

Ruhr-Universität Bochum

Lehrstuhl für Verkehrswegebau

Prof. Dr.-Ing. M. Radenberg

Modulprüfung WP-29

Verkehrswegebau

Masterstudiengang Bauingenieurwesen

Mittwoch, den 18.09.2019 09:00 – 12:00 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	Σ	%	
Punkte	37	8	10	13	22	70	20	180	100	Note
erreicht										

Name:

Matr. Nr.:

Auf der BAB 40 liegt die letzte Erhaltungsmaßnahme schon eine Weile zurück (letzte Maßnahme: 2014), weshalb im Jahr 2018 eine Zustandserfassung durchgeführt wurde. Mit den einzelnen Messsystemen wurden für den vorliegenden Abschnitt die folgenden Zustandsgrößen ermittelt:

- Fiktive Wassertiefe: 1,9 mm
- Spurrinntiefe: 5,6 mm
- Allgemeine Unebenheit: 3,2 cm³

a) Die Griffigkeitsmessungen des Abschnittes liegen als Rohdaten vor. Korrigieren und mitteln Sie diese zu einem Griffigkeitswert.

	M	V_{ist}	Gemessene Wassertemperatur	Gemessene Fahrbahntemperatur
	[-]	[km/h]	[°C]	[°C]
1	0,353	V _{soll} - 2	20	34
2	0,366	V _{soll} + 1		
3	0,401	V _{soll} + 2		
4	0,372	V _{soll}		
5	0,338	V _{soll} - 1		

b) Ermitteln Sie die Zustandsgrößen, welche für die Bewertung von Substanzmerkmalen (Oberfläche) erforderlich sind, mithilfe der folgenden Angaben:

- 50 Platten
- 8 Platten mit Schäden
- 6 Platten mit Rissen
- 11 m aufsummierte Risslänge

c) Berechnen Sie den Gesamtwert und klassifizieren Sie den Abschnitt.

d) Welcher Zustandswert ist aus Ihrer Sicht hier maßgebend? Begründen Sie Ihre Auswahl.

e) Prognostizieren Sie den Zustandswert für die Spurrinntiefe für das Jahr 2024. Wie wird sich die Zustandsklasse des Zustandswertes ZWSPT seit der letzten Erhaltungsmaßnahme bis zum Prognosejahr verändern?

- a) Warum muss das SKM-Messfahrzeug so groß sein, obwohl das Messrad auch an deutlich kleinere Fahrzeuge passen würde?
- b) Welche drei Arten der Längsebenheit werden in der Praxis unterschieden?
- c) Mit welcher Zielsetzung ist die duraBAST gebaut worden? Antworten Sie kurz und stichpunktartig.
- d) Skizzieren Sie die Vorgehensweise für ein koordiniertes Erhaltungs- und Bauprogramm.

- a) Im Sauerland sollen zwei kleine Städte, welche ausschließlich eine Grundversorgung zur Deckung des täglichen Bedarfs aufweisen, durch eine Straße miteinander verbunden werden. Der Abstand der Städte beträgt 30 km.

Welche Kategorie von Verkehrswegen würden Sie in diesem Fall vorschlagen? Begründen Sie nachvollziehbar.

Welche maximale Fahrgeschwindigkeit kann auf der Strecke erlaubt werden und in welcher Fahrzeit sollten Bewohner der zwei Städte sich mittels ÖPNV erreichen können?

- b) Was bedeutet die Abkürzung BVWP? Was ist darin geregelt und wann wurde dieser das erste Mal beschlossen?

- c) Sie wurden mit dem Neubau eines Straßenoberbaus einer Anliegerstraße beauftragt. Im ersten Schritt sollen Sie den alten Oberbau aufnehmen und dem Recycling zuführen. Die alte Deckschicht bestand aus Rasengittersteinen unter der eine Tragschicht ohne Bindemittel ausgebildet war. Welchen Verwertungsgebieten kann die Tragschicht zugeführt werden?

- d) Was versteht man unter der „output-autonomen Sensibilitätsanalyse“?

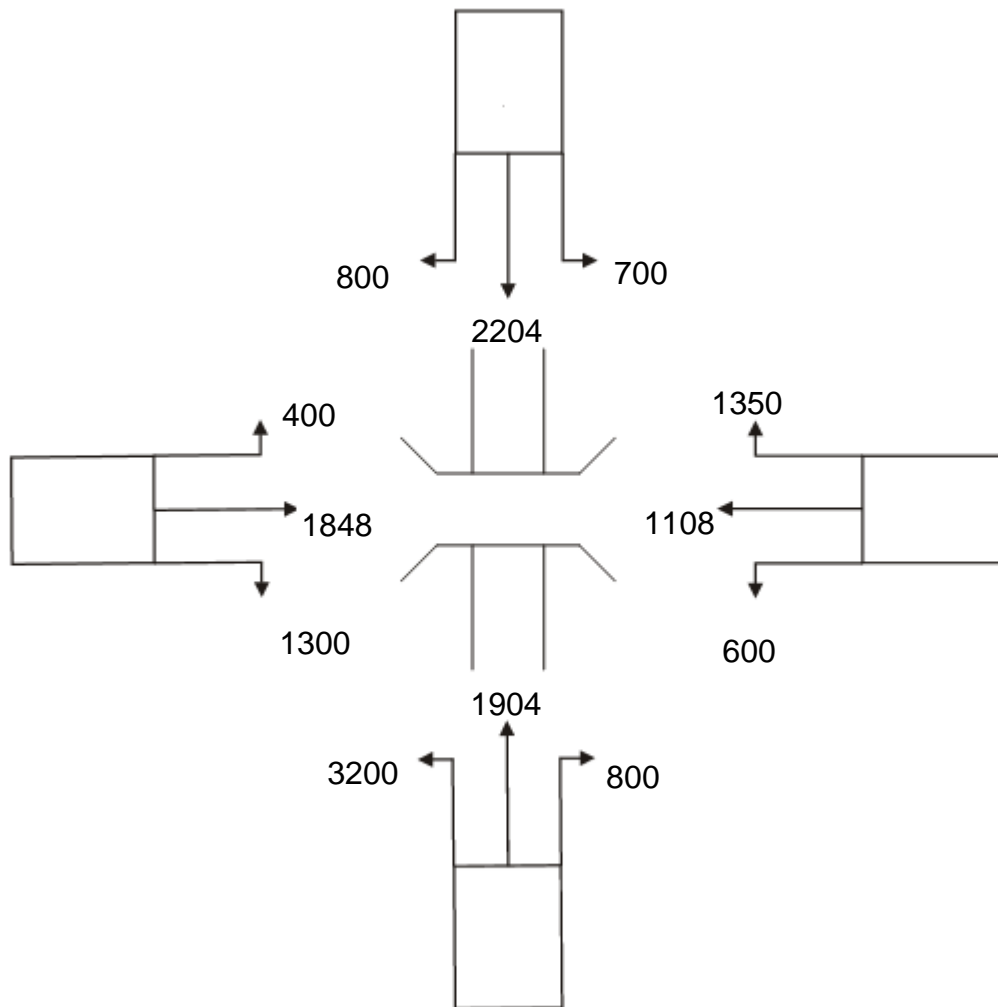
- e) VESTRA unterscheidet verschiedene Achselemente. Definieren Sie in eigenen Worten ein „Korrespondenzelement“!

- f) Ein Autofahrer hat beim Ausparken einen Radfahrer übersehen und somit kollidierten beide Verkehrsteilnehmer. Bei der Kollision wurde der Außenspiegel des Autos abgerissen der der Radfahrer trug durch den Sturz einige Schürfwunden davon.

In welche Unfallkategorie wird dieser Unfall einsortiert und welcher Unfalltyp liegt zugrunde?

Sie sind mit der Planung und Bemessung eines Autobahnkreuzes beauftragt. Es wird ein starker SÜD<->West Strom erwartet. Die Bebauung rund um das Autobahnkreuz macht die Ausbildung eines Überfliegers jedoch unmöglich. Nachfolgend sind Ihnen die prognostizierten Verkehrsstärken für das Autobahnkreuz gegeben. Für die direkten Verbindungsrampen kann von einer Länge von 550 m, für die indirekten Verbindungsrampen < 500 m, ausgegangen werden.

Für die Hauptfahrbahnen sind jeweils zwei Fahrstreifen geplant. Aufgrund der Bebauung sind Sie angehalten Ihre Bemessung möglichst platzsparend durchzuführen!



Dimensionieren Sie die Querschnitte der Verbindungsrampen, die Ein- und Ausfahr-rampen sowie die Ein- und Ausfahrten im II und IV Quadranten!

Auf der Landstraße L1037 sind auf einem Streckenabschnitt von 8 km und 1 % Steigung durch Aquaplaning und Geschwindigkeitsüberschreitungen in den letzten Jahren einige Unfälle registriert worden. Die Straße wird hauptsächlich durch Pendlerverkehr (70 % Diesel-Pkw) befahren. Nur rund 600 leichte Lkw nutzen den Streckenabschnitt täglich.

Um dem Aquaplaning entgegen zu wirken wurde eine offenporige Deckschicht für 2,3 Mio. € eingebaut. Eine Radarkontrolle (Anschaffungskosten: 950.000 €) soll darüber hinaus gewährleisten, dass die Geschwindigkeitsreduzierung von ursprünglich 100 km/h auf 80 km/h eingehalten wird.

Ihnen ist bekannt, dass bei dieser Baumaßnahme ein NKV von 3, durch die Änderungen der Betriebskosten und des Unfallgeschehens, erzielt wurde. Die Anzahl der Unfälle ist auf ein Drittel gesunken, wobei sich der Anteil an Personenschäden von 20 % auf 40 % erhöht hat.

Sie wurden mit einem Bericht über die gelungene Maßnahme für die örtliche Presse beauftragt. Dabei wollen Sie auch konkrete Zahlen für die Anzahl der Unfälle nennen. Sie haben den Bericht lange vor sich hergeschoben und sollen diesen morgen einreichen. Leider erreichen Sie niemanden, welcher mit der Berechnung der NK-Analyse beschäftigt war.

Als pfiffiger Ingenieur sind Sie aber natürlich auf die Idee gekommen, sich die Antwort auf Ihre Frage rechnerisch herleiten zu können!

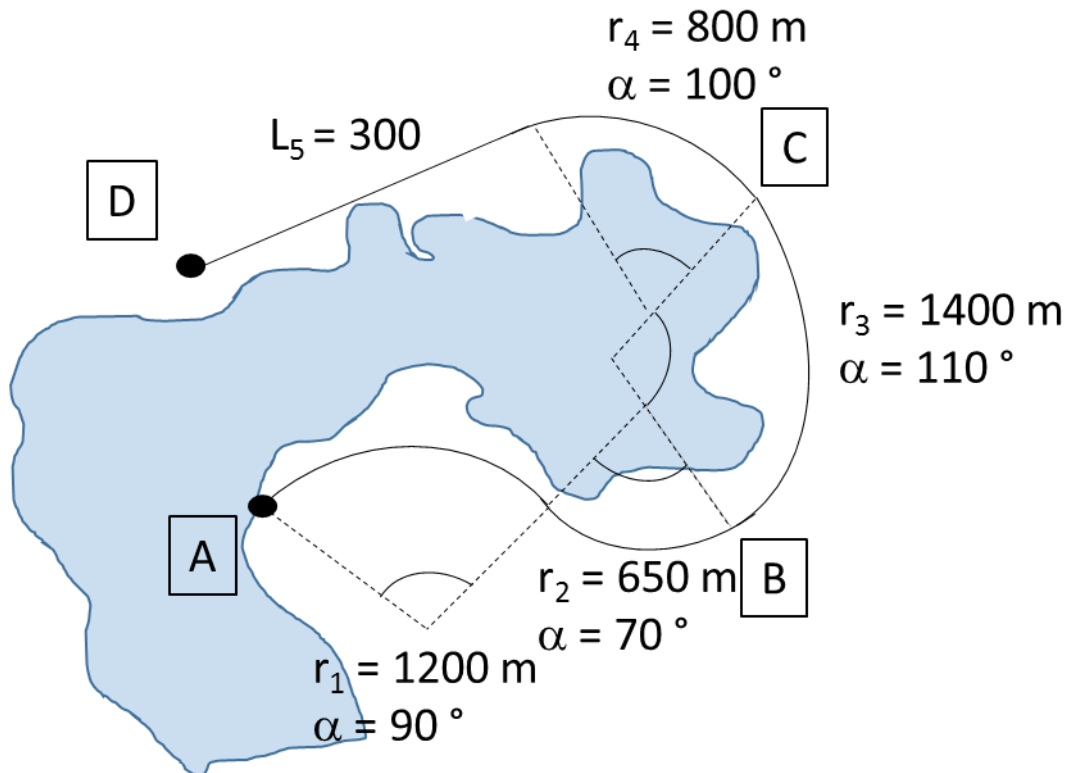
Untersuchen Sie, wie viele Unfälle auf dem Streckenabschnitt vor und nach dem Unfall festgestellt wurden!

Linienführung und Weichen (48 Punkte)

Sie arbeiten für ein international tätiges Planungsbüro für Eisenbahnstrecken. In Ihrem ersten Projekt sind Sie mit der Erschließung eines Weinanbaugebietes in Castilla-La Mancha in Spanien beschäftigt. Nachfolgend ist Ihnen ein Lageplan des Areals gegeben. Im Punkt A befindet sich der Hafen, von wo aus die Handelsrouten über den atlantischen Ozean und das Mittelmeer nach Griechenland und Zypern starten. Entlang der Strecke von A nach D sind mehrere Weitgüter verteilt, welche die Bahnstrecke zum Hafen nutzen wollen. Durch eine eingleisige Eisenbahnstrecke mit Breitspur sollen diese an das Eisenbahnnetz angeschlossen werden. Für den Ermessens- und Genehmigungsbereich für Werte von Parametern zur Linienführung sollen Sie auf die deutschen Wertebereiche zurückgreifen.

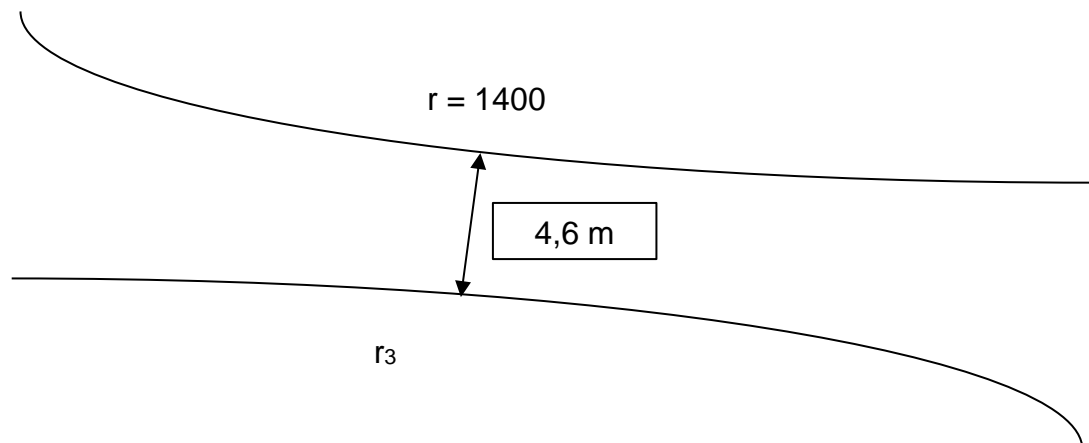
Der nachfolgend dargestellte Lageplan (nicht maßstäblich; Radien in m) stellt die Grundlage für Ihre Planung dar.

- a) Es sind die Längen der Übergangsbogen und der Überhöhungsrampen (falls erforderlich) zu berechnen! Es sollen Überhöhungsrampen mit gerader Krümmungslinie verwendet werden! Skizzieren Sie das Krümmungsband und das Überhöhungsband!



Verwenden Sie für Ihre Berechnungen $1:\text{m} \leq 1:1000$.

Im Bereich des Radius r_3 liegt ein alter Bestand an Bahngleisen, welcher im Zuge des Streckenneubaus angeschlossen werden soll. Der Gleisabstand zwischen den neuen und den alten Gleisen beträgt 4,6 m. Nachfolgend ist Ihnen eine Skizze der Gleisverbindung gegeben.



- b) Wählen Sie eine geeignete Weiche für die Gleisverbindung, so dass diese mit 80 km/h befahren werden kann!
- c) Berechnen und skizzieren Sie das Krümmungsband für die gewählte Gleisverbindung.

Fahrdynamik (22 Punkte)

Über Kontakte zur deutschen Bahn konnten Sie ein Angebot für eine ausrangierte Bahn und Güterwaggons einholen. Die Bahn hat mittlerweile auf die leistungstärkere Produktgeneration umgestellt.

Als Triebfahrzeug konnte Ihnen ein Bombardier Traxx (Masse: 83 t mit einer Betriebsleistung von 5600 kW bei einer Geschwindigkeit von 140 km/h) angeboten werden. Als Güterwaggons wurden Ihnen sechs Exemplare (wie unten rechts dargestellt) vorgeschlagen.

Der Güterzug soll kontinuierlich täglich zwischen den Punkten A und D pendeln. Die sechs angehängenen Waggons haben jeweils ein Leergewicht von 5 t. Die Fahrt beginnt am Punkt D, wo insgesamt 60 t in zwei der Waggons eingeladen werden. Anschließend fährt die Bahn zu Punkt C und daraufhin zu B, wo sie ebenfalls je 60 t auf zwei der Waggons verteilt. Zum Schluss wird das Wirtschaftsgut am Hafen (Punkt A) ausgeladen und der leere Zug fährt zurück zu Punkt D.

Der Hafen stellt dabei den höchsten Geländepunkt dar und Sie sollen die Strecke so planen, dass über die gesamt Länge eine Steigungsstrecke entsteht. Als Fahrtgeschwindigkeit wird 140 km/h, bei einem zu erwartenden Gegenwind von 15 km/h, gewählt.



- d) Wie groß darf die Steigung auf den Abschnitten DC, CB, BA jeweils maximal sein?

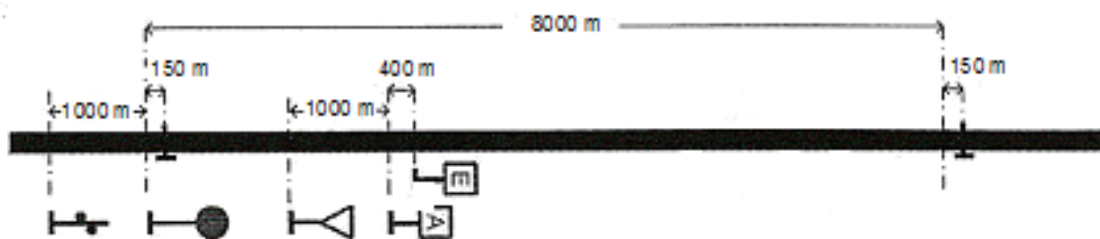
Auf einer sehr hoch frequentierten Güterzugstrecke muss aufgrund von Bauarbeiten eine Langsamfahrstelle (La) eingerichtet werden. Die maximale Geschwindigkeit, welche auf dem Gleisabschnitt gefahren werden könnte beträgt 110 km/h. Die festgelegte Streckenhöchstgeschwindigkeit wurde jedoch auf 90 km/h festgelegt.

In der Langsamfahrstelle, welche 400 m lang ist, ist eine Geschwindigkeit von 50 km/h zulässig. Die Züge sind 550 m lang.

- a) Berechnen Sie die Leistungsfähigkeit dieser Strecke (vor und nach Einrichtung der Baustelle) für einen 16-Betriebsstundentag bei einer Pufferzeit von 6 Minuten.

Nehmen Sie an, dass der Brems- und Beschleunigungsvorgang innerhalb eines Zugfolgeabschnittes begonnen und abgeschlossen wird. Die Anfahrbeschleunigung beträgt $0,3 \text{ m/s}^2$ und die Bremsverzögerung $0,4 \text{ m/s}^2$.

Fahrstraßenbilde- und Fahrstraßenauflösezeiten sind zu vernachlässigen. Ebenso die Sicht- und Reaktionszeit.



Ihnen wird nun vorgegeben, dass diese Hauptachse für den Güterverkehr weiterhin mit der ursprünglichen Leistungsfähigkeit befahren werden soll.

Sie haben nun zwei Ideen, wie Sie dies umsetzen können. Zum einen wollen Sie prüfen, ob eine Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit hinter der Baustelle auf die maximal mögliche Geschwindigkeit für die Dauer der Bauarbeiten den gewünschten Effekt bringt. Die zweite Option bestünde darin 17-Betriebsstundentage für die Arbeitsdauer zu beantragen.

- b) Berechnen Sie welche der Optionen den gewünschten Erfolg bringt? Falls beide, wählen Sie eine der beiden aus und begründen Sie Ihre Wahl nachvollziehbar.