

Versickerungsfähige Verkehrsflächenbefestigungen auf Basis von Polyurethan

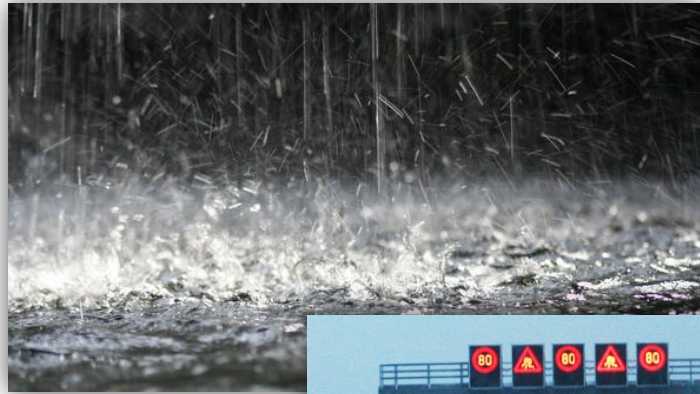
Materialvorstellung

Dipl.-Ing. Lukas Renken

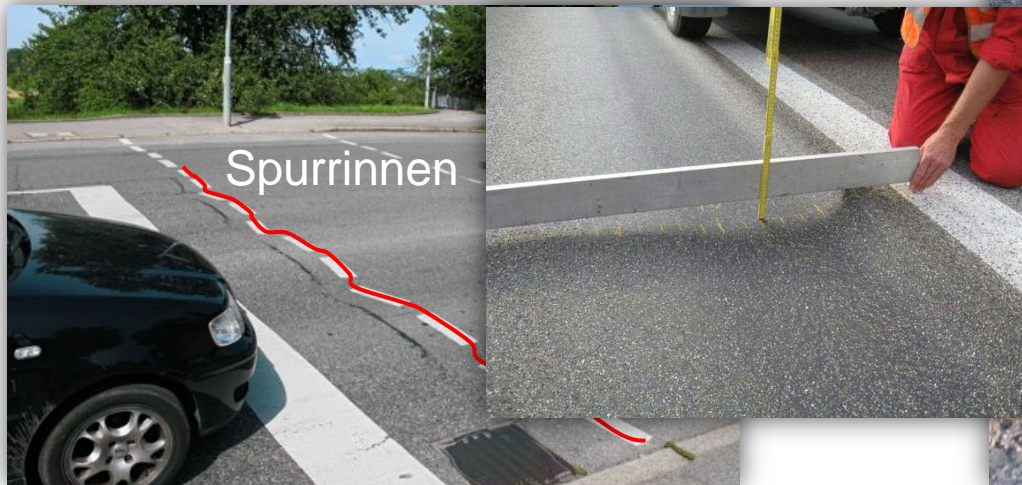
Aachen, 03. November 2016

Vorstellung PU-Asphalt

- Fortschreitender Klimawandel
 - Stärkere Extremwetterereignisse
 - Zunehmende Belastung für die Verkehrswege



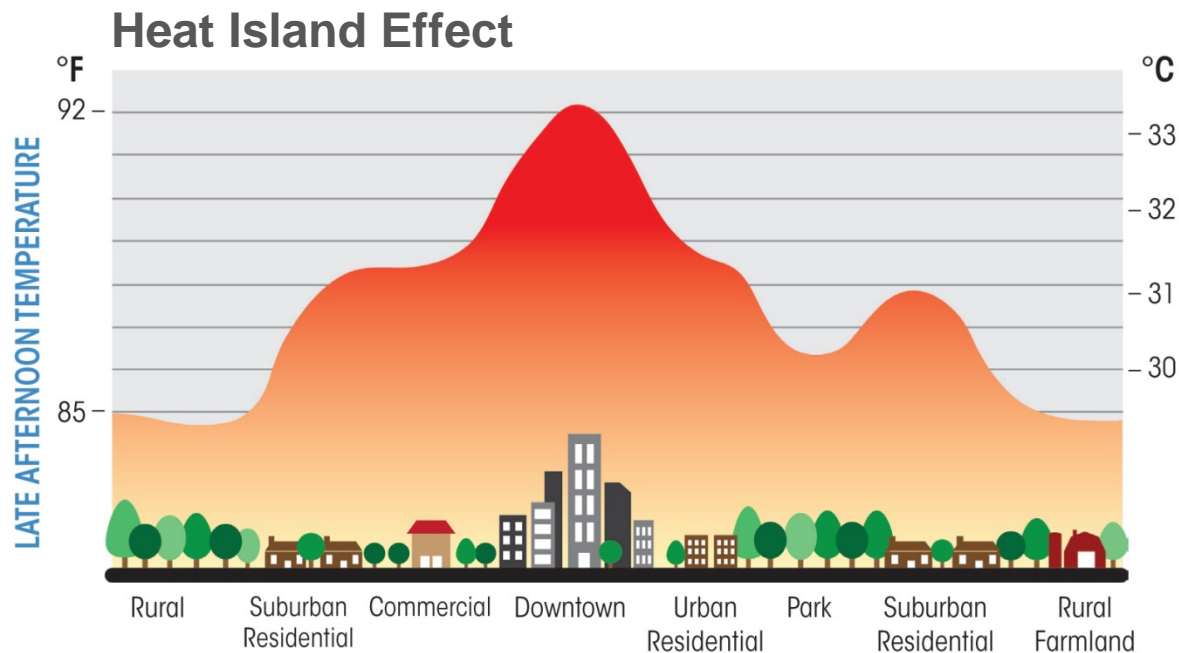
Auswirkungen auf den Straßenzustand



- Massive Zunahme von versiegelten Flächen, insbesondere durch undurchlässige Verkehrsflächen (ca. 37 % der versiegelten Flächen)
 - Reduzierung der natürlichen Versickerungsflächen
 - Störung des natürlichen Wasserabflusses
 - Störung des natürlichen Wasserkreislaufes



- Konventionelle (dichte) Asphaltbefestigungen besitzen ein sehr hohes Wärmespeichervermögen
 - Absorption und Speicherung der Wärme innerhalb der Schicht
 - ➔ Erhöhung der klimatischen Umgebung
 - Veränderung des Ökosystems



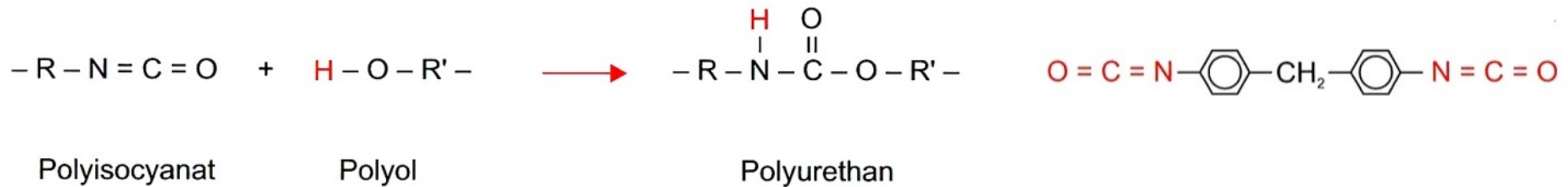
- Lösungsansatz: Verwendung von durchlässigen Befestigungsmaterialien
- Offenporiger Asphalt (PA) ist derzeit die effektivste „high-tech“-Bauweise für durchlässige und lärmreduzierende Verkehrsflächen
 - Reduzierung des Verkehrslärms
 - Geringe Sprühfahnenbildung
 - Vermeidung von Aquaplaning
- Limitiert in ihrer Lebensdauer, aufgrund:
 - Alterungsproblematik (hohe spezifische Oberfläche aufgrund des Hohlraumgehaltes)
 - Anfällig für Kornausbruch
 - Funktionsverlust aufgrund von „Clogging“-Effekten (Verstopfung der Poren)
 - ➔ nicht für urbane Räume geeignet

- Es wird gefordert die Verkehrswege nachhaltiger zu gestalten
- Konventionelle Verkehrswege werden bitumenhaltigen Bindemitteln gebunden
 - Bitumen wird bei der Destillation von Rohöl gewonnen
- Verknappung der natürlichen Ressourcen
 - Insbesondere der Ölprodukte
 - Veränderung der Rohstoffpreise



**Optimierung vorhandener Standardbauweisen oder
Entwicklung neuer Bauweisen und Baustoffe erforderlich**

- Vollständige oder teilweise Substitution von Bitumen durch nachhaltige, umweltschonende Bindemittel
 - Verwendung von biosynthetischen Bindemitteln (Polyurethan)
- Polyurethan ist ein Zwei-Komponenten-System
 - Entsteht bei der Reaktion von Polyol mit Isocyanat (Härter)



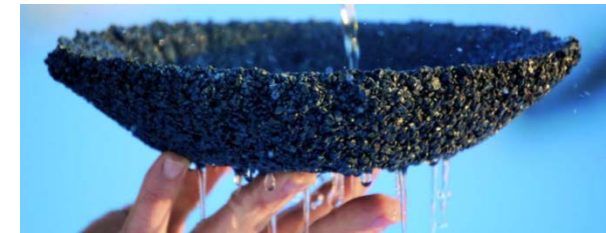
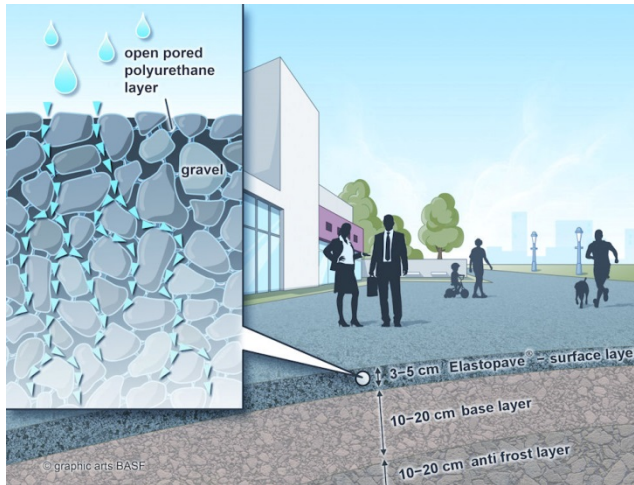
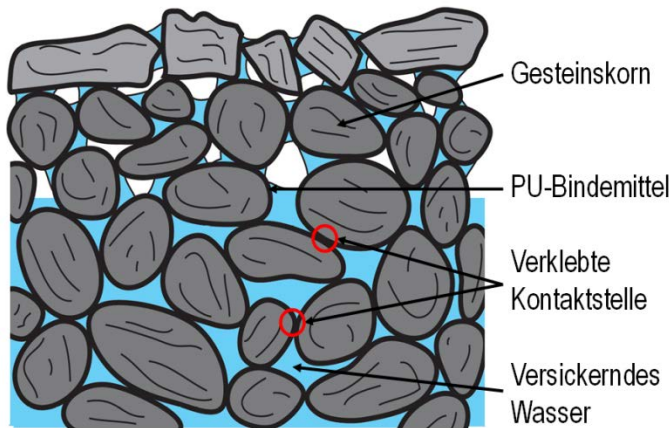
- Materialtechnische Eigenschaften können anwendungsspezifisch angepasst werden (Viskosität und Elastizität)
 - Veränderung der Polyurethan-Formulierung
 - Modifizierung mittels spezieller Zusätze

- Mehrzahl an Polyurethanen ist petrochemischen Ursprungs
 - Auf Basis von Rohöl → nicht nachhaltig bzw. umweltkonform
- Bio-Polyurethane Verwendung → von organischen Polyolen
 - Polyol oleochemischen Ursprungs, auf Basis von Pflanzenölen
 - Bestandteil zu 50 % aus nachwachsenden Rohstoffen
 - uneingeschränkt Umweltverträglich
 - Schonung der begrenzten Rohstoffe

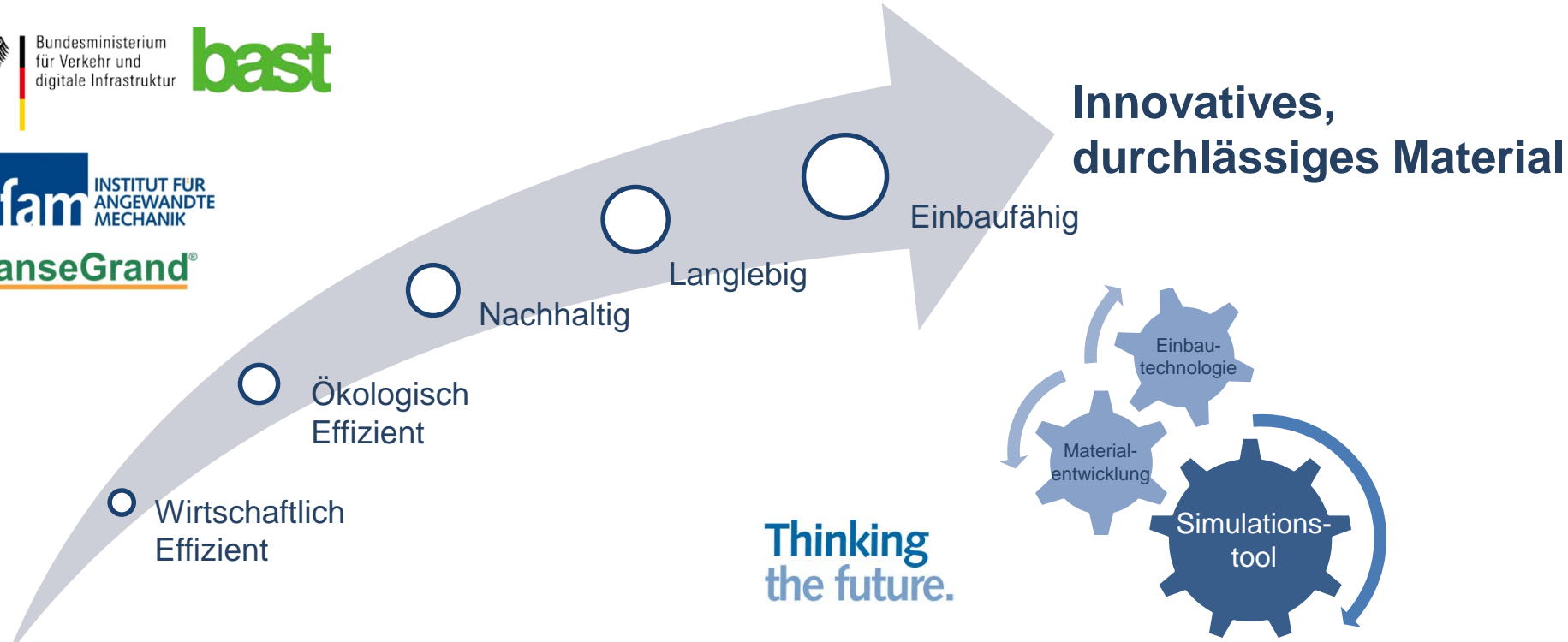


- **Materialfestigkeit aufgrund der mechanischen Verbindung an den Kontaktstellen**
 - Hohe Festigkeitswerte werden erwartet
 - Hoher Hohlraumgehalt ist möglich
- **Derzeitige Anwendung im unversiegelten Wegebau**
 - Keine Flächenentwässerungs- und Flächenversiegelungskosten

Offenporiges Materialsystem



- Entwicklung des innovativen durchlässigen Materials erfolgte im Rahmen eines FE-Projektes (INNO-BOND)
 - Finanziert durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), vertreten durch die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)

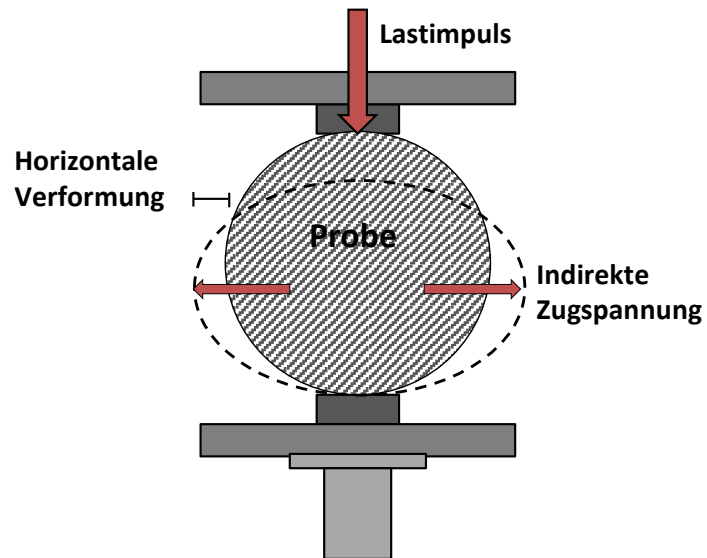


- Umfangreiche Materialprüfung im Rahmen des FE-Projektes „INNO-BOND“
 - Entwicklung eines angepassten Prüfkonzeptes
- Produktion verschiedener PU-Asphalt Varianten im Labormaßstab
 - Berücksichtigung Variation von Sieblinie und Bindemittelgehalt
- Bewertung von zwei exemplarischen Varianten (Mix A und Mix B) im Hinblick auf:
 - Materialfestigkeit
 - Temperatureinfluss auf die Materialfestigkeit
 - Hydraulische Performance
 - Oberflächenfestigkeit

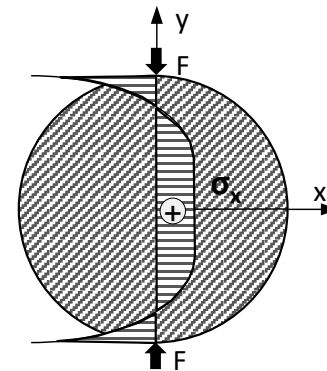


vergleich mit einer Referenzvariante Porous Asphalt PA 8

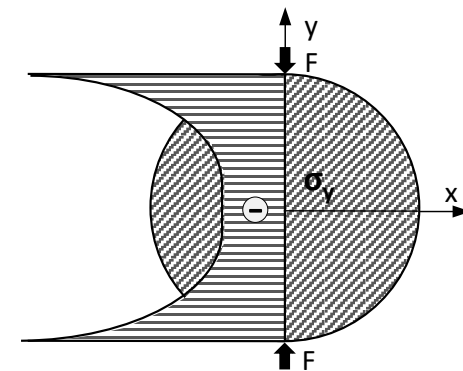
Indirect Tensile Strength Test (ITST) – Indirekter Zugversuch



Spannung in x-Richtung



Spannung in y-Richtung

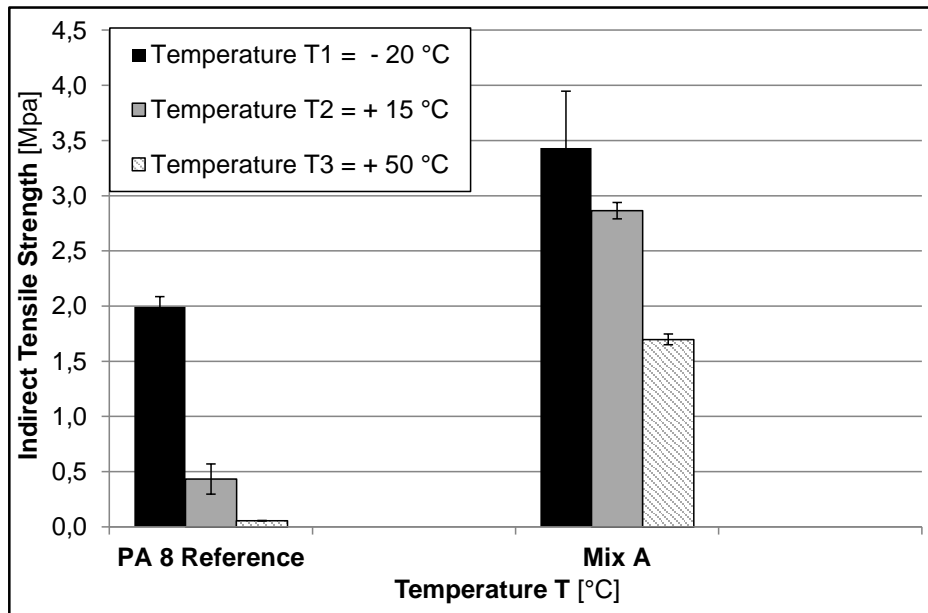


- ⊕ Zugspannung
- ⊖ Druckspannung

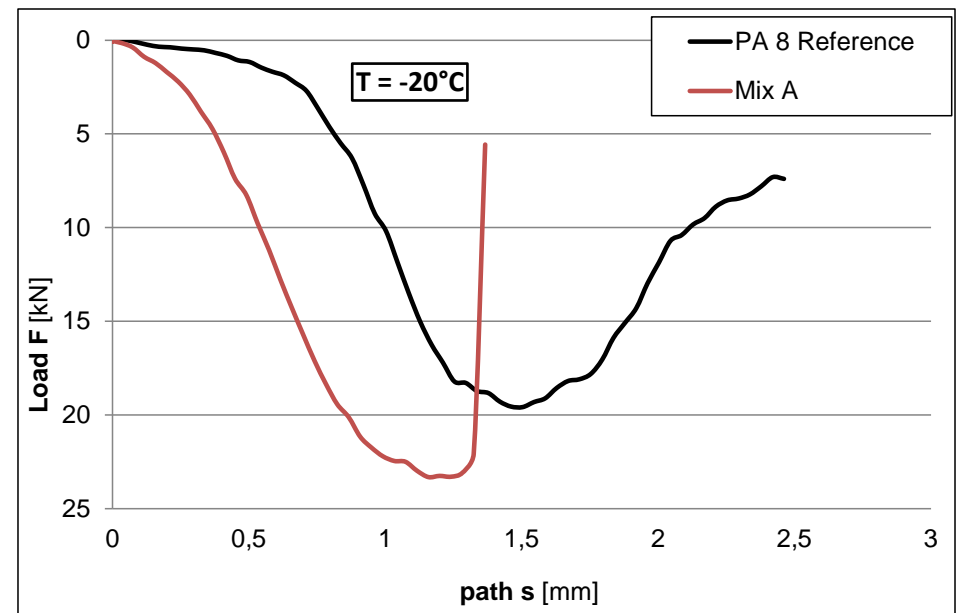
Versuchsparameter:

- Durchführung gemäß: TP Asphalt-StB, Teil 23
- Belastungsgeschwindigkeit: 50 mm/min
- Temperaturbereich: -15°C; +15°C; +50°C

Vergleich der indirekten Zugfestigkeiten

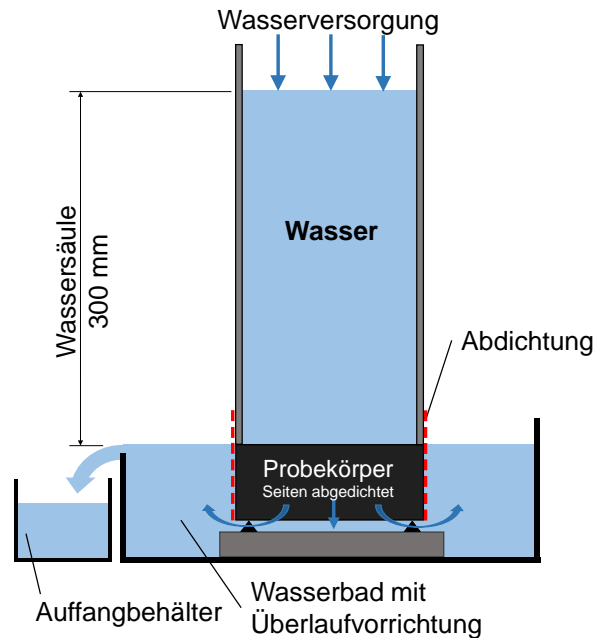


Vergleich des Verformungsverlaufes



- **Hydraulische Eigenschaften sind abhängig von:**
 - Hohlraumgehalt
 - Porengeometrie
 - Flüssigkeitsviskosität
- **Charakterisiert durch den Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]**
 - Geschwindigkeit, mit der eine Wassermenge bei einem gegebenen hydraulischen Gefälle durch eine gegebene Fläche eines Bauteils fließt
- **Hydraulische Anforderungen für wasserdurchlässige Befestigungen**
 - Geregelt im “*Merkblatt für versickerungsfähige Verkehrsanlagen*” (MVV)
 - Mindestanforderung gemäß MVV $k_f \geq 5,4 \cdot 10^{-5}$ [m/s] für WDA
- **Es muss zwischen horizontaler und vertikaler Durchlässigkeit unterschieden werden**

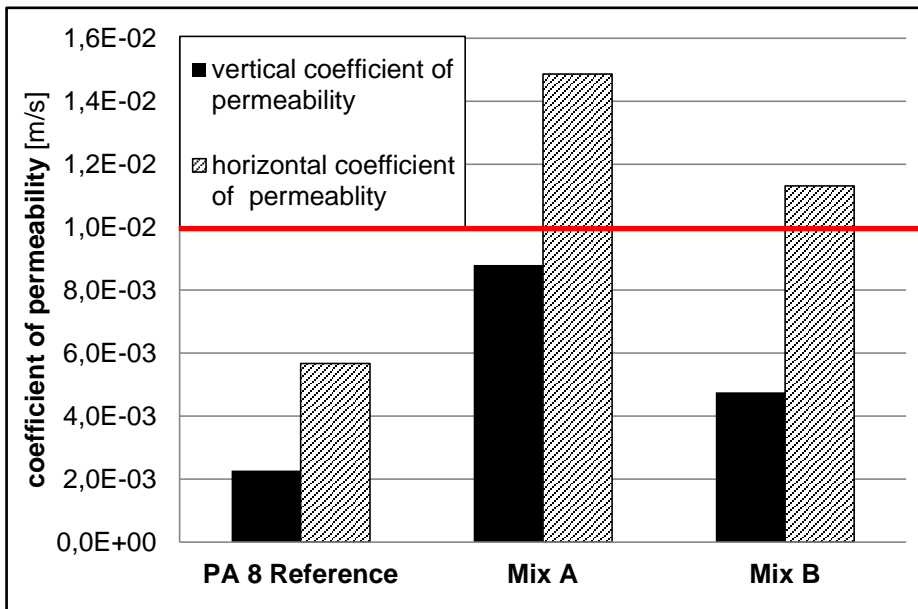
Vertikale Durchlässigkeit



Versuchsparameter:

- Durchführung gemäß TP-Asphalt, Teil 19
- Wasserdurchfluss Q wird gemessen
- Durchlässigkeitsbeiwert k_f kann aus Q berechnet werden

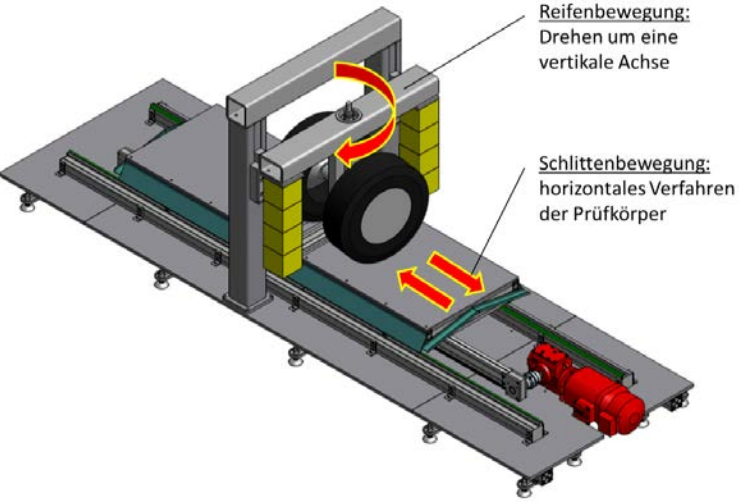
Vertikaler und horizontaler Durchlässigkeitsbeiwert



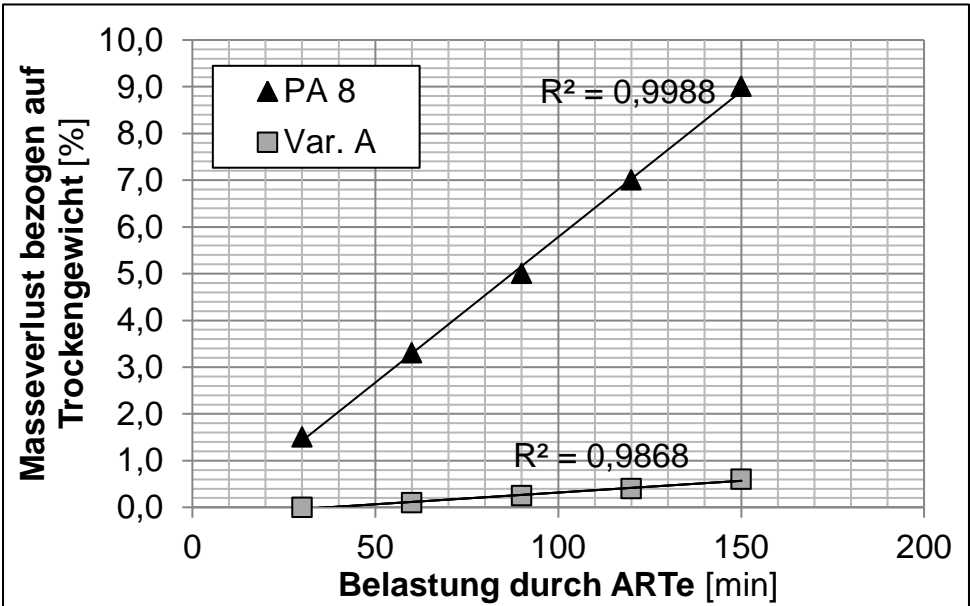
Durchlässigkeitsbereich in Abhängigkeit des Durchlässigkeitsbeiwertes

DIN 18130-1

k [m/s]	Bereich
unter 10^{-8}	sehr schwach durchlässig
10^{-8} bis 10^{-6}	schwach durchlässig
über 10^{-6} bis 10^{-4}	durchlässig
über 10^{-4} bis 10^{-2}	stark durchlässig
über 10^{-2}	sehr stark durchlässig

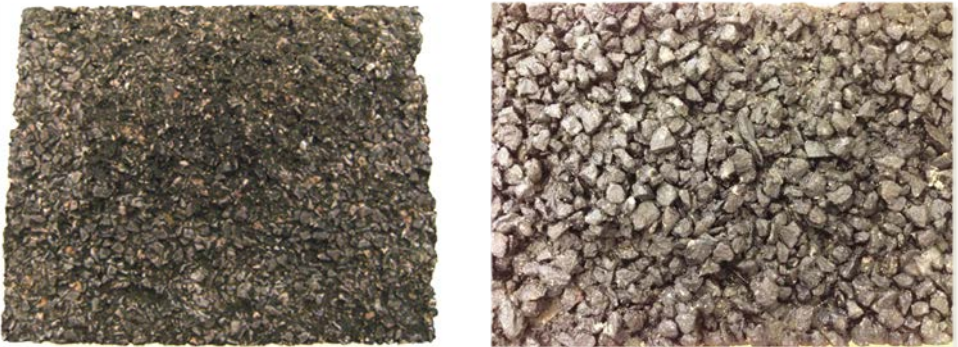


Aachener Raveling Tester (ARTe)



Quelle: Renken/Oeser 2015

Prüfparameter	Einheit	Wert
Reifenumdrehungsgeschwindigkeit	U/min	41
Schlittengeschwindigkeit	m/s	0,3
Belastungsgewicht	kg	200
Dauer jeder Belastungsstufe	min	30
Anzahl der Belastungsstufen	-	5
Gesamtüberrollungen	-	6.150



Belastete PA 8 Probe nach 150 min

- Materialfestigkeit wurde exemplarisch anhand der indirekten und direkten Zugfestigkeit bestimmt
 - Höhere Materialfestigkeit von PU-Asphalt gegenüber der Referenzvariante PA 8
 - Duktiles Bruchverhalten erkennbar
- Temperatureinfluss auf die Materialfestigkeit
 - PU-Asphalt zeigt zwar ein temperaturabhängiges Verhalten, aber Glasübergangstemperaturbereich außerhalb Gebrauchstemperaturbereich
 - ➔ Hohe Materialfestigkeit bei hohen Temperaturen möglich
- Hydraulische Eigenschaften anhand der Permeabilität
 - Sehr hohe Durchlässigkeitsbeiwerte deuten auf eine gute Drainagefähigkeit hin
- Hohe Oberflächenfestigkeit

➔ **Mit PU-Asphalt ist es möglich, hohe Materialfestigkeiten mit einem hohen Hohlraumgehalt und einer guten hydraulischen Performance zu verknüpfen**

Anwendungsgebiete und Referenzprojekte





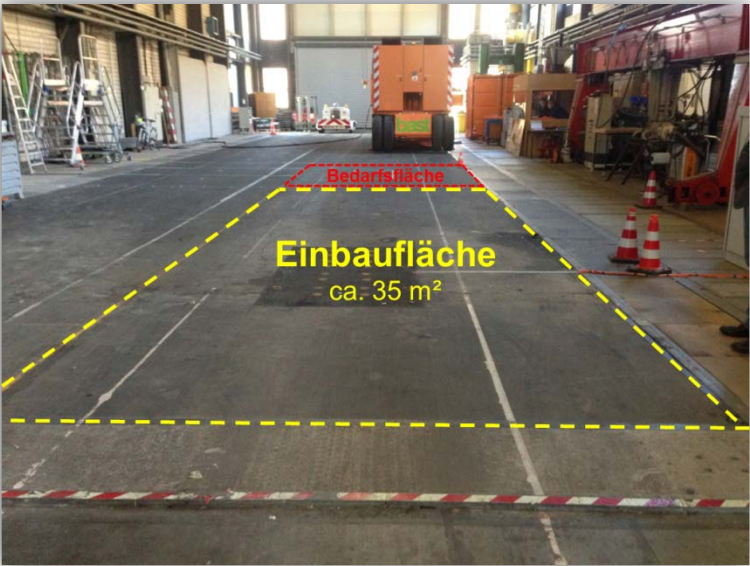
Quelle: BASF Polyurethanes GmbH



Quelle: BASF Polyurethanes GmbH



Quelle: BASF Polyurethanes GmbH



Referenzprojekte

Parkplatz Lemförde

Parkplatz auf dem Betriebsgelände der BASF
130 Stellplätze auf 3.500 m²
Vollständig versickerungsfähig
Einbau im teilmaschinellen Verfahren



Quelle: BASF Polyurethanes GmbH

Parkbuchten mit rötlichem Natursplitt
(Glensander aus Schottland)
Zufahrtsstraßen aus grauem Natursplitt
(Diabas aus Bad Harzburg)



Quelle: BASF Polyurethanes GmbH



Quelle: BASF Polyurethanes GmbH

- **Anwendung und Monitoring von PU-Asphalt Projekten**
(Radwege, Parkplätze, Wirtschaftswege, Infrastrukturflächen)
- **Zusammenstellung der ökologischen Vorteile**
(Durchlässigkeit, Nachhaltigkeit, CO₂-Fußabdruck, Primärenergiebedarf, etc.)
- **Optimierung der Einbautechnologie**
- **Entwicklung eines Handbuches für Anwender**
(Hinweise für Ausschreibung, Einbau, Benutzung, Recycling, etc.)
- **Implementierung ins Regelwerk für eine Standardisierung**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dipl.-Ing. L. Renken

renken@isac.rwth-aachen.de

Institut für Straßenwesen

RWTH Aachen University

Mies-van-der-Rohe-Straße 1

52074 Aachen

Germany

www.isac.rwth-aachen.de
