



## FSV-aktuell STRASSE Jänner 2025

Mitteilungen der Österreichischen Forschungsgesellschaft  
Straße • Schiene • Verkehr

### Editorial

Sehr geehrte Leserin,  
sehr geehrter Leser,

mit positivem Elan starten wir ins neue Jahr. Nach der besinnlichen Zeit und der Möglichkeit die eigenen Energiereserven wieder aufzubauen, sind wieder viele Ziele gesetzt.

Bekanntlich wurde im Herbst die 7. Version der Standardisierten Leistungsbeschreibung Verkehr und Infrastruktur (LB-VI) veröffentlicht. Im Nachgang wird das Prüfbuch zur LB-VI zur An-

wendung mit der neuen Version überarbeitet. Das Prüfbuch ist ein anerkanntes Qualitätssicherungsprodukt im Bauwesen, welches eine umfangreiche Sammlung von Prüfungen von Baustoffen, Bauteilen und Leistungen im Zuge der LB-VI enthält.

Die FSV freut es, dass einige neue Veranstaltungen, die seit vergangenem Jahr entwickelt wurden, viel positive Resonanz erfahren haben. Die Ausbildungen zur Fachkraft von Bodenmarkierungen und zur Fachkraft von Fahrzeugrückhaltesystemen haben gezeigt, dass großer Bedarf in Weiterbildungsmaßnahmen im Infrastrukturbereich bestehen.

Da die FSV ein großes Netzwerk von vielen Expertinnen und Experten hat, kann sie aus dem Vollen schöpfen, um weitere Ausbildungsinitiativen setzen zu können. Ohne gut qualifiziertem Personal ist es nicht möglich, die gute Qualität der Verkehrsinfrastrukturen zu erhalten und weiterzuentwickeln.

Bitte nicht zu vergessen, der FSV-Verkehrstag wird heuer bereits am 6. Mai stattfinden.

Ich wünsche Ihnen abschließend ein erfolgreiches und gesundes Jahr 2025!

Dipl.-Ing. Martin Car  
Generalsekretär der FSV

### Beiträge vom FSV-Preis 2024

Im Rahmen der FSV-Tagung „FSV-Preis 2024 – wir gehen neue Wege, die Jugend geht mit“ bekamen sechs Master-/Diplomarbeiten bzw. Dissertationen, die sich mit verkehrsrelevanten Themen beschäftigen, einen Preis verliehen.

Die Verleihung der Preise erfolgte im November 2024. Aus den Einreichungen stellen wir heute zwei prämierte Arbeiten vor:

#### Numerische Modellierung der Pfahl-Boden-Interaktion bei Probebelastungen – Gegenüberstellung von Messung und Simulationen

Pfahlgründungen sind die am häufigsten angewandte Tiefgründungsvariante. Trotz der weit verbreiteten Anwendung gibt es nur wenige Methoden, mit denen die Tragfähigkeit von Pfählen bestimmt werden kann. Die statische Pfahlprobebelastung gilt als jene Methode, die die genauesten Widerstandswerte liefert, ist jedoch zeit- und kostenintensiv. Das Ziel dieser Arbeit war es das mechanische Tragverhalten von Ortbeton-Bohrpfählen mithilfe von numerischen Simulationen abzubilden und zu analysieren.

Dafür wurden numerische Modelle erstellt und mit realen statischen Probebelastungen aus dem Forschungsprojekt „Unteres Hausfeld“ (FPUH) verglichen. Die Simulationen fokussieren sich auf die Interaktionen zwischen Pfahl und Boden unter Berücksichtigung komplexer Bodenmechanik und der Einflüsse von Bodenverformungen.

#### Versuchskonzept und Datenerhebung

Für die Untersuchung wurden zwei Versuchspfähle des FPUHs, ein Kiespfahl (B.K55) und ein Miozänpfahl (B.M5), herangezogen (Bild 1). Diese Pfähle unterscheiden sich durch die vorliegenden Bodenbedingungen. Die Prüfstrecke des Kiespfahls liegt in quartären Sedimenten (Kies), jene des Miozänpfahls in den miozänen Schichten (Wiener Tegel). Sowohl die quartären als auch die miozänen Schichten sind repräsentativ für den Wiener Baugrund. Die Versuchspfähle wurden im Rahmen des FPUHs einer statischen Pfahlprobebelastung unterzogen. Die Probebelastungen wurden kraftgesteuert in zwei Lastschleifen durchgeführt. Die

erzielten Ergebnisse dienten als Grundlage für die numerischen Modelle.

Für die Modellierung wurde die Finite-Elemente-Software *Plaxis 2D* eingesetzt. Die Modelle wurden in Achsensymmetrie erstellt. Um das komplexe Bodenverhalten möglichst realitätsnah abzubilden, wurde das höherwertige Stoffmodell *Hardening Soil model with small-strain stiffness (HSS)* verwendet. Das mechanische Verhalten des Pfahls wurde durch linear elastische Stoffmodelle beschrieben.

Mithilfe von Interface-Elementen war es möglich die Pfahl-Boden-Kontaktfläche zu definieren und

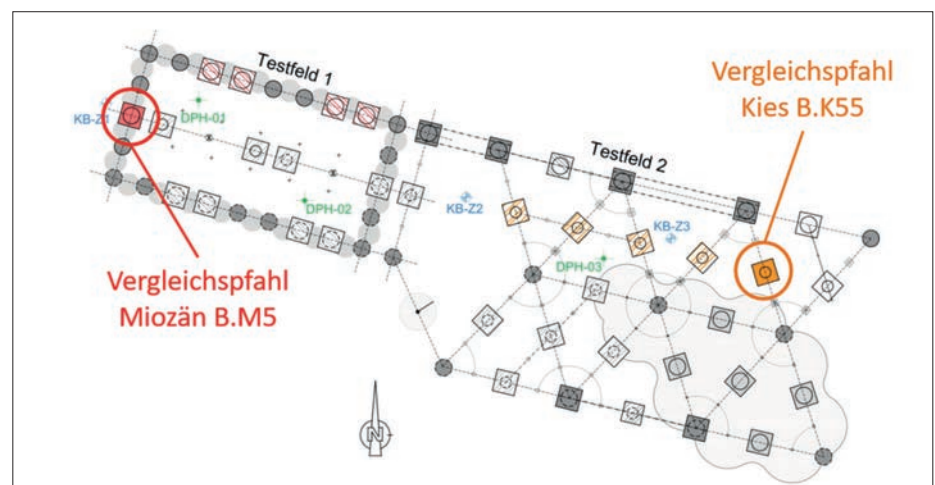


Bild 1: Versuchskonzept mit den zwei Vergleichspfählen des FPUHs

so die Reibung und Interaktion korrekt abzubilden. Eine wesentliche Herausforderung bestand darin, die Parameter für die Modellierung festzulegen.

Diese wurden teilweise aus den durchgeführten Laborversuchen und Erfahrungswerten abgeleitet, da für komplexe Bodenbedingungen, wie miozäne Schichten, spezifische Daten erforderlich waren, die in der Literatur nicht immer umfassend verfügbar sind.

**Vergleich und Analyse der Versuchs- und Simulationsergebnisse**

Die Aufbereitung der Simulationsergebnisse umfasste den Vergleich der Widerstand-Verschiebungs-Linien der Modelle mit den realen Versuchsergebnissen (Bild 3). Dabei wurden insbesondere die vertikalen Verschiebungen und die Belastungen der Pfahlköpfe sowie die Verteilung der Mantelreibung und des Spitzendrucks untersucht. Für eine genauere Analyse des Tragverhaltens wurden zudem die im Boden auftretenden mechanischen Prozesse untersucht.

Die Simulationsergebnisse zeigen, dass die numerische Modellierung der Pfahl-Boden-Interaktionen insbesondere bei Pfählen in miozänen Schichten sehr gut mit den realen Probelastungen

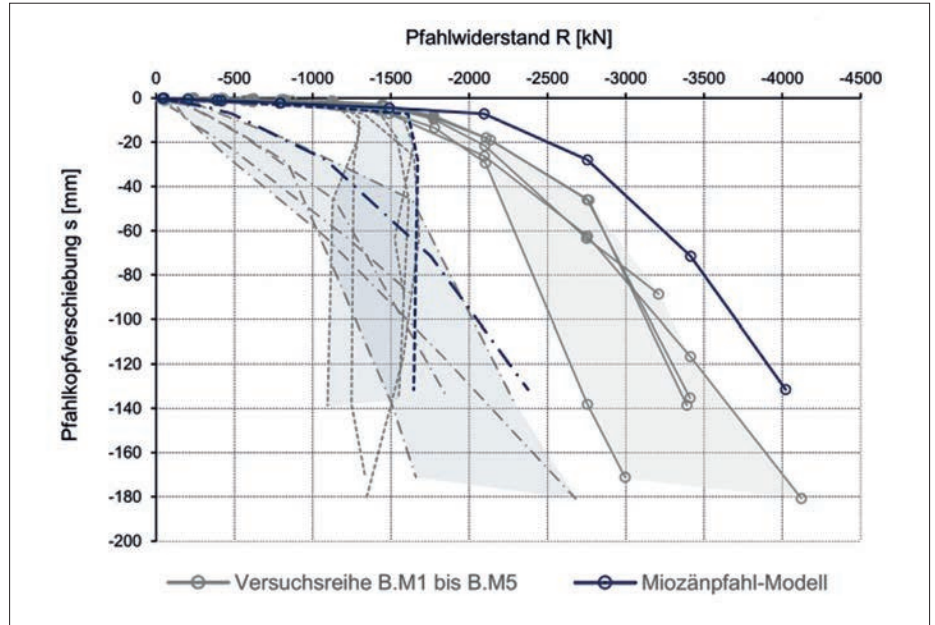


Bild 3: Vergleich der Widerstand-Verschiebungs-Linien

übereinstimmt. Beim Vergleich der Widerstand-Verschiebungs-Linien wurde festgestellt, dass der Miozänpfahl B.M5 nahezu die gleichen Widerstandswerte, wie im realen Versuch, aufwies. Die Unterschiede beim Kiespfahl B.K55 hingegen waren signifikant, da der im Modell berechnete Widerstand deutlich geringer ausfiel als in den Versuchen. Dies lässt sich durch die komplexen Dilatationsprozesse und die variablen Scherparameter in den quartären Kiesen erklären.

Eine weitere Erkenntnis der Studie war, dass die numerische Modellierung komplexer Pfahl-Boden-Interaktionen möglich ist, die Ergebnisse aber gewissen Schwankungen unterliegen. Diese ergeben sich aus der Unsicherheit der Eingangsparameter. Die durchgeführte Parameterstudie zeigt deutlich, welche Parameter einen großen und welche einen geringen Einfluss auf die Ergebnisse haben. Bei miozänen Böden spielt vor allem die Vorkonsolidierungsspannung eine wesentliche Rolle, da sie sich direkt auf die Normalspannung und damit auf die Rei-

bung zwischen Pfahl und Boden auswirkt. Bei kiesigen Schichten haben vor allem die Scherparameter einen großen Einfluss auf das Tragverhalten des Pfahls.

**Schlussfolgerungen und Ausblick**

Die durchgeführten numerischen Simulationen der Pfahl-Boden-Interaktion haben gezeigt, dass eine numerische Modellierung realistische Ergebnisse liefern kann, insbesondere bei Pfählen in miozänen Schichten, da diese sich mehr wie ein Kontinuum verhalten. Für quartäre Schichten ist die Annahme eines Kontinuums und einem derartigen mechanischen Verhalten nicht vollständig zutreffend. Die Abweichungen zwischen Realität und Modell lassen darauf schließen, dass nicht alle auftretenden mechanischen Prozesse mithilfe dieses Modells abgebildet werden können.

Diese Arbeit hat gezeigt, dass eine detaillierte Analyse und Modellierung der Pfahl-Boden-Interaktion wesentlich zur Optimierung von Pfahlgründungen beitragen kann. In zukünftigen Projekten sollten daher weitere numerische Modelle unter variierenden Bodenbedingungen entwickelt werden, um das Verständnis der Interaktionen zu vertiefen und die Genauigkeit der Modellierungen weiter zu verbessern. Eine zusätzliche Sensitivitätsanalyse könnte helfen, die Einflüsse einzelner Parameter auf das Gesamtverhalten besser zu verstehen.

Dipl.-Ing. Georg Friedrich, B. Sc.



Dipl.-Ing. Georg Friedrich, B. Sc.

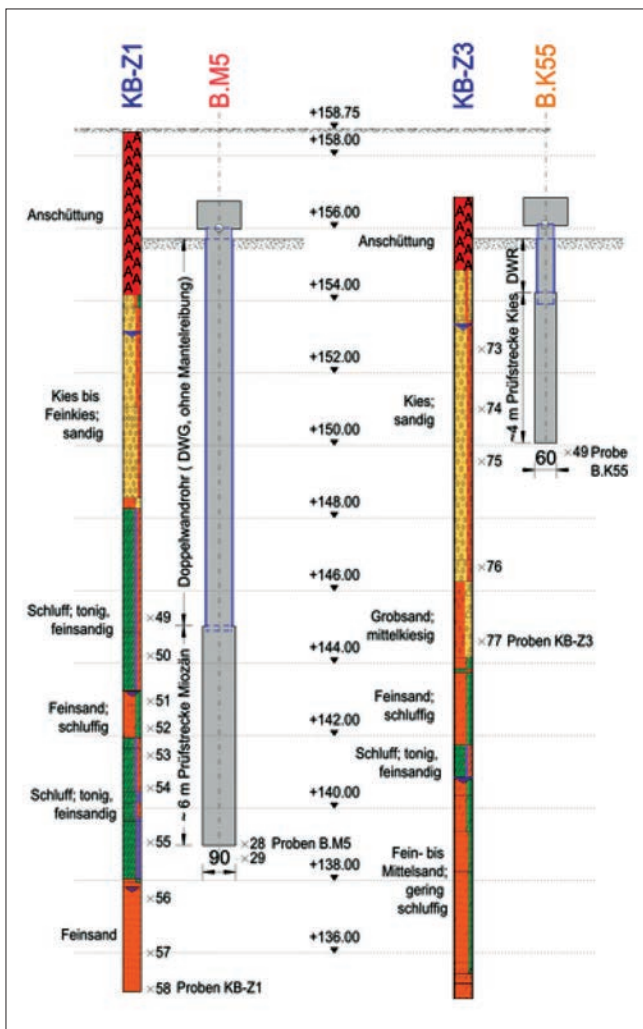


Bild 2: Bodenbedingungen der Vergleichspfähle

## Laboruntersuchungen zum sommerlichen Temperaturverhalten von bitumengebundenen Deckschichten als Maßnahme zur Reduzierung von städtischen Hitzeinseln

Aufgrund des globalen Erwärmungstrends und des stetigen Wachstums städtischer Gebiete werden urbane Hitzeinseln (UHI) zu einem immer dringlicheren Problem. Versiegelte Flächen absorbieren Wärme und zeitgleich rinnt Regenwasser rasch in die Kanalisation ab. Alternativen wie Begrünung, Beschattung oder der Verzicht auf versiegelte Flächen sind im Verkehrsbereich nicht immer eine Option da eine umfassende und integrative Mobilität für alle Stadtbewohner:innen gewährleistet werden soll. Daher ist es von großem Interesse, traditionell verwendeten Asphalt durch Straßenmaterialien zu ersetzen, die eine geringere Wärmeaufnahme bei Sonneneinstrahlung aufweisen. Solche Beläge sind gemeinhin unter dem Begriff „Cool Pavements“ bekannt.

Um das Temperatur- und Reflexionsverhalten solcher Beläge zu erfassen, wurde im Zuge dieser Diplomarbeit ein Prüfstand entwickelt (siehe Bild 1).

Mit Hilfe einer 150-Watt-Tageslichtlampe wurden sommerliche Wärmezyklen simuliert, welche Tages- und Nachtphasen nachahmen. Neben der Trockenmessung, wurden Regenereignisse in dem beschriebenen Prüfstand nachgeahmt. Aufgrund dieses geregelten Prüfstands konnten Platten mit den Maßen 26 x 32 x 4 cm, welche im Straßenbau-Labor der TU Wien hergestellt wurden (siehe Bild 2), auf ihr thermisches Verhalten geprüft werden. Materialien wurden nach eingehender Literaturrecherche zu dem Thema „Cool Pavements“ aufgegriffen und weiterentwickelt. Mitunter wurden Varianten aus porösem Asphalt (PA), halbstarren Deckschichten (HSD) mit/ohne Zeolithen und Asphaltbelägen (AC) mit transparentem Bindemittel getestet. Als Referenzasphalt diente ein Gussasphalt (MA). Die Auswirkungen des Reflexionsvermögens, des Wasserrückhaltevermögens und der Dichte wurden mit den gemessenen Oberflächentemperaturen und Temperaturen an der Unterseite der Platten in Bezug gebracht. Aufgrund der umfassenden Temperaturanalyse mittels Tages- und Nachtphasen wurden Referenzparametern ( $T_{max,u,t,22, \dots}$ ) eingeführt (siehe Bild 3), dies vereinfachte die Interpretation der Ergebnisse. Die Beläge konnten hinsichtlich ihrer thermischen Eigenschaften unter konstanten Laborbedingungen mit Hilfe dieser Parameter direkt miteinander verglichen werden.

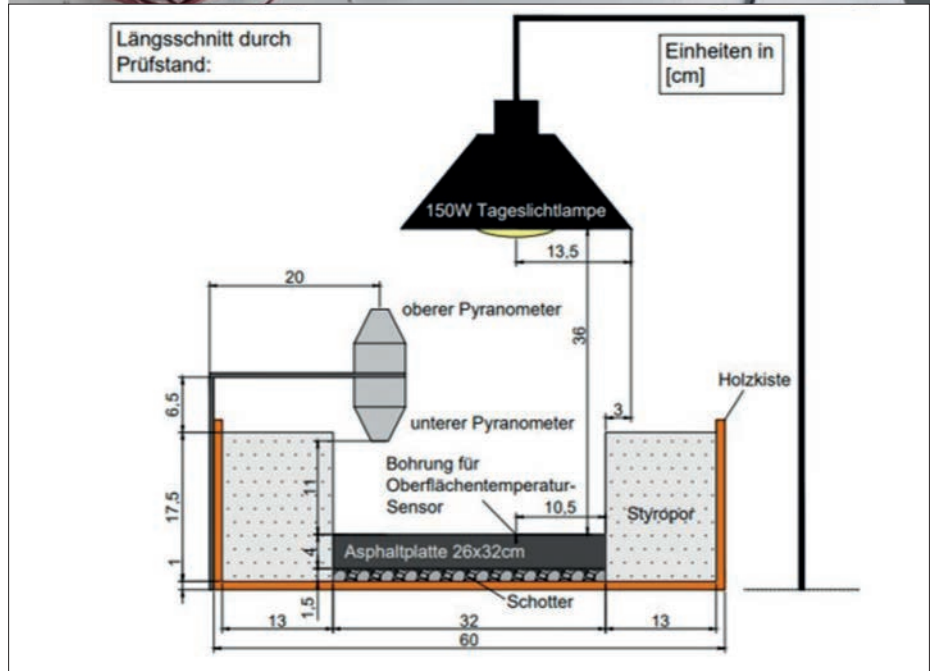
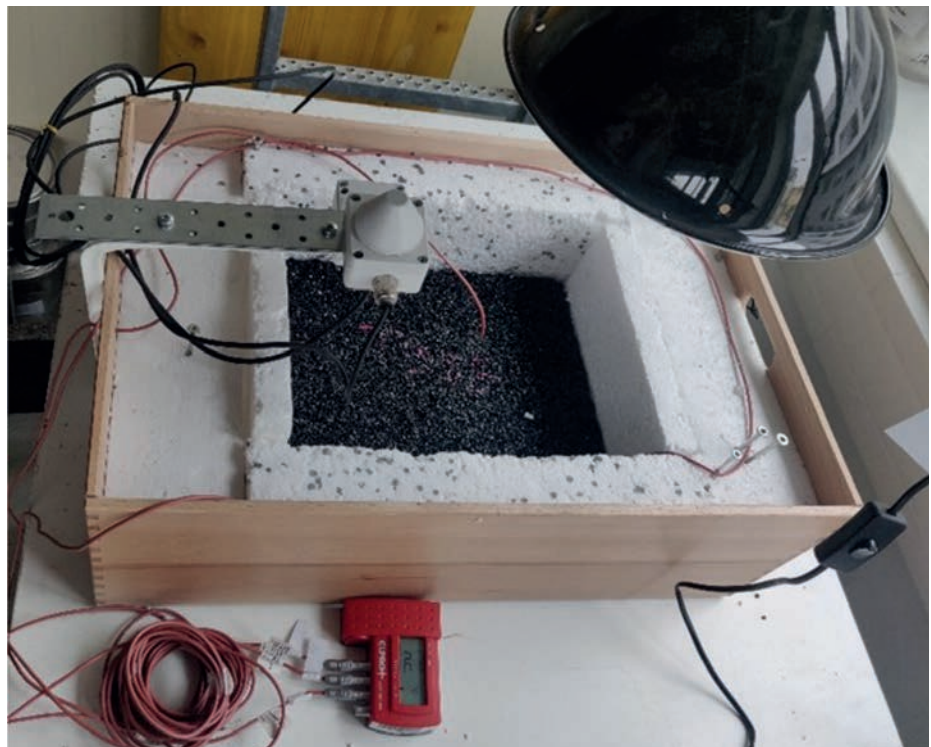


Bild 1: Prüfstand



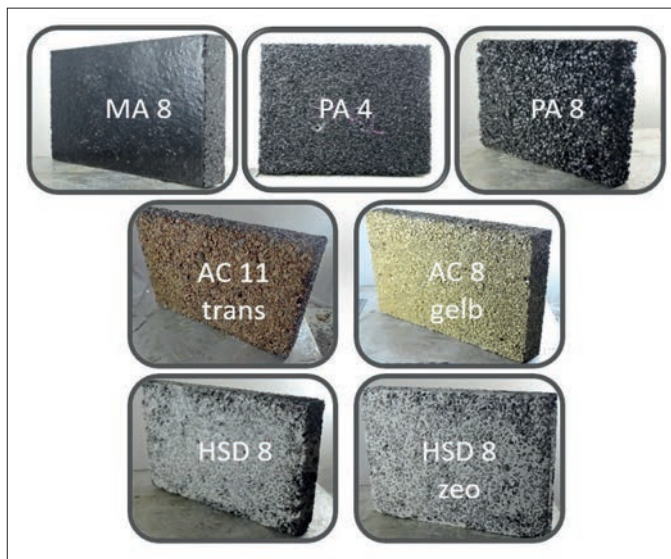
Dipl.-Ing. Sophie Stüwe, B. Sc.

Einige der getesteten Probekörper wiesen eine geringere Wärmeaufnahme und schnellere Abkühlungsraten auf als in Österreich konventionell verwendete Asphaltbeläge. Die getesteten offenporigen Asphaltarten (PA 4 20/30 und PA 8 20/30) hatten hohe

Maximaltemperaturen, zeigten aber schnelle Abkühlungsraten. Was auf ihre geringe Dichte zurückzuführen ist. Durch die Verwendung von einem transparenten Bindemittel, welches unter gewissen Voraussetzungen Bitumen ersetzen kann, wurden ausgeprägtes Reflexionsvermögen und niedrigeren Temperaturen erreicht. Der Zusatz von Pigmenten und Titandioxid zu derartigen Belägen eröffnet *Möglichkeiten* zur Markie-

rung und Kenntlichmachung von Radwegen. Die halbstarren Deckschichten sind zwar aufwändiger in der Herstellung, weisen aber ein hohes Wasserrückhaltevermögen, gutes Reflexionsvermögen und niedrigere Temperaturen auf. Durch die Zugabe von Zeolithen konnte die Wasserspeicherkapazität der Zementsuspension, die in die Primärmatrix aus offenporigem Asphalt (PA 8 20/30) gefüllt wurde, erhöht werden.

Bild 2: Mischgutkonzeptionen (Vergleichsasphalt – Gussasphalt MA, offenporige Asphalte PA, Asphaltbeton mit transparentem Bindemittel AC und halbstarre Deckschichten HSD)



Die in dieser Studie erzielten Ergebnisse korrelieren stark mit der untersuchten Literatur. Es wurde eine Verringerung der Temperaturen durch Verdunstung festgestellt. Es muss jedoch erwähnt werden, dass unter klimatischen Bedingungen, wie sie in Österreich vorzufinden sind, Regenereignisse während enormer Hitzewellen recht selten auftreten.

Deswegen sollte sich die Wahl des Belags auf die physikalischen Eigenschaften im trockenen Zustand fokussieren. Das Reflexionsvermögen hat einen großen Einfluss auf die Tagestemperaturen. Hierbei muss erwähnt werden, dass mit Einschränkungen der Sichtverhältnisse und des thermischen Wohlbefindens der Fußgeher:innen zu rechnen ist.

Außerdem kann die von der Straße abgestrahlte Wärme von Hausfassaden, Autos und Fußgeher:

innen absorbiert werden. Die Dichte der Probekörper scheint wiederum mit dem Kühlvermögen der Platten zu korrelieren. Daher ist es möglich, städtische Hitzeinseln durch den Ersatz von Gussasphaltbelägen, welche derzeit in Österreich häufig verwendet werden, mit anderen Belagstechnologien zu mindern. Die Wahl des „Cool Pavements“ sollte in Abhängigkeit von der Klimaregion, den finanziellen Ressourcen und dem geplanten Einsatzgebiet getroffen werden.

Die Probleme und Risiken, die mit urbanen Hitzeinseln einhergehen werden, von Jahr zu Jahr drastischer. Dementsprechend ist es von großer Bedeutung, weiterhin nach Wegen zu suchen, um Resilienz gegenüber den Gefahren des 21. Jahrhunderts im Bezug auf eine klimatischnachhaltige Umgebung zu schaffen.

*Dipl.-Ing. Sophie Stüwe, BSc.*

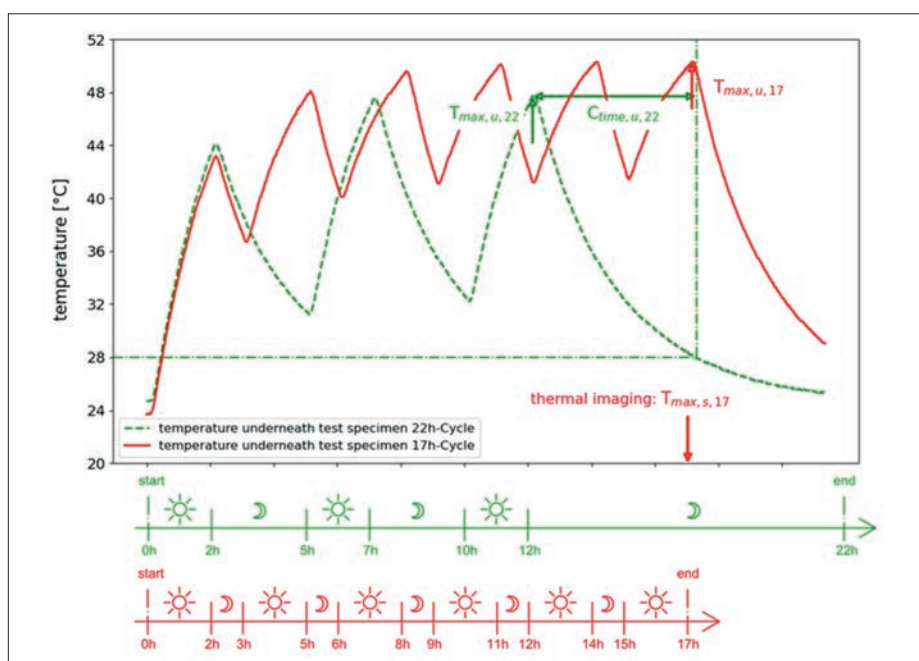


Bild 3: Temperaturverlauf bei unterschiedlichen Zyklen

## Kommende Veranstaltungen und Seminare

### FSV-Tagung

FSV-Verkehrstag 2025 mit Fachausstellung  
6.6.2025  
Vienna Marriott Hotel, 1010 Wien

### FSV-Schulung

Fachkraft für Fahrzeugrückhaltesysteme  
20.–22.1.2025  
FSV, 1040 Wien

### FSV-Seminar

Standardisierte Leistungsbeschreibungen  
Version 7 – Basisseminar  
29.–30.1.2025  
FSV, 1040 Wien

### FSV-Infvormittag

Gemeindestraßen, Güterwege und ländliche Straßen  
27.03.2025  
Austria Trend Hotel, 6020 Innsbruck und Web

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

## In der nächsten Ausgabe ...

... erwarten Sie weitere Beiträge vom FSV-Preis 2024.

### FSV-aktuell Straße:

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

### FSV-Geschäftsstelle:

A-1040 Wien, Karlsgasse 5  
Tel.: +43 1 58 55 567  
Fax: +43 1 58 55 567-99  
E-Mail: [office@fsv.at](mailto:office@fsv.at)  
<http://www.fsv.at>

### Schriftleitung:

DI (FH) DI Ehrenfried Lepuschitz  
(Kommentare, Anregungen, Beitragsideen usw. 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).

### Abonnementpreis

der Zeitschriften  
Straßenverkehrstechnik sowie  
Straße und Autobahn  
für FSV-Mitglieder ermäßigt!