

# Ruhr-Universität Bochum

Lehrstuhl für Verkehrswegebau

Prof. Dr.-Ing. M. Radenberg

## Modulprüfung

### BI-19 Straßenbau und –erhaltung

Bachelorstudiengang Bauingenieurwesen

Donnerstag, den 25.3.2021 9:00 – 11:00 Uhr

Zugelassene Hilfsmittel:

Skripte und Mitschriften, Fachliteratur, Taschenrechner

Hinweis: Die Klausuren können nach einer zweijährigen Aufbewahrungsfrist nach Voranmeldung am Lehrstuhl abgeholt werden. Andernfalls werden sie vernichtet.

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Bonus- punkte	$\Sigma$	%	
Punkte	8	8	9	16	11	20	19	13	16		120	100	Note
erreicht													

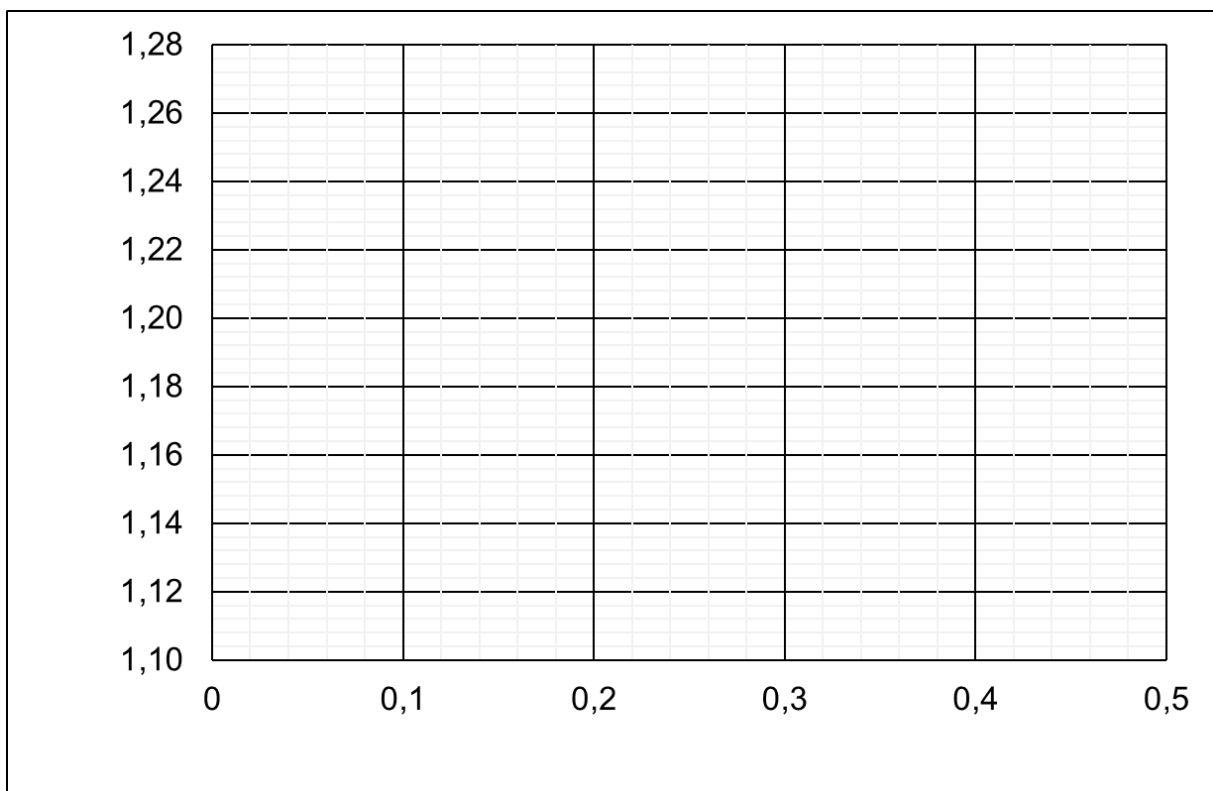
Name:

Matr. Nr.:

- a) Im Bereich der Bodenerkundung gibt es für ungebundene Schichten drei typische Versuche, die in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt sind. Kreuzen Sie an, welcher der Versuche im Labor und welcher auf der Baustelle durchgeführt wird.

	Baustelle	Labor
Proctorversuch		
Plattendruckversuch		
CBR-Versuch		

- b) Erläutern Sie stichpunktartig, welchem Zweck der Proctorversuch dient.
- c) Welche zwei Kenngrößen lassen sich mit dem Proctorversuch ermitteln?
- d) Zeichnen Sie qualitativ eine Proctorkurve mit fiktiven Messwerten und die 100%-Sättigungslinie in das nachfolgende Diagramm und beschriften Sie alles, einschließlich der Achsen.



Auf einer kommunalen Straße, mit insgesamt zwei Fahrstreifen im Querschnitt, fahren täglich 5600 Fahrzeuge und erzeugen 8.954.805 äquivalente 10 t-Achsübergänge. Die Erfassung der durchschnittlichen Verkehrsstärke erfolgte in einer Fahrtrichtung. In dem Nutzungszeitraum von 30 Jahren ist mit einer jährlichen Zunahme des Schwerverkehrs von 1 % auszugehen. Momentan beträgt der Schwerverkehrsanteil 7,5 %. Die Steigung des zu betrachteten Streckenabschnittes der Straße beträgt 7,15 %.

Wie breit ist der Fahrstreifen der Straße? Geben Sie den Breitenbereich an.

Asphalt besteht hauptsächlich aus Gesteinskörnung und dem Bindemittel Bitumen.

- a) Woraus und mit welchem Prozess wird Straßenbaubitumen hergestellt?
- b) Welches konventionelle Prüfverfahren ist für Straßenbaubitumen sortenbestimmend?
- c) Die rheologischen Eigenschaften von Bitumen werden mit dem Dynamischen Scherrheometer (DSR) bestimmt.
  1. Berechnen Sie für die jeweiligen Straßenbaubitumen sowohl Speicher- als auch Verlustmodul.

	<b>Bitumen A</b>	<b>Bitumen B</b>
Komplexer Schubmodul [kPa]	87	415
Phasenwinkel [°]	78,5	57,2
Äquisteifigkeitstemperatur T ( $G^*=15$ kPa) bei 1,59 Hz [°C]	37	49

2. Klassifizieren Sie die Bitumen anhand ihrer Äquisteifigkeitstemperatur.

- a) Im Rahmen einer Erstprüfung für eine PA 8 wurde mit der angegebenen Lieferkörnungen ein Gesteinskörnungsgemisch zusammengestellt, welches den Anforderungen entspricht. Bei der Überprüfung des Hohlraumgehaltes am MPK wurde jedoch festgestellt, dass dieser zu niedrig ist. Nun soll die Sieblinie verändert werden, in dem auf die Zugabe von Brechsand (0/2) zum Gesteinskörnungsgemisch verzichtet wird.

Überprüfen Sie, ob die Sieblinie auch ohne den Brechsand den Anforderungen der TL Asphalt-StB entspricht. Führen Sie eine Schätzung durch und überprüfen Sie die Anforderungswerte.

	<0,063	0,063/0,125	0,125/2	2/5,6	5,6/8	8/11,2	Zugabeanteil
<b>Füller</b>	84,1	11,4	4,5	0	0	0	
<b>0/2</b>	1,6	3,8	87,7	6,9	0	0	
<b>2/5</b>	0,6	0,1	6,9	87,4	5	0	
<b>5/8</b>	0	0	0	0	90,4	9,6	
<b>Summe</b>							
<b>Kornklasse</b>							

- b) Als Abdichtungsschicht unter dem Offenporigen Asphalt wird eine Schicht aus Gussasphalt der Sorte MA 8 S hergestellt. Das Gesteinskörnungsgemisch besteht aus 27,6 M.-% Füller, 31,8 M.-% Sand, 27,3 M.-% der Lieferkörnung 2/5 und 13,3 M.-% der Lieferkörnung 5/8. Die Rohdichten der Lieferkörnungen sind bekannt:

Lieferkörnung	Rohdichte [g/cm <sup>3</sup> ]
Füller	2,456
0/2	2,581
2/5	2,742
5/8	2,756

Bei der Herstellung des Gussasphaltes wurde durch eine Durchflussmessung festgestellt, dass je Tonne Asphaltmischgut 71.081 cm<sup>3</sup> Bitumen verbraucht werden. Die Dichte des Bitumens beträgt 1,027 g/cm<sup>3</sup>.

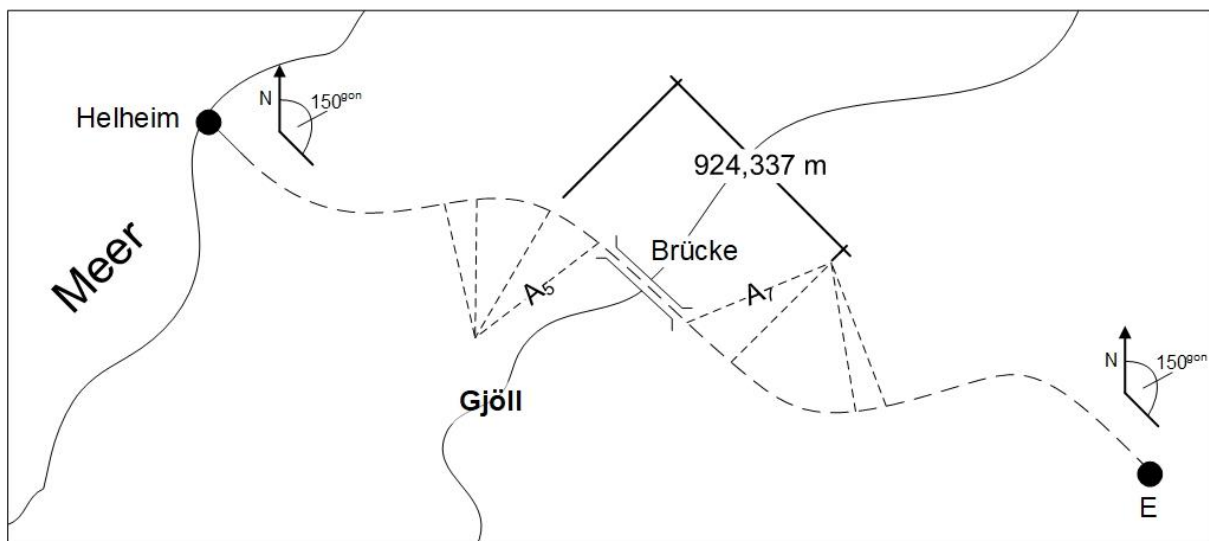
1. Berechnen Sie den Bindemittelgehalt im Mischgut.
2. Berechnen Sie die Rohdichte des Gesteinskörnungsgemisches.
3. Berechnen Sie die Asphaltrohndichte.

- a) Erläutern Sie kurz die Begriffe „Bodenverbesserung“ und „Bodenverfestigung“.
- b) In welchen Temperaturbereichen müssen die Luft- und die Betontemperatur liegen, damit der Einbau des Betons zulässig ist?
- c) Wozu dienen Anker an den Längsfugen von Betondecken?
- d) Nennen Sie zwei Möglichkeiten Längsfugen auszubilden.
- e) Ab wann darf eine Betondecke für den Verkehr freigegeben werden?
- f) Was sind Verfestigungen?

Der Hochseehafen in Helheim soll ausgebaut werden und einen zusätzlichen Containerterminal erhalten. Die Brücke über den Gjöll auf der einzigen Zufahrtsstraße ist für den hierdurch erwarteten Anstieg des Schwerlastverkehrs nicht ausgelegt und muss ersetzt werden. Ein Ersatzneubau an gleicher Stelle ist aufgrund des vorliegenden Bodengutachtens allerdings nicht möglich. Aus diesem Grunde muss die Lage der Trasse großräumig geändert werden. Die bereits erstellten Umweltgutachten lassen nur eine Möglichkeit für die Lage der neuen Brücke zu.

Bestimmen Sie nachvollziehbar die fehlenden Werte in der Tabelle. Beachten Sie hierbei, dass sowohl der Startwinkel im Hafen als auch der Anschlusswinkel der neuen Trasse im Punkt E 150 gon beträgt. Auch die Gerade über die Brücke (Element 6) hat diese Ausrichtung.

Zur Bestimmung der Länge der Geraden beachten Sie den Abstand der Kreisbögen 4 und 8 (siehe nicht maßstabsgetreuer Lageplan).



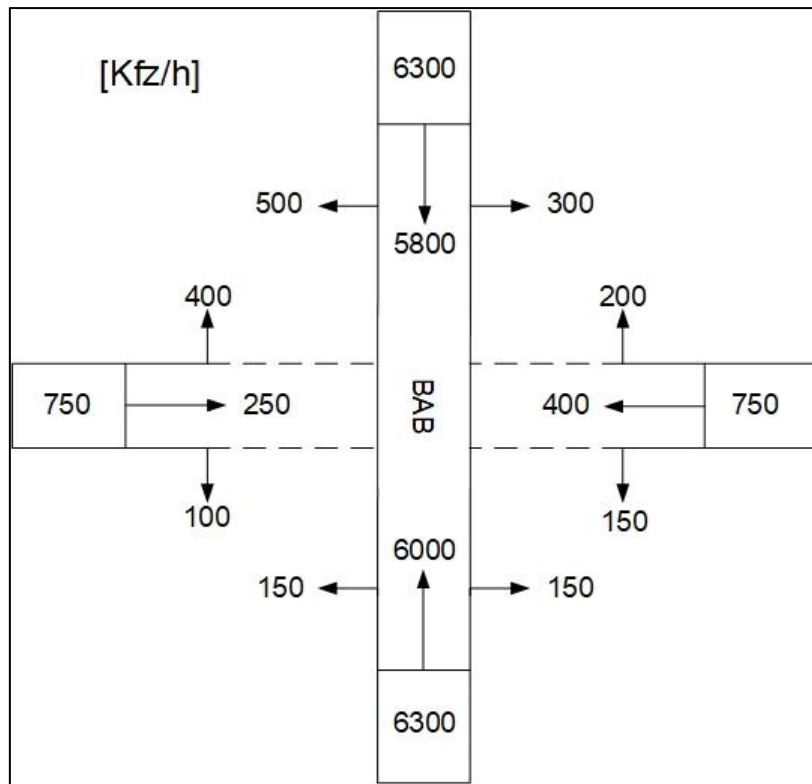


Nr.	Element	R	A	$\alpha$	$\tau$	L	Station
							0+000,00
1	Kreisbogen (links)	750					
2	Klothoide					333,33	
3	Klothoide					400,00	
4	Kreisbogen (rechts)	900				394,36	
5	Klothoide		450				
6	Gerade (Brücke)						
7	Klothoide				7,9577		
8	Kreisbogen (links)			70,0214		879,91	
9	Klothoide		585				
10	Klothoide					235,23	
11	Kreisbogen (rechts)						5+392,63

A= 400											
R	L	$\tau^g$	$\tau^0$	$\Delta R$	$X_M$	X	Y	$T_K$	$T_L$	$\tau^{rad}$	
400	400,000	31,8310	28° 38' 52"	16,519	198,345	390,115	65,486	136,592	270,244	0,5000	
450	355,556	25,1504	22° 38' 07"	11,641	176,857	350,046	46,303	120,309	239,004	0,3951	
500	320,000	20,3718	18° 20' 05"	8,502	159,455	316,739	33,884	107,718	214,489	0,3200	
550	290,909	16,8362	15° 09' 09"	6,395	145,116	288,881	25,517	97,620	194,655	0,2645	
600	266,667	14,1471	12° 43' 57"	4,930	133,114	265,353	19,684	89,309	178,240	0,2222	
650	246,154	12,0543	10° 50' 56"	3,879	122,930	245,273	15,497	82,332	164,412	0,1893	
700	228,571	10,3938	9° 21' 16"	3,107	114,184	227,963	12,416	76,384	152,594	0,1633	
750	213,333	9,0541	8° 08' 55"	2,527	106,595	212,902	10,099	71,248	142,373	0,1422	
800	200,000	7,9577	7° 09' 43"	2,082	99,948	199,688	8,324	66,766	133,443	0,1250	

A= 450											
R	L	$\tau^g$	$\tau^0$	$\Delta R$	$X_M$	X	Y	$T_K$	$T_L$	$\tau^{rad}$	
450	450,000	31,8310	28° 38' 52"	18,583	223,138	438,879	73,671	153,666	304,025	0,5000	
500	405,000	25,7831	23° 12' 17"	13,589	201,398	398,407	54,038	137,145	272,357	0,4050	
550	368,182	21,3083	19° 10' 39"	10,229	183,406	364,078	40,751	124,052	246,911	0,3347	
600	337,500	17,9049	16° 06' 52"	7,888	168,306	334,840	31,462	113,354	225,939	0,2813	
650	311,538	15,2563	13° 43' 50"	6,209	155,472	309,754	24,784	104,418	208,321	0,2396	
700	289,286	13,1546	11° 50' 21"	4,974	144,437	288,053	19,865	96,822	193,290	0,2066	
750	270,000	11,4592	10° 18' 48"	4,045	134,854	269,127	16,163	90,279	180,306	0,1800	
800	253,125	10,0715	9° 03' 52"	3,334	126,457	252,492	13,325	84,577	168,972	0,1582	
850	238,235	8,9215	8° 01' 46"	2,780	119,040	237,768	11,113	79,561	158,987	0,1401	
900	225,000	7,9577	7° 09' 43"	2,342	112,441	224,649	9,365	75,112	150,123	0,1250	

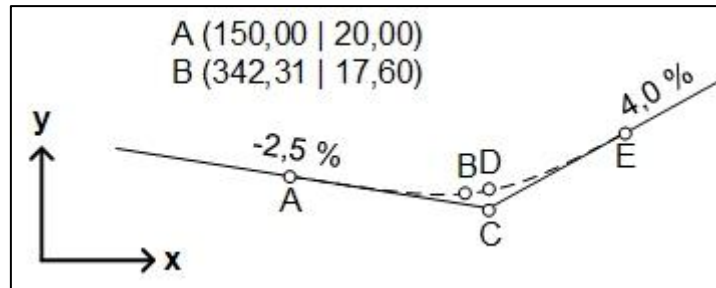
Eine geplante Autobahnanschlussstelle soll als halbes diagonales Kleeblatt ausgebildet werden. Verkehrszählungen ergaben die in der Skizze dargestellten Belastungen.



a) Skizzieren Sie die beiden Bauweisen.

b) Prüfen Sie nachvollziehbar welche Bauweise geeigneter ist.

In der folgenden Abbildung ist Ihnen eine nicht maßstabsgetreue Skizze einer Wanne sowie die Koordinaten des Anfangspunktes der Wanne (Punkt A) und des tiefsten Punktes der Ausrundung (Punkt B) gegeben.



Bestimmen Sie die Koordinaten des Tangentenschnittpunktes (Punkt C) des Mittelpunktes der Ausrundung (Punkt D) und des Endpunktes der Ausrundung (Punkt E).

- a) Ein Autobahnabschnitt der A 40 wurde mit einer 15 cm dicken Asphalttragschicht, einer 8 cm dicken Asphaltbinderschicht und einer 4 cm dicken Splittmastixdeckschicht im Jahr 1999 erbaut. Aufgrund der sehr hohen Verkehrsbelastung musste bereits im Jahr 2008 die Deckschicht ausgetauscht werden. Hierfür wurde ein AC 11 DS mit einer Gesamtdicke von 5 cm eingesetzt. Die dimensionierungsrelevante Beanspruchung beträgt 40 Mio. äquivalente 10 t Achsübergänge. Bestimmen Sie den Substanzwert Bestand  $SW_B$  für das Bezugsjahr 2021. Gehen Sie für Ihre Berechnungen von einer korngestufteten Schottertragschicht auf einer Frostschuttschicht gemäß ZTV E aus.
- b) Berechnen Sie den Teilwert Ebenheit für einen Bundesstraßenabschnitt mit den folgenden ZEB-Daten:
- AUN = 5,3 cm<sup>3</sup>
  - SPT = 7,6 mm
- c) Welche bewertungsrelevanten Zustandsgrößen innerhalb der ZEB gibt es nur bei Betonfahrbahnen?
- d) Wann kann das Instandsetzungsverfahren Rückformen nicht eingesetzt werden?