

Fahrbahnübergänge aus Polymerbitumen; Praktische Empfehlungen und Neuentwicklungen

S. Hean, Chem. HTL; Dr. M.N. Partl, Ing. ETH, SIA, EMPA Dübendorf

1. EINLEITUNG

Die Bedeutung von Fahrbahnübergängen (FÜ) aus Polymerbitumen hat weltweit aufgrund ihrer folgenden besonderen Vorteile seit Ende der 80er Jahre zugenommen:

- Minderung der Lärmspitze durch Überfahrstösse,
- lokale Abdichtung der Tragkonstruktion,
- kurze Einbauzeit,
- minimale Unterhaltmassnahmen etc.

Seit der Einführung der ASTRA-Richtlinie für FÜ (1998) [1] wurde die Qualität der anzuwendenden FÜ-Systeme erheblich verbessert.

Im folgenden werden praktische Empfehlungen zu FÜ-Aufbau, Systemwahl und Einbaukontrollen unterbreitet sowie neue Entwicklungen von FÜ-Systeme-Entwicklung vorgestellt.

2. KLASSISCHE FÜ GEMÄSS ASTRA- RICHTLINIE

2.1 Aufbau des FÜ

Im Kapitel 3 der ASTRA-Richtlinie [1] ist der FÜ-Aufbau z.T. mit festgelegter Anforderung klar definiert (vgl. Soll-Abmessungen in *Bild 1*).

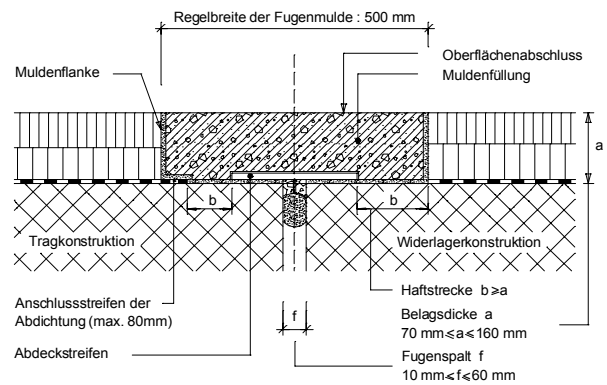


Bild 1 Soll-Abmessungen von FÜ (aus ASTRA-Richtlinie [1], Abbildung 5).

Dabei stellt sich immer wieder die Frage, ob alles wirklich zwingend so eingehalten werden muss. Hierzu können aufgrund der bisherigen praktischen Erfahrungen der EMPA folgende Empfehlungen und Bemerkungen abgegeben werden.

PBD-Anschlussstreifen :

Sehr oft sind die PBD-Anschlussstreifen im Projektplan angezeichnet. Damit soll der Verbund der Brückenabdichtung aus Polymerbitumen-Dichtungsbahnen (PBD) mit der dichten Muldenfüllung 100%-tig gesichert sein.

Vielen Einbauequipen ist dieser Anschlussstreifen ein Dorn im Auge, da sie beim Aktivieren der Muldenflanke und des Muldenbodens mit der Heissluftlanze (Temperatur ca. 600°C) grösste Vorsicht walten lassen müssen, um zu vermeiden, dass der PBD-Streifen nicht verbrannt wird. In den meisten

von der EMPA beobachteten Fällen war es kaum möglich zu verhindern, dass die Anschlussstreifen verbrannten. Die obere Deckschicht des PBD-Streifens floss auf den Muldenboden. Bei starker Überhitzung entstand manchmal auch eine Ablösung des PBD-Streifens von der Tragkonstruktion. Dies kann später, wenn die Randfuge undicht wird, zu einer Wasser-Unterläufigkeit unter dem Streifen führen.

Beim FÜ ist die Muldenfüllung an den benachbarten Belägen und am Muldenboden (Bereich b im *Bild 1*) über Adhäsions- und Reibungsmechanismen verankert. Insbesondere ist die Haftfestigkeit der Muldenfüllung an diesen Stellen für den Widerstand gegen das Eindringen von Wasser und damit für die FÜ-Lebensdauer von entscheidender Bedeutung. Da jedoch der Haftverbund der Muldenfüllung mit dem Abdeckstreifen kleiner ist als mit dem Muldenboden aus Beton, ist das Risiko infolge Abdeckstreifen grösser als dessen Nutzen.

Angrenzende Beläge:

Die ASTRA-Richtlinie [1] schreibt vor, dass nur angrenzende Beläge mit einem Hohlraumgehalt $\leq 6\text{Vol-\%}$ verwenden werden dürfen. Diese Anforderung hat aus folgenden Gründen ihre Berechtigung:

Bereits beim Einbau bereiten undichte Beläge Probleme. Einige Tage vor dem Einbau darf es keinen Regen geben, sonst können die Muldenflanken beim Einbau nicht trocken gehalten werden. Dies schwächt den Verbund zwischen der Muldenfüllung und den Belägen und kann später Flankenablösungen verursachen.

Im Gebrauchszustand bildet sich an der Muldenflanke bei Regen ein Wasserstau, der den Verbund an der Muldenflanke schwächt. Im Winter kann das gestaute Wasser gefrieren und Flankenablösungen hervorrufen.

Deswegen dürfen keine undichten Beläge unmittelbar an den FÜ angrenzen, sondern müssen etwa 1 bis 2m vor dem FÜ durch einen dichten Belag, wie z.B. Gussasphalt, ersetzt werden.

Breite der Fugenmulde:

Die Regelbreite der Fugenmulde gemäss [1] beträgt 500mm. Mit dieser Breite muss der FÜ in der Lage sein, eine Jahresfugenbewegung bis 37.5mm schadenfrei aufnehmen zu können. Zusätzlich muss er im Sommer eine genügende Standfestigkeit aufweisen.

Bei einer kleinen zu erwartenden Fugenbewegung kann sich der Systemanbieter für eine kleinere Breite entscheiden, muss aber die Breite des Abdeckstreifen (*Bild 1*) entsprechend anpassen. Inwieweit sich ein solches Vorgehen schlussendlich für den Bauherrn wirtschaftlich lohnt, ist fraglich, da die Kosteneinsparung in einem solchen Fall eher gering ist.

Bei FÜ mit der Breite grösser als 500mm besteht grundsätzlich eine erhöhte Gefahr, dass die Standfestigkeit im Sommer nicht gewährleistet ist und beispielsweise Materialverschiebungen in Fahrrichtung auftreten TB-TI [2]. Dies gilt insbesondere dann, wenn die beim Einbau verwendete Tränkmasse Qualitätsmängel aufweist. Andererseits bestehen durchaus positive Erfahrungen der EMPA und des Tiefbauamtes des Kantons Tessin mit sechs aufgrund solcher Mängel 1997 sanierter FÜ mit der Breite von 1100mm bis 1200mm (siehe Beispiel im *Bild 2*) auf der Autobahn A2. Der Verkehrsfluss betrug etwa 30'000 Wagen pro Tag und Fahrrichtung. Bei der Sanierung unter der EMPA-Betreuung wurde die Zusammensetzung (Tränkmasse/Zuschlagsstoffe) optimal dosiert, so dass keine überschüssige Tränkmasse an der oberen Schicht auftrat. Dazu wurden für den Oberflächenabschluss grobe Abstreusplitt der Grösse 8-10mm verwendet. Eine Objektinspektion im Jahre 2002 (5 Jahre nach der Sanierung) im Rahmen der EMPA-Forschungsarbeit [3] durch eine Expertengruppe (EMPA, ASTRA, CES, TB-TI) bestätigte einen sehr guten Zustand dieser sechs FÜ. Das Ergebnis bestätigt, dass eine grössere FÜ-Breite unter bestimmten Umständen durchaus realisierbar ist.



Bild 2 Querschnitt eines der überbreiten Fahrbahnübergänge des Viadotto delle Cantine im TI (Zeichnung TB-TI).

Dicke der Fugenmulde:

Die Dicke kann nach ASTRA-Richtlinie [1] zwischen 70 und 160mm betragen.

Bei der erstmaligen Prüfung gemäss ASTRA-Richtlinie wird das Ermüdungsverhalten des FÜ mit einer Systemprüfung untersucht, bei der ein Systemprüfkörper mit der Dicke von 70mm die Gesamtbewegung von 37.5mm in der Wärme und Kälte schadenfrei aufnehmen muss. Bei einer relativ grossen zu erwarteten Fugenbewegung empfehlen wir seitens der EMPA, aufgrund der besseren Kraftverteilung die FÜ-Dicke nicht auf ein Minimum von 70mm zu planen. Noch ungünstiger wird die Situation, wenn der FÜ im Bereich Trottoir sehr dünn eingebaut wird, da diese Stelle nicht durch Verkehr eingewalzt wird und deswegen sogar empfindlicher als der Fahrbahnbereich reagiert. In der Regel wiesen FÜ mit einer Dicke ca. 120mm in der Praxis ein gutes Ergebnis auf.

2.2 Systemwahl/Einbau

Systemwahl:

In der Schweiz dürfen seit 1999 nur FÜ-Systeme eingebaut werden, welche die Anforderung der ASTRA-Richtlinie erfüllen. Dazu gehören gemäss Stand 2002 folgende FÜ-Systeme: THORMA-JOINT, VILLAJOINT, VIA-AE-JOINT UND WALO-JOINT.

Einbauzeit:

Durch die Fugenbewegung wird der FÜ in der Praxis im Winter dünner und im Sommer dicker. In der Regel wird der FÜ von der Einbauunternehmung etwa gleich hoch wie der angrenzende Belag eingebaut. Es gibt in der Praxis vereinzelt aber

auch Einbauunternehmung, welche die genaue FÜ-Dicke bei der entsprechenden Bauwerktemperatur festlegen. Eine optimale Einbauzeit wäre im Frühling oder im Herbst, wo die Bauwerktemperatur um 10°C beträgt. Ausgehend von dieser Temperatur werden im Winter und Sommer infolge Temperaturänderung $\pm 25^\circ\text{C}$ symmetrische Fugenbewegungen in Dehn- und Stauchrichtung erwartet.

Es darf nicht vergessen werden, dass ein Termindruck die Qualität sowie die Dauerhaftigkeit des FÜ gefährdet.

Einbaukontrolle:

Eine Überwachung der Qualität der Einbaumaterialien sowohl im Anlieferungszustand als auch nach dem Einbau ist materialtechnisch unumgänglich und gemäss ASTRA-Richtlinie obligatorisch.

In der Schweiz existiert zur Zeit noch keine offizielle Zulassungsstelle für FÜ. Das System muss die Anforderung der erstmaligen Prüfungen gemäss ASTRA-Richtlinie [1] erfüllen, wobei sich der Hersteller verpflichtet, bei einer Änderung der Zusammensetzung der Baustoffe, dem Prüfinstitut Meldung zu erstatten. Die Erfahrung zeigt, dass trotz des gleichen Systemnamens nicht immer das gleiche Material beim Einbau verwendet wird. *Bild 3* zeigt beispielhaft einen möglichen Qualitätsunterschied einer Tränkmass aus zwei Polymerkomponenten, in dem in einem Fall eine deutlich geringere Menge des Polymer 1 bei der Herstellung beigemischt wurde. Dies wurde mittels Gelpermeationschromatografie nachgewiesen. Das linierte Chromatogramm mit zwei Polymerpeaks identifiziert die Tränkmass eines Systems bei der erstmaligen Prüfung gemäss ASTRA-Richtlinie [1]. Die am Objekt entnommene Probe (punktiertes Chromatogramm) hat einen sehr geringeren Anteil an Polymer 1 und weist somit einen unterschiedlichen Fingerprint auf.

2. AUSBLICK AUF NEUENTWICKLUNGEN: FÜ FÜR GROSSE BEWEGUNGEN

Auf dem Markt wird zur Zeit ein Fahrbahnübergangssystem für grosse Jahresbewegungen (bis 100mm) angeboten. Im Vergleich zu dem FÜ gemäss ASTRA-Richtlinie besteht das neue System aus einer Reihe von Federn, die im Abstand von ca. 200mm in die Tränkmasse eingebettet und an zwei gegenüberliegenden Stahlprofilen verankert sind. Die Abdeckvorrichtung des Fugenspaltes besteht aus einer 15mm dicken Abdeckplatte, die auf eine Gleitlage ruht und von einer oberen Abdeckplatte (Dicke 8mm) überdeckt wird. Die obere Abdeckplatte ist über Schrauben am Beton befestigt, um die vertikale Bewegung zu verhindern. Damit die horizontale Bewegung ermöglicht werden kann, sind in der unteren Abdeckplatte ent-

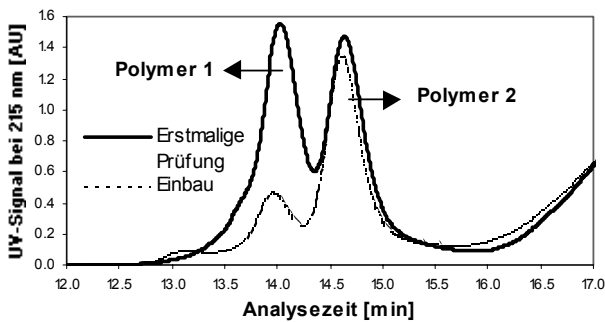


Bild 3 Chromatogramme der Tränkmasse eines FÜ-Systems. Liniert: Fingerprint bei der Erstmali- gen Prüfung gemäss ASTRA-Richtlinie. Punktiert: entnommen vor dem Einbau

Die Materialuntersuchungen haben die Aufgaben, die erwartete Qualität und Identität der einzubau- enden Materialien im Vergleich zum Fingerprint der Erstmali- gen Prüfung zu verifizieren sowie die schonende Behandlung der Materialien beim Ein- bau zu kontrollieren. Die *Tabelle 1* fasst die Kontrollprüfungen inkl. Zweck beim Einbau der Tränkmasse zusammen.

Prüfungen	ASTRA Kap.	Zweck
Elastische Rückstel- lung (ERD) bei 0°C	2.1.1.4	Elastizität und Reisswiderstand in der Kälte
Verteilung der Poly- mere	2.1.1.5	Homogenität und Phasenvertei- lung (Bitumen/ Polymere)
Fliesslänge	21.1.10	Formstabilität im Sommer
Gelpermeation- schromatografie (GPC)	21.1.11	- Identität der Polymere im Ver- gleich zum Fingerprint. - Zersetzung der Polymere durch den Einbau

Tabelle 1 Kontrollprüfungen der Tränkmasse beim Einbau inkl. Zweck

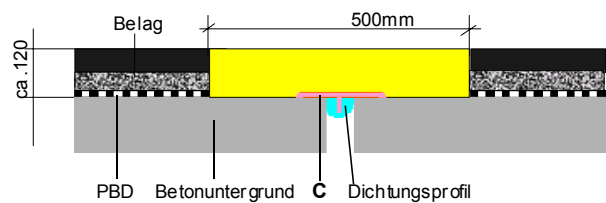


Bild 4 FÜ gemäss ASTRA-Richtlinie. Alle Masse in mm

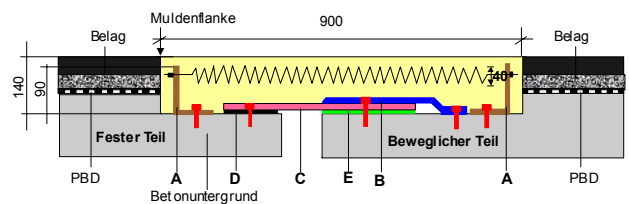


Bild 5 Neues FÜ-System für eine Jahresbewe- gung bis 100mm. Alle Masse in mm

A: Federverankerung, B: Abdeckplatte oben, C: Abdeckplatte unten, D: Gleitlager, E: Verformungslage

Bild 7 Joint Movement Simulator JMS zur Untersuchung des dilatationsbedingten Ermüdungsverhaltens von Fahrbahnübergängen bei tiefer Temperatur

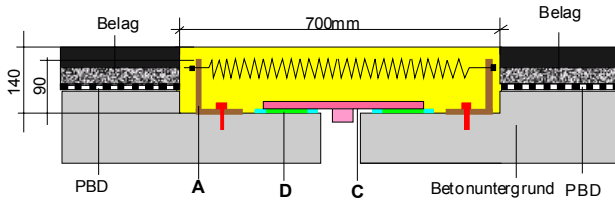


Bild 6 Neues FÜ-System für eine Jahresbewegung bis 70mm. Alle Masse in mm
(C: Abdeckplatte schwimmend)

sprechende Längslöcher vorhanden. Aufgrund dieser Zusatzteile sind für den Einbau umfangreiche Vorbereitungsarbeiten notwendig [4]. Die *Bilder 4 bis 6* zeigen schematische Querschnitte der FÜ-Systeme im Vergleich zu herkömmlichen FÜ.

Umfangreiche Untersuchungen in der EMPA zur Feststellung des Ermüdungsverhaltens in der Kälte, des Spurrinnenbildungsverhaltens in der Wärme mit speziellen Systemprüfungen (Joint Movement Simulator JMS in *Bild 7* und Mobile Load Simulator MMLS3 in *Bild 8*) sowie des Praxisverhaltens von 16 Objekten in der Schweiz führten zu folgenden Ergebnissen:

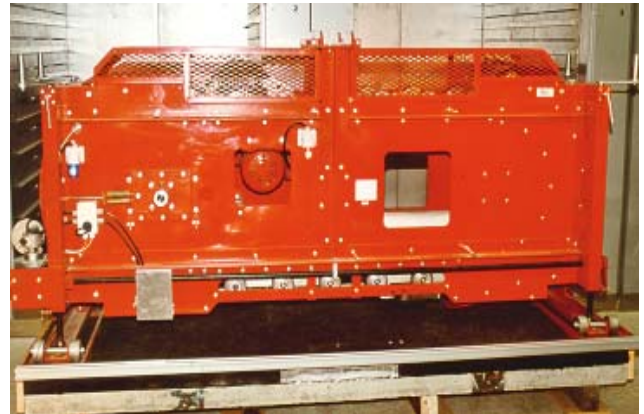


Bild 8 Mobile Load Simulator MMLS3 zur Untersuchung des Spurrinnenbildungsverhaltens von Verkehrsflächen im Labor und am Objekt



Das neue FÜ-System machte aufgrund der bestimmten Eigenschaften im Labor und des Praxisverhaltens am Objekt einen vielversprechenden Eindruck [5]. Die 16 inspizierten Objekte mit einem Alter von 1 bis 6 Jahren waren intakt und erfüllten augenscheinlich ihre Funktion als Fahrbahnübergangsabdichtung. An zwei relativ neuen Objekten wurden einige Randablösungen am Brückenkordon und am Mittelstreifen festgestellt, wie dies aufgrund der Laboruntersuchungen zu erwarten war. Diese Fehlstellen wurden nach der Objektinspektion durch die Einbaufirma behoben. Randablösungen sind bei diesem neuen System ein Detailproblem, das aufgrund des heutigen Wissenstandes vor allem konstruktiv zu lösen ist.

Auch für solche FÜ mit grossen Fugenbewegungen gelten selbstverständlich nach wie vor die Anforderungen an die Materialien und die Muldenvorbereitungen gemäss ASTRA-Richtlinie.

3. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die Angaben gemäss ASTRA-Richtlinie [1] über den FÜ-Aufbau sind aus verschiedenen Gründen berechtigt und zweckmässig. Aufgrund der bisherigen Erfahrung besteht jedoch ein gewisser Spielraum, der dem Bauherrn eine Anpassung an die Gegebenheiten der Objekte ermöglicht und der bei der bevorstehenden Revision der ASTRA-Richtlinie [1] zusammen mit gewissen Modifikationen von Details zu diskutieren sein wird.

Ein Termindruck beim Einbau kann die Dauerhaftigkeit des Objektes fast gleich gefährden, wie eine Verwendung von Baumaterialien ohne Qualitätsüberprüfung beim Einbau.

Das frisch auf dem Markt angebotene FÜ-System für Fugenbewegungen bis 100mm eröffnet neue Möglichkeiten für FÜ aus Polymerbitumen. Die Vorbereitungsarbeiten und der Einbau solcher FÜ sind allerdings viel komplexer als bei den herkömmlichen. Dies bedingt eine längere Bauzeit, sehr präzises Arbeiten sowie ein vertieftes technisches Verständnis vom Planen bis zur Fertigstellung.

Literatur:

[1] Richtlinie: *Fahrbahnübergänge aus Polymerbitumen*. Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation, Bundesamt für Strassen, ASTRA Bereich Kunstbauten, Ausgabe 1998, Art. Nr. 308.315.d

[2] Viadotto delle Cantine, Capolago; Giunti di transizione. EMPA Bericht-Nr. 166488 (1997)

[3] Hean S., Partl M.N.: *Fahrbahnübergänge aus Polymerbitumen, Objektverfolgung und Datenerfassung*. Forschung im Auftrag vom Bundesamt für Strassen (Bericht voraussichtlich 2003)

[4] Heim R.: Einsatz von Silent-Joint in der Praxis; Ersatz eines Stahlüberganges durch Silent-Joint an der A7, Thurbrücke Müllheim. Referattext der Silent-Joint-Tagung (2002)

[5] Hean S., Partl M.N.: Verhalten von Silent-Joint; Laboruntersuchungen und Objektzustände. Referattext der Silent-Joint-Tagung (2002)