

# Ruhr-Universität Bochum

Lehrstuhl für Verkehrswegebau

Prof. Dr.-Ing. M. Radenberg

## Modulprüfung WP29

### Verkehrswegebau

Masterstudiengang Bauingenieurwesen (PO 13)

Mittwoch, den 28.9.2016 09:00 – 12:00 Uhr

Zugelassene Hilfsmittel:

Skripte und Mitschriften, Fachliteratur, Taschenrechner

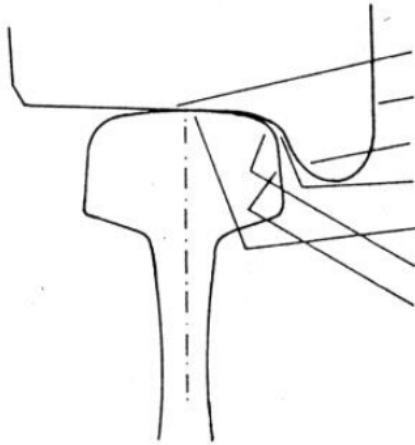
Hinweis: Die Klausuren können nach einer zweijährigen Aufbewahrungsfrist nach Voranmeldung am Lehrstuhl abgeholt werden. Andernfalls werden sie vernichtet.

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	8	$\Sigma$	%	
Punkte	23	40	27	7	10	28	25	20	180	100	Note
erreicht											

Name:

Matr. Nr.:

- a) Aus welchen Gründen erfolgt eine Reinigung des Schotterbettes?
- b) Beschriften Sie die folgende Abbildung:



- c) Beschreiben Sie kurz die Beanspruchung des Oberbaus und die Kraftübertragung bis in den Boden.
- d) Benennen Sie vier Anforderungen an die Schiene.
- e) Nennen Sie drei Ziele des Bundesverkehrswegeplans 2003.
- f) Benennen Sie die Systemeigenschaften, die den schienengebundenen Verkehr maßgebend beeinflussen!
- g) Was versteht man unter dem Begriff Modal Split?
- h) Was wird im Eisenbahnwesen unter dem Begriff Überhöhung verstanden?

Der Sylter Autozug befördert jährlich rund 950.000 Fahrzeuge von Niebüll nach Westerland. In der Vergangenheit wurde der Autozug von zwei Lokomotiven der DB Baureihe 218 (Daten einer Lokomotive:  $P = 1.839 \text{ kW}$  und  $m = 80 \text{ t}$ ) gezogen (Variante 1). In diesem Jahr drängt ein neuer Betreiber auf die Strecke, der anstelle der zwei Lokomotiven eine Lokomotive der Baureihe 245 ( $P = 2.252 \text{ kW}$  und  $m = 83 \text{ t}$ ) einsetzen möchte (Variante 2).

Die zulässige/angestrebte Geschwindigkeit beträgt  $65 \text{ km/h}$ .

Es müssen 15 Waggons der Baureihe Sps (siehe Abbildung 1) gezogen werden. Diese Waggons besitzen Wälzlager und haben ein Gewicht von  $26,6 \text{ t}$  und können  $50 \text{ t}$  laden.



**Abbildung 1** (Quelle: [http://media.wix.com/ugd/76bb73\\_d50e9ba3a6294df98bd157e64e00e265.pdf](http://media.wix.com/ugd/76bb73_d50e9ba3a6294df98bd157e64e00e265.pdf))

- a) Kann die Strecke unter den Randbedingungen von Variante 1 und 2 befahren werden? Gehen Sie bei Ihren Berechnungen von einer Gegenwindgeschwindigkeit von  $20 \text{ km/h}$ , einer max. Steigung von  $2,3 \text{ ‰}$  und einem minimalen Radius von  $200 \text{ m}$  aus.

Das Reibungskriterium kann dabei vernachlässigt werden.

- b) Bei Windstärke 12 wird der Reisezugverkehr eingestellt. Bei Windstärke 11 kann es jedoch zu Windgeschwindigkeiten bis zu  $117 \text{ km/h}$  kommen. Kann die Strecke mit dem Zug der Variante 1 dann noch befahren werden? Falls nicht, wie viele Waggons müssten abgekoppelt werden, damit zumindest einige Reisende ihr Ziel noch erreichen.

Bis einschließlich November 2015 verkehrte der Sylt-Shuttle (Autoreisezug) zwischen 5 Uhr und 20 Uhr im halbstündigen Takt auf dem 11,2 km langen Hindenburgdamm zwischen Niebüll und Westerland.

Seit Dezember 2015 hat der sogenannte Sylt-Shuttle plus den Betrieb aufgenommen, bei dem ein zusätzlicher Personenwagen eingesetzt wird, was die Zuglänge auf 658 m verlängert hat. Zusätzlich verkehren 11 weitere Züge.

Nehmen Sie an, dass sich am Ende und am Anfang des Hindenburgdamms je ein Hauptsignal befindet und die Strecke mit 65 km/h befahren wird. Der Vorsignalabstand beträgt 1200 m, der Durchrutschweg ist zu 120 m anzunehmen.

Weiterhin sind gegeben:

Fahrstraßenbildezeit: 0,14 min

Signal-/Reaktionszeit: 0,19 min

Fahrstraßenauflösezeit: 0,05 min

- a) Kann unter den gegebenen Voraussetzungen bei einer Pufferzeit von 8 min der bis November 2015 verwendete Takt auch für den Sylt-Shuttle plus eingehalten werden?

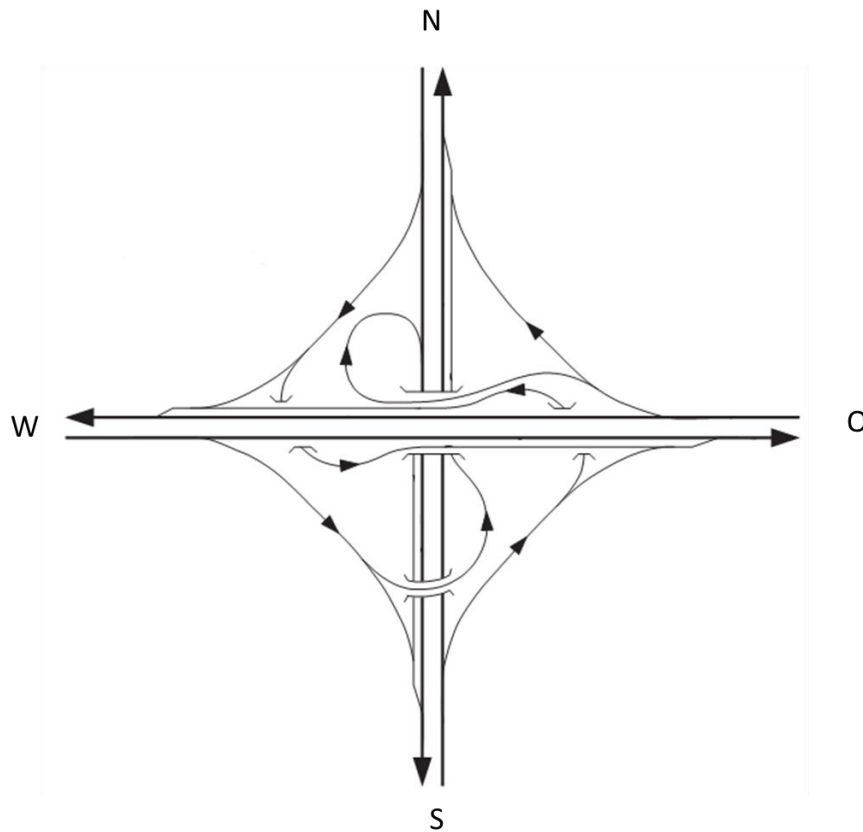
Begründen Sie Ihre Antwort!

- b) Aufgrund anhaltender Sturmwarnung muss auf dem Hindenburgdamm eine Langsamfahrstelle mit einer Länge von 8 km eingerichtet werden, die nur mit 50 km/h befahren werden darf.

Brems- und Beschleunigungsvorgänge sollen innerhalb eines Zugfolgeabschnittes begonnen und abgeschlossen werden. Die Anfahrbeschleunigung beträgt 0,4 m/s<sup>2</sup> und die Bremsverzögerung 0,3 m/s<sup>2</sup>.

Ermitteln Sie die maximal mögliche Pufferzeit bei einer Leistungsfähigkeit von 30 Zügen!

Ihnen liegt nachfolgende Darstellung eines Autobahnkreuzes vor:



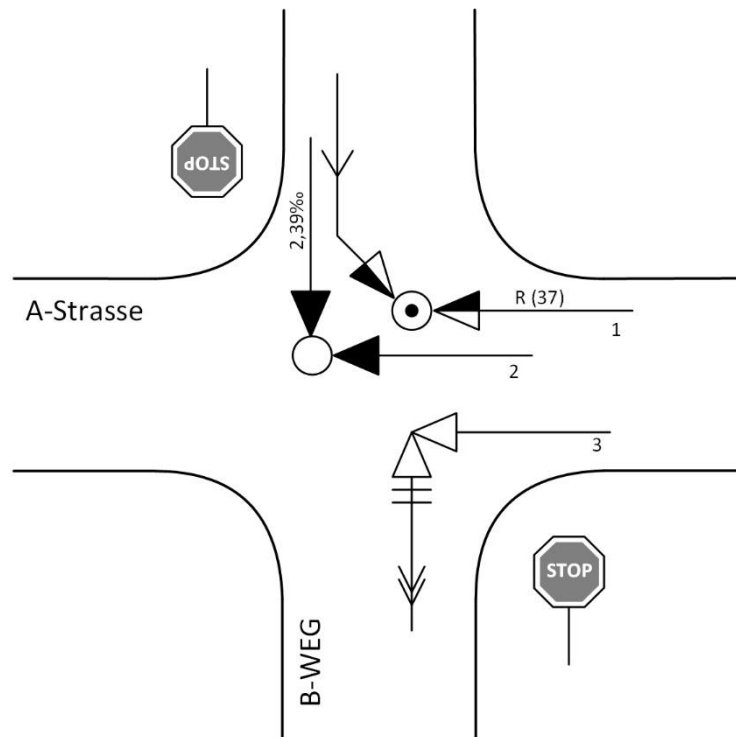
- Nennen Sie die Bezeichnung des Knotenpunktes!
- Markieren Sie in der Zeichnung die direkten, indirekten und halbdirekten Verbindungen!
- Tragen Sie in die Verkehrsstrommatrix ein, welche Ströme mit welcher Leistungsfähigkeit vom dargestellten Bauwerk bewältigt werden können.

Verwenden Sie dazu folgende Symbole:

- + hohe Leistungsfähigkeit
- o mittlere Leistungsfähigkeit
- geringe Leistungsfähigkeit

von \ nach	N	O	S	W
N				
O				
S				
W				

Ihnen ist nachfolgendes Unfalldiagramm gegeben:



- Beschreiben Sie die Unfälle genau (Verkehrsteilnehmer, Fahrtrichtung, Unfallfolge, etc.)!
- Berechnen Sie die Unfalldichte, die Unfallkostendichte und die Unfallkostenrate. Der Untersuchungszeitraum beträgt ein halbes Jahr. Die drei Unfälle sind die einzigen, die sich in dieser Zeit ereignet haben. Nehmen Sie dazu an, dass die Kreuzung Teil eines Straßenabschnitts mit einer Länge von 2 km ist. Der DTV beträgt 1.250 Kfz/24 h.

In einem Tunnel (Länge: 500 m, Längsneigung 1,5 %) eines Autobahnabschnittes soll das Tempolimit für Lastzüge (Fahrzeuggruppe Z, Diesel) reduziert werden. Die Geschwindigkeit wird von 80 km/h auf 60 km/h gesenkt. Die Investitionskosten betragen aufgrund einer neu zu installierenden Anlage zur Kontrolle der Geschwindigkeit 600.000 €. Die zukünftigen laufenden Kosten betragen 175.000 €/(km·a). Es sind keine weiteren laufenden Kosten zu berücksichtigen.

Berechnen Sie das zu erwartende Nutzen-Kosten-Verhältnis! Berücksichtigen Sie dabei nur die Betriebskosten durch Änderung des Tempolimits sowie zukünftig laufende Kosten und Investitionskosten.

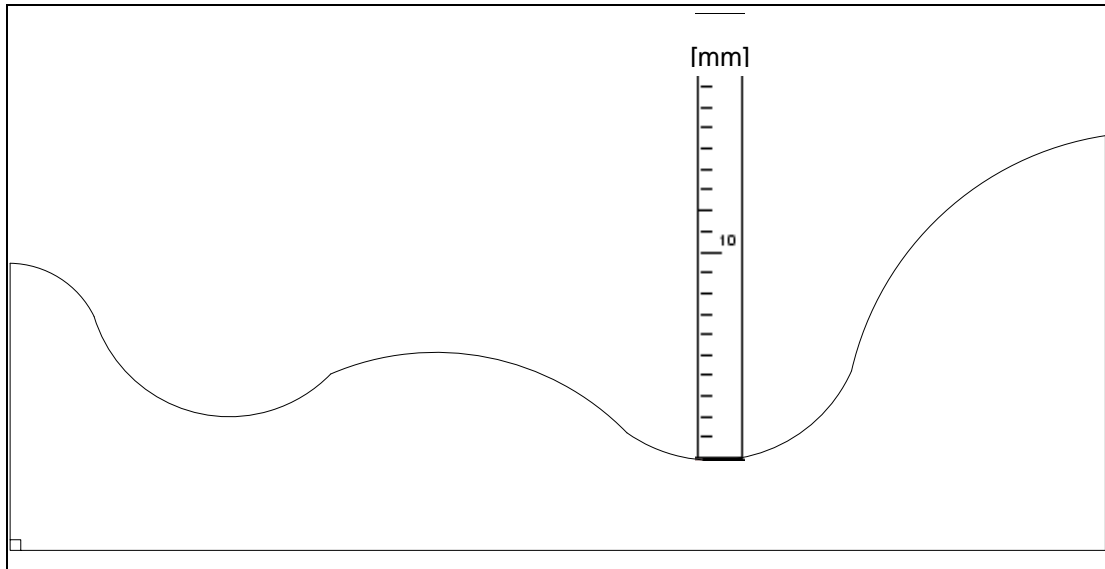
Die Betriebskosten  $BK_{FG}$  der Lastzüge bei einer Geschwindigkeit von  $V = 80$  km/h sind bereits bekannt und betragen 56 €/(100 km·Kfz). Berücksichtigen Sie nur die bergaufführende Fahrtrichtung.

Weiterhin sind gegeben:

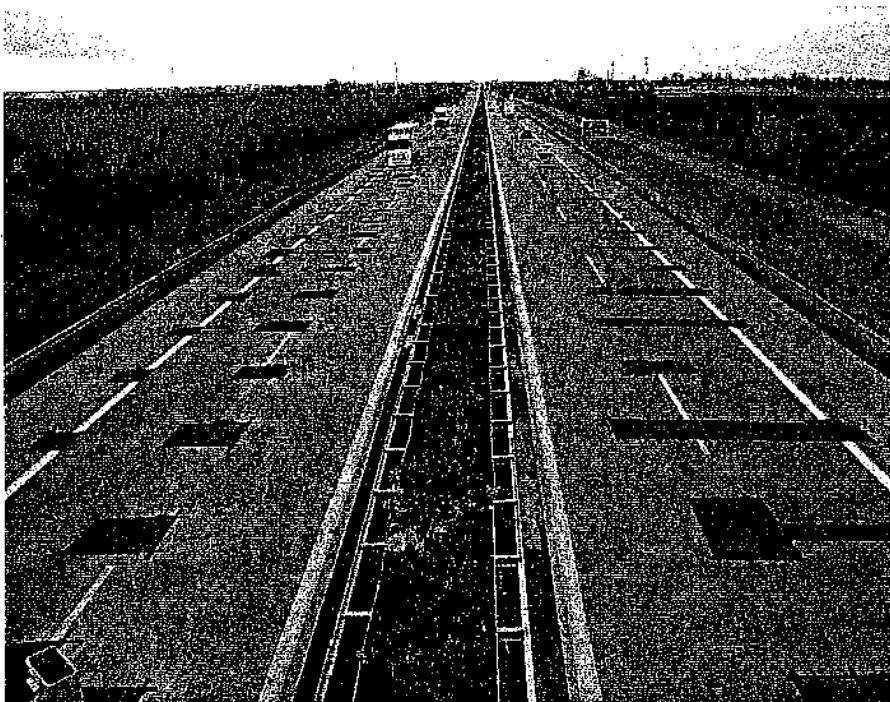
Annuitätenfaktor:	0,03887 [1/a]
DTVz:	4.000 Kfz/(24h·Ri)
Minderungsfaktor $k_f(J)$ :	0,93
Zeitraum T:	1 a

Beispielhaft soll für einen Straßenabschnitt der Kategorie I eine Berechnung mit folgenden Werten vorgenommen werden:

- Allgemeinen Unebenheiten.  $3,5 \text{ cm}^3$  (visuell erfasst!)
- Griffigkeit:  $0,41 \mu$
- Netzrisse, unregelmäßige Risse 5 %
- Spurrinntiefe und fiktive Wassertiefe aus Grafik ablesen



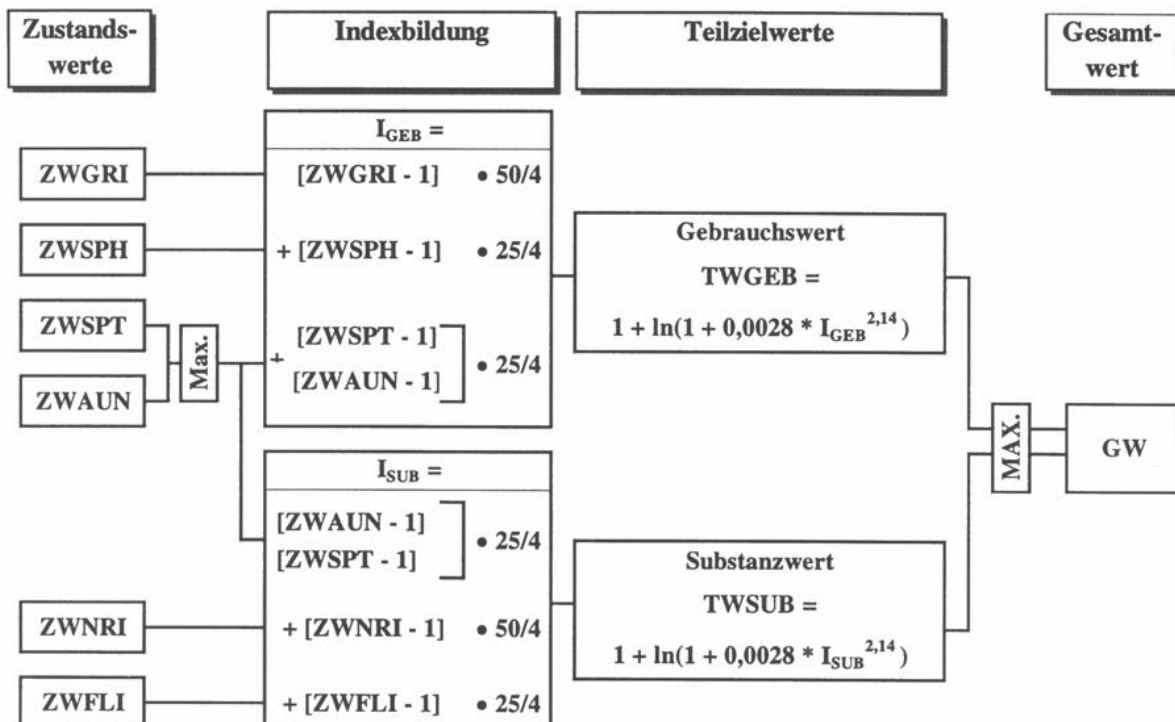
- Flickstellen sinnvoll aus nachfolgender Grafik abschätzen





- a) Berechnen Sie den mittleren Gebrauchs- und Substanzwert und den Gesamtwert des Straßennetzes. Gehen Sie von einem niedrigen Anforderungsniveau an das Straßennetz aus.
- b) Welche Instandsetzungsverfahren würden Sie für den vorliegenden Straßenabschnitt empfehlen und warum?
- c) Wie bewerten Sie die das Beurteilungsverfahren in Punkt a)? Berücksichtigen Sie technische, sicherheitsrelevante und wirtschaftliche Aspekte.

Zustandsmerkmal	Funktionsklassen					
	I			II		
	ZW	WW	SW	ZW	WW	SW
Längsebenheit						
AUN (cm <sup>3</sup> )	1	3	9	2	6	18
Querebenheit						
Spurrinntiefe SPT (mm)	4	10	20	4	15	25
fiktive Wassertiefe SPH (MM)	0,1	4	6	0,1	5	8
Griffigkeit (μ, SKM )	0,53	0,39	0,32	0,60	0,46	0,39
Unregelmäßige Risse (%)	1	5	10	1	15	25
Flickstellen (%)	1	10	15	1	15	25



Beantworten Sie folgende Fragestellungen:

1. Nennen Sie die Teilprojekte der ZEB.
2. Nennen Sie vier Erscheinungsformen von Spurrinnen.
3. Was ist ein Embossbild?
4. Was ist ein Rücksetzwert? Erklären Sie den Begriff anhand einer Skizze.
5. Bei der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung von Erhaltungsmaßnahmen unterscheidet man zwischen drei großen Kostengruppen aus denen sich die Gesamtkosten zusammensetzen. Wie heißen diese Gruppen?
6. Welche Daten gehen in das Pavement Management System (PMS) ein?  
(mind. 4 Nennungen)