



## Kurzbeschreibung Projekte Bahninfrastrukturforschung

P-1116 Tragverhalten und Bemessung von Tübbingfugen

<b>Schwerpunkte Wirkungsziele</b>	Effizienter Mitteleinsatz beim Ausbau und der Weiterentwicklung der Bahninfrastruktur, Kostenoptimierung (Betrieb, Unterhalt oder Ausbau der Bahninfrastruktur)	<b>Geplante Projektdauer</b>	07/2020- 06/2024
<b>Projektträger/ Projektleitung</b>	ETH Zürich, Institut für Baustatik und Konstruktion Kaufmann Walter, kaufmann@ibk.baug.ethz.ch	<b>Budget total / Anteil BAV</b>	640'000 CHF 160'000 CHF

### Zusammenfassung

In diesem Projekt werden Grossversuche und Parameterstudien zum Verhalten von Tübbingfugen durchgeführt. Auf dieser Grundlage werden mechanisch konsistente Modelle validiert und weiterentwickelt, die eine wirtschaftliche Bemessung von Tübbingfugen ermöglichen. Damit können bei zukünftigen Projekten die Tübbingstärke und ihre Bewehrung auf das notwendige Mass beschränkt werden. Das Projekt leistet damit einen substantiellen Beitrag zur Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit im Tunnelbau.

### Problemstellung

Im modernen Tunnelbau erfolgt die Auskleidung häufig mit vorgefertigten Tübbing. Im druckhaften oder quellfähigen Gebirge (Längsfugen) resp. bei geschlossenen Schildvortrieben (Ringfugen) sind die Tübbingfugen oft massgebend für die Festlegung der Tübbingstärke und ihre Bewehrung. Heute fehlen jedoch zuverlässige mechanische, experimentell validierte Modelle für die Bemessung der Tübbingfugen. Vielmehr erfolgt diese nach den aktuellen Richtlinien und Normenwerken auf Basis empirischer Regeln, die in vielen Fällen anerkanntermassen übermässig konservativ sind. Dies wirkt sich sehr nachteilig auf die Wirtschaftlichkeit und den Ressourcenverbrauch von Tunnels aus.

### Ziele

Übergeordnetes Ziel ist die Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von Tunnels und die Reduktion des Ressourcenverbrauchs. Insbesondere soll der in Versuchen festgestellte, gegenüber aktuellen Bemessungsregeln markant höhere Widerstand der Längsfugen zuverlässig ausgenutzt werden können, und es sollen die Grundlagen für eine sichere Bemessung der Bewehrung zur Rissbreitenbegrenzung unter TBM-Vortriebslasten in den Ringfugen ohne übermässige Reserven geschaffen werden

### Vorgehen / Module

Sowohl bei der Bemessung von *Tübbing-Längsfugen* als auch bei den *Tübbing-Ringfugen* bestehen heute Unsicherheiten und Wissenslücken. Diese sind jedoch unterschiedlich gelagert. Entsprechend unterscheidet sich das Vorgehen zu ihrer Beseitigung. Dieses gliedert sich in vier Arbeitspakete:

In **Arbeitspaket 1** wird der Stand der Technik systematisch zusammengestellt und analysiert, und die Parameter für die Versuche und Vergleichsberechnungen werden festgelegt.

In **Arbeitspaket 2** werden Grossversuche durchgeführt, um die Unsicherheiten bei der Anwendung neuer, mechanisch konsistenter Modelle auf *Tübbing-Längsfugen* zu beseitigen. Die Versuche gliedern sich in 20 Blockversuche (AP 2A), mit Abmessungen von ca. 550x500x350 mm, und 10 Fugenversuche (AB 2B), mit Abmessungen von ca. 1400x800x350 mm. Aufgrund der hohen Prüflasten werden die Versuche an der EMPA Dübendorf in einer der weltweit grössten Druckprüfmaschinen (Kapazität 20 MN) durchgeführt. Auf Basis der Versuchsergebnisse werden mechanisch konsistente Modelle validiert und weiterentwickelt (AP 2C), die sowohl die günstige



## Kurzbeschreibung Projekte Bahninfrastrukturforschung

---

Wirkung einer Umschnürungsbewehrung als auch den positiven Einfluss der lokalen Krafteinleitung berücksichtigen.

**In Arbeitspaket 3** werden Parameterstudien durchgeführt, um die Unsicherheiten bei der Bemessung der Bewehrung zur Rissbreitenbegrenzung infolge Belastung der *Ringfugen* durch die TBM-Vortriebspressen zu beseitigen. Dabei werden zunächst die Spaltzugkräfte (AP 3A) infolge lokaler Pressung behandelt, anschliessend die Scheibenwirkung infolge Fugenversätzen (AP 3B). Schliesslich werden diese Effekte überlagert (AP 3C) und zusammenfassend beurteilt.

**In Arbeitspaket 4** werden die Resultate zusammengefasst und für die Ingenieurpraxis aufbereitet.

---

### Erwartete Resultate

- Ein mechanisch konsistentes, experimentell validiertes Modell und ein vereinfachtes, praxistaugliches Verfahren für die Bemessung von Tübbing-Längsfugen mit Umschnürungsbewehrung.
- Empfehlungen für eine sichere Bemessung der Bewehrung zur Rissbreitenbegrenzung unter TBM-Vortriebslasten in Ringfugen ohne unnötige Reserven.
- Schlussbericht (Forschungsbericht Arbeitsgruppe Tunnelforschung AGT).