

- 2 Wiederverwertung von Asphalt**
- 2.1 Definitionen und Begriffe**
- 2.2 Verbrauch an Primärmaterial,
Abfallentstehung
- 2.3 Merkmale des Primärmaterials
- 2.4 Eigenschaften von Ausbau-
asphalt
- 2.5 Verwertungstechnologien



Asphalt: Baustoff aus dem Bindemittel Bitumen und einem Mineralstoff

Einsatzgebiet: Straßen- und Verkehrsflächen
(Wasserbau, Hochbau)

Verwendung von Naturasphalten bereits seit 3000 v.Chr. in Mörteln und als Straßenbaumaterial...

Anfang der 30er Jahre erstmals Asphalt – Recycling im Mixed – in – plant – Verfahren in Singapur – Stadt

Ausbauasphalt: Sammelbezeichnung für aus Straßen- und Verkehrsflächen zurückgewonnenen Asphalt

Fräsasphalt
durch Fräsen kleinstückig gewonnener
Ausbauasphalt



Quelle: Merkblatt für die Verwertung von
Asphaltgranulat M VAG
Forschungsgesellschaft für Straßen- und
Verkehrswesen 2000

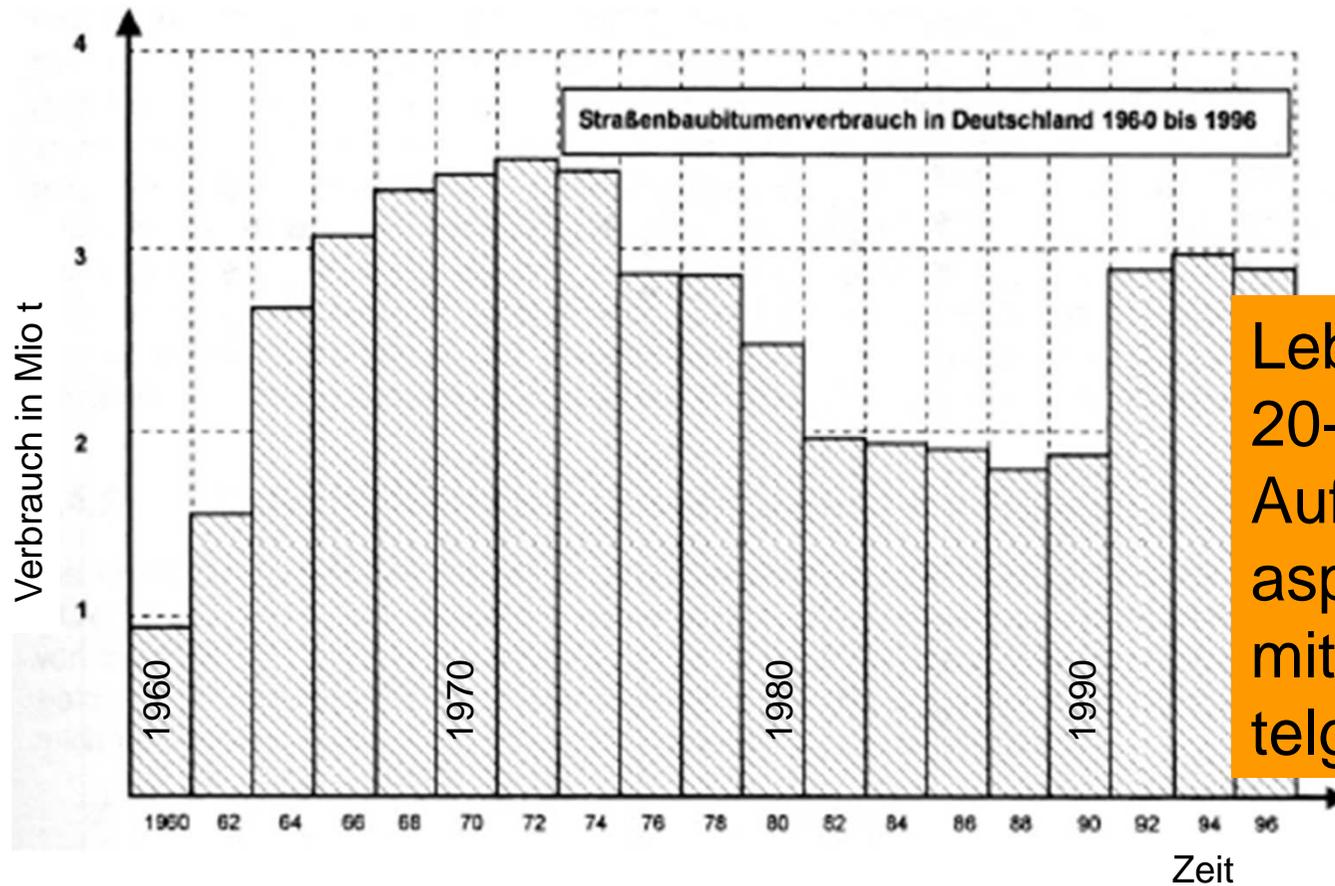
Aufbruchasphalt
durch Aufbrechen und
Aufnehmen in Schollen
gewonnener Ausbauasphalt



- 2 Wiederverwertung von Asphalt
 - 2.1 Definitionen und Begriffe
 - 2.2 Verbrauch an Primärmaterial,
Abfallentstehung
 - 2.3 Merkmale des Primärmaterials
 - 2.4 Eigenschaften von Ausbau-
asphalt
 - 2.5 Verwertungstechnologien

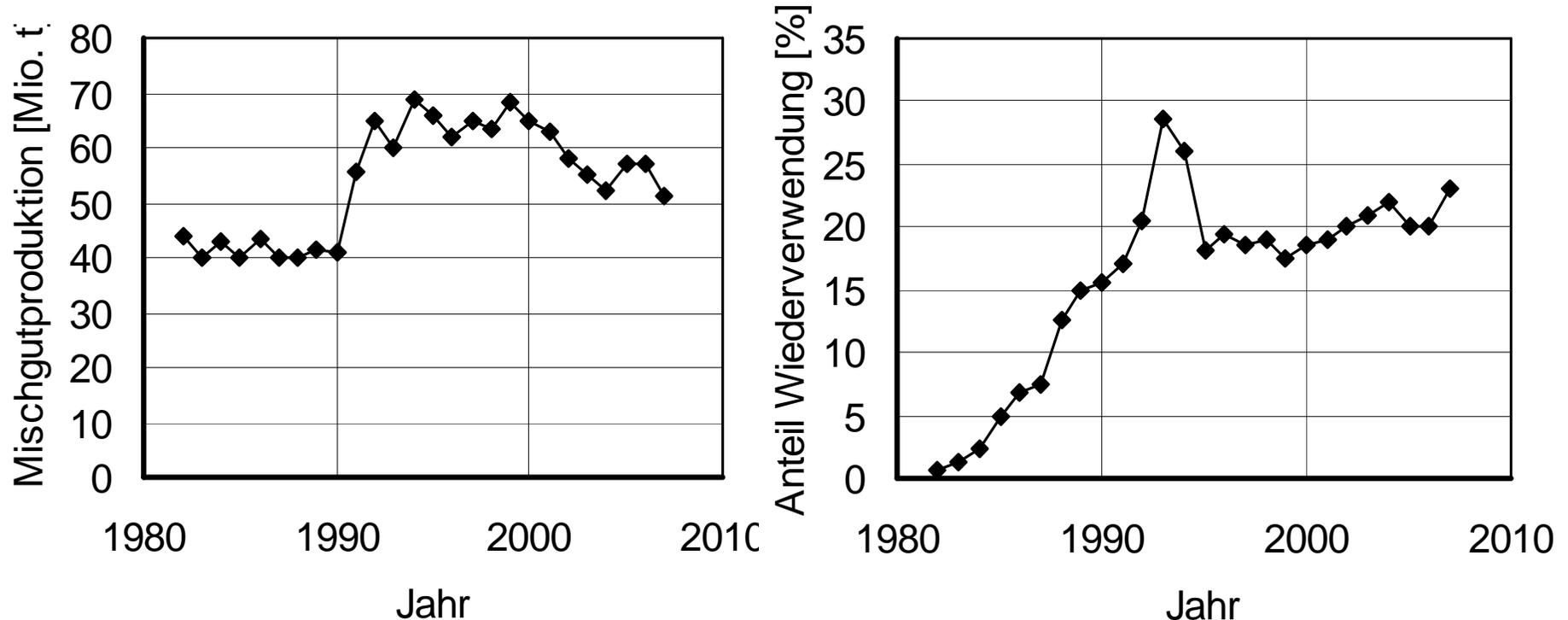


Bitumenverbrauch in Deutschland von 1960 bis 1996



Lebensdauer:
20-30 Jahre
Aufkommen Ausbau-
asphalt: 14 Mio. t mit
mittlerem Bindemit-
telgehalt von 5 %

Asphaltproduktion in Deutschland von 1980 bis 2007 und Anteil von Ausbauasphalt an der Mischgutproduktion

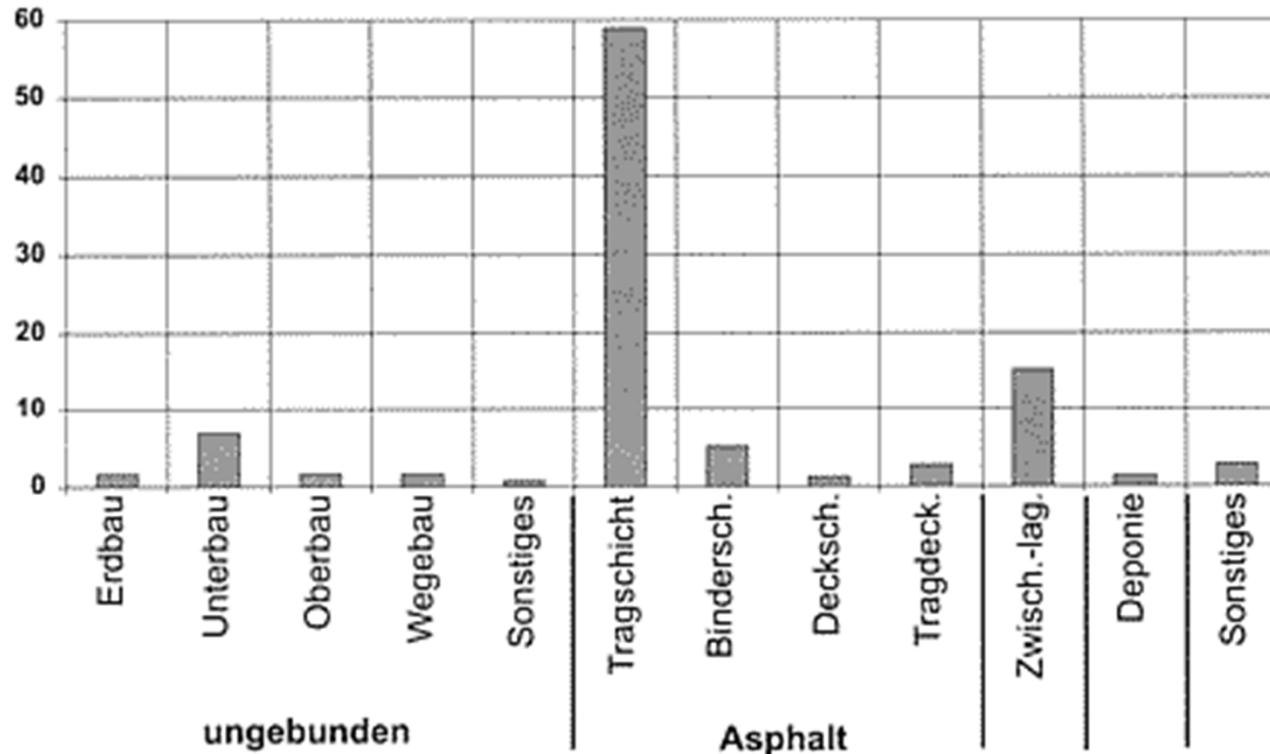


Vorlesung D/Kapitel 2: Asphalt

Einsatzgebiete von RC-Asphalt

Menge an Ausbauasphalt:
 14 Mio.t.
 Verwertete Menge:
 12,04 Mio. t
 Recyclingquote:86 %

Einsatzgebiete von Ausbauasphalt	Menge [Mio. t]
Tragschichten	8,4
Deckschichten	0,14
Sonstige Verwertungen	3,5
Zwischenlagerung	2,0



Dröge, CH.; Straße + Autobahn
 (2001), H. 5, S. 251-255.

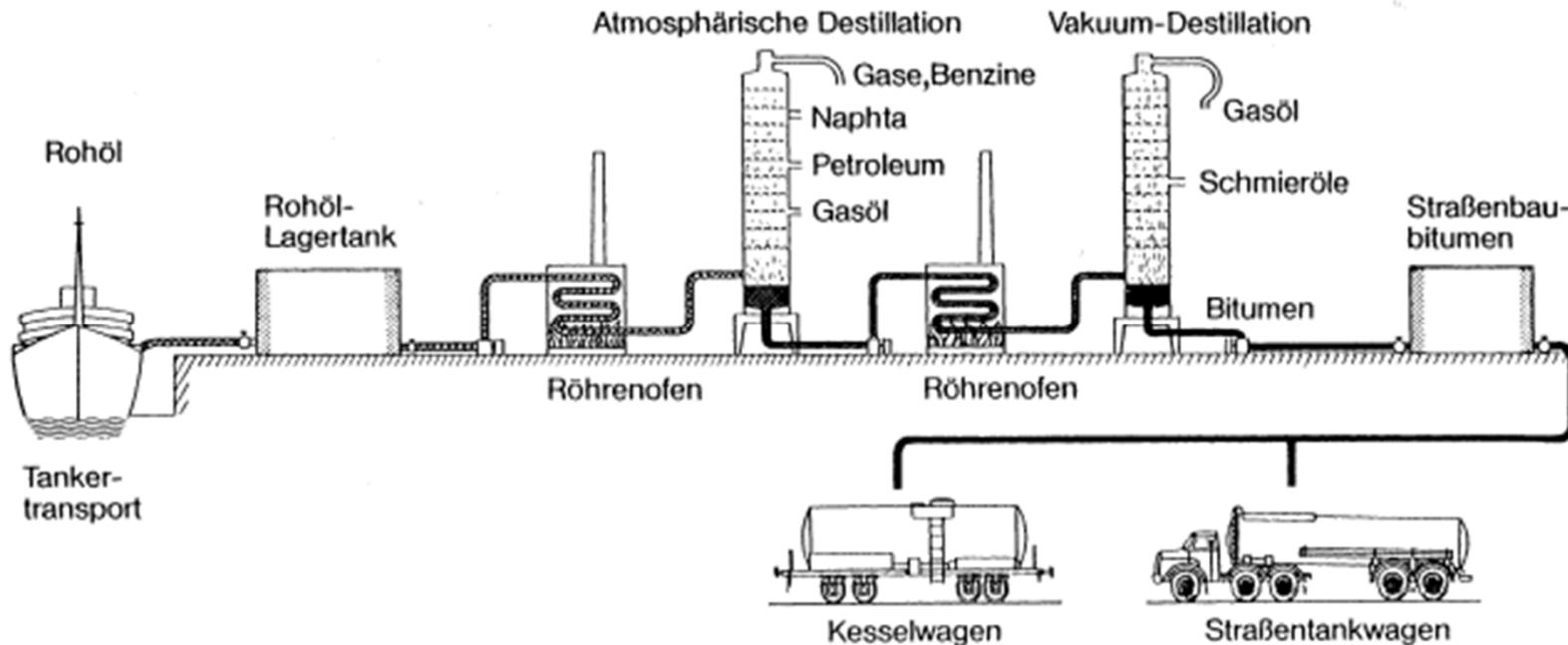
Heinz Pätzold; Wiederverwendung
 von Asphalt; FH Hannover;
 Fachbereich Bauingenieurwesen
 Oktober 1997

- 2 Wiederverwertung von Asphalt
 - 2.1 Definitionen und Begriffe
 - 2.2 Verbrauch an Primärmaterial, Abfallentstehung
 - 2.3 Merkmale des Primärmaterials**
 - 2.4 Eigenschaften von Ausbauasphalt
 - 2.5 Verwertungstechnologien



Asphalt: Kompositmaterial aus dem Bindemittel Bitumen sowie aus groben und feinen Gesteinskörnungen einschließlich von Füllern.

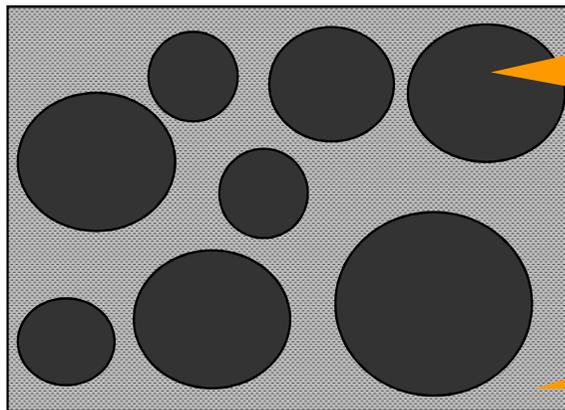
Herstellung von Bitumen aus Erdöl durch Vakuumdestillation



Quelle: Lehrstuhl für Baustoffkunde -Prof. P. Schießl, Umdruck Teil H – Bitumen und Asphalt, 2008.

Chemische Zusammensetzung

Kolloidale Systeme aus ketten- oder ringförmigen, aliphatischen Kohlenwasserstoffen verschiedener Größe



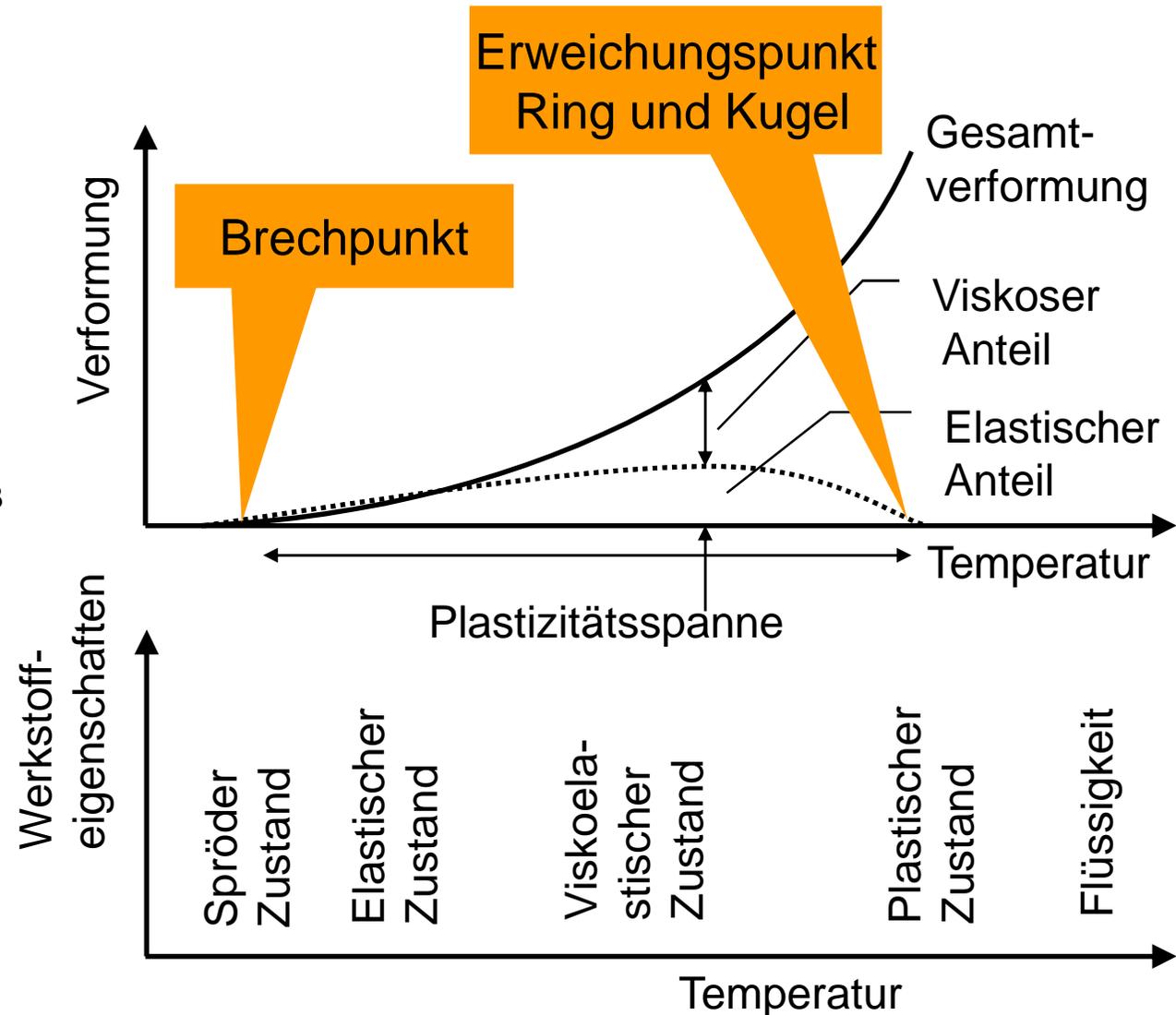
Disperse Phase: Hochmolekulare Verbindungen zu Asphalt-Micellen mit Molekularmassen von bis zu 100.000 agglomeriert

Dispersionsmittel: intercellare Maltenphase
Molekularmasse 500-1.000

Eigenschaftsbeeinflussung durch 3-5 % Polymerzugabe
→ Polymermodifiziertes Bitumen (PmB)

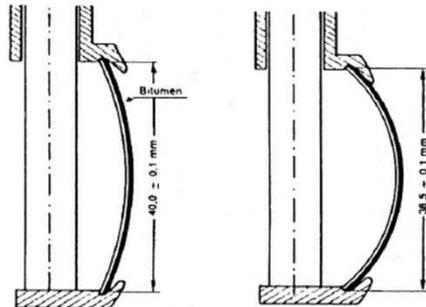
Vorlesung D/Kapitel 2: Asphalt

- Aggregatzustand: fest bis flüssig in Abhängigkeit von Zusammensetzung und Temperatur
- Rohdichte: 1,01 bis 1,07 kg/dm³
- Thermoplastisches Verhalten

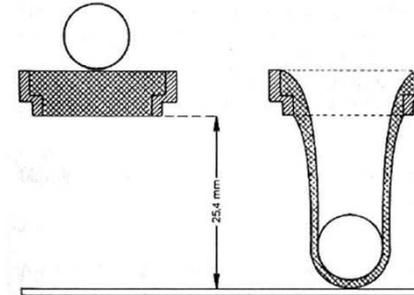


Klassifizierung von Bitumen nach Härte und Konsistenz

Brechpunkt:
 Temperatur für den Übergang
 vom zähplastischen zum festen
 Zustand



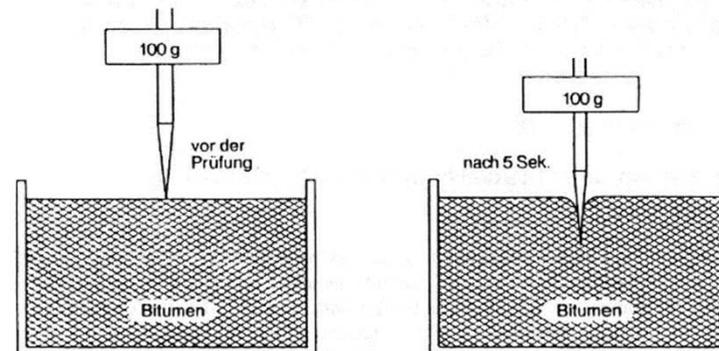
Erweichungspunkt Ring und Kugel:
 Temperaturspanne für den
 Übergangsbereich vom festen
 zum flüssigen Aggregatzustand



	Straßenbaubitumen				
Sorten	B 200	B 80	B 65	B 45	B 25
Erweichungspunkt RuK [°C]	37-44	44-49	49-54	54-59	59-67
Brechpunkt Fraaß max. [°C]	-20	-15	-10	-8	-6

Klassifizierung von Bitumen nach Härte und Konsistenz

- Härte wird anhand der Nadelpenetration beurteilt.



	Straßenbaubitumen				
Sorten	B 200	B 80	B 65	B 45	B 25
Penetration [1/10 mm]	160-210	70-100	50-75	35-50	20-30

Alterung von Bitumen

- Physikalische Alterung durch Verdunstung der leichtflüchtigen Ölanteile
- Chemische Alterung durch Oxidation
- Strukturalterung durch Vergrößerung der Asphaltene

Alle drei Alterungsformen sind irreversibel und begrenzen die mögliche Anzahl der Recyclingzyklen.

Vorlesung D/Kapitel 2: Asphalt

- 2 Wiederverwertung von Asphalt
 - 2.1 Definitionen und Begriffe
 - 2.2 Verbrauch an Primärmaterial, Abfallentstehung
 - 2.3 Merkmale des Primärmaterials
 - 2.4 **Eigenschaften von Ausbauasphalt**
 - 2.5 Verwertungstechnologien



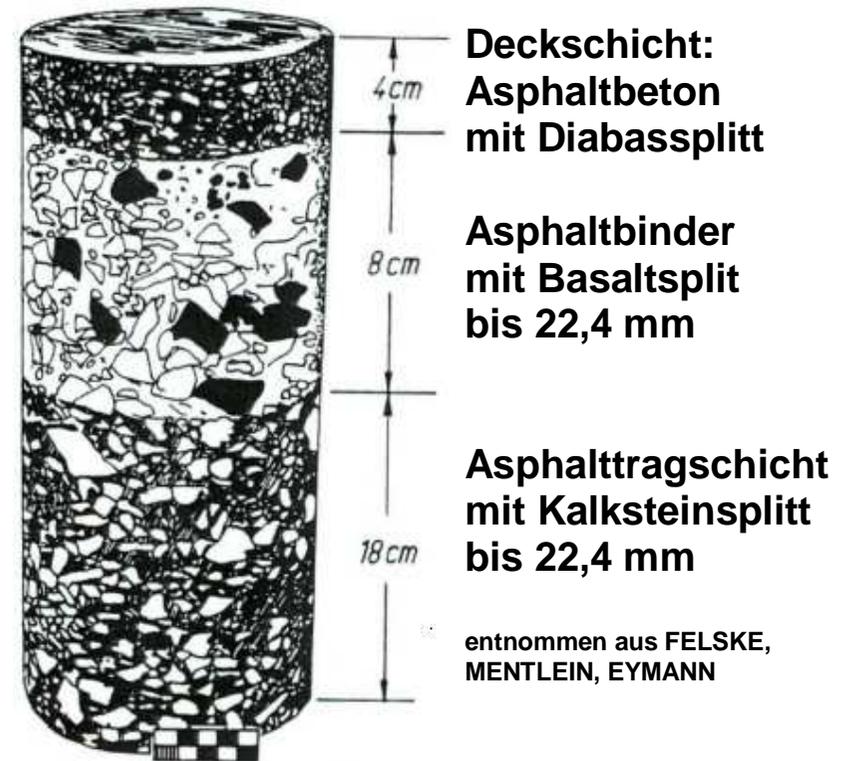
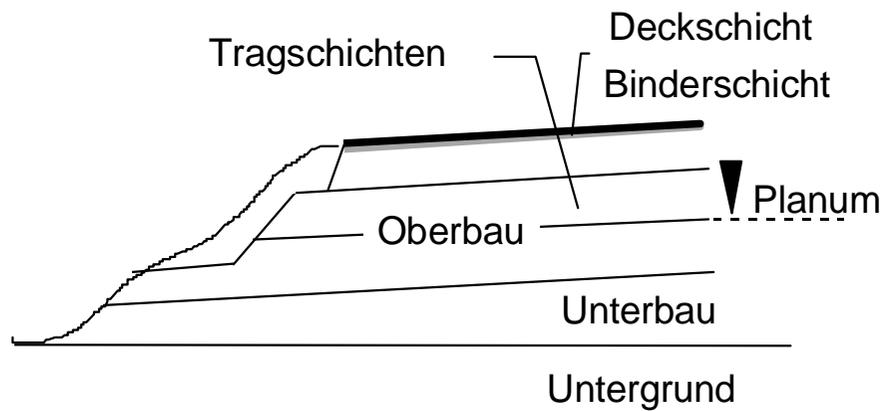
Für das Recycling notwendige Informationen

- Herkunft
- bei der ersten Verwendung im Asphalt enthaltenen Stoffe
- Bestehen einer Güteüberwachung bei der ersten Anwendung
- Ergebnisse früherer Eignungs-, Eigenüberwachungs- oder Kontrollprüfungen

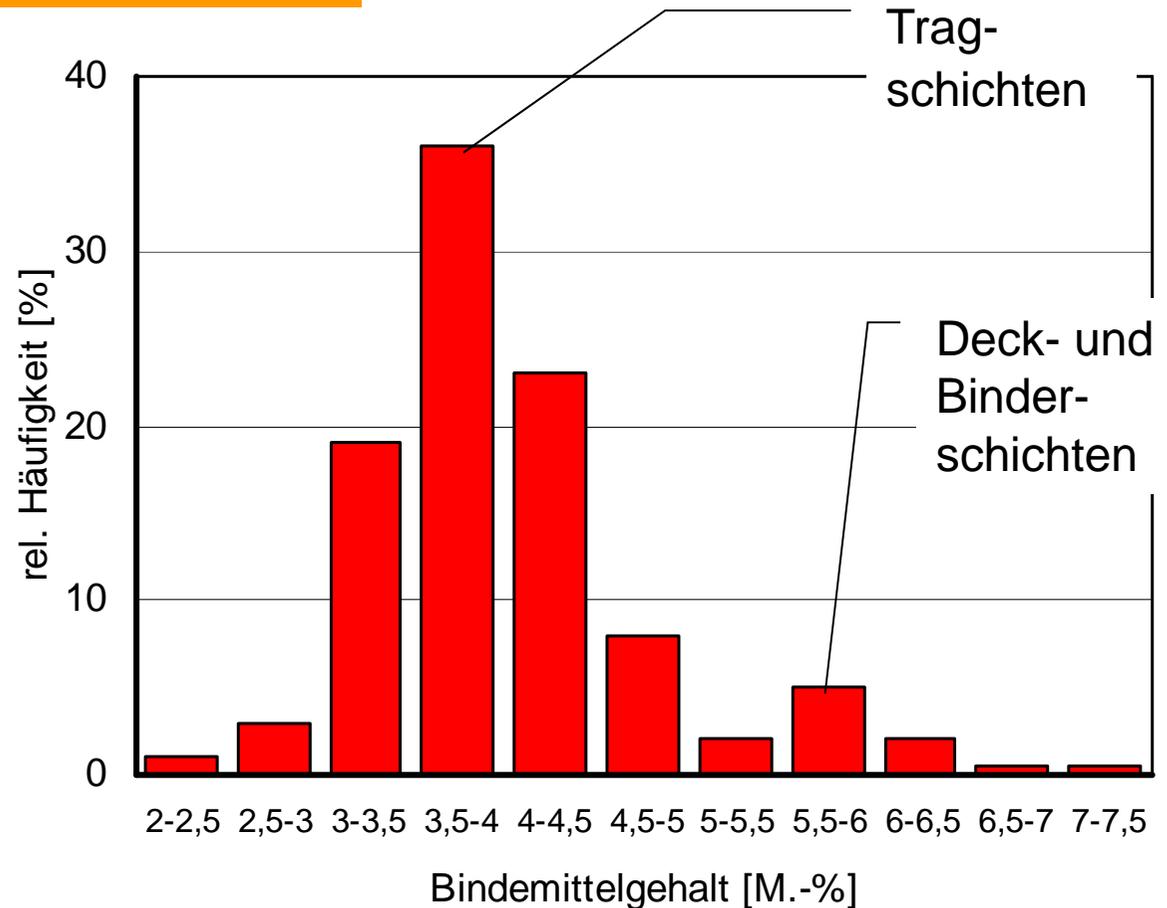
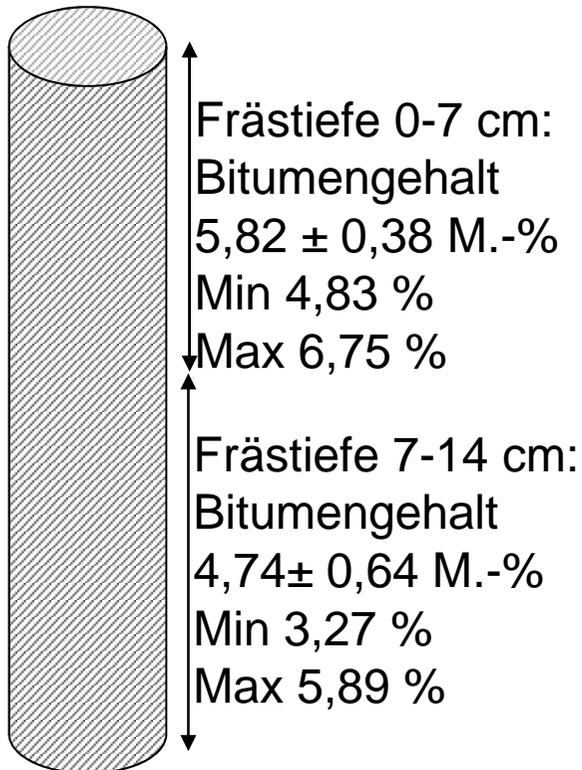
Qualitätsparameter	Schwankungsbreite	Umweltverträglichkeit
Aus welcher Schicht stammt der Ausbauasphalt ?	Spannweiten – Bindmittelgehalt, – Erweichungspunkt Ru.K – Kornanteile < 0,09 mm; 0,09 - 2 mm, > 2 mm)	Bitumen oder Pech?
Bitumengehalt		
Verformungsverhalten		
Korn- bzw. Stückgrößenverteilung		

Vorlesung D/Kapitel 2: Asphalt

Aus welcher Schicht stammt der Asphaltaufbruch ?



Wie hoch ist der Bitumengehalt ?

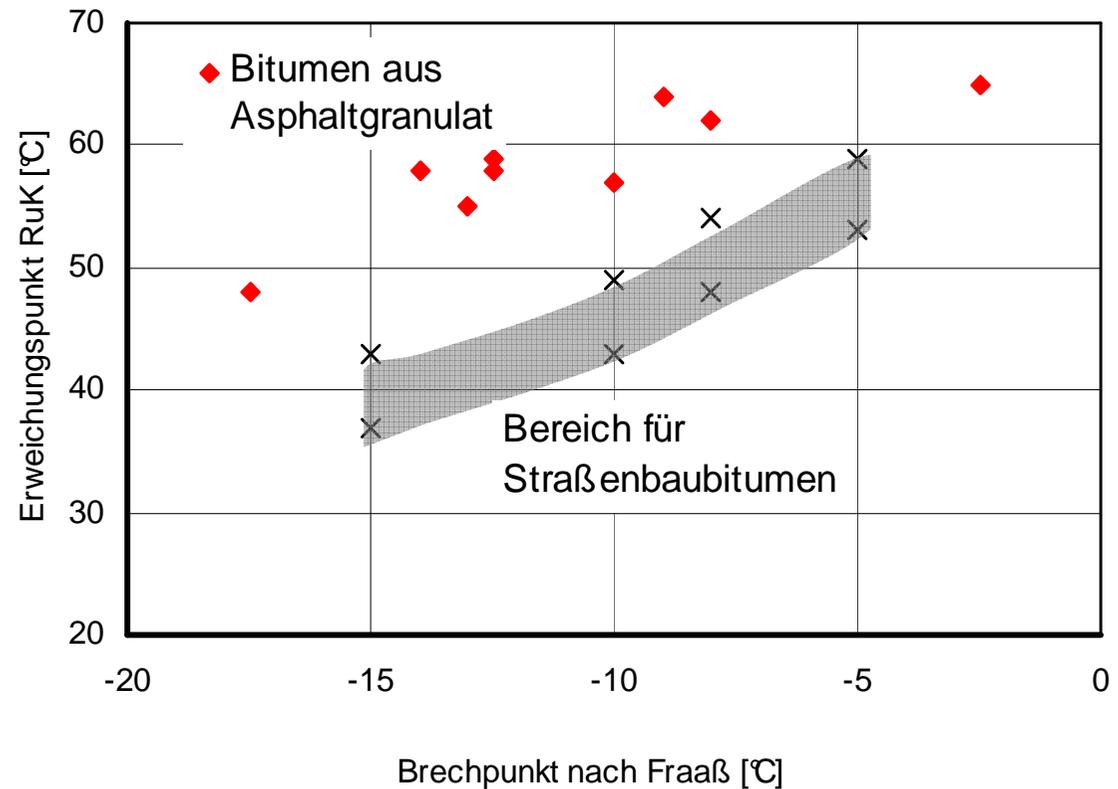
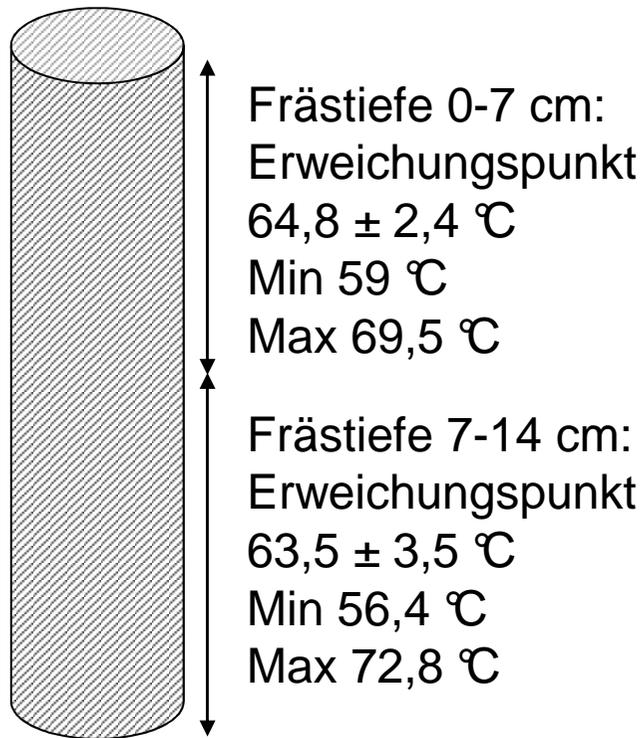


Quellen:

Bellin, P.; Rode, F.: Straße und Autobahn (1985), H. 7, S. 27-276

Roggenbruck, H.; Neumann, H.; Heide, W.: Straße und Autobahn (1986), H.4, S.131-139.

Erlaubt das Verformungsverhalten den Wiedereinsatz ?



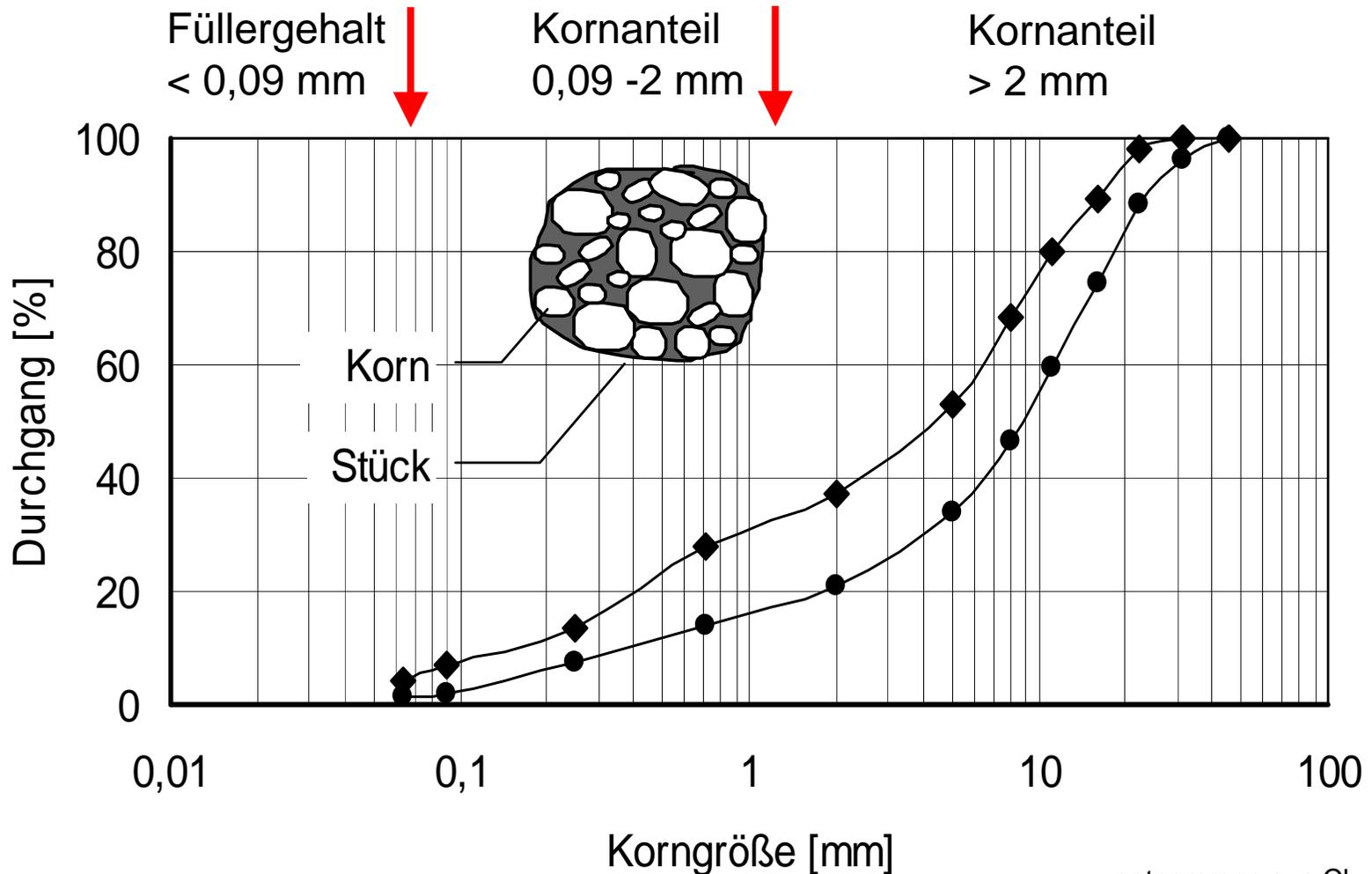
Quellen:

Bellin, P.; Rode, F.: Straße und Autobahn (1985), H. 7, S. 27-276.

Bellin, P.; Tappert, A.: Straße und Autobahn (1988), H.8, S.300-306.

Roggenbruck, H.; Neumann, H.; Heide, W.: Straße und Autobahn (1986), H.4, S.131-139.

Wie ist die Korn- bzw. Stückgrößenverteilung ?



Sind Fremdstoffe enthalten ?

Wie hoch ist der Wassergehalt ?

Welche Schwankungsbreite weisen die Eigenschaften auf ?

Gibt es Einschränkungen aus umwelttechnischer Sicht ?

Unterscheidung zwischen Bitumen und Pech

- Bitumen enthält keine umweltschädigen Bestandteile.
Gehalt an Benzo(a)pyren 1 bis 5 ppm.
- Umweltgefährdungen gehen von Pech (früher Teer) aus.
Gehalt an Benzo(a)pyren 5000 bis 10000 ppm.

Vorlesung D/Kapitel 2: Asphalt

Straßenpech	Bitumen
Herkunft	
Verkokung von Steinkohle → Steinkohlenrohteer Fraktionierte Destillation → Steinkohlenteeröle + Steinkohlenteerpech	Fraktionierte Destillation von Erdöl bei 350 °C
Chemische Zusammensetzung	
Kolloidale Systeme von Kohlenwasserstoffen verschiedener Größe	
Ringförmige, aromatische Verbindungen unter unterschiedlichen Kondensationsgrads	Ketten- oder ringförmige, aliphatische Verbindungen
Umweltrelevanz	
Enthält polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe und Phenole → kanzerogen bzw. giftig	Keine Schadstoffe enthalten
Verwendung nach TRGS (Technische Regeln für Gefahrstoff) verboten	
Ab 1987 nicht mehr im Einsatz	
Grenzwert für Benzo (a) pyren < 50 mg / kg	

Vorlesung D/Kapitel 2: Asphalt

Benzol	Phenol	PAK
C_6H_6 	C_6H_5OH	Polycyclische aromatische Kohlenwasser- stoffe, z.B. Benzo(a)pyren $C_{20}H_{12}$
Flüssigkeit	Feststoff	Feststoff
Luftschadstoff	Wasserschad- stoff	Wasserschad- stoff
kanzerogen, erbgut- verändernd	giftig	kanzerogen, erbgut- verändernd

Aromaten: zyklische organische Verbindungen mit einer bestimmten Struktur.

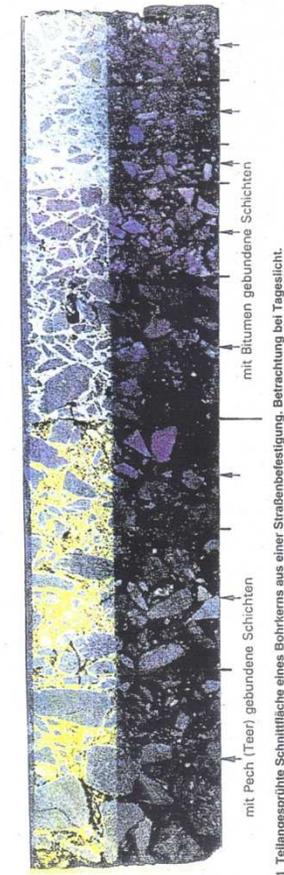
Aliphate: (un)verzweigte ketten- oder ringförmige chemische Verbindungen. Komplementäre Klasse zu den Aromaten, d.h. alle organischen Verbindungen, die nicht aromatisch sind, sind automatisch *aliphatisch*.

Unterscheidung zwischen Bitumen oder Straßenpech

- Auswertung von Bauunterlagen. Straßenpech bis 1987 eingesetzt als Tränkspritzung, in Teersand, als Bitumen-Teergemisch in Trag-, Binder- und Deckschichten, als PVC-Teer für heiß gespritzte Oberflächenbehandlungen, als Teerschlämme für Antipetrolbeschichtungen

Schnelltests zur Erkennung von Pech im Asphalt

1. Teerschnellerkennungspistole: nicht zuverlässig
2. Lackansprühtest: Probe mit weißem, lösemittelhaltigem Lack besprühen; Diffusion von PAK in die Lackschicht führt zur Gelbfärbung nach ca. 30 sec



Farbspray zur Erkennung von mit Straßenpech gebundenem Asphalt

entnommen aus Chwalek

3. Teerschnellerkennungslampe: Probe wird mit UV-Licht bestrahlt; PAK zeigt Fluoreszenz
4. Kombination von 2 und 3, aber mit farblosem Lack; Nachweisgrenze bei ca. 50 mg PAK/kg Ausbauasphalt
5. Sublimierverfahren: Probe wird in einem Kolben erhitzt, frei werdender Dampf kondensiert auf wassergefülltem Kolben, Niederschlag aus weißen bis gelblichen Kristallen zeigt PAK an; Nachweisgrenze bei 20 mg PAK/kg Ausbauasphalt

**Grenze für nicht verunreinigten Asphalt:
25 mg PAK/kg Ausbauasphalt**

Vorlesung D/Kapitel 2: Asphalt

	Nachweis des PAK-Gehalts im Asphalt	
Methode	Halbquantitative Messungen mittels Dünnschichtchromatographie (DC) mit Fluoreszenzdetektion	Quantitative Messungen mittels Hochleistungsflüssigkeitschromatographie (HPLC)
Nachweisgrenze	500 mg PAK/kg Bindemittel bzw. 25 mg PAK/kg Ausbauasphalt	200 mg PAK/kg Bindemittel bzw. 10 mg PAK/kg Ausbauasphalt

Das Vorliegen von nicht verunreinigtem Asphalt mit ≤ 25 mg PAK/kg Ausbauasphalt kann nur mit HPLC nachgewiesen werden.

Vorlesung D/Kapitel 2: Asphalt

- 2 Wiederverwertung von Asphalt
- 2.1 Definitionen und Begriffe
- 2.2 Verbrauch an Primärmaterial,
Abfallentstehung
- 2.3 Merkmale des Primärmaterials
- 2.4 Eigenschaften von Ausbau-
asphalt
- 2.5 Verwertungstechnologien**



Verfahren für den Wiedereinsatzes von Ausbauasphalt

In place

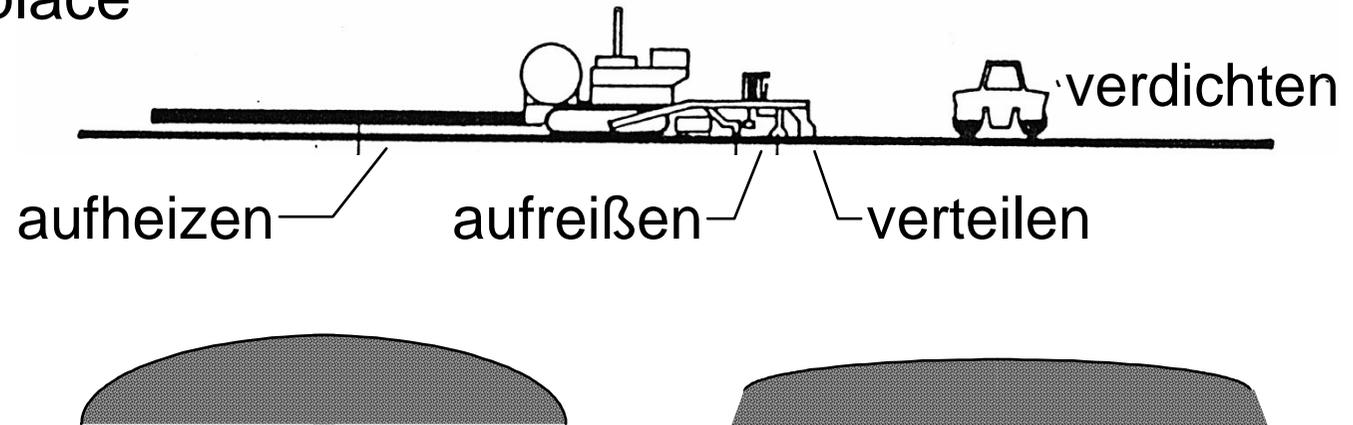
- Ausbauasphalt wird ohne oder mit zusätzlichem Mischgut verarbeitet.
- Mögliche Qualitätsverbesserung ist begrenzt.
- Drei Verfahren
 - Reshape
 - Repave
 - Remix

In plant

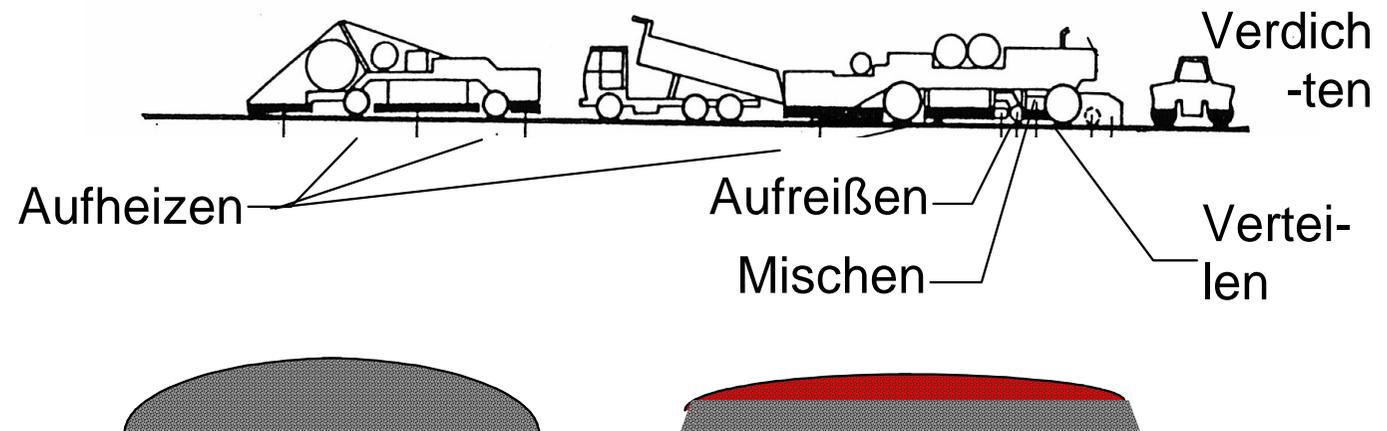
- Ausbauasphalt kann gezielt mit zusätzlichem Mischgut verarbeitet werden.
- Asphalt mit hoher Qualität kann hergestellt werden.
- Chargen- und Durchlaufverfahren

Recycling in place

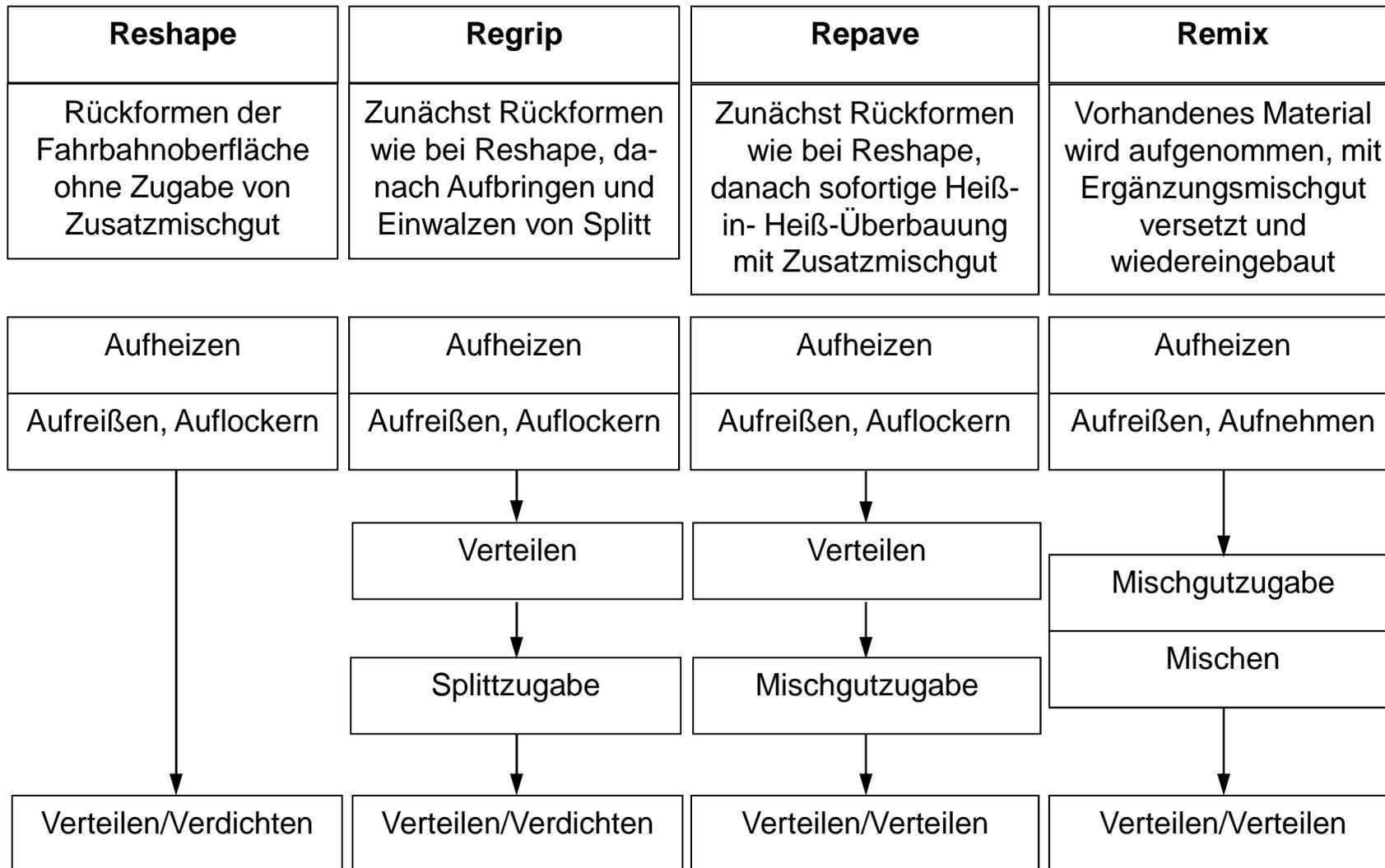
Reshape (1):
 Rückformen
 ohne Zugabe
 von zusätz-
 lichem Material



Remix (3):
 Rückformen
 mit Zugabe
 von zusätz-
 lichem Material



Recycling in place



Voraussetzungen für das Recycling in place

- ausreichende Homogenität des wiederzuverwendenden Asphalts
- keine extremen Verhärtungen des Bitumens infolge Alterung, der Erweichungspunkt RuK darf 65 °C bei Walzasphalt bzw. 72 °C bei Gussasphalt nicht überschreiten
- keine Vermischung mit Tragschichtmaterial, d.h. nur für Straßenaufbau mit Binderschichten

Recycling in plant

Anforderungen an das Material

- Geeignet ist Asphaltgranulat mit Erweichungspunkt
RuK < 70 °C
- Zugabemöglichkeit hängt von vorgesehenem Einsatz und
Herkunft ab
- Zugabemenge hängt ab von der Gleichmäßigkeit des
Asphaltgranulats, der Verarbeitungstechnologie und dem
vorgesehenen Einsatz

Zugabemöglichkeiten in Abhängigkeit von der Herkunft und dem vorgesehenen Einsatz

Asphaltgranulat aus	Zugabemöglichkeit zu Mischgut für					
	Gussasphalt	Walzasphalt-deckschicht	Asphaltbinder-schicht	Asphalttrag-schicht	Asphalttragdeck-schicht	Asphaltfundations-schicht
Gussasphalt	++	○	○	○	○	○
Walzasphalt-deckschicht	-	++	++	+	+	+
Deck- und Binderschicht	-	-	++	+	+	+
Binderschicht	-	-	++	+	+	+
Trag- und Tragdeckschicht	-	-	-	++	○	+
Foundationsschicht	-	-	-	○	-	++

++ vorrangig + bedingt möglich ○ bedingt möglich nach Prüfung
- nicht möglich

Quelle: Merkblatt für die Verwertung von Asphaltgranulat M VAG
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen 2000

Zugabemenge in Abhängigkeit von der Gleichmäßigkeit des Asphaltgranulats und dem vorgesehenen Einsatz

Zugabemenge

$$Z_{\text{mög}} = \frac{\text{const} \cdot T_{\text{zul}}}{a_{\text{max}}} \cdot 100$$

$Z_{\text{mög}}$: mögliche Zugabemenge in Masse %

T_{zul} : zulässige Gesamttoleranz
entsprechend ZTV

a_{max} : Spannweite des Merkmals (RuK,
Bindmittelgehalt, Kornanteile < 0,09 mm;
0,09 - 2 mm, > 2 mm)

const = 0,5 für Trag-, Tragdeck- und
Foundationsschichten

const = 0,33 für Deck- und Binderschichten

Vorlesung D/Kapitel 2: Asphalt

Beispiel zur Berechnung der Zugabemenge

Merkmal	RuK	Bindemittel- gehalt	Füllergehalt < 0,09 mm	Kornanteil 0,09-2 mm	Kornanteil > 2 mm
	[°C]	[M.-%]	[M.-%]	[M.-%]	[M.-%]
Probe 1	67,0	5,0	11,6	36,0	52,4
Probe 2	62,0	5,8	13,3	33,2	53,5
Probe 3	64,0	4,8	10,9	28,2	60,9
Probe 4	68,0	6,0	7,9	30,3	61,8
Probe 5	66,0	5,1	14,2	31,7	54,1
Mittelwert	65,5	5,3	11,6	31,9	56,5
Spannweite	6,0	1,2	6,3	7,8	9,4

Zulässige Gesamttoleranzen nach TL Asphalt-StB 07

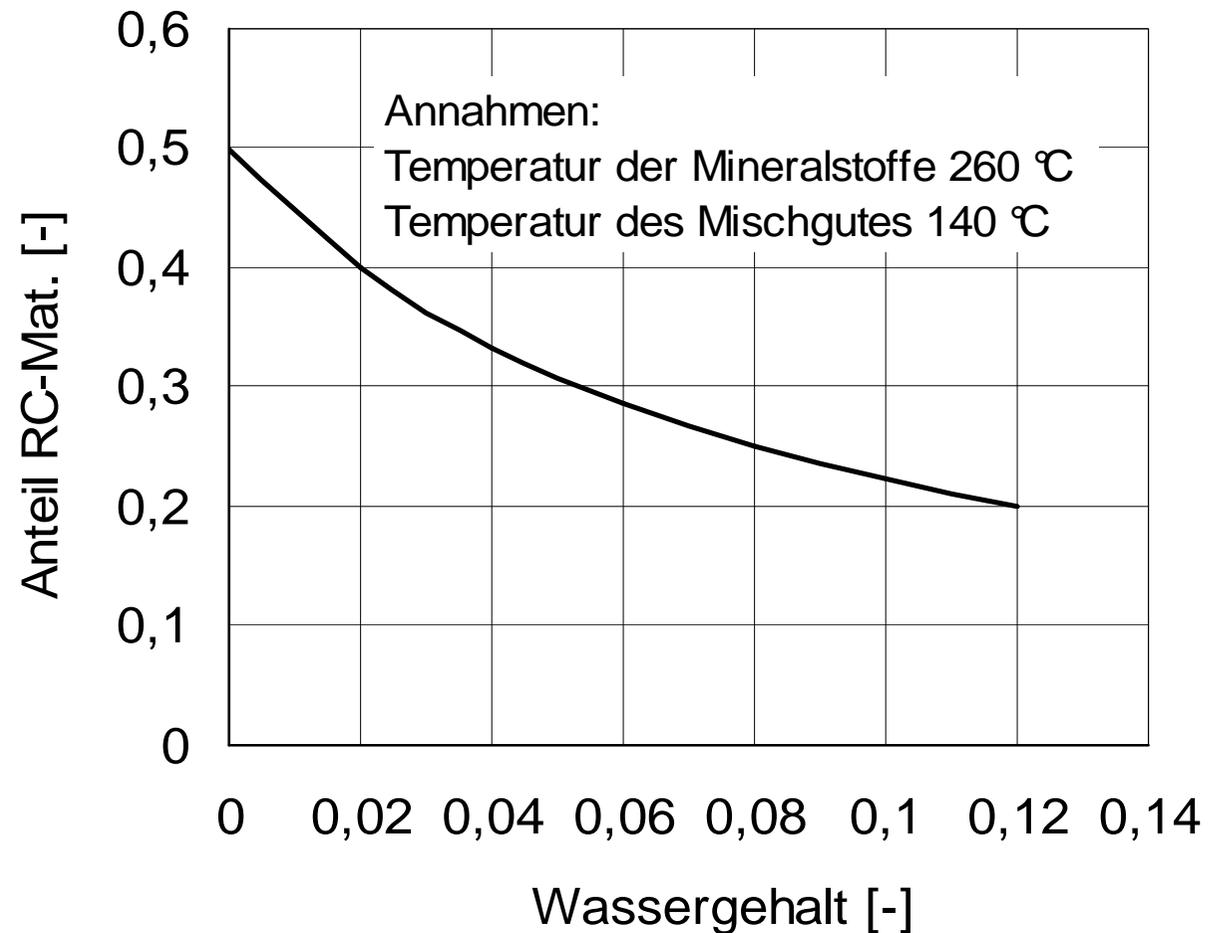
		Zulässige Gesamttoleranz T_{zul}	
		Asphaltemischgut für Deck-, Binder- und Tragdeckschichten	Asphaltemischgut für Tragschichten
Erweichungspunkt Ring und Kugel	[°C]	8	8
Bindemittelgehalt	[M.-%]	1,0	1,2
Kornanteil < 0,09 mm	[M.-%]	6,0	10,0
Kornanteil < 0,09 bis 2 mm	[M.-%]	16,0	16,0
Kornanteil > 2 mm	[M.-%]	16,0	16,0

Ermittlung der Zugabemenge

Anforderungen an die Technologie

- ausreichend Energiezufuhr zur Trocknung des Asphaltgranulats
- schonende Erwärmung des Granulats, um das Bindemittel zu verflüssigen ohne es zu schädigen
- schadlose Ableitung des Wasserdampfes
- homogene Durchmischung von Recycling- und Neumaterial
- ausreichende Einbautemperatur des fertigen Mischguts

Abhängigkeit der Zugabemenge vom Wassergehalt des Asphaltgranulats



Typische Zugabemengen in Abhängigkeit von der Technologie und dem geplanten Einsatz

- Kaltzugabeverfahren: Zugabemengen von ca. 30 %
- Warmzugabeverfahren: Herstellung von Mischgut, das zu 100 % Ausbauasphalt besteht

- Zugabemengen von 45 bis 50 % in Asphalttragschichten
- Zugabemengen von 10 bis 30 % in Binder- und Deckschichten

Mischanlage für Asphalt

Mischturm mit Fünfdeck-Siebmaschine

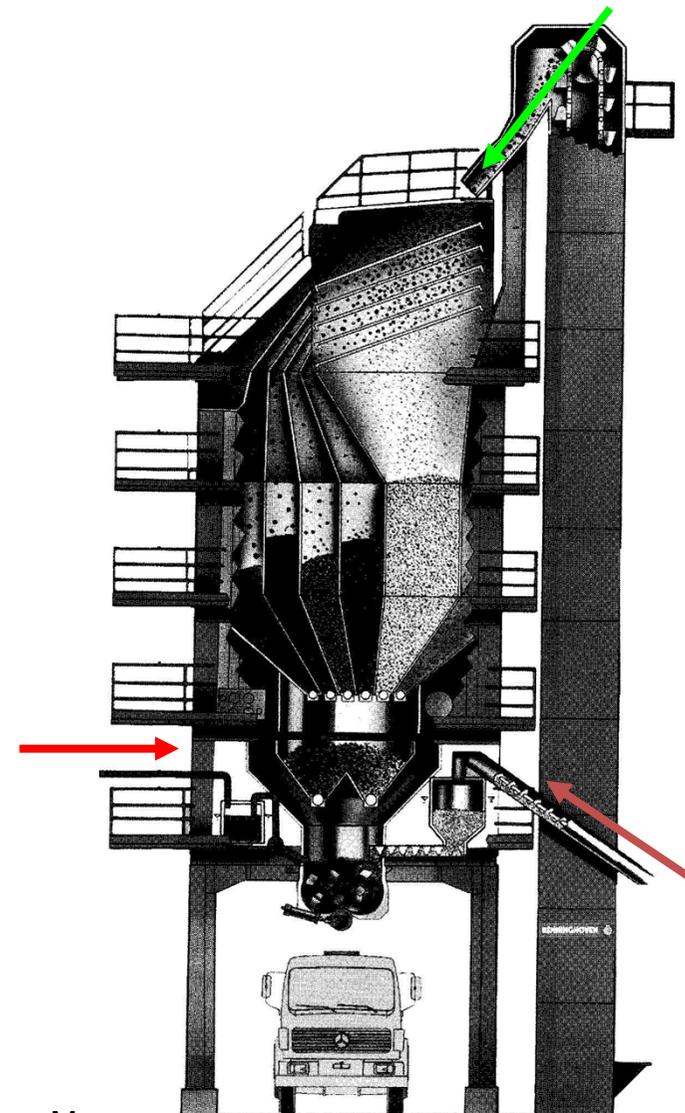
Doppelfrequenz-Siebmaschine mit bis zu 6 Siebdecks

→ vordosierte Mineralstoffe mit Aufgabetemperatur bis 350 °C

→ Füllerzugabe

→ Bitumenzugabe

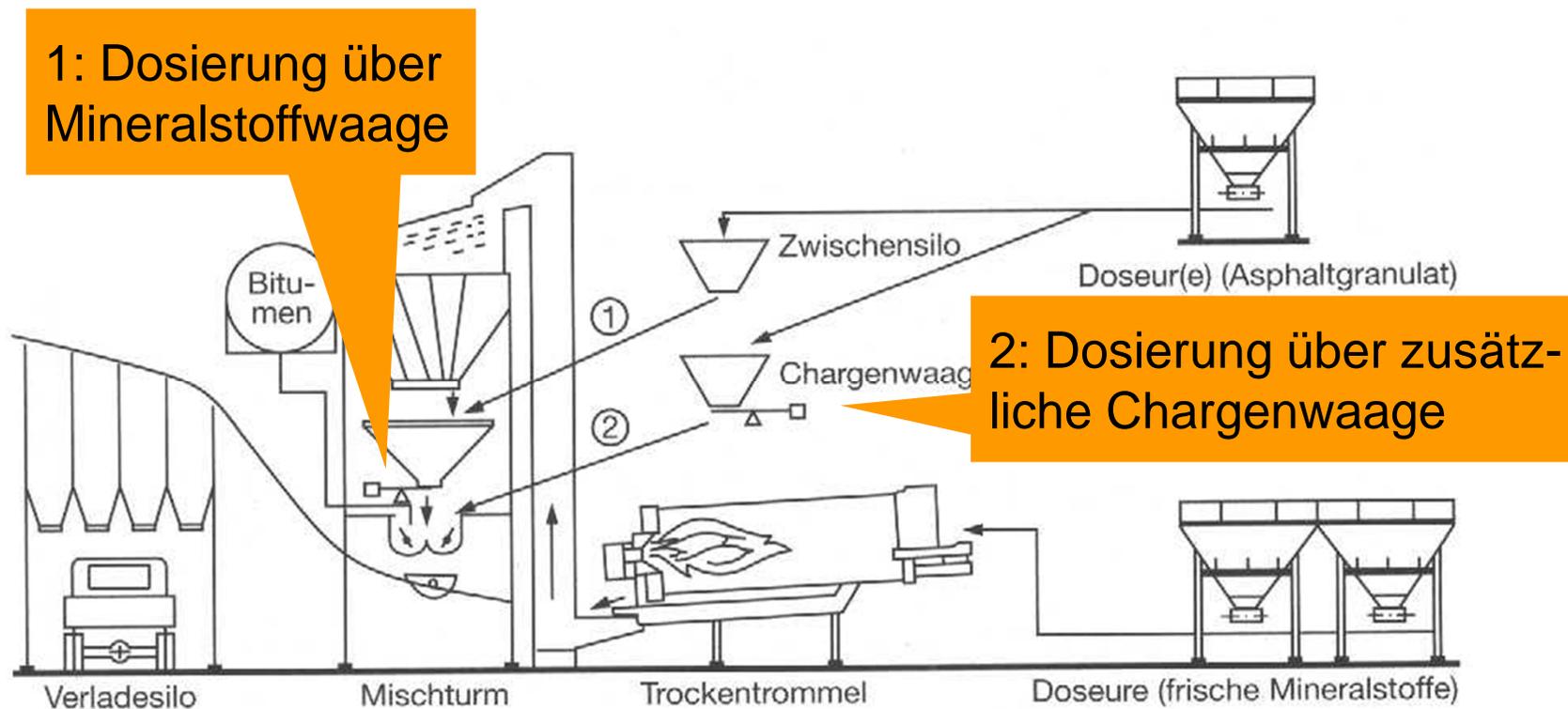
Siebmaschinengehäuse, Mischtaschen, Zwischensilo isoliert



Vorlesung D/Kapitel 2: Asphalt

Fließschema einer Chargenmischanlage mit chargenweiser Zugabe von Asphaltgranulat

Erwärmung des Asphaltgranulats durch die heißen Mineralstoffe



Vorlesung D/Kapitel 2: Asphalt

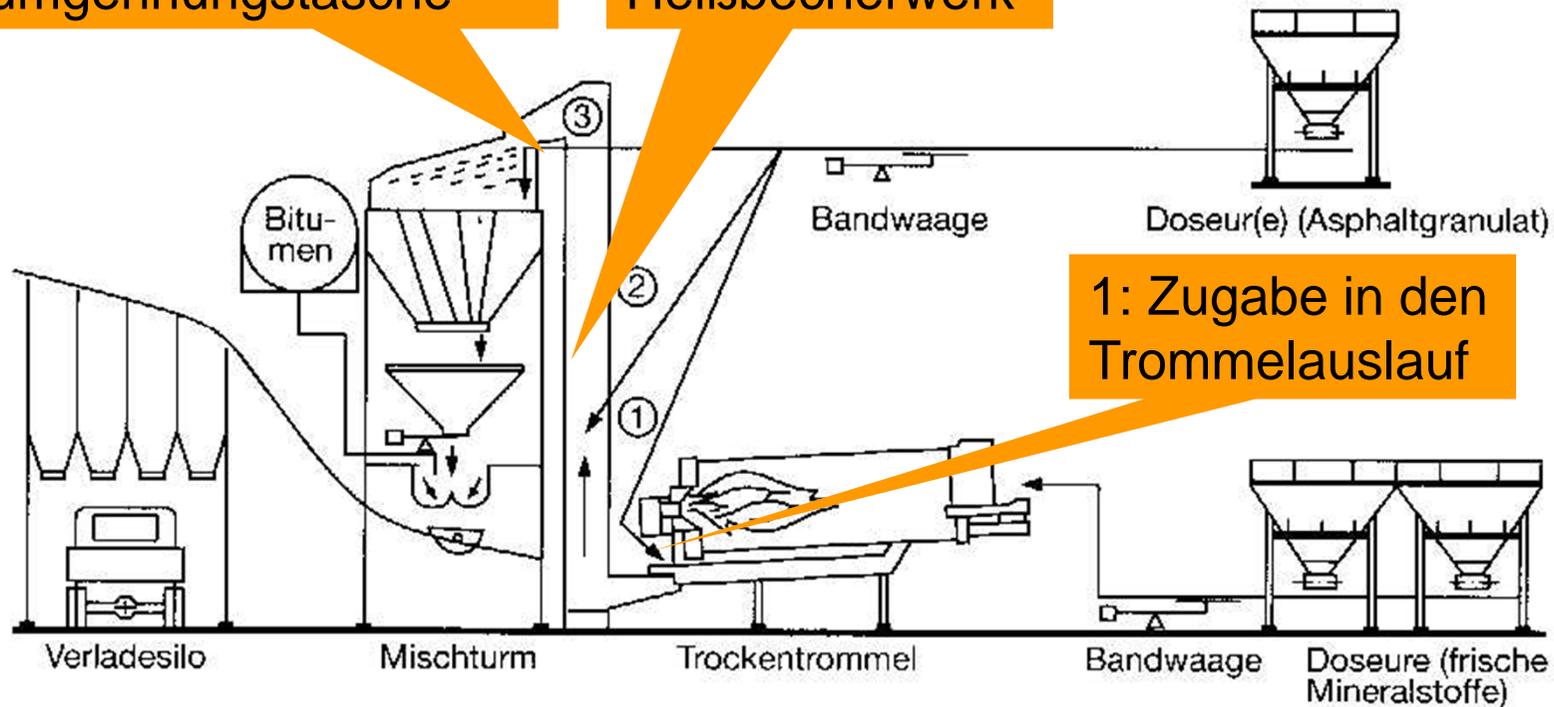
Fließschema einer Chargenmischanlage mit kontinuierlicher Zugabe von Asphaltgranulat

Erwärmung des Asphaltgranulats durch die heißen Mineralstoffe

3: Zugabe in die Siebumgehnungstasche

2: Zugabe in das Heißbecherwerk

1: Zugabe in den Trommelauslauf

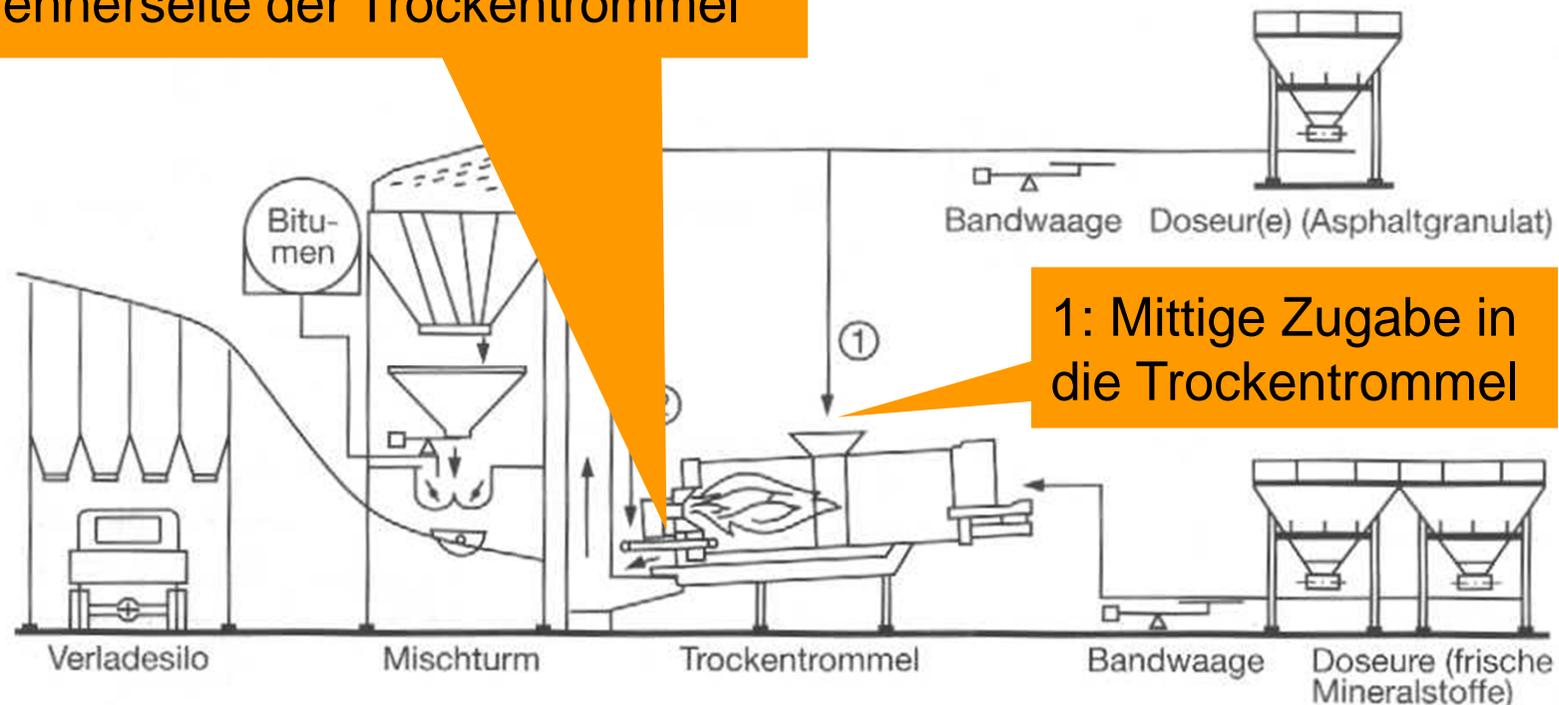


Vorlesung D/Kapitel 2: Asphalt

Fließschema einer Chargenmischanlage mit kontinuierlicher Zugabe von Asphaltgranulat und speziell ausgerüsteter Trommel

Erwärmung des Asphaltgranulats gemeinsam mit den heißen Mineralstoffen

2: Zugabe über Wurfband auf der Brennerseite der Trockentrommel



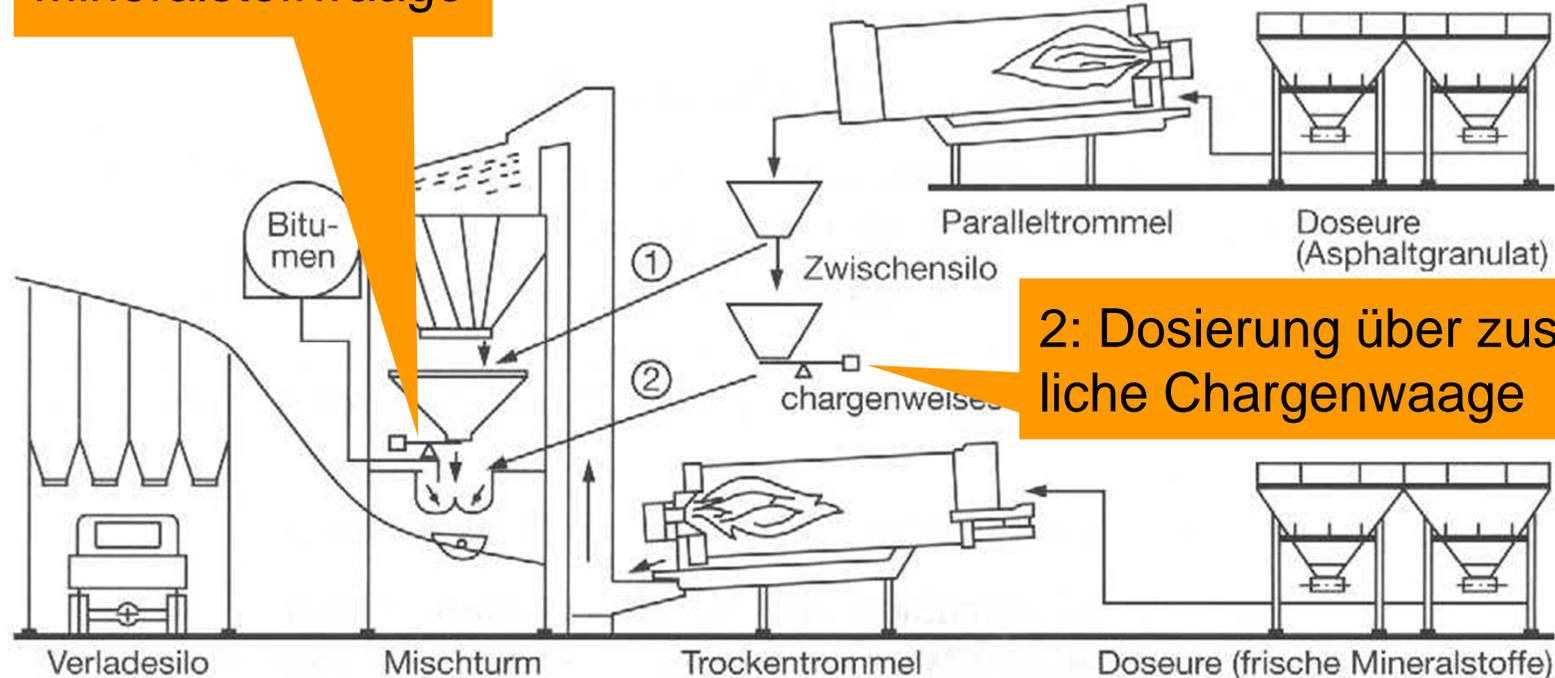
1: Mittige Zugabe in die Trockentrommel

Vorlesung D/Kapitel 2: Asphalt

Fließschema einer Chargenmischanlage mit kontinuierlicher Zugabe von Asphaltgranulat mittels Paralleltrommel

Erwärmung des Asphaltgranulats in gesonderter Vorrichtung

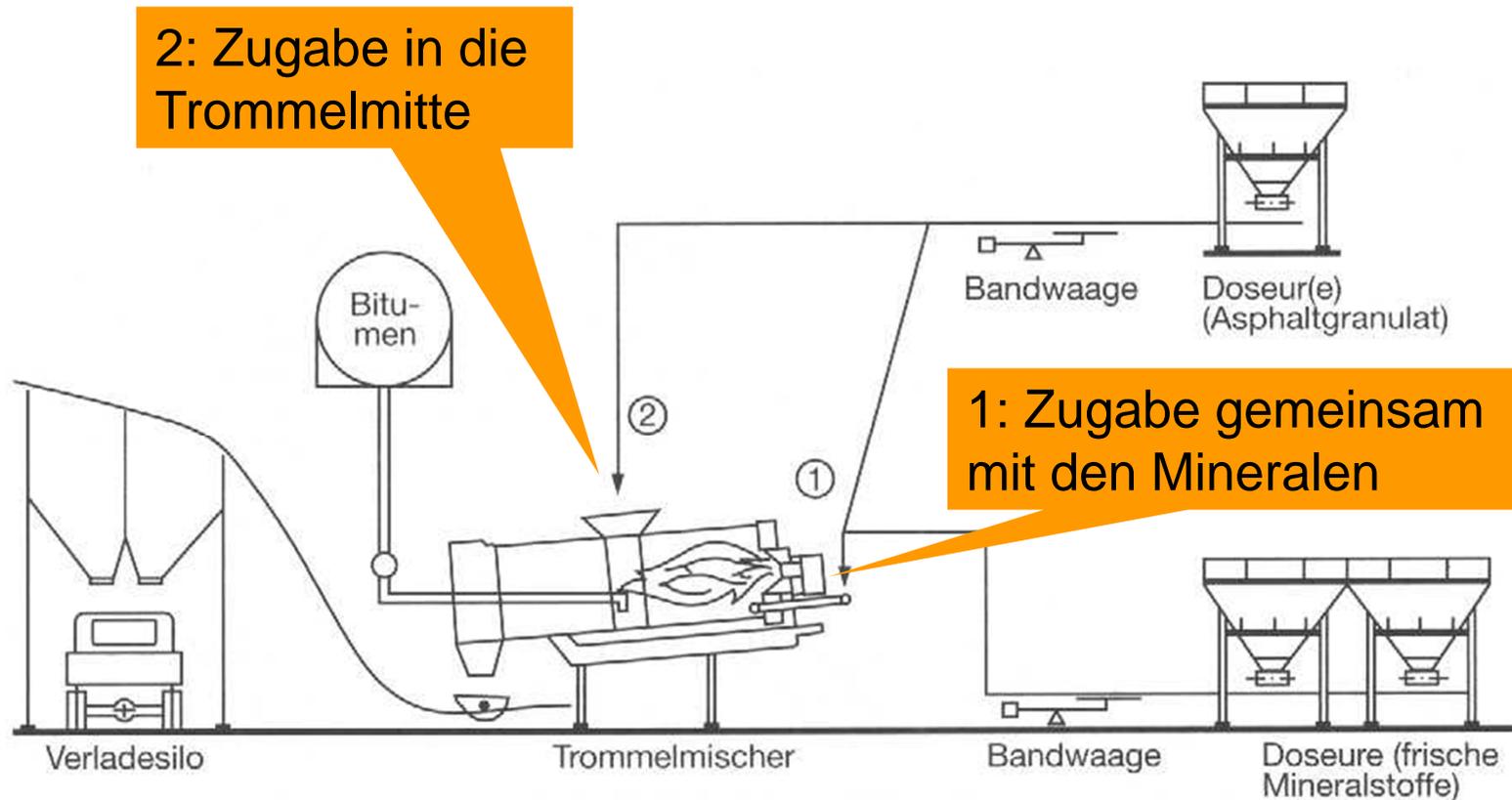
1: Dosierung über Mineralstoffwaage



Vorlesung D/Kapitel 2: Asphalt

Fließschema einer Durchlaufmischanlage

Erwärmung des Asphaltgranulats gemeinsam mit den frischen Mineralstoffen

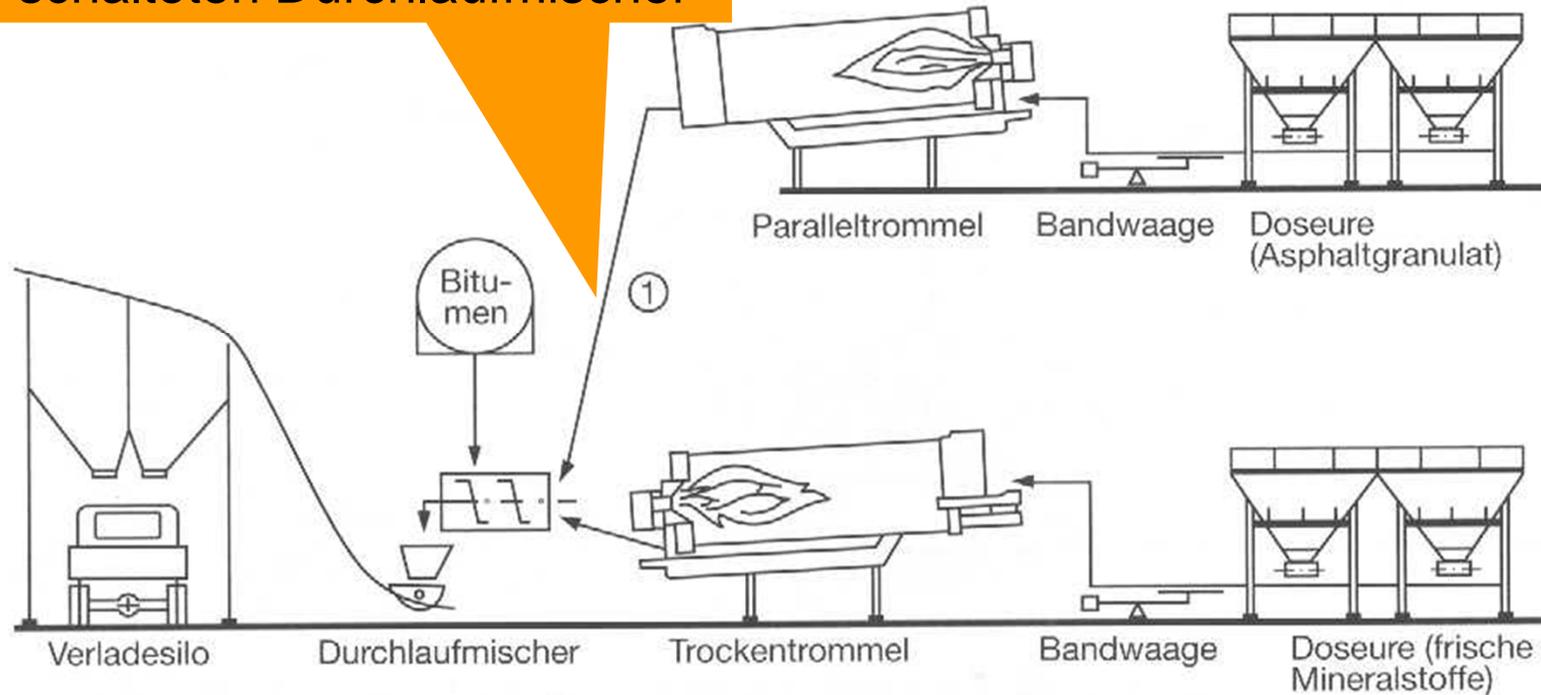


Vorlesung D/Kapitel 2: Asphalt

Fließschema einer Durchlaufmischanlage mit Paralleltrommel

Erwärmung des Asphaltgranulats in gesonderter Vorrichtung

1: Zugabe in einen nachgeschalteten Durchlaufmischer



Recycling von pechhaltigem Asphalt mit PAK-Gehalten > 25 mg/kg Ausbauasphalt

Nur im Kaltverfahren !

Nicht in Trinkwasserschutzgebieten !

Gebunden mit Bitumenemulsionen, hydraulischen Bindemitteln oder Kombinationen

