

IMAA Jahresversammlung 2025, Rotterdam

Studie des BRRC über die neue Prüfmethode für die
statische Eindringtiefe von Gussasphalt

Dr. Annette Gail
Belgian Road Research Centre (BRRC)

Inhalt

- Einführung
- Methoden für die Messung der statischen Eindringtiefe
- BRRC-Forschungsprojekt «FORECAST»:
 - Aufstellung des neuen Tests für die Eindringtiefe beim BRRC
 - Getestetes Gussasphalt-Mischgut
 - Resultate der Messungen der Eindringtiefen
 - Präzision & Unterscheidungsvermögen
 - Technische Aspekte
- Schlussfolgerung und Ausblick



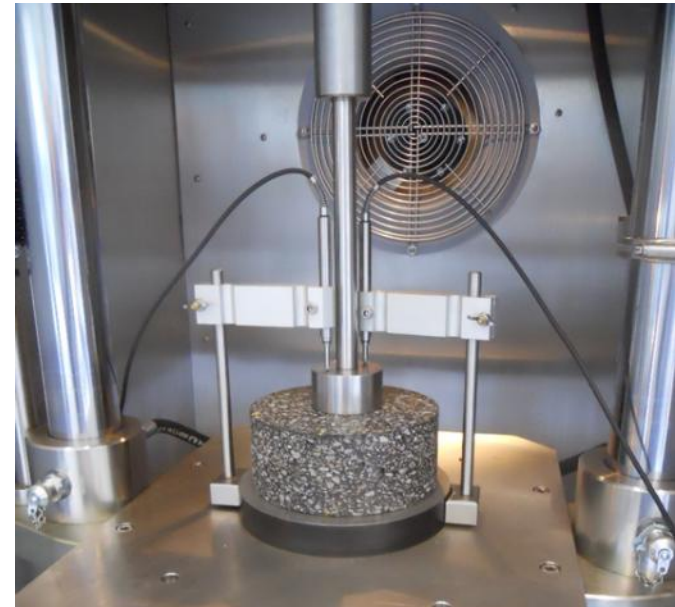
Einführung

Messverfahren für die Beständigkeit gegen bleibende Verformung von Gussasphalt:

Statische Eindringtiefe
EN 12697-20



Dynamische Eindringtiefe
EN 12697-25



Die dynamische Eindringtiefe wird für Mischungen gemessen, die eine statische Eindringtiefe von ≤ 2.5 mm nach 30 Minuten aufweisen (siehe Prüfnorm EN 13108-20, Tabelle B.6).

Entwicklung einer neuen Prüfung für die statische Eindringtiefe

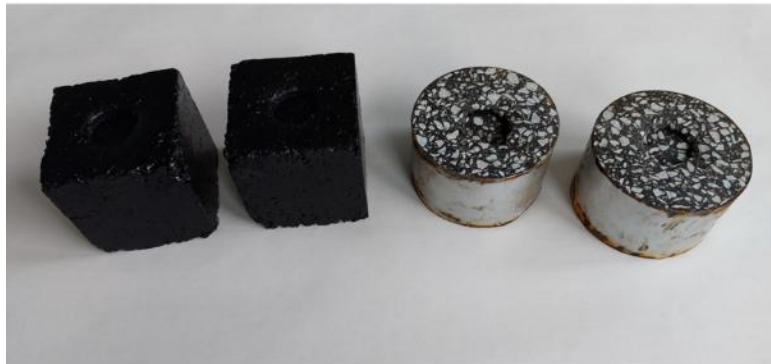
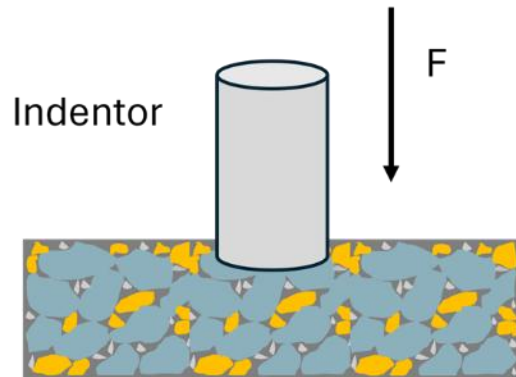
In der Schweiz wurde eine neue Prüfung für die Messung der statischen Eindringtiefe entwickelt:





- Reduktion der Prüfzeit.
- Ermöglicht eine rasche Kontrolle der Gussasphaltschicht, bevor die nächste Schicht eingebaut wird.
- Die standardisierte Prüfung für die Messung der statischen Eindringtiefe ist für hartes Gussasphalt-Mischgut ungeeignet. Die Methode für die Messung der dynamischen Eindringtiefe passt dazu zwar gut, dauert in der Ausführung aber zu lange.
- 2021 hat die IGV dem Europäischen Komitee für Normung (CEN) einen Vorschlag für diese neue Prüfmethode zur Standardisierung zugestellt.

Prüfmethode für statische Eindringtiefe

Prüfmethoden der Eindringtiefe



	EN 12697-20 	Swiss method 
Temperature [°C]	40	55
Load [N]	525	650
Specimen	Cube	Cylinder
Duration [min]	30	15
Specimen preparation	Lab	Construction site
Time reduction		Lab test in mould from construction site

Prüfkörper der neuen Methode

Anforderungen gemäss der Schweizer Methode
(im Entwurf des Vorschlags an das CEN, 2021):

- Stahlbehälter mit den folgenden Dimensionen:
 - Durchmesser: (85 ± 5) mm bis (100 ± 5) mm
 - Höhe: (70 ± 5) mm
 - Dicke der Wände: nicht weniger als 0,25 mm
- Die Metallbehälter werden auf der Baustelle mit Gussasphalt aus dem Kocher befüllt. Der Gussasphalt wird nicht verdichtet.
- Vor der Prüfung werden die Zylinder im Labor mit einem oder zwei Schnitten auf eine endgültige Prüfhöhe von (50 ± 2) mm zugeschnitten. Die Stahlhülle der Dose wird nicht entfernt.



Ziele des Forschungsprojekt «FORECAST» des BRRC

Folgende Punkte wurden im Zusammenhang mit der neuen Messmethode der statischen Eindringtiefe im Projekt untersucht:



- Erfahrungen mit der neuen Prüfmethode gewinnen
- Vergleiche mit der standardisierten europäischen Methode
- Ist die Rangfolge der Mischungen hinsichtlich ihrer Eindringtiefe bei beiden Methoden zur Messung der statischen Eindringtiefe gleich?
- Prüfung von in Belgien verwendetem Gussasphalt nach der neuen Methode
- Präzisierung des neuen Prüfverfahrens
- Unterscheidungsvermögen für hartes Gussasphalt Mischgut
- Muss das Prüfverfahren weiter verbessert werden?
- Gibt es Kommentare zur zukünftigen Standardisierung der Methode?

Aufstellung des neuen Prüfverfahrens im BRRC-Labor

Verwendete Stahlbehälter im Forschungsprojekt der BRRC:

Durchmesser: 85 mm

Höhe: 70 mm

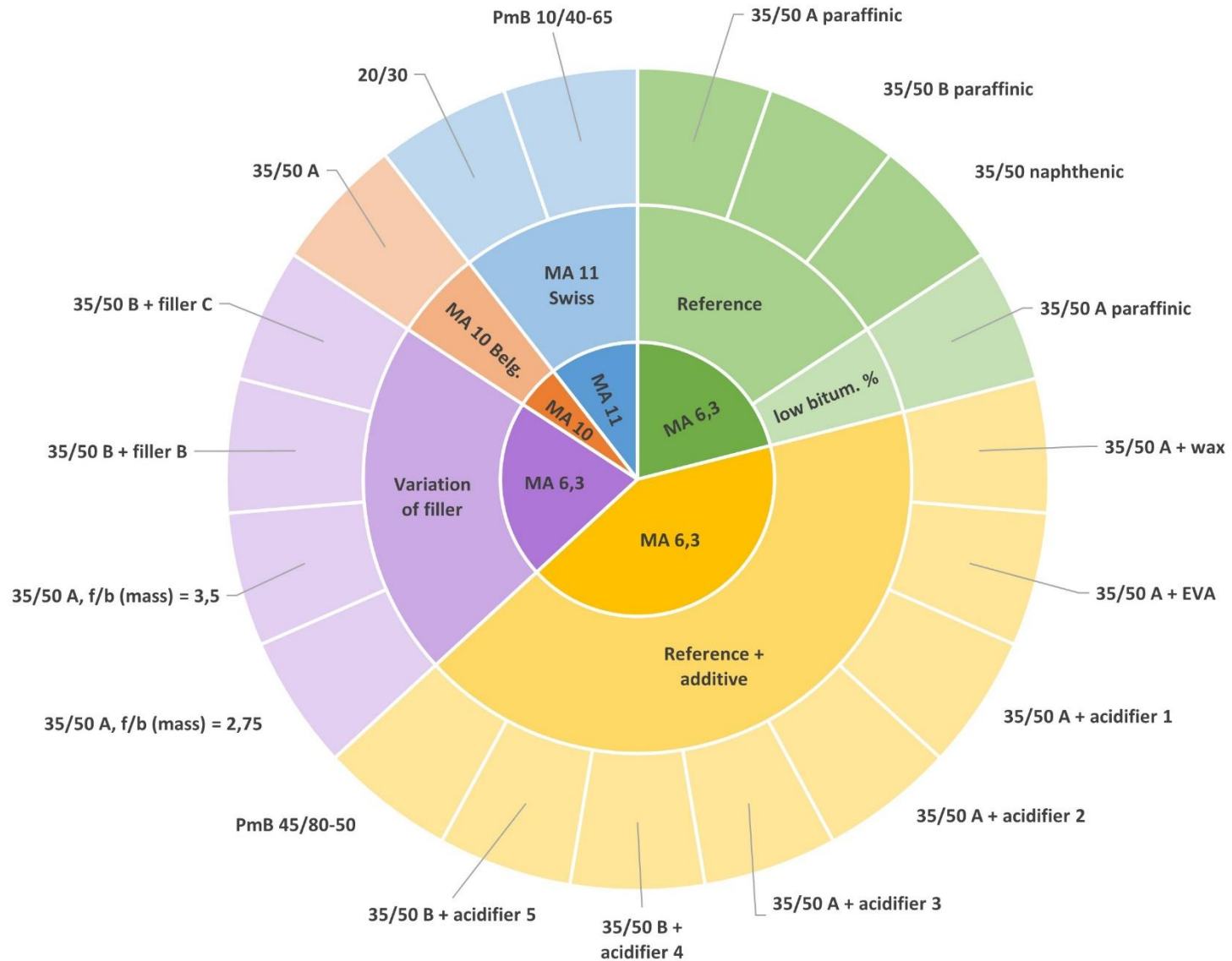
Wanddicke: 0,23 mm

(0,25 mm nicht auffindbar auf dem Markt)

Sägen: zwei Schnitte (oben + unten)



Getestete Gussasphaltvarianten

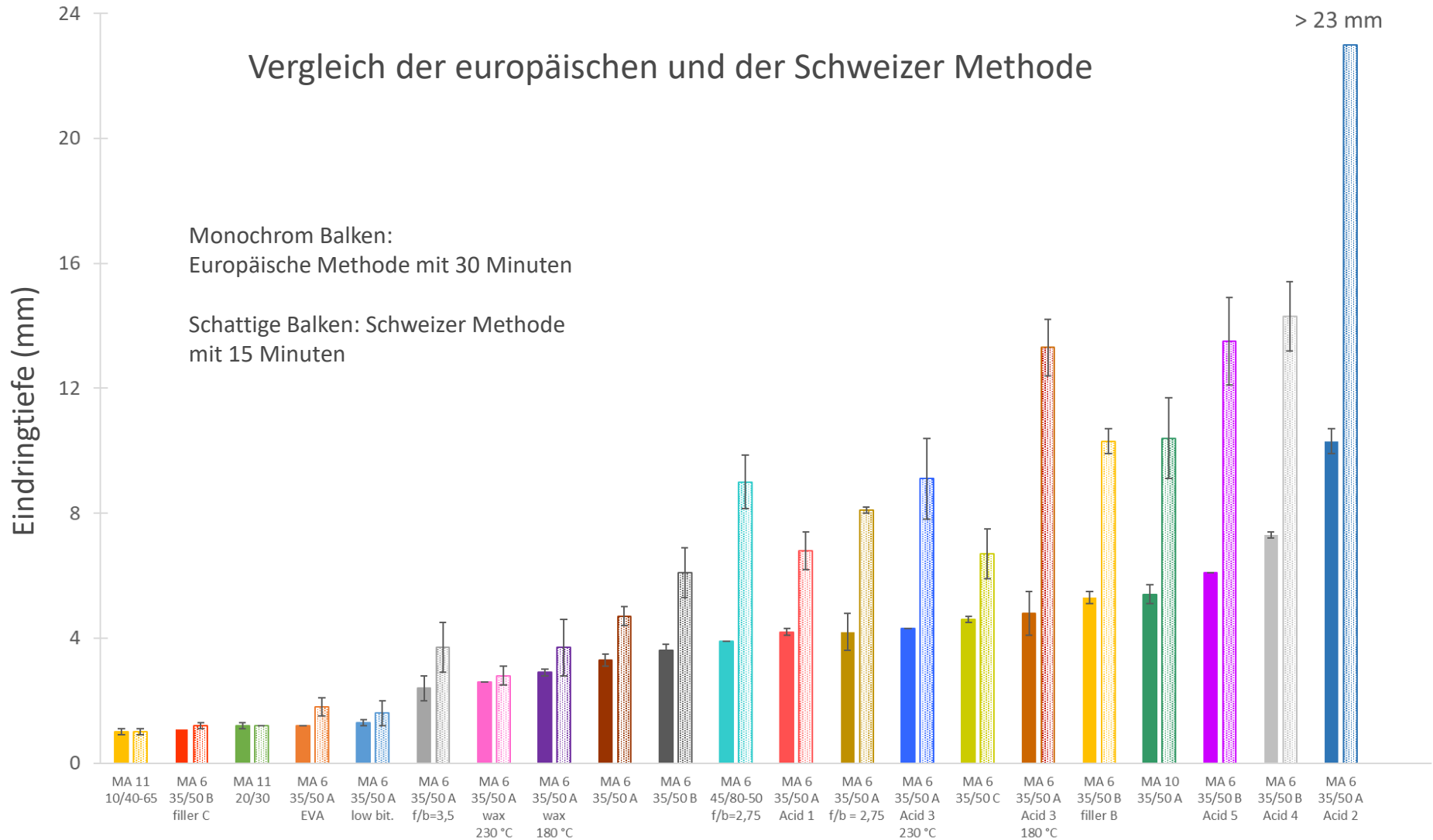


Vorbereitung des Gussasphalt-Mischgutes

- Für dieses Projekt wurden das Mischgut und die Prüfkörper im Labor vorbereitet.
- Es wurden für alle Eindringprüfungen (Europäische Methode mit zwei Prüfwürfeln und Schweizer Methode mit zwei Prüfzylindern) jeweils neue Chargen Gussasphalt im Labor produziert. Übriggebliebener Gussasphalt wurde für Verarbeitbarkeitstests verwendet.
- Die verschiedenen Messmethoden der Eindringtiefe (die europäische und die Schweizer Methode) wurden für jedes Mischgut mehrmals angewendet (zwischen 2- bis 8-mal) bei unterschiedlich produzierten Chargen.
- Produktionstemperaturen:
 - Hauptsächlich 230 °C
 - Zwei Mischgute 230 °C und 180 °C (Vergleich Auswirkungen Produktionstemperatur)
 - Ein Mischgut 180 °C (niedriger Brennpunkt des Additivs)

Resultate – Vergleich der beiden Eindringprüfungen

Vergleich der europäischen und der Schweizer Methode



Resultate – Vergleich der beiden Eindringprüfungen



Die Gesamtbewertung der Mischungen hinsichtlich ihrer Eindringtiefe ist bei beiden Methoden gleich und spiegelt logischerweise die Zusammensetzung des Mischgutes wider.



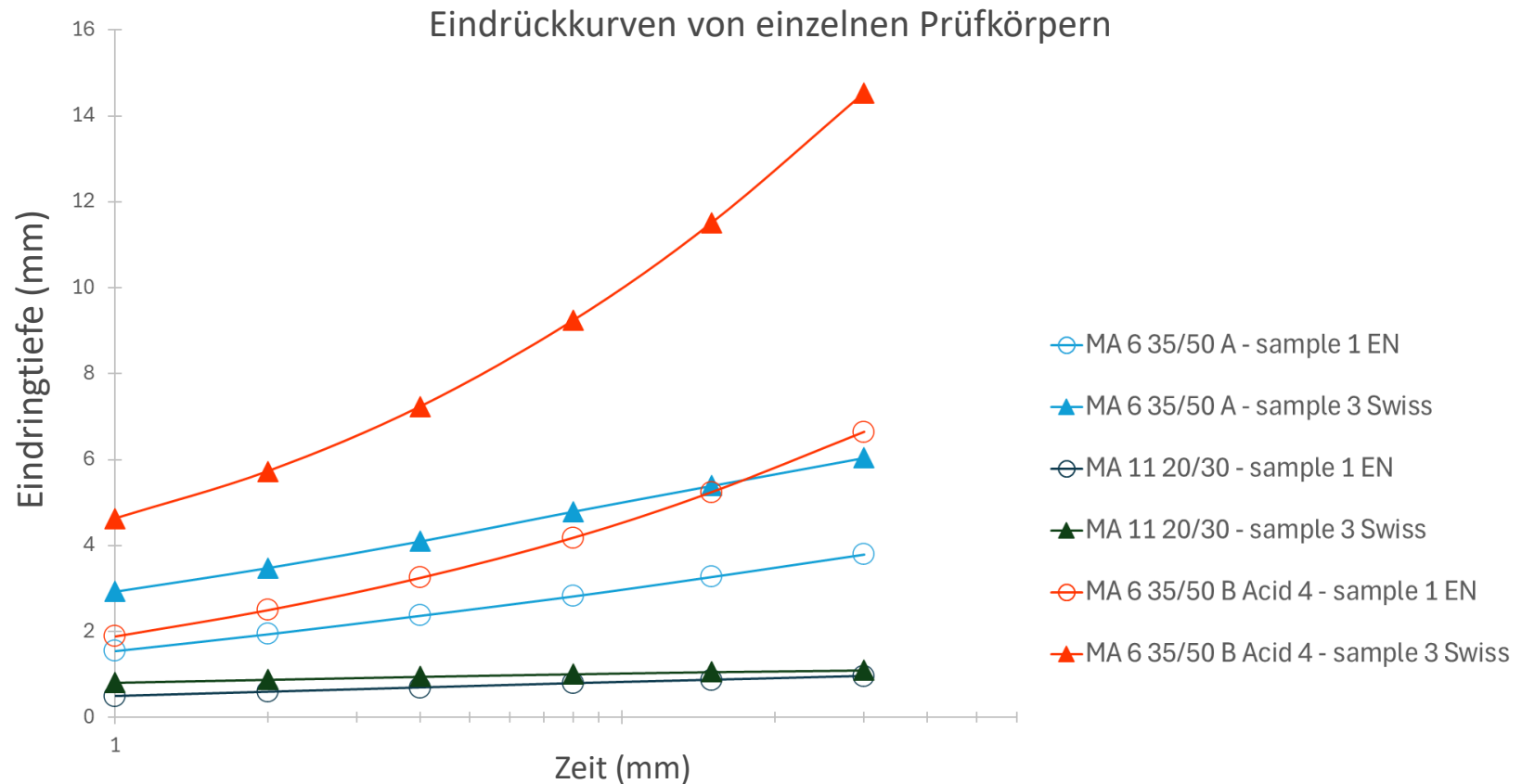
Unterschiede in der Rangfolge können hauptsächlich mit der thermischen Empfindlichkeit der Bindemittel zusammenhängen.



Die Schweizer Methode führt aufgrund der höheren Belastung und Temperatur bei vielen Mischungen zu grösseren Eindringtiefen. Bei einer Mischung wurde die Messgrenze des Messgeräts erreicht (Mischung von der Analyse der Präzision/Unterscheidungskraft ausgeschlossen).

Resultate – Vergleich der beiden Eindringprüfungen

- Die Eindrückkurven einzelner Prüfkörper spiegeln ebenfalls die Unterschiede zwischen den beiden Methoden wider (Beispiele mit unterschiedlichem Mischgut und Bindemitteln).



ode

Genauigkeit der neuen statischen Eindringprüfung



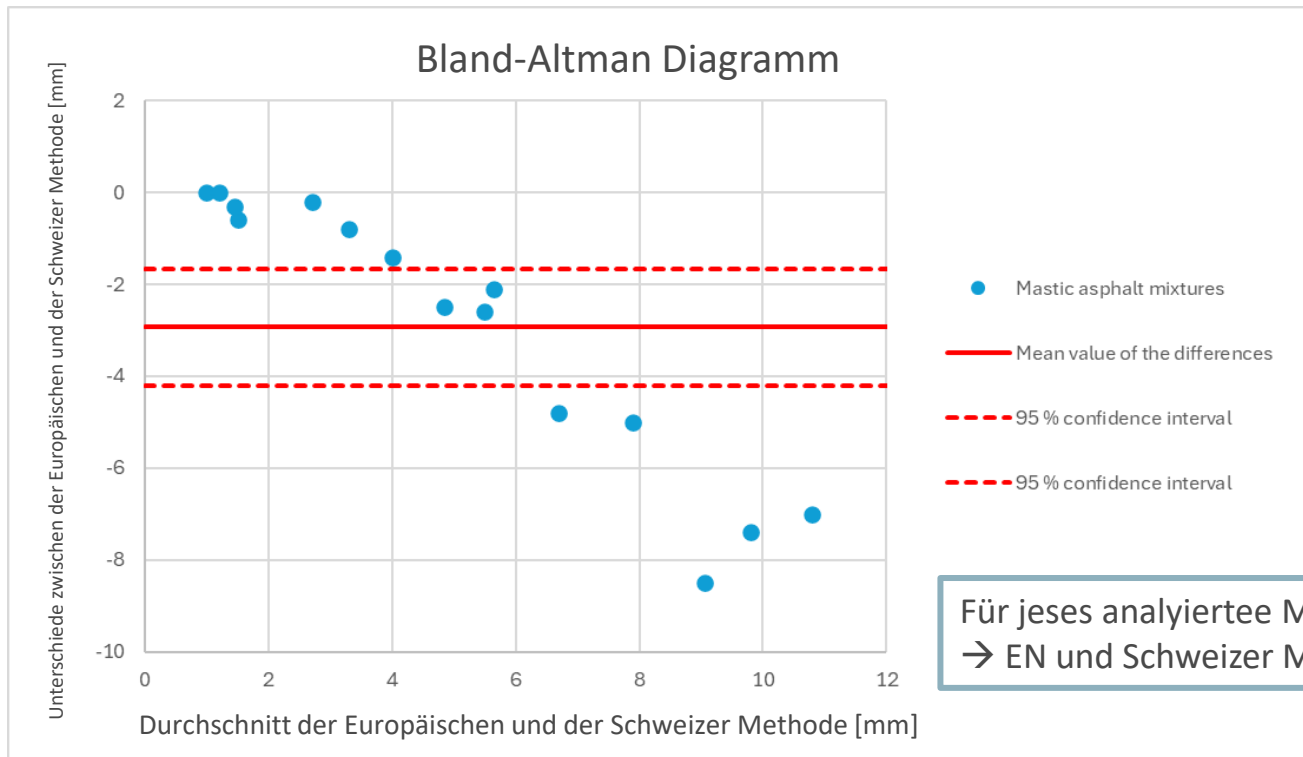
- Maximaler Variationskoeffizient aller Mischungen:
 - Europäische Methode: 16,0 %
 - Schweizer Methode: 22,9 %
- Maximaler Variationskoeffizient von hartem Mischgut:
(6 Mischungen mit Eindringung nach europäischer Methode $\leq 2,5$ mm bei 30')
 - Europäische Methode: 16,0 %
 - Schweizer Methode: 22,8 %

Unterscheidungsvermögen

Kann die neue Schweizer Methode besser zwischen harten Gussasphaltmischungen unterscheiden als die europäische Methode?

Bland-Altman Methode: Feststellung, ob zwei Methoden vergleichbar sind (hauptsächlich in der Medizin verwendet)

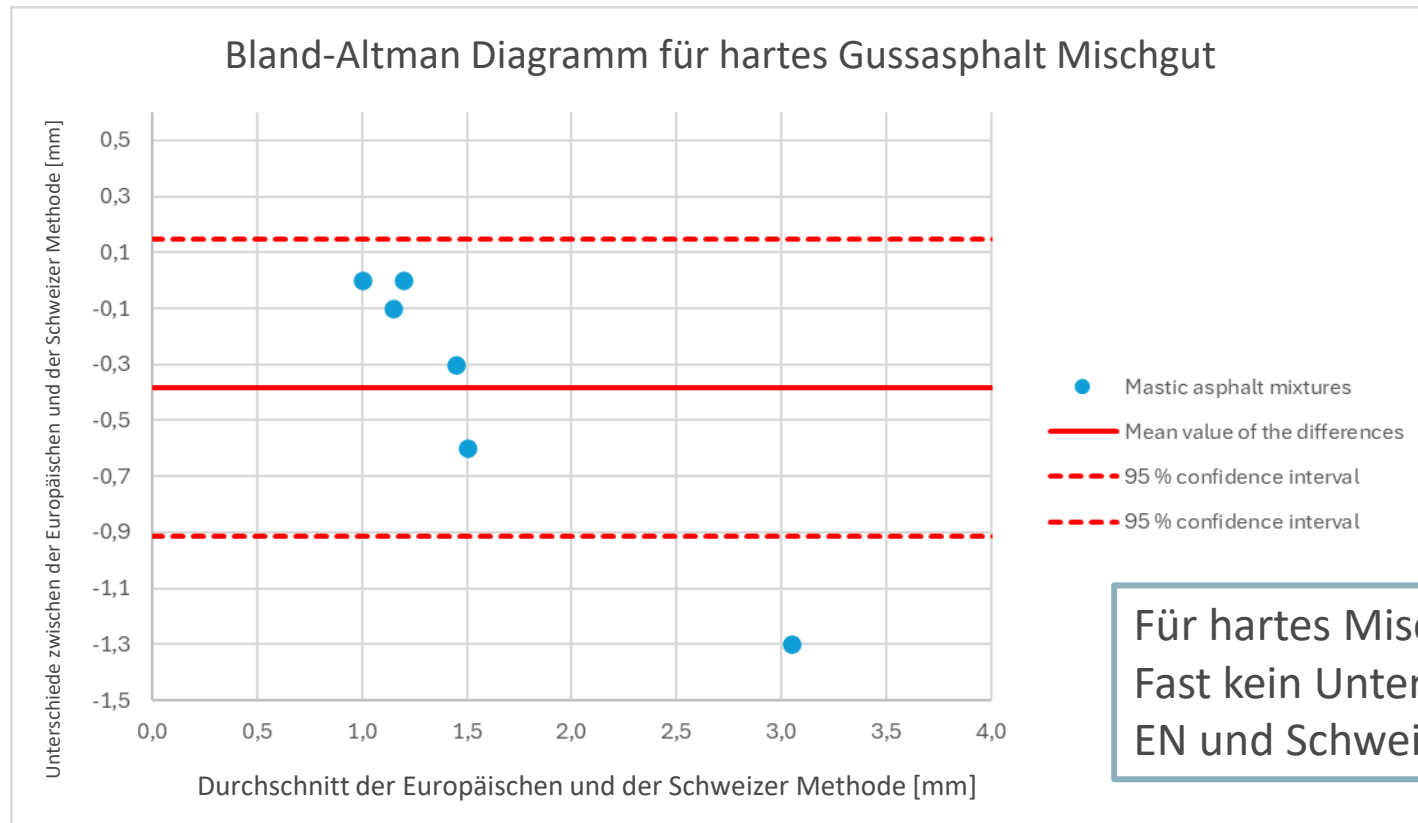
Analyse für jedes Mischgut:



Für jedes analysierte Mischgut:
→ EN und Schweizer Methode sind unterschiedlich

Unterscheidungsvermögen

- Fallbeispiel für harte Gussasphaltmischungen:
6 Mischungen mit Eindringung (EN Methode nach 30 Minuten) $\leq 2,5$ mm
- Analyse für hartes Mischgut:



Für hartes Mischgut:
Fast kein Unterschied zwischen
EN und Schweizer Methode

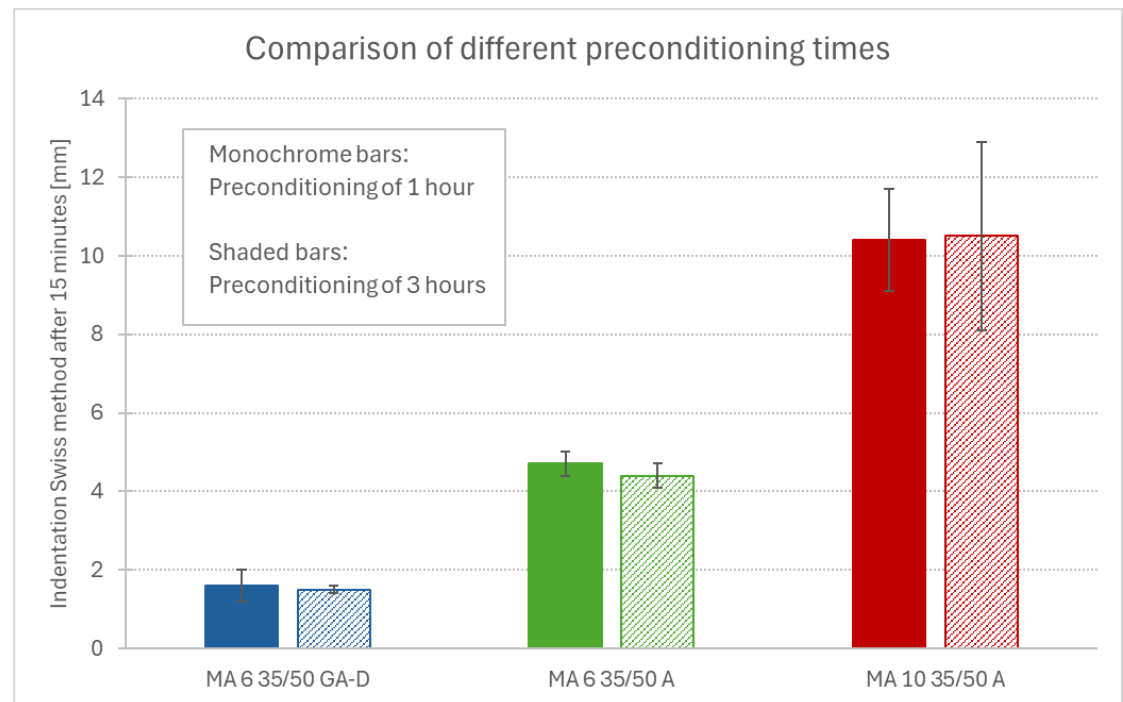
Technische Aspekte - Vorbehandlung

Brauchen die Prüfkörper aufgrund der höheren Prüftemperatur bei der Schweizer Methode längere Vorbehandlungen im Wasserbad?

- Anforderung Europäische + Schweizer Eindringprüfung: 1 Stunde Vorbehandlung der Prüfkörper in einem Wasserbad bei der Prüftemperatur (40 °C oder 55 °C)

Prüfung von drei Mischungen:

- Schweizer Methode
- Gemessene Eindringtiefen nach 15 Minuten
- 2-4 separate Test pro Mischgut
- Vergleich von einer und drei Stunden Vorbehandlung



→ Keine Unterschiede bei analysierten Mischungen (Achtung: Resultate für Proben mit \varnothing of 85 mm)

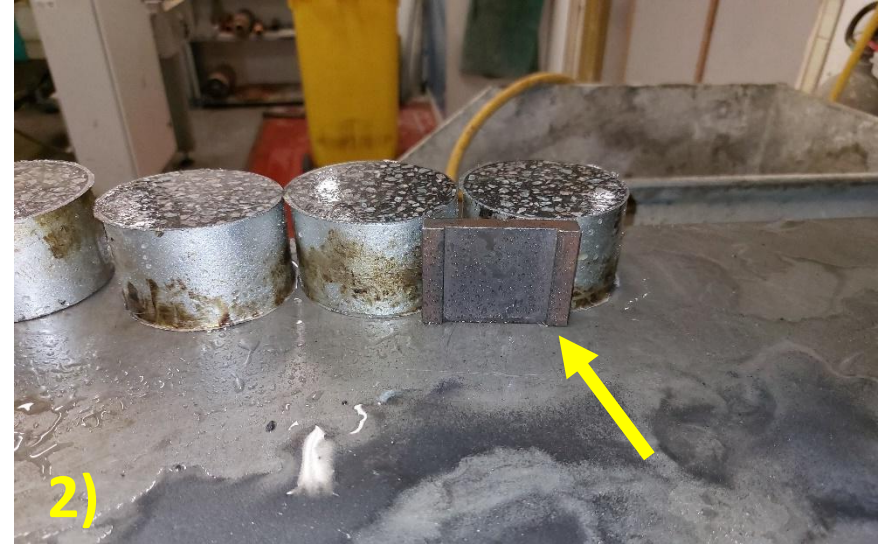
Technische Aspekte - Ausquellen des Materials

- Nach dem Test konnte bei einigen Mischungen ein leichtes Ausquellen aus Gussasphalt beobachtet werden.



Technische Aspekte - Sägen

- Sicherstellen, dass die Proben planparallel gesägt werden (Foto 1)
- Eine metallische Lehre mit der endgültigen Höhe der Probe kann das Sägen erleichtern (Foto 2)
- Entfernen von spitzen Kanten am Metallbehälter, um Verletzungen vorzubeugen (Foto 3)



Schlussfolgerungen



- Die neue Schweizer Eindringprüfung ist ein vielversprechendes Verfahren, das Weiterentwickelt werden sollte.
- Die Rangfolge der Ergebnisse mit der neuen Methode ist logisch und entspricht der Zusammensetzung des Mischgutes.
- Die Genauigkeit der Schweizer Eindringprüfung muss jedoch verbessert werden.
- Die Unterscheidungskraft für harte Gussasphalte ist bei der europäischen und der schweizerischen Methode gleich. Wenn eine Unterscheidung erforderlich ist, muss die einachsige zyklische Eindringprüfung (dynamische Eindringprüfung) durchgeführt werden.

Ausblick & Empfehlungen



- Fügen Sie zusätzliche Anforderungen für weiche Gussasphaltmischungen hinzu, beispielsweise eine maximal zulässige Eindringtiefe.
- Verringern Sie die Toleranzen/Anforderungen für die folgenden Punkte, um die Genauigkeit weiter zu erhöhen:
 - Diameter der Metallbehälter: aktuell (85 ± 5) mm bis (100 ± 5) mm (berücksichtigen Sie die Verfügbarkeit des Produktes)
 - Sägen/kürzen der Prüfkörper: Aktuell ein bis zwei Schnitte erlaubt
- Ideen für die Erhöhung der Genauigkeit
 - Kann die Probenvorbereitung weiter verbessert werden? Testen Sie beispielsweise eine leichte Vorverdichtung des Gussasphalts im Metallbehälter direkt nach dem Einfüllen.
- Probenahme auf der Baustelle
 - Aktuell werden die Behälter beim Auslass des Kochers befüllt. Ein Kessel ist nicht erlaubt. Aus Sicherheitsgründen sollte dieser Punkt überdacht werden.

Danke für Ihre Aufmerksamkeit



Dr. Annette Gail
Forscherin
Departmenet für Forschung & Entwicklung

✉ a.gail@brrc.be
Boulevard de la Woluwe 42, B-1200 Brussels
www.brrc.be



Belgian Road Research Centre
Together for sustainable roads