



**LEITFADEN ZUR HERSTELLUNG VON
VERKEHRSFLÄCHENBEFESTIGUNGEN AUS ASPHALT –
HINWEISE ZUR SICHERSTELLUNG EINER
ANFORDERUNGSGERECHTEN EBENHEIT (H VAE)**

**Asphaltstraßentag
Friedberg/Hessen, 15. Januar 2020**

Dr.-Ing. Ronald Utterodt
ronald.utterodt@ewetel.net

Straßenbeanspruchung durch Achslast

isac [STEINAUER UND UECKERMANN; 2001]:

- **sehr ebene Straßen** ($AUN = 0,3 \dots 1 \text{ cm}^3$) haben **kaum Einfluß auf Straßenschädigung**
- **sehr unebene Straßen** ($AUN = 27 \text{ cm}^3$) zeigen durchschnittlich eine **30- bis 40 %ige Zunahme der Straßenbeanspruchung**, in Einzelfällen tritt sogar Verdoppelung auf
- **lokale Beanspruchungen** liegen z.T. wesentlich **höher**: auf **sehr ebenen Straßen rund 25 %** und auf **sehr unebenen** doppelt bis viermal, unter ungünstigen Umständen sogar siebenmal so hoch

Aus dem verdichteten und verformten Fahrbahnaufbau resultieren weiter zunehmende Unebenheiten, die ihrerseits als Folge eines Rückkopplungseffektes „*zu progressiven Zunahmen der Beanspruchungen führen*“ und eine wachsende **Prägewirkung** [WEDEMEYER; 1935] verursachen.

→ als „*Selbsterstörung einer unebenen Straße*“ bekannt [BRAUN; 1969]

- Lebensdauer einer Asphaltdeckschicht kann durch eine geringe Verbesserung der Ebenheit bei der Herstellung wesentlich gesteigert werden
- aus einer **Verbesserung der Ebenheit von 50 %** kann eine **mindestens 15 %ige Verlängerung der Nutzungsdauer** erwartet werden [SMITH U.A.; 1997]

So bleibt in Anlehnung an STEINAUER UND UECKERMANN festzuhalten, daß die **Straßen auf einem möglichst hohen Ebenheitsniveau hergestellt** werden sollten, „*um einem sich mit der Unebenheit immer mehr beschleunigenden Verfall des Straßenoberbaus entgegenzuwirken*“.

Motivation

Bedeutung der Längsebenheit



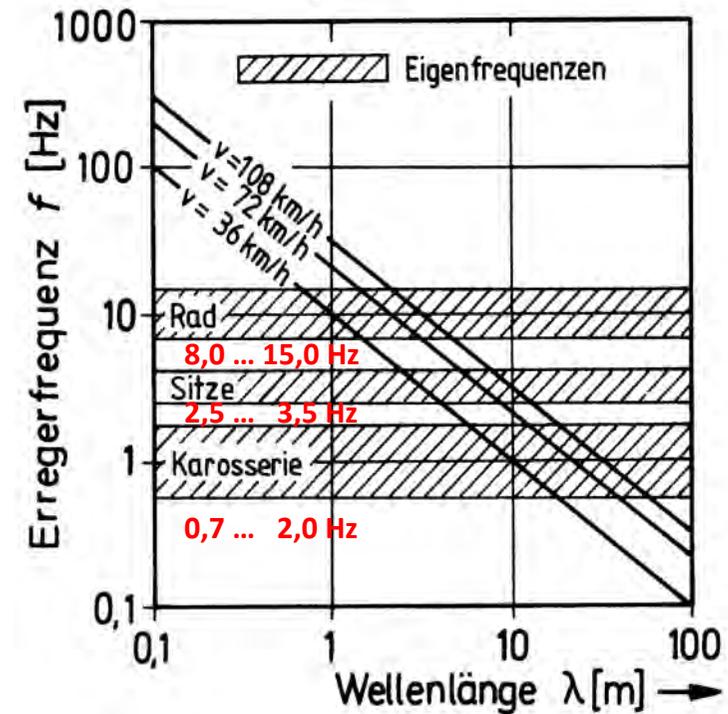
Aus der **Unebenheitswellenlänge** λ und der **Fahrgeschwindigkeit** v resultiert die **Erregerfrequenz** f , durch die sich die Schwingungen der Aufbau- und Achseigenfrequenzen eines Fahrzeuges beschreiben lassen:

$$f = \frac{v}{\lambda} \quad \text{Bsp.: } f = \frac{80 \text{ km/h}}{2,0 \text{ m}} = 11 \text{ Hz}$$

80 km/h: $(1,5 \leq \lambda \leq 2,8) \text{ m}$

100 km/h: $(1,8 \leq \lambda \leq 3,5) \text{ m}$

Verkehrssicherheit – Fahrkomfort – Belastung des Asphaltkörpers



Aus **Eigenfrequenzen** und **Fahrgeschwindigkeiten** resultierende Bereiche für Erregerfrequenzen und Wellenlängen von Unebenheiten [BRAUN].

Motivation

FGSV / Arbeitsausschuß 7.4 „Bautechnologie“

Forschungsgesellschaft für
Straßen- und Verkehrswesen



FGSV e. V.

→ Erarbeitung eines Wissensdokumentes

Hinweise zur Herstellung von
Verkehrsflächenbefestigungen
aus Walzasphalt mit hoher
Ebenheit

Bearbeitergruppe „Ebenheit beim Einbau von Walzasphalt“

Leiter:	Herr Dr.-Ing. Ronald Utterodt	Minneapolis
Mitarbeiter:	Herr Dipl.-Ing. Thorsten Bode	Wardenburg
	Herr Ralf Böhm	Regensburg
	Herr Martin Bormann, B.Eng., MBA	Bremen
	Herr Wolfgang Brandl	Hennef
	Herr Dipl.-Ing. Wilfried Dohmen	Ubach-Palenberg
	Herr André Felchner	Ludwigshafen
	Herr Dipl.-Ing. Axel Fischer	Ludwigshafen
	Herr Dipl.-Ing. (FH) Ramon Gröbke	Hannover
	Herr Ralf Hübner	Ubach-Palenberg
	Herr Dipl.-Ing. (FH) Stefan Hübner	Halberstadt
	Herr Thomas Kötter	Kirchheim
	Herr Dipl.-Ing. Norbert Mattivi	Raunheim
	Herr Dipl.-Ing. Holger Ohe	Cappeln-Nutteln
	Herr Dipl.-Ing. Marius Schenker	Zürich
	Herr Stefan Schmolke	Hannover
	Herr Dipl.-Ing. Winfried Schramm	Boppard
	Herr Dr.-Ing. Christian Schulze	Aachen
	Herr Benjamin Seidel	Tirschenreuth
	Herr Prof. Dr.-Ing. habil. Bernhard Steinauer	Aachen
	Herr Prof. Dr.-Ing. Alfred Ulrich	Köln

	Mitarbeiter
2 Asphaltmischwerke	2
4 Bauunternehmen	4
6 Baumaschinenhersteller	8
2 Behörden	3
1 Bitumenindustrie	1
2 Wissenschaft	3
	<u>21</u>
davon Anwendungs-/Verfahrenstechniker	7

Inhalt des H VAE



INHALTSVERZEICHNIS

1 Allgemeines

2 Anwendungsbereich

3 Bedeutung und Bewertung der Ebenheit

4 Terminologie des Straßenfertigers

5 Das Prinzip der schwimmenden Einbaubohle

6 Einflußgrößen auf die Ebenheit

7 Besondere Bauweisen

...

Anhang B: Zusammenspiel zwischen Einbau- und Verdichtungsleistung

Anhang C: Muster-Gliederung eines Einbaukonzeptes

Anhang D: Bestellformular

Anhang E: Checklisten für den Einbau von Asphalt

Anhang F: Ausgewählte Einbau- und Verdichtungsfehler

...

6.1 Hinweise für die Planung und Aufstellg. der Leist.beschreibung

- **Mindest-Anrampungsneigung in den Verwindungsstrecken** zur Minimierung wasserabflußschwacher Zonen
 - ➔ aus maschinentechnischer Sicht **sinnvoll: wegabhängiger Querneigungswechsel von 2,5 % auf 25 m Verziehungslänge**; **Erfahrungen aus der Praxis: größere Anrampungsneigungen** ($> 0,15 \triangleq 3,75 \%$ auf 25 m) können zu **Unebenheiten** führen
 - ➔ Sachverhalt **findet in den ZTV Asphalt-StB keine Berücksichtigung**: entwurfsbedingte Einflüsse der Gradienten und Querneigung auf die Ebenheit können nicht beanstandet werden
 - ➔ bei der baulichen Erhaltung sollte **im Zuge der Bauvorbereitung die Ebenheit der vorhandenen Fahrbahnoberfläche erkundet** werden hinsichtlich
 - Unebenheiten in Längs- und Querrichtung,
 - Anrampungsneigung im Verwindungsbereich,
 - Längs- und Quergefälle und
 - Unebenheiten an Fahrbahnübergängen und Einbauten
- bei **größeren Abweichungen von der Ebenheit bzw. planungsrelevanten Parametern** entsprechend **ZTV BEA-StB** zur Profilverbesserung **Fräsen der Unterlage** oder **Einbau von geeignetem Asphaltmischgut**
 - ➔ **sinnvoll, eine neue Gradienten bzw. ein neues Rampenband festzulegen und das gesteuerte Fräsen** (Fahrdrat oder vergleichbare Technologie wie 3D) **vorzusehen**

6.1 Hinweise für die Planung und Aufstellg. der Leist.beschreibung

- **Ursache für die größeren Abweichungen** ist zu **erkunden**
 - ➔ mögliche Einflussfaktoren:
 - **Verformungsverhalten** der einzelnen (auch tiefer liegenden) **Asphaltschichten**
 - **Hebungen** durch Frost, Wurzeln
 - **Senkungen** durch Erdfälle, eingefallene Ver- und Entsorgungsleitungen, Ingenieurbauwerke
 - Tragfähigkeitsprobleme im **Untergrund**
 - ➔ **Ergebnisse der Vorerkundung sind den Ausschreibungsunterlagen beizufügen**, insbesondere
 - die Dokumentation der vorhandenen Längs- und Querneigungen
 - die Dokumentation der Unebenheiten in Längs- und Querrichtung
 - die Materialeigenschaften der auszubauenden Asphaltschichten
 - die Materialeigenschaften der Asphaltschicht, in oder auf der der Fräshorizont hergestellt werden soll
- **Fräsarbeiten und Einbau** der Asphaltschichten **vorzugsweise mit der Steigung ausführen**

6.1 Hinweise für die Planung und Aufstellg. der Leist.beschreibung

Checkliste Ausschreibung (AG-seitig)

- Ebenheit der vorhandenen Fahrbahnoberfläche in Längs- und Querrichtung erkunden → Dokument der Ausschreibungsunterlagen
- Ursache für größere Abweichungen von planungsrelevanten Parametern erkunden → Dokument der Ausschreibungsunterlagen
- Ergebnisse der Vorerkundung einschließlich relevanter Informationen zur Bauhistorie den Ausschreibungsunterlagen beifügen → Dokument der Ausschreibungsunterlagen
- gegebenenfalls Profilverbesserung vorsehen (neue Gradienten bzw. neues Rampenband festlegen und gesteuert fräsen) → Teil der Baubeschreibung (BB) und des Leistungsverzeichnisses (LV)
- sowohl die Fräsarbeiten als auch den Einbau der Asphaltsschichten vorzugsweise mit der Steigung ausführen lassen → Teil der BB
- Ebenheit der gefrästen Unterlage bzw. der Profilverbesserung und die Oberfläche der eingebauten Asphaltsschichten vor Einbau der nächsten Asphaltsschicht dokumentieren lassen → Teil des LV
- innerhalb einer Baumaßnahme die ausgeschriebenen Mischgutsorten möglichst gleichmäßigen → Teil des LV
- detailliertes Herstellungs- und Einbaukonzept sowie Umlaufplan über die zum Einsatz kommende Maschinentechnik und Transportlogistik fordern → Teil der BB

6.2 Einbauplanung

Checkliste Leistungsverzeichnis (bieterseitig)

- Abgleich zwischen Leistungsverzeichnis und aktuellem Regelwerk durchführen
- Einbaugrenzwerte prüfen (Schichtdicke, Einbaugewicht, ...)
- Ergebnisse der Vorerkundung vorhanden?
- Hinweise auf außerordentliche Unebenheiten der zu fräsenden Fläche und der angrenzenden Bereiche vorhanden?
- Kann das, was gefordert wird, verfahrenstechnisch überhaupt eingebaut werden?
- Sind organische Zusätze ausgeschrieben, ist zu prüfen, ob diese witterungsbedingt einsetzbar sind.
- Bei festgestellten Unklarheiten im Rahmen der Prüfung der Leistungsbeschreibung und/oder bei fehlenden Unterlagen ist im Zuge der Angebotserstellung von der ausschreibenden Stelle schriftlich Aufklärung zu fordern.

6.2 Einbauplanung

Mischleistung \neq Einbauleistung!

**Planungshinweise
Straßenfertiger**

Auswahl des Fertigers

- geographische Gesichtspunkte
- Einbauleistung
- Fahrwerk
- Arbeitsablauf \rightarrow Flexibilität/Einbauleistung

Einbaubreite

- Aufrechterhaltung des Verkehrs über eine Fahrbahnhälfte zur Beschickung
- Zurücksetzen der Lkw über lange Distanzen vermeiden
- zur Verfügung stehende Anbauteile/Montageaufwand \rightarrow innerstädtisch

Einbau bergauf/bergab



Fertiger zu schwach \rightarrow Bohle seitlich weggedrückt

6.2 Einbauplanung

Planungshinweise Einbaugeschwindigkeit



Tabelle 1: Geschwindigkeitsempfehlungen für den Asphalteinbau

Quelle	Einbaugeschwindigkeit		
	Tragschicht	Binderschicht	Deckschicht
Dynapac	2 – 5 m/min	4 – 10 m/min	5 m/ min
Vögele	2 – 8 m/min	4 – 10 m/min	> 3,5 m/min
ABG („mittlerer“ Fertiger)	3 – 4 m/min	6 m/min	8 m/min

Unter Berücksichtigung der Einbaubreite und der Einbaudicke sowie der Transportlogistik ergeben sich in der Praxis häufig geringere effektive Einbaugeschwindigkeiten in einer Bandbreite von 2,5 bis 4,0 m/min.

6.2 Einbauplanung

Planungshinweise Puffergeschwindigkeit



Puffergeschwindigkeit

$$v_{max} = 8,4 \text{ t} / 1,56 \text{ t}/(2 \text{ min}) = 5,4 \text{ m/min} \rightarrow 190 \text{ t/h}$$

realistisch für Binder: ca. 140 t/h \rightarrow 4 m/min

Kübelinhalt

$$\text{max. } 6 \text{ m}^3 * 90 \% * 65 \% \text{ Marshall} * 2,4 \text{ t/m}^3 = 8,4 \text{ t}$$

Verbrauch bei 6,50 m Einbaubreite (5 cm Binder)

$$6,5 \text{ m} * 0,05 \text{ m} * 2,4 \text{ t/m}^3 * 1 \text{ m/min} = 0,78 \text{ t/min}$$

\rightarrow 1,56 t in 2 min (Pufferzeit)



6.2 Einbauplanung

Planungshinweise

Eignung unterschiedlicher Methoden für die Hauptverdichtung - Konsens zwischen Ammann, Bomag, Caterpillar, Dynapac und Hamm-

Verdichtung	Ebenheit	Nijboerscher Faktor C kg/cm ²	statische Linienlast LL kg/cm	Betriebsgewicht BG t	Asphalttragschicht ≤ 14 cm	Asphalttragschicht > 14 cm	Asphaltbinderschicht 6 ... 8 cm	Asphaltbinderschicht > 8 cm	Deckschicht aus Asphaltbeton	Splittmastixasphalt	Tragdeckschicht	Offenporiger Asphalt	DSH / DSH-V	Deckschicht aus temperaturabesenktem Asphalt	
															++ besonders geeignet
Statische Dreiradwalze (gleiche Linienlast, gleicher Bandagendurchmesser)															
					-	-	+	-	+	++	-	+	+	+	
Gummirad-Walze															
					++	+	++	+	++	0	++	0	0	0	
Tandemwalze $0,20 \leq C \leq 0,25$ 1) bei hoher Vorverdichtung 2) manuelle Einstellung erforderlich: beim Richtschwinger "horizontale Schwingung" und beim Kreisschwinger die kleinste erforderliche Amplitude einstellen bzw. statischer Modus 3) grundsätzlich wird die Oszillationstechnik mit der Vibrationstechnik kombiniert 4) reine Oszillation	$0,20 \leq C \leq 0,25$	statisch													
		$20 < LL < 25$	$4 \leq BG \leq 7$	-	0	-	0	-	0	0	0	0	+	+	+
		$25 < LL \leq 29$	$7 < BG \leq 10$	-	0	+	-	+	+	-	+	-	++	++	+
		$29 < LL \leq 32$	$10 < BG \leq 14$	++	+	++	++	-	+	-	+	+	++	++	+
		$32 < LL$	$BG > 14$	++	+	++	++	0	+	0	+	+	++	++	-
		dynamisch													
		Vibration													
			$4 \leq BG \leq 7$	+	0	+	-	++	+	+	+	0	0	0	+
			$7 < BG \leq 10$	++	++	++	++	++	++	++	++	0	0	0	++
			$10 < BG \leq 14$	+	+	+	+	-	+	-	+	0	0	0	-
			$BG > 14$	+ ¹⁾	+ ¹⁾	-	+	0	+	0	+	0	0	0	0
		Oszillation plus Vibration³⁾													
	$4 \leq BG \leq 7$	-	0	+	-	++	++	+	+	+	0	++ ⁴⁾	+		
	$7 < BG \leq 10$	+	+	++	++	++	++	++	++	0	0	++ ⁴⁾	+		
	$10 < BG \leq 14$	+ ¹⁾	+ ¹⁾	++	+	-	+	-	+	0	0	++ ⁴⁾	-		
geregelt Verdichtung															
	$BG > 7$	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	0	+	++	
Kombi-Walze															
					+	-	+	+	++	0	+	0	0	0	

6.3 Qualität der Unterlage

Vorbereitung einer gebundene Unterlage

- Ist die Unterlage ausreichend **tragfähig**?
→ keine Netzkrisse → ggf. Maßnahmen zur Tragfähigkeitsverbesserung
- **Ebenheit** und **profilgerechte Lage** prüfen
- Höhenlage von **Einbauteilen** überprüfen → ggf. anpassen
- Sind die Anforderungen an die Ebenheit der Unterlage erfüllt?
→ Fräsen (Feinfräsen) oder **Vorprofilieren**
 - Mischgut wird in einem getrennten Arbeitsgang eingebaut
 - Vorprofilierung besonders **sorgfältig verdichten**
 - Vorprofilieren in der Regel **mit dem Fertiger**
 - Kleinflächen manuell
 - geringe Unebenheiten brauchen nicht vorprofiliert zu werden (**Schichtdicke/Größtkorn**)
- Lässt das Fräsbild der Unterlage eine Überbauung zu? → keine losen Bestandteile, trocken, homogen
- Reinigen und Anspritzen



6.3 Qualität der Unterlage

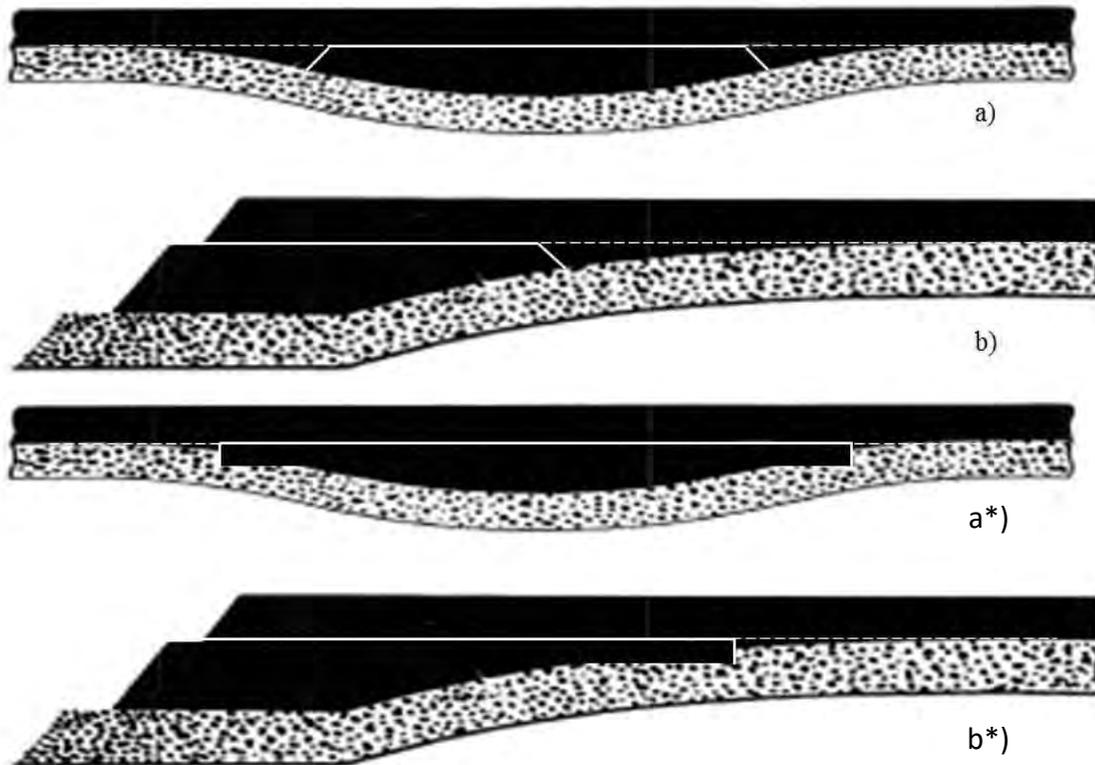
Vorbereitung der Unterlage

Vorprofilieren: klassische Lösungen a) und b) sowie Vorschläge a*) und b*) gem. H VAE

Vorprofilieren einer Mulde

Aufhöhen einer hängenden Schulter

geeignete Mischgutsorten



Asphalttragschicht

0/32 10 ... 14 cm

0/22 8 ... 10 cm

0/16 4 ... 8 cm

0/11 < 6 cm

Asphaltbinder

0/16 4 ... 8 cm

0/11 < 6 cm

6.3 Qualität der Unterlage

Kopier- und Nivellierfräsen

Kopierfräsen*)

- Referenz: Oberfläche der vorhandenen Fahrbahn
- die zu fräsende Schicht wird in ihrer Lage kopiert und abgefräst
- häufig verwendet: Drahtseil-Sensor (Genauigkeit 0,1 mm)
- Ausgleich von Unebenheiten mit Hilfe des am Kantenschutz montierten Gleiters

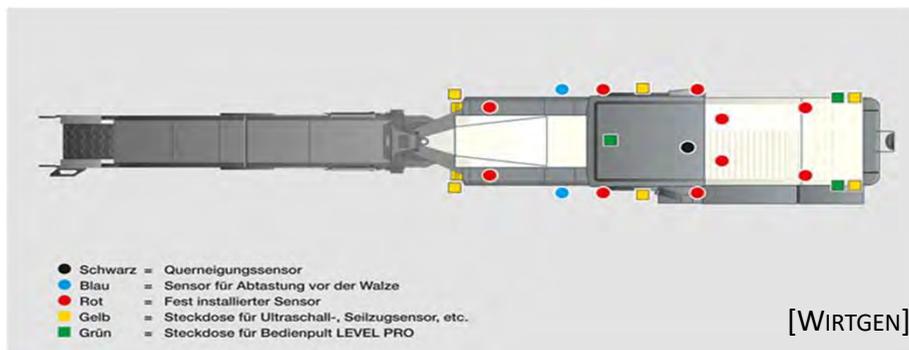
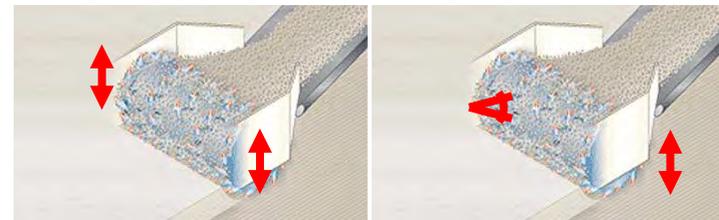
Nivellierfräsen

- Fräsrolle soll eine vorgegebene Höhe und Lage unabhängig von der Geometrie der Oberfläche der zu fräsenden Schicht halten
- Fräse kann an jeder beliebigen Referenz geführt werden

Alles was der Fertiger nivelliert technisch kann, kann die Fräse auch!



[DYNAPAC]



[WIRTGEN]

Abb.: schematische Darstellung einer voll aufgerüsteten Fräse

- *) - geeignet, wenn Asphalt verschlissen, aber das Profil in Ordnung ist und geeignete Referenzen verfügbar sind (vorhandener Belag, Bordstein)
- ungeeignet zum Ausgleich von Unebenheiten und ungenügendem Wasserabfluß

6.3 Qualität der Unterlage

Nivellierfräsen

ZTV Asphalt-StB 07/13	auszubauende Schicht						Vollausbau	
	kein Ausbau *		Asphaltdeckschicht		Asphaltdeck- und Asphaltbinderschicht bzw. Asphaltdeck- und Asphalttragschicht ¹⁾			
	vorh. Unebenheit	Maßnahme	vorh. Unebenheit	Maßnahme	vorh. Unebenheit	Maßnahme		
einzubauende Schicht								
	Asphaltdeckschicht oder Kompaktasphalt	≤ 6 mm	keine Maßnahmen	≤ 6 mm	Kopierfräsen	lagenweises Fräsen ²⁾		
		> 6 mm und ≤ 18 mm	Feinfräsen mit Multiplex oder Einbau mit Profilausgleich	> 6 mm und ≤ 18 mm	Fräsen mit Multiplex	> 6 mm und ≤ 18 mm		Fräsen mit Multiplex
	> 18 mm	Fräsen mit Fahrdrakt/3D oder Einbau mit Profilausgleich	> 18 mm	Fräsen mit Fahrdrakt/3D	> 18 mm	Fräsen mit Fahrdrakt/3D		
Asphaltdeck- und Asphaltbinderschicht oder Asphaltdeck- und Asphalttragschicht	Asphaltdeck- und Asphaltbinderschicht oder Asphaltdeck- und Asphalttragschicht	≤ 10 mm	keine Maßnahmen	≤ 10 mm	Kopierfräsen	≤ 10 mm	Kopierfräsen	Neubau**
						lagenweises Fräsen		
		> 10 mm und ≤ 30 mm	Feinfräsen mit Multiplex oder Einbau mit Profilausgleich	> 10 mm und ≤ 30 mm	Fräsen mit Multiplex	> 10 mm und ≤ 90 mm	Fräsen mit Multiplex	
					> 90 mm	Fräsen mit Fahrdrakt/3D		
					beide Schichten gemeinsam fräsen			
	> 30 mm	Fräsen mit Fahrdrakt/3D oder Einbau mit Profilausgleich	> 30 mm	Fräsen mit Fahrdrakt/3D	> 10 mm und ≤ 30 mm	Fräsen mit Multiplex		
Asphaltdeck-, Asphaltbinder- und Asphalttragschicht oder Asphaltdeckschicht und zweilagige Asphalttragschicht	Asphaltdeck-, Asphaltbinder- und Asphalttragschicht oder Asphaltdeckschicht und zweilagige Asphalttragschicht	≤ 20 mm	keine Maßnahmen	≤ 20 mm	Kopierfräsen	≤ 20 mm	Kopierfräsen	Neubau**
						lagenweises Fräsen		
		> 20 mm und ≤ 60 mm	Fräsen mit Multiplex	> 20 mm und ≤ 60 mm	Fräsen mit Multiplex	> 20 mm und ≤ 90 mm	Fräsen mit Multiplex	
					> 90 mm	Fräsen mit Fahrdrakt/3D		
					beide Schichten gemeinsam fräsen			
	> 60 mm	Ausbau der Asphaltdeckschicht	> 60 mm	Fräsen mit Fahrdrakt/3D	> 20 mm und ≤ 60 mm	Fräsen mit Multiplex		
				> 60 mm	Fräsen mit Fahrdrakt/3D			

1) gegebenenfalls Optimierung der Gradienten durch Vermessung, Fräsen mit Fahrdrakt

2) gilt für den Einbau von Kompaktasphalt

*) Es ist zu prüfen, ob das Abfräsen der Asphaltdeckschicht geeigneter ist. Oberflächenbehandlungen und dünne Asphaltdeckschichten (DSK, DSH oder DSH-V) sind vorher durch Feinfräsen zu entfernen.

***) Neubau: Es gelten die Anforderungen der Tabelle 25 der ZTV Asphalt-StB.

Das Verfahren Multiplex kann Unebenheiten bis zu 2/3 ausgleichen. Aus einer vorhandenen Unebenheit von 12 mm resultiert nach dem Fräsen eine Unebenheit von 4 mm.

Offenporiger Asphalt wird weder feingefräst noch überbaut und wird somit nicht berücksichtigt.

6.3 Qualität der Unterlage

Checkliste Unterlage - Unterlage herstellen -

- auf der Baustelle die für das Fräsen relevanten **Auszüge aus dem LV vorhalten**
- Durchführung der Fräsarbeiten **gegebenenfalls mit dem Auftraggeber abstimmen**
- **Frästermin** der Bauüberwachung und dem Mischwerk **mitteilen**
- geeigneten Fräsentyp vorsehen
- Beim Fräsen sollte ein **Verantwortlicher des Auftragnehmers vor Ort** sein, der Anweisungen gibt, wie gefräst werden soll.
- bei größeren Verwerfungen gesteuert fräsen
- die zu erneuernde Schicht **möglichst im geplanten Profil fräsen**
- **Schichtreste** vor der Überbauung **entfernen**

[H VAE, ANH. E4]



6.4 Asphaltmischgutherstellung

Schichtdicke

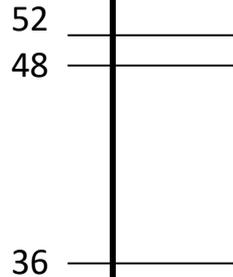
s [mm]

Abstimmung mit dem Mischwerk

Einbau ohne
Nivellierautomatik

SMA 8 S, 25/55-55 A

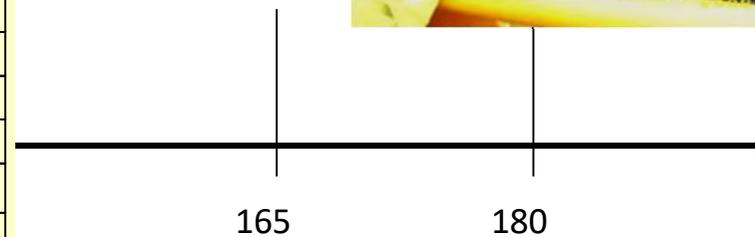
hohe Materialvorlage



normale Materialvorlage

Tab.: Niedrigste und höchste Temperatur des Asphaltmischgutes in °C [ZTV Asphalt-StB 07, Tab. 5]

Art und Sorte des Bindemittels im Asphaltmischgut	Asphaltbeton für Asphaltdeckschichten, Asphaltbinder, Asphalttragschichtmischgut, Asphalttragdeckschichtmischgut	Splittmastixasphalt	Gussasphalt	Offenporiger Asphalt
20/30	—	—	210 bis 230	—
30/45	155 bis 195	—	200 bis 230	—
50/70	140 bis 180	150 bis 190	—	—
70/100	140 bis 180	140 bis 180	—	—
40/100-65 ^{**})	—	—	—	140 bis 170
10/40-65	160 bis 190	—	210 bis 230	—
25/55-55	150 bis 190	150 bis 190	200 bis 230	—



Mischguttemperatur T [°C]

6.4 Asphaltmischgutherstellung

Einfluß der Mischguttemperatur auf Schichtdicke und Raumdichte

Beim Einbau mit dem Fertiger gilt:

Einbau ohne automatische Nivellierung	$\uparrow T$	$\xrightarrow{\rho \approx \text{const.}}$	$\uparrow d$,
	$\downarrow T$	$\xrightarrow{\rho \approx \text{const.}}$	$\downarrow\downarrow d$	
Einbau mit automatischer Nivellierung	$\uparrow T$	$\xrightarrow{d \approx \text{const.}}$	$\uparrow \rho$,
	$\downarrow T$	$\xrightarrow{d \approx \text{const.}}$	$\downarrow \rho$	

wobei die Einbaudicke d für die Belagsdicke s steht.

6.5 Transportlogistik

Grundsätzliches zur Mischgutlogistik



- **Verladungsreihenfolge planen und mit der Baustelle abstimmen** (nicht temperierter Fertiger bei Einbaubeginn)
- Abstände zwischen den wartenden Fahrzeugen so kurz wie möglich
 - ➔ **unterbrechungsfreier** Einbau!
 - ➔ **Taktung der Materialanlieferung optimieren**
- **Baustelleneinweisung** für die **Lkw-Fahrer** durchführen
 - Asphaltmischanlage, Kontakt zur Mischanlage, Entfernung, Verkehr, Kommunikation, Einbauleistung und stündlicher Bedarf
 - Ladeflächen müssen sauber sein
 - als Trennmittel **kein Diesel oder Wasser** verwenden

6.5 Transportlogistik

Säubern des Lkw auf der Baustelle



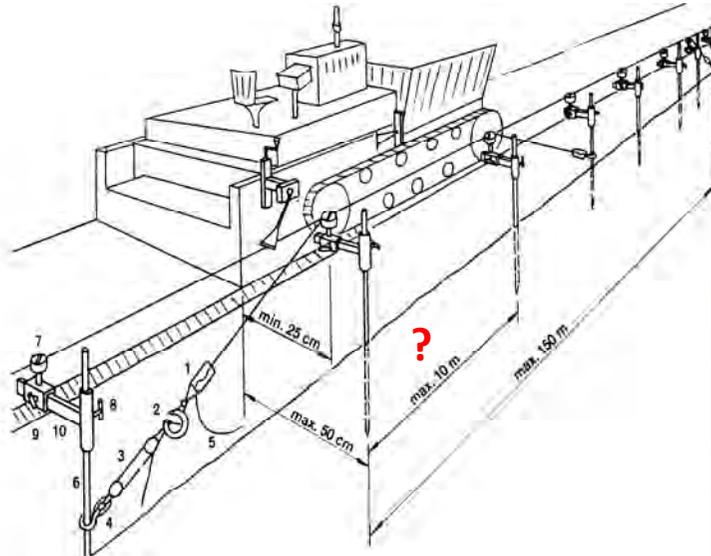
6.6 Nivellierungsart und Referenz

Geregelte Nivellierung – Anwendungsempfehlung

Sensortyp	Einbau auf ungebundener Unterlage	Einbau auf gebundener Unterlage	Landstraßen	Kommunalstraßen	Areale	Kreisverkehre	Flugplätze
++ besonders geeignet							
+ geeignet							
- bedingt geeignet							
x nicht geeignet							
mechanisch							
mechanischer Höhsensor							
Drahtabtastung	++	++	++	++	++	-	++
Bodenabtastung (mechanischer Ski < 1 m)	x	mechanischer Ski 0,3 m nur in engen Kurvenbereichen				+	x
Bodenabtastung (mechanischer Ski 1 - 2 m)	x	+	+	+	+	x	x
Schlepp-Rohr (> 2m)	+	+	+	+	-	x	+
Querneigungssensor $\leq 6,50$ m	++	++	++	++	++	x	++
berührungslos, Ultraschall							
Ultraschall-Single-Sensor							
Drahtabtastung	+	+	+	+	+	+	-
Bodenabtastung	x	+	+	+	+	+	-
Mehrfachsensor							
Drahtabtastung	++	++	++	++	++	++	++
Bodenabtastung	x	+	+	+	+	+	+
Multiplex/Big Ski	+	++	++	++	++	x	++
berührungslos, optisch							
Laserempfänger	++	++	x	x	++	x	+
3D-Steuerung							
3D-Sensor	++	++	+	+	++	-	++

6.6 Nivellierungsart und Referenz

[VELSKE, S., MENTLEIN, H., EYMANN, P.]



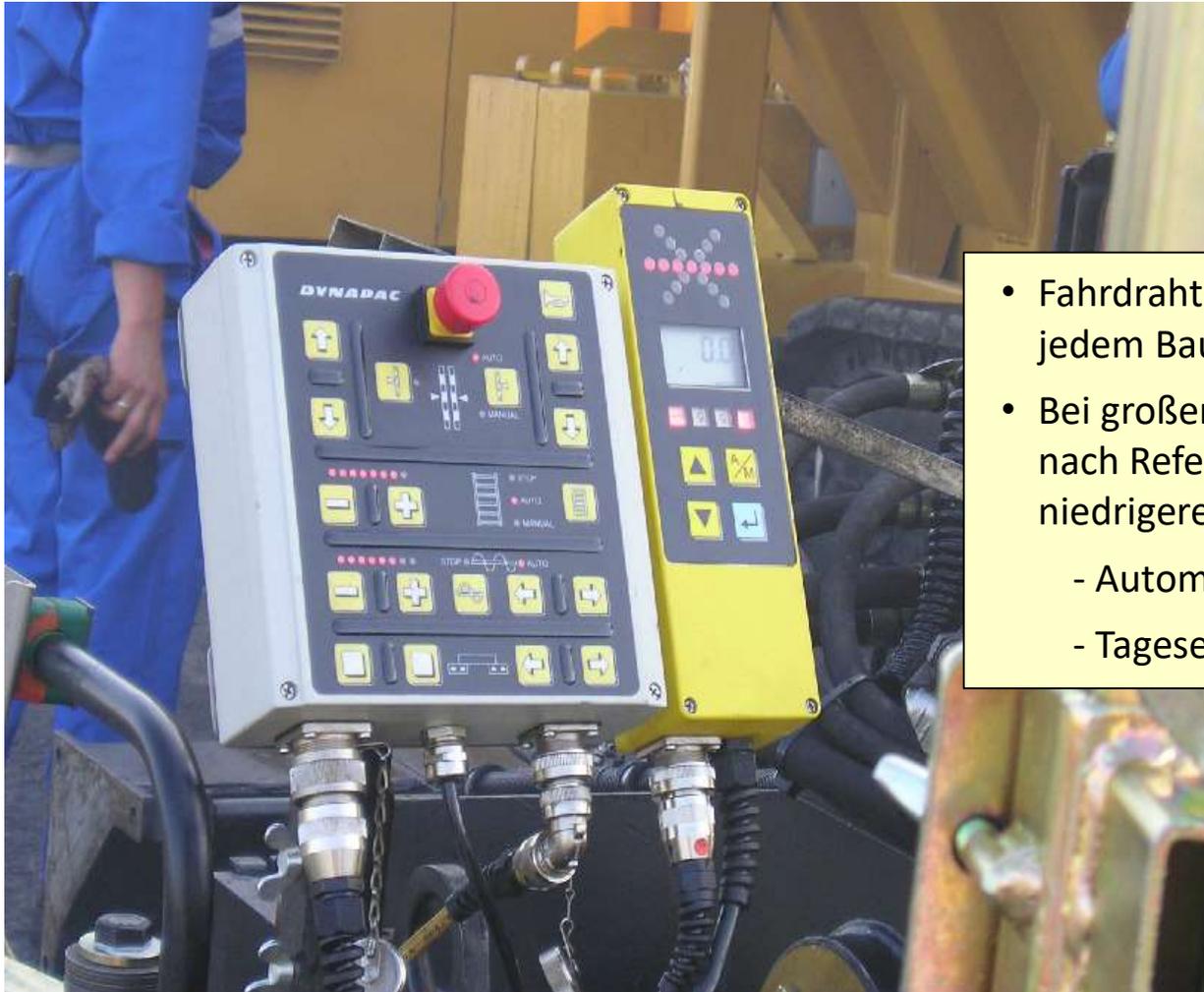
Verwendung eines Fahrdrahtes



- Koordination zwischen Polier, Bauleiter und Vermesser erforderlich!
- Pinnenabstand 5 bis 7 m, in Kurven 3 bis 5 m
- Nylon oder Drahtseile mit einem Mindestdurchmesser von 2 mm (alte Generation von Moba benötigt mind. 3 mm Seildurchmesser)
- Spannen mit hoher Zugkraft (ca. 150 kN), um einen Durchhang des Drahtes zu vermeiden
- bei Verwendung von Nylonseilen Einfluß der Temperatur beachten
 - ➔ Tag/Nacht: durch Ansammlung von Feuchtigkeit längt sich das Seil
 - ➔ Vor Einbaubeginn und während des Einbaus ist eine visuelle Prüfung auf Seildurchhang unbedingt erforderlich, gegebenenfalls ist das Seil nachzuspannen.

6.6 Nivellierungsart und Referenz

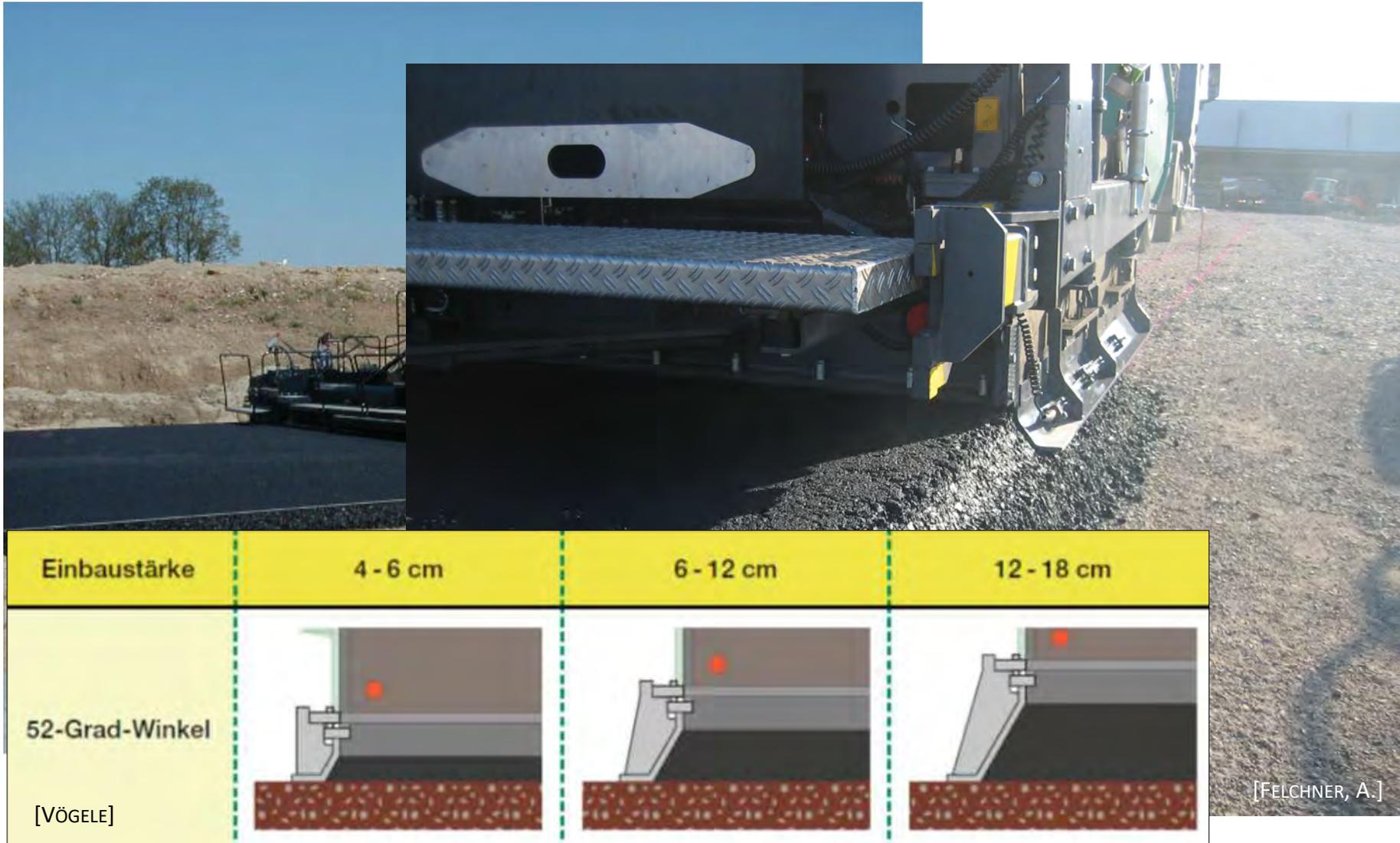
Verwendung eines Fahrdrabtes



- Fahrdrabt grundsätzlich vor und nach jedem Bauwerk
- Bei großen Einbaubreiten die ersten 25 m nach Referenz, damit die Bohle wegen niedrigerer Temperatur nicht absackt
 - Automatik läuft danach passiv weiter
 - Tagesende auf Höhe

6.7 Straßenfertiger und Walzen auf den Einsatz vorbereiten

Kantenformer

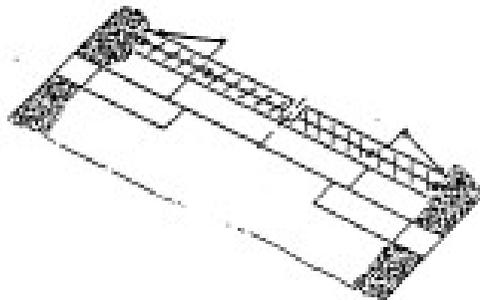


6.7 Straßenfertiger und Walzen auf den Einsatz vorbereiten

Materialleitbleche



Aufrüsten des Straßenfertigers auf eine größere Arbeitsbreite möglichst am Tag vor dem Einbau abschließen



6.7 Straßenfertiger und Walzen auf den Einsatz vorbereiten

Bandagenberieselung



6.8 Einbau mit dem Straßenfertiger

Gestaffelter Einbau Welcher Fertiger führt?



Beim gestaffelten Einbau sollte der Fertiger mit der größeren Arbeitsbreite führen. Unter dem Gesichtspunkt der Beschickung bei beengten Verhältnissen ist es fallweise besser, wenn der Fertiger mit der geringeren Arbeitsbreite führt. Dann ist die Art der Nivellierung zu überdenken.

6.8 Einbau mit dem Straßenfertiger

Bohle ansetzen mit und ohne Unterlaghölzern/-blechen



6.8 Einbau mit dem Straßenfertiger

Tagesansatz



6.8 Einbau mit dem Straßenfertiger

Verdichtungsleistung des Stampfers



6.8 Einbau mit dem Straßenfertiger

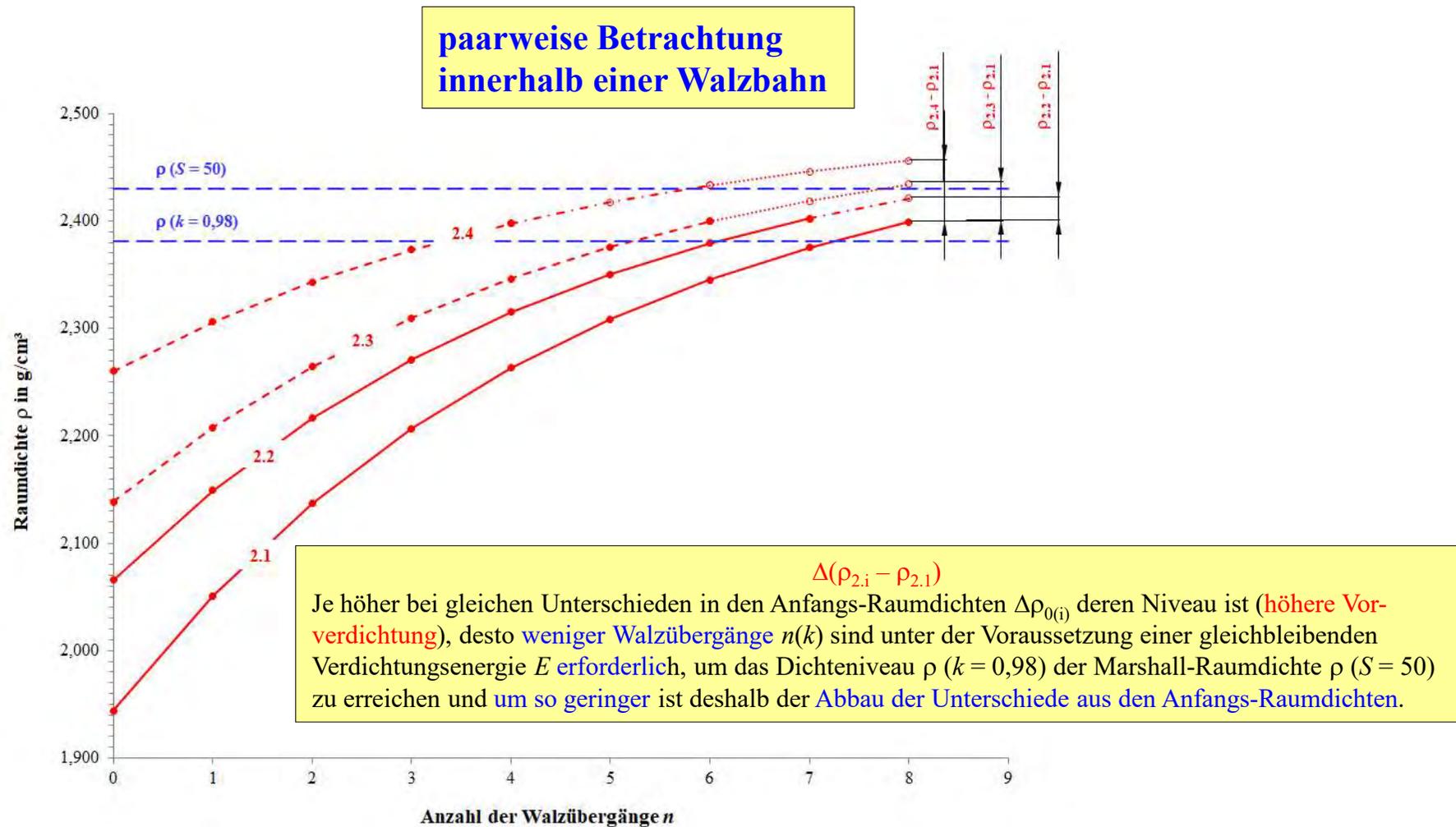
Empfohlene Bohlenparameter

Belagsart	Asphaltmischgut	Einbaudicke (cm)	Einbaugeschwindigkeit (m/min)	Stampferhub (mm)	Stampferdrehzahl (U/min)	Vibrationsdrehzahl (U/min)
Asphaltdeckschicht	SMA	≤ 3	3 - 6	2 - 4	600 - 900	1000 - 1500
		> 3	3 - 6	4	600 - 900	1000 - 1500
	AC	≤ 4	3 - 6	2 - 4	600 - 900	1000 - 1500
		> 4	3 - 6	4	600 - 900	1000 - 1500
Asphaltbinderschicht	AC	≤ 6	4 - 6	4	900 - 1200	2400 - 2800
		> 6	2 - 4	4	900 - 1200	2400 - 2800
Asphalttragdeckschicht	AC	5 - 10	2 - 5	4	1100 - 1400	2400 - 2800
Asphalttragschicht	AC	≤ 10	2 - 5	4 - 7	1100 - 1400	2400 - 2800
		> 10	2 - 4	4 - 7	1200 - 1600	2600 - 3000

- **Richtwerte** → den tatsächlichen Einbaubedingungen anpassen
- **Verschleißzustände** Stampfermesser und Glättbleche berücksichtigen
- **höhverdichtende Aggregate** → Empfehlung der Hersteller beachten
- **Stampferhub** berücksichtigen

6.8 Einbau mit dem Straßenfertiger

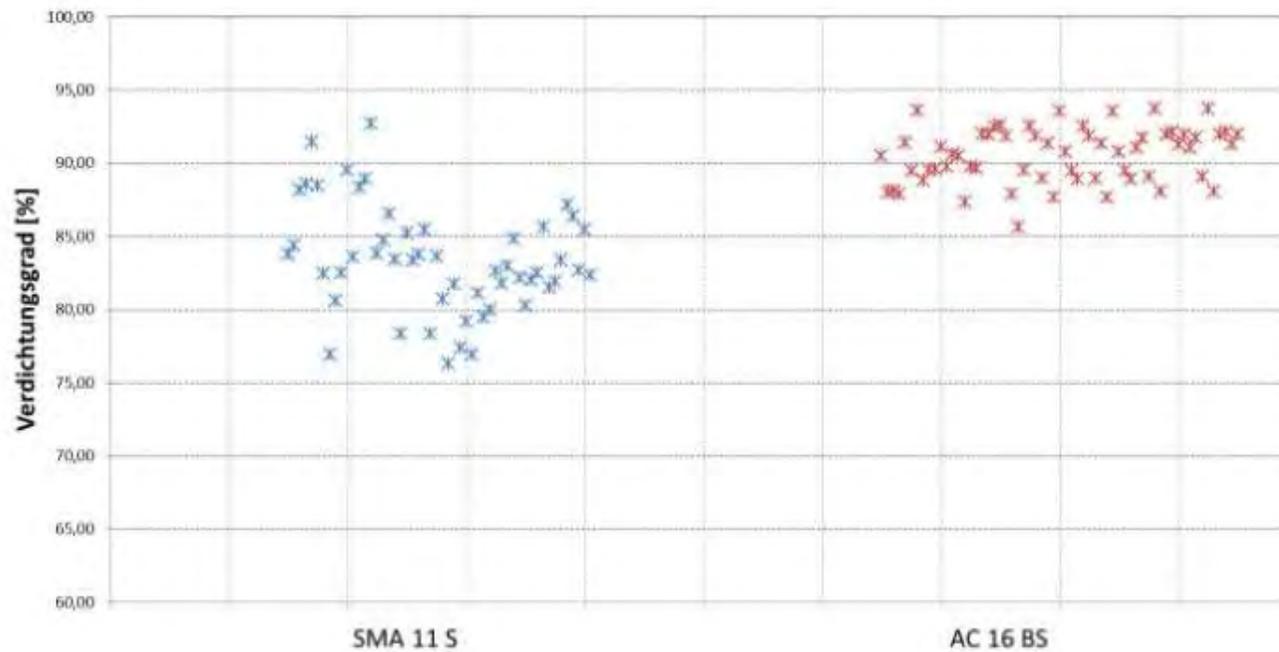
Dichteverlauf an einem Asphaltmischgut



Darstellung des prinzipiellen Dichteverlaufes an einem Asphaltmischgut in Abhängigkeit von der Anfangsraumdicthe ρ_0 und der Anzahl der Walzübergänge n mit der Verdichtungsenergie E pro Walzübergang

6.8 Einbau mit dem Straßenfertiger

Untersuchungsergebnisse aus dem Forschungsprojekt FDVK-A auf der B10 im Juli/August 2013 Streuung der Vorverdichtung



Vorverdichtung

Deckschicht: 76,3 ... 92,7 %

Binder: 85,6 ... 93,7 %

6.9 Walzverdichtung

Walztemperatur

- je höher die Temperatur, desto besser die Verdichtung
 - Aber: es gibt auch eine obere Grenze!
 - Bei zu niedriger Walztemperatur keine genügende Verdichtung!

- Der günstigste Temperaturbereich ist unter anderem abhängig von der
 - Mischgutzusammensetzung (Füllerart und -anteil),
 - Bindemittelsorte,
 - Belagsdicke,
 - Vorverdichtung und
 - dynamische/statische Linienlast der Walze.

Richtwerte in der Schweiz

Bitumen	50/70	70/100	100/150
Optimaler Temperaturbereich °C	130...150	120...140	115...135
Verdichtung beendet bei °C	100	90	85

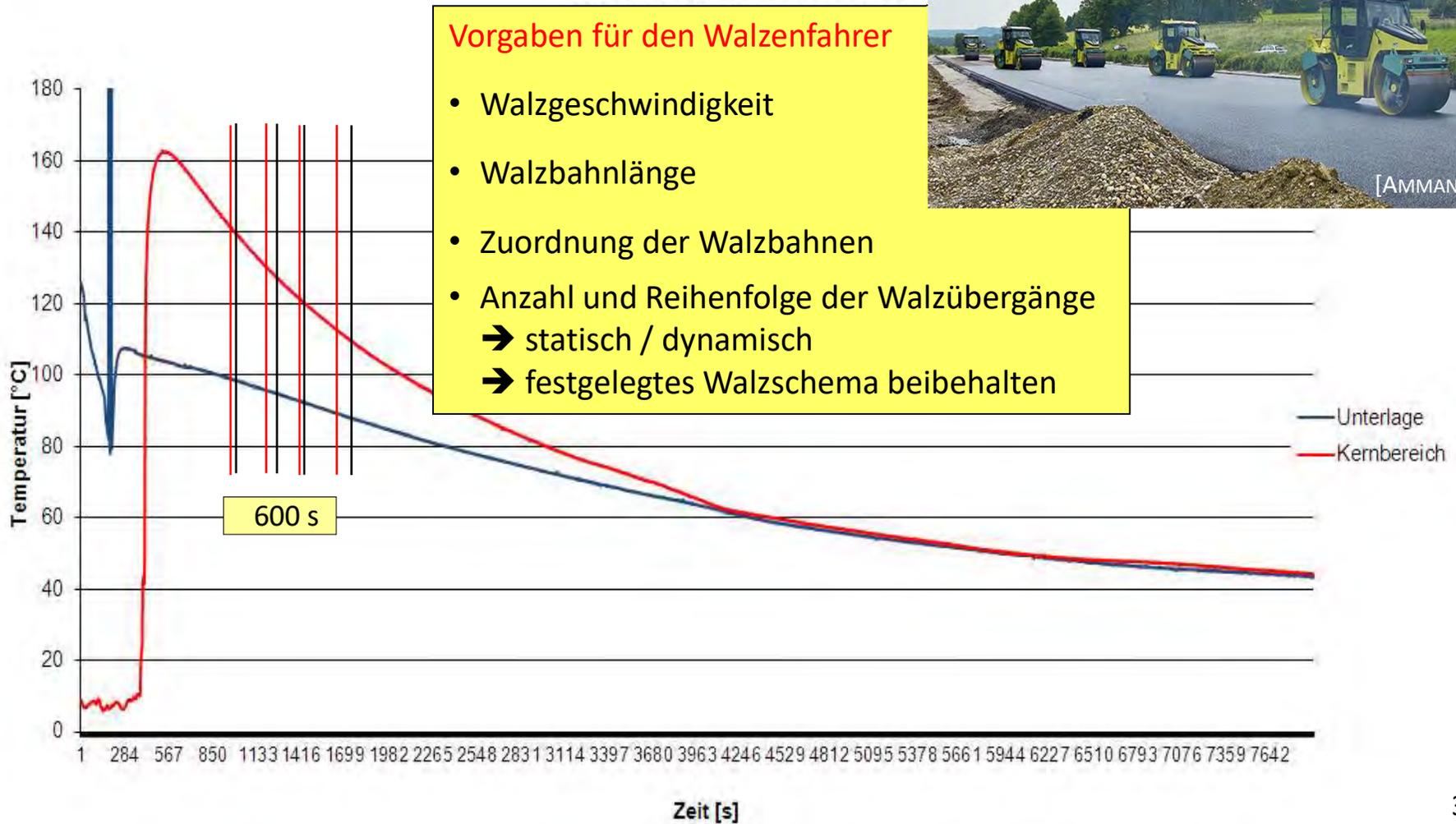
- Mischgut mit einem hohem Splittgehalt oder mit grobem Splitt kann heißer gewalzt werden als ein Mischgut mit Rundkorn
- bei feinkörnigen Mischgütern oder bei solchen mit viel Rundkorn liegen die Temperaturen wegen der besseren Verdichtungswilligkeit niedriger
- für das Andrücken ist bei höheren Temperaturen ist eine leichtere Walze besser geeignet als eine mit hoher Linienlast
- wegen der schnellen Abkühlung dünner Beläge kann man dichter an die Bohle heranfahren als bei dicken Schichten

Eine für alle Anwendungsfälle zutreffende Walztemperatur kann somit nicht festgelegt werden!

6.9 Walzverdichtung

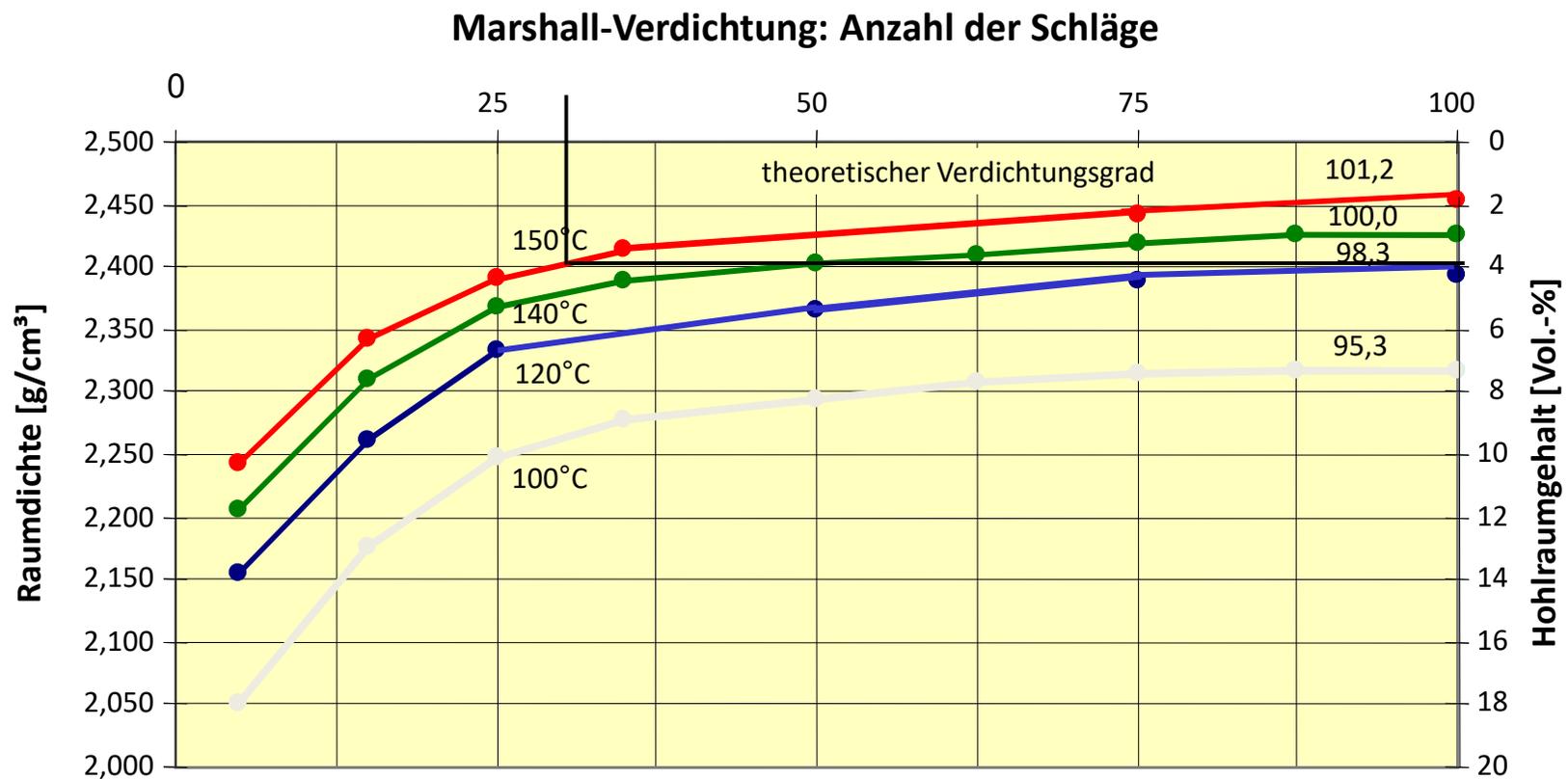
Vorgaben für den Walzenfahrer: Walzschema

Untersuchungsergebnisse aus 2002:
Einbau eines 6 cm dicken Abi 0/11, PmB 45 A



6.9 Walzverdichtung

Zusammenhang zwischen Verdichtung und Mischguttemperatur [RICHTER, E.]



6.9 Walzverdichtung

Andrücken



- Walzübergang **ohne Vibration**
- kommt in der Regel nur in Betracht
 - bei **niedriger Vorverdichtung**, dicken Lagen sowie **leicht verdichtbarem Mischgut** und
 - bei **sehr dicken Lagen** (über 12 cm) und **hohen Mischguttemperaturen**
- evtl. Einsatz einer **Walze mit kleinen Linienlasten** erforderlich
- bei hoher Vorverdichtung erfolgt das Vorwalzen, wenn erforderlich, durch die Hauptverdichtungswalze mit 1 bis 2 statischen Walzübergängen

6.9 Walzverdichtung

Anschlüsse vorbereiten und ausführen



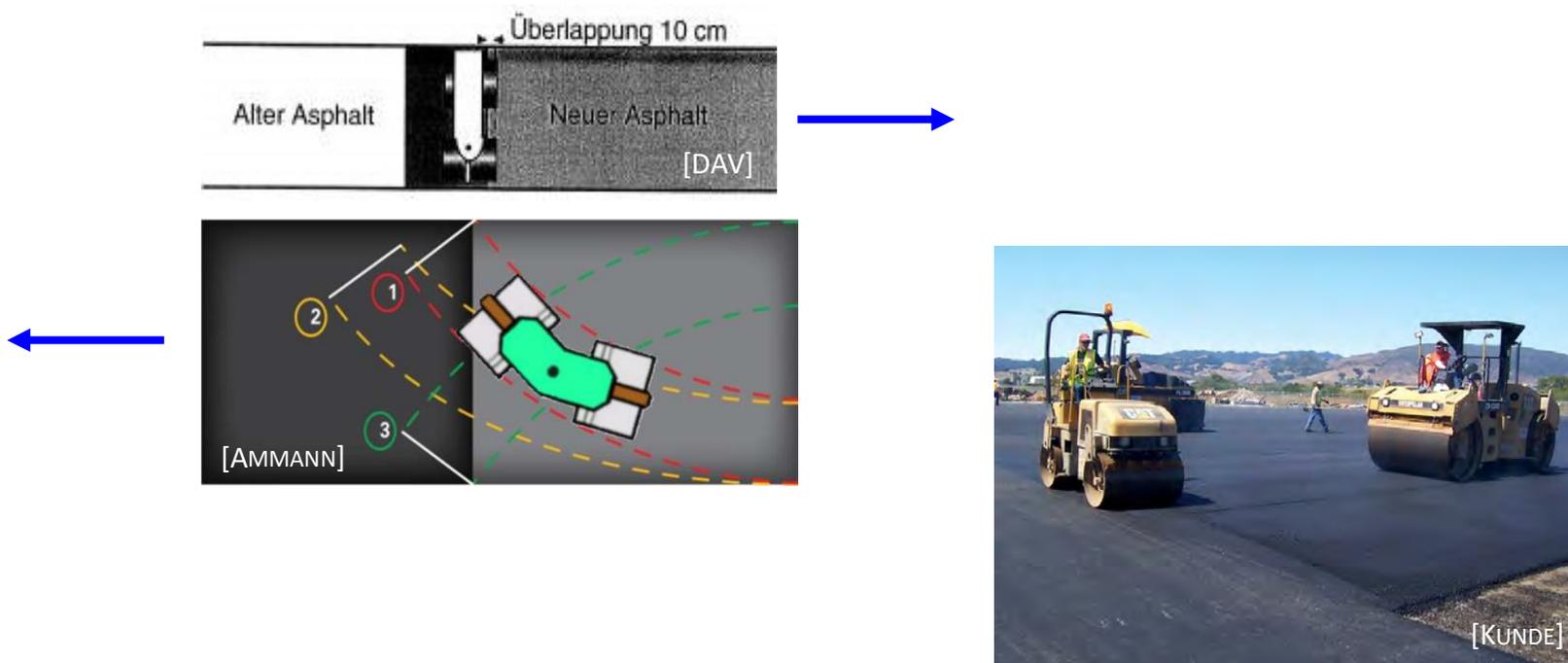
[CATERPILLAR]

6.9 Walzverdichtung

Anschlüsse vorbereiten und ausführen

Anschlüsse vorteilhafterweise **quer** zur Fahrbahn **walzen** und dabei immer nur ca. 10 cm breite Streifen auf dem frischen Belag ausführen, bis die Walze mit der vollen Bandagenbreite auf der Schicht läuft.

Weitere Möglichkeiten: **schräg** zur Fahrbahn **oder kreisförmig** walzen.

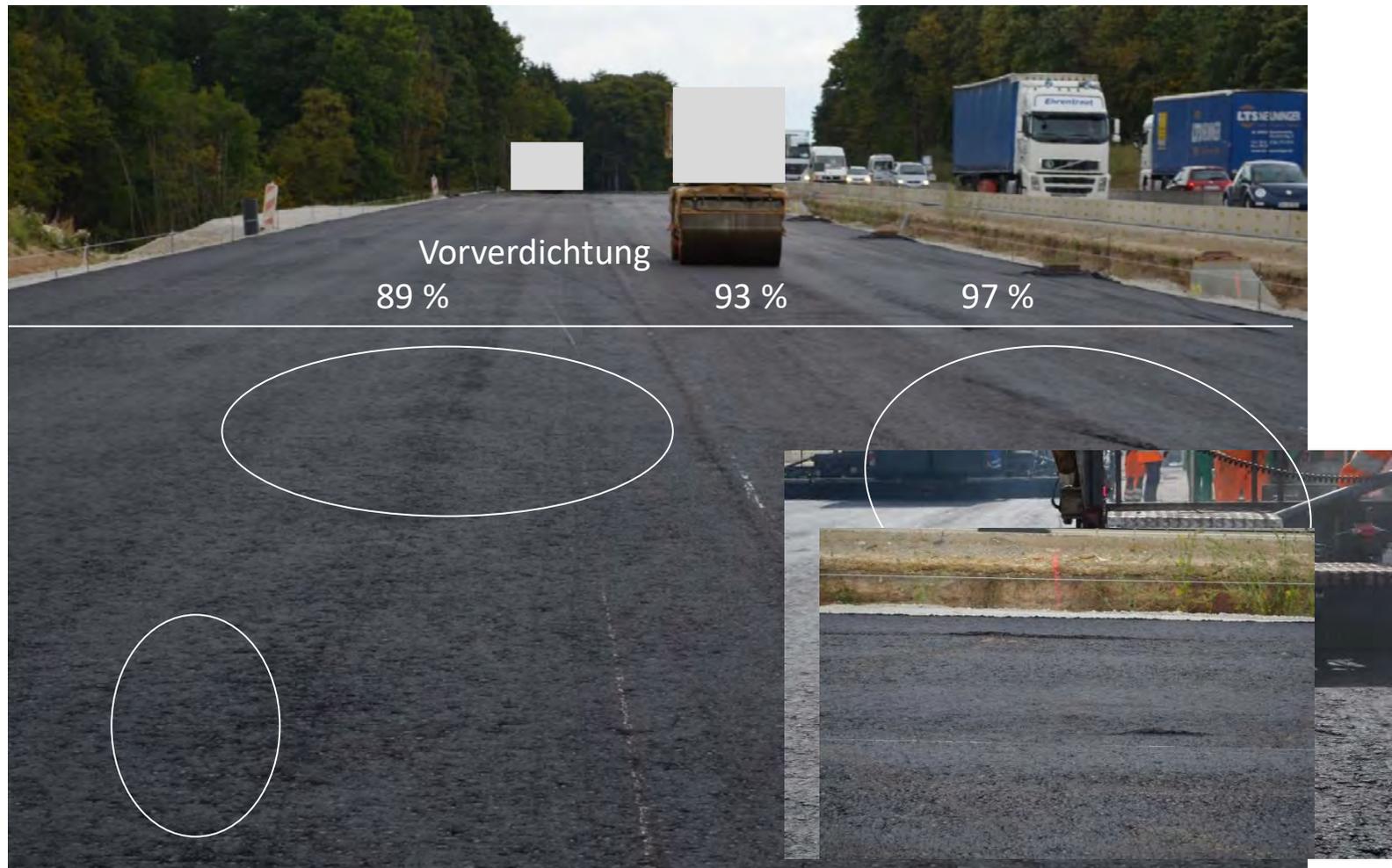


gestaffelter Einbau



Praxisbeispiel

gestaffelter Einbau



Praxisbeispiel

gestaffelter Einbau

