

Ruhr-Universität Bochum

Lehrstuhl für Verkehrswegebau

Prof. Dr.-Ing. M. Radenberg

Modulprüfung

BI-19 Straßenbau und –erhaltung (PO13)

Bachelorstudiengang Bauingenieurwesen

Donnerstag, den 19.3.2020 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	Bonuspunkte	Σ	%	
Punkte	35	17	16	12	11	17	12		120	100	Note
erreicht											

Name:

Matr. Nr.:

Ihnen liegt das in Abbildung A dargestellte Krümmungsband eines Streckenabschnittes der B44 (EKL 3, RQ11) vor. Bestimmen Sie nachvollziehbar alle Querneigungen, Fahrbahnrandhöhen sowie Anrampungsneigungen und zeichnen Sie das Querneigungsband in die Abbildung B und berechnen Sie die Kurvigkeit des Abschnittes.

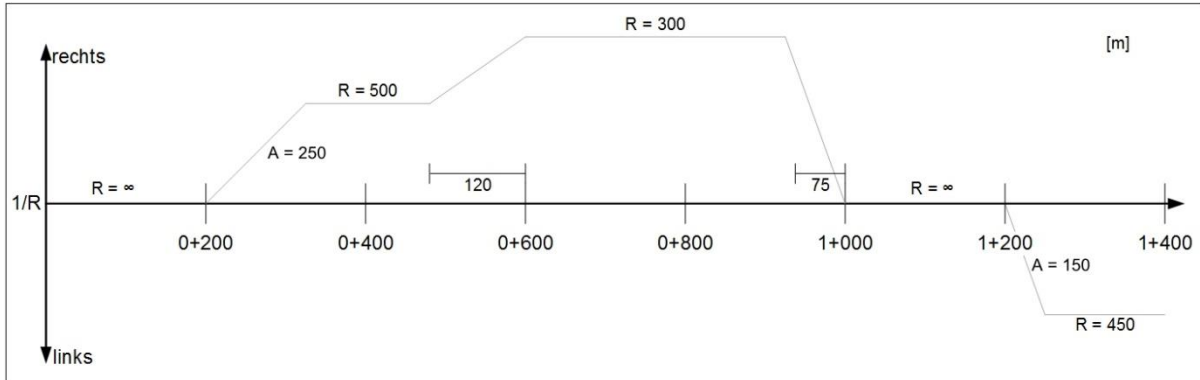


Abbildung A

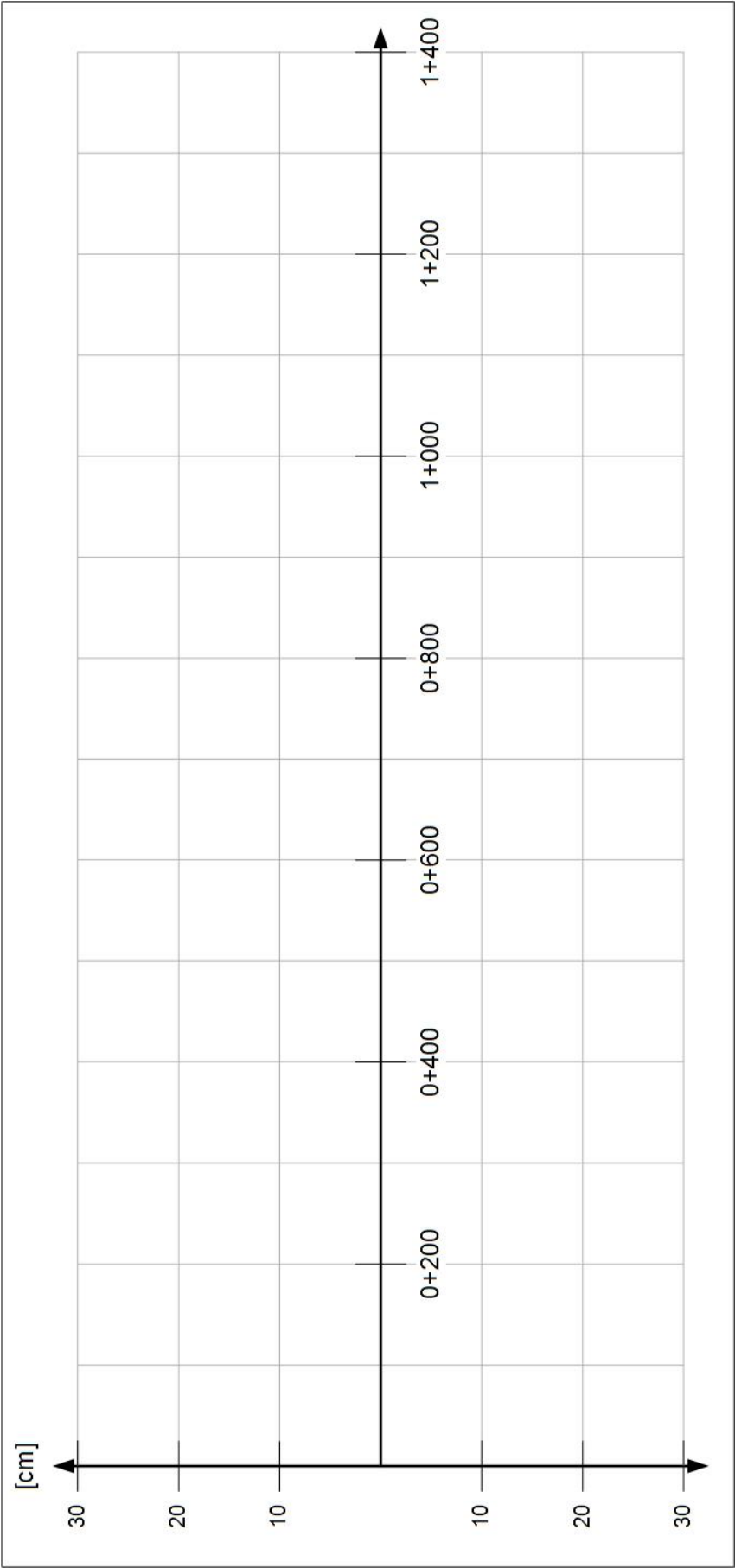


Abbildung B

- a) Beschreiben Sie in eigenen Worten eine Korbklothoide und warum deren Anordnung zu vermeiden ist.
- b) In welchen Fällen muss bei einem Querneigungswechsel eine geteilte Verwindung konstruiert werden und was soll hierdurch vermieden werden?
- c) Was ist der Unterschied zwischen planfreien und plangleichen Knotenpunkten?
- d) Ihnen ist in Abbildung C eine nicht maßstäbliche Skizze vom Autobahndreieck Dortmund/Witten gegeben. Aufgrund der hohen Verkehrsbelastung ist der Verflechtungstreifen regelmäßig überlastet. Hierdurch bildet sich auf der A 45 in Fahrtrichtung Norden Stau. Zeichnen Sie in die Abbildung C eine Alternative Knotenpunktform ein, die diese Problematik beheben würde und begründen Sie Ihre Neuplanung. (Entfallende Rampen mit X kennzeichnen)

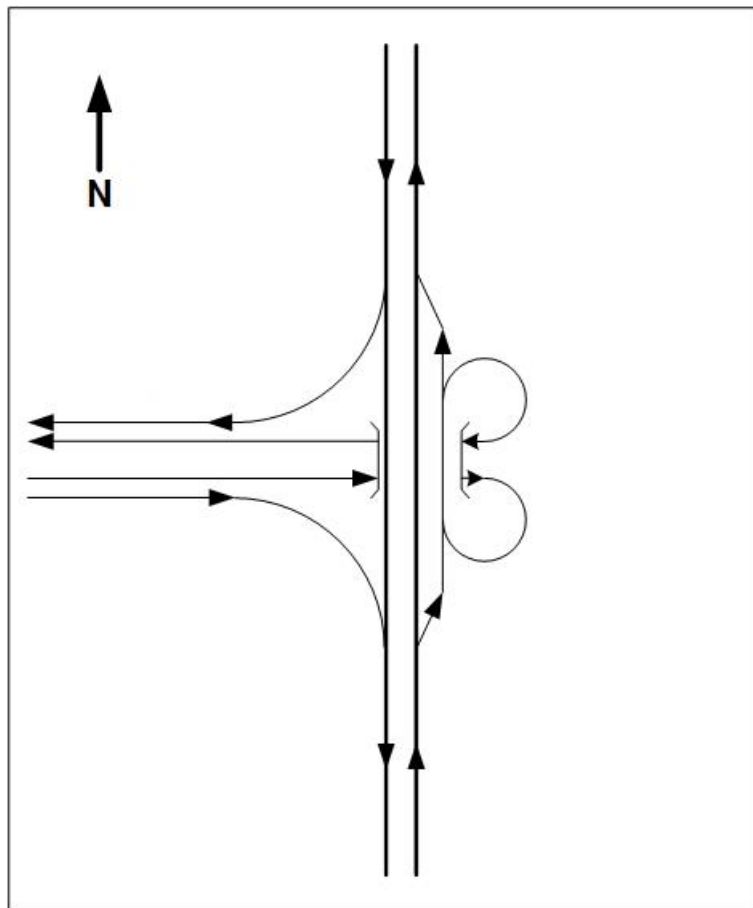
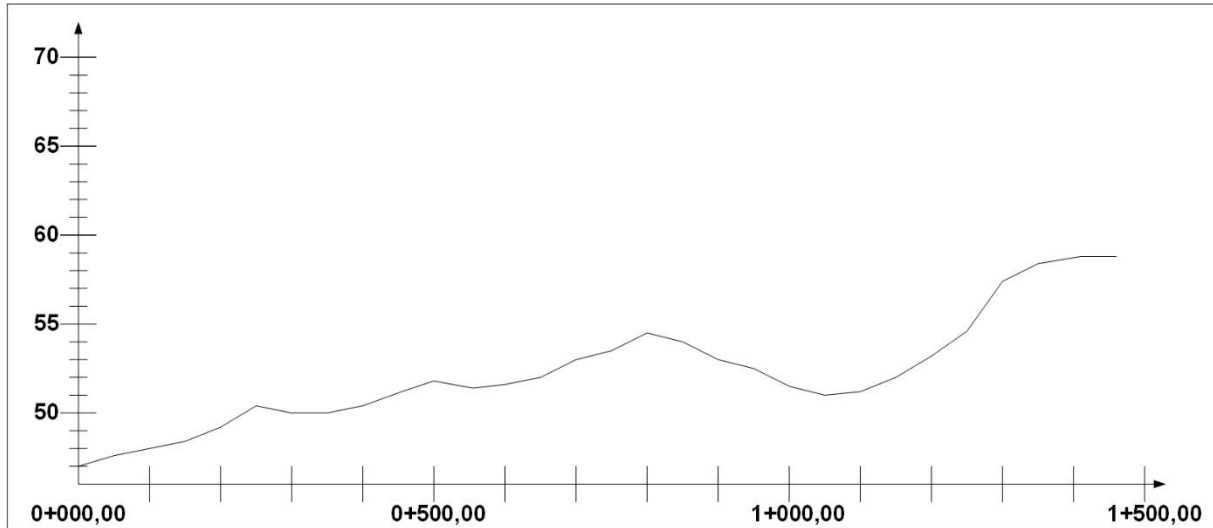


Abbildung C

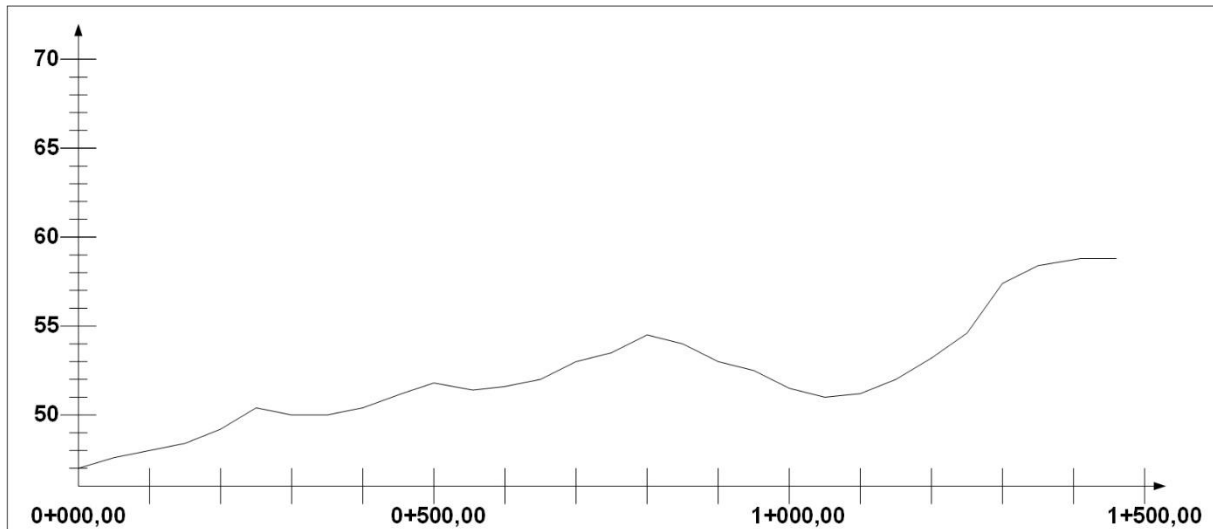
- e) An einer Autobahn müssen zum Anwohnerschutz Lärmschutzwände errichtet werden. Zurzeit sind an diesem Streckenabschnitt zum Schutz eines stark frequentierten Radweges Schutzeinrichtungen der Stufe H2 verbaut. Können diese nach dem Bau der Lärmschutzwände wiederverwendet werden?

- f) Ihnen sind folgende identische Höhenpläne eines Geländes gegeben. Skizzieren Sie die Tangenten entsprechend der EKL 1 in den oberen und entsprechend der EKL 4 in den unteren Höhenplan.

EKL 1:



EKL 4:



a) Ihr Kollege aus dem Ingenieurbüro hat die Bewertung der messtechnischen Zustandserfassung eines 100 m-Abschnittes der BAB 45 durchgeführt. Ihr Auftraggeber möchte den Gesamtwert und die Zustandsklasse dieses Abschnittes noch heute mitgeteilt bekommen, doch leider ist Ihr Kollege krank geworden. Sie finden seine Berechnungen, aber einige Zahlen sind nicht mehr lesbar und die Rechnungen somit lückenhaft. Liefern Sie dem Auftraggeber die geforderten Informationen.

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

$$\text{ZWGRI} = \square$$

$$\begin{aligned} \text{ZWAUN} &= \text{MAX} \left(1; \text{MIN} \left(1 + 2,5 \cdot \frac{\square - \square}{\square - \square}; 3,5 + \frac{\square - \square}{\square - \square}; 5 \right) \right) \\ &= \text{MAX} (1; \text{MIN} (4,25; \square; 5)) = \square \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ZWSPH} &= \text{MAX} \left(1; \text{MIN} \left(1 + 2,5 \cdot \frac{\square - \square}{\square - \square}; 3,5 + \frac{\square - \square}{\square - \square}; 5 \right) \right) \\ &= \text{MAX} (1; \text{MIN} (\square; 3,30; 5)) = \square \end{aligned}$$

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

$$\text{TWRIO} = 1,00$$

- b) Ihr Auftraggeber möchte zusätzlich von Ihnen eine Einschätzung bekommen, welche Zustandsgröße hier maßgebend ist. Erläutern Sie dies kurz und begründen Sie Ihre Wahl.
- c) Für weitere Analysen benötigt Ihr Auftraggeber detaillierte Informationen zur Erhaltungsplanung. Können Sie ihm sagen, in welchem Regelwerk Informationen hierzu zu finden sind?

Eine Spedition möchte ihren Fuhrpark tauschen und überlegt statt ihrer 12 Sattelzüge 12 Lkw mit Anhänger anzuschaffen. Die Achslasten der Fahrzeugtypen sind Ihnen in der nachfolgenden Tabelle gegeben.

- a) Wie würde sich der Tausch der Fahrzeugtypen auf die Straße vor dem Speditionsgelände in Bezug auf die dimensionierungsrelevante Beanspruchung auswirken wenn alle anderen Faktoren gleich bleiben?

Fahrzeugtyp	1. Achse	2. Achse	3. Achse	4. Achse	5. Achse
Sattelzug, vorhanden	7,4 t	10,7 t	7,3 t	7,3 t	7,3 t
Lkw mit Anhänger	7,2 t	10,7 t	6,1 t	8,0 t	8,0 t

Alternativ überlegt die Spedition die Hälfte ihrer Sattelzüge durch einen anderen Typ Sattelzug zu tauschen.

- b) Wie würde sich dieser Tausch auf die dimensionierungsrelevante Beanspruchung auswirken? Begründen Sie Ihre Antwort nachvollziehbar.

Fahrzeugtyp	1. Achse	2. Achse	3. Achse	4. Achse	5. Achse	6. Achse
Sattelzug, neu	5,5 t	7,5 t	7,5 t	6,5 t	6,5 t	6,5 t

- c) Wie können bei gleicher Gesamtlast die Fahrzeugtypen unterschiedliche Beanspruchungen auf die Straße ausüben?
- d) Warum werden bei der Berechnung der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung nur die Fahrzeuge des Schwerverkehrs berücksichtigt?

Im Rahmen einer geplanten Vorfelderweiterung eines Flughafens hat ein Bodengutachter den Baugrund hinsichtlich Verformung und Nachgiebigkeit untersucht. Dabei hat er für den Verformungsmodul auf dem Planum die folgenden Ergebnisse erhalten:

	Maximale mittlere Normalspannung [MN/m ²]	Konstanten des Polynoms zur Berechnung der Verformungsmoduli		
		a ₀	a ₁	a ₂
Erstbelastung	0,25	-0,058	7,251	3,147
Zweitbelastung	0,21	0,712	4,075	1,960

Zusätzlich gegeben:

Durchmesser der Platte: 60 cm

Hebelarm der Messuhr: 0,897 m

Hebelarm der Platte: 1,411 m

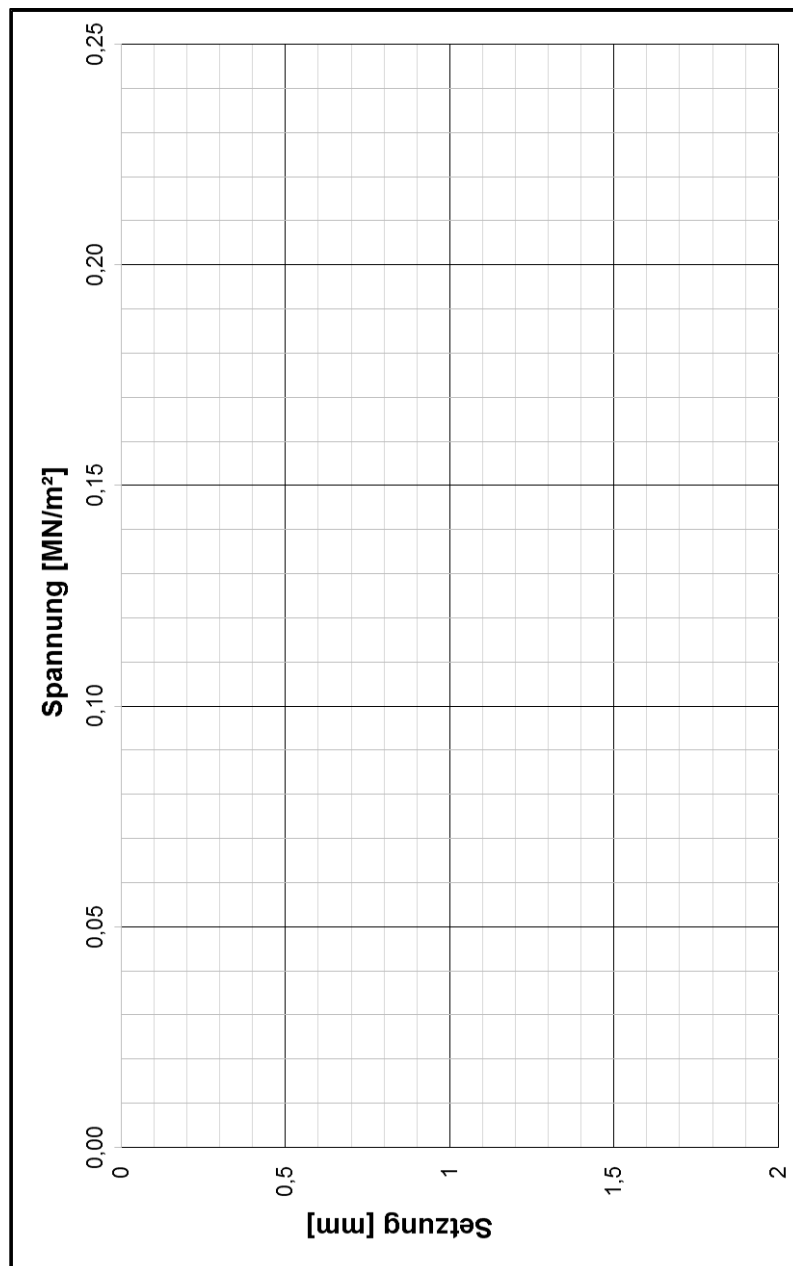
Zur Sicherstellung eines tragfähigen Untergrundes, gelten für das Vorfeld die folgenden Anforderungswerte:

Schicht	min. E _{v2} -Wert [MN/m ²]	D _{pr} [-]
FSS	120	1,03
Planum	80	1,03

- a) Bestimmen Sie unter Verwendung der oben angegebenen Werte rechnerisch die Größen „E_{v1}“ und „E_{v2}“ und überprüfen Sie, ob der mit dem Plattendruckversuch untersuchte Untergrund den Anforderungen entspricht.

- b) Neben den Verformungsmoduli wurde auch der Bettungsmodul ermittelt. Dazu musste der Bodengutachter jedoch die Lastplatte wechseln. Die neue Lastplatte hatte einen Durchmesser von 76,2 cm. Im Rahmen der Vorfelderweiterung ist ein Mindestwert von 50 MN/m³ einzuhalten. Überprüfen Sie unter Berücksichtigung der in der nachfolgenden Tabelle angegebenen Werte und des Diagrammes, ob dieser Mindestwert erreicht wird.

Laststufe	Kraft [kN]	Normalspannung [MN/m ²]	Setzung s im Plattenzentrum [mm]
0	4,56	0,01	0,00
1	18,24	0,04	0,41
2	36,48	0,08	0,62
3	63,85	0,14	0,93
4	91,21	0,20	1,64
5	36,48	0,08	1,15
6	0,00	0,00	0,56



- a) Ihnen sind die folgenden drei Bindemittel gegeben. Klassifizieren Sie die Bindemittel und überprüfen Sie, ob sie den Anforderungen nach den DIN EN 12591 bzw. den TL Bitumen entsprechen.

		Straßenbau-bitumen 1	Straßenbau-bitumen 2	PmB (A)
Nadelpenetration	[0,1 mm]	42	52	44
Erweichungspunkt Ring und Kugel	[°C]	59	47	58
Beständigkeit gegen Verhärtung bei 163 °C				
Verbleibende Penetration	[%]	79	67	73
Zunahme des Erweichungspunktes Ring und Kugel	[°C]	5	6	10

- b) Welches der Bindemittel ist zur Herstellung einer AC 16 B S geeignet?

Im Rahmen der Erstprüfung der AC 16 B S wird der Bindemittelgehalt dreifach variiert, wobei die Korngrößenverteilung unverändert bleibt. Die Rohdichte der Gesteinskörnungen beträgt 2,865 g/cm³ und die Dichte des Bindemittels 1,025 g/cm³. Die Ergebnisse der Erstprüfung sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

		1	2	3
Bindemittelgehalt	[M.-%]	3,8	4,3	4,8
Rohdichte der Asphaltprobe	[g/cm ³]			
Raumdicke der Asphaltprobe	[g/cm ³]	2,610	2,562	2,489
Hohlraumgehalt	[Vol.-%]			
Hohlraumausfüllungsgrad	[%]			
Bindemittel gefüllter Hohlraum	[Vol.-%]			
Fiktiver Hohlraumgehalt	[Vol.-%]			

- c) Berechnen Sie die fehlenden Werte der Tabelle.
- d) Mit welchem der drei eingesetzten Bindemittelgehalte sind die Anforderungen an eine AC 16 B S gemäß den ZTV Asphalt-StB erfüllt? Begründen Sie Ihre Antwort.

- a) Wofür stehen im Zusammenhang mit Beton die folgenden Abkürzungen?
- CL
 - DL
 - HL
 - FL
 - NHL
- b) Welche Arten von Fugen gibt es quer zur Fahrtrichtung in Betondecken? Beschreiben Sie kurz die verschiedenen Arten.
- c) Warum sind Fugen in Betondecken wichtig?
- d) Worin besteht der Unterschied zwischen zweischichtigen und mehrlagigen Fahrbahndecken aus Beton?