

### Sehr geehrte/r Leserin, Leser!

Ich begrüße Sie mittlerweile aus unserem neuen Büro. Die FSV hat im Dezember 2025 all ihre Sachen am alten Standort in der Karlsgasse gepackt und ist auf den neuen Standort in der Ernst Melchior-Gasse 24 im zweiten Wiener Gemeindebezirk umgezogen. Die Erreichbarkeit ist besser als früher zumal die Anreise auch mit Zügen möglich ist.

Trotz Umzugstätigkeiten haben unsere Kernkompetenzen aber nicht gelitten, die Erstellung von Richtlinien hat sich ebenso fortgesetzt, wie auch die Planung von Veranstaltungen und Schulungen.

Der FSV-Verkehrstag 2026 wird heuer am 16. Juni stattfinden. Wir bitten Sie sobald, wie möglich, sich anzumelden. Auch die parallel stattfindende Fachausstellung ist schon gut gebucht und kann für gute Gespräche und Networking genutzt werden.

Seit einiger Zeit haben wir uns digital erweitert, die FSV stellt aktuelle Informationen über LinkedIn dar und kann für Kritik, Anregungen und Wünsche dort auch erreicht werden.

Wir freuen uns, für unsere Mitglieder, sowie Kundinnen und Kunden auf vielen Kanälen erreichbar zu sein.



**Dipl.-Ing. (FH) Tristan Tallafuss**  
Generalsekretär der FSV



## Anwendung des „Load-Transfer Analysis“-Ansatzes für Energiepfähle des Forschungsprojekts „Unteres Hausfeld“

Energiepfähle sind thermisch aktivierte Tiefgründungselemente, die eine Doppelfunktion erfüllen. Neben ihrer primären Aufgabe, die Lasten aus dem Bauwerk in den Untergrund abzuleiten, sind sie mit sogenannten Absorberrohren ausgestattet.

In diesen Rohren zirkuliert eine Wärmeträgerflüssigkeit, die einen Energieaustausch mit dem umgebenden Untergrund ermöglicht. Im Winter kann die natürliche Temperatur des Erdreichs als Wärmequelle genutzt werden, um Gebäude (in Kombination mit Wärmepumpen) zu beheizen, während die gleiche Technologie im Sommer zur Kühlung der Gebäude eingesetzt wird. Ziel dieser Arbeit war die Entwicklung einer anwendungsfreundlichen Methode zur Untersuchung des thermo-mechanischen Last-Verformungs-Verhaltens von Energiepfählen. Im Mittelpunkt steht dabei der „Load-Transfer Analysis“-Ansatz.

### „Load-Transfer Analysis“-Ansatz

Im Rahmen des „Load-Transfer Analysis“-Ansatzes erfolgt eine Unterteilung des Energiepfahls in mehrere starre Elemente. Die Verbindung der Segmente untereinander sowie mit dem Untergrund erfolgt mittels Federn. Jede Feder ist durch ein konstitutives Gesetz, auch Last-Verformungs-Funktion genannt, definiert.

Dieses Gesetz beschreibt das Verhalten der Federn bei Belastung (oder Entlastung) sowie die daraus folgende Reaktion der verschiedenen Pfahlelemente. In der Arbeit wurde eine trilineare Last-Verformungs-Funktion verwendet, die mit der Masing-Regel kombiniert wurde, um das Hystereseverhalten möglichst realitätsnah abzubilden. Unter der Voraussetzung einer geringen axialen Verschiebung an der Pfahlsole kann die Kraft am Pfahlkopf durch eine iterative Berechnung und unter Berücksichtigung der Gleichgewichtsbedingung ermittelt werden.

Durch Variation der angenommenen Anfangsverschiebung können verschiedene Kräfte am Pfahlkopf berechnet werden, bis die resultierende Kraft derjenigen entspricht, mit der der Pfahl belastet wird. Dies stellt den Ansatz für eine reine mechanische Belastung dar.



Dipl.-Ing. Lukas Steinger, BSc.

Im Falle einer rein thermischen Belastung zielt das iterative Verfahren darauf ab, eine Position für den Nullpunkt der Schubspannung entlang des Energiepfahls zu bestimmen, welche das vertikale Pfahlgleichgewicht erfüllt. Um das gesamte Belastungsverhalten unter abwechselnden thermomechanischen Belastungen abzubilden und nicht nur einzelne Belastungen isoliert zu betrachten, wird der aktuelle Federzustand nach jeder Belastung gespeichert und für die nachfolgende Belastung als Ausgangspunkt verwendet. Zur numerischen Umsetzung wurde ein Programmcode in der Programmiersprache Julia entwickelt.

### Verifikation und Vergleich mit in-situ geprüften Energiepfählen

Die Verifikation des entwickelten Programms erfolgte zunächst durch einen Vergleich mit einem Referenzbeispiel. An-



1: Foto eines Energiepfahls mit Absorberrohr

schließlich wurde eine umfangreiche Parameterstudie durchgeführt, bei der verschiedene Lastniveaus und Randbedingungen systematisch variiert wurden, um die Sensitivität des Modells gegenüber thermo-mechanischen Einflüssen zu analysieren.

Im nächsten Schritt wurde das Berechnungsverfahren auf reale Anwendungsfälle übertragen. Hierzu wurden zwei Energiepfähle aus dem Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“ herangezogen, deren Bodenkennwerte, Versuchsdurchführung und Messergebnisse in komprimierter Form dargestellt werden. Für die numerische Modellierung wurden die Pfahlwiderstände im Grenzzustand der Tragfähigkeit ermittelt, wobei das zugrunde liegende Berechnungsverfahren ausführlich erläutert wird.

**Ergebnis und Fazit**

Der Vergleich der Simulationsergebnisse mit den in-situ gemessenen Werten erfolgte anhand der Pfahlkopfverformungen über den Belastungszeitraum sowie der Widerstands-Setzungslinie.

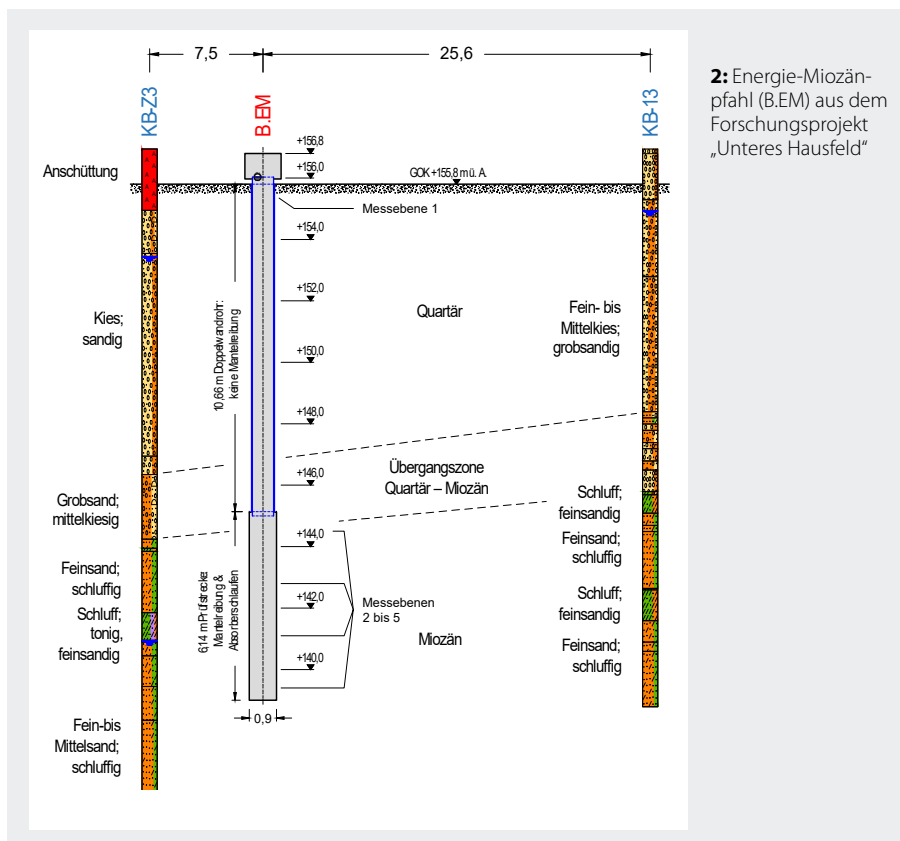
Die Ergebnisse zeigten, dass für den miozänen Energiepfahl sehr gute Übereinstimmungen zwischen berechneten und gemessenen Verformungen erzielt werden

konnten. Größere Abweichungen traten hingegen beim Energie-Kiespfahl auf.

Der in-situ getestete Pfahl mobilisierte einen signifikant höheren Widerstand als die Modellberechnung ergeben hatte. Abschließend kann jedoch gesagt werden, dass der „Load-Transfer-Analysis“-Ansatz (mit der gewählten trilinearen Last-Verformungs-Kurve in Kombination mit der Masing-Regel) ein geeignetes Hilfsmittel zur Berechnung des Last-Verformungs-Verhaltens thermo-mechanisch beanspruchter Pfähle ist.

Die Ergebnisse hängen jedoch stark von den Annahmen bezüglich der Bodenfestigkeit und der Steifigkeit ab. Einer der großen Vorteile des „Load-Transfer Analysis“-Ansatzes ist die hohe Flexibilität: Durch die Einteilung in Segmente können sowohl Unterschiede im Pfahl (Steifigkeiten, Querschnitte, ...) als auch im Untergrund (Bodenschichtungen etc.) sehr genau abgebildet werden. Ein weiterer Vorteil ist die „Einfachheit“, da es sich um einen Algorithmus handelt, der mit relativ einfachen Mitteln programmiert werden kann und Anpassungen des Codes sind sehr einfach möglich.

Beim FSV-Preis im November 2025 wurde die Diplomarbeit von Dipl.-Ing. Lukas Steinger prämiert.



**Veranstaltungen und Seminare**

**FSV-Tagung:**  
**FSV-Verkehrstag 2026 mit Fachausstellung**  
 16.06.2026  
 Vienna Marriott Hotel, 1010 Wien

**FSV-Seminar:**  
**Erdarbeiten sicher planen, ausschreiben und ausführen**  
 12.03.2026  
 FSV, 1020 Wien

**FSV-Schulungen:**  
**Fachkraft für Fahrzeugrückhaltesysteme**  
 16.-18.03.2026  
 FSV, 1020 Wien

**Brückeninspektoren - Basislehrgang**  
 24.-26.03.2026  
 FSV, 1020 Wien

Nähere Informationen zu diesen und weiteren Veranstaltungen, und eine Online-Anmeldemöglichkeit finden Sie auf unserer Homepage unter [www.fsv.at](http://www.fsv.at).

**FSV-AKTUELL SCHIENE**

„Österreich-Teil“ und offizielles Organ des Bereichs Schiene der Österreichischen-Forschungsgesellschaft Straße · Verkehr (FSV)

**FSV-Geschäftsstelle:**  
 A-1020 Wien, Ernst-Melchior-Gasse 24  
 Tel.: +43 1 5855567 ·  
 E-Mail: [office@fsv.at](mailto:office@fsv.at) · <http://www.fsv.at>

**Schriftleitung:**  
**DI(FH) DI Ehrenfried Lepuschitz**  
 (Kommentare, Anregungen, Beitragsideen etc. erwünscht!)  
 Weitere Informationen und Bestellmöglichkeit der Publikationen der FSV auf [www.fsv.at](http://www.fsv.at).

Bei Bestellungen im EU-Raum bitte Ihre UID bekannt geben (in Deutschland = DE + 9 Ziffern), da Sie so die MwSt. sparen können.

**Abonnementpreis** der Zeitschrift ETR – Eisenbahntechnische Rundschau für **FSV-Mitglieder ermäßigt!**