

Ruhr-Universität Bochum

Lehrstuhl für Verkehrswegebau

Prof. Dr.-Ing. M. Radenberg

Modulprüfung

Verkehrswegebau

Masterstudiengang Bauingenieurwesen

Mittwoch, den 27.03.2013 8:30 – 11:30 Uhr

Zugelassene Hilfsmittel:

Skripte und Mitschriften, Fachliteratur, Taschenrechner

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Σ	%	
Punkte	20	10	16,5	20	23,5	45	19	17	9	180	100	Note
erreicht												

Name:

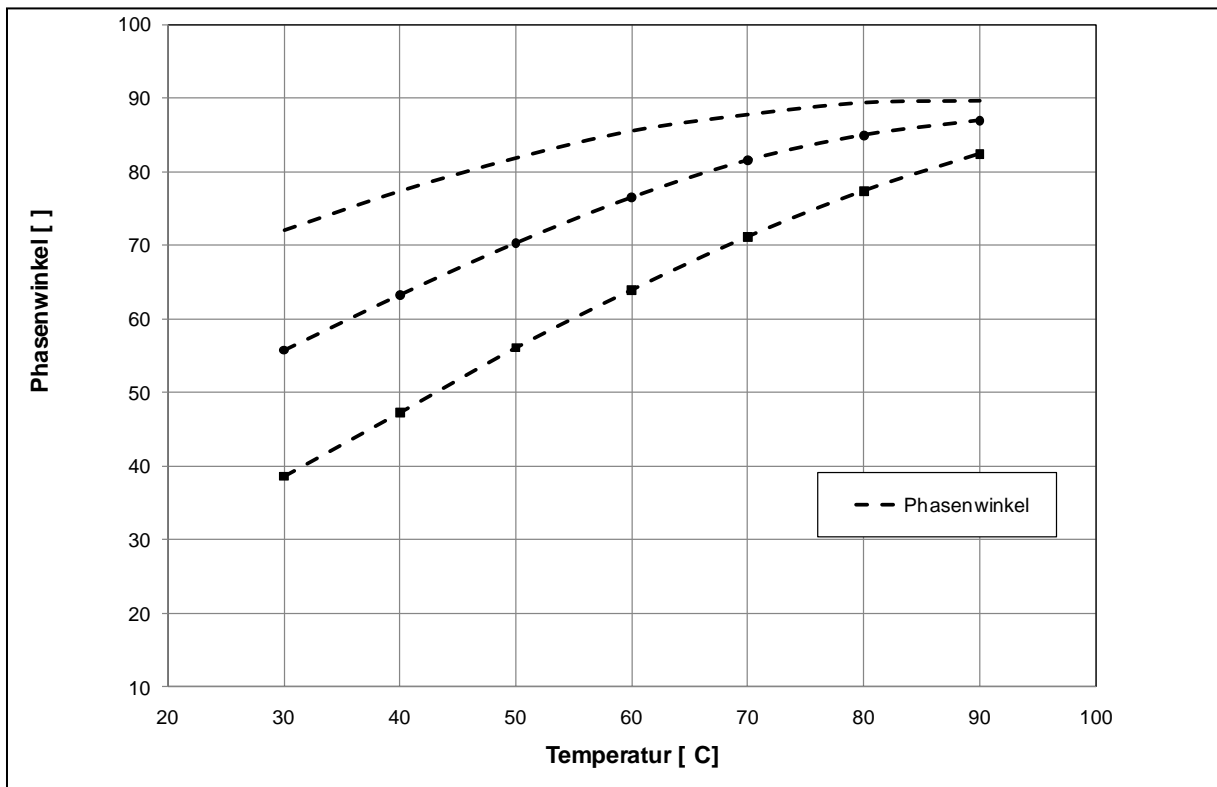
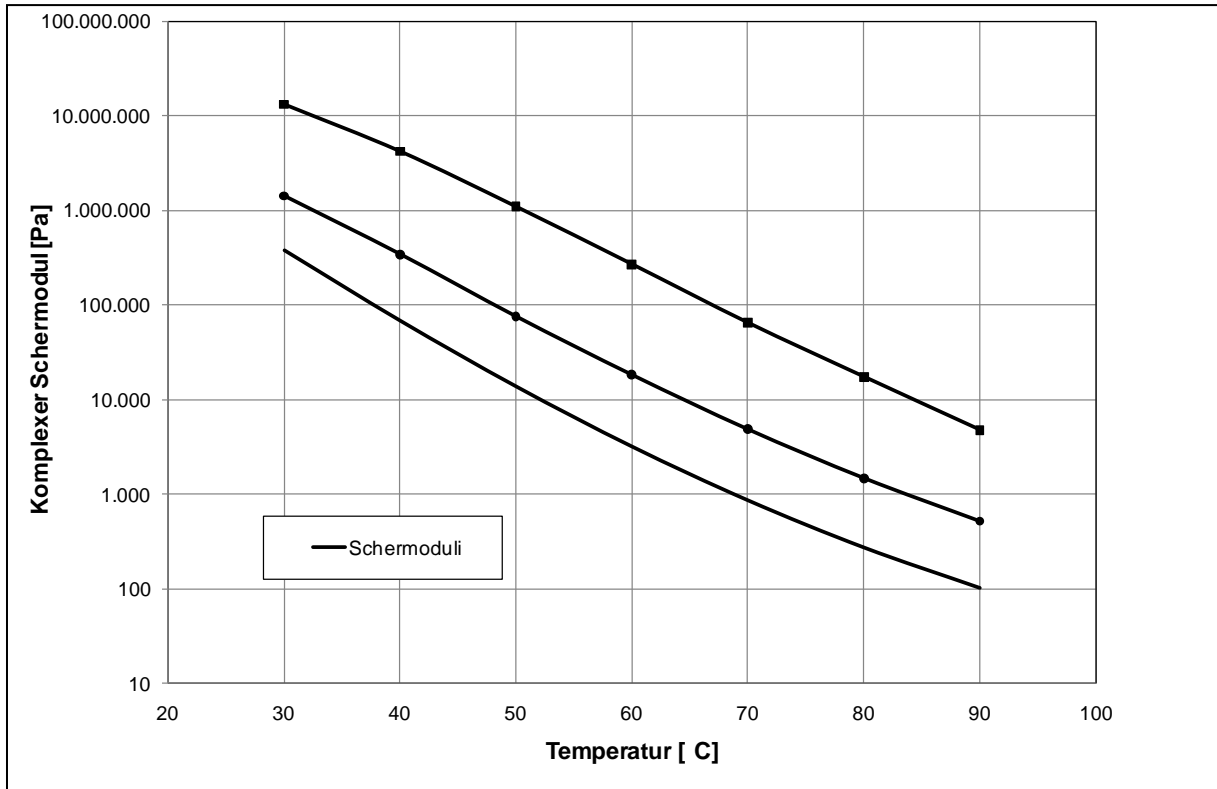
Matr. Nr:

Ein Bitumen der Sorte 50/70 wurde zwei verschiedenen Alterungsprozessen unterzogen. Anschließend wurden deren rheologische Eigenschaften mit Hilfe des Dynamischen Scherrheometers (DSR) untersucht. Die Ergebnisse sind in der Anlage dargestellt.

- a) Bestimmen Sie für die drei Varianten den komplexen Schermodul und den Phasenwinkel für jeweils eine Temperatur deutlich außerhalb der Obergrenze und deutlich unterhalb der Untergrenze des Erweichungspunktes Ring und Kugel des Original-Bindemittels.
- b) Prüfen Sie, ob die Anforderungen bei dieser Temperatur entsprechend AASHTO TP 5 (Standard Test Method for Determining Rheological Properties of Asphalt Binder Using a DSR) eingehalten sind.

Material	Alternative Vorgabemöglichkeiten		Anforderung
	γ [%]	τ [kPa]	
Original-Bindemittel	9 – 15	0,09 – 0,15	$G^* / \sin \delta \geq 1,0 \text{ kPa}$
RTFO-Alterung (Bewertung der Spurbildungsneigung)	8 – 12	0,18 – 0,26	$G^* / \sin \delta \geq 2,2 \text{ kPa}$
PAV-Alterung (Bewertung der Riss- bildung)	0,8 – 1,2	40 – 60	$G^* \times \sin \delta \leq 5,0 \text{ MPa}$

Anlage



a) Definieren Sie die Begriffe

1. Unterkorn
2. Überkorn
3. Korngruppe
4. Kornklasse

b) Was bedeutet G 85/10?

c) Nennen Sie drei Gesteinsarten, die üblicherweise im Straßenbau verwendet werden.

In einem Streckenabschnitt beträgt die zulässige Geschwindigkeit 80 km/h. Der Streckenabschnitt wird ausschließlich von Reisezugwagen mit einer Länge von 500 m befahren. Der Vorsignalabstand beträgt 1100 m und der Abstand der Hauptsignale 5300 m. Als Durchrutschweg kann eine Länge von 110 m angenommen werden.

- a) Erläutern Sie kurz was unter dem Begriff „Sperrzeit“ im Eisenbahnwesen verstanden wird?
- b) Berechnen Sie die Sperrzeit!
- c) Auf der eingleisigen Strecke herrscht zwischen 22:00 und 6:00 Uhr Nachtfahrverbot. Berechnen Sie die Leistungsfähigkeit bei einer Pufferzeit von 4 min.
- d) Auf der Strecke soll eine Langsamfahrstelle (La) mit $V_{\max} = 30$ km/h eingerichtet werden. Aus wirtschaftlichen Gründen sollen jedoch mindestens 80 Züge/d diese Stelle passieren.

Wie lang darf die Langsamfahrstelle (La) unter diesen Bedingungen höchstens sein?

Nehmen Sie dafür an, dass der Bremsweg- und Beschleunigungsvorgang innerhalb des Zugfolgeabschnittes begonnen und abgeschlossen wird!

Anfahrbeschleunigung der Güterzüge: $0,3 \text{ m/s}^2$

Bremsverzögerung der Güterzüge: $0,4 \text{ m/s}^2$

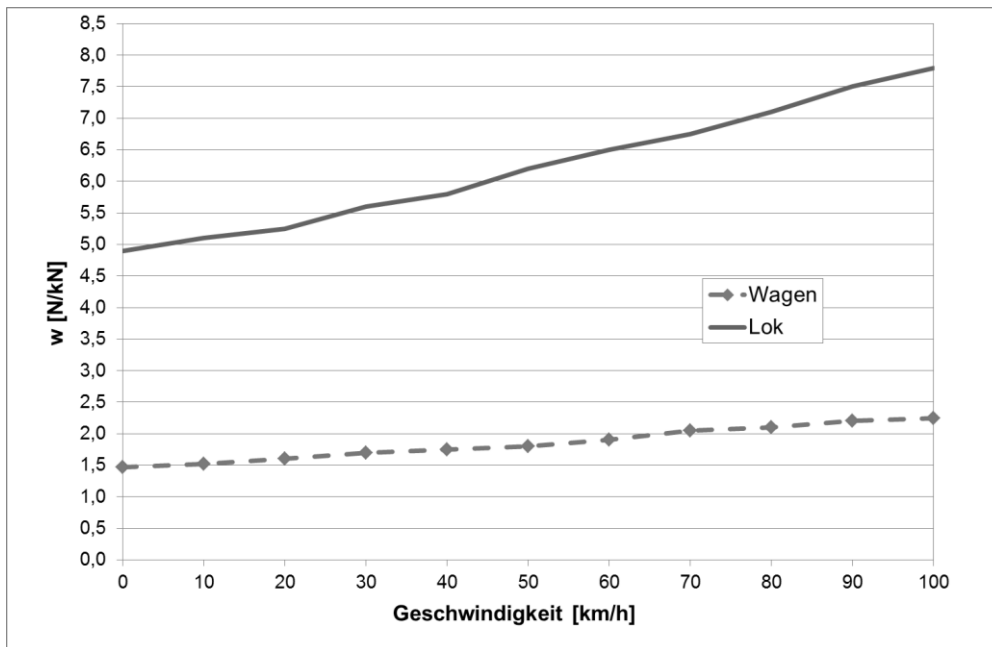
Aufgabe 4

20 Punkte

Auf einer Eisenbahnstrecke soll ein Zug mit 45 Güterwagen verkehren. Jeder Wagen hat eine Masse $m_w = 135$ t. Die Güterwagen sollen von elektrischen Lokomotiven gezogen werden. Die Lokomotiven haben eine Masse von 150 t und eine Höchstgeschwindigkeit von 100 km/h. Der Kraftschlussbeiwert μ_H beträgt 0,45.

Bei einem Streckenwiderstand $w_{Str} = 8$ ‰ muss eine Geschwindigkeit $V = 60$ km/h möglich sein. Die Zugkraft am Treibrad wird bei dieser Geschwindigkeit von dem Kraftschlußbeiwert bestimmt.

Die speziellen Laufwiderstände w_L der Güterwagen und w_{Lok} der Lokomotive sind dem folgendem Diagramm zu entnehmen.



- Wie viele Lokomotiven werden unter den gegebenen Bedingungen gebraucht?
- Reichen die im Aufgabenteil a) berechneten Lokomotiven aus, um die gleiche Anzahl an Güterwagen zu ziehen, wenn ein Krümmungswiderstand infolge einer Kurvenfahrt mit einem Radius von 250 m hinzukommen würde? (Falls Sie Aufgabenteil a nicht lösen können, nehmen Sie 2 Lokomotiven an)!

Aufgabe 5

23,5 Punkte

Zwischen zwei parallel verlaufenden Stammgleisen ($r_{S1} = r_{S2}$; $k_{S1} = 0,5$) ist eine Gleisverbindung des Typs EW 760 – 1:14 mit einem Zwischenbogen ($r = 760$ m) geplant. Die Gleisverbindung ist in Bild 1 dargestellt.

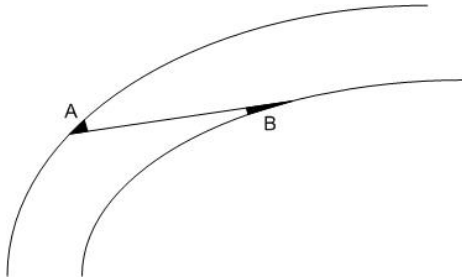


Bild 1: Gleisbogenverbindung zwischen zwei parallel verlaufende Stammgleise

a) Zeichnen Sie qualitativ das Krümmungsbild der Gleisverbindung von A nach B in Bild 2 ein. Geben Sie dabei die dazugehörigen Werte an und machen Sie deutlich bei welcher Weiche es sich um eine IBW oder ABW handelt. Geben Sie auch die Radien aller Elemente an.



Bild 2: Krümmungsbild der Gleisverbindung

b) Mit welcher Geschwindigkeit kann die Gleisverbindung befahren werden? Gehen Sie von einer max. Geschwindigkeit von 100 km/h in den Stammgleisen aus.

c) Nehmen Sie kritisch Stellung zu dieser Gleisverbindung und machen gegebenenfalls Änderungsvorschläge.

Aufgabe 6**45 Punkte**

Das Tal zwischen A-Stadt und B-Stadt soll durch eine Brücke überquert werden. Dabei ist mit Hilfe einer Nutzwertanalyse zwischen einer kompletten Überquerung des gesamten Tals (Variante 1) und einer kurzen Brücke inkl. der Zufahrt bis dahin (Variante 2) zu entscheiden. In der folgenden Tabelle sind Ihnen die Kriterien und deren Gewichtung gegeben:

Oberziel	Volkswirtschaftliche Kosten	Gewichtung
Indikatoren	Bau- und Unterhaltungskosten [€]	
	Volkswirtschaftlicher Nutzen der Zeitersparnis [€]	35 %
Zielkriterien	Finanzen	
	Infrastruktur	
Oberziel	Sicherheit	Gewichtung
		25 %
Indikatoren	Kurvigkeit [gon/km]	
	Unfallkosten [€]	70 %
Zielkriterien	Streckenführung	
	Unfallschäden	

- Ergänzen Sie die Gewichtungen in obiger Tabelle.
- Die Baukosten für Variante 1 betragen 6 Mio. € und die jährlichen Unterhaltungskosten 0,2 Mio. €. Bei Variante 2 betragen die Baukosten 4 Mio. € und die jährlichen Unterhaltungskosten 0,15 Mio. €. Die Brücken werden für eine Nutzungsdauer von 30 Jahre geplant. Der Zinssatz beträgt 3 %. Berechnen Sie die daraus resultierenden jährlichen Kosten für Bau und Unterhaltung.
- Die Verbindung zwischen A-Stadt und B-Stadt wird täglich von 8.670 PKW und 3.110 LN genutzt (jeder Tag gleich viele KFZ). Die Fahrtzeit pro KFZ verringert sich bei Variante 1 um 5 Minuten und bei Variante 2 um 3 Minuten. Berechnen Sie auf Basis der EWS 97 den jährlichen volkswirtschaftlichen Nutzen, der durch die Zeitersparnis entsteht.

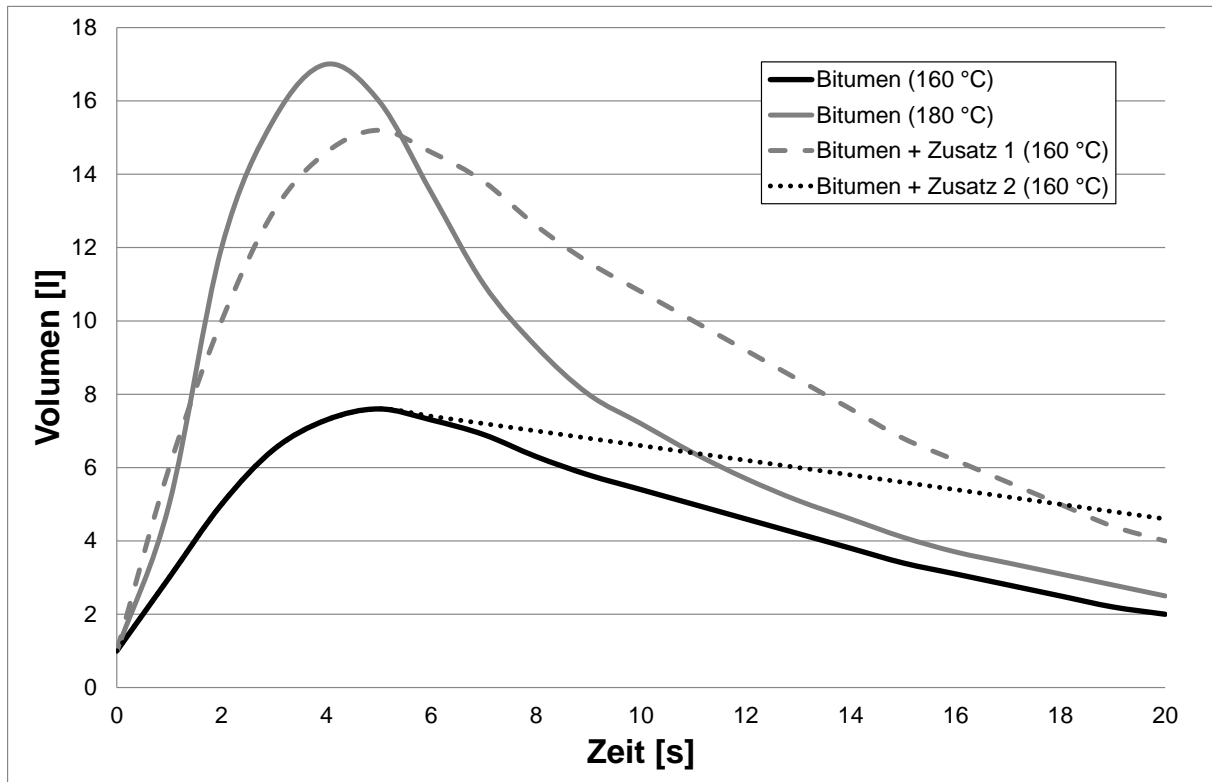
- d) Bei Variante 1 werden 40 und bei Variante 2 60 Unfälle pro Jahr prognostiziert. 50 % der Unfälle sind mit schwerem Sachschaden und 50 % mit Personenschäden verbunden. Berechnen Sie auf Basis der EWS 97 den jährlichen volkswirtschaftlichen Schaden, der durch die Unfälle entsteht.
- e) Vervollständigen Sie die Zielertragmatrix mit den Werten, die Sie in den Teilen b) bis d) ermittelt haben.

Variante	Jährliche Bau- und Unterhaltungskosten	Volkswirtschaftlicher Nutzen der Zeitersparnis	Kurvigkeit	Jährliche Unfallkosten
	[€/a]	[€/a]	[gon/km]	[€/a]
Variante 1			60	
Variante 2			80	
Untergrenzen	0,8 Mio.	1,0 Mio.	100	5,0 Mio.
Obergrenze	0,2 Mio.	5,0 Mio.	50	1,0 Mio.

- f) Berechnen Sie, welche Variante nach der Nutzwertanalyse die vorteilhafteste ist.
- g) Zu welchen Zwecken (nennen Sie drei Beispiele) können Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen eingesetzt werden?

Sie erhalten zwei Zusätze zur Verbesserung der Eigenschaften von Schaumbitumen.

- a) Bestimmen Sie anhand der folgenden Grafik die Expansion und die Halbwertzeit der Schaumbitumen ohne Zusätze bei 160 und 180 °C und mit den Zusätzen bei 160 °C.



- b) Welche Veränderungen der Eigenschaften bewirken die beiden Additive?
- c) Überprüfen Sie, welches der Bitumen die Anforderungskriterien an Schaumbitumen (min. Expansion = 10fache; min. Halbwertzeit = 10 Sekunden) erfüllt? Falls keines: Schlagen Sie einen Zusatz vor, durch dessen Modifikation Sie bei 180 °C ausreichende Eigenschaften erwarten (Begründung!)?
- d) Welche Faktoren beeinflussen grundsätzlich die Eigenschaften des Schaumbitumens?
- e) Welche Vorteile bietet Schaumbitumen bezüglich der Verarbeitbarkeit?

Aufgabe 7

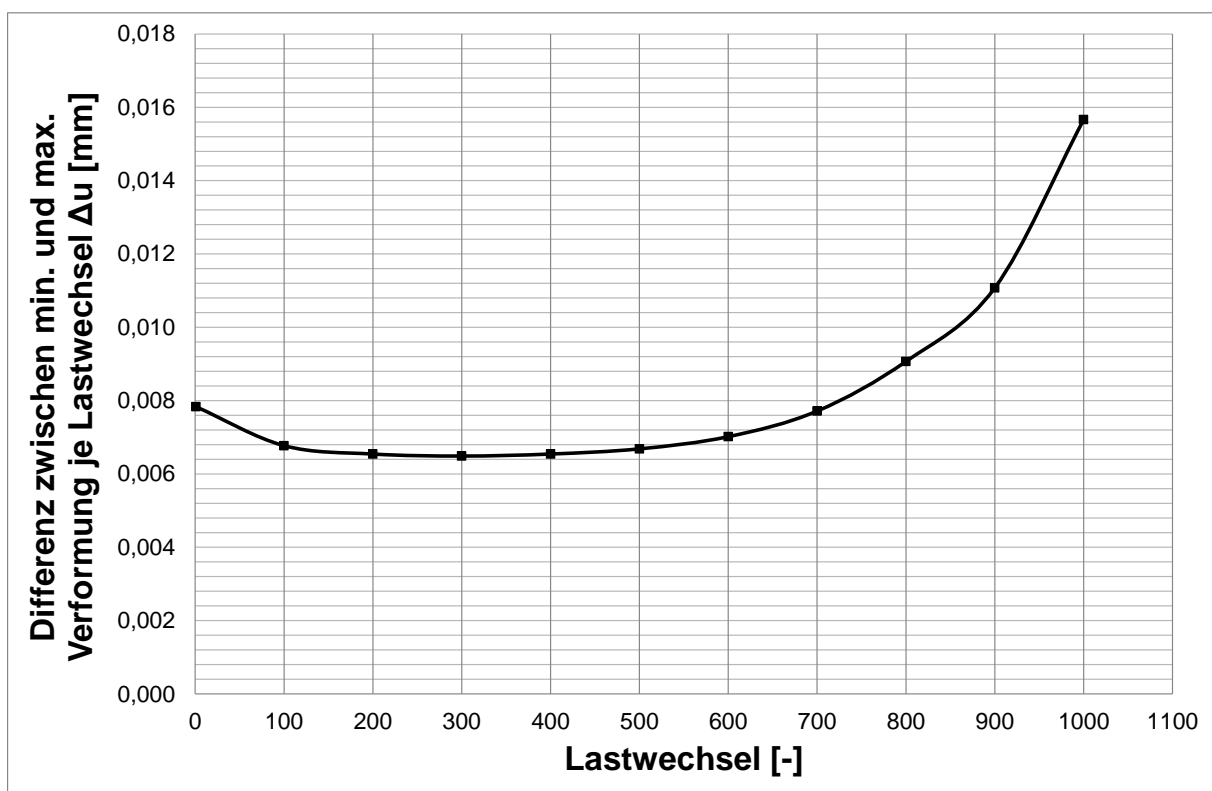
17 Punkte

In dem folgenden Diagramm ist die Differenz zwischen min. und max. Verformung je Lastwechsel (Δu) eines Spaltzugschwellversuchs in Abhängigkeit von der Lastwechselzahl aufgetragen. Sie sollen daraus (entgegen der üblichen Vorgehensweise) sowohl den E-Modul als auch die Ermüdungslastwechselzahl bestimmen.

Die Differenz zwischen oberem und unterem Schwellwert der Kraft ΔF beträgt 12.400 N.

Die Höhe des Probekörpers beträgt 45,9 mm.

Die Temperatur beträgt 10 °C und die Belastungsfrequenz 10 Hz.



- Berechnen Sie die Querdehnzahl.
- Geben Sie den dyn. E-Modul entsprechend AL Sp-Asphalt 09 an.
- Berechnen Sie den dyn. E-Modul zwischen dem 0. und dem 1000. Lastwechsel alle 100 Lastwechsel. Bestimmen Sie gemäß AL Sp-Asphalt 09 (Kriterium der Makrorissbildung) die Lastwechselzahl (in 100er Schritten), bei der das Versagen eintritt.

- 1) Welche positiven Eigenschaften können durch helle Fahrbahnoberflächen erzielt werden?
- 2) Wodurch unterscheidet sich die Kornzusammensetzung des Asphalttraggerüsts einer halbstarren Deckschicht von der eines Asphaltbetons?
- 3) In welchen Fällen ist bei KRC-Gemischen die Anwendung eines bitumen- und in welchen Fällen die eines hydraulisch-dominanten Bindungstyps sinnvoll?