

# Ruhr-Universität Bochum

Lehrstuhl für Verkehrswegebau

Prof. Dr.-Ing. M. Radenberg

## Modulprüfung

## Verkehrswegebau

Masterstudiengang Bauingenieurwesen

Mittwoch, den 25.9.2013 8:30 – 11:30 Uhr

Zugelassene Hilfsmittel:

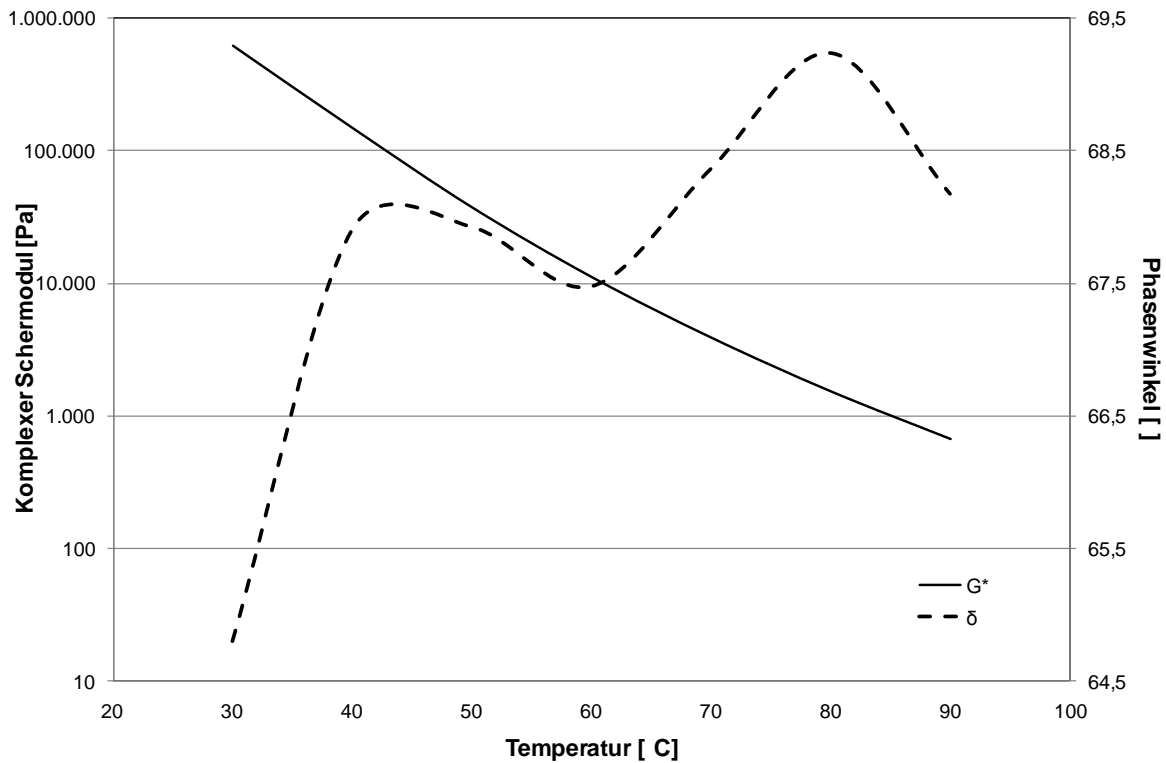
Skripte und Mitschriften, Fachliteratur, Taschenrechner

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\Sigma$	%	
Punkte	10	20	10	30	20	30	15	20	25	180	100	Note
erreicht												

Name:

Matr. Nr.:

Eine Bitumenprobe 25/55-55 A wurde mit dem Dynamischen Scherrheometer untersucht. Die Ergebnisse sind unten dargestellt.



- Bestimmen Sie den komplexen Schermodul und den zugehörigen Phasenwinkel für eine Temperatur unterhalb des Erweichungspunktes nach Ring und Kugel.
- Berechnen Sie damit den viskosen und den elastischen Anteil des Bitumens.
- Zeichnen Sie qualitativ die Kurve des komplexen Schermoduls für ein weicheres Bitumen ein.

Folgende Daten sind mit einem Densitometer zur Bestimmung der Lagerungsdichte eines Messpunktes auf einer Tragschicht ohne Bindemittel in-situ bestimmt worden:

<b>Probe</b>	<b>Nullablesung [cm]</b>	<b>Ablesung nach Aushub [cm]</b>
1	9,24	15,63
2	9,15	15,87
3	8,97	14,71

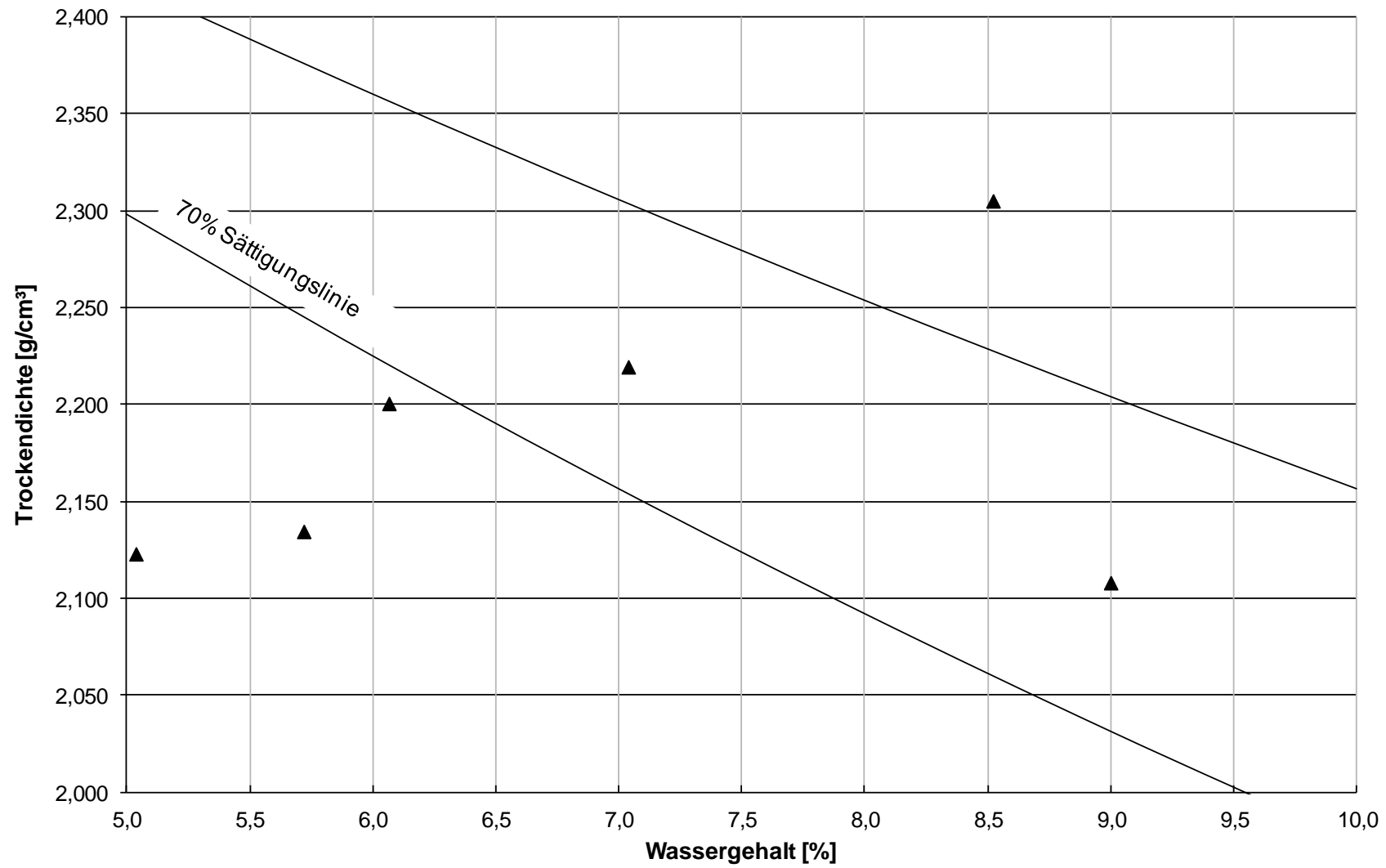
Die Laboruntersuchungen an diesen Proben ergaben weiterhin:

<b>Probe</b>	<b>Masse der feuchten Probe [g]</b>	<b>Wassergehalt [%]</b>
1	4238,35	6,2
2	4536,65	6,9
3	3755,55	6,5

Im Proctorversuch wurde mit diesem Material die in Diagramm 1 dargestellten Werte erzielt.

- a) Zeichnen Sie die Proctorkurve und bestimmen Sie die maßgebenden Werte.
- b) Berechnen Sie die mittlere Trockendichte und den Verdichtungsgrad der geprüften Schicht.
- c) Nennen Sie 3 weitere Methoden zur Bestimmung der Dichte des Bodens auf der Baustelle.

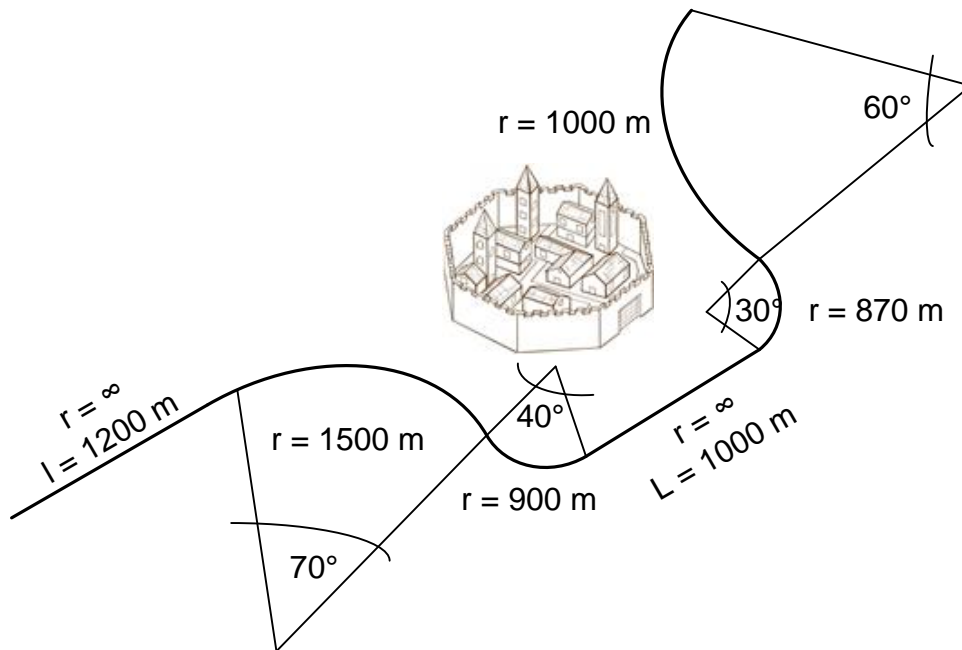
Diagramm 1:



- a) Auf welchen Streckenabschnitten werden Stahlschwellen aufgrund ihres leichten Gewichtes, obwohl Sie nur von Hand verlegt werden können, dennoch häufig eingesetzt?
- b) Warum dürfen starre Befestigungsmittel bei durchgehend verschweißten Gleisen nicht verwendet werden?
- c) Aus welchen Gründen muss das Schotterbett regelmäßig gereinigt werden?
- d) Richtig oder Falsch (mit Erläuterung)? Bei der Erstellung des Fahrplanes werden zuerst die Güterzüge eingeplant, da man den Güterverkehr von der Straße auf die Schiene verlagern will.
- e) Benennen Sie vier Maßnahmen zur Erhöhung der Streckenleistungsfähigkeit.

Bestimmen Sie für die unten dargestellte Trasse alle erforderlichen Trassierungselemente und skizzieren Sie das Krümmungs- und Überhöhungsband!

Die Strecke soll mit einer Geschwindigkeit von 125 km/h befahren werden.



Sie haben eine Strecke mit einer Steigung von 4 ‰ und einem Radius von 700 m. Die Lokomotive für diese Strecke wurde so ausgewählt, dass sie Kohlegüterwagen befördern kann. Nun wird das Kohlebergwerk stillgelegt, da es sich nicht mehr rentiert. Ein anderer Industriebetrieb will das Gelände kaufen. Der Geschäftsführer stellt sich nun die Frage, ob er die Lokomotive ebenfalls übernehmen soll und ob er die Strecke mit dieser Lok mit anderen Güterzügen mit Wälzlagern als Kohlewagen befahren kann. Die Streckengeschwindigkeit soll 80 km/h betragen. Die Anzahl der Güterwagen wird zwischen sechs und zehn variieren und das Gewicht zwischen 30 und 80 t. Die Lokomotive hat eine Leistung von 2,2 MW und ein Gewicht von 120 t.

Auf einer Autobahnbrücke mit einer Länge von 500 m soll die Geschwindigkeit für Lastzüge (Z) von 80 km/h auf 60 km/h gesenkt werden. Berechnen Sie das zu erwartende Nutzen-Kosten-Verhältnis! Dabei soll neben den Investitions- und laufenden Kosten nur der Nutzen aus der Veränderung der Betriebskosten (bei den Lastzügen) in die Berechnung eingehen.

Die Betriebskosten  $BK_{FG}$  für Lastzüge bei  $V = 80$  km/h wurden bereits ermittelt und betragen  $53 \text{ €}/(100 \text{ km} \cdot \text{Fz})$ .

Weiterhin gegeben sind:

Investitionsausgaben: 0,4 Mio. €

Abschreibungszeitraum: 50 a

Zinssatz: 3 % p. a.

Laufende Kosten: 150.000 €/(km · a)

Längsneigung: 4 % (zu betrachten ist die bergaufführende Richtung)

DTV (nur Lastzüge): 4000 Kfz/(24h · Ri)

Referenzjahr: 2010

Die Berechnung soll entgegen der Vorgaben der EWS unter Verwendung der Einheit "€" erfolgen.

Umrechnungsfaktor (vereinfacht): 1 € = 1,96 DM



Für den Neubau einer Straße wurde eine Nutzwertanalyse durchgeführt, die drei mögliche Trassen vergleicht. Das Ergebnis der Teilnutzwertmatrix ist in Tabelle 1 gegeben.

Im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse werden für die Oberziele 3 verschiedene Gewichtungskonzepte A, B und C angenommen (Tabelle 2). Die diskontierten Teilnutzwertmatrizen für die Gewichtungskonzepte A und B wurden bereits berechnet und sind in Tabelle 3 und 4 angegeben.

**Tabelle 1: Teilnutzwertmatrix**

	finanzielle Mittel	Trassenführung	Naturschutz
<b>Trasse 1</b>	200	180	150
<b>Trasse 2</b>	220	160	120
<b>Trasse 3</b>	190	170	170

**Tabelle 2: Gewichtung der Oberziele**

Gewichtungskonzept	A	B	C
<b>Kosten (finanzielle Mittel)</b>	40 %	42 %	38 %
<b>Raumordnung (Trassenführung)</b>	25 %	27 %	24 %
<b>Umwelt (Naturschutz)</b>	35 %	31 %	38 %

**Tabelle 3: Diskontierte Teilnutzwertmatrix Gewichtungskonzept A**

	finanzielle Mittel	Trassenführung	Naturschutz	Summe	Rang
<b>Trasse 1</b>	80,0	45,0	52,5	177,5	2
<b>Trasse 2</b>	88,0	40,0	42,0	170,0	3
<b>Trasse 3</b>	76,0	42,5	59,5	178,0	1

**Tabelle 4: Diskontierte Teilnutzwertmatrix Gewichtungskonzept B**

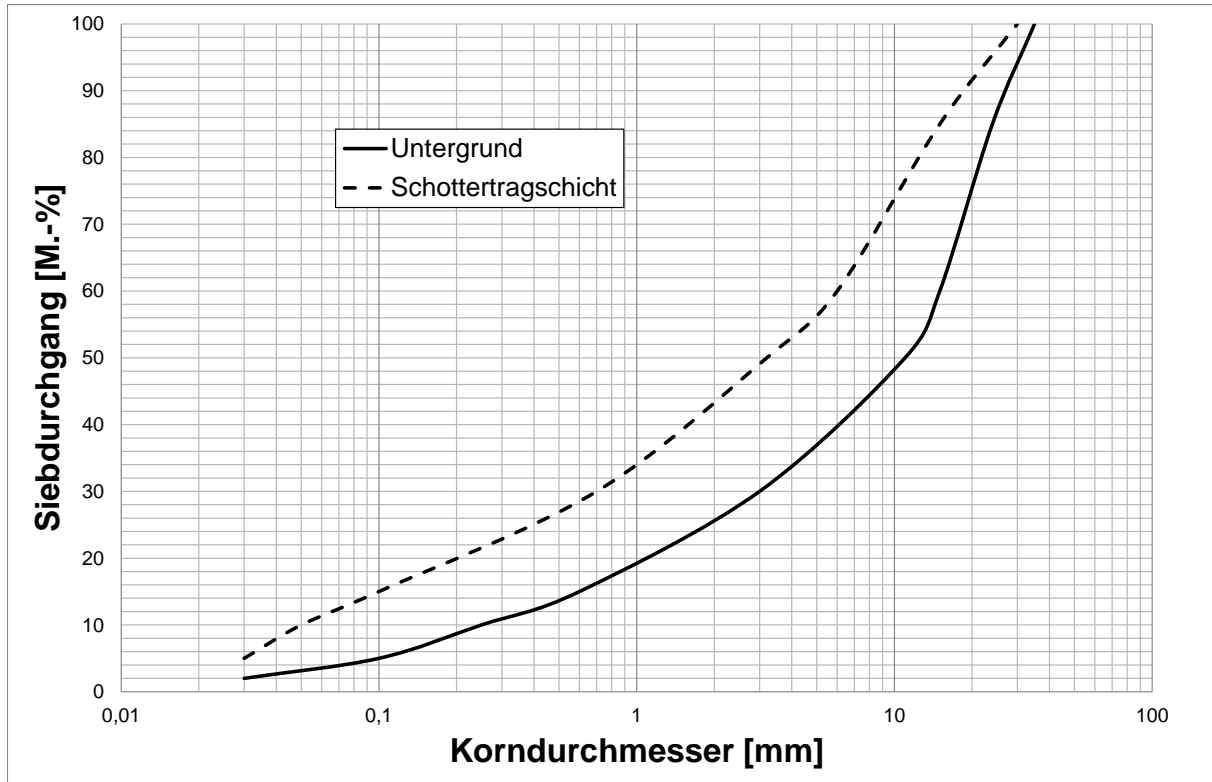
	finanzielle Mittel	Trassenführung	Naturschutz	Summe	Rang
<b>Trasse 1</b>	84,0	48,6	46,5	179,1	1
<b>Trasse 2</b>	92,4	43,2	37,2	172,8	3
<b>Trasse 3</b>	79,8	45,9	52,7	178,4	2

**Tabelle 5: Diskontierte Teilnutzwertmatrix Gewichtungskonzept C**

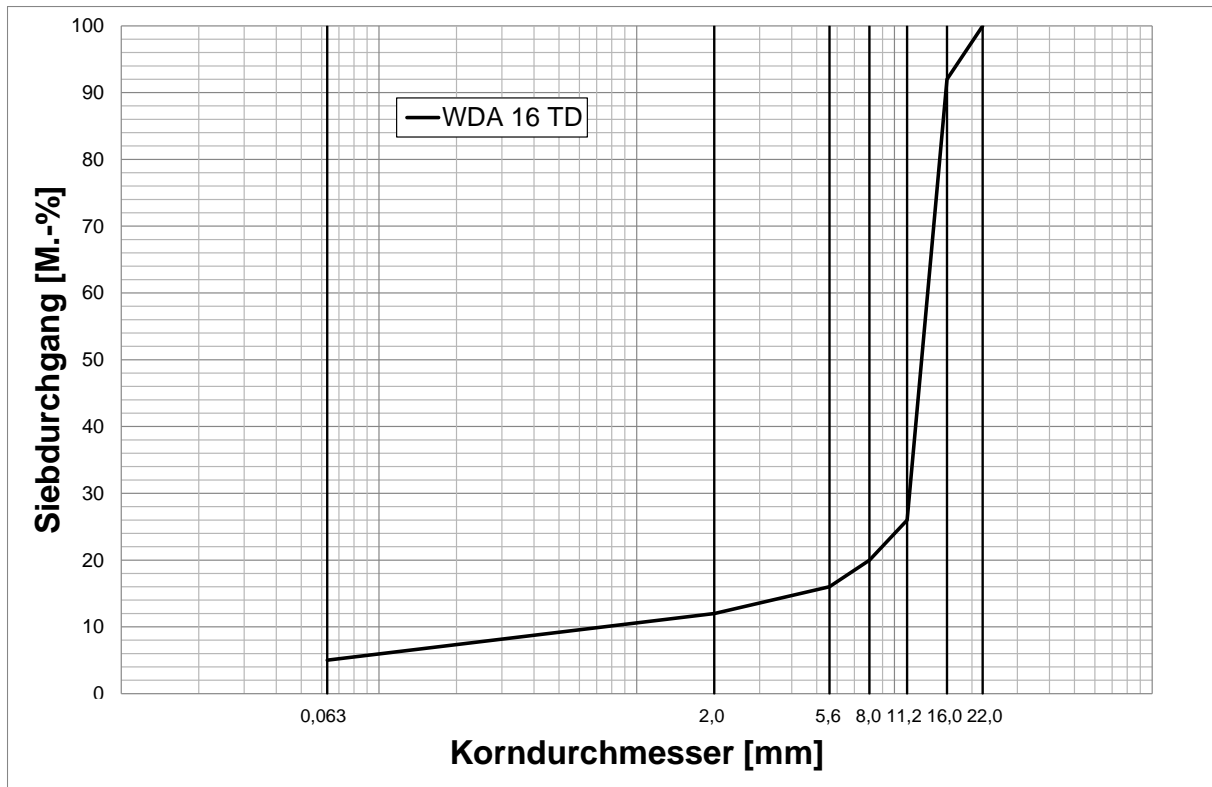
	finanzielle Mittel	Trassenführung	Naturschutz	Summe	Rang
Trasse 1					
Trasse 2					
Trasse 3					

- a) Berechnen Sie die diskontierte Teilnutzwertmatrix für das Gewichtungskonzept C und tragen Sie die Ergebnisse in Tabelle 5 ein.
- b) Ist das Ergebnis der Nutzwertanalyse als stabil oder instabil anzusehen und woran lässt sich dies feststellen?
- c) Um welche Art von Sensitivitätsbetrachtung handelt es sich hier?

- a) Führen Sie den Nachweis der Filterstabilität zwischen Schottertragschicht und Untergrund (siehe folgende Korngrößenverteilungen). Überprüfen Sie dazu die Durchlässigkeit der beiden Schichten sowie die Sicherheit gegen Erosion nach DIN 18035-5.



- b) Als Asphaltbefestigung wird eine Tragdeckschicht WDA 16 TD angeordnet. Dazu erhalten Sie folgende Informationen:
- Bitumen 25/55-55 A
  - Bindemittelgehalt: 4,8 M.-%
  - Anteil der gebrochenen Gesteinsoberflächen: 100 %
  - Schlagzertrümmerungswert: 22
  - Fließkoeffizient der feinen Gesteinskörnung: 38
  - folgende Korngrößenverteilung



Überprüfen Sie, ob die Anforderungen an eine WDA 16 TD eingehalten werden.

Ihnen sind die folgenden temperatur- und frequenzabhängigen E-Moduln von zwei Asphalten gegeben.

Variante A			Variante B		
Temperatur	Frequenz	E-Modul	Temperatur	Frequenz	E-Modul
[°C]	[Hz]	[MPa]	[°C]	[Hz]	[MPa]
-10	1	32042	-20	10	32140
-10	10	33120	-10	10	29022
+10	1	15120	0	10	22227
+10	10	16410	10	10	13461
+30	1	2522	20	10	10461
+30	10	3242	30	10	8880

- a) Berechnen Sie für jede Temperatur / Frequenz-Kombination den Abszissenwert für eine Hauptkurve  $\log(\alpha_T \cdot f)$ .
- Nehmen Sie für den Quotienten  $E_a / R$  den Wert 25000 an. Die absolute Referenztemperatur beträgt 20 °C.
- b) Skizzieren Sie die Messergebnisse und qualitativ die Hauptkurven der beiden Asphalte in Anlage 1.
- c) Bewerten Sie die beiden Asphalte anhand der Hauptkurven.

## Anlage 1:

