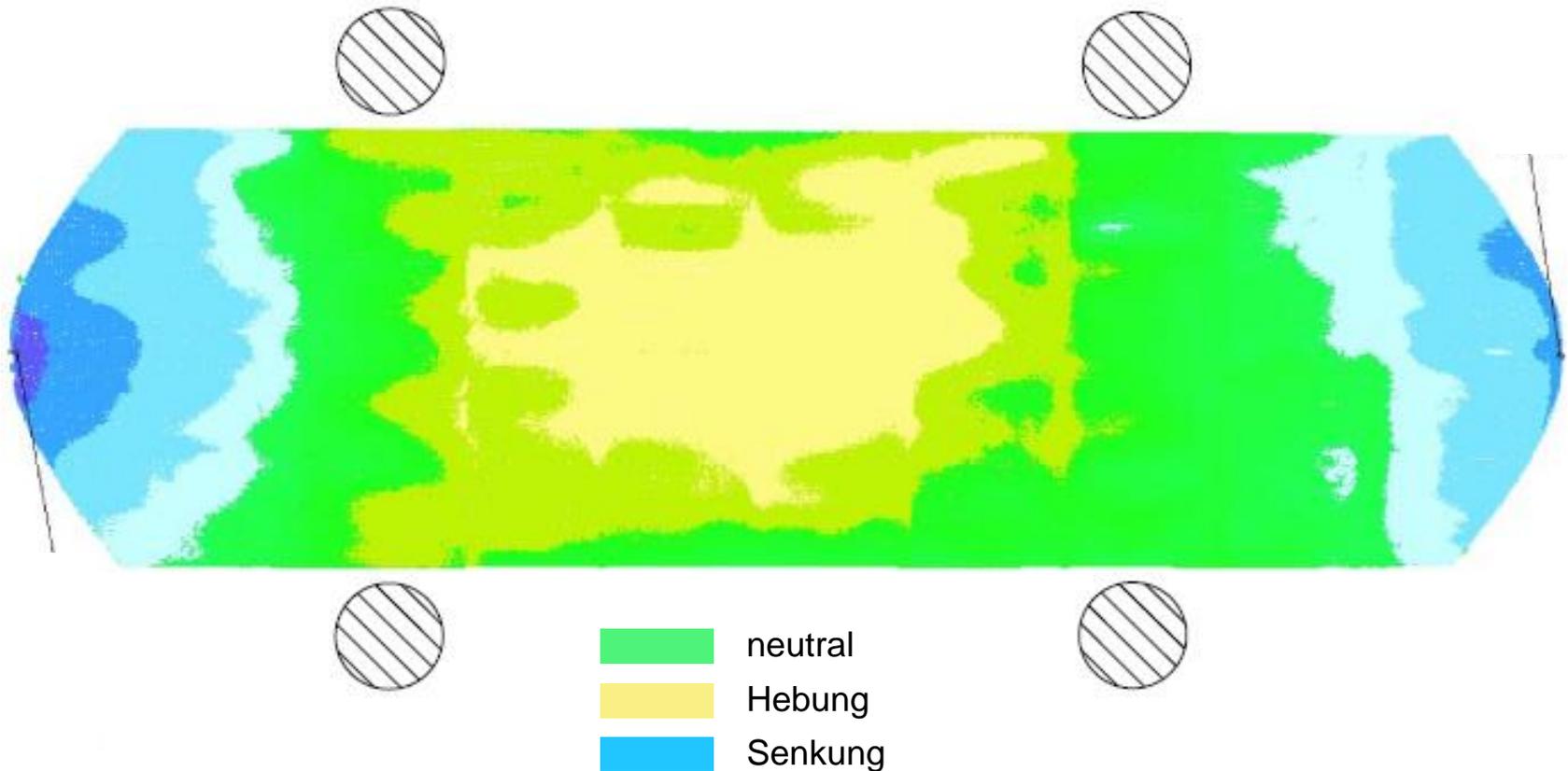
Deckenöffnungen

Deckenöffnungen waren nicht fachgerecht verfüllt.



Verformungsplots

Abgeleitet aus dem Vergleich der Laserscan Daten mit der Sollkontur.



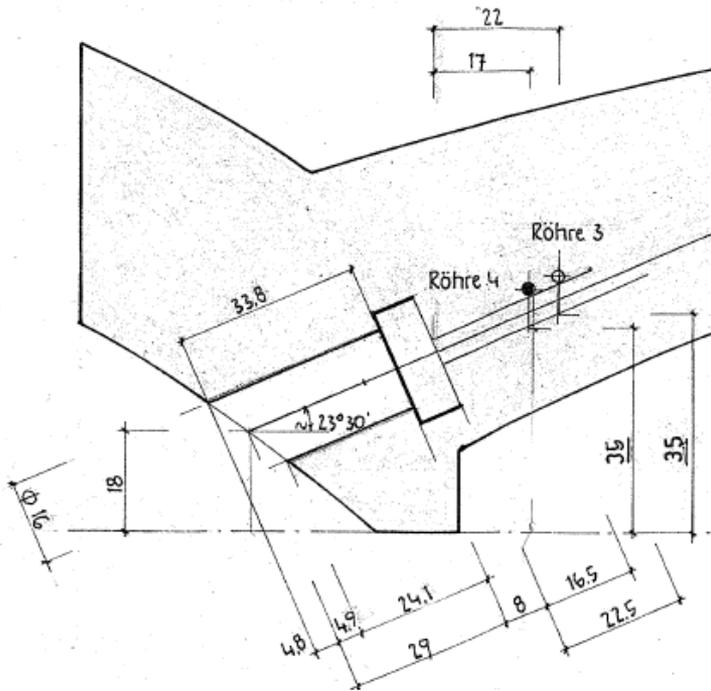
Spannglieduntersuchung

Nach der Prüfung möglicher Untersuchungsmethoden wurde das Ultraschallverfahren gewählt.



Spannglieduntersuchung

Freilegen Spannnischen



Sonderprüfung 2015 / 2016

Spannglieduntersuchung



Sonderprüfung 2015 / 2016

Spannglieduntersuchung



Spannglieduntersuchung

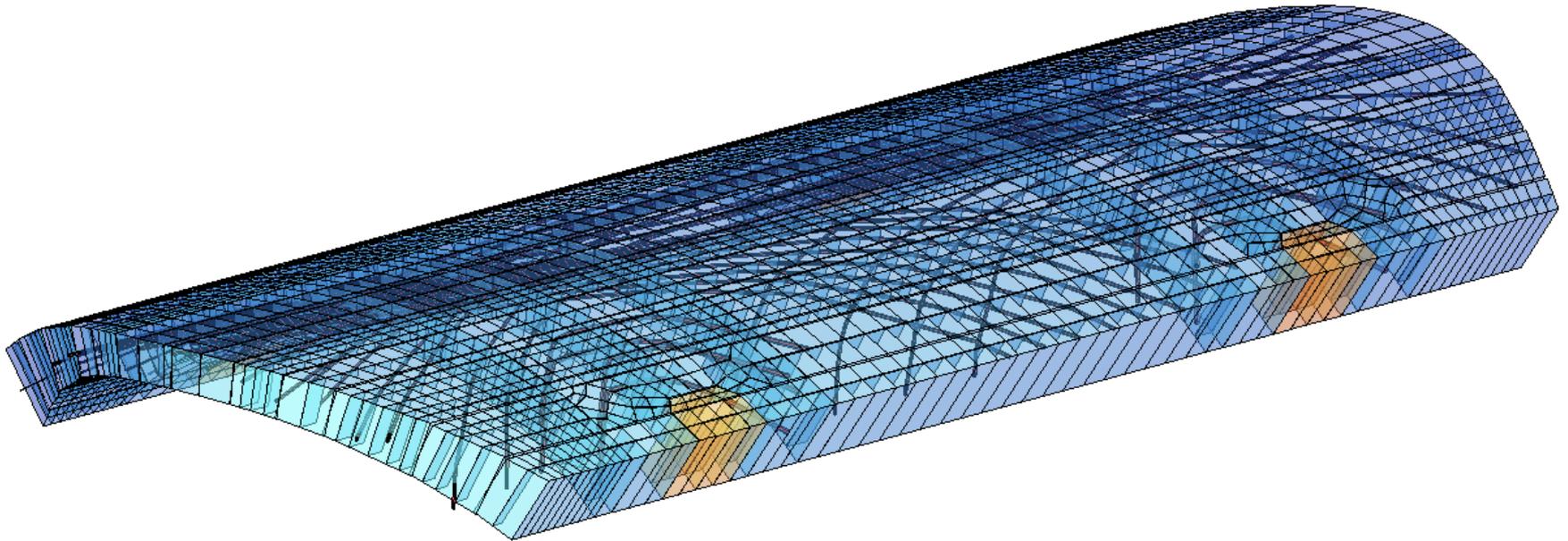


Nachrechnung

Ziel: Rückschluss auf Spanngliedzustand

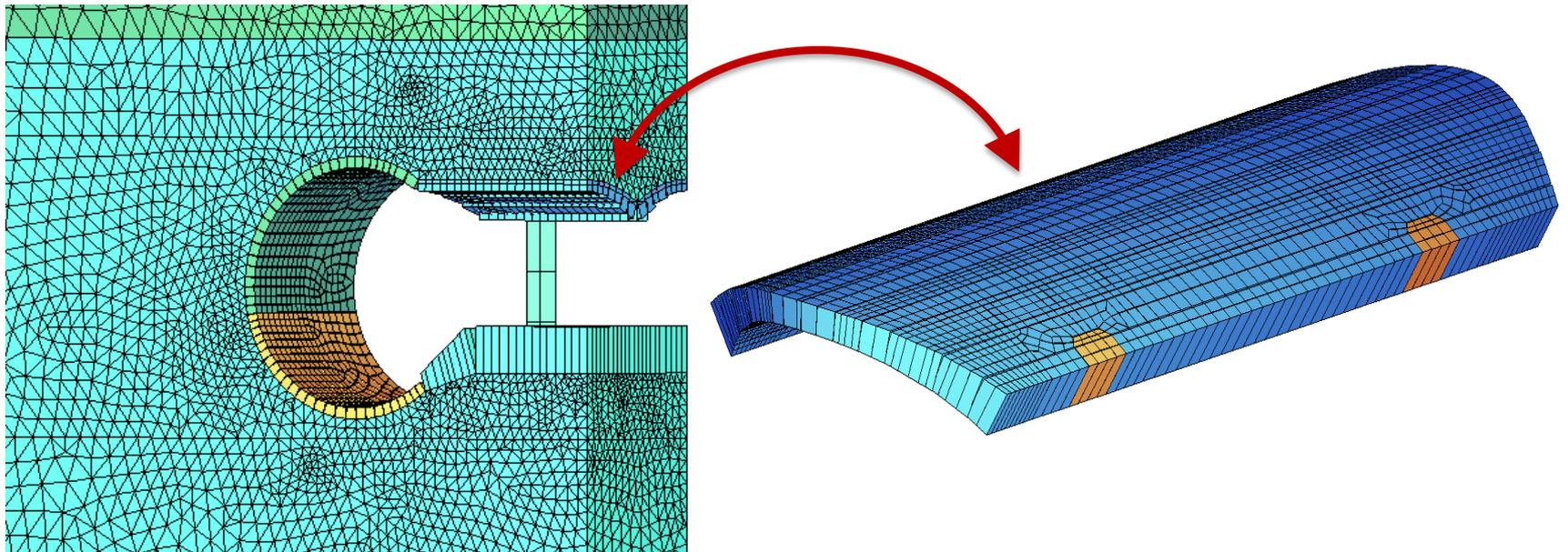
Vergleich der Systemantwort mit dem Bauwerksbefund (Verformung, Rissbild)

bei sukzessiver Spannglieddeaktivierung.



Nachrechnung

Übernahme der Erddrücke aus 3D Kontinuumsberechnung



Konstruktive Ausbildung

Betondeckung, Bewehrungsgrad, Krümmungsradius Spannglieder ...

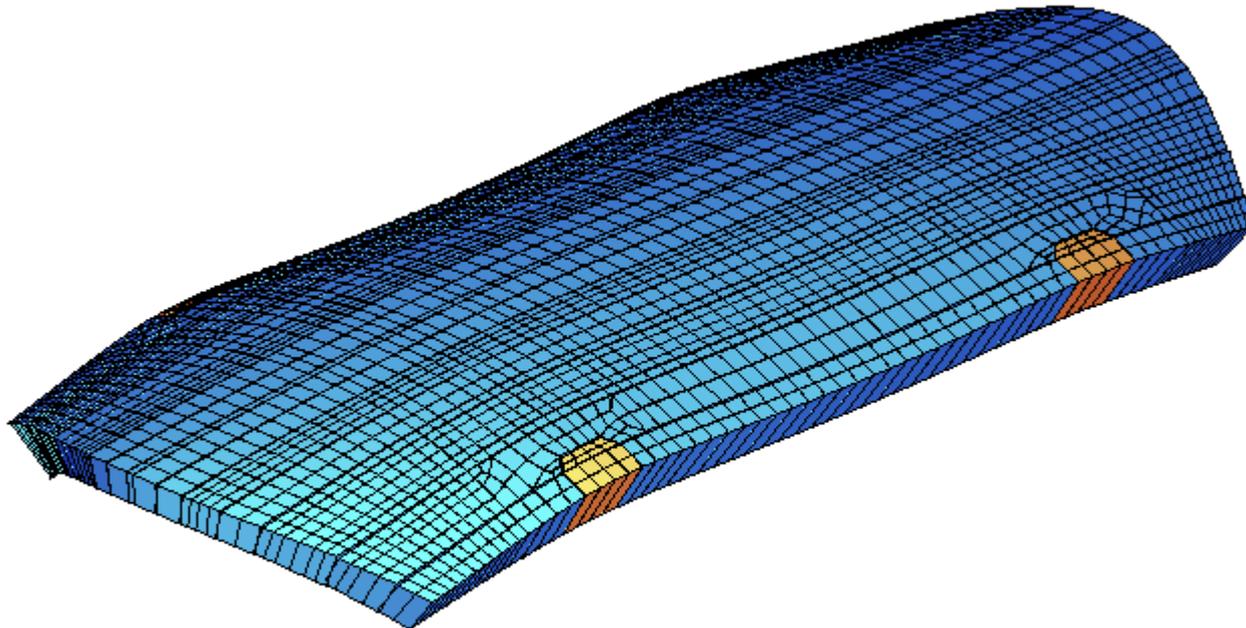


Automatisches Monitoring

Wie kann man den Bauwerkszustand und die Vorspannung überwachen?

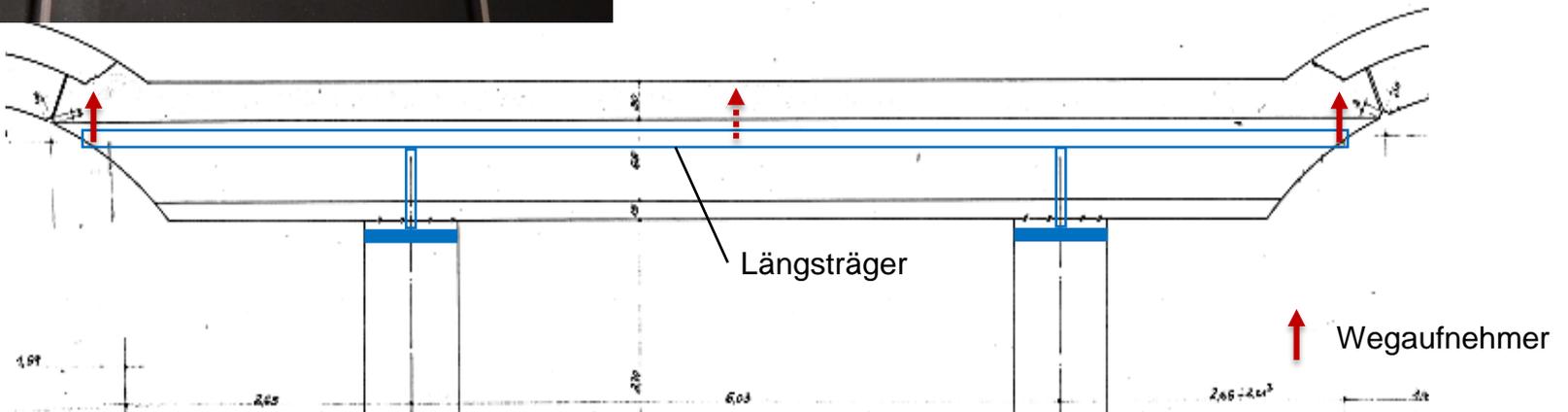
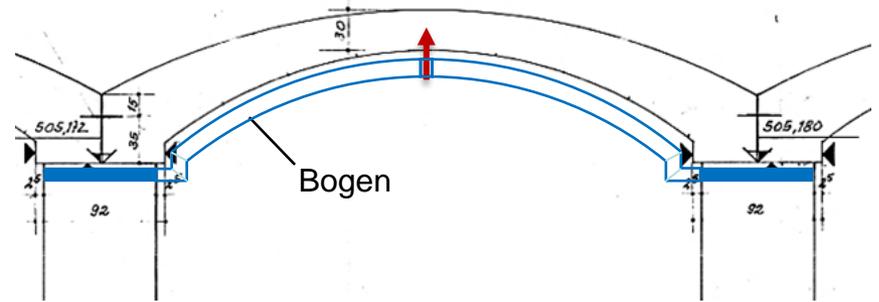
Automatisches Monitoring

Wie kann man den Bauwerkszustand und die Vorspannung überwachen?



Automatisches Monitoring

Variante 1: Wegsensoren



Automatisches Monitoring

Variante 2: Geodätische Messung



Tachymeter im
Hintergleisbereich



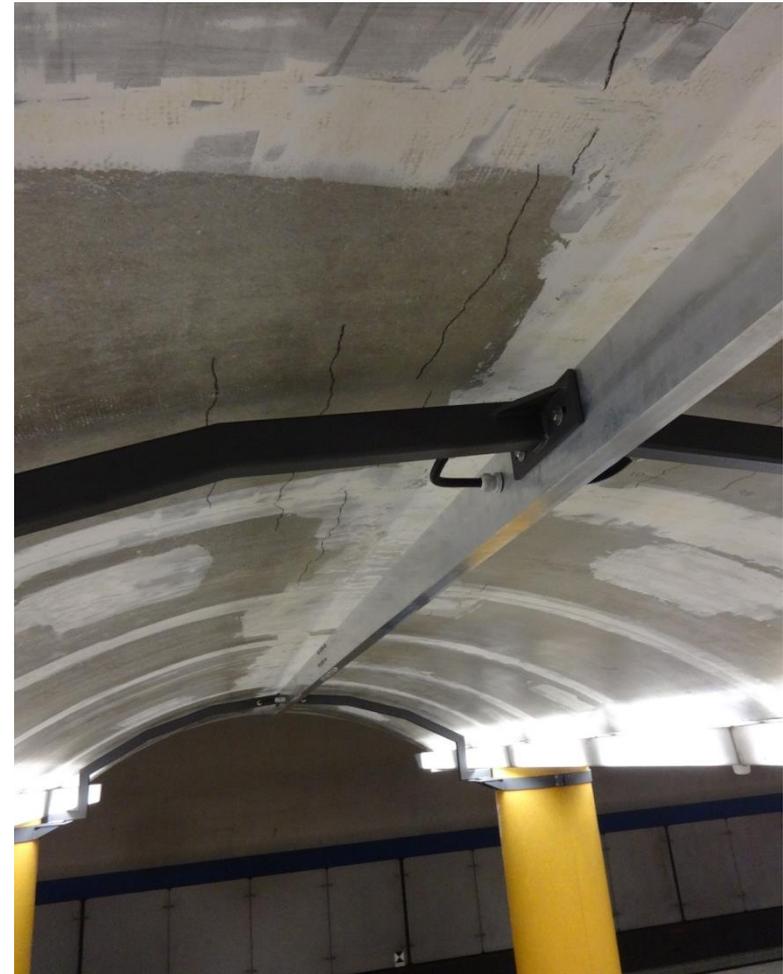
Automatisches Monitoring

Entscheidungsmatrix

Kriterium	Wegsensoren	Geodätische Messung
Kosten bis 2026		
Genauigkeit		
Inbetriebnahme		
Vandalismus		
Dauerhaftigkeit		
Flexibilität		
Risiken		
Ergebnis		

Automatisches Monitoring

Muster Sensorträger



Automatisches Monitoring

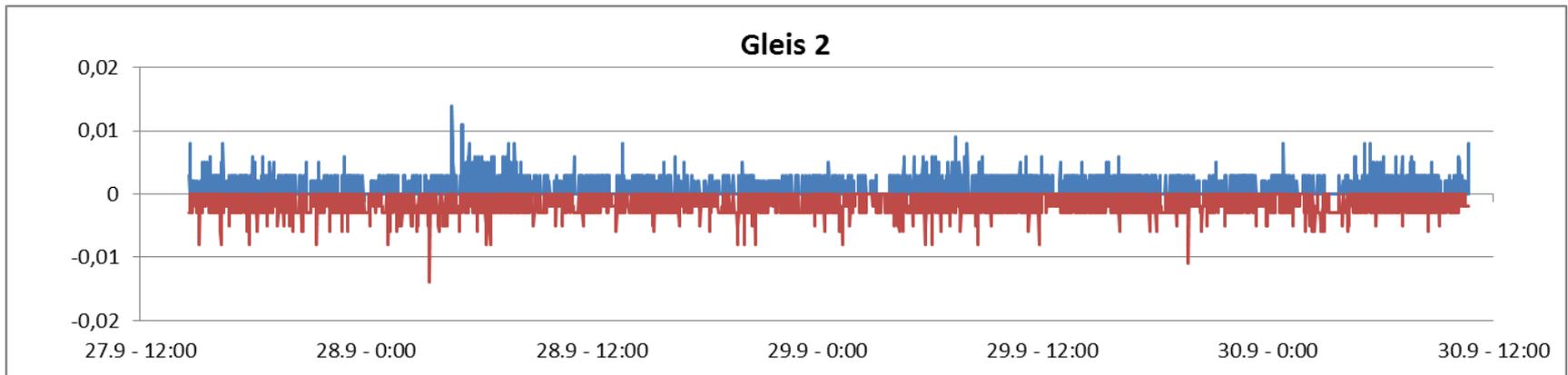
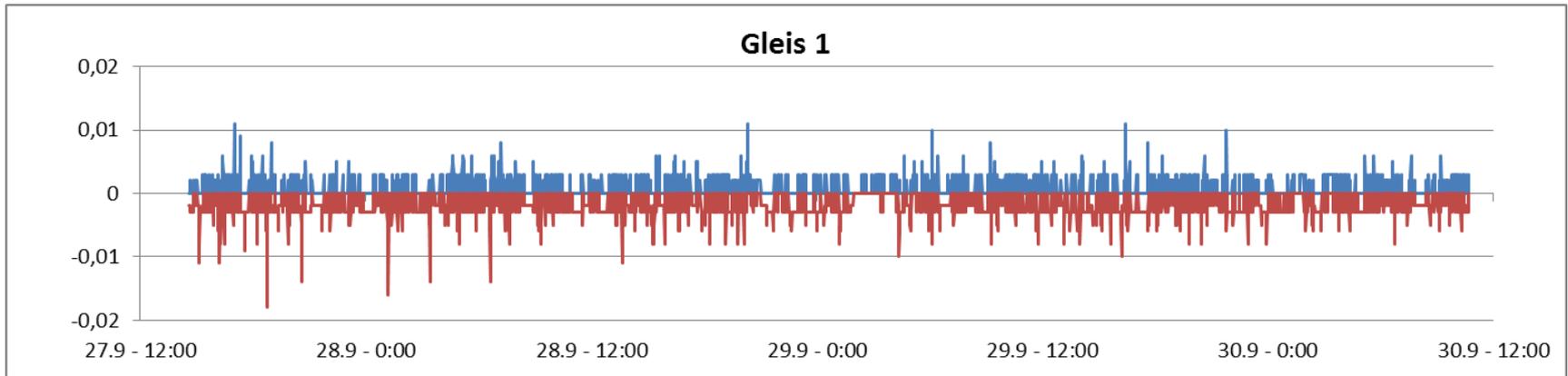
Muster Sensorträger



Automatisches Monitoring

Auswertung Sensorträger

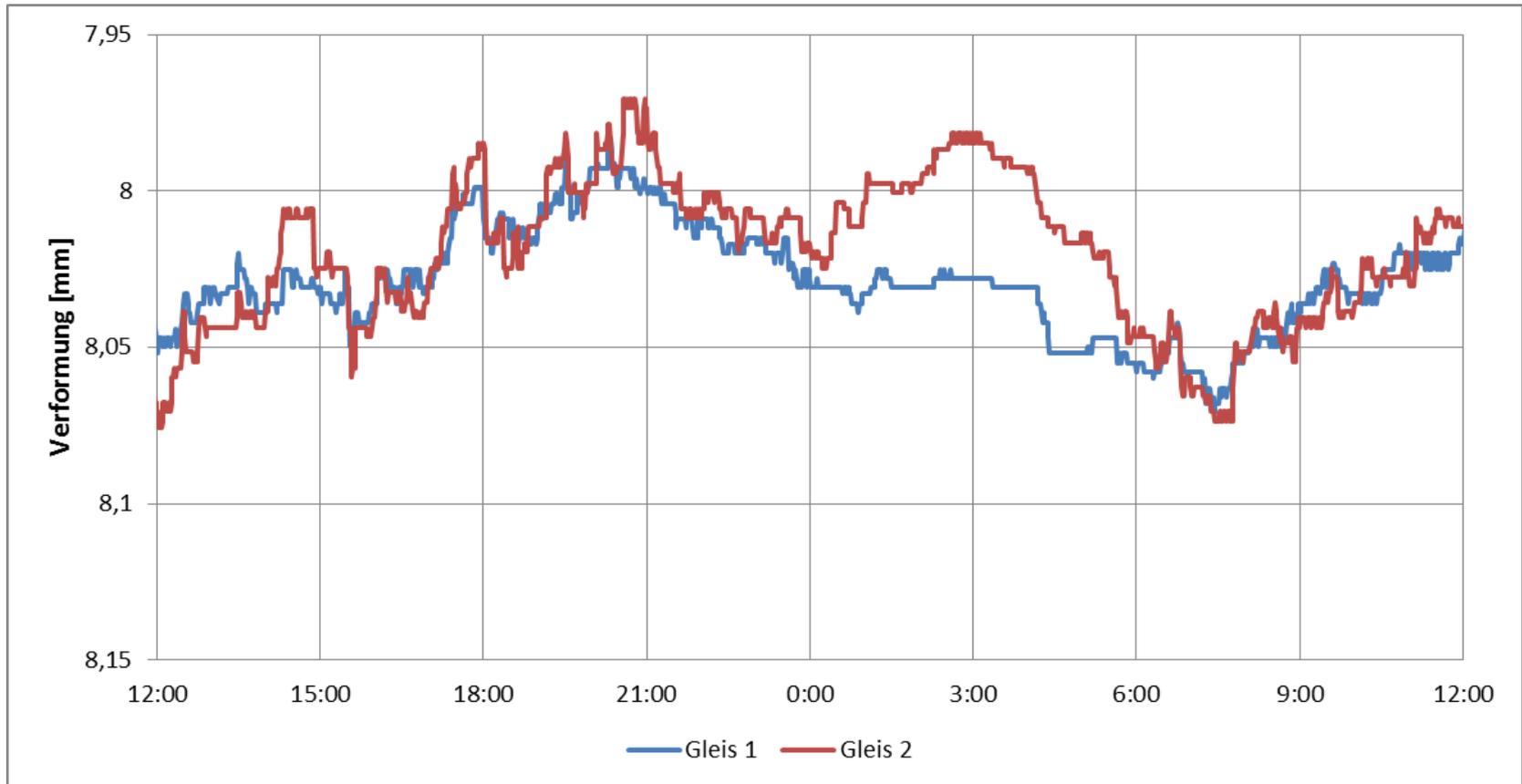
Ausschläge [mm] innerhalb einer Minute



Automatisches Monitoring

Auswertung Sensorträger

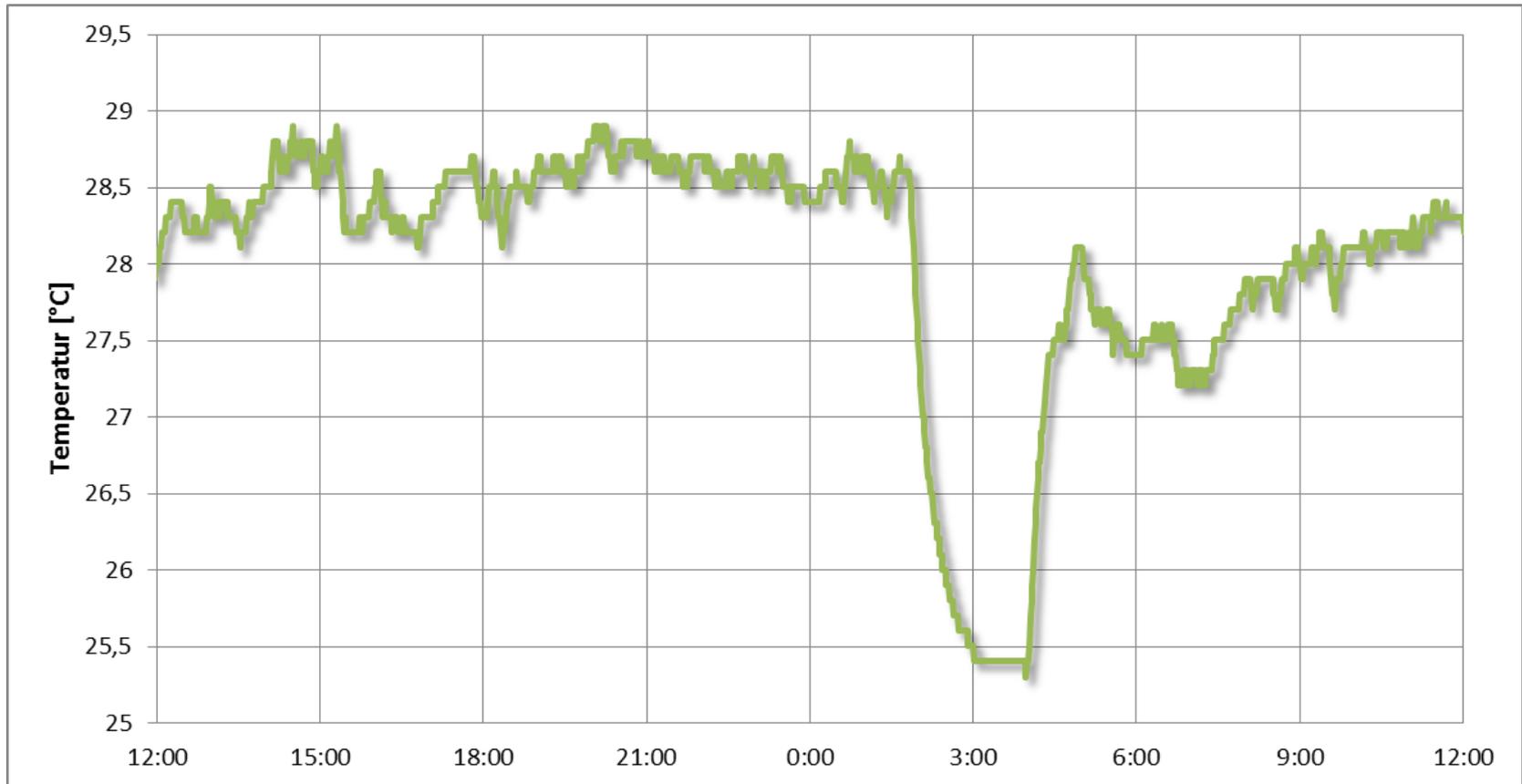
Verformungen [mm] im Tagesverlauf



Automatisches Monitoring

Auswertung Sensorträger

Tageszeitlicher Temperaturverlauf



Automatisches Monitoring

Auswertung Sensorträger

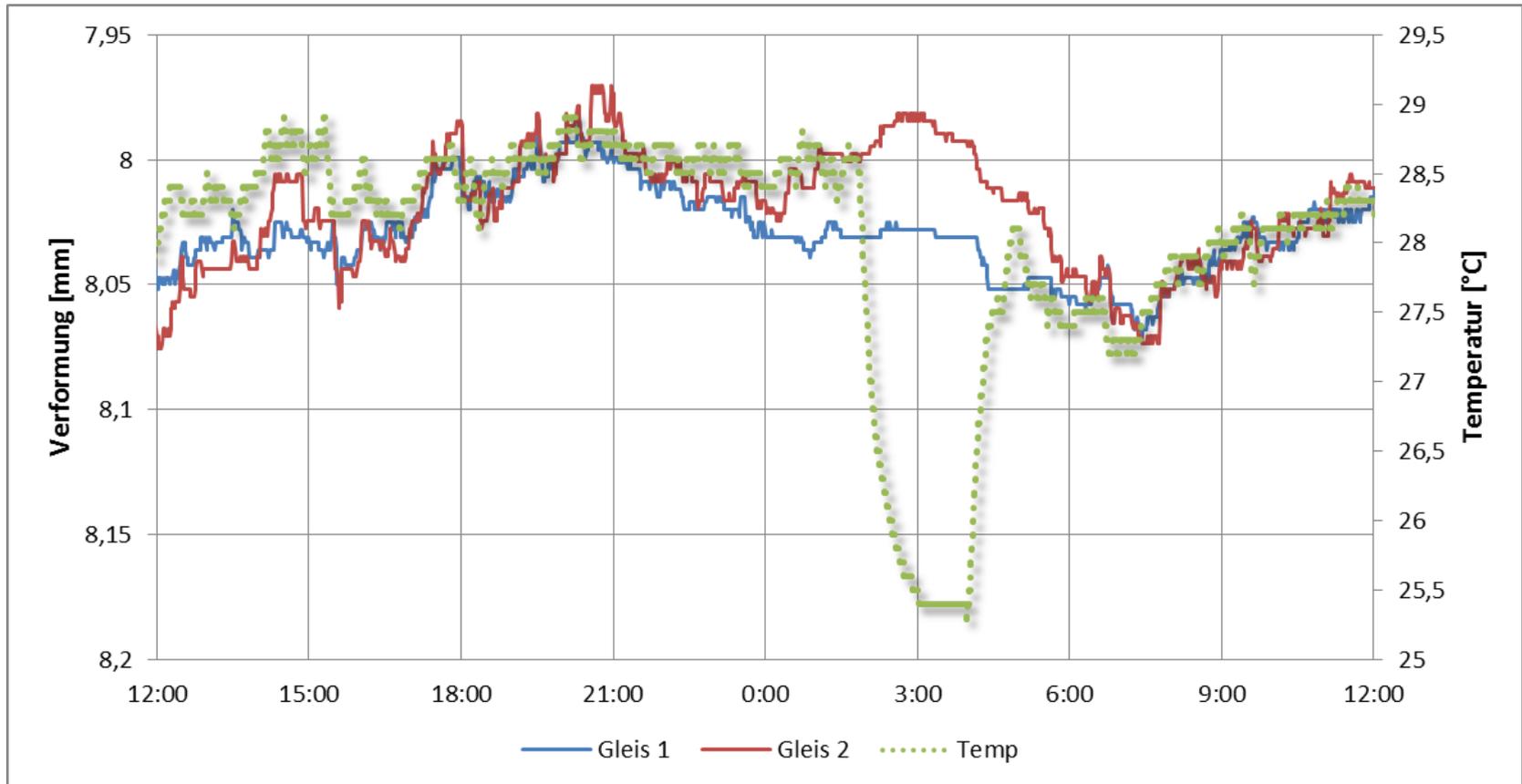
Tageszeitlicher Temperaturverlauf



Automatisches Monitoring

Auswertung Sensorträger

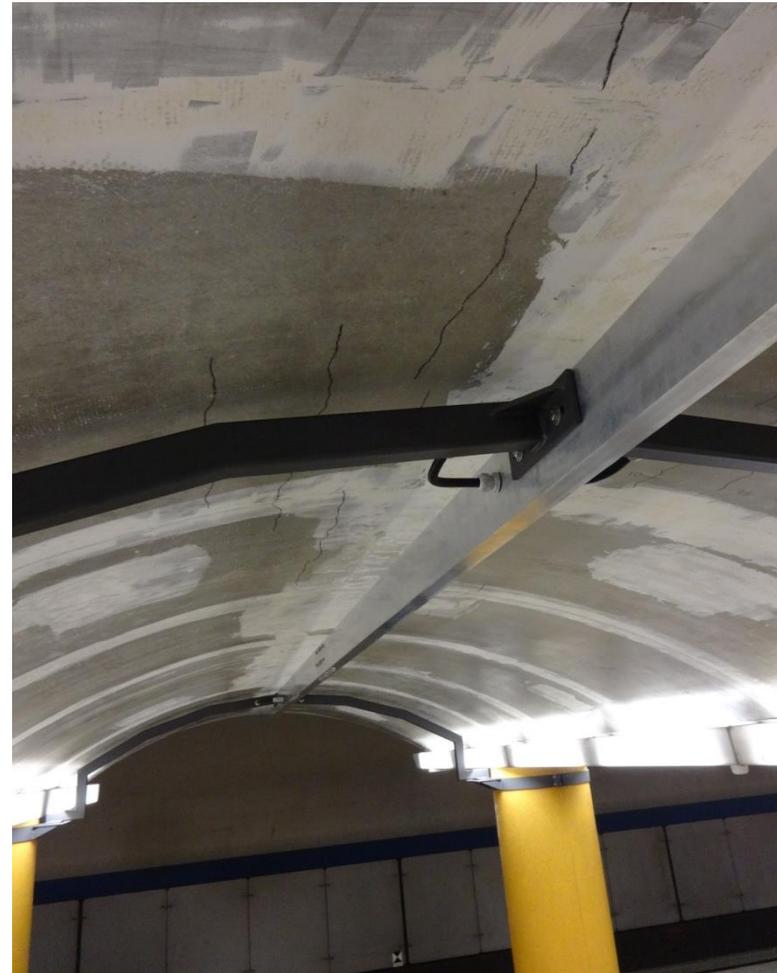
Überlagerung Verformung - Temperatur



Automatisches Monitoring

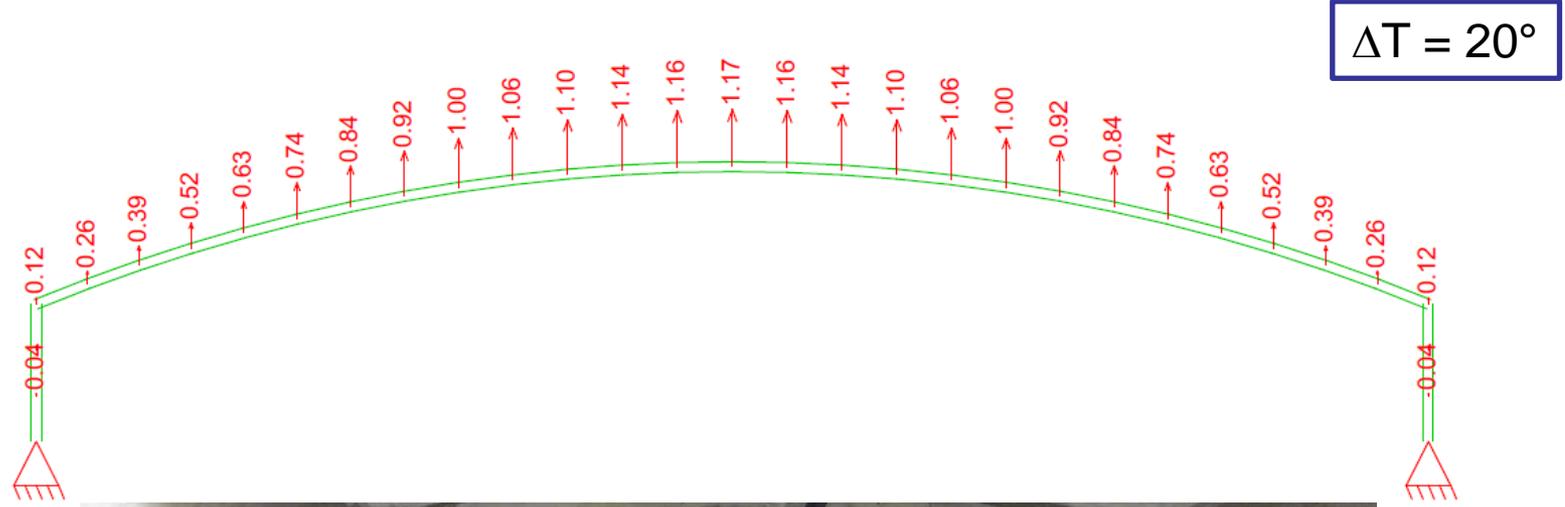
Anpassung Sensorträger

- Aluträger durch Stahl ersetzen
- Knoten Bogen – Längsträger verstärkt
- Lagerbedingungen optimiert



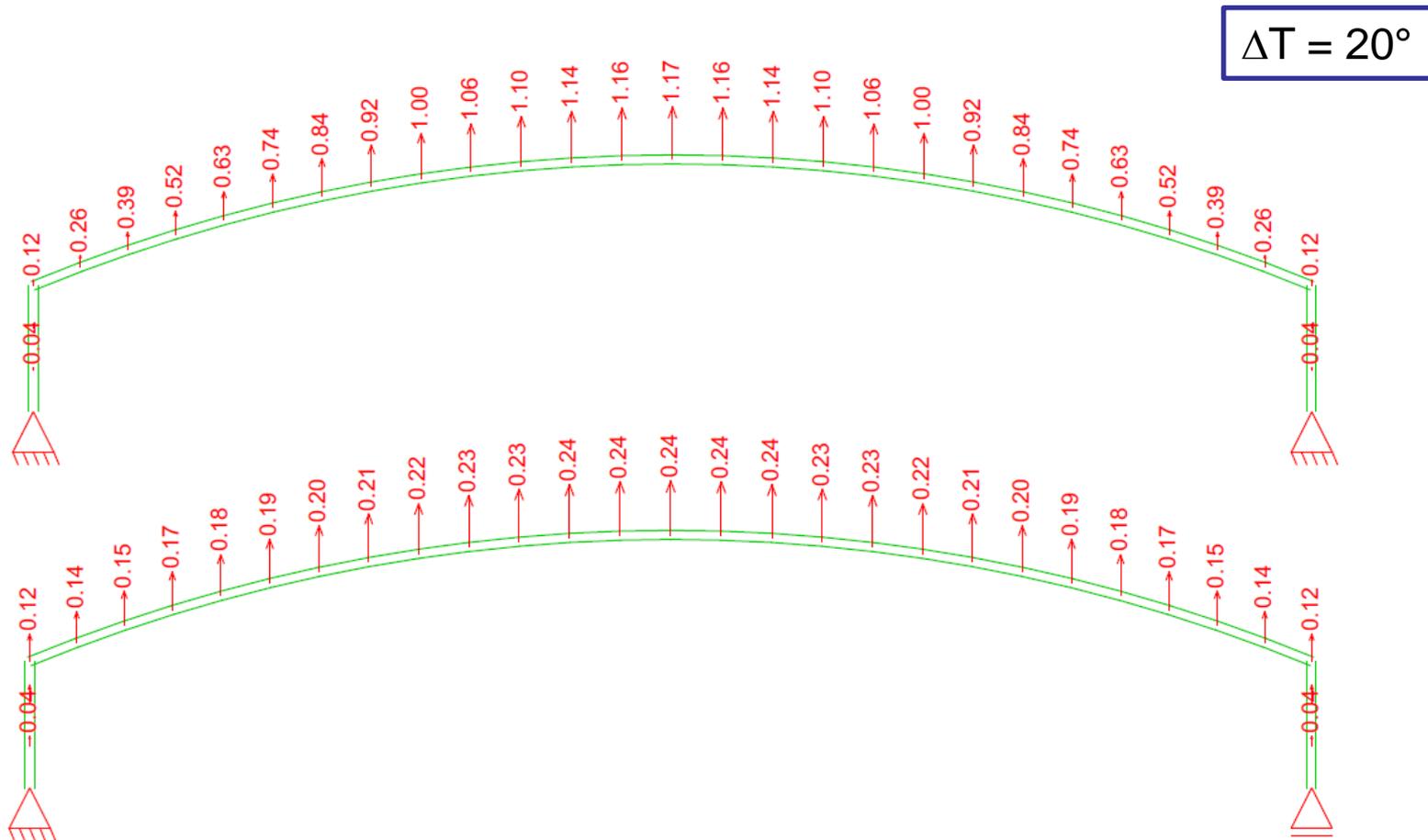
Automatisches Monitoring

Statische Betrachtung Sensorträger



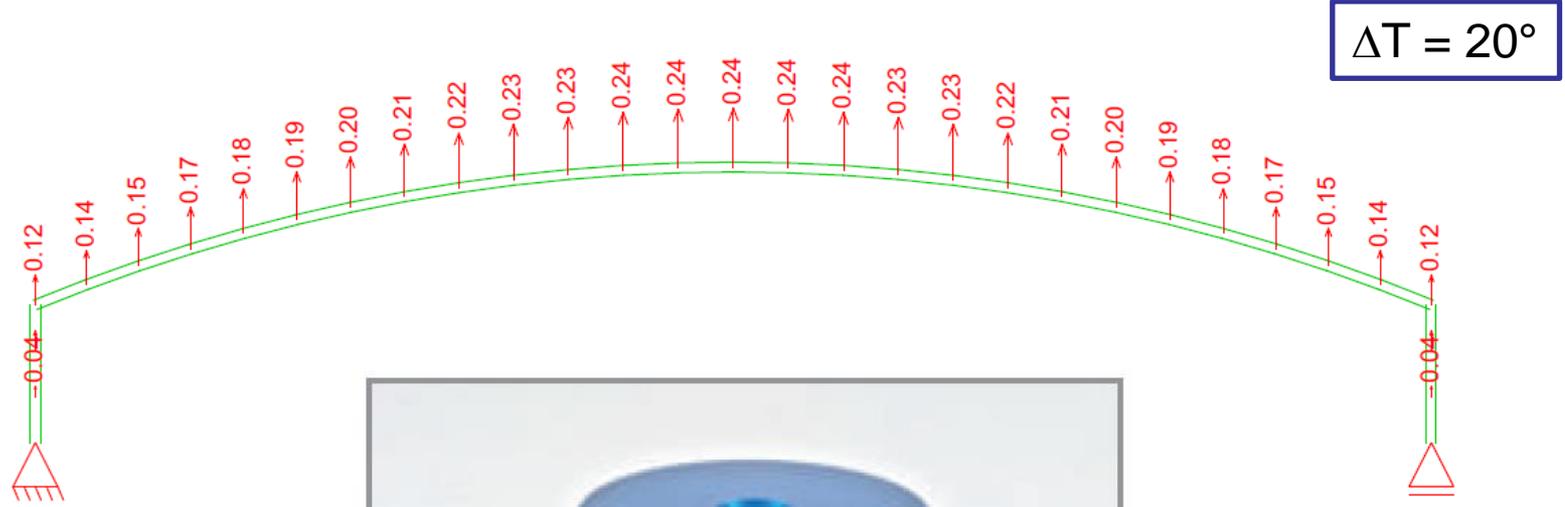
Automatisches Monitoring

Statische Betrachtung Sensorträger



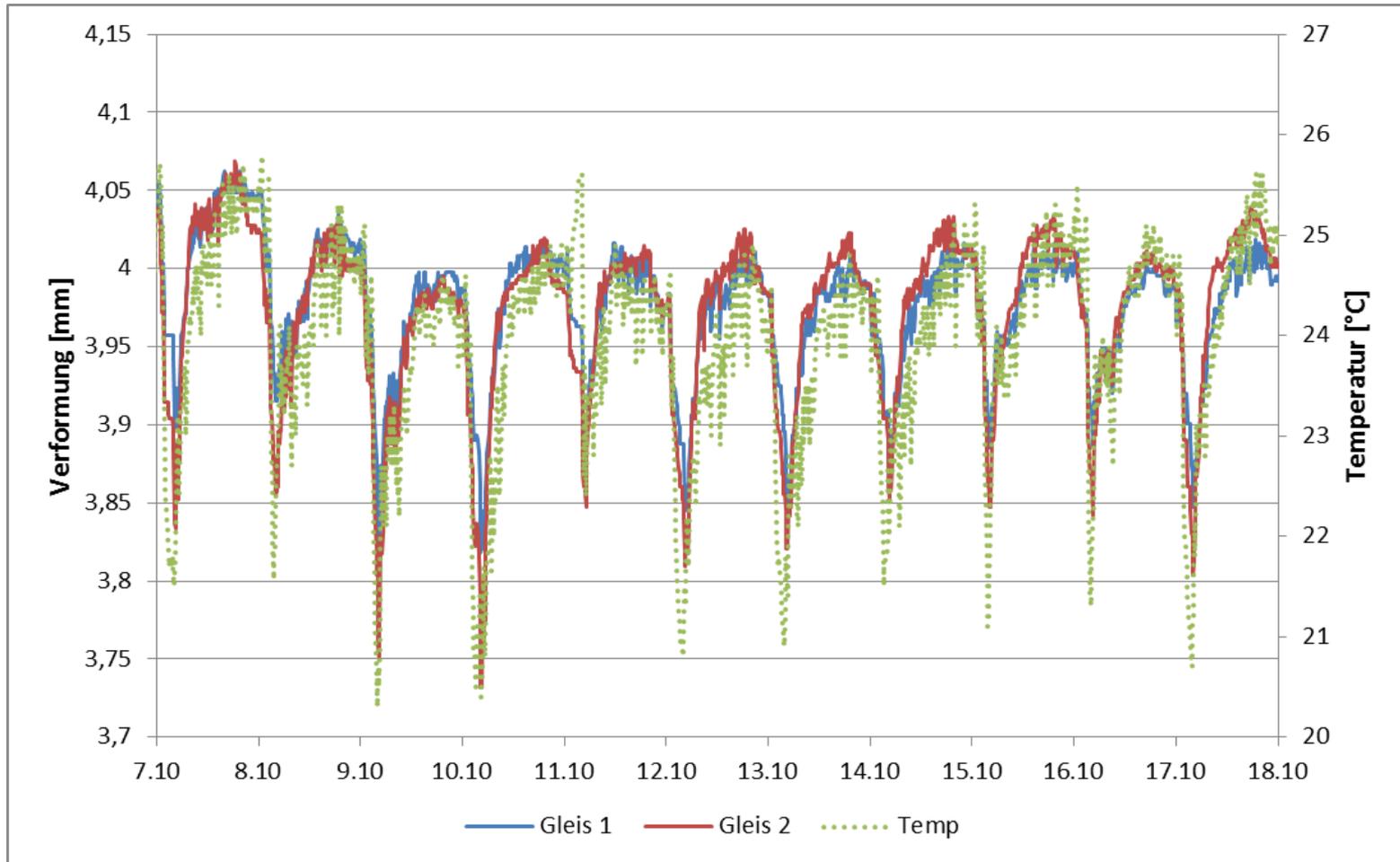
Automatisches Monitoring

Statische Betrachtung Sensorträger



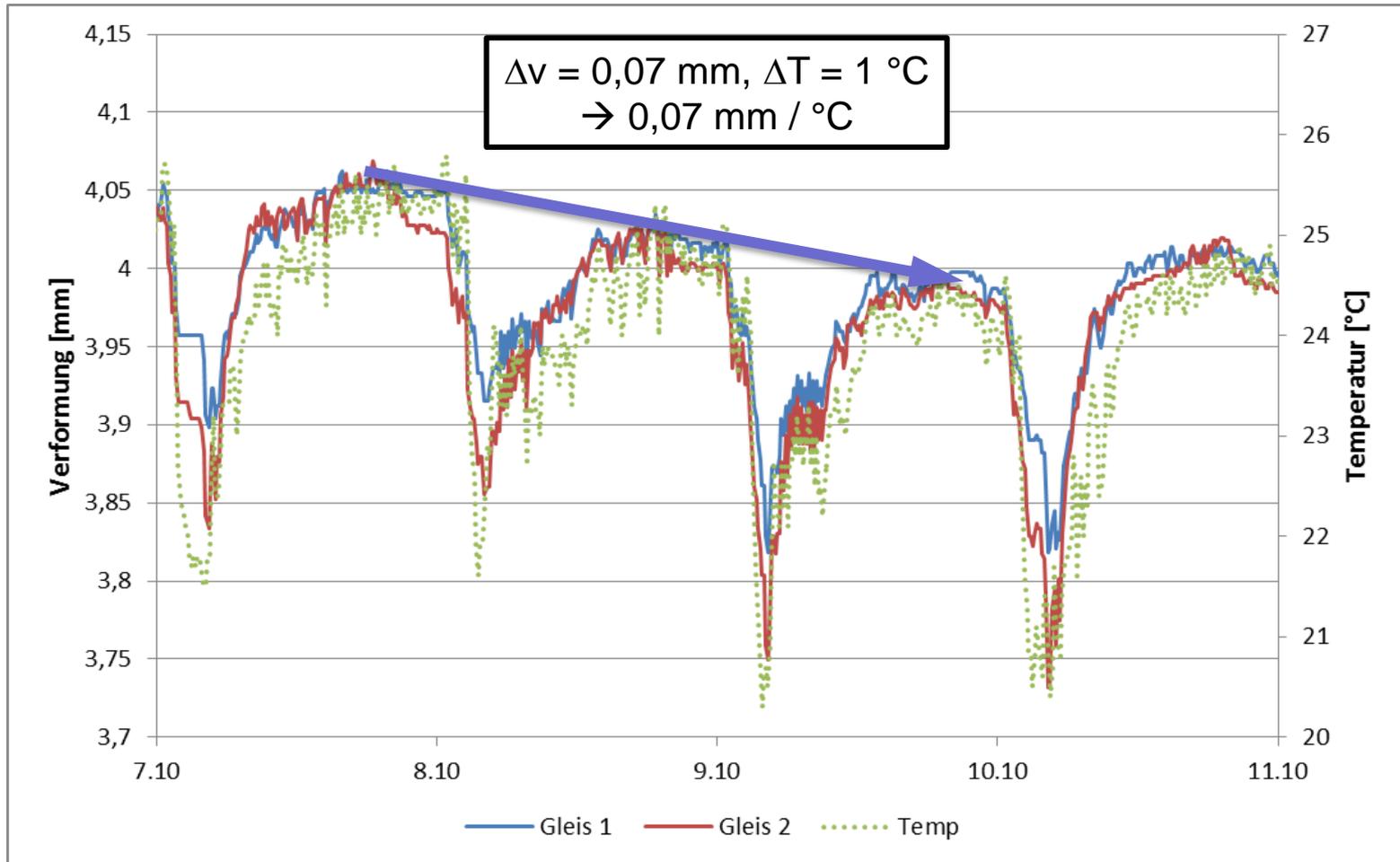
Automatisches Monitoring

Weitere Beobachtung Muster Sensorträger



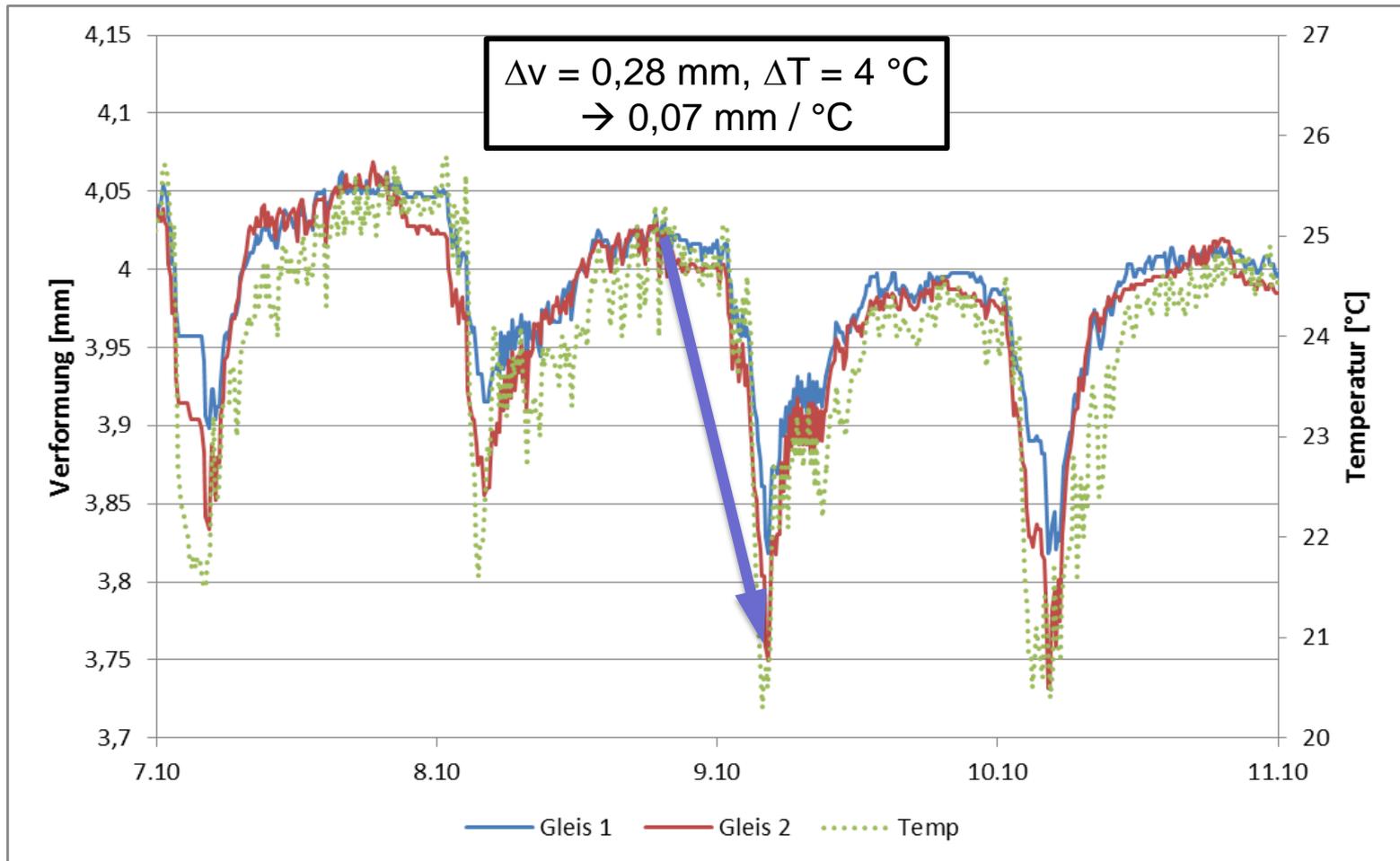
Automatisches Monitoring

Weitere Beobachtung Muster Sensorträger



Automatisches Monitoring

Weitere Beobachtung Muster Sensorträger



Automatisches Monitoring

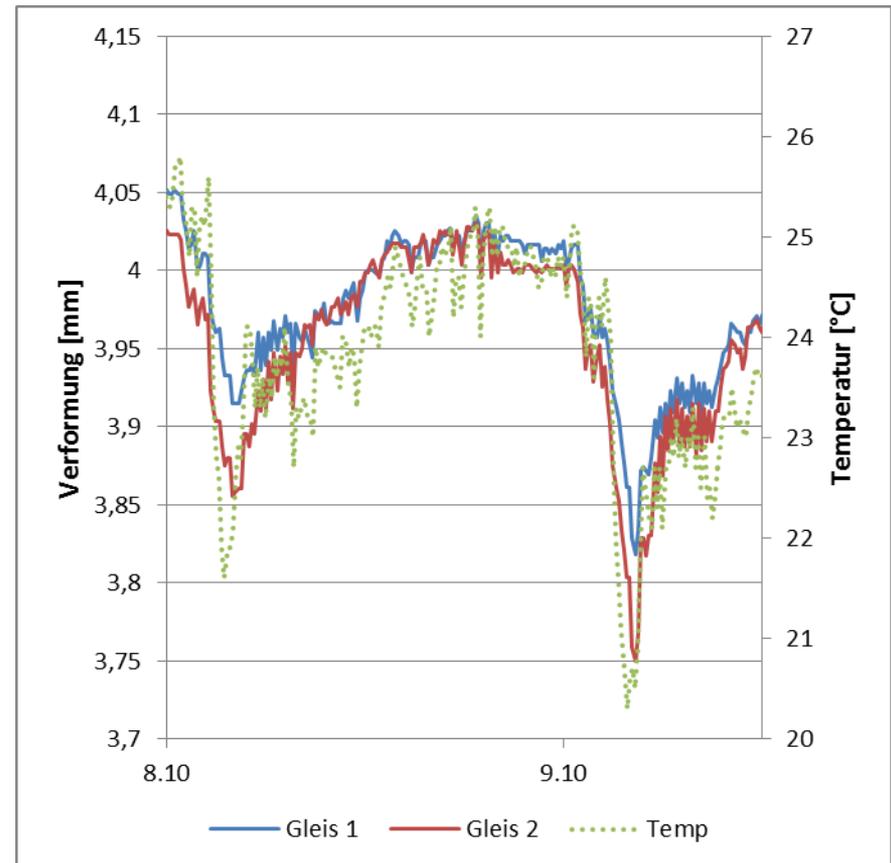
Woher kommen die Verformungen?

Sensorträger oder Deckengewölbe?

- Die Verformungen resultieren aus Temperaturänderungen
- Die Verformungen treten schnell ein
- Es gibt nur eine sehr geringe Phasenverschiebung und Pufferung

Thermische Verformung eines filigranen Bauteils mit guter Wärmeleitung

→ Sensorträger

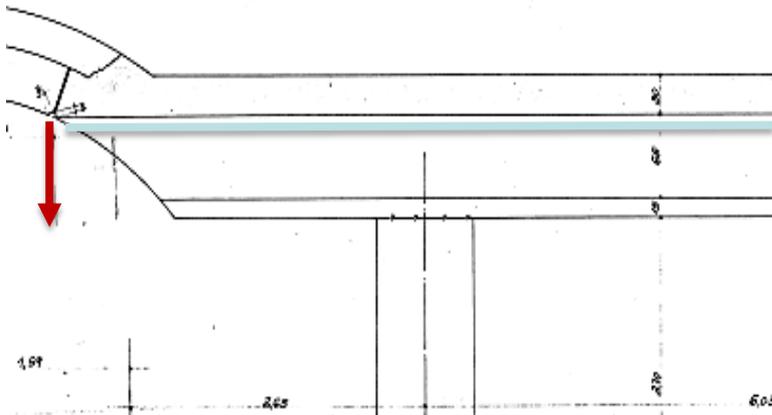


Automatisches Monitoring

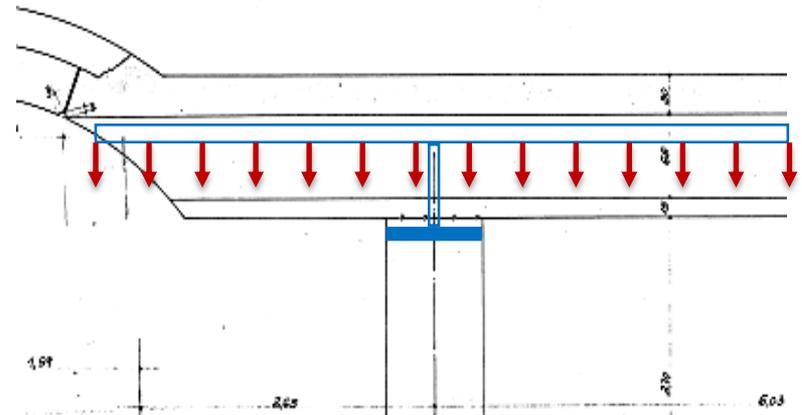
Woher kommen die Verformungen?

Sensorträger oder Deckengewölbe?

Bestätigung durch Betrachtung des Verformungsverhaltens



Gewölbeabkühlung:
Verkürzung Abstand
Sensorträger – Gewölbe



Abkühlung Sensorträger:
Vergrößerung Abstand
Sensorträger – Gewölbe

Automatisches Monitoring

Woher kommen die Verformungen?

Sensorträger oder Deckengewölbe?

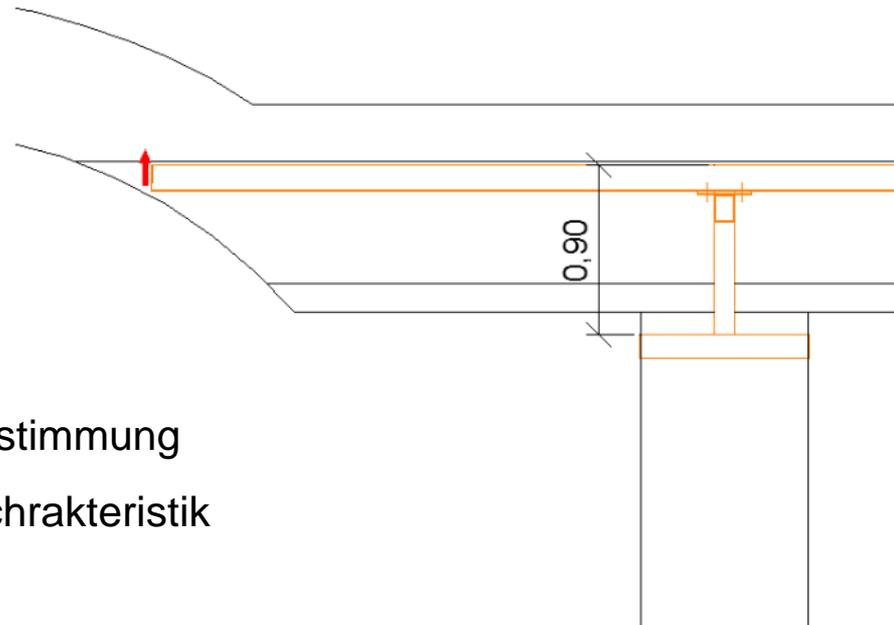
Bestätigung durch analytische Betrachtung

$$\varepsilon_T = \Delta l / l = \alpha_T \cdot \Delta T$$

$$\Delta l / \Delta T = \alpha_T \cdot l$$

$$\rightarrow 0,09 \text{ mm} / ^\circ\text{C}$$

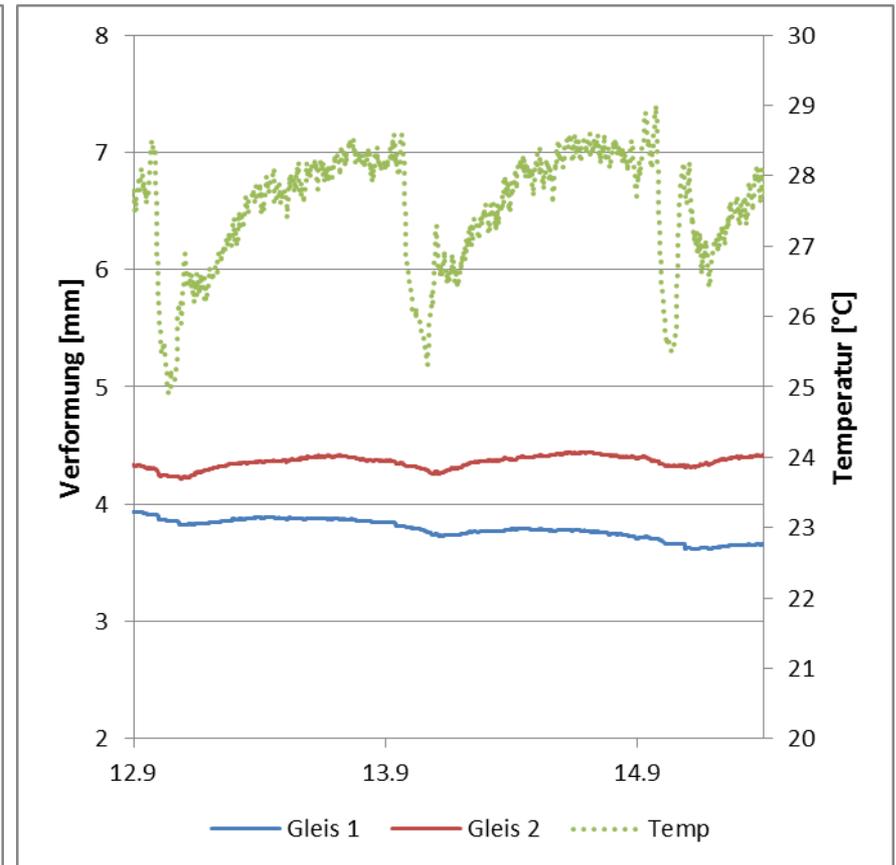
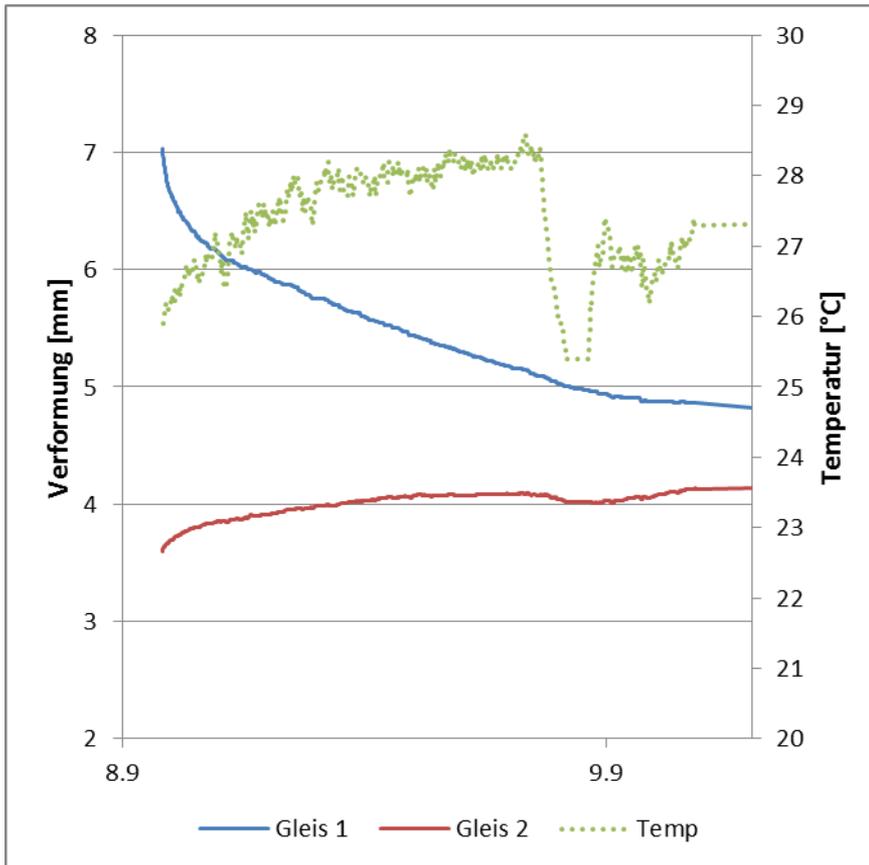
Unter Berücksichtigung der
Phasenverschiebung gute Übereinstimmung
mit der gemessenen Verformungscharakteristik
von: 0,07 mm / °C



Automatisches Monitoring

Ergebnis

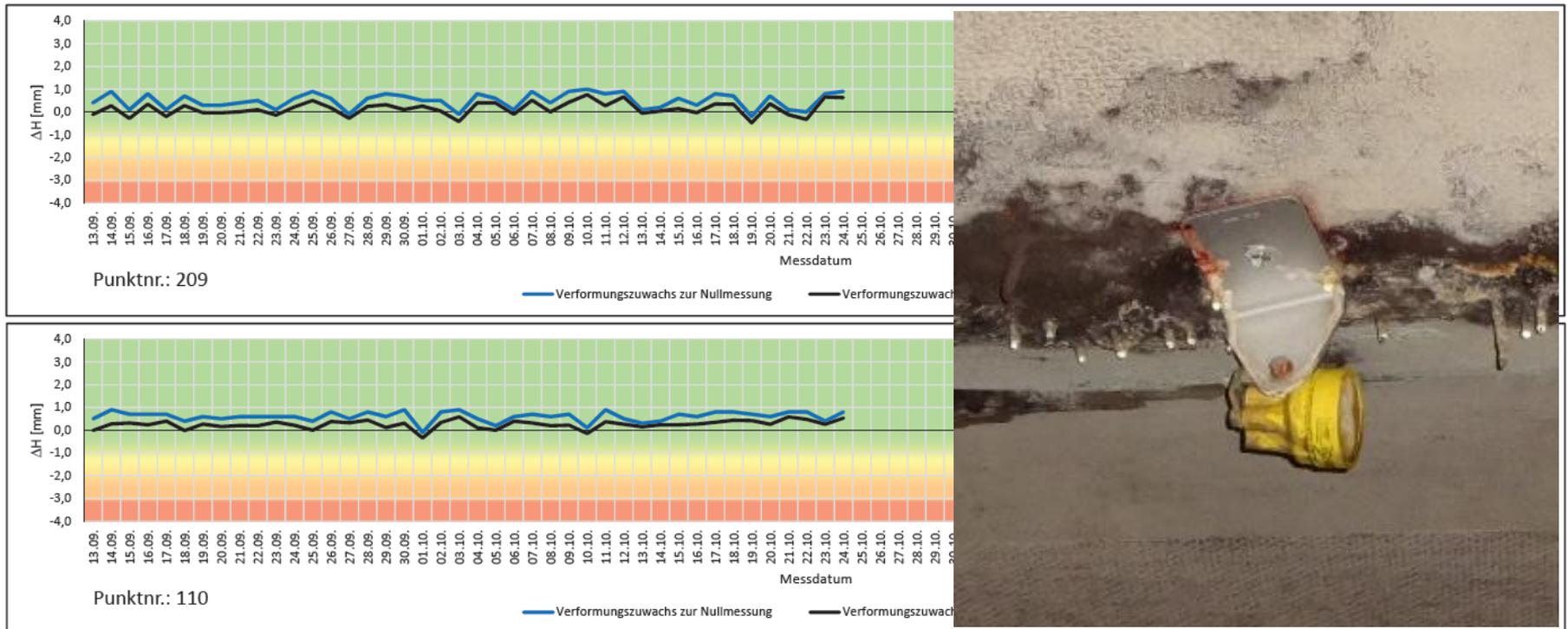
- Messungen im Submillimeterbereich - eine anspruchsvolle Aufgabe



Automatisches Monitoring

Ergebnis

- Messungen im Submillimeterbereich - eine anspruchsvolle Aufgabe



Automatisches Monitoring

Ergebnis

- Messungen im Submillimeterbereich - eine anspruchsvolle Aufgabe
- Die systembedingten Verformungen konnten gut nachvollzogen werden und werden herausgerechnet. Dazu werden 4 Temperaturmessstellen vorgesehen
- Zyklische Validierungsmessungen mit einem Redundanzsystem





**Danke für Ihre
Aufmerksamkeit!**