

Ruhr-Universität Bochum

Lehrstuhl für Verkehrswegebau

Prof. Dr.-Ing. M. Radenberg

Modulprüfung

BI-19 Straßenbau und -erhaltung

Bachelorstudiengang Bauingenieurwesen

Mittwoch, den 16.03.2022 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	Σ	%	
Punkte	19	13	20	19	21	6	6	10	6		120	100	Note
erreicht													

Name:

Matr. Nr.:

Sie sind mit der Planung des Neubaus einer Landesstraße für eine Nutzungsdauer von 30 Jahren beauftragt. Als Regelquerschnitt soll ein RQ 11 gewählt werden. Die Verkehrsstärken DTV sollen laut Prognose bei 11.500 Kfz/24 h (Erfassung für beide Fahrtrichtungen) liegen. Durch ein naheliegendes geplantes Industriegebiet, welches erschlossen werden soll, beträgt der Schwerverkehrsanteil 4,5 %. Die Höchstlängsneigung beträgt 2,3 %.

Es wird bei den Planungen davon ausgegangen, dass nach drei Jahren der Fertigstellung alle Grundstücke des Industriegebietes bebaut wurden und die Zunahme des Schwerverkehrsanteils fortan 1,5 % beträgt.

- 1) Berechnen Sie die Belastungsklasse.
- 2) Worin unterscheiden sich die Berechnung der Belastungsklasse nach Methode 1.2 und 2.2 der RStO12?

Bei den Erkundungen des anstehenden Bodens im Bereich des Gebietes der neu geplanten Straße (s. Aufgabe 1) wurde die folgende Korngrößenverteilung ermittelt.

Siebweite [mm]	Anteil [g]	Rückstand [M.-%]	Durchgang [M.-%]
> 63,0	39,2		
31,5 – 63,0	281,3		
16,0 – 31,5	375,6		
8,0 – 16,0	287,5		
4,0 – 8,0	233,7		
2,0 – 4,0	449,2		
1,0 – 2,0	379,1		
0,5 – 1,0	356,7		
0,25 - 0,5	319,4		
0,125 – 0,25	186,5		
0,063 – 0,125	127,1		
0,025 – 0,063	103,7		
0,0125 – 0,025	92,4		
0,0063 – 0,0125	87,5		
0,0025 – 0,0063	74,2		
0,00125 – 0,0025	65,9		
< 0,00125	58,6		
Summe	3517,6		

- 1) Berechnen Sie den Siebrückstand sowie den Siebdurchgang und klassifizieren Sie nachvollziehbar den Boden (keine Zeichnung der Sieblinie erforderlich).
- 2) Mit welchem Prüfverfahren wird in situ die Tragfähigkeit des Untergrundes ermittelt? Welcher Anforderungswert wird an die Tragfähigkeit des Untergrundes gestellt?
- 3) Welche Dicke ergibt sich für den frostsicheren Oberbau unter Berücksichtigung der zuvor berechneten Ergebnisse in Aufgabe 1, wenn die Mehr- und Minderdicken infolge der örtlichen Gegebenheiten 5 cm betragen?
- 4) Skizzieren Sie eine mögliche Bauweise für die in Aufgabe 1 berechnete Belastungsklasse und den in dieser Aufgabe ermittelten Werten unter Angabe der erforderlichen Verformungsmoduli für die einzelnen Schichten. Sollten Sie Aufgabe 1 nicht gelöst haben, treffen Sie eine sinnvolle Annahme für die Belastungsklasse.

Auf einer 2,5 km langen Strecke (Bk 32) steht eine Erneuerung der Deckschicht für zwei Fahrstreifen (je 2,75 m breit) an. Für die Asphaltdeckschicht ist eine Dicke von 3,5 cm und das Asphaltmischgut SMA 8 S vorgesehen.

Für den Einbau stehen Ihnen ein Fertiger und fünf Walzen mit den folgenden Eigenschaften zur Verfügung:

- Fertiger: maximale Einbaubreite: 6 m
Geschwindigkeit: 6,5 m/min
Tamperschlagzahl: 1200 U/min
Nutzungsfaktor: 0,75
- Walze: effektive Walzenbreite: 1,10 m
Mittlere Walzengeschwindigkeit: 45 m/min
Anzahl der Walzübergänge: 8

- a) Welche Walzenart ist für die einzubauende Asphaltdeckenschicht empfehlenswert?
- b) Wie viele Arbeitsstunden werden zur Herstellung des Streckenabschnitts mit dem Fertiger benötigt? Schafft ein Fertiger den gesamten Abschnitt an einem 8-Stunden Arbeitstag?
- c) Berechnen Sie die Summe der Flächenleistungen der zur Verfügung stehenden Walzen und beurteilen Sie diese.

Bei den Kontrollprüfungen wurden für den Splittmastixasphalt am Bohrkern die Asphaltrohichte von $2,390 \text{ g/cm}^3$ und eine Raumdichte von $2,280 \text{ g/cm}^3$ ermittelt. Der Marshall-Probekörper besitzt eine Raumdichte von $2,330 \text{ g/cm}^3$.

- d) Berechnen Sie den Hohlraumgehalt und den Verdichtungsgrad der fertigen Deckschicht. Überprüfen Sie anschließend, ob die berechneten Werte den Anforderungen nach den ZTV Asphalt-StB entsprechen.

Zusätzlich wurde im Rahmen der Kontrollprüfung das elastomermodifizierte PmB rückgewonnen und wie folgt untersucht:

- Penetration bei 25 °C: 44 1/10 mm
Erweichungspunkt Ring und Kugel: 58 °C
Elastische Rückstellung bei 25 °C: 72 %

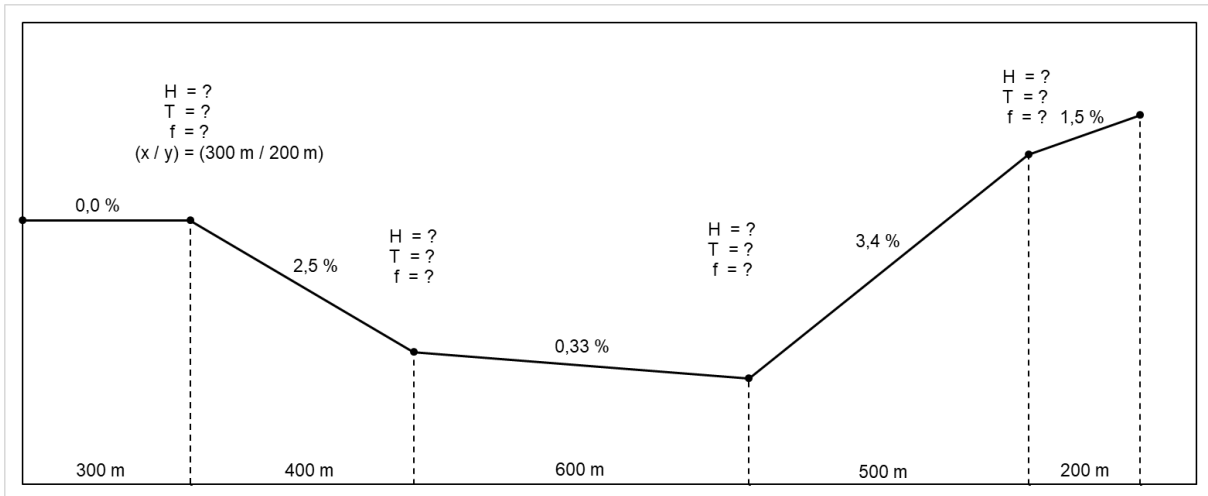
- e) Klassifizieren Sie nachvollziehbar das Bindemittel und überprüfen Sie, ob dieses für ein SMA 8 S verwendet werden durfte.
- f) Kurz bevor die Erneuerung tatsächlich durchgeführt werden soll, erhalten Sie eine Anfrage, ob auch ein SMA 8 N mit einer Dicke von 4 cm eingebaut werden könnte. Wäre dies gemäß den Regelwerken möglich? Falls nicht geben Sie eine Alternativlösung für Mischgutsorte und dazugehöriger Einbaudicke an.

Ein Logistikunternehmen erhält den Auftrag Güter von A-Stadt nach B-Stadt zu transportieren. Für den Gütertransport soll eine Sattelzugmaschine (Lkw) mit einem Sattelaufleger (Lkw-Anhänger) zum Einsatz kommen. Die Kombination aus Sattelzugmaschine und Sattelaufleger wird Sattelzug genannt. Die Sattelzugmaschine weist ein Gewicht von 7,7 t und der Sattelaufleger ein Leergewicht von 5,0 t auf. Die zu transportierenden Güter haben ein Gesamtgewicht von 27,3 t. Die kürzeste Route von A-Stadt nach B-Stadt führt über eine Landstraße der Entwurfsklasse 2. Diese Landstraße wurde mit der dafür maximal zulässigen Längsneigung geplant und später auch so baulich umgesetzt. Neben den oben aufgeführten Informationen, stehen Ihnen folgende Daten zur Verfügung:

Maximale Geschwindigkeit des Sattelzuges :	80 km/h
Stirnfläche des Sattelzuges:	6 m ²
Gegenwind	50 km/h
Übertragbare Zugkraft des Sattelzuges :	30 kN
Erdbeschleunigung:	9,81 m/s ²
Luftwiderstandbeiwert:	0,70 [-]
Rollreibungswert:	0,020 [-]
Dichte der Luft:	1,2 kg/m ³
Übertragbare Bremsverzögerung des Sattelzuges :	3,7 m/s ²
Reaktionszeit des Fahrers:	2 s

- Um Geld zu sparen, möchte das Logistikunternehmen den Gütertransport auf einen einzigen Sattelzug begrenzen. Überprüfen Sie in diesem Zusammenhang, ob der Sattelzug eine echte Kuppe der oben genannten Landstraße im vollbeladenen Zustand bewältigen kann. Begründen Sie Ihre Aussage rechnerisch.
- Welche Längsneigung könnte der Sattelzug im vollbeladenen Zustand höchstens bewältigen?
- Um welches Transportgewicht muss der Sattelzug erleichtert werden, um die maximal zulässige Längsneigung der oben aufgeführten Landstraße bewältigen und die echte Kuppe überwinden zu können?
- Dank Ihrer Berechnungen konnte die Befahrbarkeit der echten Kuppe sichergestellt werden. Auf der anderen Seite der Kuppe sieht sich der Fahrer plötzlich gezwungen den Bremsvorgang einzuleiten. Zu diesem Zeitpunkt beträgt die Fahrgeschwindigkeit des Sattelzuges 60 km/h und die Längsneigung der Landstraße 4,5 %. Berechnen Sie den Bremsweg des Sattelzuges. Prüfen Sie zusätzlich, ob ein Abrutschen des Sattelzuges zu erwarten ist. Der Bremsvorgang wird in einer Kurve mit einem Radius von 300 m eingeleitet.

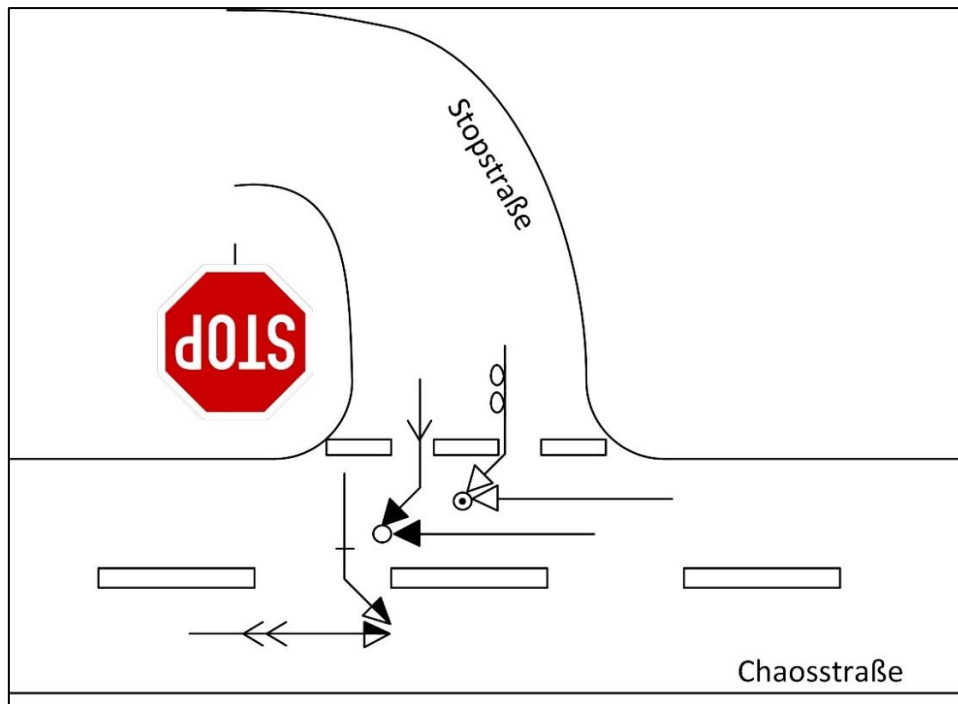
Ihnen liegt der folgende nicht maßstäbliche Ausschnitt eines Höhenplans vor:



- Bestimmen Sie die Ausrundungsparameter der vier Tangentschnittpunkte. Beachten Sie hierbei, dass die ersten 200m zum Schutz von bestehenden Leitungen waagrecht verlaufen müssen. Weiterhin sind die Mindestwerte für Ausrundungshalbmesser und Tangentenlängen entsprechend der Entwurfsklasse 1 für Landstraßen sowie die Richtwerte für eine sichere und harmonische Linienführung einzuhalten (Nachweis erforderlich). Zusätzlich dürfen keine Zwischengeraden eingeplant werden.
- Bestimmen Sie die Koordinaten des höchsten und des tiefsten Punktes des Streckenabschnittes.
- Füllen Sie das Formblatt (**Anlage 1**) vollständig aus. (Hinweis: Hier sind auch diejenigen Höhen gefragt, die in den vorherigen Aufgabenteilen nicht explizit verlangt worden sind!)

- a) Nennen Sie drei Regelwerke, in welchen die Einteilung von Straßen (außerorts) in Kategorien sowie deren Anforderungen an die Gestaltung festgelegt sind.
- b) Was ist die maßgebende Witterungsbedingung für die Bemessung von Bremswegen?
- c) Weshalb muss im Bereich von Geraden und Kreisbögen die Querneigung mindestens 2,5 % betragen?
- d) Nennen Sie die fünf Planungsphasen des Planungsablaufs von Bundesfernstraßen.
- e) Was unterscheidet eine Eiklothoide von einer Wendeklothoide?
- f) Welche Länge muss ein Kreisbogen einer Autobahn der Entwurfsklasse 2 gemäß den RAA mindestens aufweisen?

Nachfolgend ist das Unfalldiagramm für die 3,5 km lange Chaosstraße in Crashcity über einen Beobachtungszeitraum von einem Jahr angegeben:



Beschreiben Sie die Unfälle möglichst genau (Verkehrsteilnehmer, Fahrtrichtung, Schwerste Unfallfolge, Straßenzustand, Lichtverhältnisse, Fahrzustände)!

Für einen im Jahr 1999 erbauten Autobahnabschnitt wurde 2016 eine Zustandserfassung durchgeführt. Die gemessenen Zustandsgrößen eines Abschnittes in Betonbauweise sind im Folgenden dargestellt:

$$\text{SPHL} = 2,3 \text{ mm}$$

$$\text{SPHR} = 2,8 \text{ mm}$$

$$\text{SPTL} = 6,1 \text{ mm}$$

$$\text{SPTR} = 6,7 \text{ mm}$$

$$\text{GRI} = 0,52 \text{ } \mu\text{SKM}$$

$$\text{AUN} = 2,7 \text{ cm}^3$$

$$\text{TWRIO} = 3,43$$

Berechnen Sie den Gesamtwert und klassifizieren Sie den Abschnitt.

a) Nennen Sie 4 Instandhaltungsmaßnahmen für Betonstraßen.

b) Für welche Schäden sind Instandsetzungsverfahren geeignet?

	geeignet	nicht geeignet
geminderte Tragfähigkeit		
Bindemittelanreicherung		
Verformung		
Kornausbrüche		

c) Was beschreibt eine I 1 Maßnahme und was eine E 2 Maßnahme im Rahmen der baulichen Erhaltung? Geben Sie jeweils ein Beispiel an.