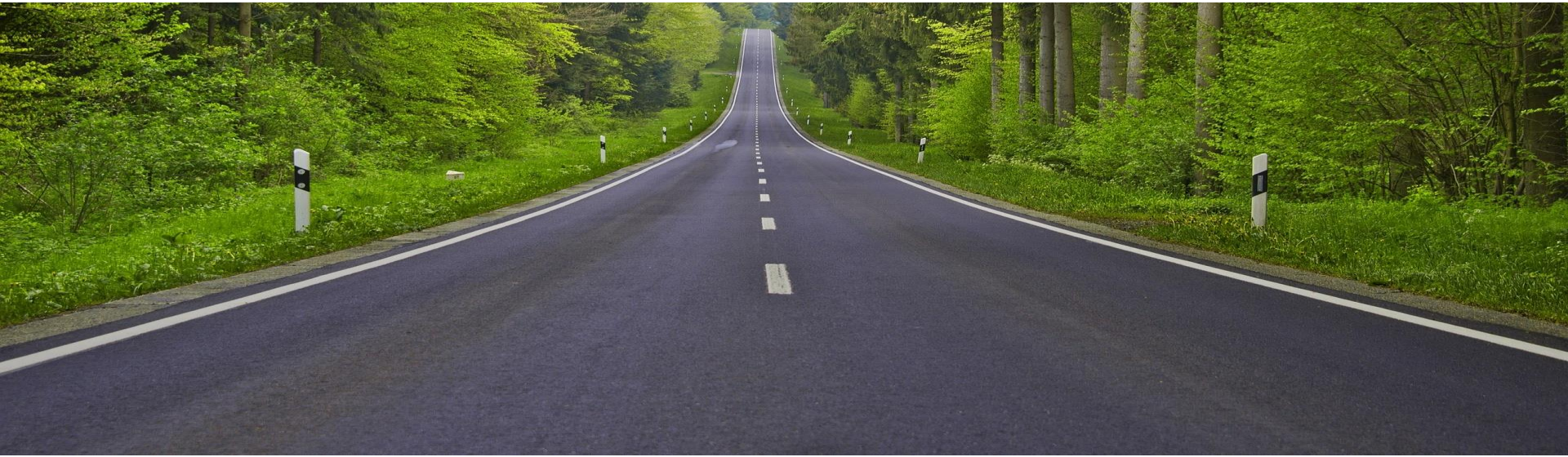


Verdichtung von Asphalt ohne schlagende Vibration

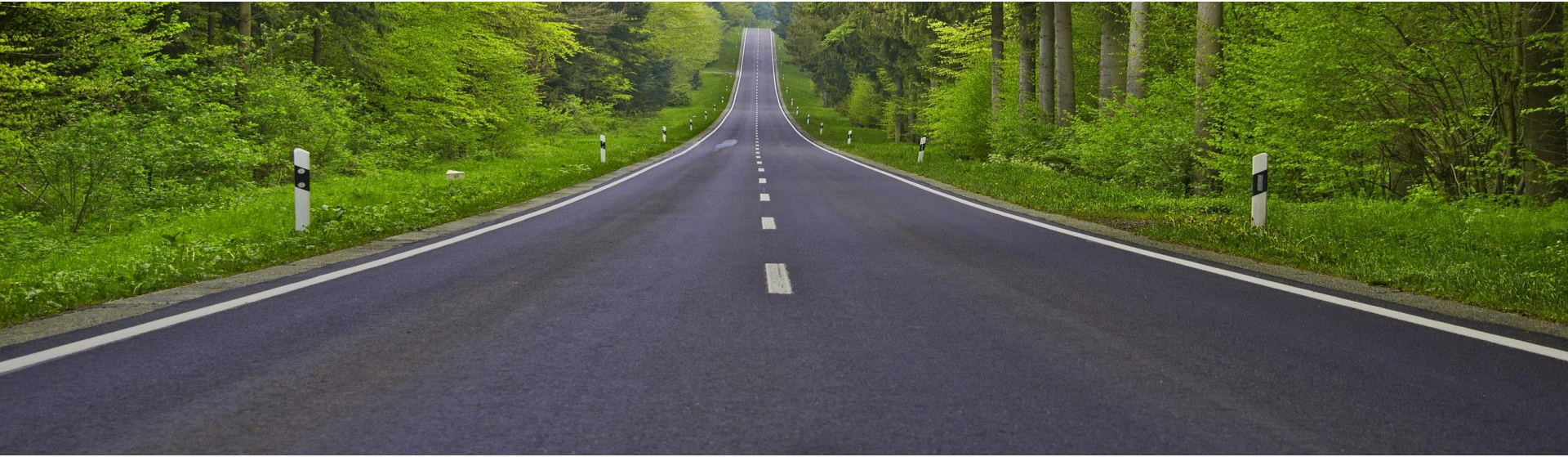
VSVI „Bauliche Erhaltung“

Harro Sawall

Dr. Reinhardt + Sawall

Baustoffprüfung GmbH & Co. KG

| Mellendorf, 04.04.2019



Dipl.- Ing. (FH) Harro Sawall

Dr. Reinhardt + Sawall

Baustoffprüfung GmbH & Co. KG

Merkurstraße 1d | 30419 Hannover

Tel. 0511 / 75 80 99-8 | Fax 0511 / 75 80 9-94

info@kontrollpruefung.de | www.kontrollpruefung.de

Verdichten von Asphalt

Quelle: www.moba-automation.de

Weshalb muss Asphalt verdichtet werden?

Verdichten von Asphalt

Muss Asphalt verdichtet werden?

Verdichten von Asphalt

Weshalb muss verdichtet werden?

Konzeptionelle Unterschiede:

- Gussasphalt

→ konzeptioneller Hohlraumgehalt 0 Vol.-%

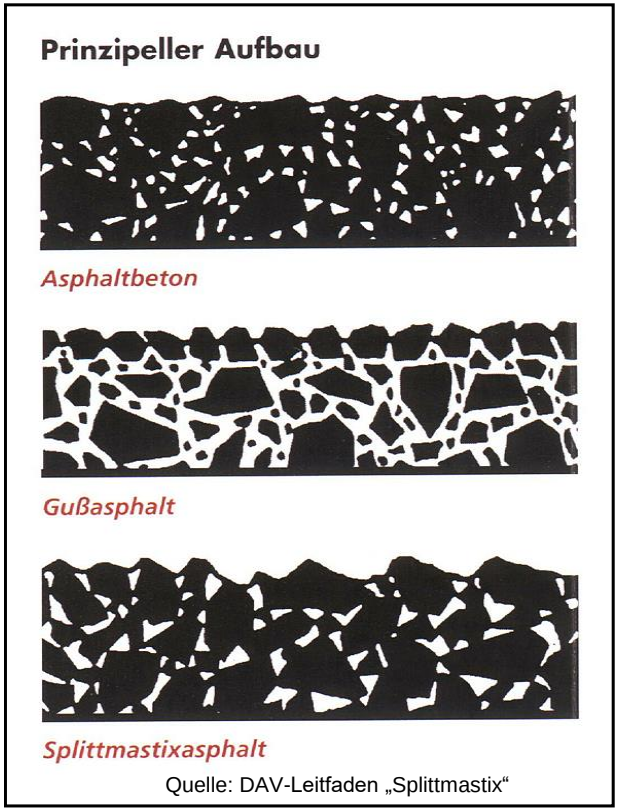
→ Prinzip der „gefüllten Flüssigkeit“, BM-Überschuss

→ Transport im Rührwerkskocher

- Walzasphalt

→ Konzeptioneller Hohlraumgehalt von 1,0 – 28,0 Vol.-%

→ Transport als Schüttgut



Quelle: DAV-Leitfaden „Splittmastix“

Verdichten von Asphalt

Verdichten von Walzasphalt:

→ Überwindung der inneren Reibung

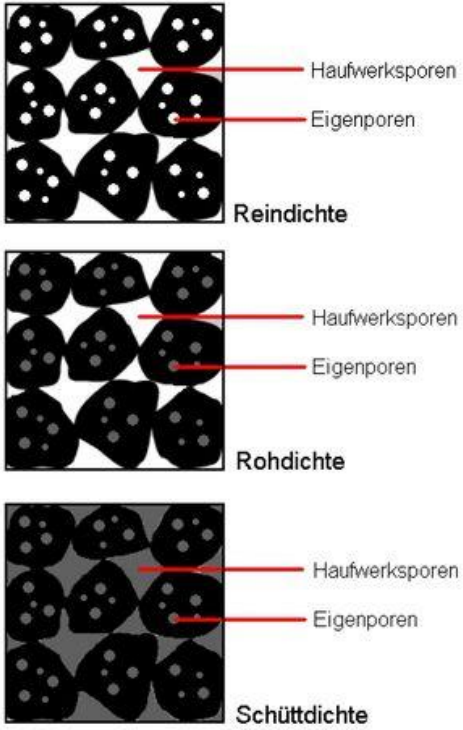
→ Annäherung der Raumdichte an die Rohdichte

Ziel:

→ Anforderungsgerechte Dichtheit des Belags

→ Standfestigkeit durch optimalen Verdichtungszustand (Vermeidung der Nachverdichtung)

→ ausreichender Resthohlraum, um Gleitzustand durch Bindemittelflutung zu vermeiden (… Gussasphalt)



Quelle: www.beton.wiki

Verdichten von Asphalt

Wie kann der optimale Verdichtungsgrad erreicht werden?

a) Verdichtungstechnik

statt

statt

… unter Beachtung der Randbedingungen der Baustelle!

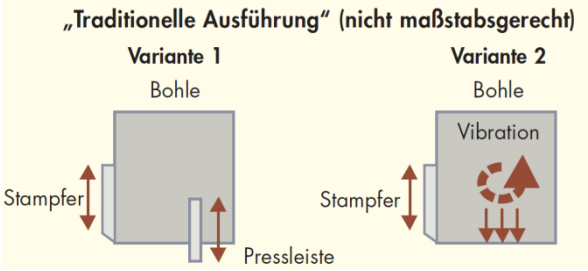
Quelle: www.volvoce.com

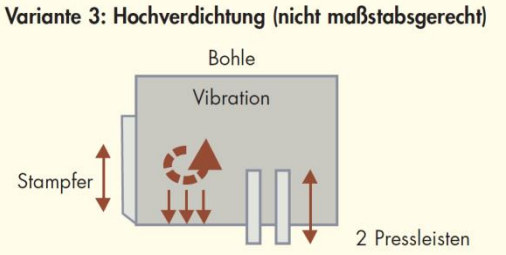
Verdichten von Asphalt

Randbedingungen der Baustelle sind z.B.

- Einbaudicke je Schicht
- Tragfähigkeit der Unterlage und / oder des Untergrundes
- Für die Belastungsklasse geeignetes Asphaltmischgut
- Witterungsbedingungen

Verdichten von Asphalt





Möglichkeiten an der Hochverdichtungsbohle	ACT	ACB	ACD	SMA	ACTD	PA	DSH	TA
Stampfer	++	++	++	++	++	++	++	wie bei konventionellem Einbau
Vibration	++	++	• bis +	•	+	–	–	
Pressleisten	++	++	• bis +	•	+	–	–	

Walzeinsatz bei unterschiedlichen Asphaltarten

		ACT	ACB	ACD	SMA	ACTD	PA	DSH	TA
Statische Dreiradwalze		•	•	+	++	–	+	++	+
Tandemwalze	ohne Vibration								
	kleiner 6 Tonnen	•	•	+	•	+	++	•	•
	größer 6 Tonnen	+	++	++	++	++	++	++	++
	mit Vibration								
	normal	++	++	+	• bis +	++	–	–	• bis +
	Oszilation	++	++	++	• bis +	++	–	•	• bis ++
Kombi-Walze		+	•	•	–	++	–	–	–

++ = besonders geeignet
+ = geeignet
• = bedingt geeignet
– = wenig geeignet

Quelle: DAV-Leitfaden „Ratschläge für den Einbau“

Verdichten von Asphalt

Wie kann der optimale Verdichtungsgrad erreicht werden?

b) Mischgutauswahl und Konzeption

Verdichten von Asphalt: Einfluss der Schichtdicke

Dr. Reinhardt + Sawall

$$\text{Verdichtbarkeit} = f\left(\frac{\text{Schichtdicke}}{\text{Größtkorn}}\right)$$

zu fein nicht standfest | **gut** | **zu grob** kein Bewegungsraum

Erfahrung

$$\frac{\text{Schichtdicke}}{\text{Größtkorn}} = (2)\ 3 \text{ bis } 4\ (5)$$

Abweichungen

- mehr Splitt ▶ tendenziell dicker
- weniger Splitt ▶ tendenziell dünner

außerdem:

- mehr Splitt ▶ verträgt größere Unterschiede in der Schichtdicke (unebene Unterlage)

Im Interesse der Verdichtbarkeit und der Verformungsbeständigkeit gibt es für das Verhältnis zwischen Schichtdicke und Größtkorn einen günstigen Bereich.

Die Schichtdicke regelt sich nach den ZTV Asphalt-StB und RStO. Die dort für Asphaltdeckschichten dargestellte einheitliche Dicke von 4 cm ist nicht für alle Mischgutsorten zweckmäßig: grobkörniges Mischgut (0/16) sollte dicker, feinkörniges Mischgut dünner eingebaut werden.

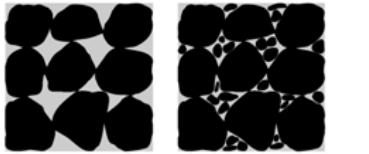
Tab. 9 Asphaltmischgutarten und -sorten mit ihren vorgeschriebenen Schichtdickenbereichen und den für die Leistungsbeschreibung empfohlenen Schichtdicken

Schicht	Asphaltmischgutarten und -sorten	Schichtdicke nach ZTV Asphalt-StB [cm]	Empfohlene Schichtdicke für Leistungsbeschreibungen [cm]
Asphaltdeckschichten	AC 5 D L	2,0 bis 3,0	2,0
	AC 8 D N, AC 8 D L	3,0 bis 4,0	3,0
	AC 11 D N, AC 11 D L	3,5 bis 4,5	4,0
	AC 8 D S	3,0 bis 4,0	3,5
	AC 11 D S	4,0 bis 5,0	4,0
	AC 16 D S	5,0 bis 6,0	5,0
	SMA 5 N	2,0 bis 3,0	2,0
	SMA 8 N	2,0 bis 3,5	3,0
	SMA 8 S	3,0 bis 4,0	3,5
	SMA 11 S	3,5 bis 4,0	4,0
	MA 5 S, MA 5 N	2,0 bis 3,0	2,5
	MA 8 S, MA 8 N	2,5 bis 3,5	3,0
	MA 11 S, MA 11 N	3,5 bis 4,0	3,5
Asphaltbinderschichten	AC 16 B N	5,0 bis 6,0	≥ 5,0
	AC 16 B S	5,0 bis 9,0	≥ 6,0
	AC 22 B S	7,0 bis 10,0	≥ 8,0
Asphalttragschichten	AC 22 T S, AC 22 T N, AC 22 T L	≥ 8,0	≥ 8,0
	AC 32 T S, AC 32 T N, AC 32 T L	≥ 8,0	≥ 8,0
Asphalttragdeckschichten	AC 16 TD	5,0 bis 10,0	≥ 6,0

Quelle: DAV-Leitfaden „Ausschreiben von Asphaltarbeiten“

Einflüsse der Mischgutzusammensetzung

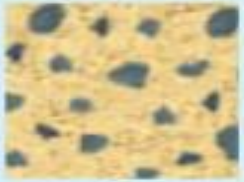
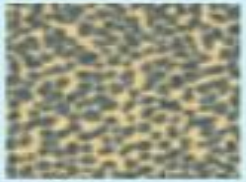
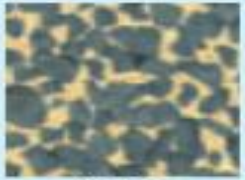
Haufwerksporen bei Korngemischen



a) Hohlraum bei einem Einkorngemisch

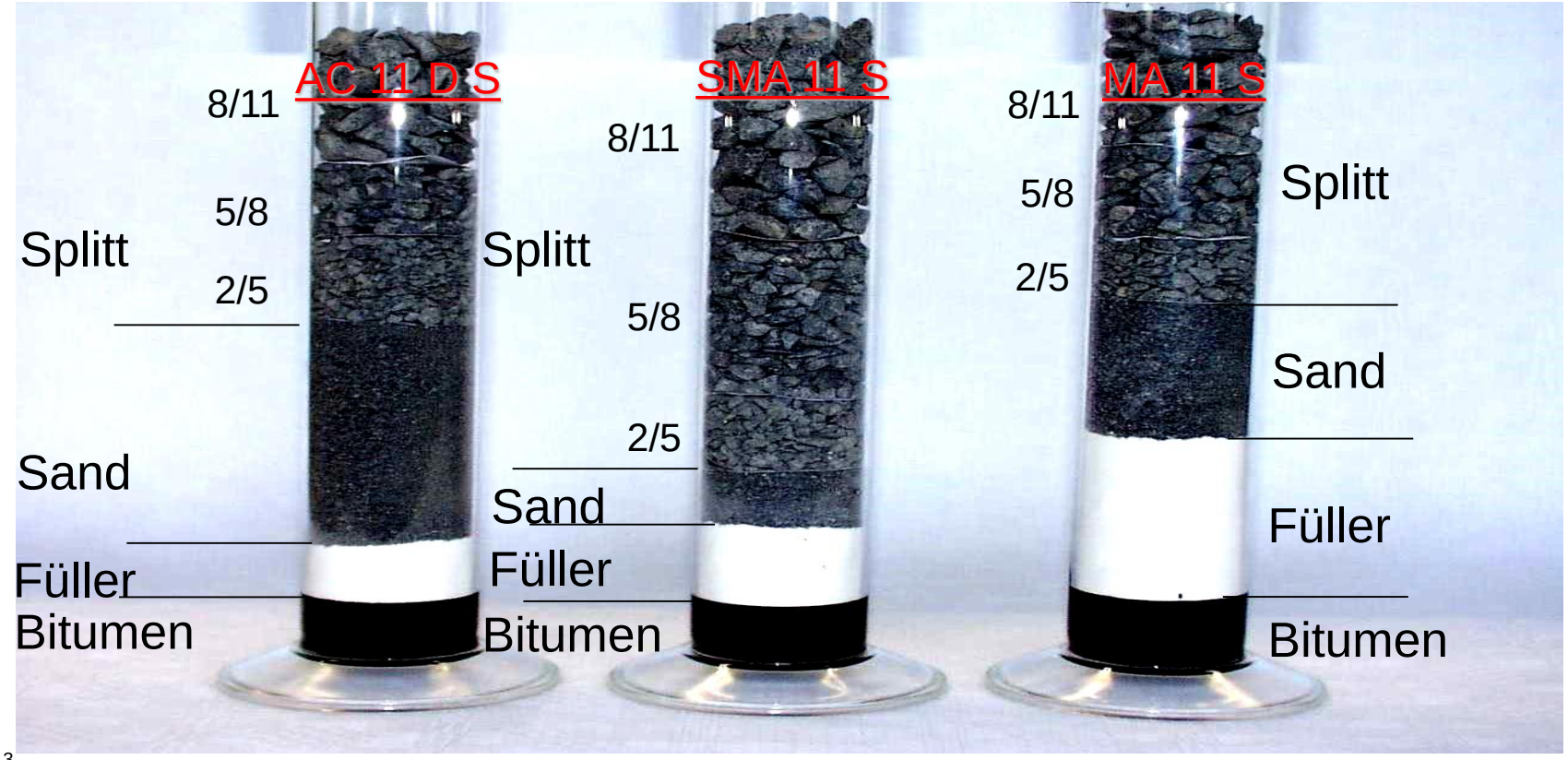
b) Verminderung des Hohlraums durch kleinere Körner

Quelle: www.beton.wiki

Mischgut-Zusammensetzung					Eigenschaften beim Einbau	Anwendung
Natursand	 geringer Splittgehalt	 kleiner max. Korndurchmesser	geringer Füllergehalt	weiches Bindemittel	• unstabil • schiebe-empfindlich • rissempfindlich • verdichtungs-willig	• schwach belastete Straßen • Kreisstraßen • Gemeindestraßen • Fuß- u. Radwege Parkplätze
Brechsand	 hoher Splittgehalt	großer max. Korndurchmesser	hoher Füllergehalt	hartes Bindemittel	• stabil • sperrig • verdichtungs-unwillig	• hochbelastete Straßen • Autobahnen • Bundesstraßen • Stadtstraßen • Flughäfen

Quelle: BOMAG „Grundlagen der Asphaltverdichtung“

Einflüsse der Mischgutzusammensetzung



Quelle: Asphalt+Bitumen Beratung

Einflüsse der Mischgutzusammensetzung

- Die Auswahl des Asphaltmischguts kann unter Berücksichtigung des Verdichtungswiderstandes erfolgen (Asphaltart, Asphaltsorte)

- Zusammensetzung des Asphaltmischguts kann im Labor des Asphaltherstellers hinsichtlich der Verdichtungseigenschaften optimiert werden

Regelwerk

FGSV – Merkblatt 730 „M VA“

Enthält Hinweise zu

- Verdichtungseigenschaften von Asphalt
- äußeren Einflüssen auf die Verdichtung
- Einbau und Vorverdichtung

sowie

- Formelwerk zur Berechnung des Verdichtungswiderstandes
- Formelwerk zur Planung des Walzeneinsatzes

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
Arbeitsgruppe Asphaltstraßen

Merkblatt
für das
Verdichten von Asphalt

M VA

Ausgabe 2005

Einflüsse der Mischgutzusammensetzung

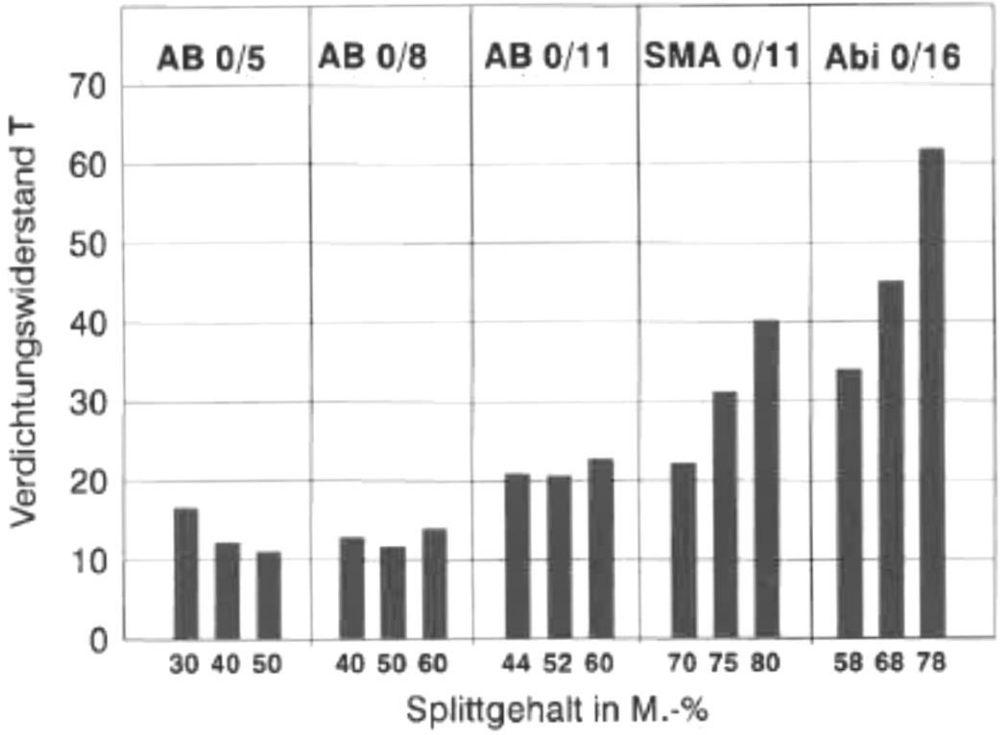


Bild 7: Einfluss des Splittgehaltes auf den Verdichtungswiderstand T

Quelle: M VA

Einflüsse der Mischgutzusammensetzung

Tabelle 2: Koeffizienten a_0 bis a_6 zur rechnerischen Abschätzung des Verdichtungswiderstandes T bei der Verdichtung von Asphaltbetonen 0/5 bis 0/16 S, Splittmastixasphalten 0/8 und 0/11 S mit 100 % Brechsandanteil sowie Asphaltbindern 0/16 (S) mit 75 % Brechsandanteil unter Angabe des Korrelationskoeffizienten r

Asphaltart/ -sorte	Kompositionelle Merkmalsgrößen								Korrelationskoeffizient
	Konstante	Bindemittel B	Füllergehalt F	Splittgehalt Spl	Splittgehalt Spl^2	Größtkorn d_{max}	Brechsand BS	Faserstoff Fa	r
–	21 Nm	M.-%	M.-%	M.-%	M.-%	mm	%, rel.	M.-%	–
Parameter	a_0	a_1	a_2	a_{31}	a_{32}	a_4	a_5	a_6	–
Asphaltbeton 0/5 bis 0/16 S	124,6	–6,51	–2,22	–1,551	+ 0,016	–1,38	+ 0,153	n. u.	0,939
Splittmastixasphalt 0/8 u. 0/11 S	–32,6	–4,51	–0,86	+ 1,787	0,0	–1,80	n. u.	–11,2	0,962
Asphaltbinder 0/16 (S)	122,3	–2,01	–1,09	–2,778	+ 0,027	–	n. u.	n. u.	0,943

n. u. = nicht untersucht

Rechenbeispiel

Für einen Asphaltbeton 0/11 mit einem

- Bindemittelgehalt von B = 6,2 M.-%
- Füllergehalt von F = 8 M.-%
- Splittgehalt von Spl = 55 M.-% sowie
- Brechsandanteil von BS = 50 %

kann der Schätzwert für den Verdichtungswiderstand T wie folgt berechnet werden:

$$T = 124{,}6 - 6{,}51 \cdot B - 2{,}22 \cdot F - 1{,}551 \cdot Spl + 0{,}016 \cdot Spl^2 - 1{,}38 \cdot d_{max} + 0{,}153 \cdot BS$$

$$T = 124{,}6 - 6{,}51 \cdot 6{,}2 - 2{,}22 \cdot 8 - 1{,}551 \cdot 55 + 0{,}016 \cdot 55^2 - 1{,}38 \cdot 11{,}2 + 0{,}153 \cdot 50$$

$$T = 21{,}8\ [21\ Nm].$$

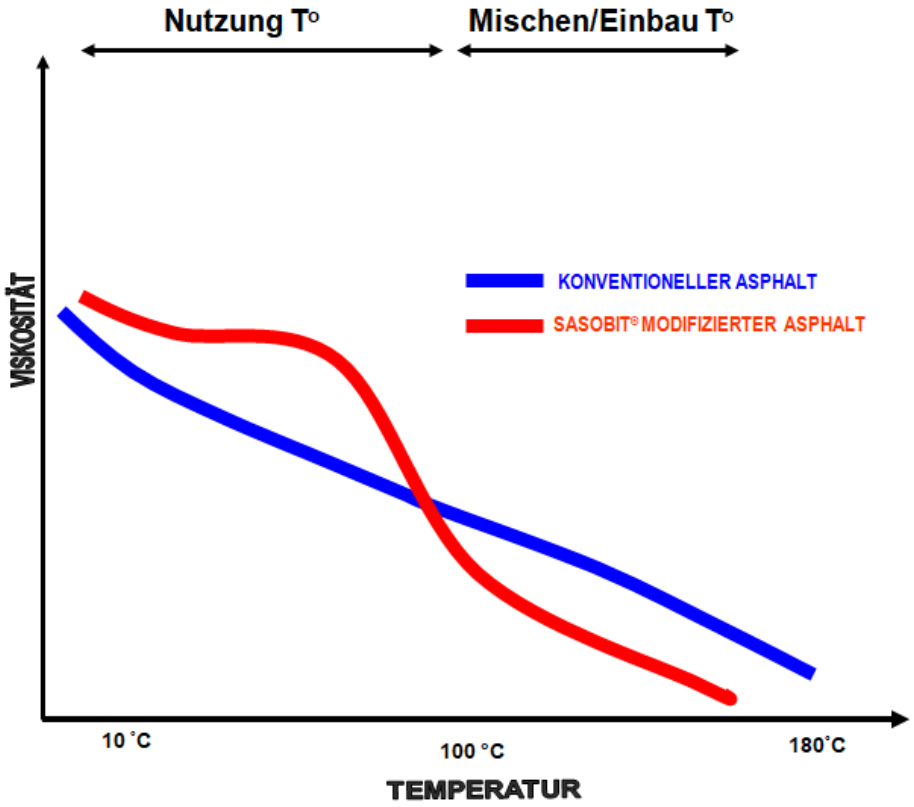
Quelle: M VA

Verwendung vom Verdichtungshilfen

- Absenken der Einbau-temperatur

oder

- Verringerung des Verdichtungswiderstandes

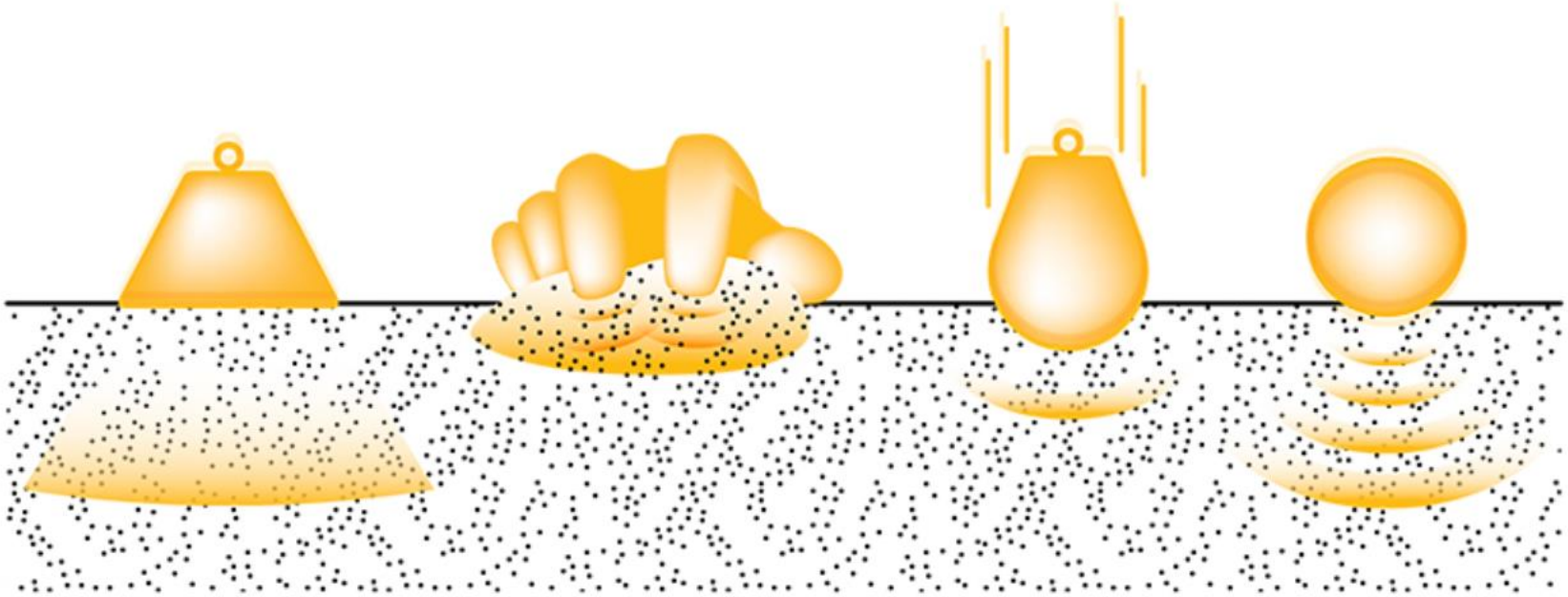


Quelle: Sasol Wax

Kosten und Auswirkungen der Verdichtung

Quelle: CATERPILLAR „Handbuch der Asphaltverdichtung“

Verdichtungsarten



statische Belastung

Manipulation

(Eintrag nicht vertikal wirkender Kraftanteile)

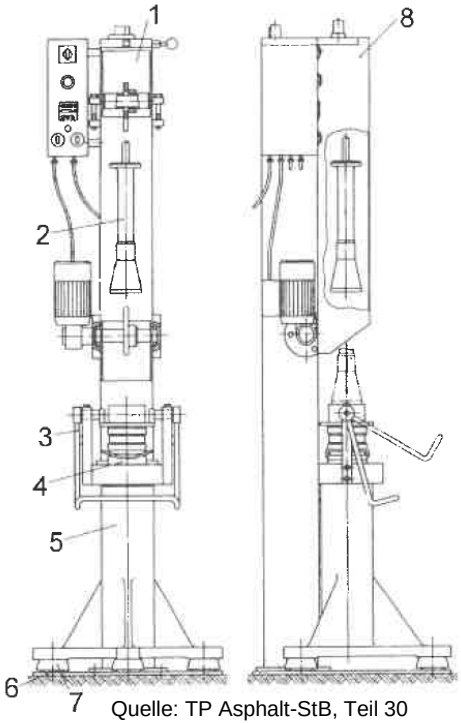
Schlag

Vibration

Quelle: CATERPILLAR „Handbuch der Asphaltverdichtung“

Marshall-Verdichtungsgerät: Prinzip Hammer/Amboss

Quelle: www.infratest.net“



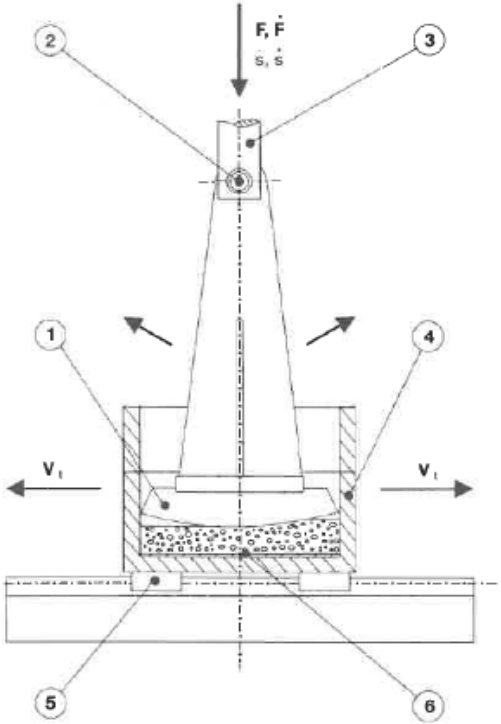
Quelle: TP Asphalt-StB, Teil 30

Legende:

1 Basisgerät mit automatischer Vorrichtung zum Heben des Fallgewichtes und einem Schlagzähler
2 Fallhammer bestehend aus Fallgewicht, Führungsstab und Bodenstück auf das das Fallgewicht aufschlägt
3 Exzenter der Einspannvorrichtung
4 Verdichtungsform bestehend aus Aufsatzstück, Formzylinder und Formgrundplatte
5 Sockel des Verdichtungsgerätes
6 Bodenplatte des Verdichtungsgerätes
7 Topfelemente als Aufstandspunkte
8 Schutzabdeckung

Bild 1: Schematische Darstellung des Marshall-Verdichtungsgerätes

Walzsegmentverdichter



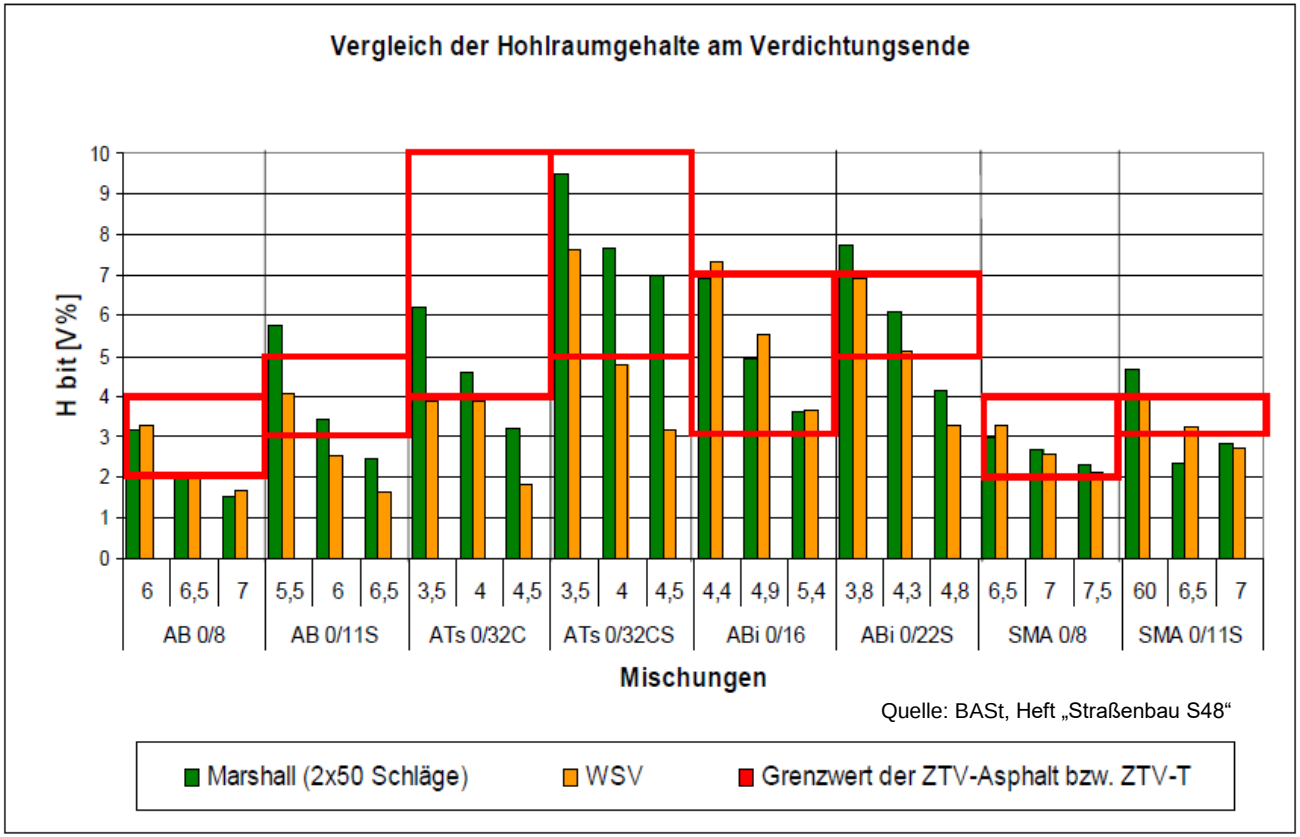
Legende:
1 Walzsektor
2 Drehmittelpunkt
3 Belastungseinrichtung
4 Verdichtungsform
5 Schlitten
6 Einlegeblech

Bild 1: Schematische Darstellung des Walzsektor-Verdichtungsgerätes

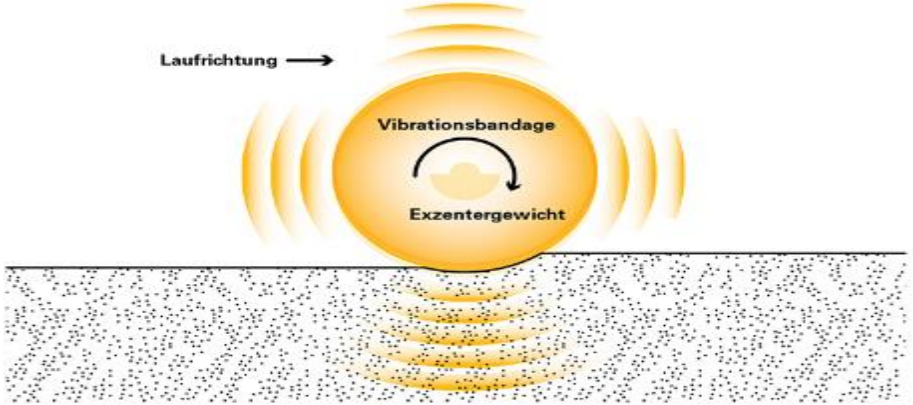
Quelle: TP Asphalt-StB, Teil 33

Quelle: www.ise.kit.edu

Verdichtungsverfahren



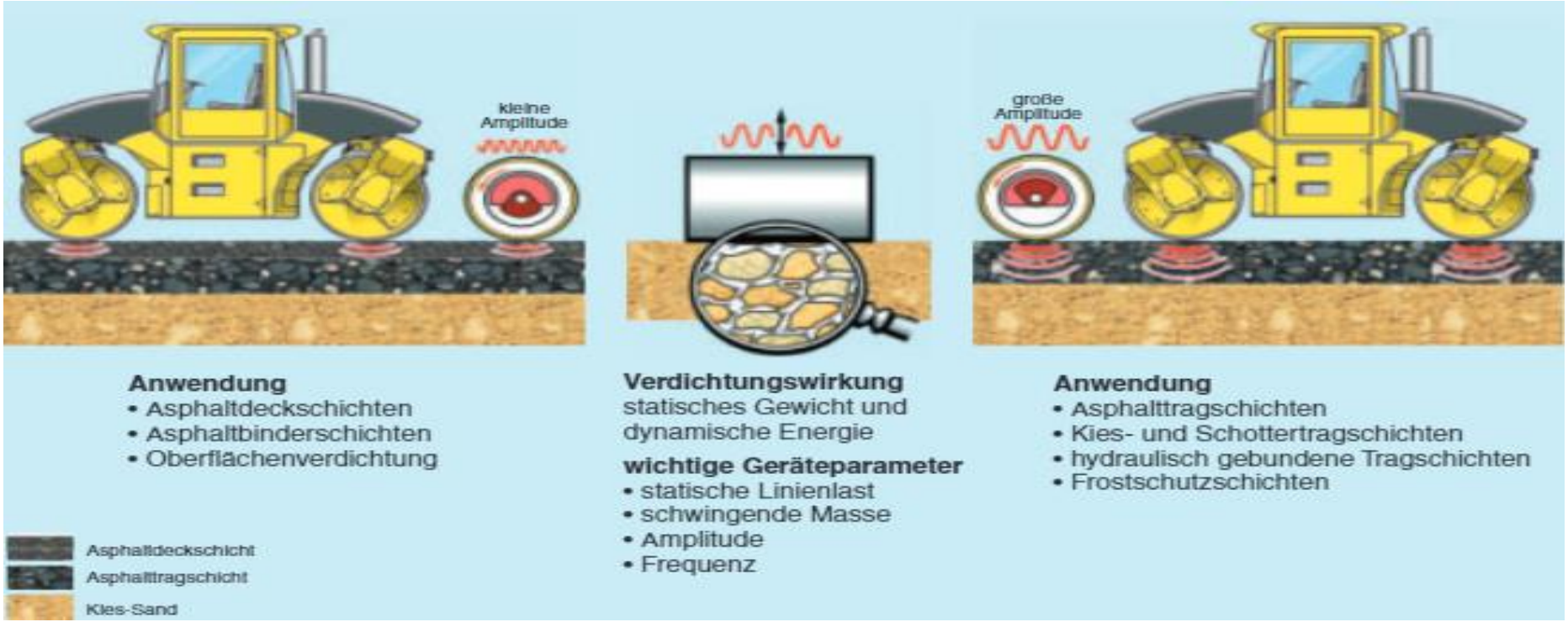
Verdichtungsverfahren mit Vibration



Quelle: CATERPILLAR „Handbuch der Asphaltverdichtung“

Quelle: https://youtu.be/I_fdgIsBb2k

Verdichtungsverfahren mit Vibration



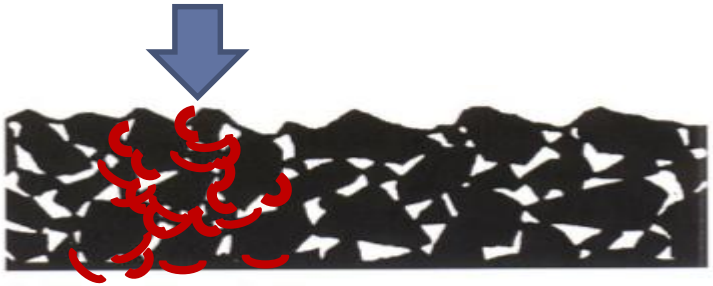
Quelle: BOMAG „Grundlagen der Asphaltverdichtung“

Verdichtungsverfahren mit Vibration

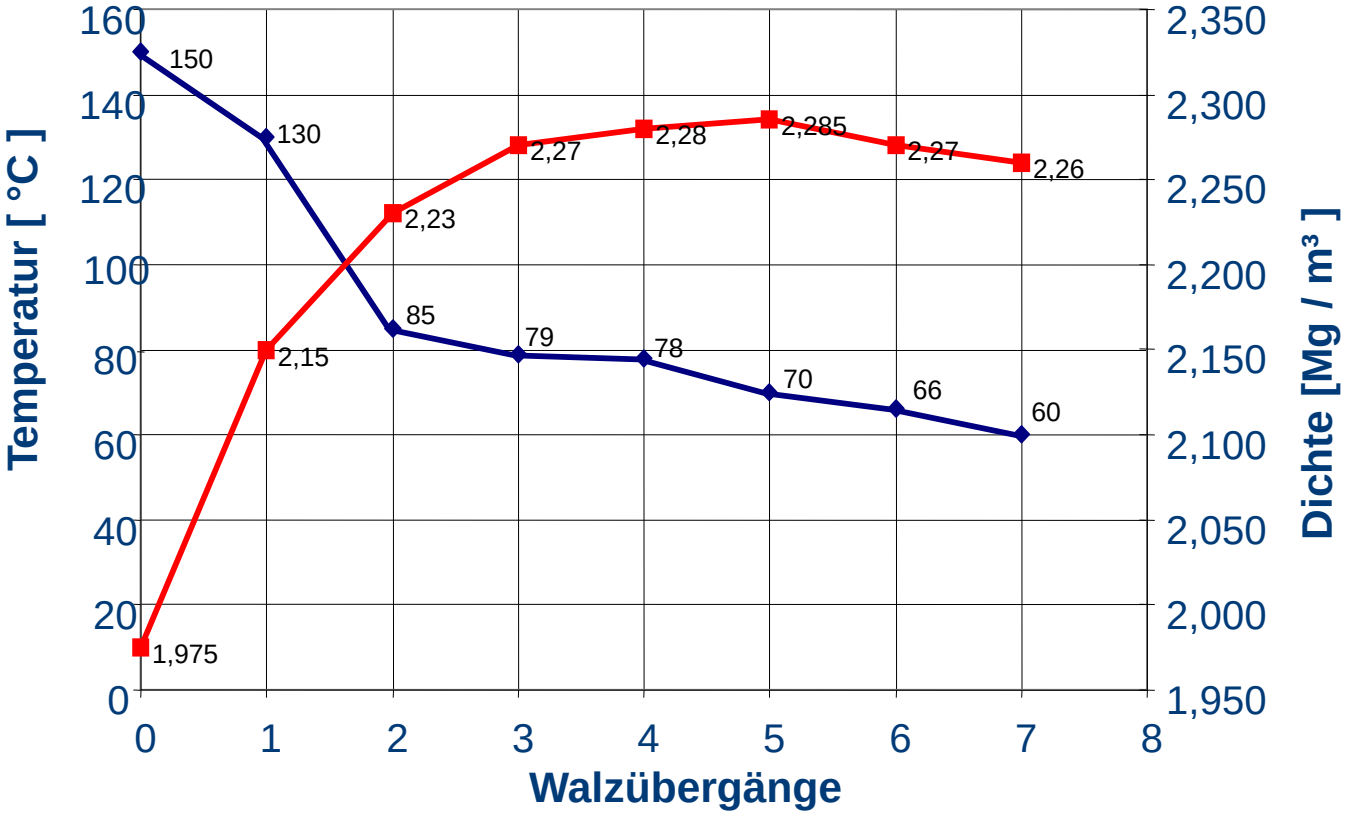
- Untergrund und Umgebung werden in Schwingung versetzt

Bei exzessivem Einsatz

- können Kornzertrümmerungen eintreten
- können Gefügeauflockerungen im Untergrund entstehen
- können Auflockerungen der zu verdichtenden Schicht eintreten

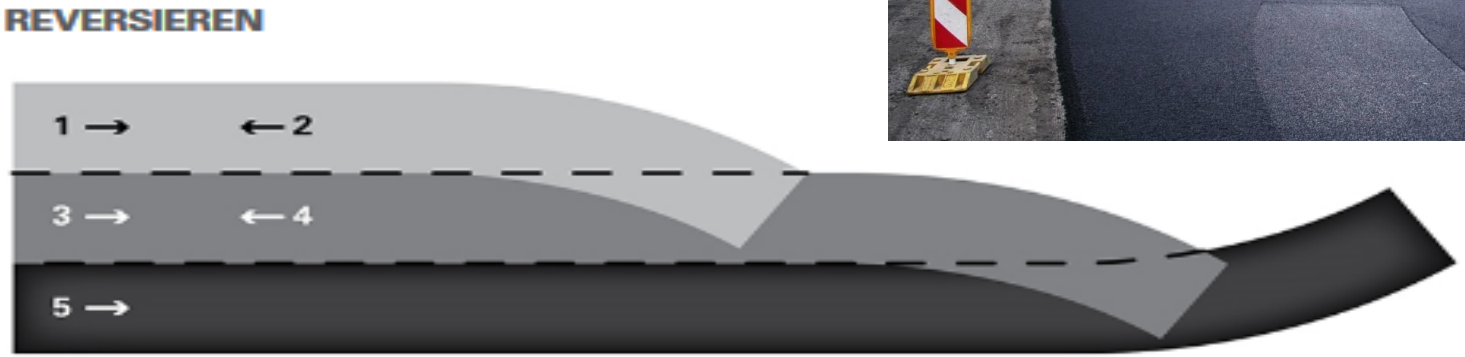


Verdichtungsverfahren mit Vibration



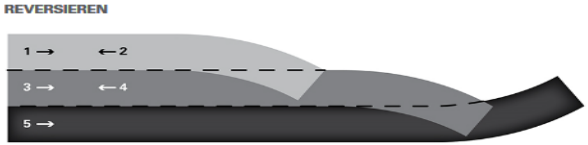
Quelle: Sasol Wax

Verdichtungsverfahren mit Vibration



Quelle: CATERPILLAR „Handbuch der Asphaltverdichtung“

Verdichtungsverfahren mit Vibration



Quelle: CATERPILLAR „Handbuch der Asphaltverdichtung“

Verdichtungsverfahren mit Vibration

Kurvenfahrt einer herkömmliche Walze mit einer Arbeitsbreite von 170 cm.

Durch die Außenkante der Bandage wurde der frische Asphalt gestreckt und deformiert.

Quelle: CATERPILLAR „Handbuch der Asphaltverdichtung“

Verdichtungsverfahren ohne Vibration

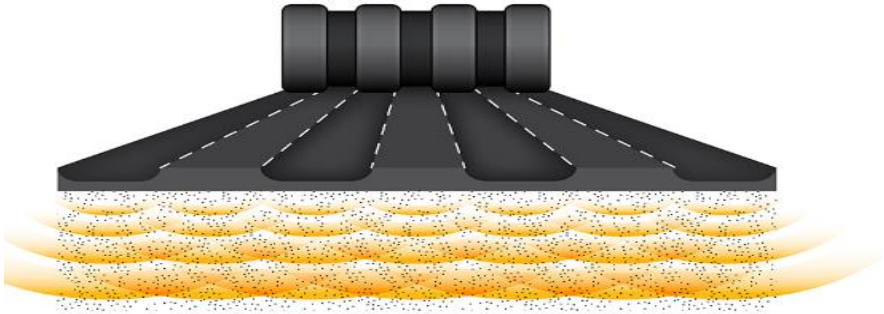
Bei wenig tragfähiger Unterlage und/oder Untergrund können Verdichtungsverfahren ohne Vibration oft Vorteile ausspielen

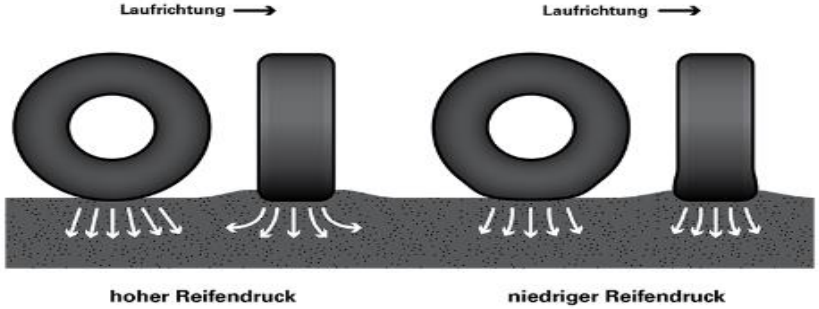
→ Untergrund und Umgebung werden nicht in Schwingung versetzt

→ Knetwirkung von Gummirädern führt zu Kornumlagerungsprozessen im Mischgut

→ Tiefenwirkung bis 30 cm in historischer Literatur dokumentiert

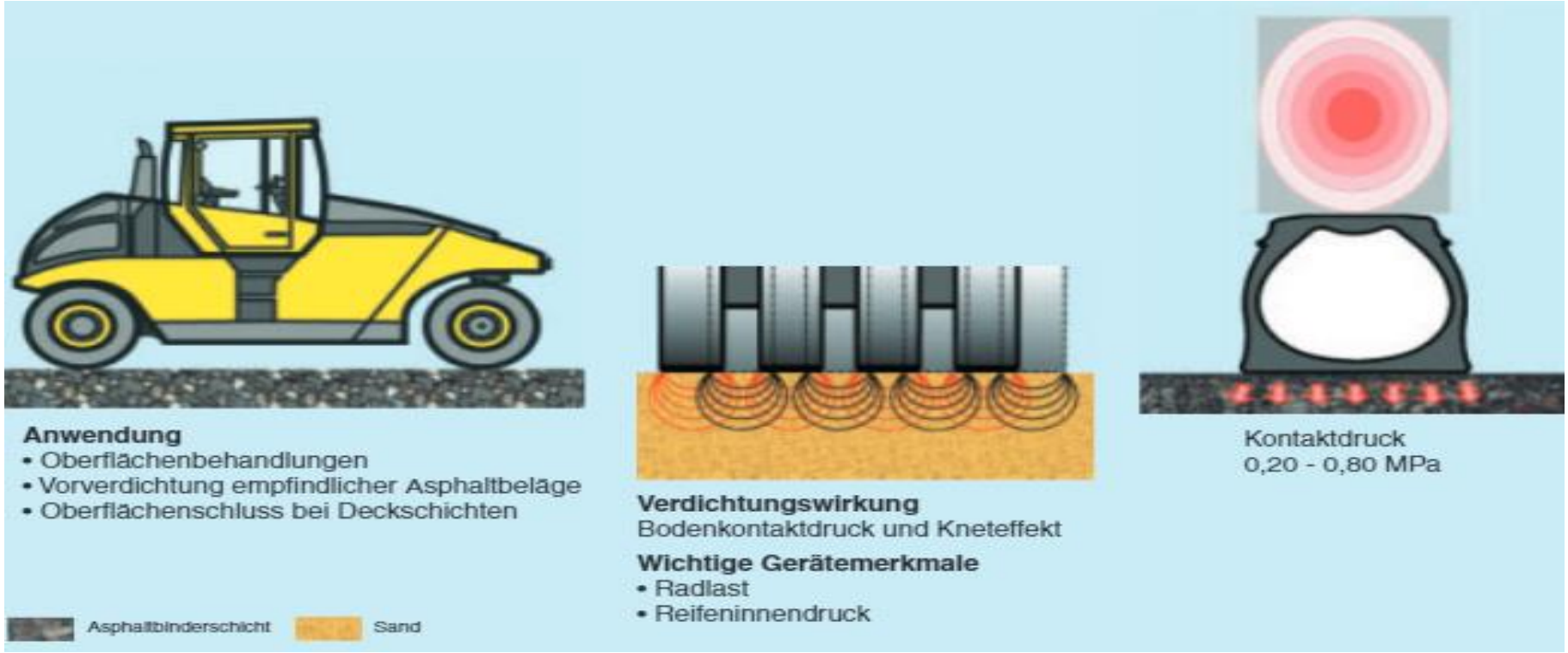
→ wird heute z.B. von Walzenherstellern mit bis zu 18 cm angegeben





Quelle: CATERPILLAR „Handbuch der Asphaltverdichtung“

Verdichtungsverfahren ohne Vibration



Quelle: BOMAG „Grundlagen der Asphaltverdichtung“

Verdichtungsverfahren ohne Vibration

Reifenspuren, die die Gummiradwalze hinterlässt, können im Normalfall von der zur Endverdichtung eingesetzten Walze ausgebügelt werden.

Tiefe Reifenspuren, die beim Arbeiten auf einer dicken Schicht aus weichem Mischgut entstehen, sind schwer auszubügeln.

Quelle: CATERPILLAR „Handbuch der Asphaltverdichtung“

Verdichtungsverfahren ohne Vibration

Rissbildung in der Einbaubahn entlang einer bzgl. der nicht begrenzten Kante zurückgesetzten Bandagenkante.

Gummiradwalzen sollten stets in einer Entfernung von mind. 15 cm von nicht begrenzten Kanten bleiben.

Quelle: CATERPILLAR „Handbuch der Asphaltverdichtung“

Einbau in wechselnden Schichtdicken

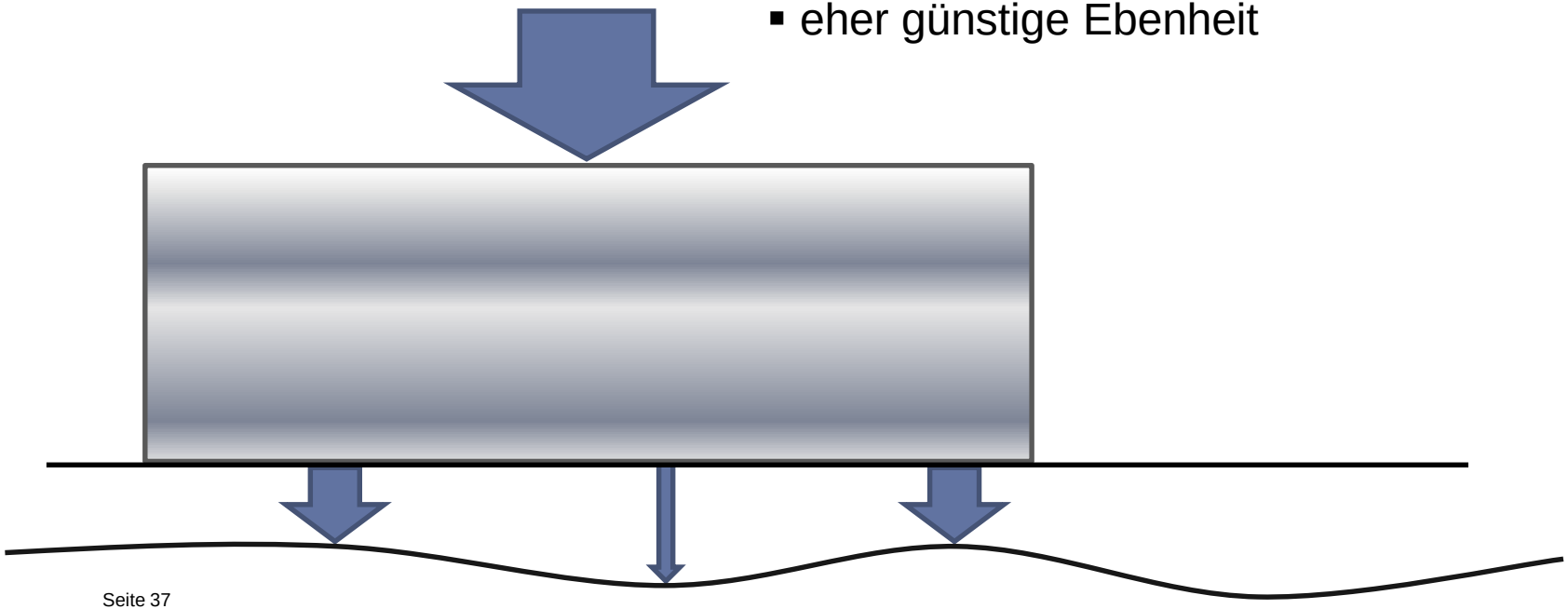
Wenn vom Einbauteam eine Nivelliersautomatik (Slope Control) verwendet wird, kann die Schichtdicke variabel sein.

Quelle: CATERPILLAR „Handbuch der Asphaltverdichtung“

Einbau in wechselnden Schichtdicken

Stahlbandage:

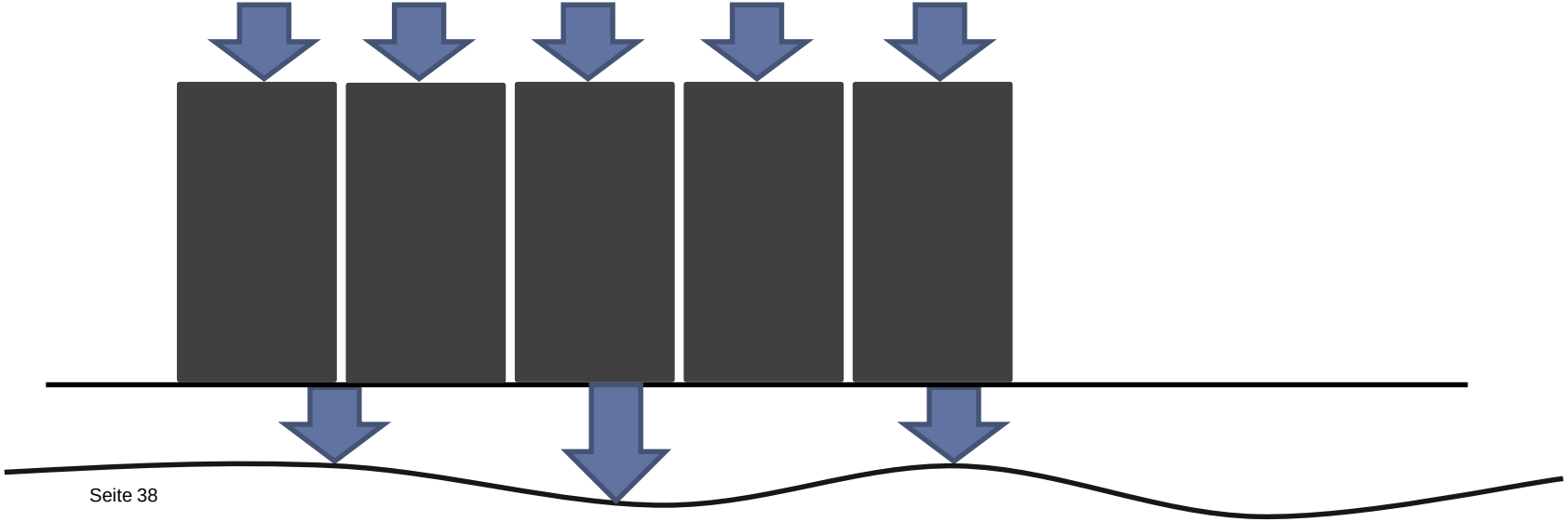
- eher wechselnde Verdichtungsgrade
- eher günstige Ebenheit



Einbau in wechselnden Schichtdicken

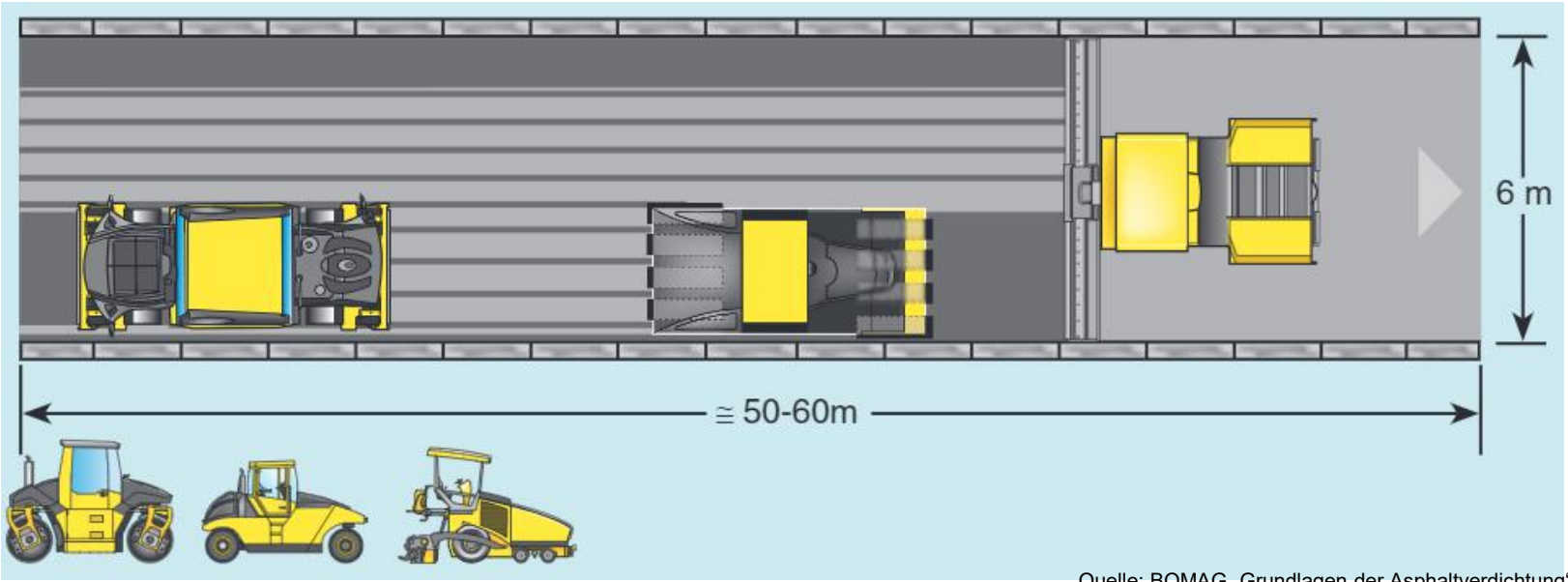
Gummiradwalze (tauchende Lagerung):

- eher gleichmäßiger Verdichtungsgrad
- eher wechselnde Ebenheit



Kombinierte Verdichtung

Durch gezielte Kombination von Glattmantel- und Gummiradwalzen lassen sich Vorteile beider Systeme nutzen



Quelle: BOMAG „Grundlagen der Asphaltverdichtung“

Kombinierte Verdichtung

Kombiwalze der 6-Tonnen-Klasse

Die „ABG Puma“ hat um die Jahrtausendwende kleine und mittlere Baustellen dominert

Texturbild Kombiwalze auf AC D

Porenschluss der Oberfläche, abgestumpft

Gummiradwalze

Schwere Gummiradwalze der Marke „Hamm“

Von den 70 Jahren bis zur Jahrtausendwende

Von größeren Asphaltbaustellen

nicht wegzudenken.

Noch heute werden vereinzelte

Exemplare täglich genutzt.

Im Baujargon als „Eisenschwein“

bekannt.

Quelle: www.jaweed.eu

Gummiradwalze

Schwere Gummiradwalzen erleben derzeit eine Renaissance …

… zu Recht!

Leider ist viel know-how
„in den Ruhestand getreten“
und wird nun mühsam neu erschlossen

Quelle: Wirtgen Group / Fa. Hamm

Einbauversuch

Asphalttragschicht mit 18 cm Dicke in 1 Lage

Feld a) Verdichtung mit Kombination aus zwei schweren Gummiradwalzen und

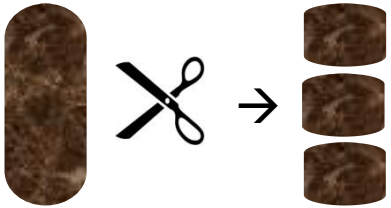
Tandem-Glattmantelwalzen (Vibration)

Feld b) Verdichtung ausschließlich mit Tandem-Glattmantelwalzen (Vibration)

Ergebnisse der Einbauversuche

Feld a) „GRW“:

Bohrkerne wurden in drei Schichten zerteilt



Verdichtungsgrad = 105,1 %

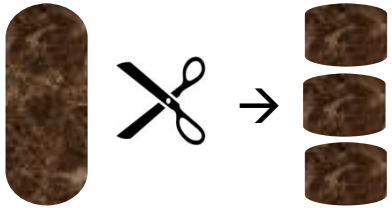
Verdichtungsgrad = 104,6 %

Verdichtungsgrad = 106,1 %

Ergebnisse der Einbauversuche

Feld a) „Tandem-Vibration“:

Bohrkerne wurden in drei Schichten zerteilt



Verdichtungsgrad = 106,1 %

Verdichtungsgrad = 106,1 %

Verdichtungsgrad = 102,4 %

Baumaßnahme

K 55 Dierkshausen – Hanstedt

Decktragschicht 16

Walzverdichtung ohne Vibration

Quelle: Baumaßnahme der Fa. Jungclaus, Seevetal

Unterlage mit Schädigungen

Unterlage mit Schädigungen

Signifikante Vorschäden gründlich sanieren!

Dr. Reinhardt + Sawall

Unterschiedlicher Oberbau

Wechselnde Einbaudicken

Profilfräsung

Dr. Reinhardt + Sawall

Kombiwalze 4-Tonnen-Klasse

Dr. Reinhardt + Sawall

Einbau Deckstragschicht als einschichtiger Ersatz

Dr. Reinhardt + Sawall

Dr. Reinhardt + Sawall

Kombiwalze mit Wärmeschürze

Verdichtung der Ränder

Randversiegelung!!

DEMAG
DF 115 P

Historische Baustelle

Quelle: Baumaßnahme der Fa. Winkler, Bremen

Historische Baustelle?

E. WINGLER

Historische Baustelle?

Dr. Reinhardt + Sawall

Historische Baustelle?

Historische Baustelle?

F. WINKLER
F. WINKLER KG

Walzverdichtung ohne Vibration – K51 Sandstedt

Angaben aus der Niederschrift über die Probenahme	Kennzeichnung des Bohrkerns	3.BA			4.BA		
	Entnahmestelle (Bau- oder Betriebskilometer)	3.BA			4.BA		
	Lage zur Achse						
	Zu prüfende Schicht	SMA8S	AC16BS	AC32TS	SMA8S	AC16BS	AC32TS
Verdich-tungsgrad	Errechneter Verdichtungsgrad (%)	100,0	100,9	101,2	98,1	101,3	99,9
	Soll-Verdichtungsgrad (%)	≥ 97,0	≥ 97,0	≥ 97,0	≥ 97,0	≥ 97,0	≥ 97,0

Historische Baustelle

-

Beispiel für die Zukunft?

Vielen Dank

für Ihr Interesse!

Welche Fragen möchten Sie diskutieren?