OTH REGENSBURG

Impulse aus der Forschung zum Thema ZFSV

Florian Spirkl, M.Eng.

Impulse aus der Forschung zum Thema ZFSV

Gliederung

1 Forschung an der OTH Regensburg

2 Impuls 1 – Zyklische Belastung von ZFSV

3 Impuls 2 – Leicht-ZFSV

4 Impuls 3 – KI-basierte Rezepturempfehlung von ZFSV

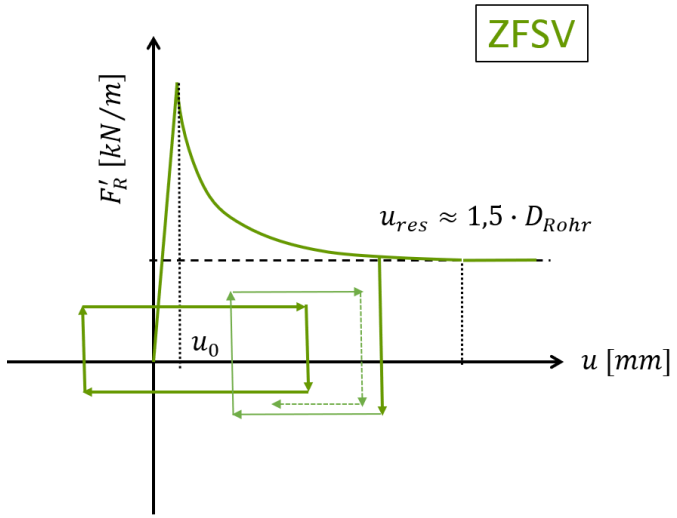
5 Impuls 4 – Recycling-ZFSV

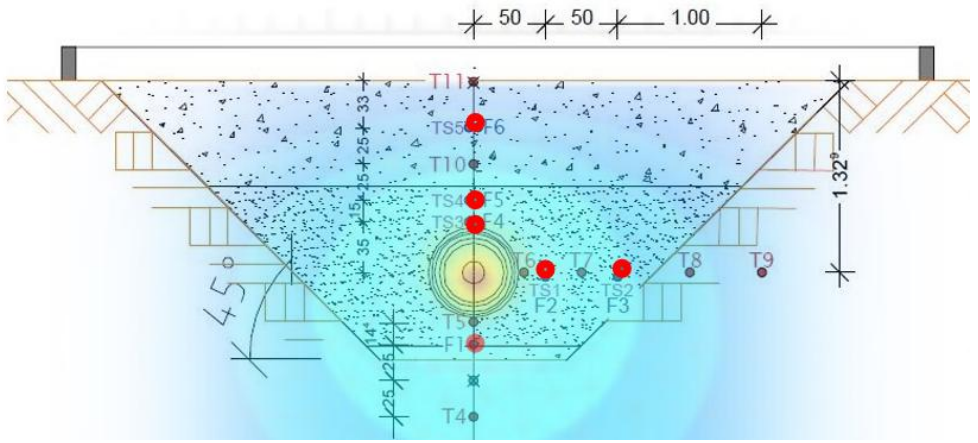
1 Forschung an der OTH Regensburg

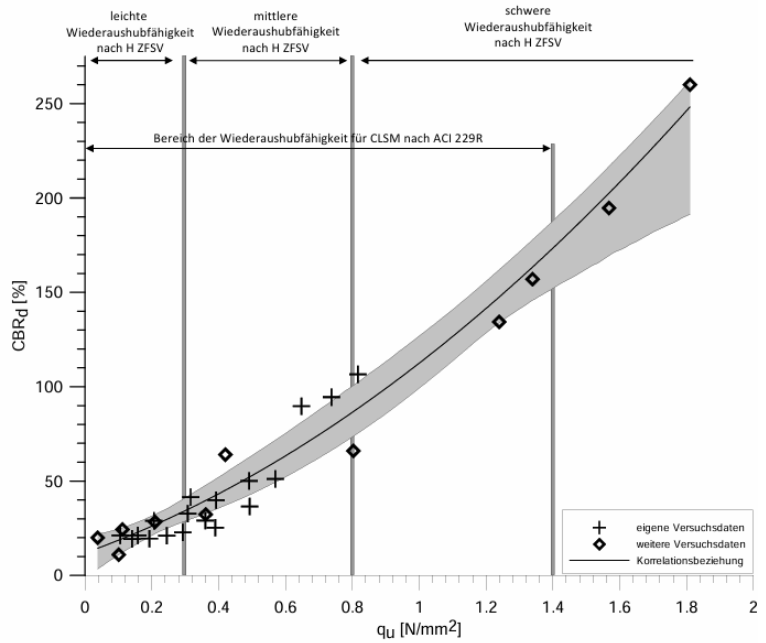
Impulse aus der Forschung zum Thema ZFSV

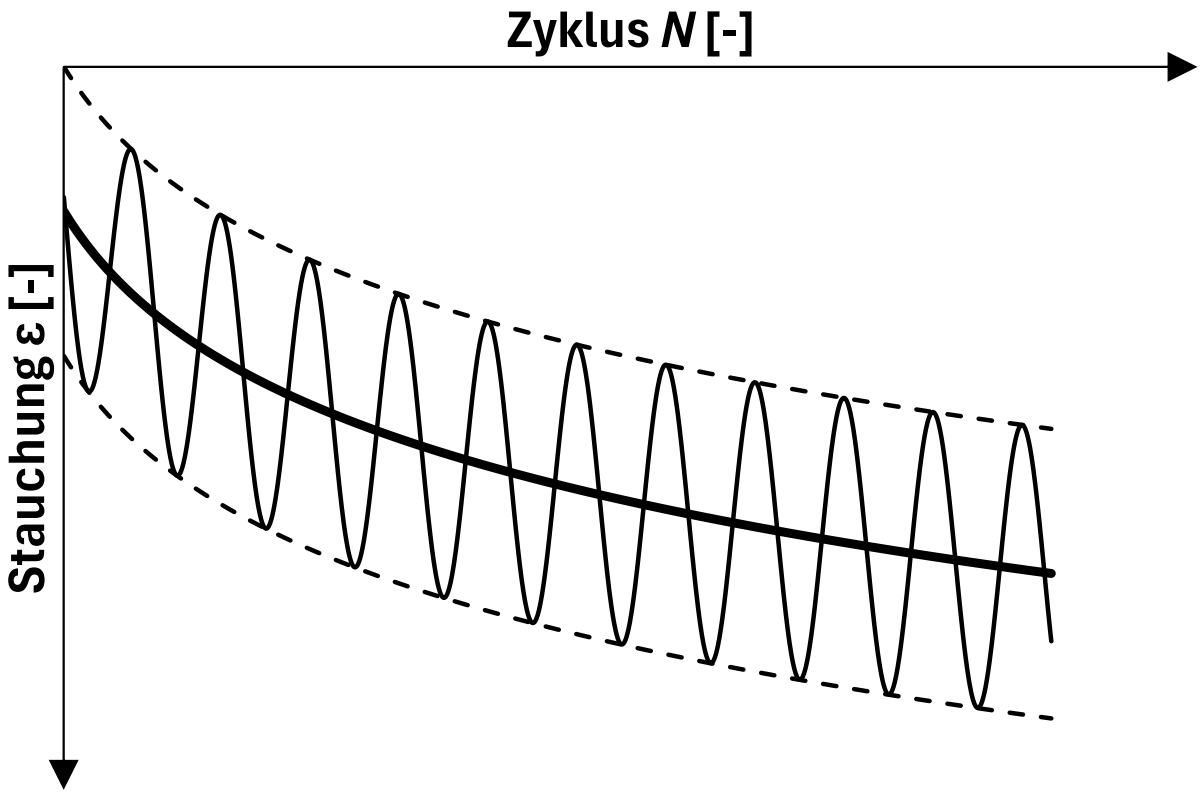
Forschung an der OTH Regensburg

- Öffentliche wie wirtschaftliche Drittmittel-Projekte für Forschung und Anwendung
- Durchführung von Eignungs-, Kontroll- und Fremdprüfungen
- Impulse als Denkanstöße







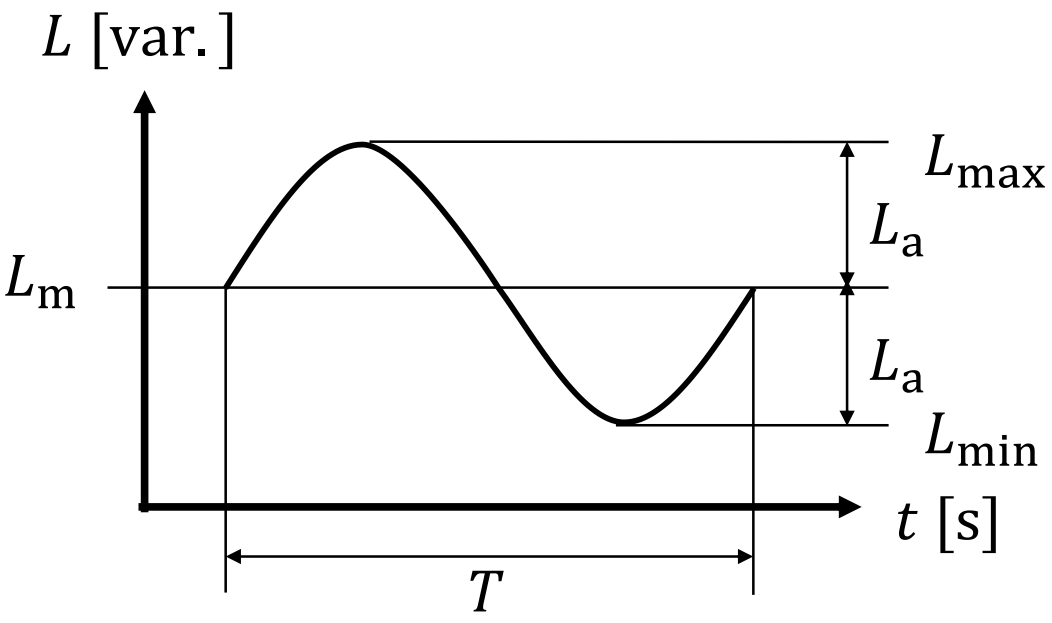


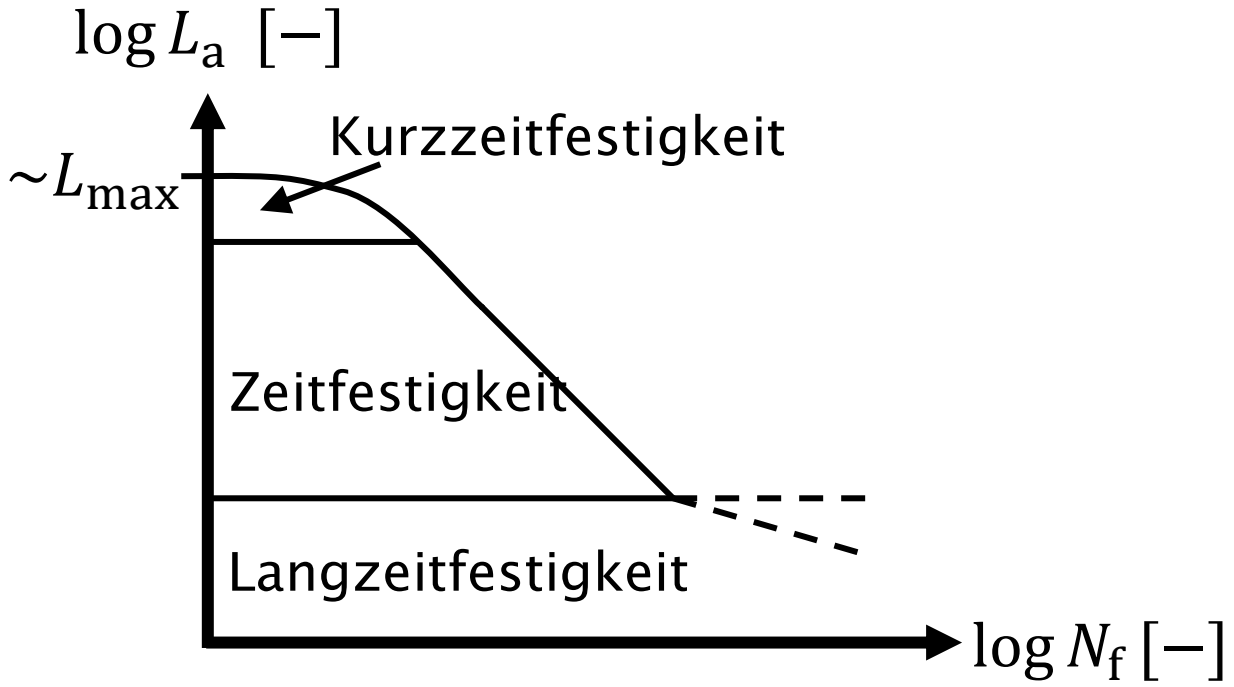
2 Zyklische Belastung von ZFSV

Impulse aus der Forschung zum Thema ZFSV

Zyklische Belastung von ZFSV

- ZFSV ist häufig wiederkehrenden Verkehrslasten ausgesetzt (vor allem im städtischen Bereich)
- Verhalten von Boden und Beton unter zyklischer Belastung gut erforscht
- Für ZFSV bzw. Boden-Bindemittel-Gemischen im Allgemeinen nur begrenzt Erfahrung

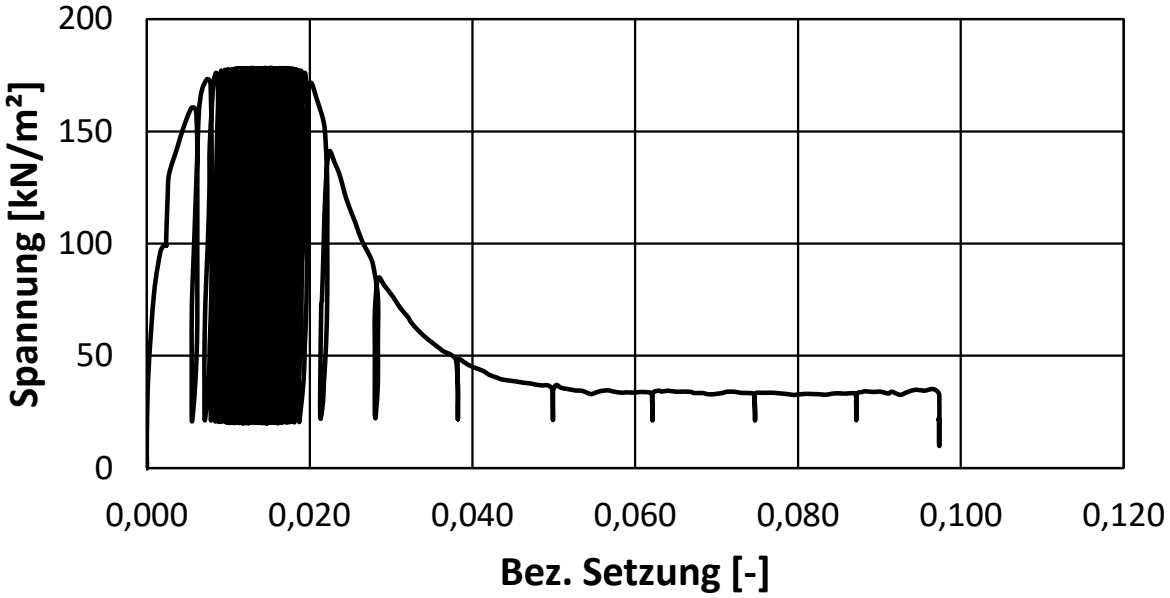


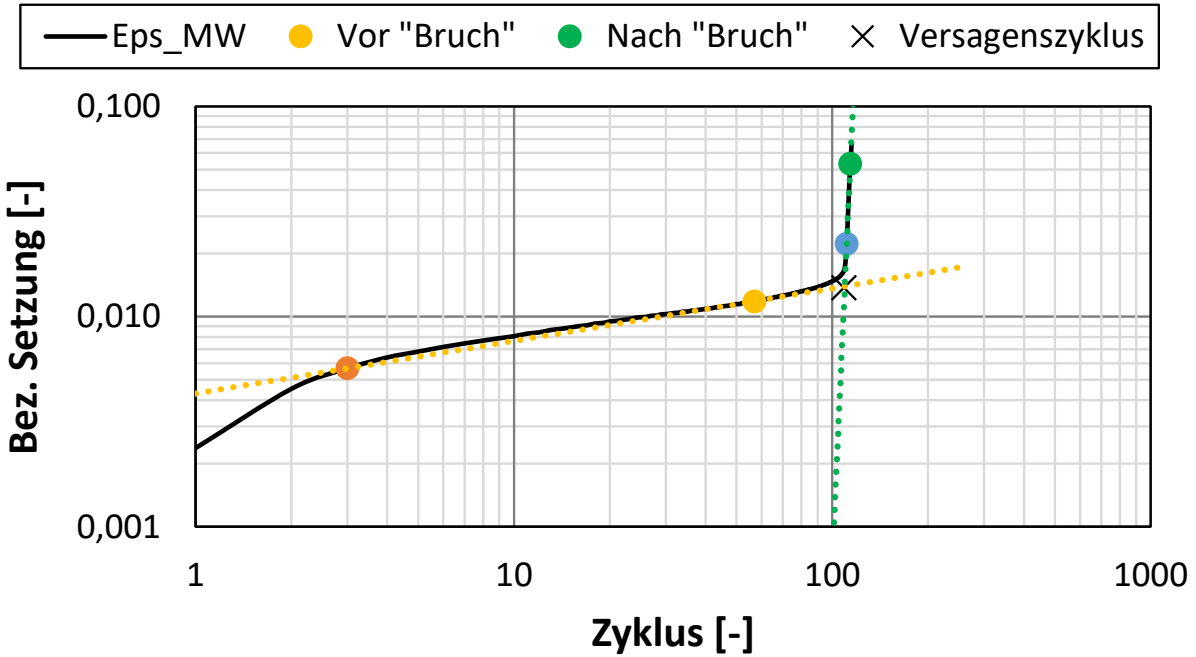


Impulse aus der Forschung zum Thema ZFSV

Zyklische Belastung von ZFSV

- Bei zyklischer Belastung **nahe** der einaxialen Druckfestigkeit tritt in Folge zyklischer Belastung ein Versagen auf

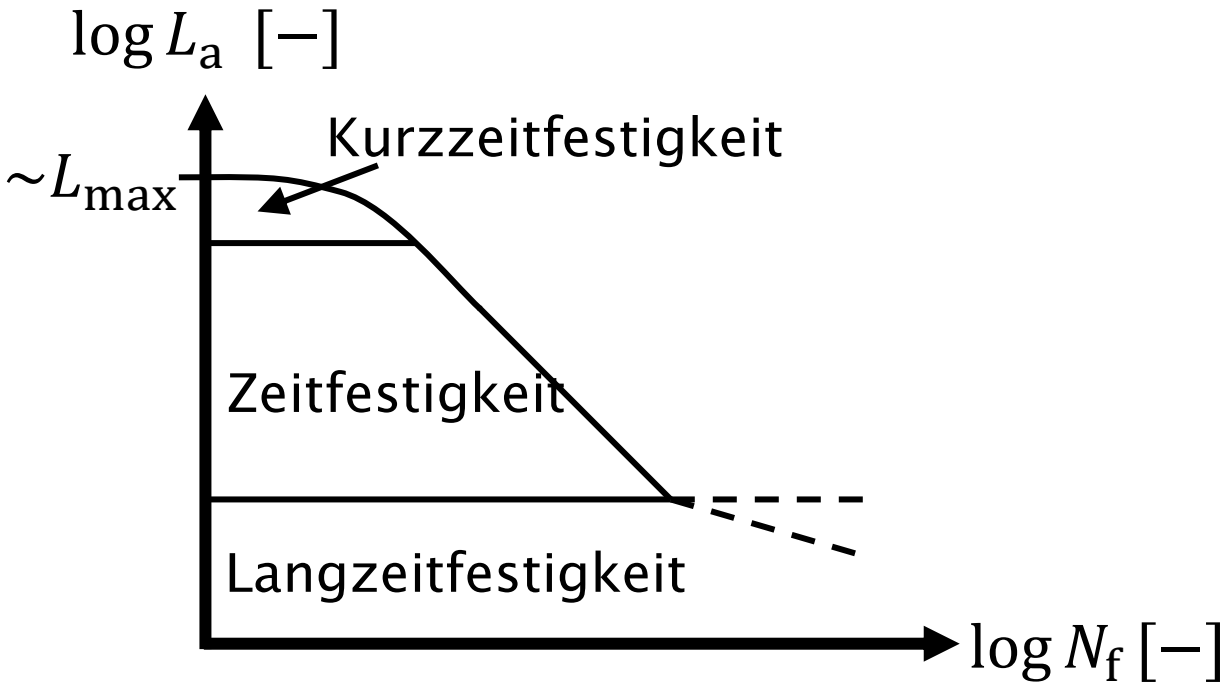


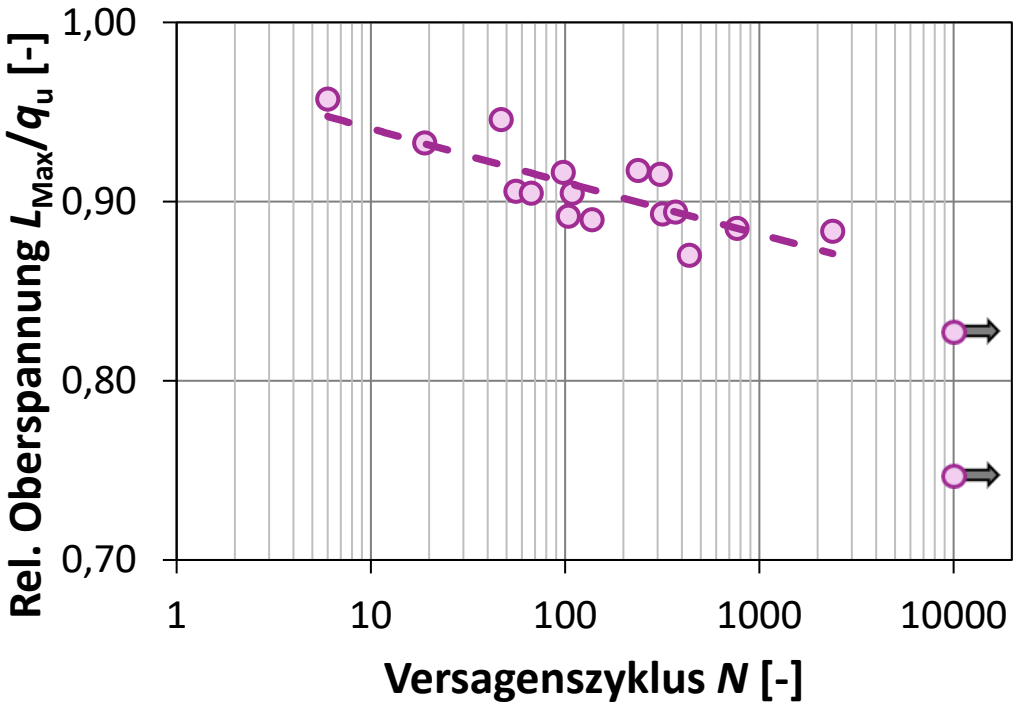


Impulse aus der Forschung zum Thema ZFSV

Zyklische Belastung von ZFSV

- Bei zyklischer Belastung **nahe** der einaxialen Druckfestigkeit tritt in Folge zyklischer Belastung ein Versagen auf

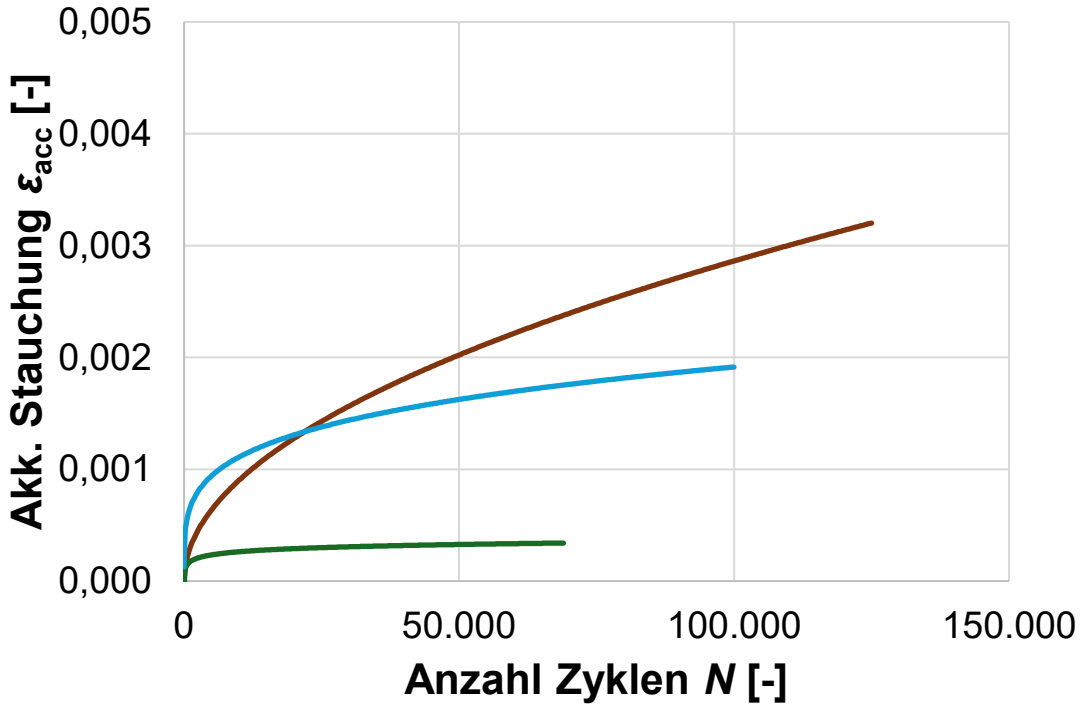


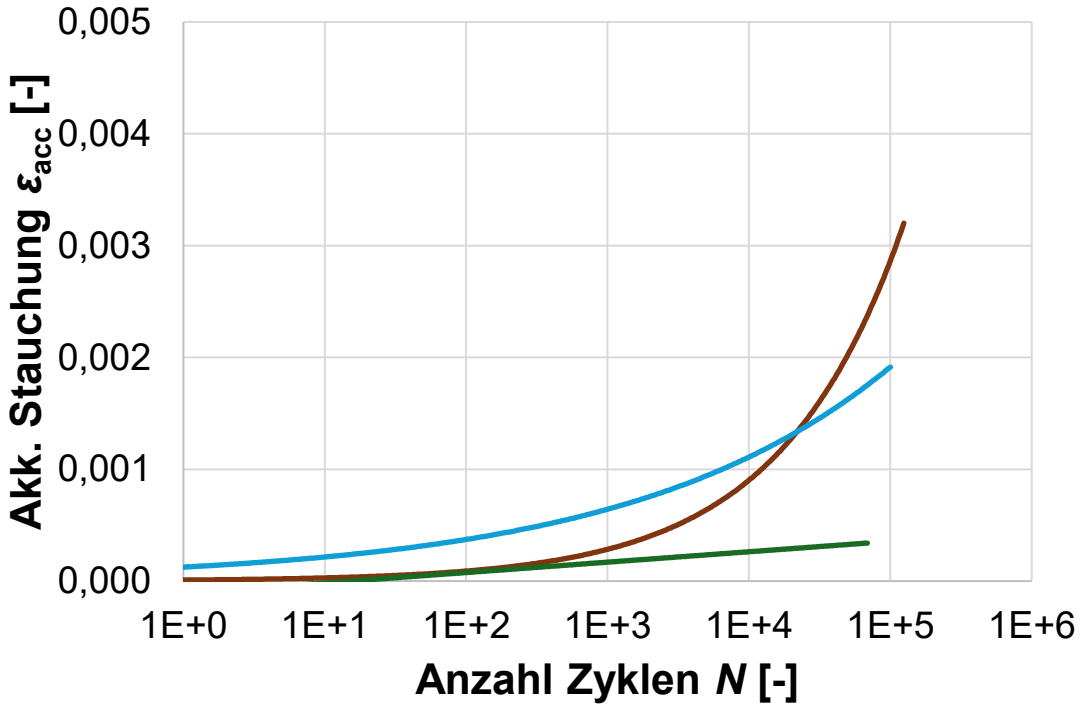


Impulse aus der Forschung zum Thema ZFSV

Zyklische Belastung von ZFSV

- Bei zyklischer Belastung **weit unter** der einaxialen Druckfestigkeit tritt in Folge zyklischer Belastung eine Setzungsakkumulation und unter Umständen Verfestigung auf

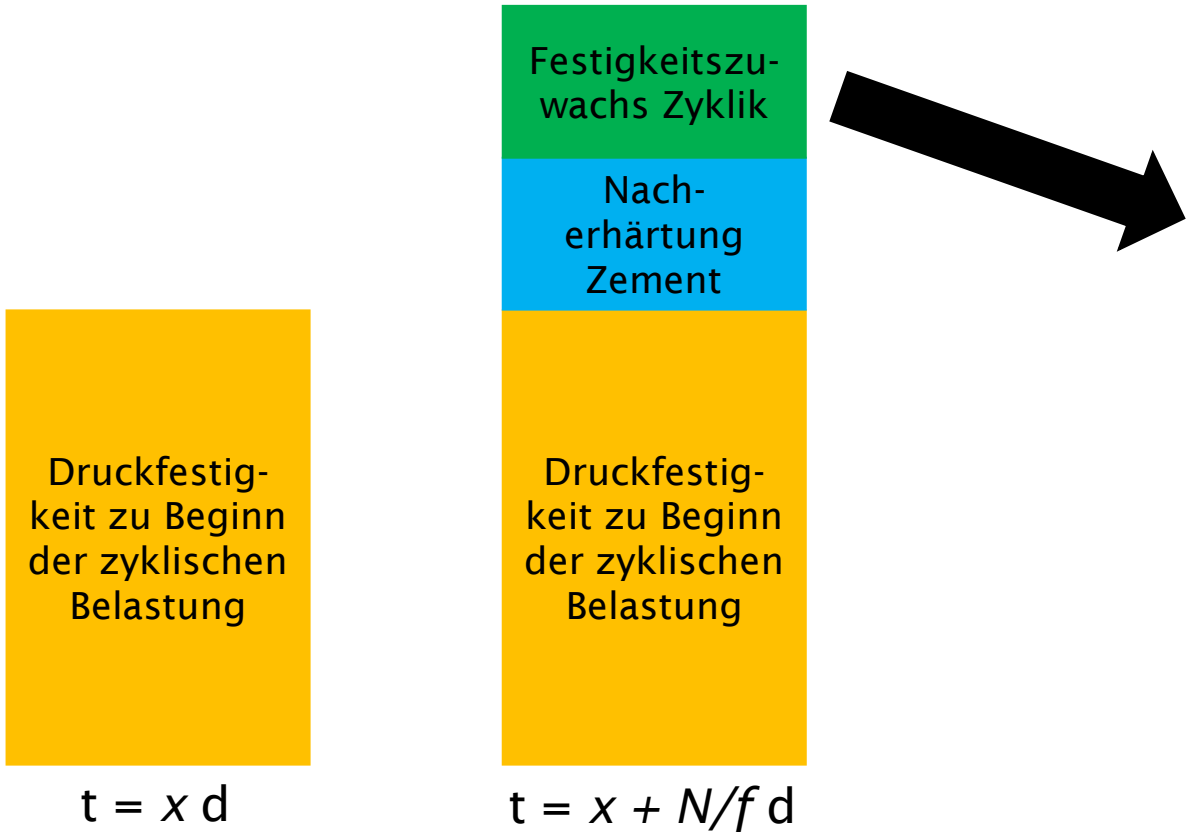


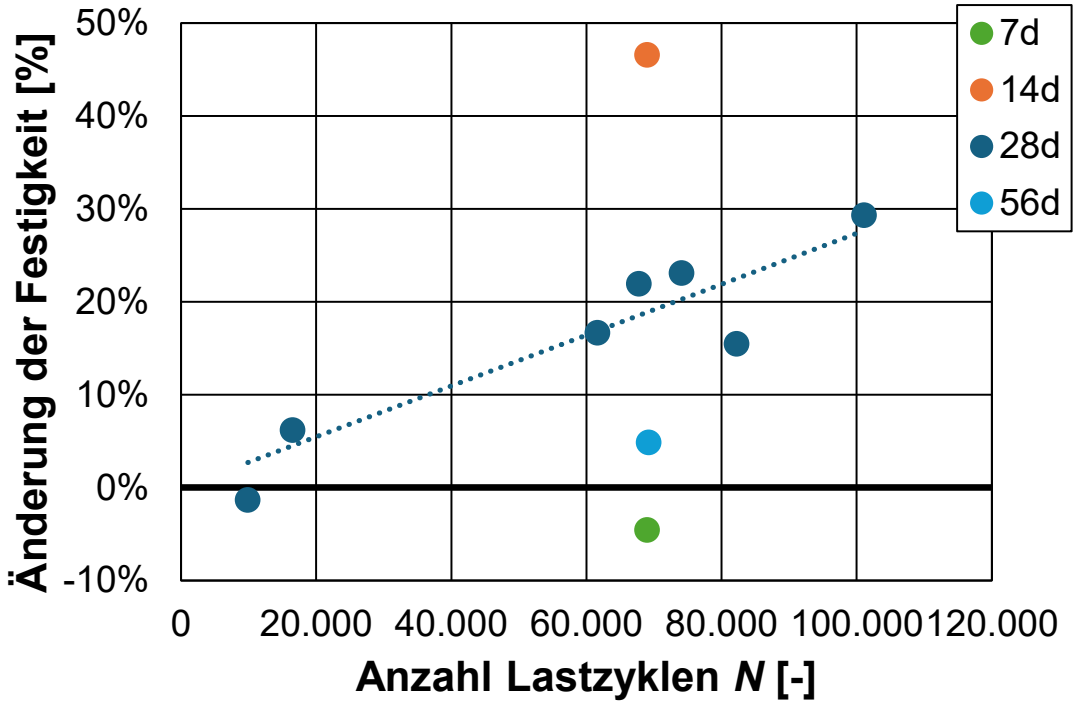


Impulse aus der Forschung zum Thema ZFSV

Zyklische Belastung von ZFSV

- Bei zyklischer Belastung **weit unter** der einaxialen Druckfestigkeit tritt in Folge zyklischer Belastung eine Setzungsakkumulation und unter Umständen Verfestigung auf



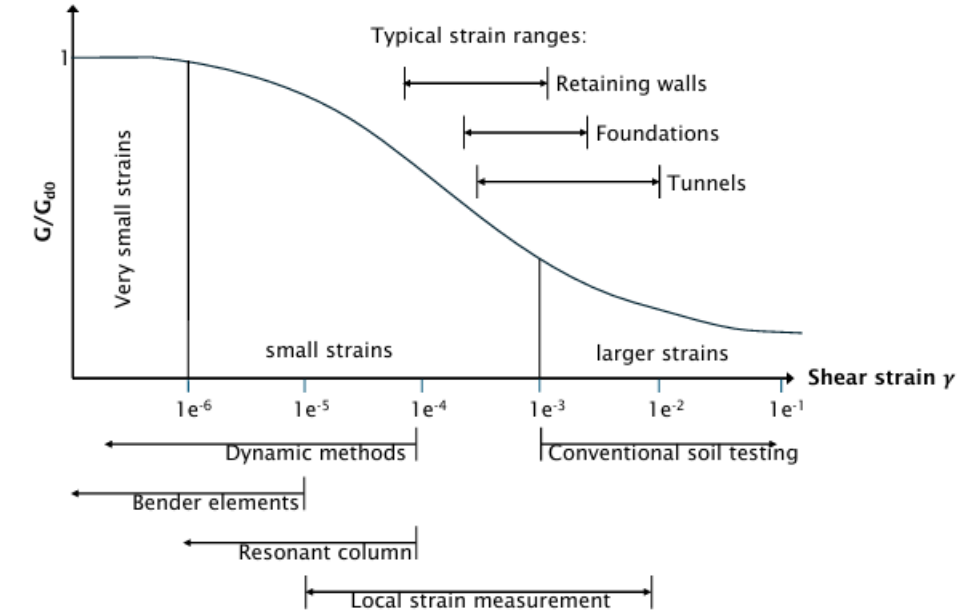


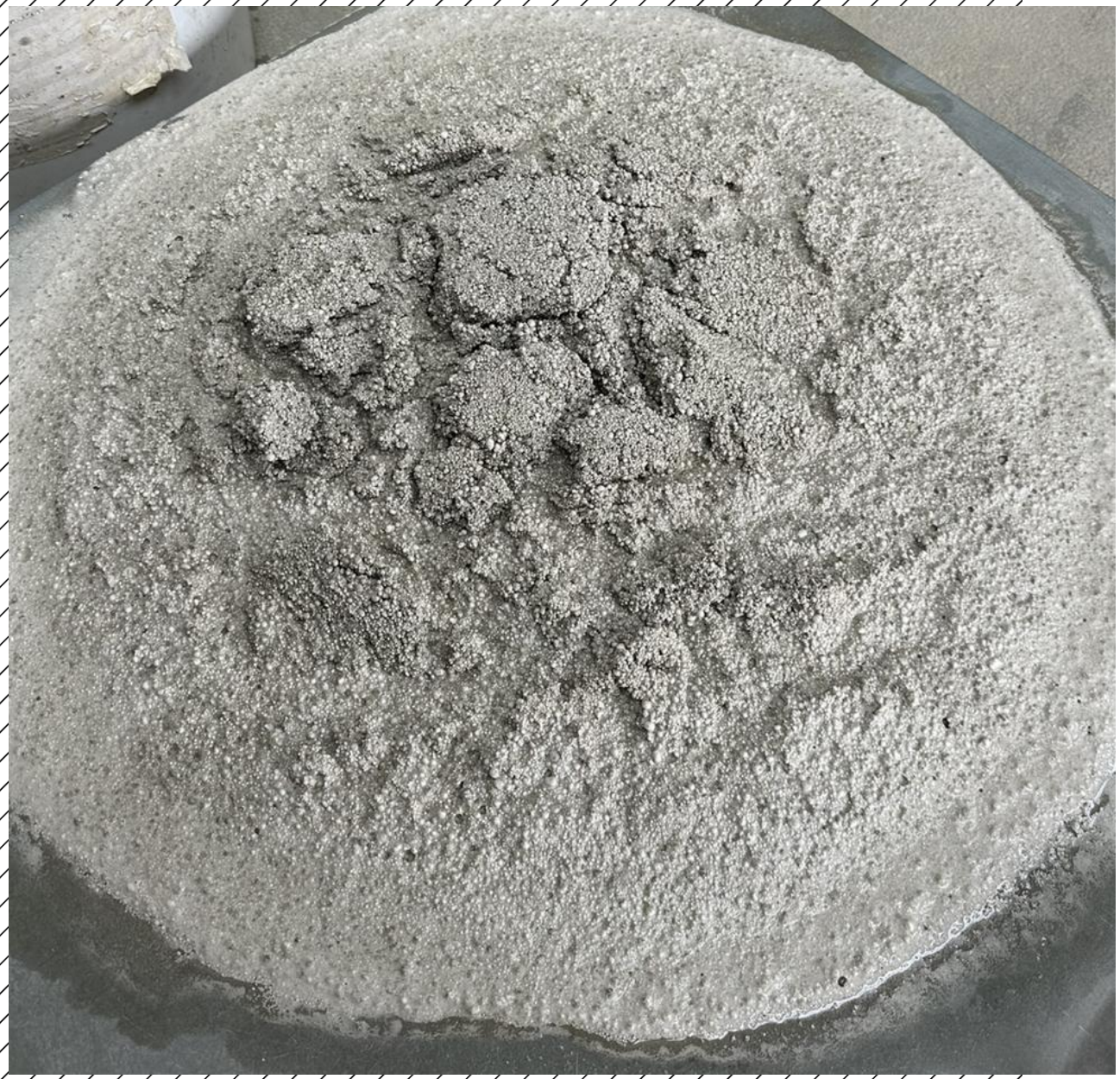
Impulse aus der Forschung zum Thema ZFSV

Zyklische Belastung von ZFSV

Offene Fragen

- Lässt sich das Versagen in Abhängigkeit der Zykluszahl vorhersagen?
- Lässt sich die Verformungsakkumulation in Abhängigkeit der zyklischen Belastung vorhersagen?
- Lässt sich der Festigkeitszuwachs quantifizieren?
- Wie verhält sich die Small-Strain-Stiffness von ZFSV?



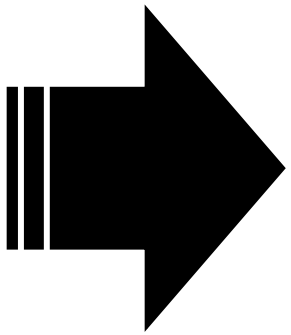


3 Leicht-ZFSV

Impulse aus der Forschung zum Thema ZFSV

Leicht-ZFSV

Dichte des ZFSV

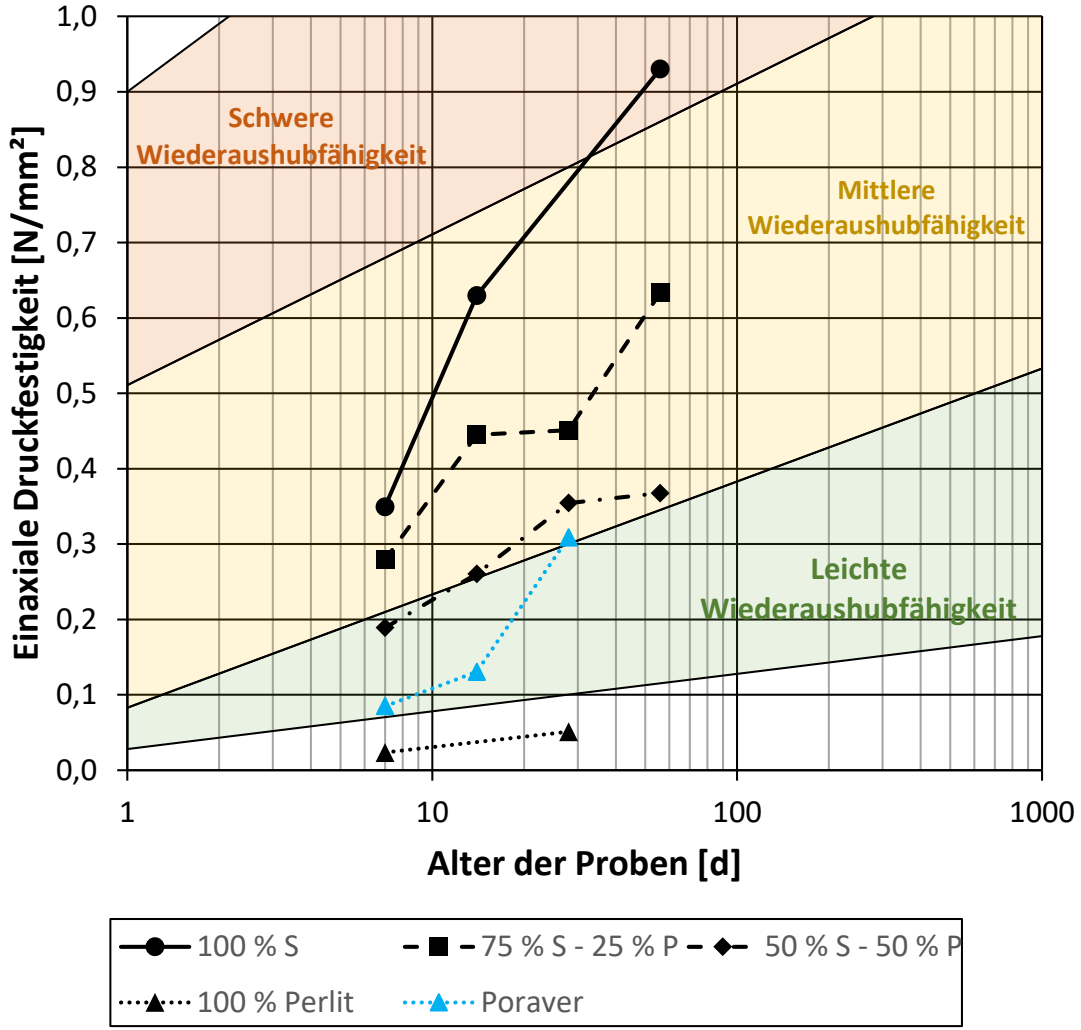


Erddruck
Wärmeleitfähigkeit
Belastung auf Untergrund
Druckfestigkeit

Impulse aus der Forschung zum Thema ZFSV

Leicht-ZFSV

- Bei gleicher Rezeptur (Ausbreitmaß, w/z-Wert, Zementgehalt) nimmt die Druckfestigkeit mit zunehmendem Anteil an Leichtzuschlag ab
- Jede Mischung mit ca. 50 kg/m³ Zement

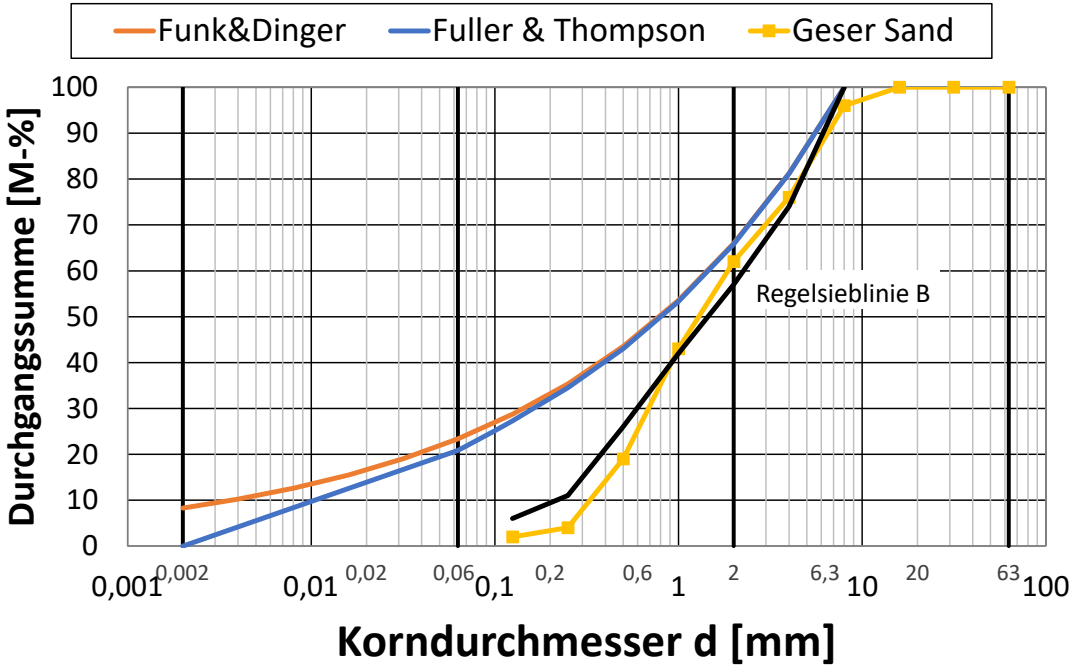


Impulse aus der Forschung zum Thema ZFSV

Leicht-ZFSV

- Bei gleicher Rezeptur (Ausbreitmaß, w/z-Wert, Zementgehalt) nimmt die Druckfestigkeit mit zunehmendem Anteil an Leichtzuschlag ab
- Jede Mischung mit ca. 50 kg/m³ Zement

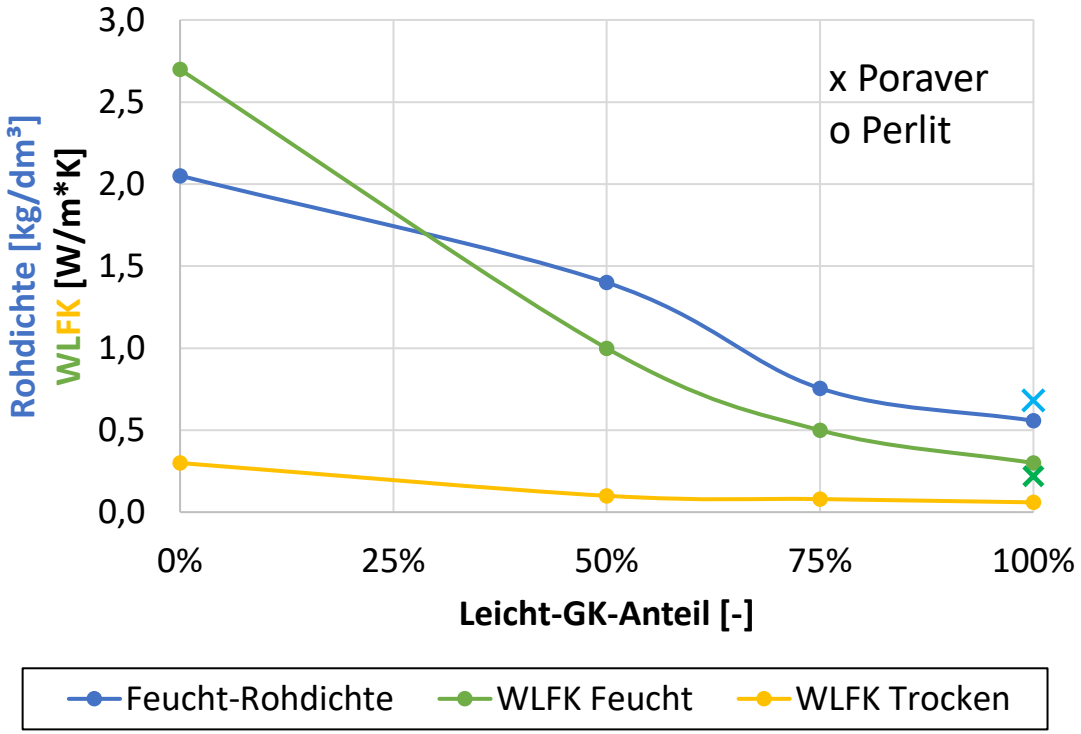
➢ Durch Optimierung der Sieblinie kann erforderliche Zement-Menge reduziert werden

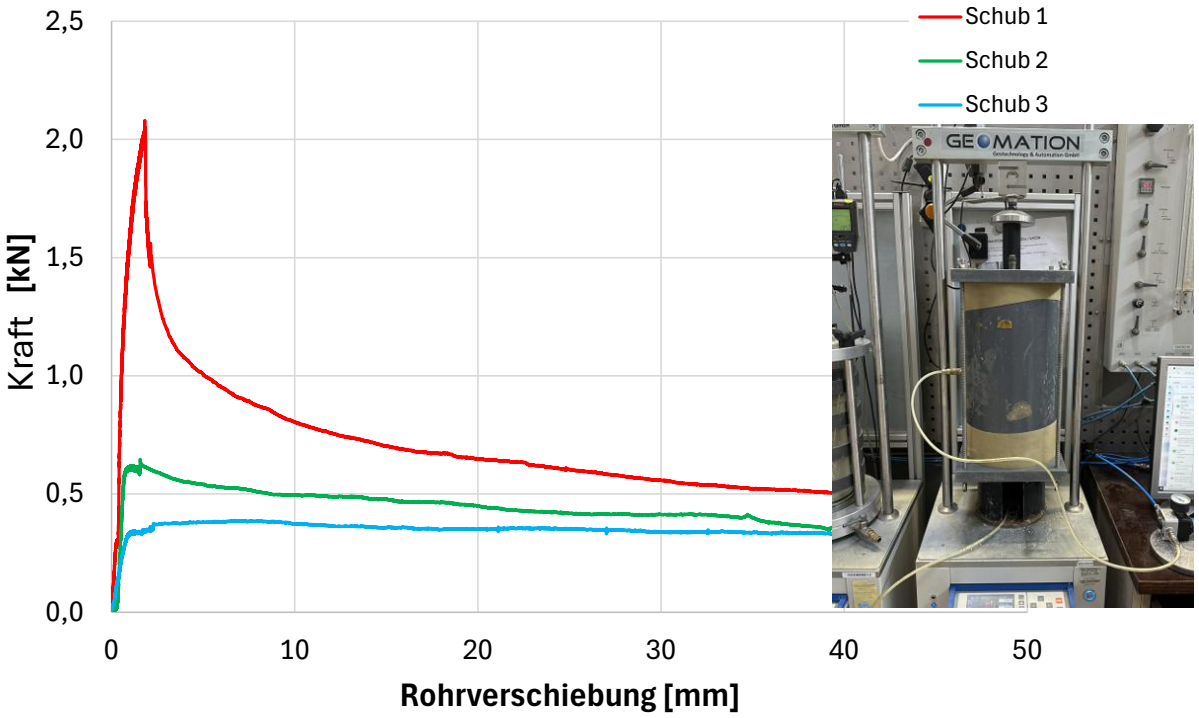


Impulse aus der Forschung zum Thema ZFSV

Leicht-ZFSV

- Bei gleicher Rezeptur (Ausbreitmaß, w/z-Wert, Zementgehalt) nimmt die Druckfestigkeit mit zunehmendem Anteil an Leichtzuschlag ab

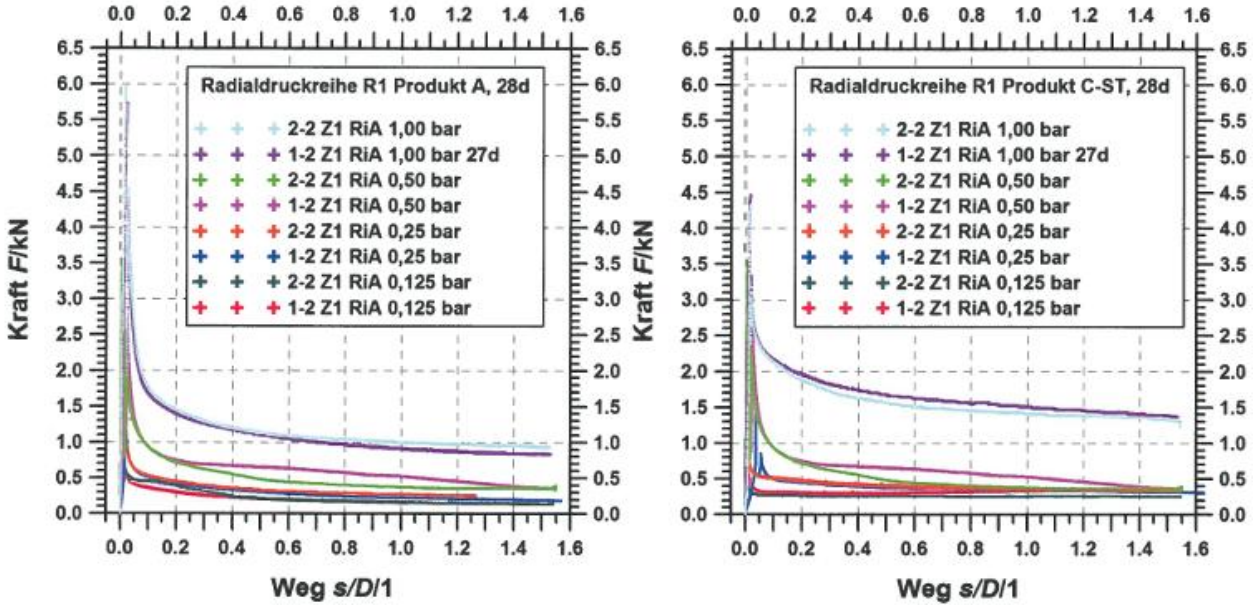


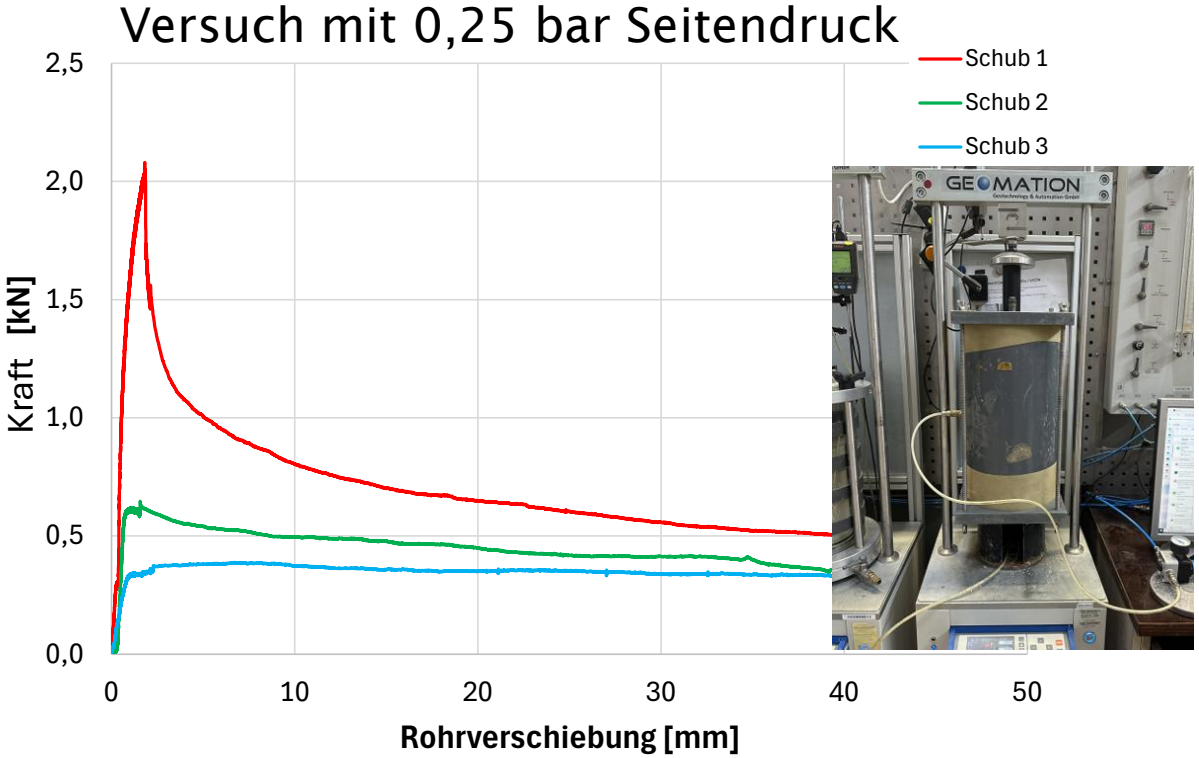


Impulse aus der Forschung zum Thema ZFSV

Leicht-ZFSV

- Bei gleicher Rezeptur (Ausbreitmaß, w/z-Wert, Zementgehalt) nimmt die Druckfestigkeit mit zunehmendem Anteil an Leichtzuschlag ab





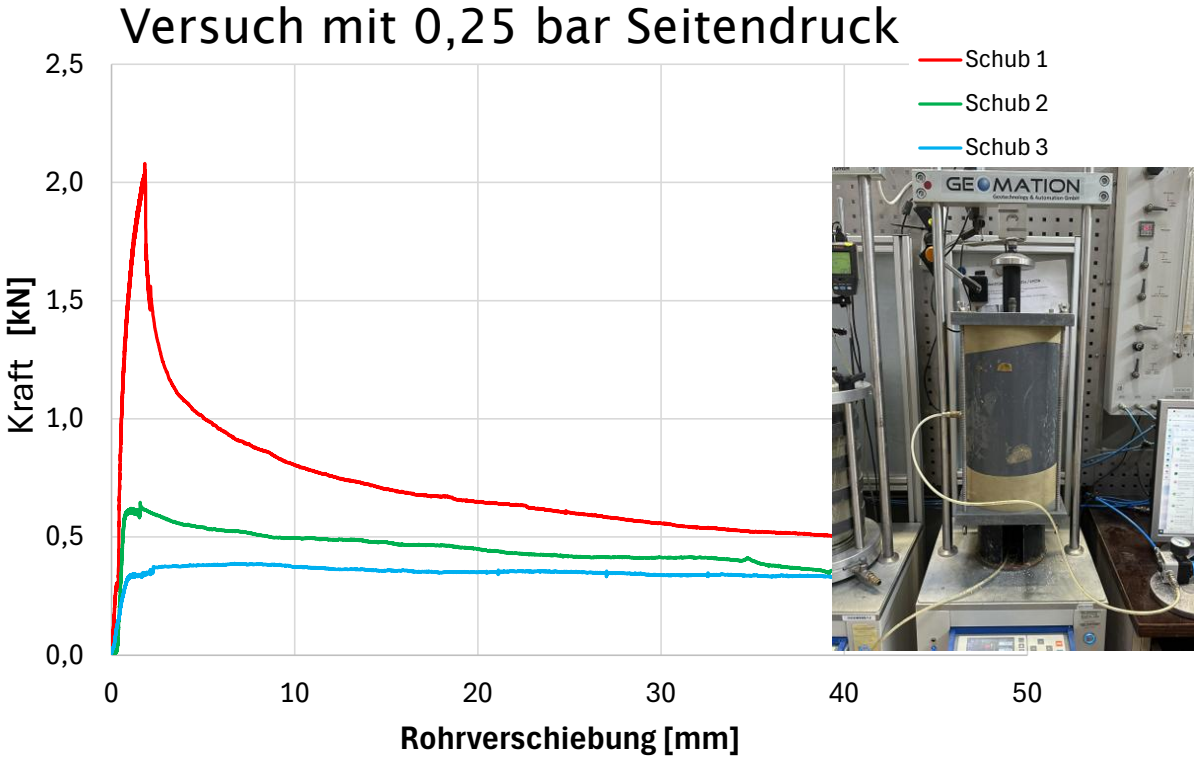
Impulse aus der Forschung zum Thema ZFSV

Leicht-ZFSV

- Bei gleicher Rezeptur (Ausbreitmaß, w/z-Wert, Zementgehalt) nimmt die Druckfestigkeit mit zunehmendem Anteil an Leichtzuschlag ab

Kontaktwiderstandsarbeitslinie hängt vom Seitendruck ab

- Seitendruck abhängig vom Eigengewicht
- Bei vergleichbarer Druckfestigkeit hat L-ZFSV nur ca. 40 % der Dichte



Impulse aus der Forschung zum Thema ZFSV

Leicht-ZFSV

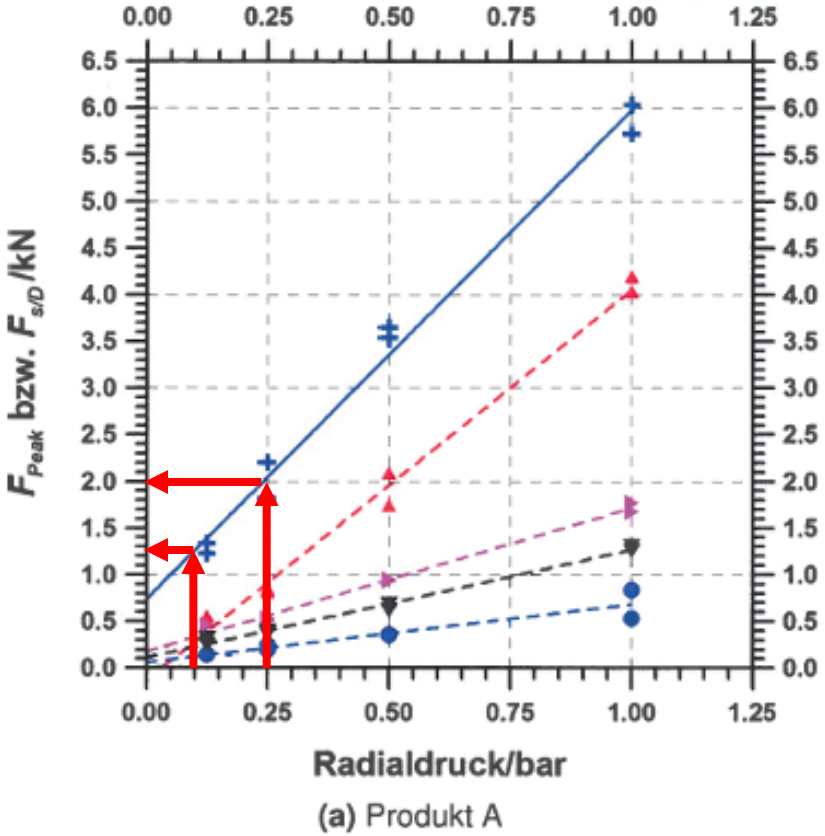
- Bei gleicher Rezeptur (Ausbreitmaß, w/z-Wert, Zementgehalt) nimmt die Druckfestigkeit mit zunehmendem Anteil an Leichtzuschlag ab

Kontaktwiderstandsarbeitslinie hängt vom Seitendruck ab

- Seitendruck abhängig vom Eigengewicht
- Bei vergleichbarer Druckfestigkeit hat L-ZFSV nur ca. 40 % der Dichte

➢ Seitendruck reduziert sich etwa um Faktor 2,5

- $\varphi_{\text{Leichte GK}} \approx \varphi_{\text{Sand}}$
- $K_0 \approx 1 - \sin\varphi$
- $e_h = K_0 \cdot \gamma \cdot z$



Impulse aus der Forschung zum Thema ZFSV

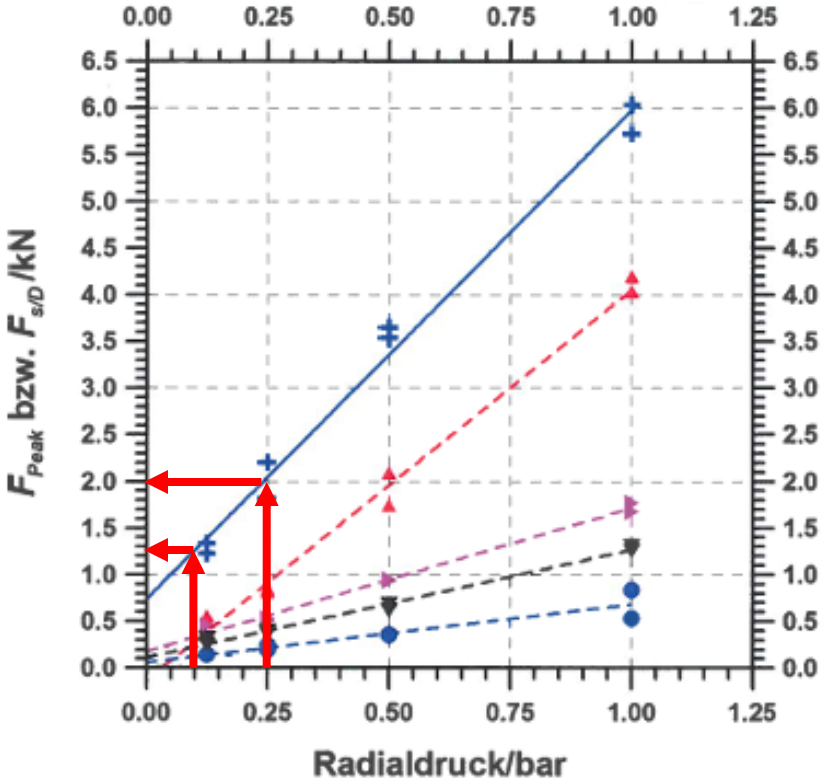
Leicht-ZFSV

- Bei gleicher Rezeptur (Ausbreitmaß, w/z-Wert, Zementgehalt) nimmt die Druckfestigkeit mit zunehmendem Anteil an Leichtzuschlag ab

Kontaktwiderstandsarbeitslinie hängt vom Seitendruck ab

- Seitendruck abhängig vom Eigengewicht
- Bei vergleichbarer Druckfestigkeit hat L-ZFSV nur ca. 40 % der Dichte

➢ Seitendruck reduziert sich etwa um Faktor 2,5



(a) Produkt A

Impulse aus der Forschung zum Thema ZFSV

Leicht-ZFSV

Vorteile

- Zusätzlich wärmedämmende Bettung kann Wärmeverluste weiter reduzieren
- Reduktion des effektiven Adhäsionspeaks (Minimierung des Schadenspotenzials von PUR-Schaum im KMR)
- Leichte Verfüllbaustoffe können bei setzungsempfindlichen Böden/Bauteilen angewendet werden
- (Trink-)Wasserleitungen können vor steigenden Temperaturen geschützt werden

Offene Fragen

- L-ZFSV aus natürlichen Gesteinskörnungen
- Untersuchungen der weiteren Eigenschaften von ZFSV (Volumenstabilität, rheologische Fließgrenze, Tragfähigkeit, etc.)
- Nachhaltigkeitsbetrachtung für künstlich hergestellte leichte GK

4 KI-basierte Rezepturempfehlung

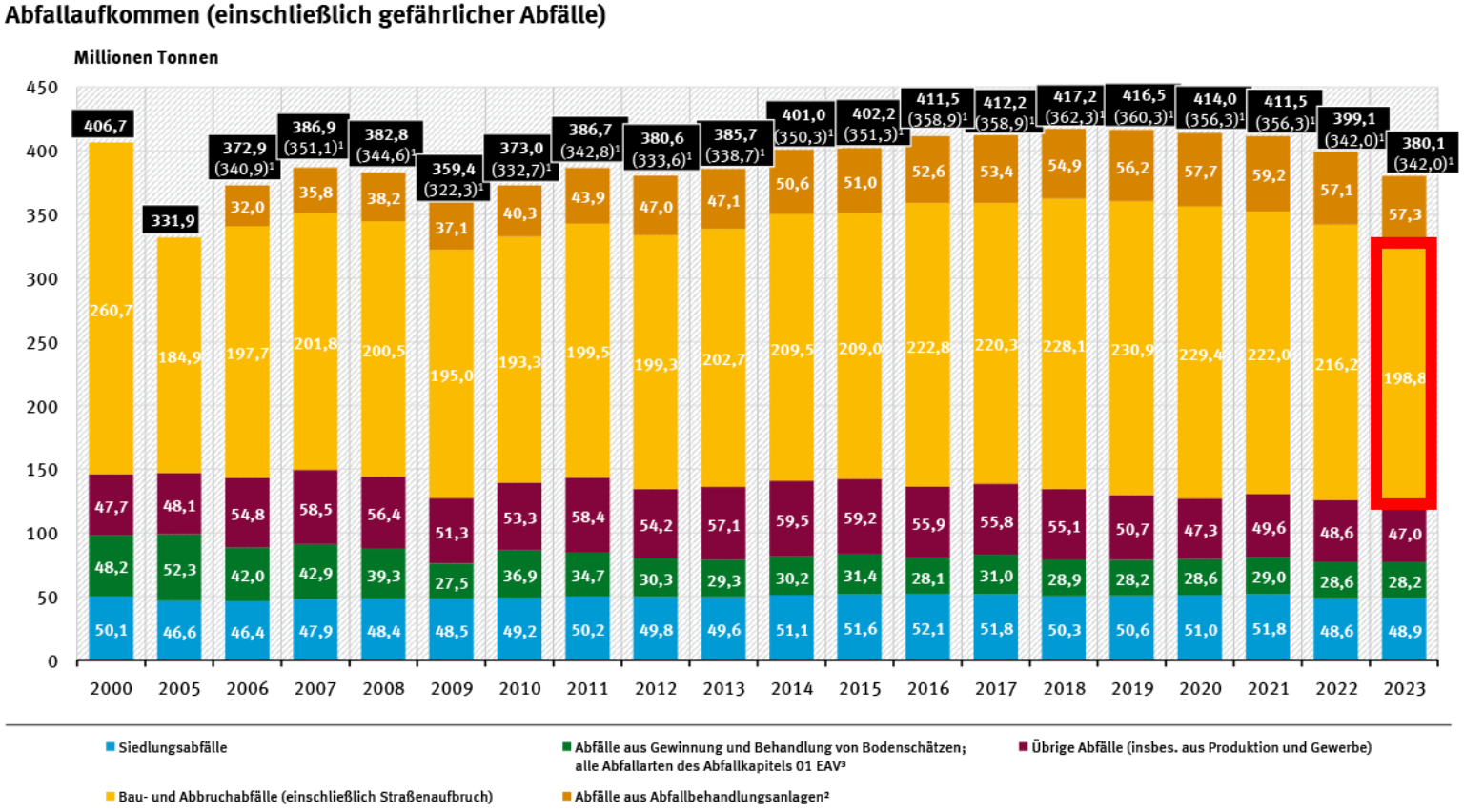
Siehe eigenständige Präsentation

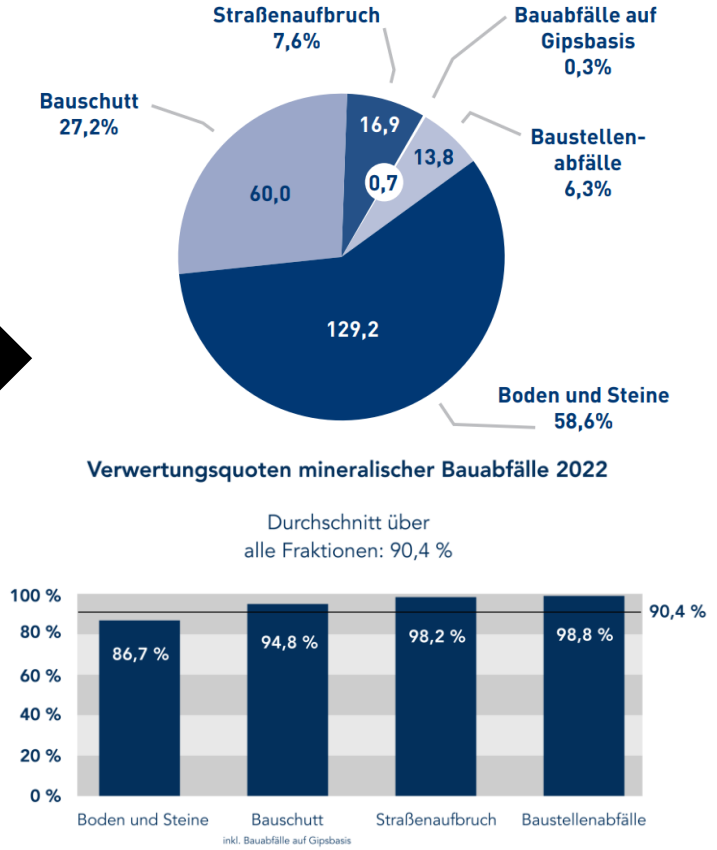
5 Recycling-ZFSV

Impulse aus der Forschung zum Thema ZFSV

Recycling-ZFSV

- Bau- und Abbruchabfälle machen rund 50 % des Abfallaufkommens in DE aus
- Aufbereitung und Nutzung von Bauabfällen als Grundkomponente für ZFSV denkbar





Impulse aus der Forschung zum Thema ZFSV

Recycling-ZFSV

- Bau- und Abbruchabfälle machen rund 50 % des Abfallaufkommens in DE aus
- Aufbereitung und Nutzung von Bauabfällen als Grundkomponente für ZFSV denkbar

Asphaltfräsgut (AF)
Fa. Guggenberger

Ziegelbruch (ZB)
Fa. Schlagmann

Betonrecycling (BR)
Fa. Guggenberger

Füller (F)
Fa. Guggenberger

Hafensediment (HS)
Hafen Straubing

Impulse aus der Forschung zum Thema ZFSV

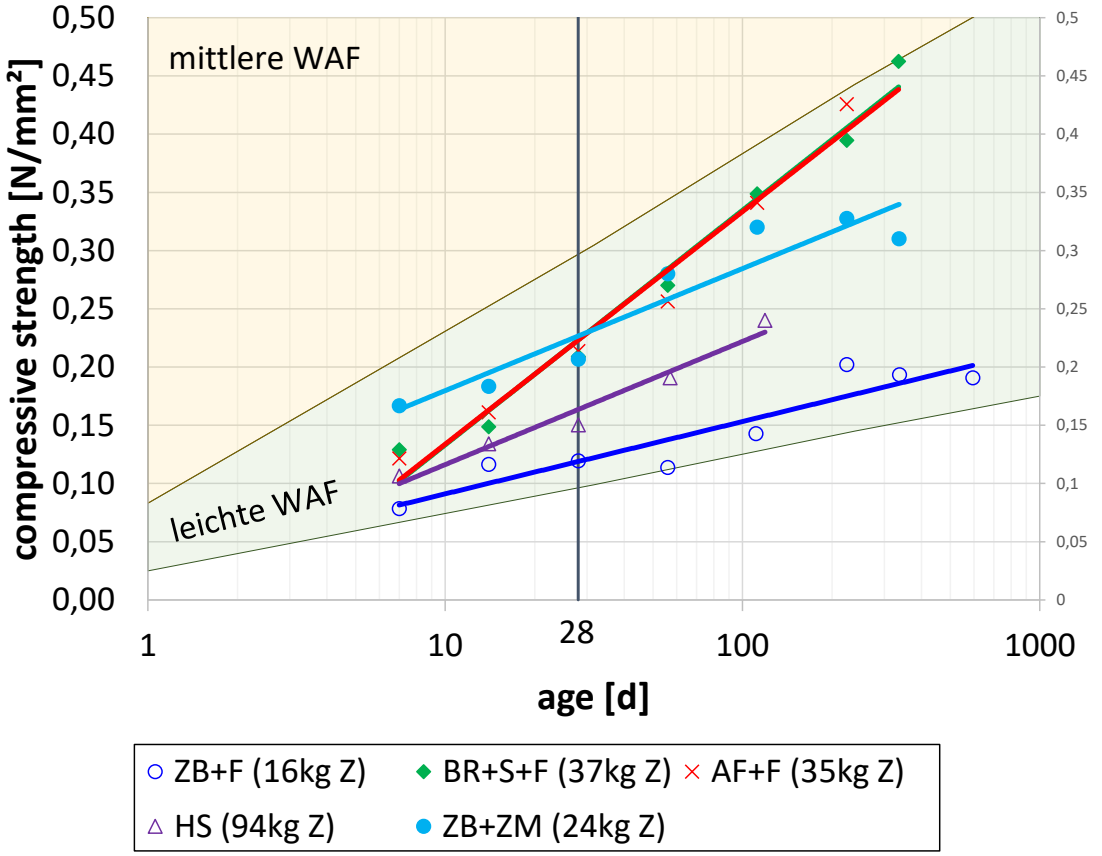
Recycling-ZFSV

- Bau- und Abbruchabfälle machen rund 50 % des Abfallaufkommens in DE aus
- Aufbereitung und Nutzung von Bauabfällen als Grundkomponente für ZFSV denkbar

Impulse aus der Forschung zum Thema ZFSV

Recycling-ZFSV

- Bau- und Abbruchabfälle machen rund 50 % des Abfallaufkommens in DE aus
- Aufbereitung und Nutzung von Bauabfällen als Grundkomponente für ZFSV denkbar
- Benötigte Zement-Menge für leichte Wieder-aushubfähigkeit (WAF) nach M ZFSV schwankt dabei stark (16 … 94 kg/m³ Zement)



Impulse aus der Forschung zum Thema ZFSV

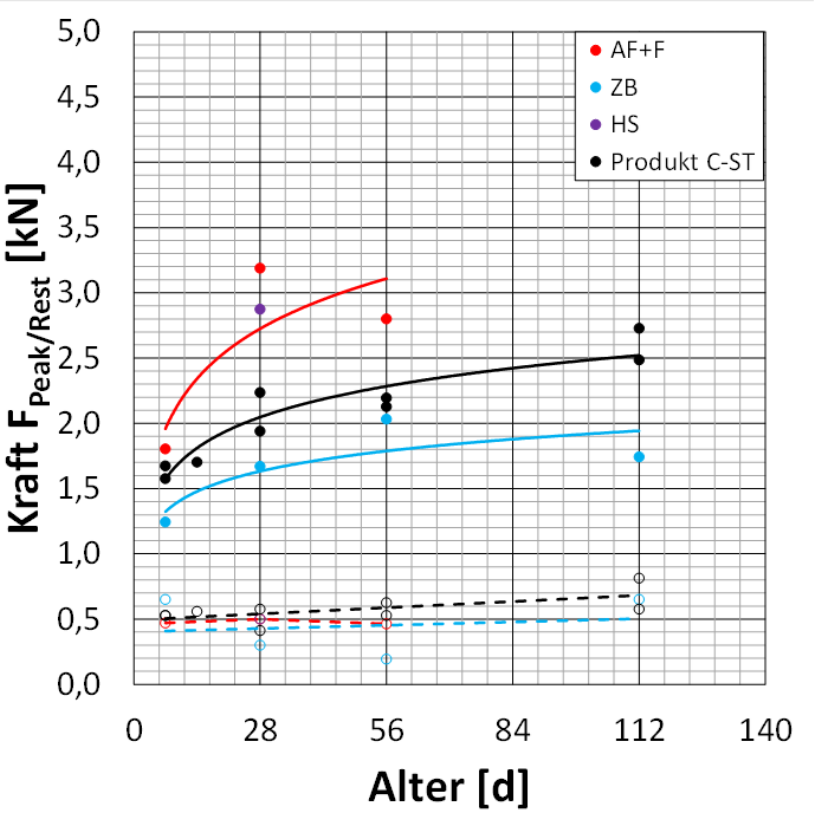
Recycling-ZFSV

- Bau- und Abbruchabfälle machen rund 50 % des Abfallaufkommens in DE aus
- Aufbereitung und Nutzung von Bauabfällen als Grundkomponente für ZFSV denkbar
- Benötigte Zement-Menge für leichte Wieder-aushubfähigkeit (WAF) nach M ZFSV schwankt dabei stark (16 … 94 kg/m³ Zement)
- Kontaktwiderstandsarbeitslinie vergleichbar mit Sand

➢ Forschungsbedarf für Bauabfallgemische

➢ Durch mögliche puzzolanische Reaktionen Prüfung der Druckfestigkeit nach 112 Tagen besonders wichtig

➢ Insbesondere vorhandene Ziegelanteile können zu einer Reduktion der benötigten Zementmenge führen



Kontakt

Bitte wenden Sie sich bei Fragen an uns

OTH REGENSBURG

KONTAKT

0941 943 9262

Seybothstraße 2
93053 Regensburg

geotechnik@oth-regensburg.de

Florian Spirkl (M.Eng.)