

EVAF – Entwicklung verschleißarmer Fahrbahnübergänge

Brückentagung 2015

EVAF – Entwicklung verschleißarmer Fahrbahnübergänge

Konsortium:



Universität für Bodenkultur Wien



**Projekt im Rahmen
Der VIF 2011
Ausschreibung**

**Projektdauer:
08/2012 – 06/2014**

Motivation zum Projekt:

- Fahrbahnübergangskonstruktionen (FÜK) verursachen hohe Erhaltungs- und Reparaturkosten (bis zu 20% der gesamten Erhaltungskosten) bei ursprünglichen Investitionskosten von ca. 1% der gesamten Brückenkosten.
- Auch mit Erhaltungs- und Reparaturmaßnahmen erreichen FÜK oftmals nicht die Entwurfslebensdauer.

Auftraggeber:



EVAF – Entwicklung verschleißarmer Fahrbahnübergänge

Vier Arbeitspakete:

AP1 – Identifikation von Schadenskategorien an Fahrbahnübergangskonstruktionen (BOKU)

AP2 – Quantifizierung der Einwirkungen sowie der daraus resultierenden Schäden an bestehenden Systemen (AIT)

AP3 – Darstellung und Beurteilung von aktuellen, im internationalen Markt bereits eingesetzten Lösungen zur Instandsetzung (mageba)

AP4 – Neue Lösungsansätze: Möglichkeiten innovativer und robuster, wartungsarmer Konstruktionen (mageba)

**Projekt im Rahmen
Der VIF 2011
Ausschreibung**

**Projektdauer:
08/2012 – 06/2014**

AP1 - Identifikation von Schadenskategorien an Fahrbahnübergangskonstruktionen

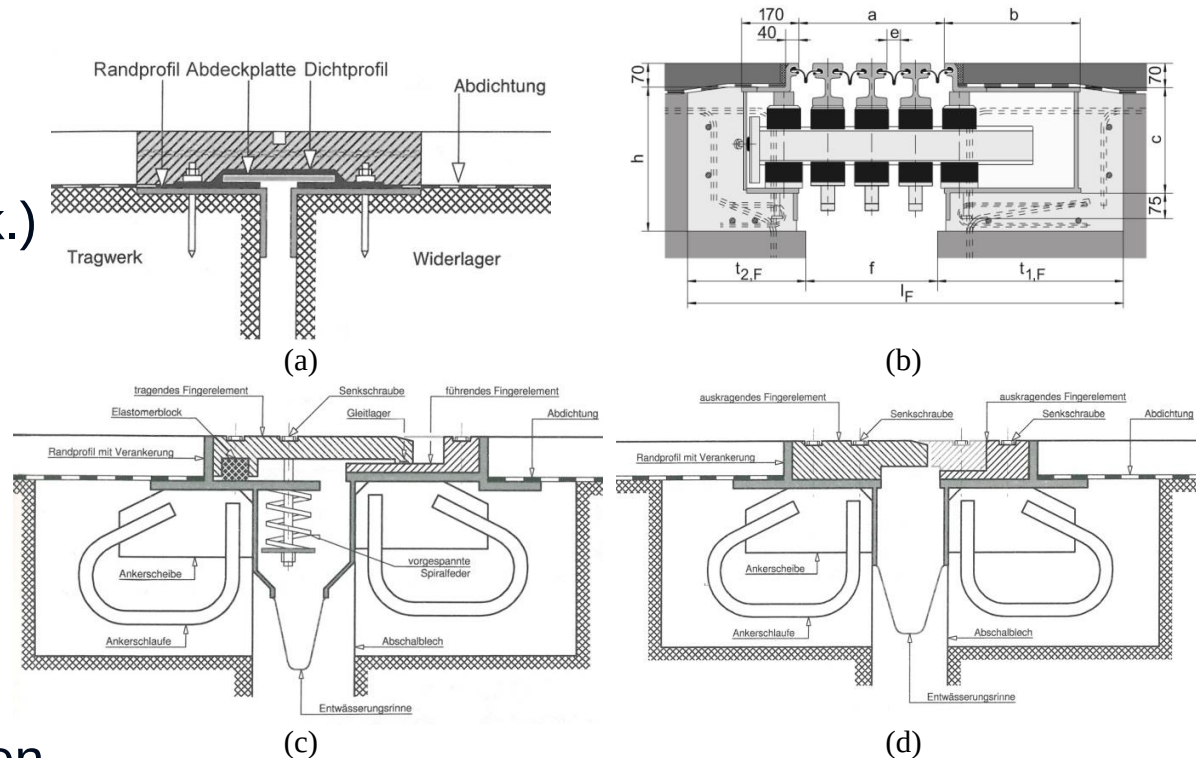
Untersucht wurden 89 FÜKs (4 Typen) an unterschiedlichen
Autobahnabschnitten

Konstruktionstypen:

- a) Belagsdehnfugen (15 Stk.)
- b) Modulare FÜK (23 Stk.)
- c) Gleitfinger (22 Stk.)
- d) Kragfinger (29 Stk.)

Expertenbewertung:

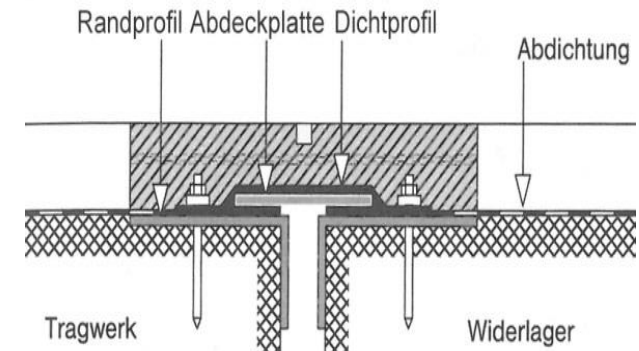
- Aufgefundene Schäden
- Nicht auffindbare Schäden



AP1 - Identifikation von Schadenskategorien an Fahrbahnübergangskonstruktionen

Belagsdehnfugen:

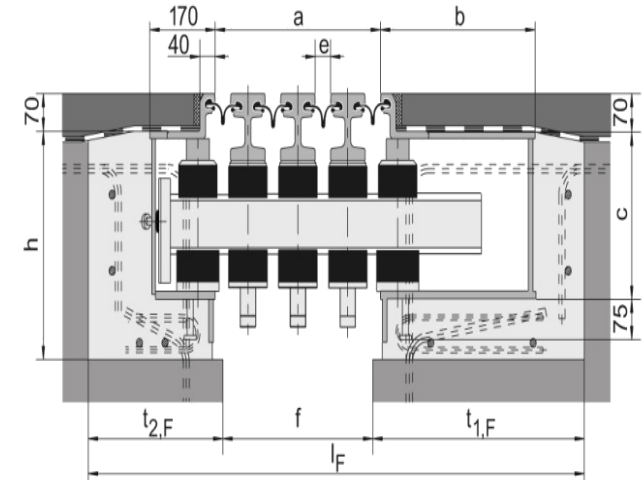
- 15 FÜK untersucht (12 von 2012!)
- 13 FÜK - Umläufigkeit
- 7 FÜK - Verdrückungen
- 5 FÜK – Risse
- Hohe Korrelation ($\rho=0,7$) zwischen hoher Spurrinnentiefe und Verdrückungen



AP1 - Identifikation von Schadenskategorien an Fahrbahnübergangskonstruktionen

Modulare FÜK:

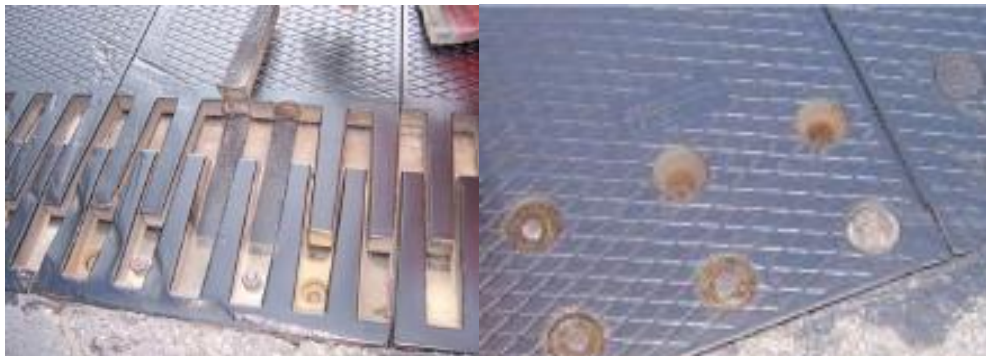
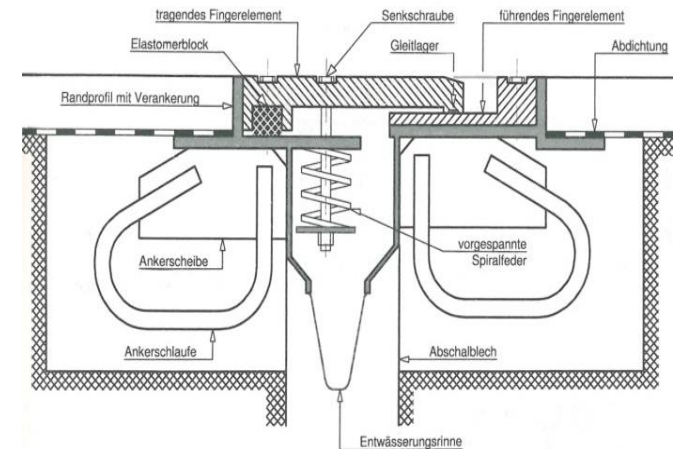
- 23 FÜK untersucht
- 13 FÜK - Umläufigkeit
- 9 FÜK – Dichtprofile undicht
- 9 FÜK – Sekundärschäden durch Korrosion
- 11 FÜK – Hohe Lärmentwicklung
 - Zeichen von Schäden/Verschleiß



AP1 - Identifikation von Schadenskategorien an Fahrbahnübergangskonstruktionen

Gleitfinger:

- 22 FÜK untersucht
- Gleitfinger zeigen häufige Schäden in Österreich
- Schäden mit lockeren/gebrochenen Schrauben nicht auffindbar → Sicherheitsrelevant
- 15 FÜK - Umläufigkeit
 - 9 FÜK – Sekundärschäden durch Korrosion
- 7 FÜK – Beschädigte Wasserablauffrinne (durch Verschmutzung)
- 10 FÜK – zu hohe Spaltweite; 7 FÜK – seitlicher Versatz
 - Kein Schaden der FÜK selbst (mögliche Folgeschäden)



AP1 - Identifikation von Schadenskategorien an Fahrbahnübergangskonstruktionen

Ergebnisse aus Inspektion und Expertendiskussion:

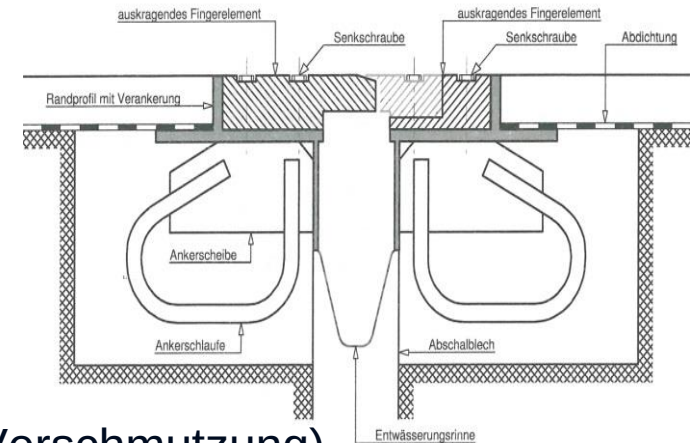
- Lockere und gebrochene Schrauben (Hauptproblem) durch:
 - Zur Fahrbahnoberfläche exponierter Einbau (hohe dynamische Einwirkung)
 - Verlust der Vorspannung
 - Unebene Kontaktflächen zwischen Fingerplatte und Unterkonstruktion
 - Unzureichende Verdichtung des Konstruktionsbetons beim Einbau
 - Schraubeninstallation mit falschem Drehmoment
 - Schrauben mit unterschiedlicher Stahlgüte bei Reparatur
- Gebrochene Finger (üblicherweise Ermüdungsschaden):
 - Folgeschaden bei lockeren oder gebrochenen Schrauben
 - Vertikale Höhendifferenz zwischen den beiden Seiten der FÜK -> Finger wirkt als Kragarm
 - Große dynamische Einwirkungen (Spurrinnentiefe, FÜK erhöht zur Fahrbahndecke)

Exakte Installation Voraussetzung um Probleme zu vermeiden

AP1 - Identifikation von Schadenskategorien an Fahrbahnübergangskonstruktionen

Kragfinger:

- 29 FÜK untersucht
- Wenig auffindbare Schäden
 - Wenig bewegliche Teile/geringe Spaltweiten
- 9 FÜK – Beschichtung abgerieben -> Flugrost
 - Wird als nicht problematisch angesehen
- 6 FÜK – Beschädigte Wasserablauffrinne (durch Verschmutzung)
- Probleme mit Schrauben und Fingerplatten vergleichbar mit Gleitfingern



AP2 – Quantifizierung der Einwirkungen sowie der daraus resultierenden Schäden an bestehenden Systemen

Ziele:

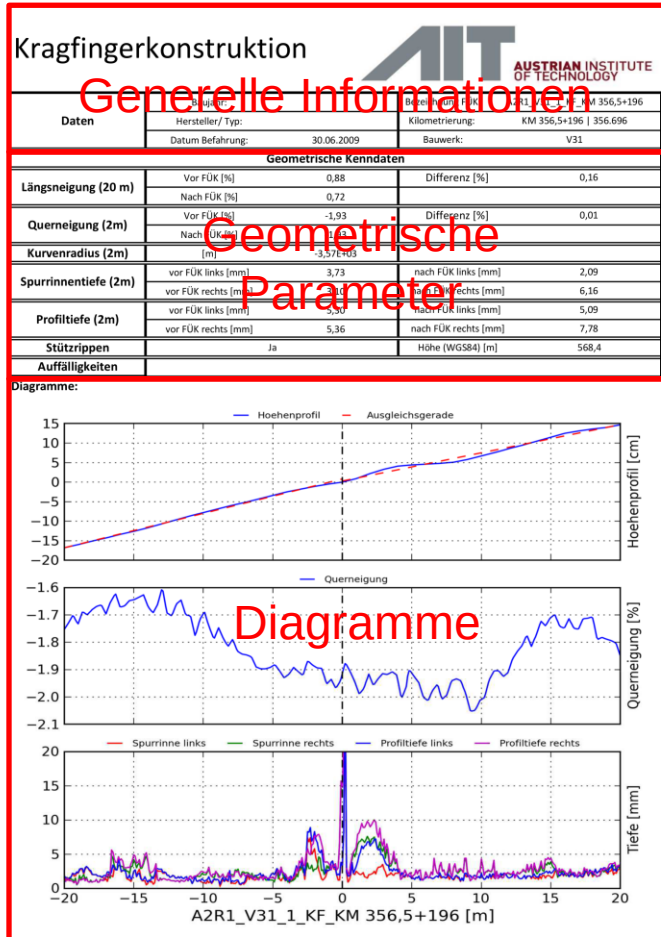
- Identifikation von FÜK und Ermittlung der geometrischen Randbedingungen aus RoadSTAR Daten
- Analyse der dynamischen Einwirkungen durch Fahrbahnunebenheiten



AP2 – Quantifizierung der Einwirkungen sowie der daraus resultierenden Schäden an bestehenden Systemen

Seite 1 von 2

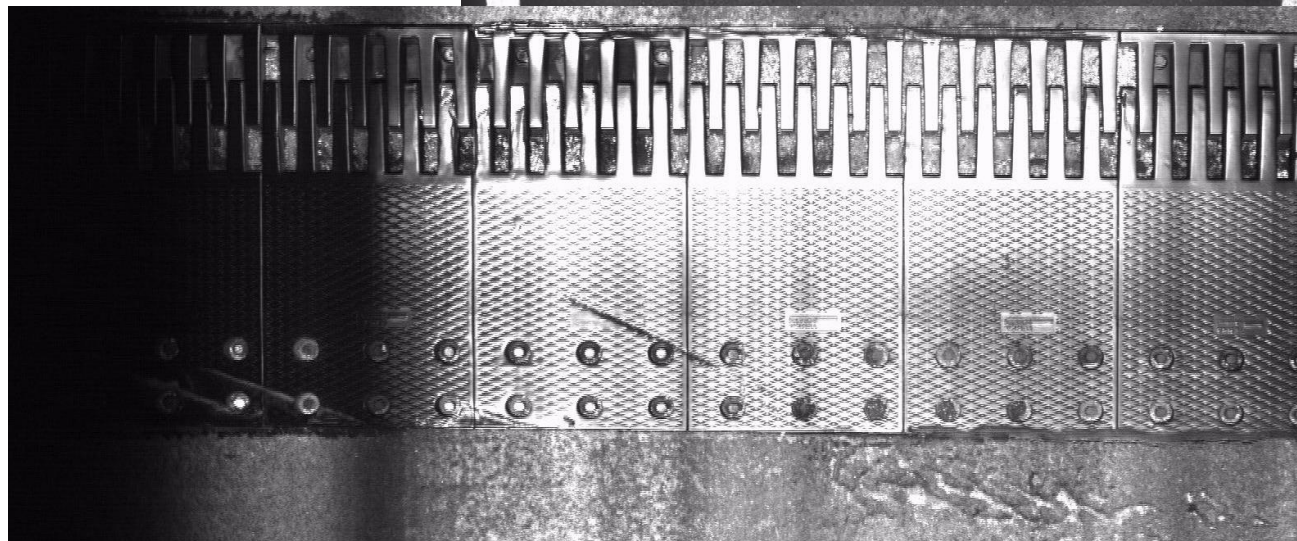
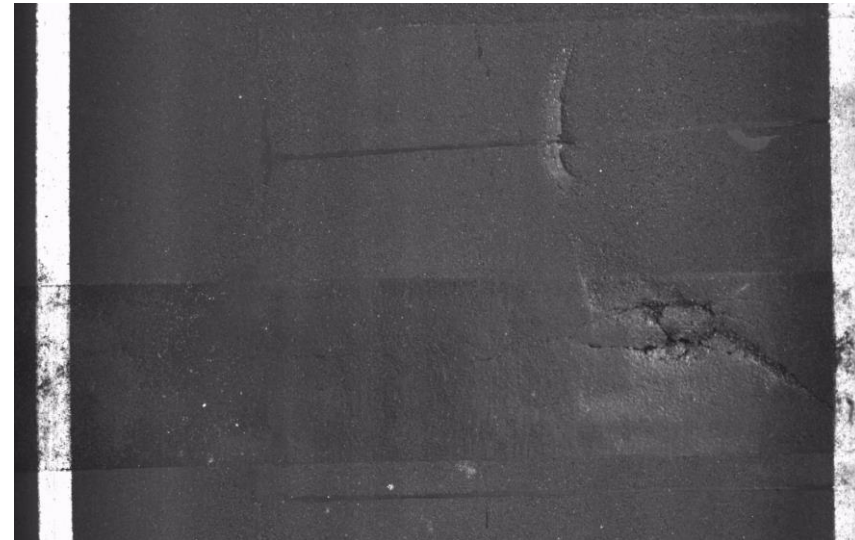
Seite 2 von 2



AP2 – Quantifizierung der Einwirkungen sowie der daraus resultierenden Schäden an bestehenden Systemen

Oberflächennahe Schäden können bei der Auswertung ermittelt werden, z.B.:

- Schäden an Fingern und Stahlprofilen
- Schneepflugschäden
- Gebrochene Schrauben
- Asphaltsschäden
- Plastische Deformationen/Risse (Belagsdehnfugen)



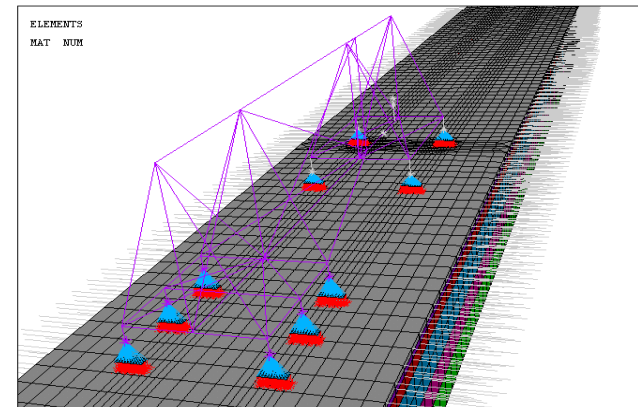
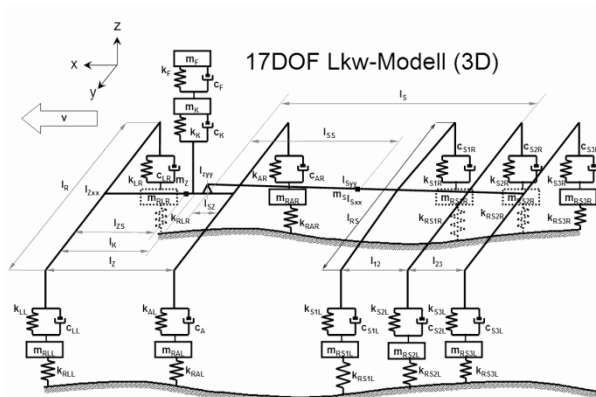
AP2 – Quantifizierung der Einwirkungen sowie der daraus resultierenden Schäden an bestehenden Systemen

Analyse der dynamischen Einwirkungen auf FÜK in Abhängigkeit von Fahrbahnnunebenheiten mittels transienter FE-Analyse



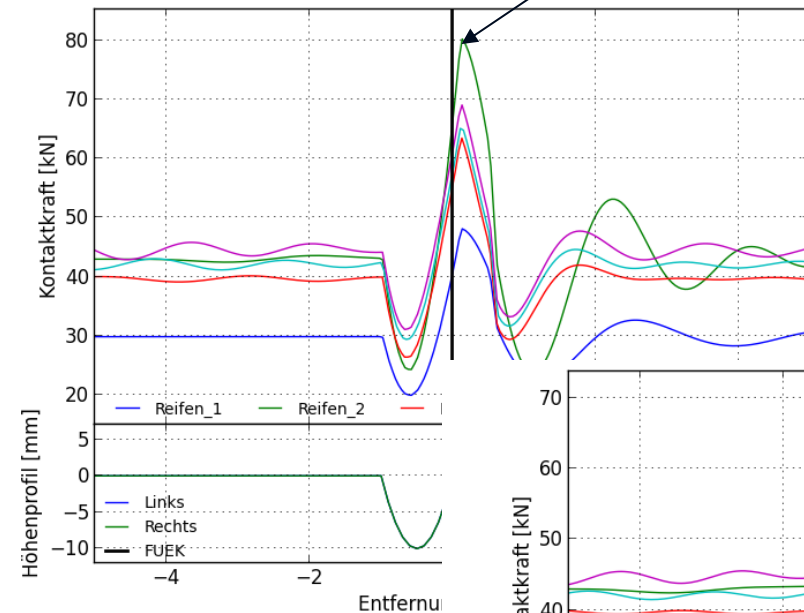
- Künstliche Höhenprofile
- Gemessene Höhenprofile (RoadSTAR)
- Geschwindigkeit $v=80 \text{ km/h}$

FE-Starrkörpermodell:

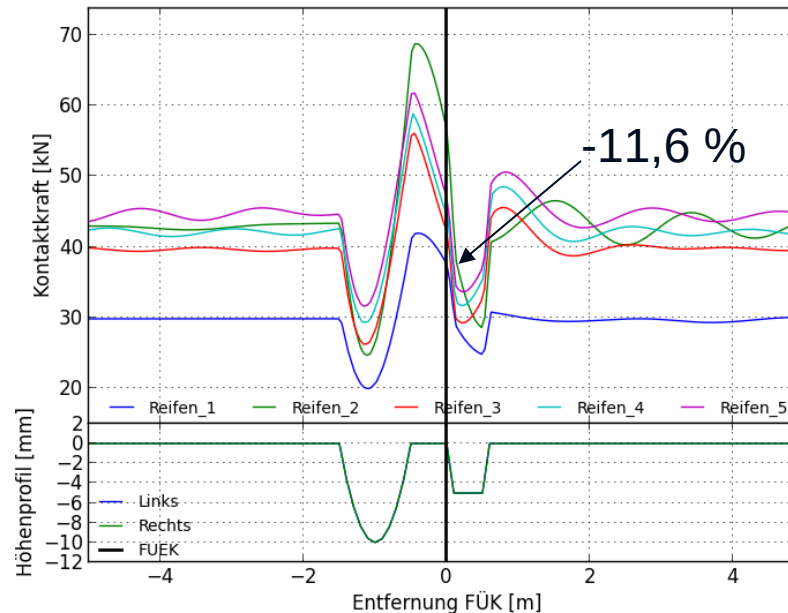
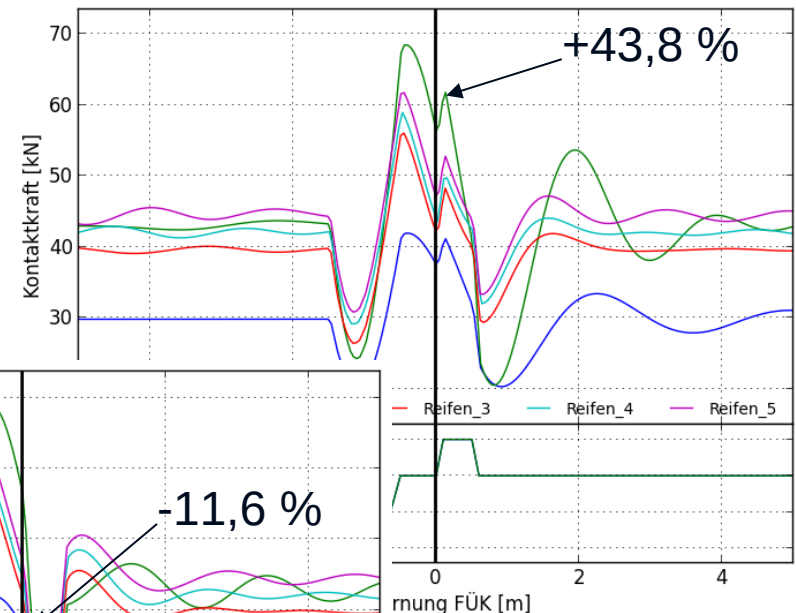


AP2 – Quantifizierung der Einwirkungen sowie der daraus resultierenden Schäden an bestehenden Systemen

Mulde+FÜK 5mm +86,8 %

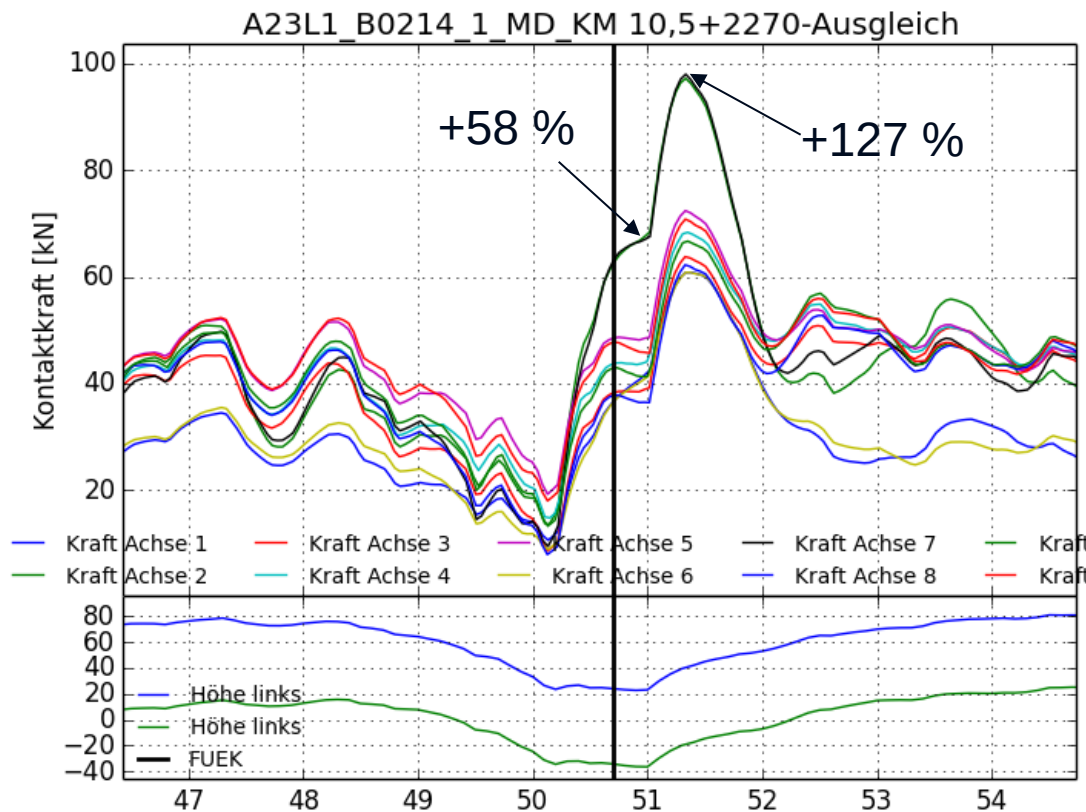


Mulde+Stützrippe+FÜK 5mm +43,8 %

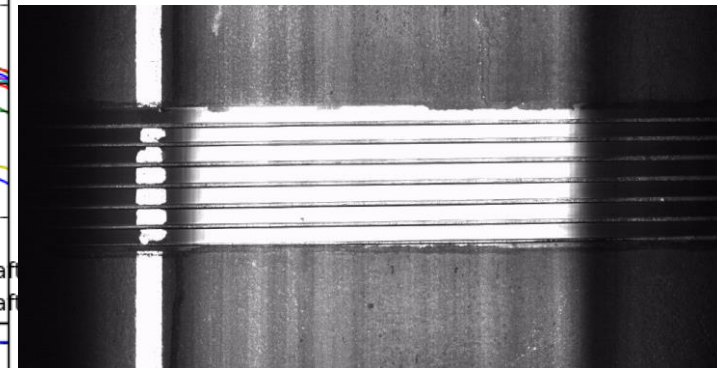


Mulde+Stützrippe+FÜK -5mm

AP2 – Quantifizierung der Einwirkungen sowie der daraus resultierenden Schäden an bestehenden Systemen



Gemessenes Höhenprofil:
Fahrbahn ca. 5cm zu
FÜK herabgezogen



AP 3 – Darstellung und Beurteilung von aktuellen, im internationalen Markt bereits eingesetzte Lösungen zur Instandsetzung

Bericht: Auswahl von im internationalen Markt eingesetzten, lebensdaueroptimierten Lösungsansätzen für Instandhaltung und Austausch von FÜK, z.B.:

- Fly-Over/Mini-Fly-Over
- Austausch Modulardehnfuge
- Kasten-im-Kasten Projekte
- Umbau Modulardehnfuge zu Fingerfuge



Darstellung und Beurteilung von aktuellen, im internationalen Markt bereits eingesetzten Lösungen zur Instandsetzung bzw. den Austausch von Fahrbahnübergangskonstruktionen (FÜK)



AP 3 – Darstellung und Beurteilung von aktuellen, im internationalen Markt bereits eingesetzte Lösungen zur Instandsetzung

(Kosten-)Bewertung vergangener Sanierungsmaßnahmen:

- Bewertung mit Bezug auf indirekte und direkte Kosten
- Verschiedene Bewertungsmatrizen (Typen-/Projektbezogen)
 - Z.B. Typenbezogener Vergleich Sanierungsvarianten

Art der Sanierung	Kasten in Kasten [EUR/lfm]	Nutzung des alten Kastens [EUR/lfm]	Umbau Modulardehnfuge zu Fingerfuge Typ F [EUR/lfm] 100 - 300 mm / 300 - 600 mm		Umbau bestehender Randprofile als Träger für RS-Profil [EUR/lfm]	Umbau Modulardehnfuge zu Flexfuge, (Mini-Fly-Over) [EUR/lfm] 100 - 300 mm / 300 - 600 mm	Umbau RE-Fuge
direkte Kosten	1800 - 2800 /m Dichtprofil	1500- 2500	4000 - 5500	5000 - 7000	1000 - 1500	4000 – 6000 / 6000 - 9000	1500 - 3000
indirekte Kosten	10.000-15.000	10.000-15.000	n.a.		n.a.	25.000-35.000	n.a.
Flexibilität	++	0	++		++	+	+
Bauzeit	2-3 Wochen	6 Wochen	4 Wochen		2 Wochen	6 Wochen	1,5 Wochen
Montagezeit /-aufwand	1 Woche	3-4 Wochen	2-3 Wochen		1,5 Wochen	6 Wochen	1 Woche
Vorbereitungszeit ¹⁾ für den Einbau	0,5 Wochen	1 Woche	ab Best. 2 max. Monate		ab Best. max. 1 Monat	1 Woche	0,5 Woche
Verarbeitbarkeit/ Witterungsabhängigkeit	+	+	+		+	+	0
Einfluss auf Verkehr	+	-	0		++	++	++
konstruktiver Aufwand (TB)	-	0	-		0	+	+
Produktionsaufwand	+	+	-		+	+	++
Robustheit	++	+	++		++	0	+

AP 3 – Darstellung und Beurteilung von aktuellen, im internationalen Markt bereits eingesetzte Lösungen zur Instandsetzung

Test neuer Sanierungsmethode zum Ausgleich von Unebenheiten in Unterkonstruktion mittels Polymermetallmasse mit hoher Druckfestigkeit.



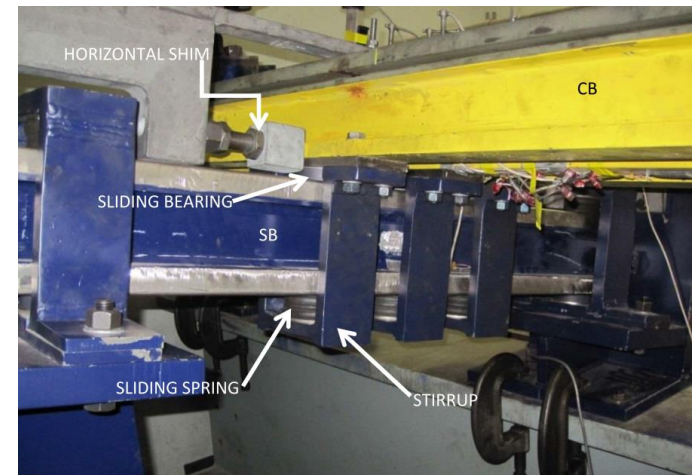
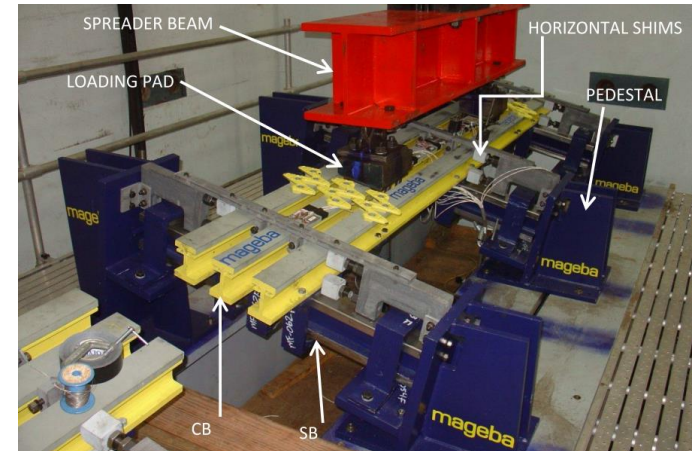
AP 4 – Neue Lösungsansätze: Möglichkeiten innovativer und robuster, wartungsarmer Konstruktionen

Randbedingungen für verschleißarme FÜK:

- Beschränkung der Einwirkung durch ausreichende Ebenheit
- Schwachpunkte für die FÜK vermeiden
 - Abschnittsweisen Einbau (Baustellenstöße) wenn möglich vermeiden.
 - Ausreichende Bauzeiten (Zeit zum Betonerhärten) gewährleisten
- Wenn nötig: Baustellenstöße klar definieren
 - Definition des Überlappungsbereiches der Bauwerksabdichtung
 - Bereich für Baustellenstoß nicht zu eng fassen
- Sorgfältiger Einbau der FÜK durch qualifiziertes Personal

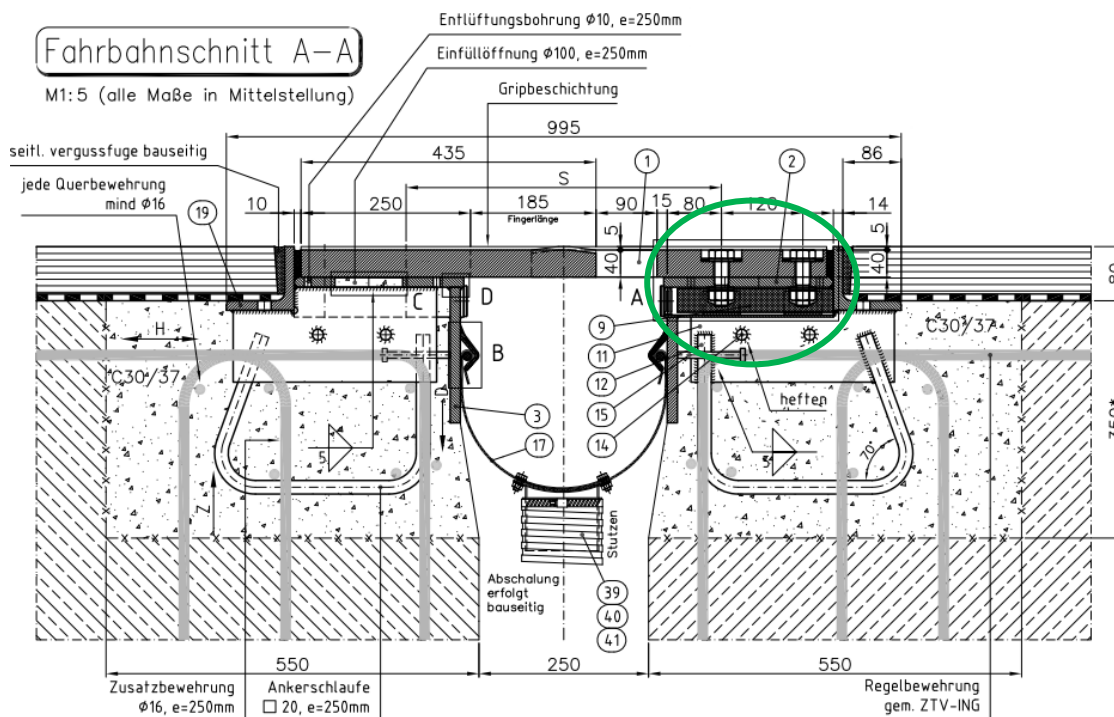
AP 4 – Neue Lösungsansätze: Möglichkeiten innovativer und robuster, wartungsarmer Konstruktionen

Testen kompletter Systeme von Fahrbahnübergängen



AP 4 – Neue Lösungsansätze: Möglichkeiten innovativer und robuster, wartungsarmer Konstruktionen

Verschraubungen inkl. Muttern komplett austauschbar



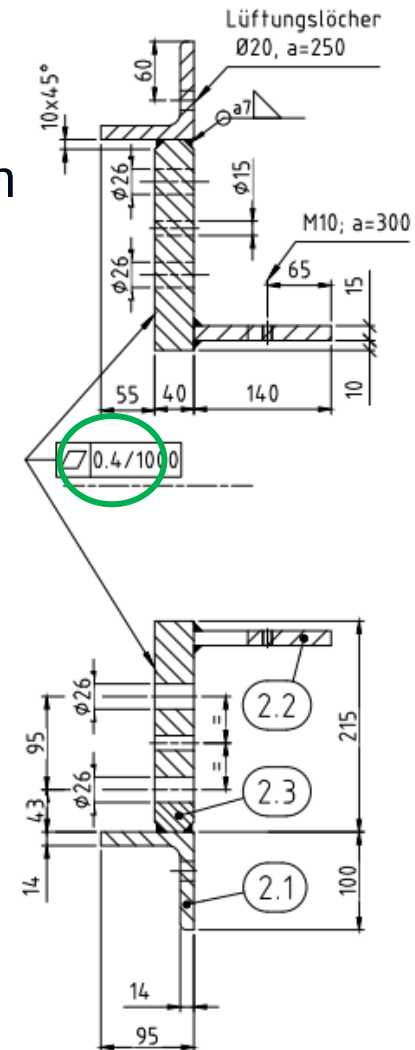
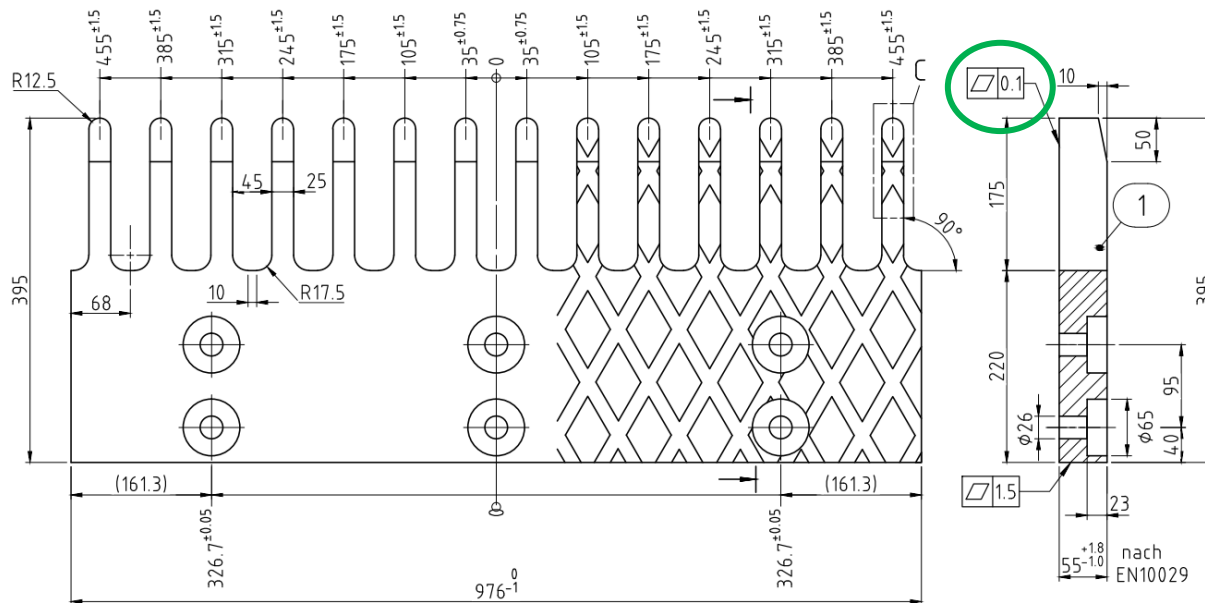
Schrauben und Mutter nach DIN EN 14399

AP 4 – Neue Lösungsansätze: Möglichkeiten innovativer und robuster, wartungsarmer Konstruktionen

Umsetzung Ebenheitsanforderungen

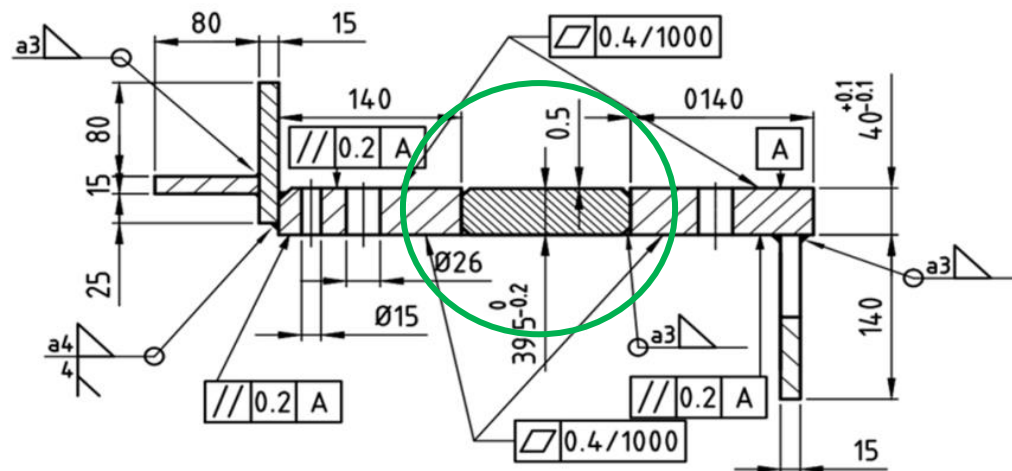
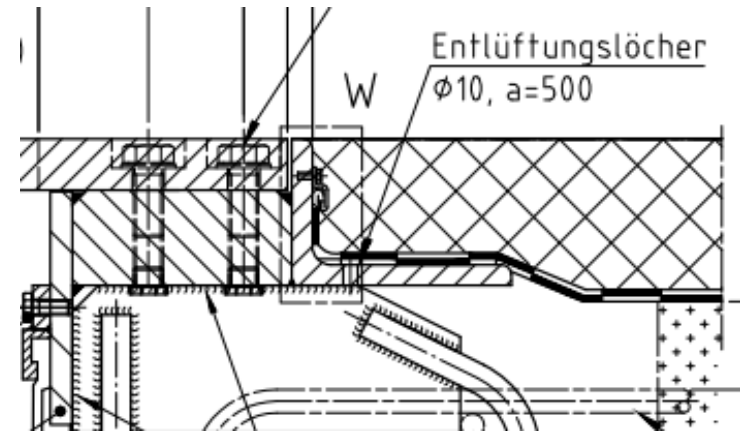
- Mechanische Bearbeitung von Fingerplattenunterseiten (0,1 mm Ebenheit)
- Auflageflächen aus kaltgezogenen Flachstählen (0,4 mm Ebenheit). Warmgewalzte Stähle haben größere Unebenheiten

Fingerplatte M (1:5)



AP 4 – Neue Lösungsansätze: Möglichkeiten innovativer und robuster, wartungsarmer Konstruktionen

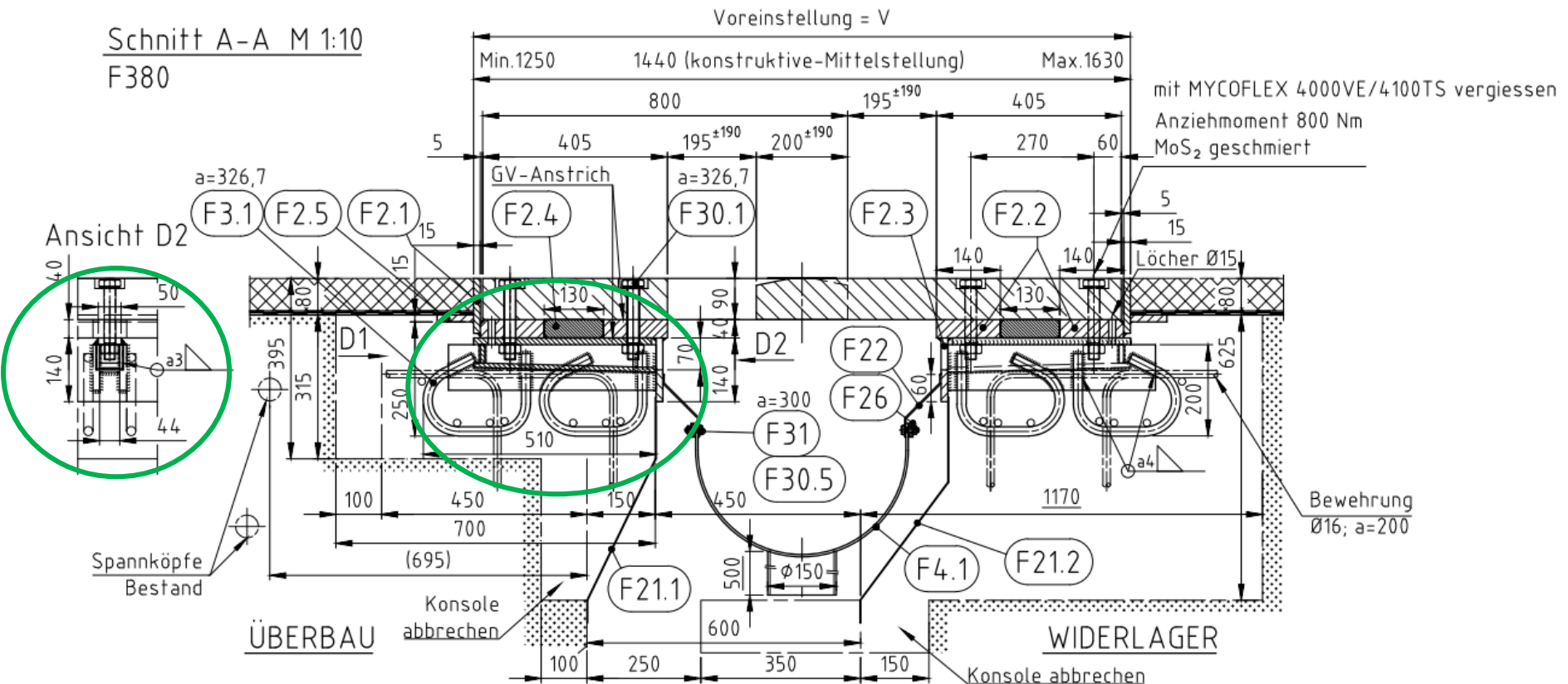
Ausreichende Einfüll-, Rüttel- und Entlüftungslöcher



AP 4 – Neue Lösungsansätze: Möglichkeiten innovativer und robuster, wartungsarmer Konstruktionen

- Direkte Lastabtragung in Konstruktion (Anker direkt an Schraube)
- Gesicherte Auflagekante (kein Ausbruch möglich)

Schnitt A-A M 1:10
F380



AP 4 – Neue Lösungsansätze: Möglichkeiten innovativer und robuster, wartungsarmer Konstruktionen

Dichtheit mit allen möglichen Randbedingungen (Bewegung) testen



Zusammenfassung

AP1: Erkenntnisse aus Inspektionen und Expertendiskussionen

- Viele Schäden durch Umläufigkeiten/Undichtigkeiten
 - Sekundärschäden Unterkonstruktion (Korrosion, Frostschäden etc.)
- Bei Fingerkonstruktionen häufige Schäden durch lockere oder gebrochene Schrauben
- Korrekte Installation ist wichtig (vor allem für Schraubenvorspannung).
- Exakte Installationsanleitung vom Hersteller erforderlich

AP2: Analyse der dynamischen Einwirkungen

- Klares Verhalten bei künstlichen und gemessenen Höhenprofilen
- Herausstehende FÜK sollten vermieden werden
- Stützrippen verringern dynamische Lasterhöhungen durch Unebenheiten
- Hinweise auf eine Korrelation zwischen hohen dynamischen Einwirkungen und Schäden an Fingern und Schrauben

Zusammenfassung

AP3: Sanierungsmethoden

- Gebräuchliche Methoden für Instandhaltung und Sanierung von FÜK wurden zusammengefasst und verglichen
- Kostenanalyse durchgeführter Konstruktionen
- Weiterverwendung bestehender Unterkonstruktionen anzustreben
- Beheben von Unebenheiten mittels Polymermetall

AP4: Robuste Ausbildung von FÜK

- Beschränkung der Einwirkung durch ausreichende Ebenheit
- Baustellenstöße vermeiden. Wenn nötig: klar definieren
- Erfassen und Berücksichtigen des komplexen Systemverhaltens über Bauteilversuche -> Testen gesamter Konstruktionen
- Konsequente Umsetzung der Forderungen der EN 1090
- Klare Anforderung hinsichtlich Betonieren, Verdichten und Entlüften

Ausblick: ÖNORM B 4031 und B 4032

Seit Juni 2013: ETAG 032 - Expansion Joints for Road Bridges

- Regelt das Bauprodukt Fahrbahnübergang (CE-Kennzeichen)

Derzeit befinden sich die Normen ÖNORM B 4031 und B 4032 in Ausarbeitung

- ÖNORM B 4031 beinhaltet Anwendungsanforderungen an das Produkt Fahrbahnübergangskonstruktion sowie die dazugehörige Produktionskontrolle
- ÖNORM B 4032 beinhaltet die Anforderungen an den Einbau und die Auswechslung von Fahrbahnübergangskonstruktionen und die Anforderungen an die Fachkraft sowie an die Instandhaltung

EVAF

Entwicklung verschleißarmer Fahrbahnübergänge

Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Stefan Lachinger
stefan.lachinger@ait.ac.at