

# Ruhr-Universität Bochum

Lehrstuhl für Verkehrswegebau

Prof. Dr.-Ing. M. Radenberg

## Modulprüfung UTRM-IV-9b

### Umweltgerechte Straßenplanung und -erhaltung

Bachelorstudiengang Umwelttechnik und  
Ressourcenmanagement

Donnerstag, den 25.3.2021 14:00 – 15:30 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	Bonuspunkte	$\Sigma$	%	
Punkte	11	9	14	11	9	20	6	10		90	100	Note
erreicht												

Name:

Matr. Nr.:

Asphaltmischgut besteht neben Bindemittel hauptsächlich aus Gesteinskörnungen.

- a) In welche drei Gruppen werden natürliche Gesteine eingeteilt? Nennen Sie für jede Gruppe jeweils zwei Gesteinsarten.
- b) Nennen Sie fünf typische Korngruppen, in die Gesteinskörnungen im Straßenbau eingeteilt werden.
- c) Was verstehen Sie im Zusammenhang mit Gesteinskörnungen unter dem Begriff „Füller“?
- d) Erläutern Sie anhand eines Schaubildes den Kreislauf der Gesteine.

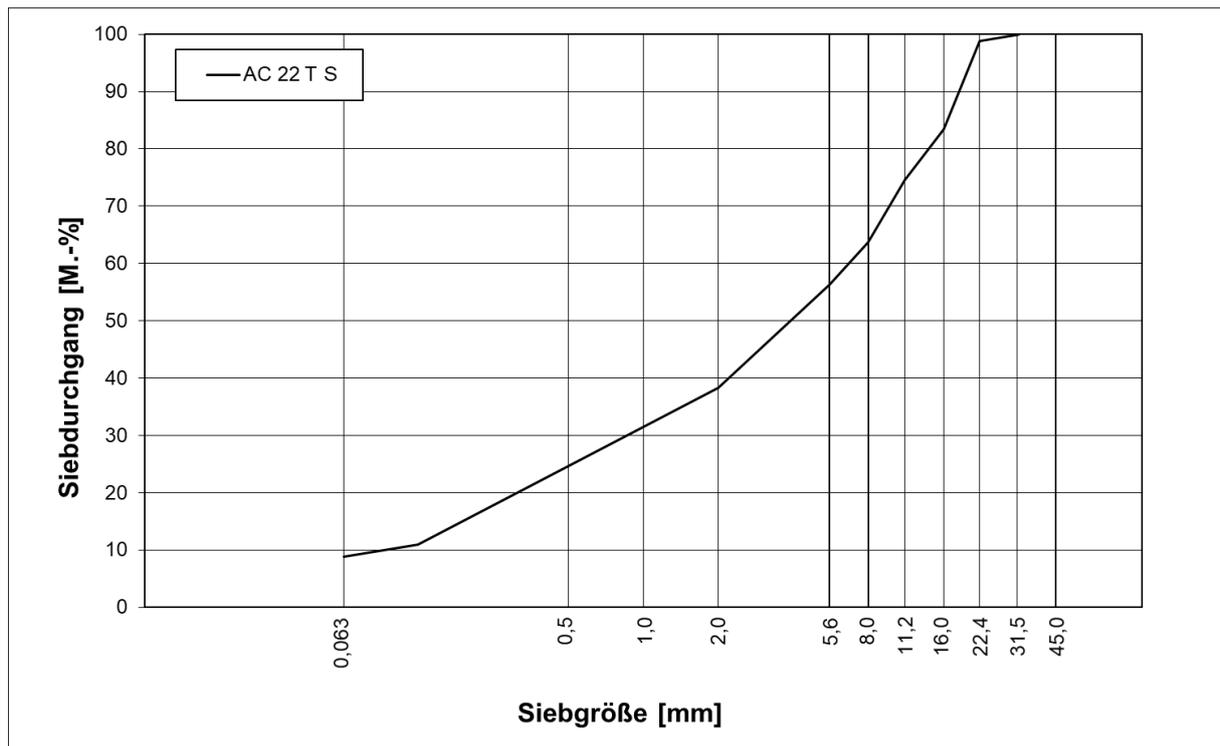
Auf einer Kreisstraße mit einem DTV von 9639 Fz/24h, wovon ein Zehntel Schwerverkehr ist, wurde eine dimensionierungsrelevante Beanspruchung von 9.333.705 äquivalenten 10 t-Achsübergängen für die Nutzungsdauer von 30 Jahren festgestellt. Der DTV wurde über den gesamten Querschnitt der Kreisstraße ermittelt. Sie wissen zusätzlich, dass folgende Daten der Berechnung zugrunde liegen:

- Der mittlere jährliche Zuwachsfaktor des Schwerverkehrs beträgt 1,159
- Der am stärksten beanspruchte Fahrstreifen ist 3,0 m, der zweite Fahrstreifen in der gleichen Fahrtrichtung ist 2,75 m breit. Beide Fahrtrichtungen sind gleich gestaltet.

Welche Höchstlängsneigung hat der Straßenabschnitt? Geben Sie den entsprechenden %-Bereich an.

Eine Asphalttragschicht wurde auf einem 5,91 km langen Streckenabschnitt mit einem Asphaltmischgut der Sorte AC 22 T S hergestellt. Die Fahrbahn ist 8 m breit. Der Anteil der Gesteinskörnung im Asphaltmischgut beträgt 95,9 M.-%.

Entspricht die ermittelte Sieblinie den Anforderungen der TL Asphalt-StB 07/13? Zeichnen Sie dazu die Anforderungswerte in das Diagramm.



Die ermittelte Asphaltrohndichte beträgt  $2,538 \text{ g/cm}^3$  und die Rohdichte der Gesteinskörnung  $2,711 \text{ g/cm}^3$ .

- a) Bestimmen Sie die Dichte des Bindemittels.

Für den Einbau der Asphalttragschicht wurden 84373 t Mischgut verwendet. Die Raumdichte beträgt  $2,412 \text{ g/cm}^3$ .

- b) Berechnen Sie die erzielte Einbaudicke der Asphalttragschicht.  
Entspricht die Einbaudicke den ZTV Asphalt-StB?

- a) Nennen Sie vier Bauweisen mit hydraulischen Bindemitteln.
  
- b) In welchen Temperaturbereichen müssen die Luft- und die Betontemperatur liegen, damit der Einbau des Betons zulässig ist?
  
- c) Wozu dienen die Dübel an den Querschnitten von Betondecken?
  
- d) Nennen Sie zwei Möglichkeiten Querschnitte auszubilden.
  
- e) Ab wann darf eine Betondecke für den Verkehr freigegeben werden?
  
- f) Was sind Verfestigungen?

Auf einer Baustelle soll mittels Ausstechzylinder die Dichte des vorhandenen Untergrundes bestimmt werden. Aus einer ersten Untersuchung wissen Sie, dass es sich bei dem Untergrund um ein Sand-Schluff-Gemisch mit einem Feinanteil von 23,5 M.-% handelt.

Der Ausstechzylinder zur Entnahme der Bodenprobe hat ein Volumen von 850 cm<sup>3</sup>. Das Gewicht der feuchten Bodenprobe (m) betrug 1673,4 g. Durch die Trocknung der Bodenprobe wissen Sie, dass sich ein Wasseranteil (w) von 6,3 M.-%, sprich 99,2 g (m<sub>w</sub>) in der Bodenprobe befand.

- a) Bestimmen Sie die Trockendichte  $\rho_d$  der Bodenprobe.

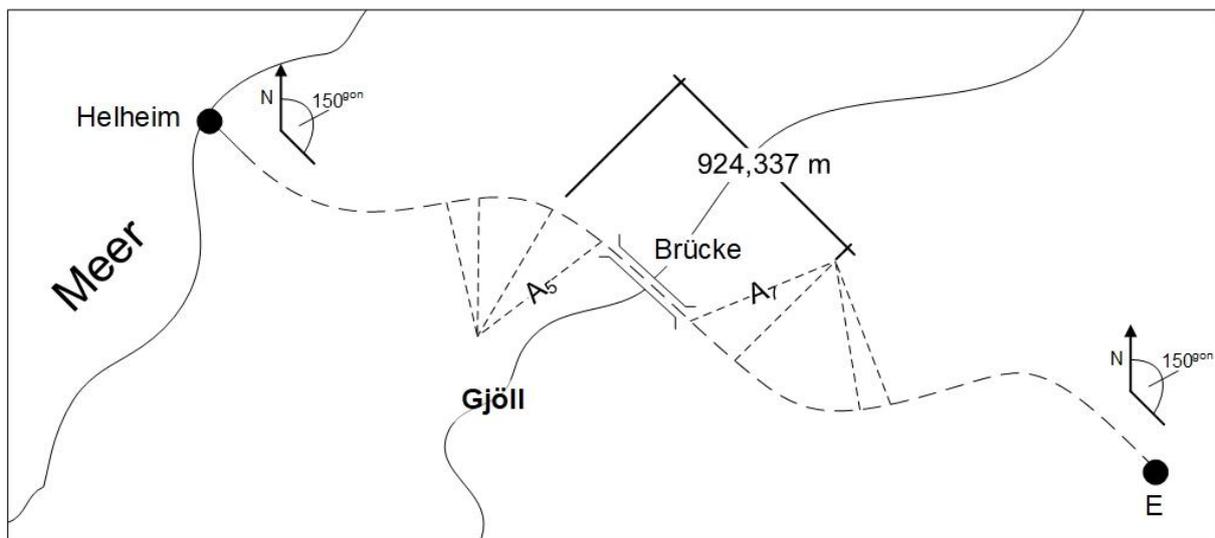
Im Labor wurde mit dem gleichen Material der Proctorversuch durchgeführt. Dieser lieferte eine Proctordichte von 1,848 g/cm<sup>3</sup>.

- b) Bestimmen Sie den Verdichtungsgrad.
- c) Geben Sie an wie frostempfindlich der Boden ist und welche Mindestdicke der frostsichere Straßenaufbau haben muss, wenn die Straße der Belastungsklasse Bk1,8 entspricht.
- d) Stellen Sie eine Asphaltbauweise für die Straße mit allen relevanten Angaben dar. Beachten Sie, dass die örtlichen Verhältnisse zu einer Mehrdicke von 5 cm führen und ein Aufbau mit einer FSS zu wählen ist.

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  $150^\circ$  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)

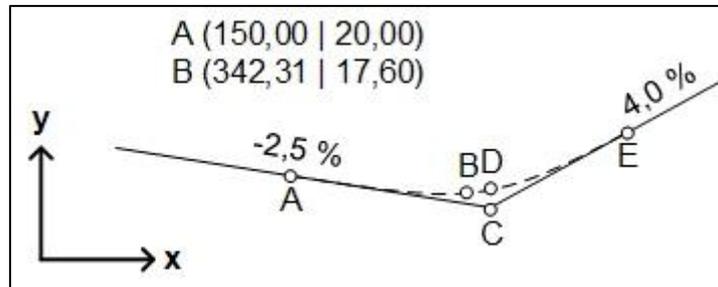


Nr.	Element	R	A	$\alpha$	$\tau$	L	Station
							0+000,00
1	Kreisbogen (links)	750					
2	Klothoide					333,33	
3	Klothoide					400,00	
4	Kreisbogen (rechts)	900				394,36	
5	Klothoide		450				
6	Gerade (Brücke)						
7	Klothoide				7,9577		
8	Kreisbogen (links)			70,0214		879,91	
9	Klothoide		585		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

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 den Abstand in X-Richtung des Punktes C vom Punkt A.

- a) Ihr Kollege fragt Sie für seine ZEB nach Unterstützung. Füllen Sie die Lücken in dem folgenden Ausschnitt:

$$\begin{aligned} \text{ZWAUN} &= \text{MAX} \left( 1; \text{MIN} \left( 1 + 2,5 \cdot \frac{\square - \square}{3 - \square}; 3,5 + \frac{\square - \square}{\square - \square}; 5 \right) \right) \\ &= \text{MAX} ( 1; \text{MIN} ( 4,5; \square; 5 ) ) = \square \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ZWSPH} &= \text{MAX} \left( 1; \text{MIN} \left( 1 + 2,5 \cdot \frac{\square - \square}{\square - \square}; 3,5 + \frac{\square - \square}{6 - \square}; 5 \right) \right) \\ &= \text{MAX} ( 1; \text{MIN} ( \square; 2,70; 5 ) ) = \square \end{aligned}$$

- b) Anschließend berechnet Ihr Kollege die restlichen Werte für die ZEB und erhält schließlich einen Gesamtwert von 3,50. Ist dieser Wert anhand der Ihnen bekannten Daten plausibel? Begründen Sie Ihre Antwort.
- c) Als nächstes widmen Sie sich den verschiedenen Straßenschäden. Welche Ursachen können einer Blasenbildung an Asphaltstraßen zugrunde liegen? Nennen Sie 2 Beispiele.
- d) Welche vier Straßenschäden treten bei Pflasterbefestigungen häufig auf?