

**CAT® PAVING PRODUCTS**

# HANDBUCH DER ASPHALTVERDICHTUNG

**CATERPILLAR®**







**CAT® PAVING PRODUCTS**

# HANDBUCH DER ASPHALTVERDICHTUNG

**CATERPILLAR®**

Der *Leitfaden für Asphaltverdichtung* wird von Cat® Paving Products herausgegeben. Es wurde große Sorgfalt auf die Richtigkeit der in diesem Buch enthaltenen Spezifikationen und Informationen verwendet. Die Leistungsdaten dienen lediglich zur ungefähren Einschätzung. Aufgrund der vielfältigen Variablen im Rahmen der unterschiedlichen Einbauanforderungen (einschließlich Rezepturen und Eigenschaften, Projektspezifikationen, Anwendungspräferenzen der Bauleiter, Effizienzen der Maschinenbediener, Untergrundbedingungen, Höhenlage etc.), gewährleisten weder Caterpillar Inc. noch seine Händler, dass die hierunter beschriebenen Maschinen und Verfahrensweisen die vorgesehene Leistung erbringen. Da die Maschinenspezifikationen und Materialien ohne Vorankündigung geändert werden können, informieren Sie sich bei Ihrem zuständigen Cat Fachhändler über die neuesten Produktdaten und verfügbaren Optionen. Die abgebildeten Maschinen können mit optionalen und/oder nachrüstbaren Ausrüstungen ausgestattet sein. CAT, CATERPILLAR, die entsprechenden Logos, das „Caterpillar Yellow“ und das "POWER EDGE"- Handelszeichen, sowie die hierin verwendeten Unternehmens- und Produktidentitäten sind Markenzeichen von Caterpillar Inc. und dürfen nicht ohne Genehmigung verwendet werden.

**Hinweis:** Für spezifische Produktionformationen lesen Sie stets im entsprechenden Betriebs- und Wartungshandbuch von Caterpillar nach.

QGBQ1583

© 2012 Caterpillar Inc. - Alle Rechte vorbehalten.

ISBN: 978-1-939945-02-0

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>Kapitel 1:</b>	GRUNDLAGEN DER VERDICHTUNG	6
<b>Kapitel 2:</b>	BEIM VERDICHTEN WIRKENDE KRÄFTE	12
<b>Kapitel 3:</b>	DIE VERDICHTUNG BEEINFLUSSENDE FAKTOREN	28
<b>Kapitel 4:</b>	VERFAHREN UND SPEZIFIKATIONEN	50
<b>Kapitel 5:</b>	WALZKONZEPT	78
<b>Kapitel 6:</b>	NAHTVERDICHTUNG	96
<b>Kapitel 7:</b>	BEIM VERDICHTEN AUFTRETENDE PROBLEME	116
	GLOSSAR DER FACHBEGRIFFE	136



# EINFÜHRUNG

Das Cat Paving Products Handbuch der Asphaltverdichtung ist ein praktisches Nachschlagewerk für Maschinenführer, Qualitätskontrolleure und Bauleiter. Es behandelt die Grundprinzipien der Asphaltverdichtung und gibt typische Beispiele an, die aufzeigen, wie diese Prinzipien am effektivsten in Anwendung gebracht werden können.

Im vorliegenden Handbuch wird der Ausdruck „Asphalt“ verwendet, um das zu beschreiben, was in einigen Regionen auch „Bitumengemisch“ oder „Asphaltbeton“ genannt wird. In Lektion 3 werden unter Verwendung der allgemeinen üblichen Terminologie die unterschiedlichsten Asphaltgemische angesprochen.

Weltweit gibt es große Unterschiede hinsichtlich der Zusammensetzung und der Herstellung von Asphalt. Die mineralischen Zuschlagstoffe stammen aus unterschiedlichen Quellen. Zudem weisen die Asphaltzemente, die zur Asphaltherstellung verwendet werden, eine erhebliche chemische Variabilität auf. Schließlich sind die Straßenbaumaschinen, die zum Verlegen von Asphalt verwendet werden, an verschiedenen Orten verschiedenen Typs. Aufgrund dieser Variabilität ist es nicht möglich, spezifische und detaillierte Asphaltverdichtungstechniken zu entwickeln, die in jeder Situation angewendet werden können.

Die Grundsätze der Asphaltverdichtung gelten jedoch in gleicher Weise für alle Anwendungsfälle. Von Maschinenführern und Qualitätsbeauftragten wird ein gutes Verständnis dieser Grundsätze erwartet. Sie müssen wissen, wie auf die vielen Variablen zu reagieren ist.





# KAPITEL 1

## GRUNDLAGEN DER VERDICHTUNG

Garantie für eine gelungene Asphaltverdichtung sind die analytischen Fähigkeiten, die Ihr Team entwickeln kann. An vorderster Stelle stehen die konsequente Anwendung allgemein bewährter Praktiken und eine exakte Planung.



## [ WAS IST UNTER VERDICHTUNG ZU VERSTEHEN? ]

Asphaltverdichten ist ein mechanischer Prozess. Nachdem die Asphaltmischschicht vom Asphaltfertiger verlegt worden ist, wird sie unter Anwendung verschiedener Kräfte verdichtet. Das Ziel des Verdichtens besteht darin, eine Verringerung der Anzahl der Luftporen in der Asphaltmischschicht und ein dichteres Zusammendrängen der Gesteinskörner in der Schicht zu erreichen. Durch das Beseitigen des größten Teils der Luftporen und die Herstellung von direkten Kontakten zwischen den Gesteinskörnern wird der Asphaltmischschicht Festigkeit verliehen.

In der Regel beginnt das Verdichten bei der höchstmöglichen Temperatur. Wenn sich die Asphaltmischschicht erst einmal unter einer bestimmten Temperatur abgekühlt hat, ist es schwer oder sogar unmöglich, die Dichte weiter zu erhöhen. Deshalb steht normalerweise nur ein kleines Zeitfenster zur Verfügung, in dem die geforderte Dichte erreicht werden kann. Planung und Vorbereitung sind also außerordentlich wichtig, damit das Verdichten des Asphalts rechtzeitig erfolgt.

Beispielsweise liegt die Dichte einer Asphaltmischschicht, die mit einer Vibrationswalze bearbeitet wurde, bei ca. 85 % der theoretischen Höchstdichte. Bei einem anderen Projekt mit einer anderen Mischgutzusammensetzung, jedoch den gleichen Straßenbaumaschinen, beträgt die Dichte der Asphaltmischschicht vielleicht nur ca. 78 % der

theoretischen Höchstdichte. Bei Verwendung von Straßenbaumaschinen mit Stampfer- und Vibrationswalze, die mehr Energie an die Asphaltmischschicht übertragen, kann die Dichte des verlegten Belags sogar ca. 92 % der theoretischen Höchstdichte erreichen.

Offensichtlich läuft bei jedem Projekt der Verdichtungsprozess etwas anders ab, auch wenn die spezifizierte Fertigdichte die gleiche sein kann. Maschinenführer, Qualitätsbeauftragte und Projektleiter müssen jedes Projekt anders angehen. Art und Anzahl der Walzen werden vermutlich verschieden sein. Auch die Walzkonzepte werden sich unterscheiden.

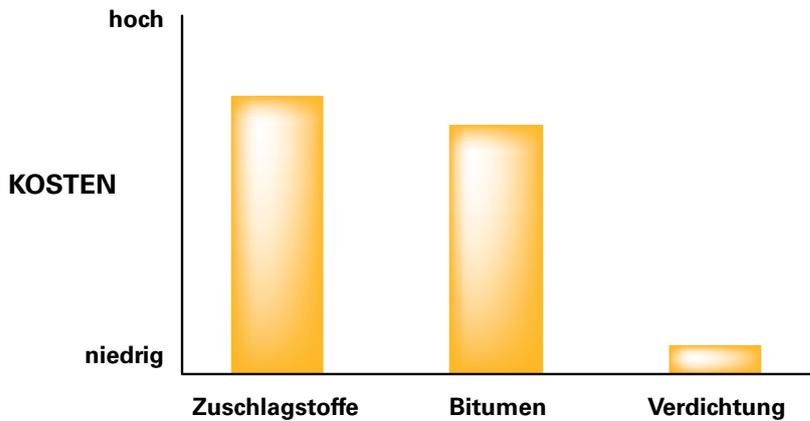
Mancherorts haben die Bauämter Verfahrensspezifikationen für den Verdichtungsprozess erarbeitet. In jenen Fällen muss das mit dem Verdichten beauftragte Team die spezifizierte Verfahren einhalten.

Andernorts spezifiziert das Bauamt das Endergebnis. In jenen Fällen darf das mit dem Verdichten beauftragte Team sein eigenes Verdichtungsverfahren entwickeln. Im vorliegenden Handbuch wird meist davon ausgegangen, dass das Team eine Endergebnisspezifikation zu erfüllen hat. Eine typische Verfahrensspezifikation wird in Lektion fünf erörtert.



*Die Asphaltverdichtung wird von der Einbaubohle begonnen und von Walzen, die unmittelbar hinter dem Asphaltfertiger arbeiten, vollendet.*

## RELATIVER VERGLEICH ZWISCHEN DEN KOSTENKOMPONENTEN DES ASPHALTBELAGS



*Der Verdichtungsprozess kostet sehr wenig im Vergleich zu den Kosten für Zuschlagstoffe und Asphaltzement.*

### [ WERT DES VERDICHTENS ]

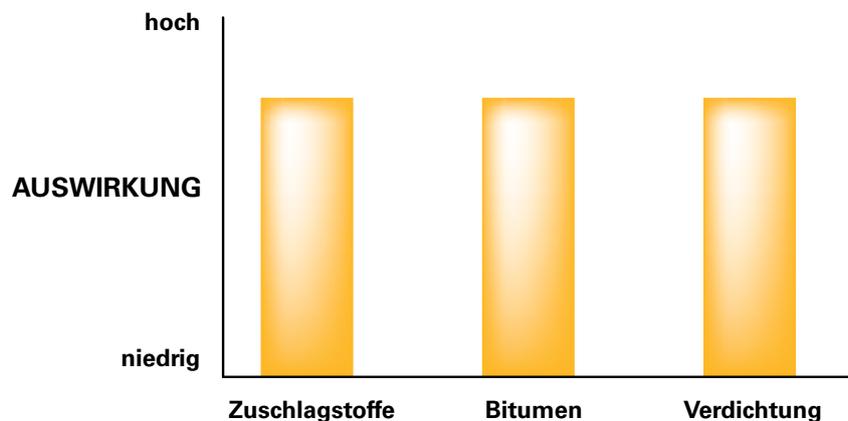
Es ist schon lange her, dass das Verdichten von Asphalt als notwendiges Übel angesehen wurde und der Verdichtungsprozess nicht wirklich eine Verbesserung des Straßenkörpers brachte. Häufig wurden die Walzenführer als gering qualifiziert angesehen und ihnen wurden nur sehr wenige Fortbildungsmöglichkeiten angeboten.

In den letzten Jahren sind die Kosten für hochwertige Zuschlagstoffe gestiegen, während sich ihre Verfügbarkeit verschlechtert hat. Der Preis für Asphaltzement ist sogar noch stärker nach oben gegangen. Aufgrund des Kostenverhältnisses von Einbaumaterial und Verdichtungsprozess liegt ein stärkerer Akzent auf Materialherstellung und Einbauleistung. In der Tat sind die Kosten, die

pro Tonne Bitumengemisch auf das Verdichten entfallen, sehr niedrig.

Das hergestellte und verlegte Bitumengemisch ist jedoch praktisch wertlos, wenn es nicht die spezifizierte Dichte aufweist. Der Verdichtungsprozess muss als genauso wichtig wie die Herstellung und der Einbau des Bitumengemischs angesehen werden. Walzenführer benötigen Schulungen, damit sie die gebotenen Fertigkeiten entwickeln können. Qualitätsbeauftragte müssen in der Lage sein, den Verdichtungsprozess zu planen und Probleme zu lösen, wenn die Dichte unzureichend ist oder wenn durch den Verdichtungsprozess Unebenheiten der Deckschicht erzeugt werden.

## RELATIVER KOSTENVERGLEICH ZWISCHEN DEN BEITRÄGEN DER EINZELNEN KOMPONENTEN ZUR VERLÄNGERUNG DER HALTBARKEIT DES ASPHALTBELAGS



*Das Verdichten hat den gleichen Wert wie das Bitumengemisch, das hergestellt wird.*

### [ VERDICHTUNG TRÄGT ZUR NACHHALTIGKEIT BEI ]

Richtig verdichtete Asphaltbeläge tragen in mehrfacher Hinsicht zur Nachhaltigkeit bei.

Erstens ist ein Asphaltbelag dafür ausgelegt, dass er die Verkehrsmenge und -last über einen bestimmten Zeitraum aushält. Der Planungsingenieur berechnet die Art des Materials, die Schichtstärken und die spezifizierte Dichte jeder Schicht so, dass sich die benötigte Gesamtfestigkeit ergibt.

Wenn die Asphaltsschichten durchweg hohe Dichten aufweisen, wird der Straßenkörper in der Regel die erwartete Lebensdauer haben oder länger als geplant nutzbar sein.

Wenn Instandhaltungsarbeiten am Straßenbelag hinausgezögert werden können, weil der Belag noch in gutem Zustand ist, sparen wir Energie (weniger Emissionen) und es treten, über die Lebensdauer des Straßenkörpers gesehen, weniger Verkehrsstörungen (Unannehmlichkeiten

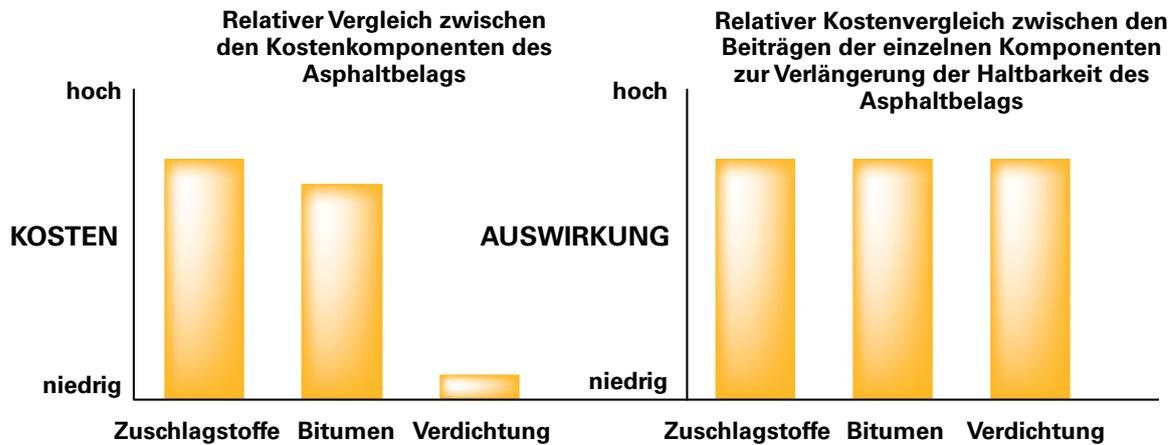
und mehr Emissionen) auf. Möglicherweise kann über der Lebensdauer des Straßenkörpers ein Instandhaltungszyklus eingespart werden.

Zweitens wissen hoch qualifizierte Walzenführer, wie - bei minimaler Beeinflussung der Ebenheit der Deckschicht - Dichte in der Asphaltsschicht zu erzeugen ist. Und außerdem trägt eine hohe Dichte dazu bei, Oberflächenfehler, wie z. B. Spurrillen und Risse, zu minimieren.

Eine glatte Oberfläche weist einen niedrigeren Rollwiderstand auf, d. h. es wird weniger Energie benötigt, um ein bestimmtes Fahrzeug mit einer bestimmten Geschwindigkeit über die Oberfläche zu bewegen.

Selbst wenn der Kraftstoffverbrauch durch die Ebenheit des Straßenbelags um nur 1 Prozent verringert wird, sind die globalen Auswirkungen enorm.

## KOSTEN DER KOMPONENTEN VS. AUSWIRKUNG AUF DIE HALTBARKEIT DES ASPHALTBELAGS



Gegenüberstellung von Kosten und Auswirkung auf die Haltbarkeit des Asphaltbelags.

**Zusammenfassung:** Es wird viel über die Erzeugung einer spezifizierten Dichte in Asphaltsschichten geredet. Doch damit es nicht bei Worten bleibt, ist es wichtig, dass Maschinenführer geschult werden, dass Qualitätsbeauftragte über Problemlösungskompetenzen verfügen und dass technologisch moderne Maschinen eingesetzt werden.

Bei der Verdichtung auftretende Probleme sind in der Regel lösbar, wenn das Team gut plant und sich an allgemein bewährte Praktiken hält. Mit diesem Handbuch wird die Zielstellung verfolgt, Personen, die in irgendeiner Weise am Verdichtungsprozess beteiligt ist, bei der Entwicklung analytischer Fähigkeiten und ausreichender Kenntnisse über bewährte Praktiken zu unterstützen.

Lektion 2 beginnt mit einer Erläuterung der Kräfte, die bei der Asphaltverdichtung wirken.



## Kapitel 2 BEIM VERDICHTEN WIRKENDE KRÄFTE

Erfolgreiche Teams können mit den Verdichtungskräften umgehen und wissen, wie eine Einbaubahn diese Kräfte aufnimmt.



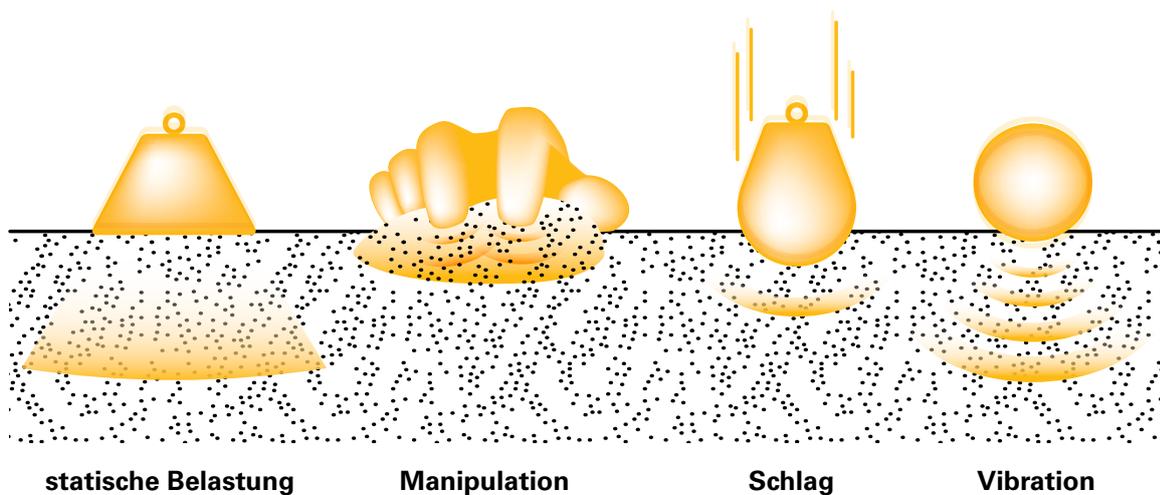
# KRÄFTE

Vier Kräfte werden eingesetzt, um Luftporen zu verringern und für die Tragfähigkeit der Asphaltsschichten zu sorgen: statische Belastung, Manipulation, Schlag und Vibration. Maschinenführern und Qualitätsbeauftragten muss klar sein, wie diese vier Kräfte einzusetzen sind, um auf produktive Weise die geforderte Dichte zu erzeugen, während gleichzeitig die Ebenheit der Asphaltsschicht bewahrt wird.

Am leichtesten zu verstehen sind die statische Belastung und die Manipulation; hierbei wirken

gewöhnlich geringere Kräfte. Eine statische Belastung erfolgt beispielsweise durch eine Walze mit Stahlbandage, die im statischen Modus arbeitet, oder durch eine Gummiradwalze.

Schlag und Vibration sind dynamische Kräfte; hierbei werden typisch größere Verdichtungskräfte aufgebracht. Vibrationswalzen mit Stahlbandagen entwickeln Schlag- und Vibrationskräfte. Üblicherweise wird ihnen die meiste Aufmerksamkeit zuteil.



## [ STATISCHE BELASTUNG DURCH EINE STAHLBANDAGE ]

Wenn Walzen mit Stahlbandagen nicht im Vibrationsmodus arbeiten, üben sie auf die Asphaltsschicht einen statischen Druck aus. Die Summe des statischen Drucks hängt ab von der Bandagenlast, d. h. von der Last, die auf die Bandage entfällt, und von der Fläche der Bandage, die tatsächlich mit der Einbaubahn in Kontakt ist. Je größer die Bandagenlast, desto höher ist der statische Druck. Eine kleinere Auflagefläche hat ebenfalls einen höheren Druck zur Folge. Der statische Druck wird in Bar oder Pfund pro Quadratzoll (psi) angegeben.

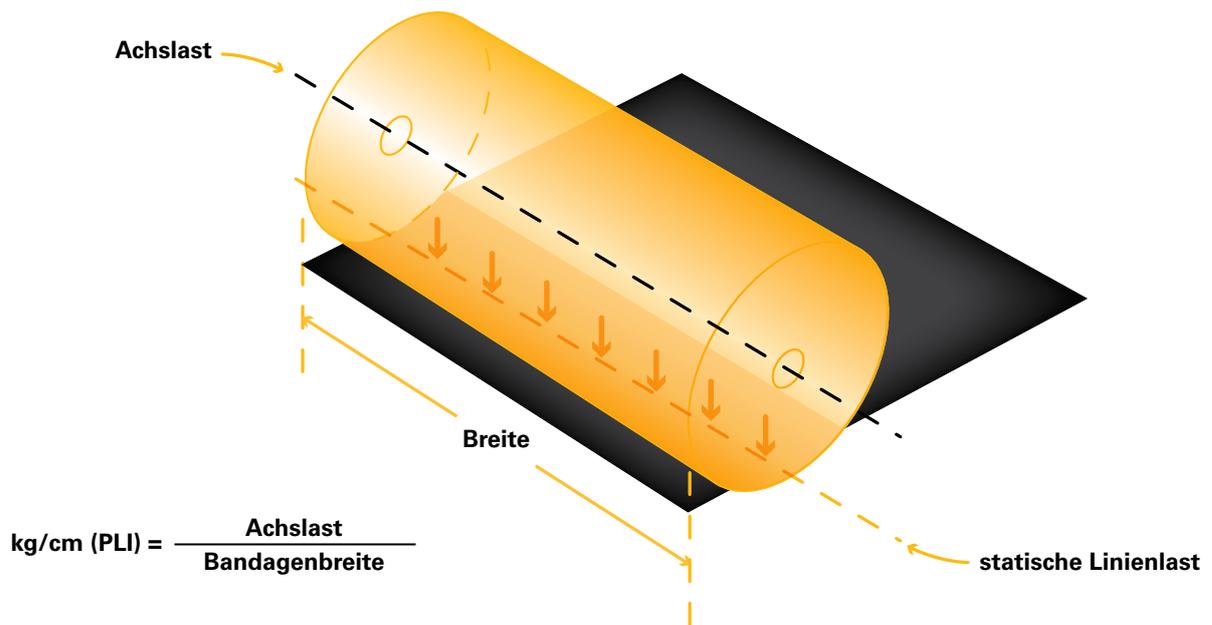
Einfacher lässt sich die statische Kraft berechnen, indem die Bandagenlast durch die Breite der

Bandage dividiert wird. Das Ergebnis wird in Kilogramm per Zentimeter (kg/cm) angegeben. Es ist wichtig, sich ins Gedächtnis zu rufen, dass nicht immer das größte Maschinengewicht die höchste statische Belastung hervorbringt.

In der obigen Tabelle werden drei Caterpillar®-Asphalttandemwalzen miteinander verglichen. Die CB64 ist die schwerste Maschine. Die Breite ihrer Bandagen beträgt 213 cm. Das nächste Modell, die CB54XW, wiegt weniger und hat Bandagen mit einer Breite von 200 cm. Die leichteste Maschine ist die CB54 mit 170 cm breiten Bandagen.

Interessanterweise übt die leichteste Maschine,

	<b>CB64</b>	<b>CB54XW</b>	<b>CB54</b>
Bandagenlast	6490 kg	5949 kg	5402 kg
Bandagenbreite	213 cm	200 cm	170 cm
Statische Linienlast	31 kg/cm	30 kg/cm	32 kg/cm



die CB54, den höchsten statischen Liniendruck aus. So etwas kommt häufig vor, denn hier sind die Bandagen schmaler.

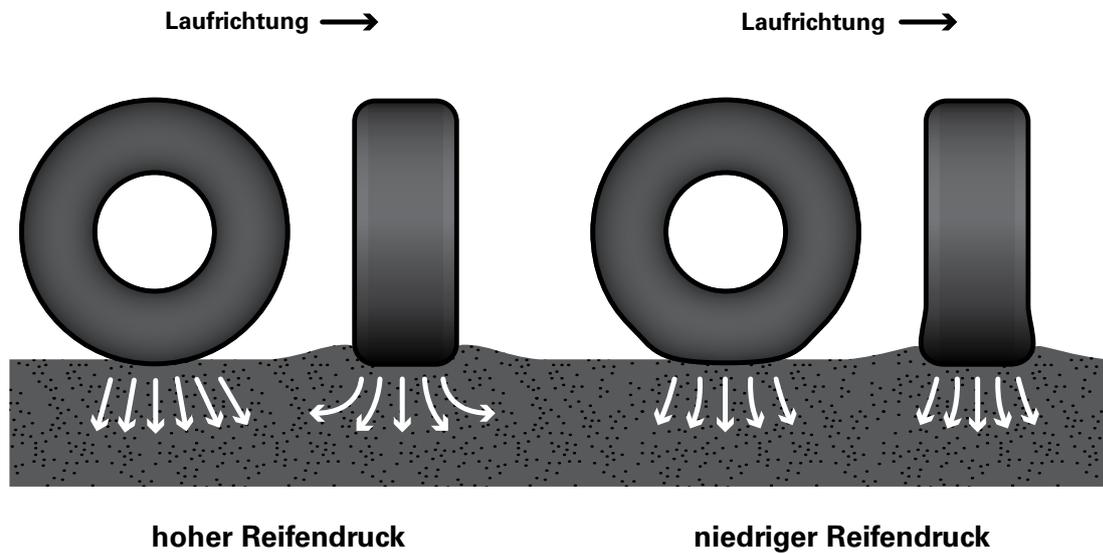
Das heißt, bei Arbeiten an einem Projekt, bei dem eine Asphaltwalze benötigt wird, die eine große statische Kraft ausüben kann, wird man wahrscheinlich das Modell mit den schmalsten Bandagen verwenden, das verfügbar ist und die

Produktionsanforderung erfüllt.

Um zusammenzufassen: Klassifizieren Sie alle Ihre Walzen mit Stahlbandagen anhand ihrer statischen Linienlast. So fällt es Ihnen leichter, für statische Anwendungsfälle die richtige Maschine auszuwählen.

**Praktischer Hinweis:** In der Endverdichtung wird in der Regel eine Walze mit Stahlbandagen eingesetzt, die im statischen Modus betrieben wird. Eine Walze mit relativ schmalen Bandagen und größerer Linienlast wird etwaige Bremsspuren von Bandagen besser ausbügeln als eine Walze mit breiteren Bandagen und geringerer Linienlast. Die Walze mit schmalen Bandagen und größerer Linienlast kann während der Endverdichtungsphase sogar eine etwas höhere Dichte bewirken.

## EINFLUSS DES REIFENDRUCKS AUF DIE VERDICHTUNGSKRAFT



### [ STATISCHE BELASTUNG DURCH EINE GUMMIRADWALZE ]

Ein weiterer Walzentyp, der eine statische Kraft ausübt, ist die Gummiradwalze. Die Summe des Auflagedrucks hängt ab von der Last, die auf jeden Radreifen entfällt, und von der Fläche des Reifens, die mit der Einbaubahn in Kontakt ist.

Die auf jeden Reifen entfallende Last lässt sich durch Veränderung der Aufballastierung der Walze verändern. Eine zusätzliche Last erhöht die Belastung pro Reifen, und die statische Kraft hat eine größere Wirtiefe in der Einbaubahn.

Die meisten Gummiradwalzen sind mit Ballasttanks ausgerüstet, die mit Wasser oder feuchtem Sand oder anderen Stoffen gefüllt werden. Optional sind einige Gummiradwalzen mit abnehmbaren Stahlgewichten ausgestattet. Wenn eine Gummiradwalze erst einmal am Einsatzort übergeben worden ist, wird ihr Ballastgewicht nur selten verändert. Am Einsatzort erfolgt eine Veränderung der statischen Kraft üblicherweise durch Anpassen des Reifendrucks.

### CW34 MIT EINEM BALLAST VON 2000 KG BZW. 3000 KG

<b>Reifendruck</b>	<b>Auflagedruck</b>	
	<b>@ 2000 kg</b>	<b>@ 3000 kg</b>
300 kpa (44 psi)	260 kpa (38 psi)	397 kpa (58 psi)
500 kpa (73 psi)	357 kpa (52 psi)	386 kpa (56 psi)
700 kpa (102 psi)	498 kpa (72 psi)	457 kpa (66 psi)
900 kpa (131 psi)	764 kpa (111 psi)	573 kpa (83 psi)



Mit der Option „Air-on-the-run“ ist es leichter, den Reifenfülldruck anzupassen.

Bei einer Verringerung des Reifendrucks wird der Reifen flacher und seine Auflagefläche wird größer. Folglich ist der statische Druck, der auf die Einbaubahn ausgeübt wird, niedriger.

Bei einer Erhöhung des Reifendrucks wird der Reifen stärker aufgerichtet und seine Auflagefläche wird kleiner. Eine kleinere Auflagefläche hat zur Folge, dass eine größere statische Kraft auf die Einbaubahn ausgeübt wird. Die folgende Tabelle veranschaulicht, wie durch Verändern des Reifendrucks der Auflagedruck (statische Druck) beeinflusst wird.

Über zwei Dinge sollte Klarheit herrschen, wenn man den Reifendruck erhöht: Erstens werden durch die größere statische Kraft in der Oberfläche der Einbaubahn tiefer eingeschnittene Spuren hinterlassen. Möglicherweise lassen sich diese tief eingeschnittenen Spuren während der Endverdichtungsphase nur schwer ausbügeln. Zweitens darf der vom Hersteller empfohlene maximale Reifenfülldruck keinesfalls überschritten werden. Ein zu hoher Reifendruck kann zu einer vorzeitigen Reifenpanne führen.

**Praktischer Hinweis:** Bei der Überprüfung und Anpassung der Reifendrücke ist sicherzustellen, dass alle Reifen auf den gleichen Druck aufgepumpt sind. Wenn die Reifendrücke unterschiedlich sind, wird auch die Dichte der Einbaubahn unterschiedlich sein. Außerdem lässt sich feststellen, dass heißer Asphalt an nicht voll aufgepumpten Reifen leichter festklebt. Wartung und Inspektion der Reifen sind bei Gummiradwalzen sehr wichtig.

**Praktischer Hinweis:** Die statische Kraft, die eine Walze mit Stahlbandagen oder eine Gummiradwalze ausübt, lässt sich durch die Arbeitsgeschwindigkeit der Maschine beeinflussen. Je höher die Arbeitsgeschwindigkeit, desto geringer wird die Dichte. Deshalb sollte zunächst erst einmal die Arbeitsgeschwindigkeit verringert werden, wenn hinter einer statischen Walze eine höhere Dichte benötigt wird. Zwar können auch mehr Übergänge vorgesehen werden, doch eine langsamere Arbeitsgeschwindigkeit sollte die erste Wahl sein.

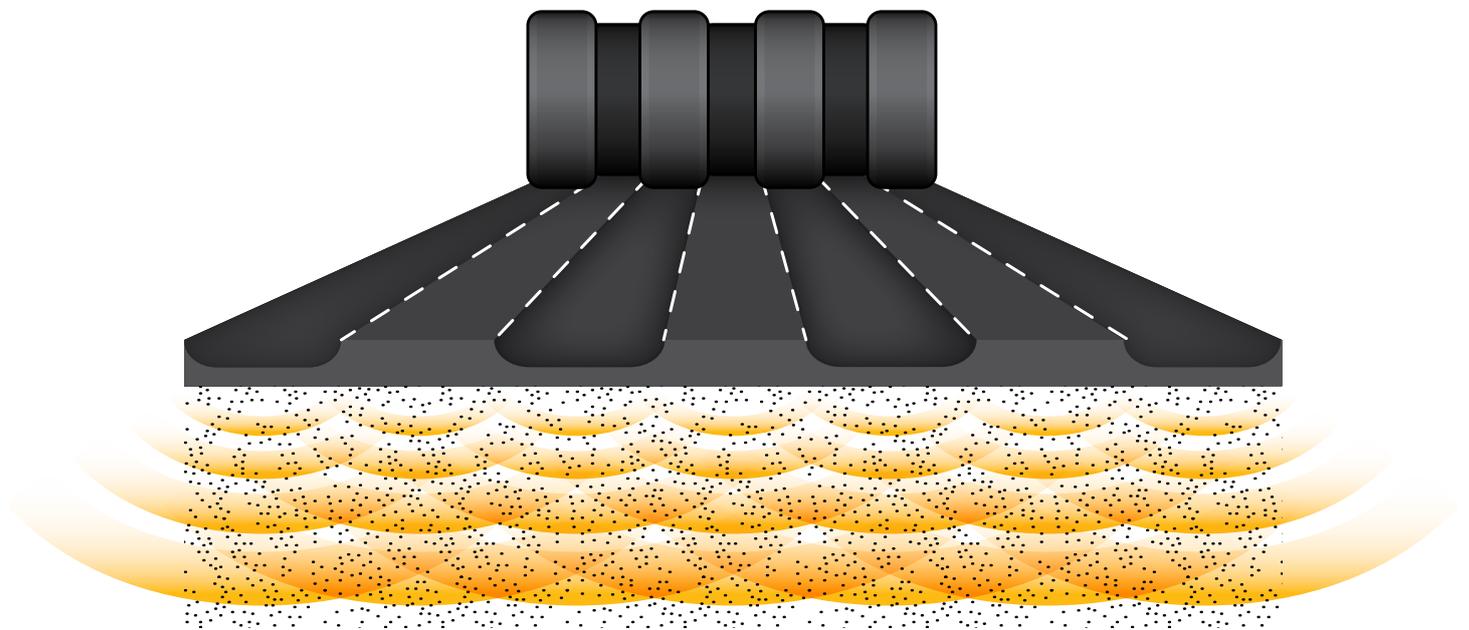
## [ MANIPULATION ]

Bei der Manipulation handelt es sich ebenfalls um eine statische Kraft. Sie tritt auf, wenn die in der Einbaubahn wirkenden Kräfte nicht-vertikale Komponenten aufweisen. Die Kraftlinien verlaufen in viele Richtungen. Der Vorteil der Manipulation besteht darin, dass durch die wirkende Kraft die Oberflächentextur so verändert wird, dass sie dichter und fester wird. Manipulation wird mit Gummiradwalzen und Oszillationswalzen in Zusammenhang gebracht.

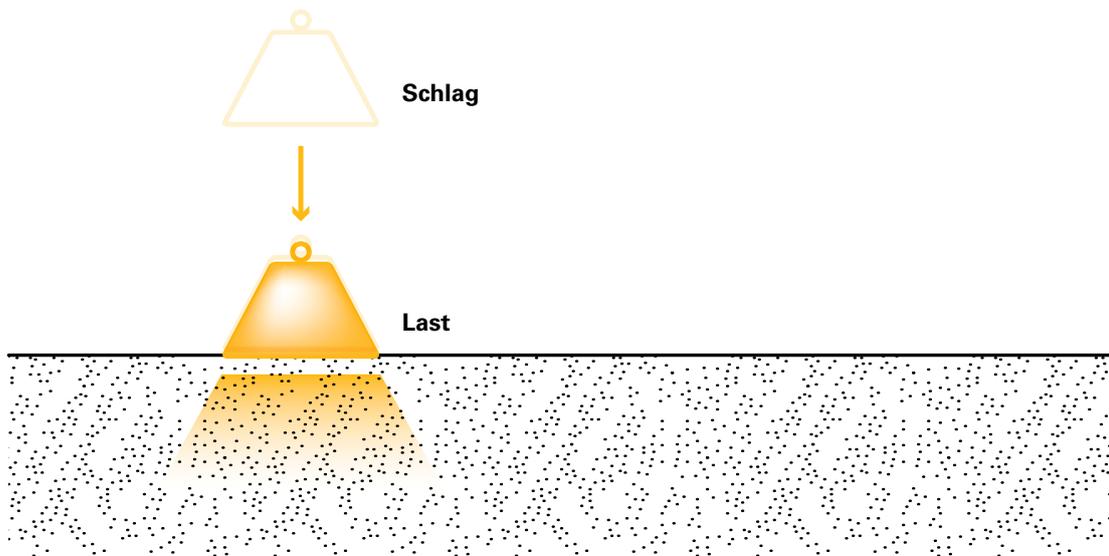
Die gegeneinander versetzt angeordneten, „überlappenden“ Reifen an den Achsen der Gummiradwalzen manipulieren die Einbaubahn unter und zwischen den Reifen in beschränkter Weise. Die Kraftlinien verlaufen nicht nur vertikal,

sondern auch seitwärts. Die vertikalen Kräfte drücken große Gesteinskörner nach unten, wodurch sich die Dichte erhöht, während die horizontalen Kräfte eine dichtere und festere Oberfläche entstehen lassen, die das Eindringen von Feuchtigkeit verhindern hilft.

Einige Walzen weisen Oszillationsbandagen auf. Oszillationsbandagen erzeugen tangentialer oder hin- und herwechselnde Schubkräfte, die hauptsächlich an der Oberfläche der Einbaubahn wirken. Die Oszillationskräfte rufen ebenfalls die vorteilhafte Wirkung einer Manipulation hervor. Die Oberfläche der Einbaubahn wird versiegelt.



*Gegeneinander versetzt angeordnete Reifen haben überlappende Auflageflächen zur Folge, die die Manipulationskräfte entstehen lassen.*



### [ SCHLAG ]

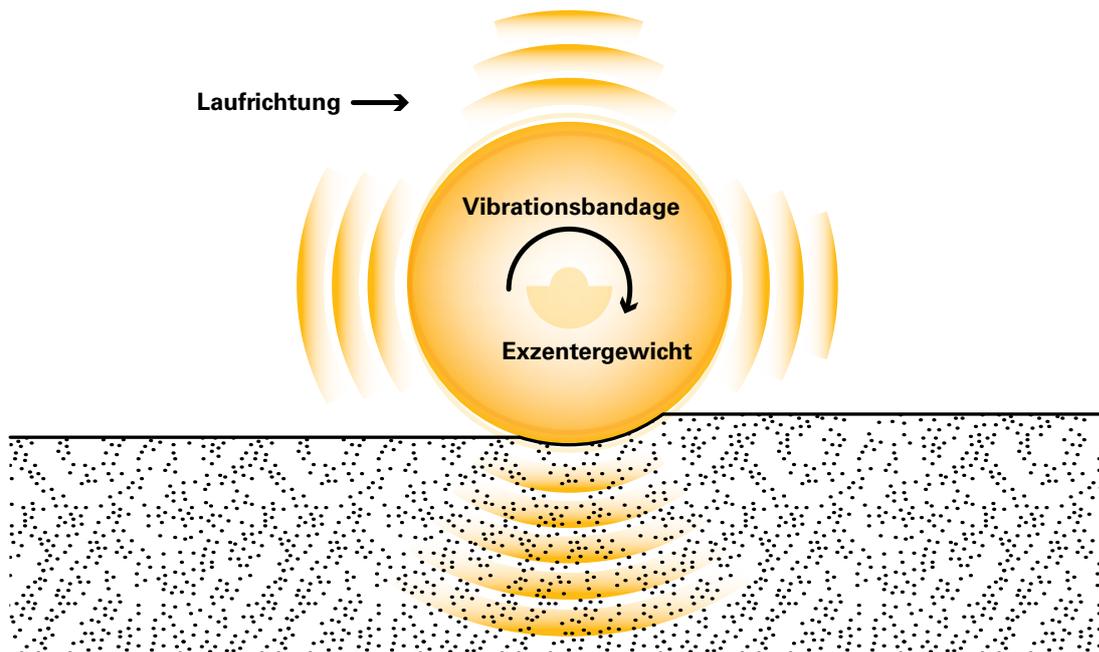
Der Schlag, der als Nächstes betrachtet wird, zählt zu den dynamischen Verdichtungskräften. Mittels Schlag wird mehr Kraft auf die Einbaubahn übertragen, als durch eine äquivalente statische Belastung. Wie Ihnen bereits bekannt ist, ergibt die Bandagenlast dividiert durch die Breite der Bandage die statische Linienlast. Bei Vibrationswalzen mit Stahlbandagen dringt die Bandage tatsächlich in die Einbaubahn ein. Die statische Kraft der Bandage wird durch die Bandagenbewegung oder die Schlagwucht der Bandage erhöht. Bei einem Schlag wird mehr Energie übertragen. Die Schlagenergie ist an der Oberfläche der Einbaubahn am stärksten und nimmt in dem Maße ab, wie sie tiefer in die Einbaubahn eindringt.

Die Schlagkräfte bewirken ein rascheres Verdichten der Einbaubahn als statische Kräfte. Der Vorteil

der Verwendung von Vibrationswalzen mit Stahlbandagen ist also eine höhere Produktivität.

Bei der Nutzung der Schlagkraft besteht die Gefahr, dass durch zu viel Energie die Gesteinskörner in der Einbaubahn beschädigt werden könnten. Möglicherweise wird die Einbaubahn bei Anwendung von zu viel Schlagkraft überverdichtet; die Dichte der Einbaubahn kann nämlich abnehmen, wenn zu viel Kraft ausgeübt wird. Für eine effektive Verdichtung ist es erforderlich, dass die Schlagkräfte im Gleichgewicht mit anderen Maschinenparametern wie Last, Arbeitsgeschwindigkeit und Vibrationsfrequenz sind.

## VIBRATION



### [ VIBRATION ]

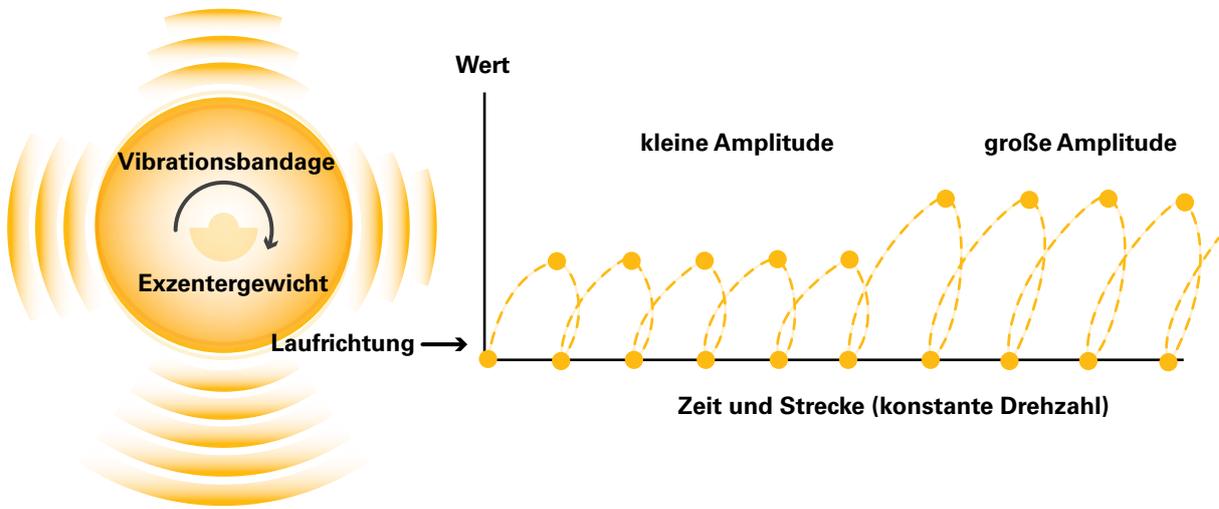
Die Vibrationskraft ist die komplexeste der vier Verdichtungskräfte. Durch Vibrationskräfte nimmt die Energie, die durch Last und Schlag übertragen wird, zu.

Im Inneren der Stahlbandage befindet sich eine Vibrationswelle. In der Mitte der Vibrationswelle ist ein Exzentergewicht angebracht. Bei Aktivierung des Vibrationssystems wird die Vibrationswelle in eine schnelle Drehbewegung versetzt. Die Rotation der Exzenterwelle hat eine Bewegung - oder

Vibration - der Bandage in alle Richtungen zur Folge. Durch dieses Vibrieren werden Druckwellen in der Einbaubahn ausgelöst. Die Vibrationsdruckwellen versetzen die in der Einbaubahn befindlichen Gesteinskörner in Bewegung. Dabei werden die größeren Gesteinskörner neu ausgerichtet, und mittels Schlagkraft ist es leichter möglich, die Luftporen zwischen den Gesteinskörnern zu verringern, wodurch Letztere in eine Position gelangen, in der sie in direktem Kontakt sind.

**Praktischer Hinweis:** In der Regel wählt man die größte Amplitude, die möglich ist, ohne dass die Bandage springt oder Schlagmarken in der Einbaubahn erzeugt. Denken Sie daran: Die Amplitudenwahl hat den größten Einfluss auf die Verdichtung und folglich auf die Leistung der Walze.

**AMPLITUDE**



**[ GLEICHSETZUNG VON SCHLAG UND AMPLITUDE ]**

Bei einer Vibrationswalze mit Stahlbandagen bewegen sich die Bandagen, wie Sie bereits gelernt haben, schnell auf und ab, wodurch Schlag und Vibration erzeugt werden. Die Schlagkraft, die von der in die Einbaubahn eindringenden Bandage erzeugt wird, lässt sich mittels der sogenannten Amplitude charakterisieren.

Mit Amplitude wird die Einwirktiefe der Bandage in der Einbaubahn bezeichnet. Die Amplitude ist der wichtigste Faktor, wenn es um die Effektivität der Verdichtung geht. Die meisten Vibrationswalzen bieten viele Möglichkeiten der Amplitudeneinstellung. Bei einer Änderung der Amplitudeneinstellung durch den Maschinenführer wird die Anordnung des Exzentergewichts in der Bandage verändert. Wenn sich das

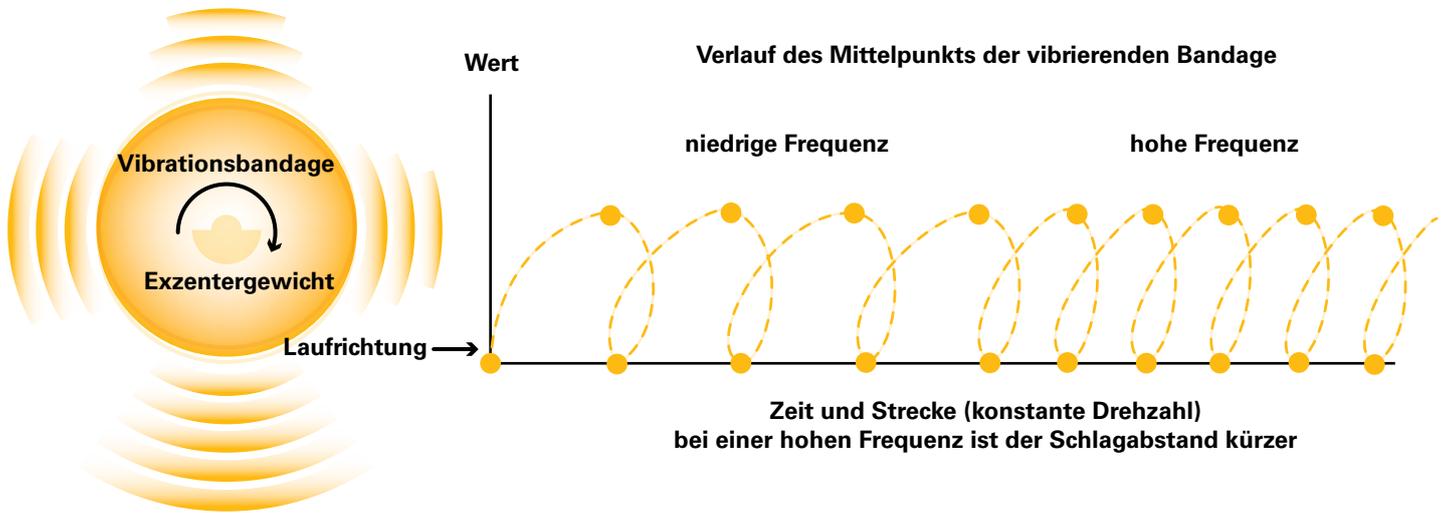
Exzentergewicht am weitesten vom Zentrum entfernt befindet, ist die Amplitude - und dementsprechend die Schlagkraft - am größten. Wenn das Exzentergewicht näher zum Zentrum hin bewegt wird, nimmt die Amplitude ab und die Schlagkraft wird kleiner.

Jeder, der in irgendeiner Weise am Verdichtungsprozess beteiligt ist, sollte die Amplitudeneinstellmöglichkeiten jeder Walze am Arbeitsplatz kennen. Er sollte fähig sein, eine Checkliste zu erarbeiten, die ihm hilft, bei Bedarf die richtige Amplitude auszuwählen.

Im Allgemeinen werden drei Amplitudenbereiche unterschieden: kleine, mittlere und große Amplitude.

<b>Kleine Amplitude</b>	0,20 mm bis 0,50 mm
<b>Mittlere Amplitude</b>	0,50 mm bis 0,80 mm
<b>Große Amplitude</b>	über 0,80 mm

## FREQUENZ



### [ GLEICHSETZUNG VON VIBRATION UND FREQUENZ ]

Die Vibrationskraft wird auch als Frequenz bezeichnet. Die Frequenz gibt an, wie oft die Bandage auf die Einbaubahn schlägt; sie wird in Schwingungen pro Minute angegeben.

Von grundlegender Bedeutung ist der Zusammenhang zwischen Vibrationsfrequenz und Arbeitsgeschwindigkeit der Walze. Da die Bandage in die Einbaubahn eindringt, müssen Sie sicherstellen, dass dieses Aufschlagen jeweils im richtigen Abstand erfolgt. Wenn der Schlagabstand zu groß ist, können Sie an der Oberfläche der

Einbaubahn Schlagmarken erkennen. Wenn der Schlagabstand zu klein ist, können Sie an der Oberfläche der Einbaubahn Wellen bzw. Furchen erkennen. Die Geschwindigkeit ist richtig eingestellt, wenn 25 bis 45 Schläge pro Meter erfolgen.

Viele moderne Walzen bieten zwei Vibrationsfrequenzen, mitunter auch einstellbare Frequenzen. Die Frequenzen lassen sich wie folgt einteilen: niedrige, mittlere und hohe Frequenzen.

<b>Niedrige Frequenz</b>	40,0 bis 47,0 Hz (2400 bis 2800 Schwingungen pro Minute)
<b>Mittlere Frequenz</b>	47,0 bis 57,0 Hz (2800 bis 3400 Schwingungen pro Minute)
<b>Hohe Frequenz</b>	über 57,0 Hz (3400 Schwingungen pro Minute)

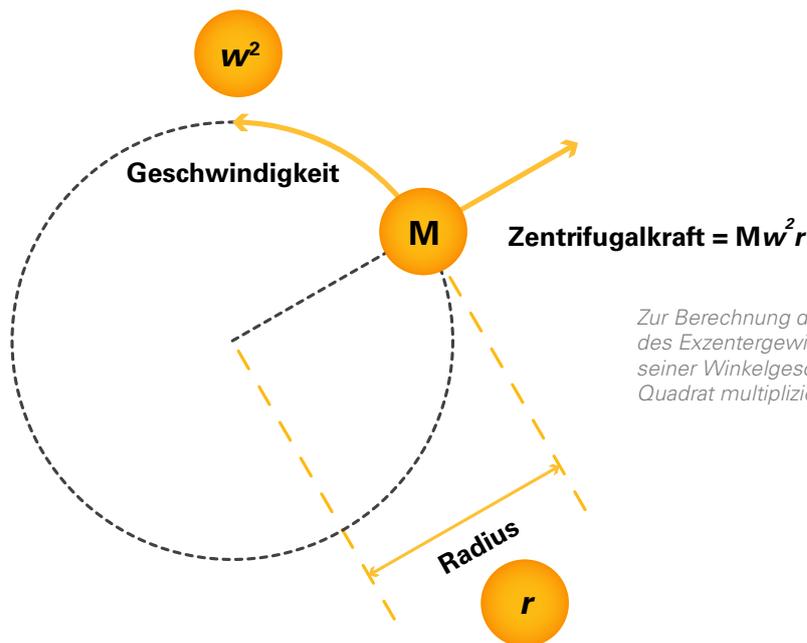
### [ ZUSAMMENHANG ZWISCHEN AMPLITUDE UND FREQUENZ ]

Als Nächstes soll der Zusammenhang zwischen Amplitude und Frequenz näher erläutert werden. Eine große Amplitude entsteht, wenn das Exzentergewicht in großem Abstand zum Zentrum angeordnet ist. Wenn das Exzentergewicht im größtmöglichen Abstand zum Zentrum angeordnet ist, also die größtmögliche Unwucht vorliegt, darf sich die Exzenterwelle nur langsam drehen, um eine übermäßige Wärmeentwicklung und Abnutzung im Wellenlager zu vermeiden. Deshalb darf eine große Amplitude nur zusammen mit einer niedrigen Vibrationsfrequenz zum Einsatz kommen.

Eine kleine Amplitude entsteht, wenn das Exzentergewicht näher am Zentrum angeordnet ist, d. h. wenn die Unwucht geringer ist. Bei einer geringeren Unwucht kann sich die

Exzenterwelle schneller drehen, ohne Bauteile der Vibrationsbandage zu beschädigen. Deshalb kann eine kleine Amplitude zusammen mit einer hohen oder einer niedrigen Vibrationsfrequenz zum Einsatz kommen.

Am Einsatzort muss das mit der Verdichtung beauftragte Team entscheiden, welche Vibrationseigenschaften die richtigen sind, um die vorgegebene Dichte effektiv und effizient zu erreichen. Wenn die Einbaubahn so beschaffen ist, dass viel Kraft oder Energie benötigt wird, um die spezifizierte Dichte zu erreichen, wird das Team eine mittlere oder hohe Amplitude wählen. Höhere Amplituden werden immer zusammen mit niedrigeren Frequenzen verwendet



Zur Berechnung der Zentrifugalkraft wird die Masse des Exzentergewichts mit seinem Bahnradius und seiner Winkelgeschwindigkeit (Kreisfrequenz) im Quadrat multipliziert.

## [ WAS IST UNTER ZENTRIFUGALKRAFT ZU VERSTEHEN? ]

Die Zentrifugalkraft ist eine Rechengröße, die dem Konstruktionsingenieur ermöglicht, die richtige Balance zwischen Bandagengewicht, Masse des Exzentergewichts und Umdrehungsgeschwindigkeit des Exzentergewichts zu finden. Für einen Walzenführer oder einen Qualitätsbeauftragten hat die Zentrifugalkraft keine praktische Bedeutung.

Häufig bestehen Unklarheiten über die Bedeutung der Zentrifugalkraft, die in den technischen Unterlagen mancher Asphaltwalzen ausgewiesen ist. Viele meinen, je größer die Zentrifugalkraft, desto mehr Verdichtungsenergie wird übertragen. Doch das ist eine falsche Schlussfolgerung.

Ein Blick auf die Formel zur Berechnung der Zentrifugalkraft hilft, die Sache zu klären

Zur Berechnung der Zentrifugalkraft wird die Masse des Exzentergewichts mit seinem Bahnradius und seiner Winkelgeschwindigkeit (Kreisfrequenz) im Quadrat multipliziert. Der wichtigste Faktor in dieser Gleichung ist die Kreisfrequenz. Bei einer Erhöhung der Kreisfrequenz nimmt die Zentrifugalkraft ganz erheblich zu. Dieses Konzept wird anhand der technischen Daten des Vibrationssystems der Tandemwalze veranschaulicht, mit dem zwei Frequenzen und vier Amplituden realisiert werden können.

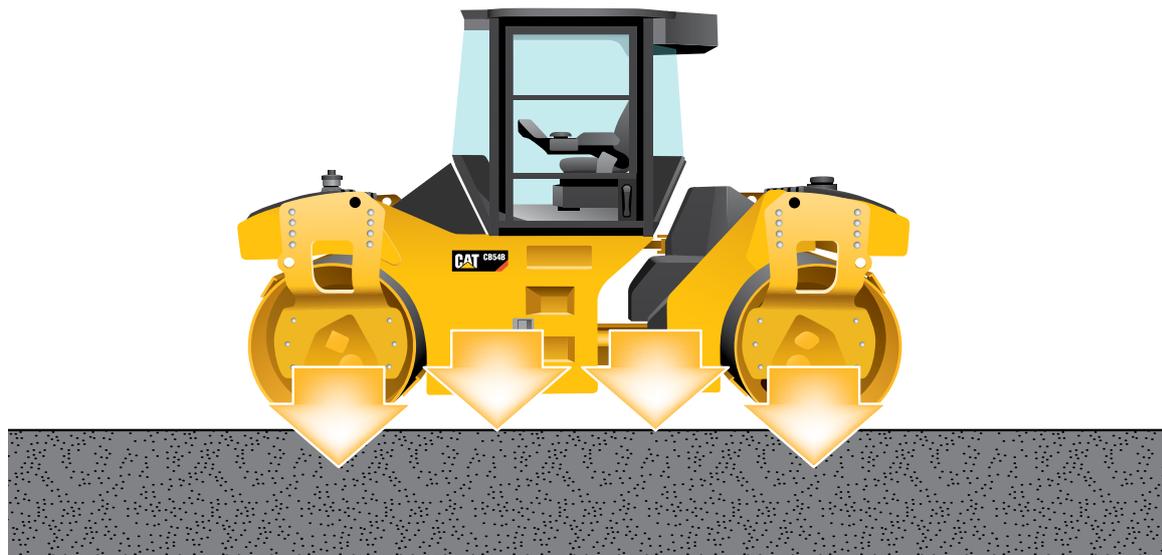
**CAT® VIBRATIONSSYSTEM**

<b>Frequenz</b>	<b>Amplitude</b>	<b>Zentrifugalkraft</b>
42 Hz (2520 1/min)	Hoch: 0,86 mm	89 kN
42 Hz (2520 1/min)	Niedrig: 0,73 mm	75 kN
63 Hz (3800 1/min)	Hoch: 0,44 mm	103 kN
63 Hz (3800 1/min)	Niedrig: 0,33 mm	78 kN

Bei dieser Maschine ergeben sich die höchsten Werte für die Zentrifugalkraft, wenn die hohe Frequenz gewählt wird. Bei der hohen Frequenz ist die Amplitude relativ klein bzw. die Schlagkraft relativ schwach.

Die niedrigsten Werte für die Zentrifugalkraft ergeben sich, wenn die niedrige Frequenz gewählt wird. Wie bereits erläutert wurde, sind die Amplituden stets größer, wenn eine

niedrige Frequenz gewählt wird. Eine stärkere Zentrifugalkraft bedeutet also nicht unbedingt mehr Verdichtungsenergie, wie der Tabelle entnommen werden kann. Eine stärkere Zentrifugalkraft bedeutet oft weniger Verdichtungsenergie. Walzenführern und Qualitätsbeauftragten wird empfohlen, die Zentrifugalkraft außer acht zu lassen, wenn sie Eigenschaften von Vibrationssystemen betrachten.



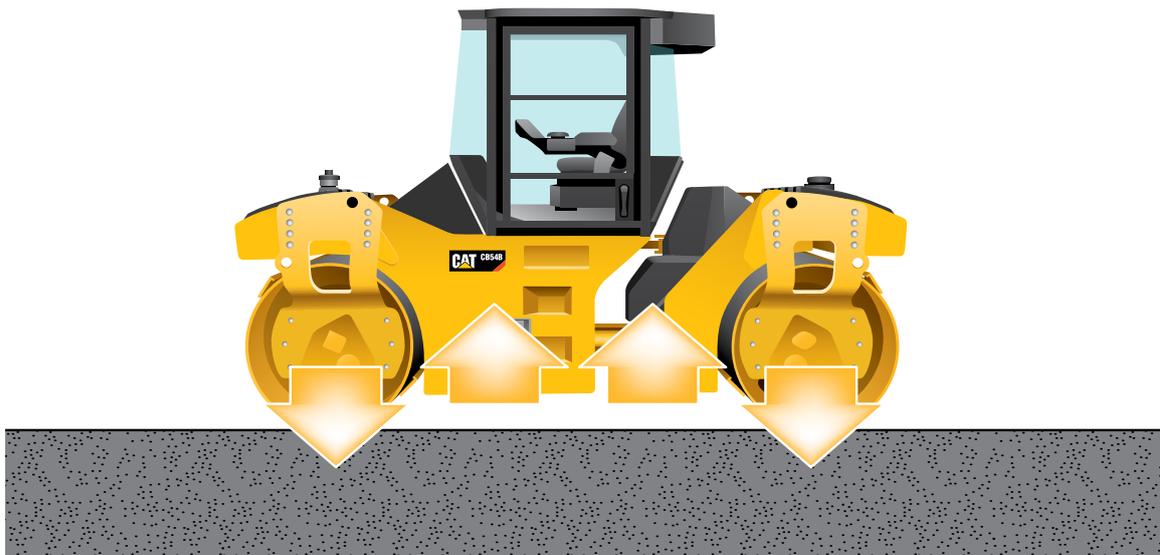
*Die übertragene Verdichtungskraft ist maximal, der Verdichtungsprozess höchst produktiv.*

## [ AUSBALANCIERTE VIBRATION DER WALZE ]

Wenn alles in Balance ist — d. h. Amplitude, Frequenz, Maschinengeschwindigkeit und Bandagenlast, werden die Schlag- und Vibrationskräfte von der Einbaubahn aufgenommen. Alle Vibrationseigenschaften wirken in der Nähe der sogenannten Systemresonanz zusammen, und die Maschine läuft ruhig. In diesem Fall wird der größte Teil der Vibrationskraft auf die Einbaubahn übertragen. Die übertragene Verdichtungskraft ist maximal, der Verdichtungsprozess höchst produktiv.

Bei derselben Maschine auf derselben Einbaubahn wird dieselbe Amplitude eingestellt, die Frequenz

jedoch erhöht. Die Zentrifugalkraft nimmt bei der Frequenzerhöhung zu. Die Maschine arbeitet nicht mehr in der Nähe der Systemresonanz. In diesem Fall wird ein Teil der Verdichtungsenergie nicht von der Einbaubahn aufgenommen, sondern stattdessen wieder zur Maschine zurückgeschickt. Die Bandage beginnt, den Kontakt mit der Einbaubahn zu verlieren. Wenn die Bandage springt, verliert der Walzenführer die Kontrolle über die Lenkung. Eine nicht ausbalancierte Vibration ist weniger effektiv beim Verdichten, sie kann die Einbaubahn beschädigen und sie ist für den Walzenführer wenig komfortabel.



Eine nicht ausbalancierte Vibration ist weniger effektiv beim Verdichten, sie kann die Einbaubahn beschädigen und sie ist für den Walzenführer wenig komfortabel.

**Praktischer Hinweis:** Wenn die Bandage zu springen beginnt, versuchen Sie Folgendes, um wieder zu einem lafruhigen Betrieb zurückzugelangen:

- Überprüfen Sie die Arbeitsgeschwindigkeit, um sicherzustellen, dass Sie in dem Bereich arbeiten, in dem 25 bis 45 Schläge pro Meter erfolgen.
- Stellen Sie eine kleinere Amplitude ein.
- Wählen Sie eine höhere Frequenz, sofern dies bei der Maschine möglich ist.
- Betreiben Sie eine Bandage im Vibrationsmodus und die andere im statischen Modus.
- Arbeiten Sie im statischen Modus.

**Zusammenfassung:** Es besteht ein Zusammenhang zwischen den beim Verdichten wirkenden Kräften und anderen Maschineneigenschaften. Das Team sollte mit den Verdichtungskräften umgehen können und wissen, wie eine Einbaubahn diese Kräfte aufnimmt. Wenn die Verdichtungskräfte und die anderen Eigenschaften gut aufeinander abgestimmt sind, ist der Verdichtungsprozess effizient.



## Kapitel 3

# DIE VERDICHUNG BEEINFLUSSENDE FAKTOREN

Verdichten ist mehr als nur Routine, es verlangt mehr als die Erfahrungen, die man aus dem letzten Projekt mitgenommen hat. Der Verdichtungsprozess läuft besser, wenn Sie wissen, welche Informationen erfasst werden müssen und wie diese zu interpretieren sind.



## FAKTOREN

In Lektion zwei haben Sie gelernt, welche Kräfte beim Verdichten wirken und welche anderen Faktoren die Asphaltverdichtung beeinflussen. Diese Faktoren, wie zum Beispiel Frequenz, Amplitude, Arbeitsgeschwindigkeit und Arbeitsbreite, können vom Verdichtungsteam gesteuert werden.

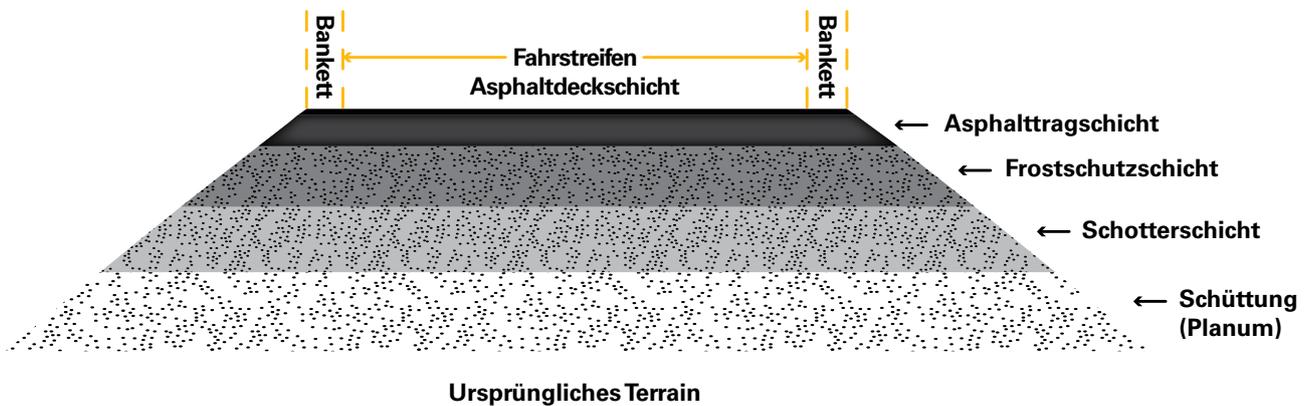
Viele andere Faktoren, die sich auf die Asphaltverdichtung auswirken, haben die Walzenführer, die Qualitätsbeauftragten vor Ort und die Bauleiter nicht in der Hand.

Zu diesen Faktoren zählen:

- Projektplanung
- Mischgutzusammensetzung
- Dicke der Asphalttschicht
- Mischguttemperatur
- Witterungsverhältnisse

Es ist wichtig, dass Maschinenführer und Qualitätsbeauftragte diese Faktoren kennen, denn sie müssen sie bei der Bestimmung der für ein Projekt am besten geeigneten Verdichtungstechniken berücksichtigen, wobei jedes Projekt einzigartig ist.

## STRAßENQUERSCHNITT



### [ PROJEKTPLANUNG ]

Die Verdichtungstechniken richten sich nach der Art und geplanten Ausführung des Deckeneinbauprojekts. Bei einem Neubau oder einer vollständigen Rekonstruktion einer Straße werden üblicherweise mehrere Asphalttschichten aufgebracht. Jede Schicht besteht aus einem anderen Material und hat eine andere Dicke. Die erste Schicht, Tragschicht genannt, wird auf

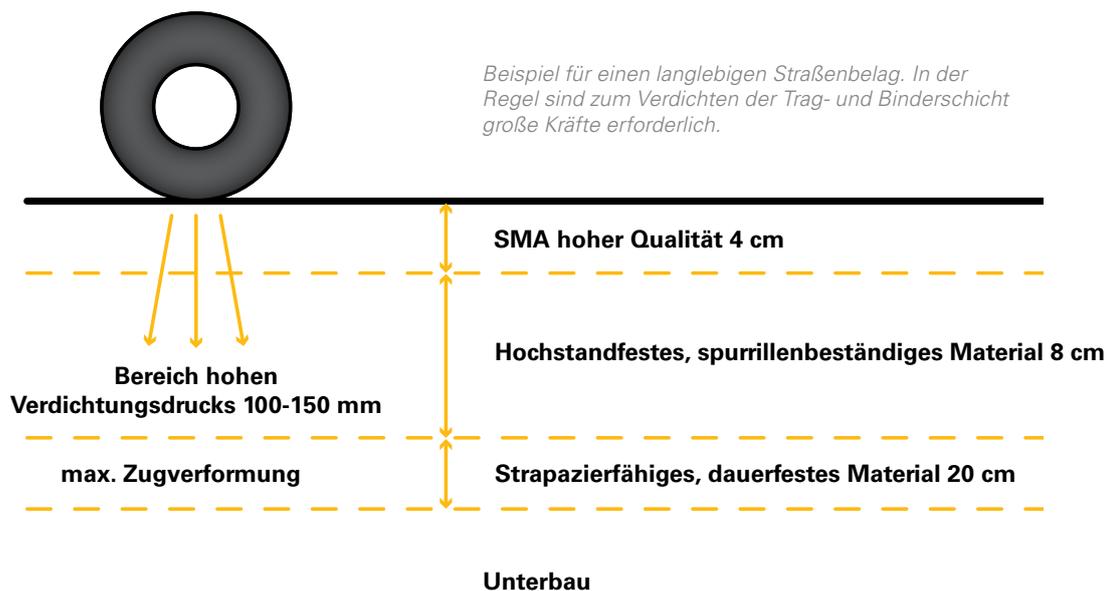
einer Schotterschicht oder einem stabilisierten Untergrund (Planum) verlegt. In der Regel besteht sie aus Mischgut mit recht großen Körnungen. Im Normalfall ist sie die dickste Schicht. Da sie auf einer ungebundenen Schicht verlegt wird, benötigt man in der Regel viel Verdichtungsenergie, um die geforderte Dichte zu erzielen.

**Praktischer Hinweis:** Wenn Sie Asphalt verdichten sollen, der auf einer Schotter- oder Kiesschicht verlegt ist, machen Sie sich klar, dass die Schlagkraft oder Amplitude der Walze zum Teil durch den etwas nachgiebigen Untergrund absorbiert wird. Beim Anlegen Ihrer Checkliste für die Amplitudenwahl müssen Sie immer die Art der Tragschicht unter der Asphalttschicht berücksichtigen. Wenn es sich um eine unnachgiebige Tragschicht wie etwa eine gefräste Fläche handelt, muss man darauf achten, dass die Amplitude nicht zu groß ist. Wenn die Tragschicht nachgiebig ist, braucht man sich weniger zu sorgen und kann eine mittlere oder große Amplitude wählen.

Oft erfolgt der Einbau einer weiteren Schicht aus Asphalt, Binder- oder Zwischenschicht genannt. Die feinkörnigere Binderschicht ist in der Regel dünner als die Tragschicht. In der Regel wird wenig Verdichtungsenergie benötigt, um in der Binderschicht die gewünschte Dichte zu erzielen. Tragschicht und Binderschicht tragen zur Strukturverstärkung bei. Im Zusammenhang mit offenporigen Deckschichten können Zwischenschichten an der Wasserableitung mitwirken.

Zum Schluss wird eine Deckschicht, mitunter auch Verschleißschicht genannt, aufgebracht. Die Deckschicht ist gewöhnlich die dünnste und feinkörnigste Schicht. Sie ist dafür ausgelegt, dass sie von allen Schichten die höchste Steifigkeit aufweist, d. h. die Standfestigkeit des Belags hängt im Wesentlichen von ihr ab. Da die Deckschicht in der Regel relativ dünn ist und auf einer unnachgiebigen Oberfläche verlegt wird, ist weniger Verdichtungsenergie erforderlich.

**LANGLEBIGER STRASSENBELAG**



Langlebiger Straßenbelag ist ein Begriff, der zur Beschreibung einer weiteren Baukonstruktion mit guter Festigkeit und Beständigkeit verwendet wird. Er ist dafür ausgelegt, dass er eine schier unendliche Anzahl Achslasten aushält, ohne dass eine Verschlechterung der Struktur eintritt. Dicke Asphaltsschichten, mitunter von insgesamt bis zu 60 cm, begrenzen durch Belastungen hervorgerufene Verformungen im unteren Bereich der Asphaltsschichten.

Für langlebigen Straßenbelag wird in der Regel hochwertiges, formbeständiges Mischgut verwendet. Bei den meisten Schichten des langlebigen Straßenbelags ist ein hohes Maß an Verdichtungsenergie erforderlich, um die spezifizierte Dichte zu zielen.

Ein weiterer Anwendungsfall der Asphaltverdichtung, der sehr häufig auftritt, ist das Verdichten einer oder zweier recht dünner Schicht(en) auf einer gefrästen Fläche. Ein großer Teil der Arbeiten an Asphaltbelägen entfällt heutzutage auf die Instandsetzung durch Teilentfernung und Rückformung unter Mischgutzugabe.

Im Anschluss an ein Kaltfräsen kann eine Ausgleichsschicht und dann eine Deckschicht verlegt werden. Selten geht die Dicke dieser Schichten über 40 mm hinaus. Deshalb wird bei diesen Anwendungsfällen in der Regel weniger Verdichtungsenergie benötigt.



Zum Verdichten dünner Schichten auf gefrästen Oberfläche ist in der Regel weniger Verdichtungskraft erforderlich.

### [ MISCHGUTZUSAMMENSETZUN ]

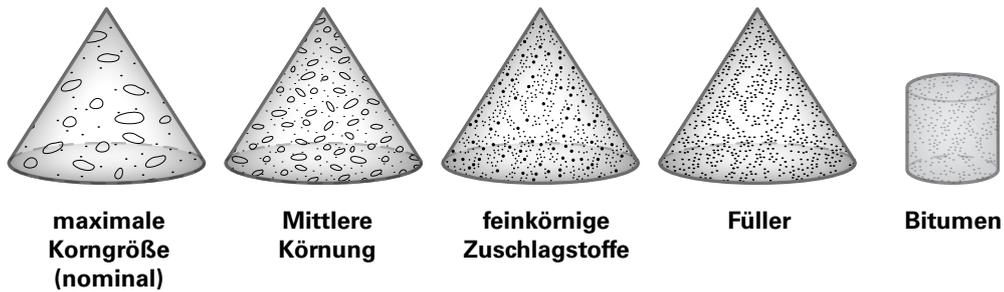
Asphalt ist ein Begriff, der viele verschiedenartige Mischungen aus mineralischen Zuschlagstoffen, Feingut, Modifiziermittel und Asphaltzement umfasst, die in einer Asphaltmischanlage bei Temperaturen zwischen 145° und 190°C hergestellt werden. Eine Variante des herkömmlichen Heißasphalts ist der Warmasphalt. Die Warmasphalt-Technologie ermöglicht eine Mischgutproduktion und -verlegung bei Temperaturen, die bis zu 40°C niedriger als bei herkömmlichem Heißasphalt sind, ohne Einbußen bei den Eigenschaften hinnehmen zu müssen. Im vorliegenden Handbuch ist die Betrachtungsweise der Verdichtung von Heißasphalt und Warmasphalt gleich.

Grobe Gemische werden mit sämtlichen Körnungen enthaltenden mineralischen Zuschlagstoffen

hergestellt. Anders ausgedrückt: Es werden verschiedenste Korngrößen eingesetzt. In die Rezeptur gehen auch Asphaltzement und Feingut ein. Typischerweise sind die größeren Gesteinskörner von einer Matrix aus einem Asphaltmastix aus Asphaltzement und Feingut umgeben. Zwecks Erhöhung seiner Steifigkeit kann der Asphaltzement z. B. mit Polymeren oder Latex modifiziert werden.

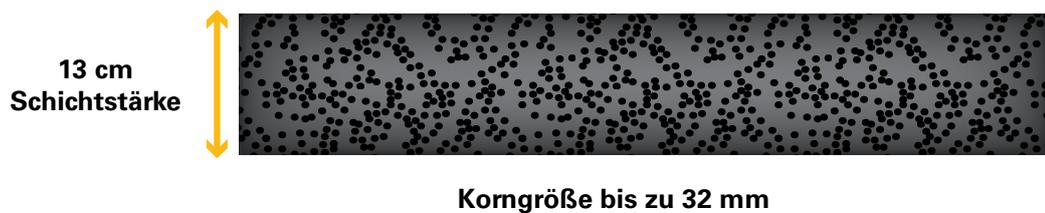
Da die größeren Gesteinskörner von dem Gemisch aus Asphaltzement und Feingut umgeben sind, ist die Gefahr ihrer Beschädigung durch Anwendung einer großen Verdichtungskraft geringer. Zum Verdichten von schweren Gemischen werden je nach Schichtdicke meist mittlere bis große Amplituden gewählt.

**Praktischer Hinweis:** Bei der Fortschreibung der Checkliste für die Amplitudenwahl muss die Asphaltzementsorte Berücksichtigung finden. Wenn der Asphaltzement Modifiziermittel wie Polymere, Fasern oder Latex enthält, wird seine Viskosität hoch sein. Aufgrund der hohen Viskosität des modifizierten Asphaltzements wird es schwieriger sein, die Gesteinskörner dichter zusammenzudrängen. Deshalb sollten Sie größere Amplituden in Betracht ziehen, wenn Sie wissen, dass die zu verdichtende Schicht hochviskosen Asphaltzement enthält. Informationen über die Art des Asphaltzements können der Mischgutrezeptur für den Auftrag entnommen werden, die den Leitern und Qualitätsbeauftragten zur Verfügung stehen müsste.

**GROBES GEMISCH**

Bei groben Gemischen wird oft zwischen Grobasphalt und Feinasphalt unterschieden. Bei Grobasphalten liegt die maximale Korngröße bei max. 32 mm. Grobasphalte werden in der Regel in relativ Dicke Schichten, 120 mm oder dicker, verlegt. Bei Einbaubahnen, die aus Grobasphalt

bestehen, ist die Wahrscheinlichkeit geringer, dass sie bei einer hohen Verdichtungsenergie wandern. Sie können Vibrationswalzen bei Anwendung größerer Amplituden bzw. Gummiradwalzen mit höheren Bodendrücken einsetzen.

**GROBGUT ODER HARTES MISCHGUT**

*Schwere Gemische mit grober Körnung werden auch als Grobasphalt bezeichnet.*

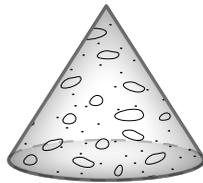
**FEINGUT ODER WEICHES MISCHGUT**

*Schwere Gemische mit feinerer Körnung werden auch als Feinasphalt bezeichnet.*

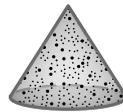
Einige schwere Gemische werden als fein klassifiziert. Feinasphalte weisen eine maximale Korngröße von bis zu 11 mm und typisch einen recht hohen Anteil an Feingut und Asphaltzement auf. Einige Feinasphalte können sich während des Verdichtens als instabil erweisen, insbesondere dann, wenn die Schichtdicke 40 mm überschreitet. Es empfiehlt sich, Feinasphalte zunächst mit

statischen Walzen zu stabilisieren, bevor Übergänge mit Vibrationswalzen erfolgen. Eine hohe Verdichtungsenergie kann Feinasphaltschichten beschädigen. Zur Verwendung auf Feinasphalt werden leichtere Verdichtungsgeräte, wahlweise Walzen mit Stahlbandage oder Gummiradwalzen, empfohlen.

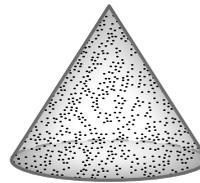
## OFFENPORIGES ASPHALTMISCHUNG (OPA)



**maximale Korngröße (nominal)**



**feinkörnige Zuschlagstoffe**



**Füller**

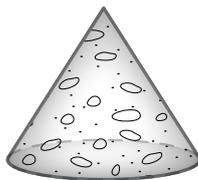


**Bitumen**

Offenporige Asphaltmischungen (OPA) weisen eine relativ einheitliche Korngröße auf, wobei es typischerweise keine Partikel mittlerer Größe gibt. Mischgutzusammensetzungen, die für diese Struktur typisch sind, werden z. B. für Deckschichten und asphaltimprägnierte durchlässige Tragschichten verwendet. Wegen ihrer offenen Strukturen werden Vorkehrungen

getroffen, um die Menge des Bitumens, der in den untersten Teil der Schicht abfließt, zu minimieren: Es wird Bitumen verwendet, das z. B. mit Latex oder Fasern modifiziert ist. Typisch für offenporige Asphaltmischungen ist der Kontakt zwischen Gesteinskörnern mit einem Überzug aus standfestem Bitumen.

## ASPHALTMISCHUNG MIT DISKONTINUIERLICH ABGESTUFTER KÖRNUNG



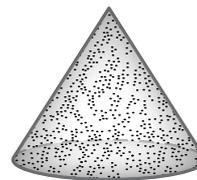
**maximale Korngröße (nominal)**



**Mittlere Körnung**



**feinkörnige Zuschlagstoffe**



**Füller**

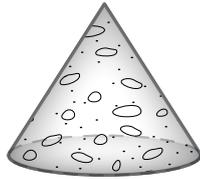


**Bitumen**

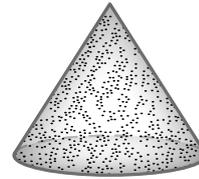
Bei Asphaltmischungen mit diskontinuierlich abgestufter Körnung reicht die Partikelgröße von groß bis fein, wobei einige Zwischengrößen fehlen. Asphaltmischungen mit diskontinuierlich

abgestufter Körnung zeichnen sich ebenfalls durch einen Kontakt zwischen Gesteinskörnern aus; sie sind aber durchlässiger als verformungsbeständigere Gemische.

## SPLITTMASTIXASPHALT



**maximale  
Korngröße  
(nominal)**



**Füller**



**Bitumen**

Bei Splittmastixasphalt fehlen, wie bei anderen offenporigen Asphaltmischungen auch, die meisten Partikelzwischengrößen. Splittmastixasphalte haben jedoch einen viel höheren Feinsplittanteil.

Modifiziertes Bitumen ist so mit dem Feingut und Splitt vereinigt, dass sich um die großen mineralischen Partikel und dazwischen ein dicker Mastix ausbildet.

**Praktischer Hinweis:** *Offenporige Asphaltmischungen, Asphaltmischungen mit diskontinuierlich abgestufter Körnung und Splittmastixasphalt (SMA) - sie alle weisen mehr Kontakte zwischen Gesteinskörnern auf als schwere Gemische. Wegen der häufigen Kontakte zwischen den Gesteinskörnern besteht eine größere Wahrscheinlichkeit, dass Gesteinskörner beschädigt während des Verdichtungsprozesses werden. Üblicherweise wird für diese Mischgutsorten das Einstellen einer kleineren Amplitude bei Vibrationswalzen oder statischen Walzen empfohlen. Gegebenenfalls sind den Verdichtungsprozess regelnde Verfahrensspezifikationen einzuhalten, wenn diese Mischgutsorten eingesetzt werden. Zudem können einige SMA-Mischungen, die stark modifiziert sind, extrem steif sein und mehr Kraft erfordern.*

## [ GESTALT DER GESTEINSKÖRNER ]

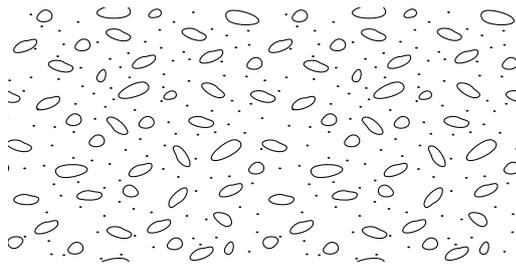
Die Verdichtung wird auch durch die Gestalt der Gesteinskörner beeinflusst. Die Gestalt der Gesteinskörner bestimmt den Betrag der inneren Reibung, die zwischen den Partikeln auftritt.

Kies zeigt eine schwache innere Reibung und lässt sich mit weniger Verdichtungsenergie innerhalb der Schicht enger zusammendrängen. Mischgut mit Kies als Zuschlagstoff neigt jedoch zur Instabilität und wandert unter dem Gewicht der Walze. Wählen Sie deshalb eine niedrige Vibrationsamplitude oder eine leichte statische Walze, wenn Ihnen bekannt ist, dass die Gesteinskörner abgerundet sind.

Gebrochenes Gestein hingegen führen zu einer starken inneren Reibung. Wenn sie erst einmal miteinander in Kontakt sind, sorgen Bruchsteine für eine hohe Festigkeit des Straßenbelags. Man benötigt mehr Kraft und schwerere Walzen, um die innere Reibung zwischen den Bruchflächen der Splittsteine zu überwinden. Meist ist bei Mischgutzusammensetzungen für stark frequentierte Straßen die Verwendung von gebrochenem Gestein mit einer bestimmten Anzahl und Gestalt der Bruchflächen vorgeschrieben.

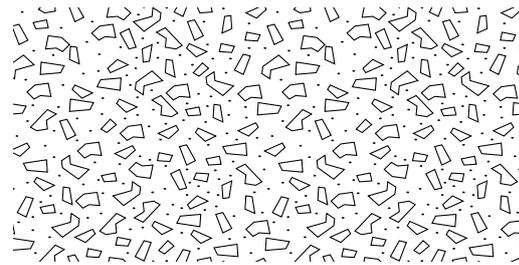
### KIES

#### Schwache innere Reibung



### GEBROCHENES GESTEIN

#### Starke innere Reibung



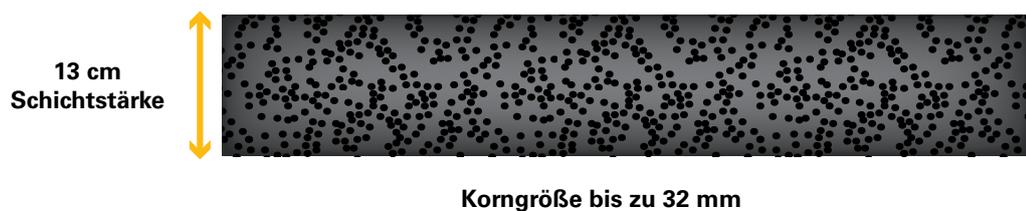
### [ SCHICHTDICKE / KORNGRÖSSE ]

Ganz gleich, um welche Art von Mischgut oder Projekt es sich handelt, ein sehr wichtiger Faktor ist das Verhältnis zwischen der Größe des größten Korns im Mischgut und der Dicke der Schicht. Dieses Verhältnis beeinflusst in starkem Maße die Fähigkeit der Einbaubahn, die Verdichtungsenergie aufzunehmen und die spezifizierte Dichte zu erreichen.

Zum Beispiel lässt sich eine Schicht mit einer Stärke von 13 cm und einer maximalen Korngröße von 32 mm relativ leicht verdichten. Sie können

große Verdichtungskräfte anwenden und brauchen sich wegen einer Beschädigung der Gesteinskörner keine Gedanken zu machen. Bei einem Verhältnis von 4:1 steht reichlich Raum für die Bewegung der Gesteinskörner zur Verfügung, sodass ihre Ausrichtung verändert werden kann. Viele Bauämter geben für Mischgut, das für stark frequentierte Straßen bestimmt ist, ein Verhältnis von mindestens 3:1 vor.

#### 4:1-VERHÄLTNIS VON SCHICHTDICKE ZU KORNGRÖSSE



#### 2:1-VERHÄLTNIS VON SCHICHTDICKE ZU KORNGRÖSSE



Bei einem Verhältnis von Schichtdicke zu Korngröße, das kleiner als 3:1 ist, gestaltet sich der Verdichtungsprozess sehr viel schwieriger. Wenn sich nämlich Bruchsteine in der Schicht befinden, dann ist es wahrscheinlich, dass diese nicht unbeschädigt in eine Ausrichtung gelangen, die einer dichten Packung entspricht. Der Walzenfahrer wird vermutlich ein Springen der Bandage oder

das Auftreten von unbeschichtetem Gestein an der Oberfläche der Einbaubahn bemerken. Eine zu geringe Dichte und beschädigte Gesteinskörner führen in der Regel zu einem vorzeitigen Schaden der Einbaubahn. Bei einem Verhältnis von Schichtdicke zu Korngröße, das kleiner als 3:1 ist, wird wenig Verdichtungsenergie benötigt.



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

**Praktischer Hinweis:** Auch wenn der Plan das geforderte Mindestverhältnis von 3:1 vorsieht, kann es Fälle geben, in denen das Verhältnis von Schichtdicke zu Korngröße kleiner ist. Sehr häufig tritt eine solche Situation auf, wenn bei der Herstellung eines Profils die Nivellierautomatik der Straßenbaumaschine genutzt wird. Wird die Nivellierautomatik der Einbaubohle verwendet, bedeutet das, dass sich die Dicke der Einbaubahn über ihrer Breite ändert. So kann die linke Hälfte der Einbaubahn 75 mm bis 50 mm dick sein, während die rechte Hälfte der Einbaubahn 50 mm bis 25 mm dick ist. Die linke Seite der Einbaubahn wird normal verdichtet; doch wenn die Walze über die rechte Seite fährt, werden wahrscheinlich die Bandagen zu springen beginnen. Auf der rechten Seite wird weniger Verdichtungsenergie benötigt. Die einfachste Lösung dieses Problems wäre, eine Bandage der Walze im Vibrationsmodus und die andere im statischen Modus oder beide Bandagen im statischen Modus zu betreiben. Eine Änderung der Betriebsart des Vibrationssystems kann einfach durch Umlegen eines Schalters im Bedienungsstand erfolgen. Der Maschinenführer braucht nicht aus der Maschine auszusteigen und die Amplitudeneinstellung zu ändern, um das Springen der Bandage abzustellen.

## [ MISCHGUTTEMPERATUR ]

Der nächste Faktor, die Temperatur der Asphaltsschicht, hat einen sehr großen Einfluss auf die Verdichtung. Das Erzeugen von Dichte in einer Asphaltsschicht ist in der Regel bei der höchstmöglichen Temperatur am leichtesten. Bei einer hohen Temperatur hat der Asphaltzement, der Bestandteil des Mischguts ist, die niedrigste Viskosität. Die Gesteinskörner im Mischgut lassen sich leicht enger zusammendrängen, wenn das Bitumen weicher ist oder seine niedrigste Viskosität besitzt. Der Asphalt wird fester, wenn er abkühlt. Die Gesteinskörner im Mischgut werden in ihrer Position arretiert, und es kann keine Luft mehr herausgedrückt werden.

Je nachdem, wie sich ein Mischgut bei hohen Temperaturen verhält, liegt die obere Grenze, bei der ein Verdichten möglich ist, bei ungefähr 140°C. Einige Mischgutsorten sind bei hohen Temperaturen instabil und werden vor die Bandage geschoben, statt unter der Bandage verdichtet zu werden. Mischgut, das bei hohen Temperaturen instabil ist, hat gewöhnlich einen hohen Anteil feinkörniger Zuschlagsstoffe, Füller und Bitumen. Wenn sich Mischgut aufgrund von hohen Temperaturen verformt, besteht die Problemlösung darin, in größerer Entfernung hinter dem Fertiger zu bleiben, damit sich die Einbaubahn ausreichend abkühlen kann, um eine normale Verdichtung zu ermöglichen.



Meist, wenn nicht gar immer, sollte die geforderte Dichte der Schicht innerhalb der Zeit erreicht werden, in der die Einbaubahn auf ca. 90°C abkühlt. Bei dieser Temperatur wird der Asphalt so fest, dass ein weiteres Bewegen der Gesteinskörner nicht mehr möglich ist. Sie können dann zwar noch Marken und Spuren in der Oberfläche der Einbaubahn ausbügeln, aber eine Erhöhung der Dichte ist unwahrscheinlich. Wenn sich die Einbaubahn abgekühlt hat, bevor die geforderte Dichte erreicht wurde:

- Gehen Sie näher an den Fertiger heran
- Erhöhen Sie die Verdichtungsenergie
- Setzen Sie mehr Walzen ein

Es gibt aber auch Ausnahmen von den allgemeinen Regeln bzgl. oberer und unterer Temperaturgrenzwerte für das Verdichten. Mitunter hat Mischgut einen Erweichungsbereich, der zwischen den herkömmlichen Temperaturgrenzwerten liegt (üblich in USA). Die Einbaubahn wird sich in einem sehr großen Temperaturbereich normal verdichten lassen. Dann, in einem dazwischen liegenden Temperaturbereich, üblicherweise als „Erweichungsbereich“ bezeichnet, wird sie instabil.



*Ein Zeichen dafür, dass die Walze in einem Erweichungsbereich arbeitet, ist eine ausgewellte und rissige Marke von der Bandagenkante.*

Wenn ein Walze auf einer Einbaubahn im Erweichungsbereich fährt, sieht man normalerweise, wie die Schicht vor der Bandage oder den Luftreifen wandert. Ein weiteres Zeichen dafür, dass man im Erweichungsbereich arbeitet, ist das Auftreten einer ausgewellten und rissigen Schnittmarke von der Bandagenkante. Normalerweise hinterlässt die Bandagenkante eine gerade Schnittmarke. Die ausgewellte Schnittmarke, die anzeigt, dass die Walze im Erweichungsbereich arbeitet, ist für den Walzenführer wahrscheinlich leichter zu erkennen.

Wenn Sie Mischgut verdichten, das einen Erweichungsbereich hat, müssen Sie so viel

Dichte wie möglich im Hochtemperaturbereich schaffen. Das Verdichten sollte in der Regel abgestoppt werden, wenn die Einbaubahn in den Erweichungsbereich gelangt. Wenn der Erweichungsbereich endet, wird die Einbaubahn normalerweise wieder stabil, und es kann zusätzliche Dichte erzielt werden. Dennoch sollte eine nahe bei der Fertigdichte liegende Dichte der Einbaubahn erzielt werden, bevor der Erweichungsbereich beginnt. Bei Fortsetzung des Verdichtens nach dem Erweichungsbereich ist eine kleine Amplitude zu wählen, um zu vermeiden, dass die Bandage auf der kalten, dichten Einbaubahn springt.

## [ WITTERUNGSVERHÄLTNISSE ]

Der letzte der Faktoren, die das Verdichten beeinflussen, ist die Witterung, vor allem die Umgebungstemperatur und die Windverhältnisse. An heißen, sonnigen Tagen mit hohen Umgebungstemperaturen hält die Einbaubahn ihre Wärme länger; sie ist länger bearbeitbar. An kühlen und windigen Tagen gibt die Einbaubahn ihre Wärme schneller ab. An der Oberfläche des Mischguts kann sich eine Schicht bilden, die ein gleichmäßiges Eindringen der Verdichtungskräfte in die Einbaubahn verhindert.

Eine Überprüfung der Temperatur der Einbaubahn kann auf zweierlei Weise erfolgen. Am

gebräuchlichsten ist die Verwendung eines Infrarot-Temperaturscanners. Der Scanner ermöglicht eine schnelle Überprüfung der Oberflächentemperatur an einem bestimmten Punkt. Der Maschinenführer oder der mit der Qualitätskontrolle beauftragte Techniker kann sich rasch einen Überblick über die Temperaturen der Einbaubahn an verschiedenen Orten verschaffen. Die andere Möglichkeit zur Überprüfung der Temperatur der Einbaubahn ist die Verwendung eines Stechthermometers. Das Stechthermometer misst die Temperatur im Inneren der Einbaubahn, gibt also besser Auskunft darüber, wie das Mischgut auf die Verdichtungskräfte reagieren wird.



**Praktischer Hinweis:** Wenn sich die Umgebungsbedingungen über den Tag hinweg ändern, müssen die Walzenfahrer ihre Walzschemata entsprechend anpassen. Am Morgen, wenn normalerweise die Temperatur am niedrigsten ist, sollte ein kurzes Walzschema Anwendung finden; d. h. man bleibt sehr dicht hinter dem Fertiger. Wenn die Umgebungstemperatur ansteigt und die Einbaubahn länger warm bleibt, können die Walzenfahrer die Länge ihrer Walzschemata vergrößern und brauchen sich nicht so sehr darum zu sorgen, dass sie dicht hinter dem Fertiger bleiben.

# FAKTOREN

All diese Temperatur- und Mischgutzusammensetzungsfaktoren sind wichtig, denn sie bestimmen, wie viel Zeit Sie zur Verfügung haben, um die geforderte Dichte zu erreichen, bevor die Einbaubahn auf unter 90°C abkühlt. Anhand dieser Informationen können Sie auch bestimmen, wie viel Zeit Ihnen bleibt, bevor ein etwaiger Erweichungsbereich beginnt.

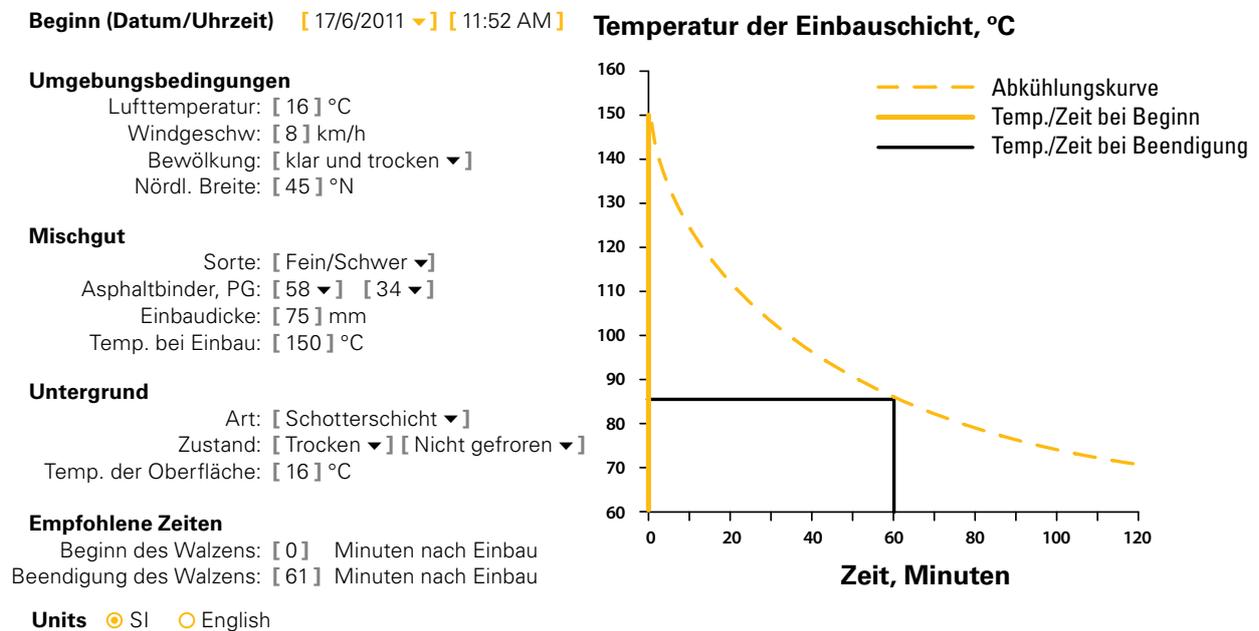
Früher musste der Qualitätsbeauftragte die Zeit, die zum Verdichten zur Verfügung steht, mit

Nomogrammen bestimmen und zwar ausgehend von der Schichtdicke, der Schichttemperatur hinter dem Fertiger und der Umgebungstemperatur. Heute stehen etliche Softwareprogramme zur Verfügung, die diese Zeitspanne schneller und genauer berechnen. Eines dieser Programme ist PaveCool (PaveCool Version 2.400 Copyright 2001-2005, Minnesota Department of Transportation). Es folgen einige mit PaveCool durchgeführte Berechnungen.

**Praktischer Hinweis:** Die Oberflächentemperatur der Einbaubahn ist stets niedriger als die Temperatur im Inneren. Verwenden Sie nach Möglichkeit ein Stechthermometer, um die Temperatur im Inneren zu überprüfen. Anschließend überprüfen Sie an der gleichen Stelle mit dem Infrarotscanner die Oberflächentemperatur. Sie werden feststellen, dass die Oberflächentemperatur bis zu 15°C niedriger als die Temperatur im Inneren ist. Wenn Ihnen die Temperaturunterschiede bekannt sind, können Sie die Oberflächentemperatur, die der Scanner anzeigt, zur Ist-Temperatur im Inneren in Beziehung setzen.

**Praktischer Hinweis:** Bei einigen Walzen ist ein Versatz der vorderen und hinteren Bandagen (Hundegang) möglich, wodurch sich die Breite des Verdichtungsbereiches nahezu verdoppelt. Folglich sind im Allgemeinen weniger überlappende Übergänge erforderlich, um die Breite der Einbaubahn abzudecken. Bei einem Bandagenversatz verringert sich der Betrag der auf die Einbaubahn übertragenen Verdichtungskraft. Dünne Einbaubahnen erfordern jedoch weniger Verdichtungskraft, und die Walze kann näher am Fertiger arbeiten, wo die Einbaubahn heißer ist und sich besser verdichten lässt.

## [ ABKÜHLUNGSKURVEN ]



Die Software PaveCool erfordert die Eingabe der Umgebungsbedingungen, der Mischgutformulierung und der vorhandenen Oberfläche. Im ersten Beispiel beträgt die Lufttemperatur 16°C, der Wind ist schwach, es ist sonnig und das Projekt befindet sich in der Nähe von Paris, in Frankreich (45° nördlicher Breite). Die Asphaltenschicht besteht aus einem schweren Gemisch, das 75 mm dick verlegt wird und unter der Einbaubohle 150°C aufweist. Die Asphaltenschicht wird auf einem körnigen Untergrund mit einer Temperatur von 16°C verlegt. Die resultierende Abkühlungskurve lässt erkennen, dass 61 Minuten für das Verdichten zur Verfügung stehen, bevor sich die Einbaubahn auf die Minimaltemperatur abgekühlt hat, für die 85°C festgesetzt worden sind.

Beginn (Datum/Uhrzeit) [ 17/6/2011 ▼ ] [ 11:52 AM ]

**Umgebungsbedingungen**

Lufttemperatur: [ 16 ] °C  
 Windgeschw: [ 8 ] km/h  
 Bewölkung: [ klar und trocken ▼ ]  
 Nördl. Breite: [ 45 ] °N

**Mischgut**

Sorte: [ Fein/Schwer ▼ ]  
 Asphaltbinder, PG: [ 58 ▼ ] [ 34 ▼ ]  
 Einbaudicke: [ 50 ] mm  
 Temp. bei Einbau: [ 150 ] °C

**Untergrund**

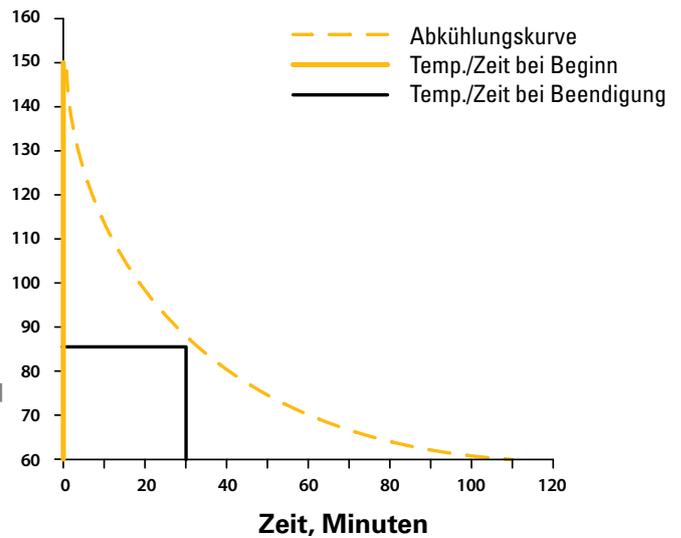
Art: [ Schotterschicht ▼ ]  
 Zustand: [ Trocken ▼ ] [ Nicht gefroren ▼ ]  
 Temp. der Oberfläche: [ 16 ] °C

**Empfohlene Zeiten**

Beginn des Walzens: [ 0 ] Minuten nach Einbau  
 Beendigung des Walzens: [ 31 ] Minuten nach Einbau

Units  SI  English

**Temperatur der Einbauschicht, °C**



Im nächsten Beispiel werden die gleichen Eingaben wie zuvor verwendet, ausgenommen die Schichtdicke, die auf 50 mm verändert wird. Die neu berechnete Abkühlungskurve lässt erkennen, dass sich die für das Verdichten zur Verfügung stehende Zeit um 50 % verkürzt hat. Sie beträgt nun 31 Minuten.

Beginn (Datum/Uhrzeit) [ 17/6/2011 ▼ ] [ 11:52 AM ]

**Umgebungsbedingungen**

Lufttemperatur: [ 16 ] °C  
 Windgeschw: [ 8 ] km/h  
 Bewölkung: [ klar und trocken ▼ ]  
 Nördl. Breite: [ 45 ] °N

**Mischgut**

Sorte: [ Fein/Schwer ▼ ]  
 Asphaltbinder, PG: [ 58 ▼ ] [ 34 ▼ ]  
 Einbaudicke: [ 38 ] mm  
 Temp. bei Einbau: [ 150 ] °C

**Untergrund**

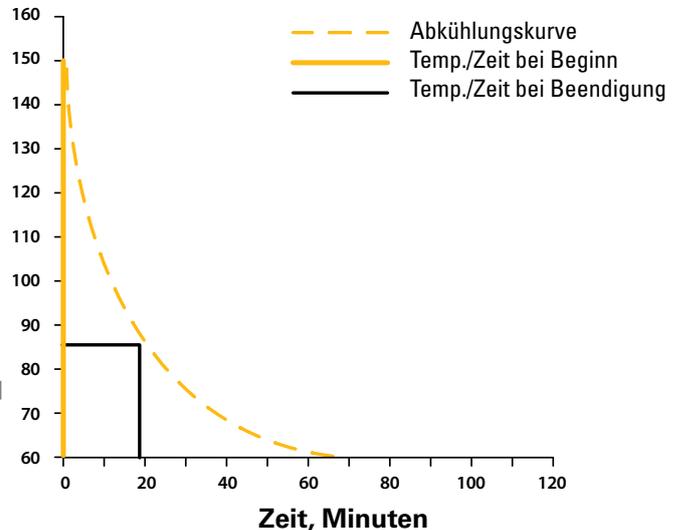
Art: [ Schotterschicht ▼ ]  
 Zustand: [ Trocken ▼ ] [ Nicht gefroren ▼ ]  
 Temp. der Oberfläche: [ 16 ] °C

**Empfohlene Zeiten**

Beginn des Walzens: [ 0 ] Minuten nach Einbau  
 Beendigung des Walzens: [ 19 ] Minuten nach Einbau

Units  SI  English

**Temperatur der Einbauschicht, °C**



Als Nächstes wird angenommen, dass Sie eine relativ dünne Deckschicht verlegen und zwar mit einer Dicke von 38 mm. Alle anderen Parameter bleiben unverändert. Die Abkühlungskurve weist aus, dass für das Verdichten nur 19 Minuten zur Verfügung stehen.

Die Schichtdicke hat einen sehr starken Einfluss auf die Zeit, die für das Verdichten zur Verfügung steht. Je dünner die Schicht, desto schwieriger ist das Verdichten. Wenn Sie wissen, wie viel Zeit zur Verfügung steht, um auch bei dünnen Einbaubahnen die Soll-dichte zu erzielen, fällt es

Ihnen leichter, für das Projekt das Walzschema und die Anzahl der benötigten Walzen zu bestimmen.



Durch Bandagenversatz ist es einfacher, eine breite Abdeckung zu realisieren und dünne Einbaubahnen, die Wärme rasch abgeben, schneller zu verdichten.

**Praktischer Hinweis:** Bei einigen Walzen ist ein Versatz der vorderen und hinteren Bandagen (Hundegang) möglich, wodurch sich die Breite des Verdichtungsbereiches nahezu verdoppelt. Folglich sind im Allgemeinen weniger überlappende Übergänge erforderlich, um die Breite der Einbaubahn abzudecken. Bei einem Bandagenversatz verringert sich der Betrag der auf die Einbaubahn übertragenen Verdichtungskraft. Dünne Einbaubahnen erfordern jedoch weniger Verdichtungskraft, und die Walze kann näher am Fertiger arbeiten, wo die Einbaubahn heißer ist und sich besser verdichten lässt.

Beginn (Datum/Uhrzeit) [ 17/6/2011 ▼ ] [ 11:52 AM ]

### Umgebungsbedingungen

Lufttemperatur: [ 16 ] °C  
 Windgeschw: [ 8 ] km/h  
 Bewölkung: [ klar und trocken ▼ ]  
 Nördl. Breite: [ 45 ] °N

### Mischgut

Sorte: [ Fein/Schwer ▼ ]  
 Asphaltbinder, PG: [ 58 ▼ ] [ 34 ▼ ]  
 Einbaudicke: [ 38 ] mm  
 Temp. bei Einbau: [ 140 ] °C

### Untergrund

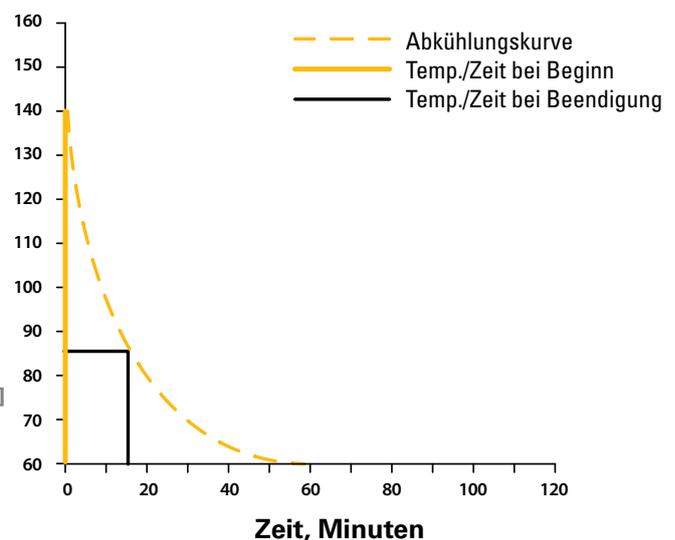
Art: [ Schotterschicht ▼ ]  
 Zustand: [ Trocken ▼ ] [ Nicht gefroren ▼ ]  
 Temp. der Oberfläche: [ 16 ] °C

### Empfohlene Zeiten

Beginn des Walzens: [ 0 ] Minuten nach Einbau  
 Beendigung des Walzens: [ 16 ] Minuten nach Einbau

Units  SI  English

### Temperatur der Einbauschicht, °C



Als Nächstes wird betrachtet, wie die Temperatur der Einbaubahn die für das Verdichten zur Verfügung stehende Zeit beeinflusst. In diesem Beispiel beträgt die Dicke der Einbaubahn 38 mm, doch die Temperatur des Einbaumaterials beträgt beim Durchfließen unter der Bohle nur noch 140°C. Im Vergleich zu der Einbaubahn mit einer Temperatur von 150°C, bei der für das Verdichten 19 min zur Verfügung standen, verkürzt sich bei der etwas kühleren Einbaubahn die für das Verdichten zur Verfügung stehende Zeit auf 16 Minuten.

Beginn (Datum/Uhrzeit) [ 17/6/2011 ▼ ] [ 11:52 AM ]

**Umgebungsbedingungen**

Lufttemperatur: [ 16 ] °C  
 Windgeschw: [ 8 ] km/h  
 Bewölkung: [ klar und trocken ▼ ]  
 Nördl. Breite: [ 45 ] °N

**Mischgut**

Sorte: [ Fein/Schwer ▼ ]  
 Asphaltbinder, PG: [ 58 ▼ ] [ 34 ▼ ]  
 Einbaudicke: [ 38 ] mm  
 Temp. bei Einbau: [ 130 ] °C

**Untergrund**

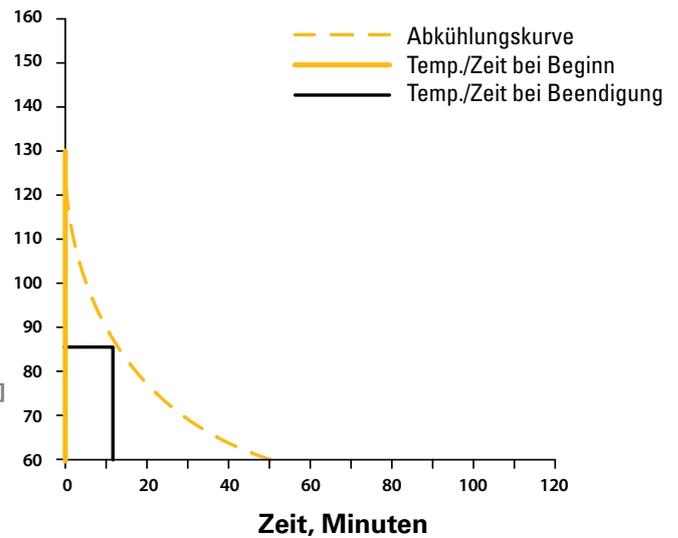
Art: [ Schotterschicht ▼ ]  
 Zustand: [ Trocken ▼ ] [ Nicht gefroren ▼ ]  
 Temp. der Oberfläche: [ 16 ] °C

**Empfohlene Zeiten**

Beginn des Walzens: [ 0 ] Minuten nach Einbau  
 Beendigung des Walzens: [ 12 ] Minuten nach Einbau

Units  SI  English

**Temperatur der Einbauschicht, °C**



Schließlich stehen, wenn die Temperatur der Einbaubahn nur 130°C beträgt, nur noch 12 Minuten für das Verdichten zur Verfügung. Bei sinkender Temperatur der Einbaubahn verkürzt sich die Zeit, die für das Verdichten zur Verfügung steht, jedoch nicht so stark, wie bei einer Verringerung der Schichtdicke.

Beginn (Datum/Uhrzeit) [ 17/6/2011 ▼ ] [ 11:52 AM ]

**Umgebungsbedingungen**

Lufttemperatur: [ 10 ] °C  
 Windgeschw: [ 8 ] km/h  
 Bewölkung: [ klar und trocken ▼ ]  
 Nördl. Breite: [ 45 ] °N

**Mischgut**

Sorte: [ Fein/Schwer ▼ ]  
 Asphaltbinder, PG: [ 58 ▼ ] [ 34 ▼ ]  
 Einbaudicke: [ 75 ] mm  
 Temp. bei Einbau: [ 150 ] °C

**Untergrund**

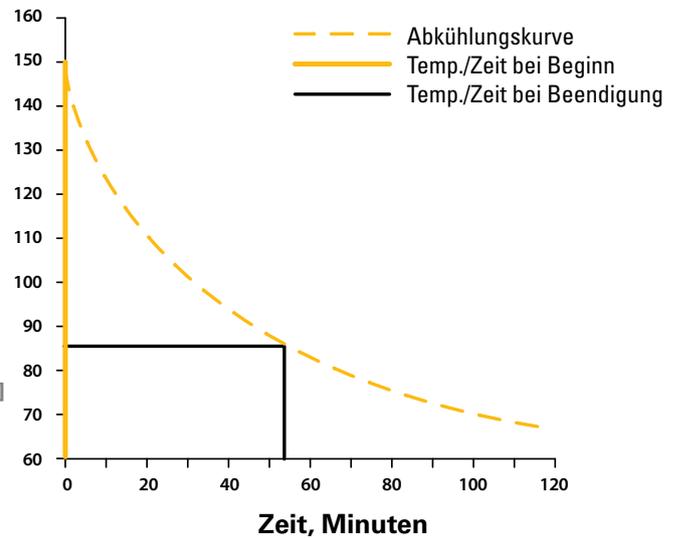
Art: [ Schotterschicht ▼ ]  
 Zustand: [ Trocken ▼ ] [ Nicht gefroren ▼ ]  
 Temp. der Oberfläche: [ 10 ] °C

**Empfohlene Zeiten**

Beginn des Walzens: [ 0 ] Minuten nach Einbau  
 Beendigung des Walzens: [ 54 ] Minuten nach Einbau

Units  SI  English

**Temperatur der Einbauschicht, °C**



Im Folgenden wird die Wirkung der Umgebungstemperatur auf die für das Verdichten zur Verfügung stehende Zeit betrachtet. Im vorliegenden Beispiel beträgt die Schichtdicke wieder 75 mm. Bei einer Umgebungstemperatur von 16°C standen für das Verdichten 61 Minuten zur Verfügung. Wenn die Umgebungstemperatur nur noch 10°C beträgt, verkürzt sich die Zeit, die für das Verdichten zur Verfügung steht um ca. 10 % auf 54 Minuten.

# FAKTOREN

Beginn (Datum/Uhrzeit) [ 17/6/2011 ▼ ] [ 11:52 AM ]

## Umgebungsbedingungen

Lufttemperatur: [ 16 ] °C  
 Windgeschw: [ 8 ] km/h  
 Bewölkung: [ klar und trocken ▼ ]  
 Nördl. Breite: [ 45 ] °N

## Mischgut

Sorte: [ Fein/Schwer ▼ ]  
 Asphaltbinder, PG: [ 58 ▼ ] [ 34 ▼ ]  
 Einbaudicke: [ 75 ] mm  
 Temp. bei Einbau: [ 150 ] °C

## Untergrund

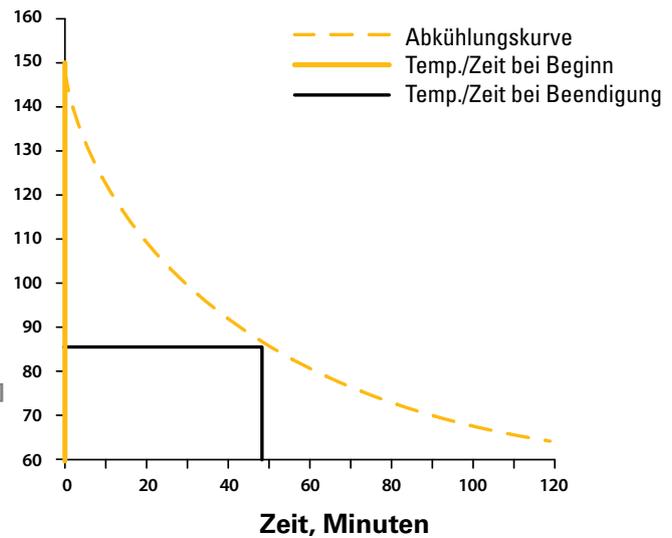
Art: [ Schotterschicht ▼ ]  
 Zustand: [ Trocken ▼ ] [ Nicht gefroren ▼ ]  
 Temp. der Oberfläche: [ 5 ] °C

## Empfohlene Zeiten

Beginn des Walzens: [ 0 ] Minuten nach Einbau  
 Beendigung des Walzens: [ 49 ] Minuten nach Einbau

Units  SI  English

## Temperatur der Einbauschicht, °C



Schließlich wird eine Umgebungstemperatur von 5°C angenommen. Die Zeit, die für das Verdichten zur Verfügung steht, verkürzt sich nochmals und beträgt nun 49 Minuten. Offensichtlich verkürzt sich bei sinkender Umgebungstemperatur die Zeit, die für das Verdichten zur Verfügung steht, jedoch nicht so stark wie bei einer Verringerung der Schichtdicke.

Beginn (Datum/Uhrzeit) [ 17/6/2011 ▼ ] [ 11:52 AM ]

## Umgebungsbedingungen

Lufttemperatur: [ 16 ] °C  
 Windgeschw: [ 8 ] km/h  
 Bewölkung: [ klar und trocken ▼ ]  
 Nördl. Breite: [ 45 ] °N

## Mischgut

Sorte: [ Fein/Schwer ▼ ]  
 Asphaltbinder, PG: [ 58 ▼ ] [ 34 ▼ ]  
 Einbaudicke: [ 65 ] mm  
 Temp. bei Einbau: [ 150 ] °C

## Untergrund

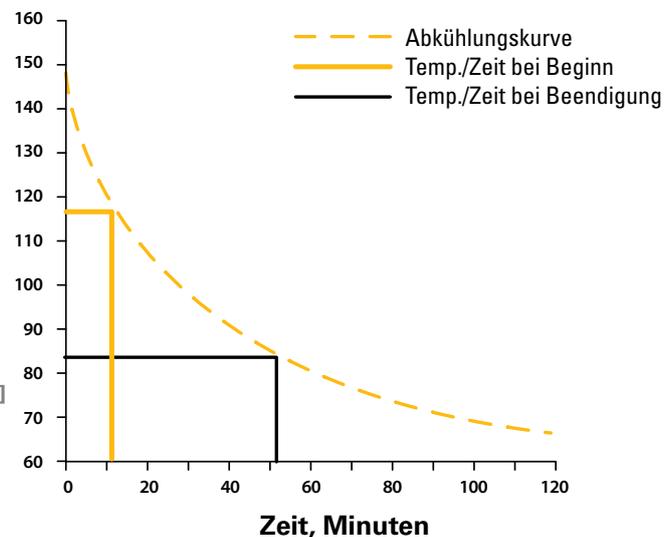
Art: [ Schotterschicht ▼ ]  
 Zustand: [ Trocken ▼ ] [ Nicht gefroren ▼ ]  
 Temp. der Oberfläche: [ 16 ] °C

## Empfohlene Zeiten

Beginn des Walzens: [ 12 ] Minuten nach Einbau  
 Beendigung des Walzens: [ 52 ] Minuten nach Einbau

Units  SI  English

## Temperatur der Einbauschicht, °C



Im vorliegenden Beispiel beträgt die Umgebungstemperatur 16°C. Wir verlegen ein schweres Gemisch mit einer Dicke von 65 mm. Das Mischgut fließt mit einer Temperatur von 150°C unter der Einbaubohle durch. Aus der Dokumentation geht hervor, dass das Mischgut bei 115°C zu erweichen beginnt und dass die Einbaubahn bei 85°C wieder stabil wird. Die Abkühlungskurve weist aus, dass für das Verdichten nur 12 Minuten zur Verfügung stehen, danach beginnt der Erweichungsbereich. Sie werden versuchen wollen, während dieser 12 Minuten so viel Dichte wie möglich zu schaffen, und sich dann 40 Minuten lang von der Einbaubahn fernhalten. Im Bedarfsfall wird nach dem Verschwinden des Erweichungsbereichs gewöhnlich eine hohe Frequenz bei kleiner Amplitude verwendet, um zusätzliche Dichte zu gewinnen. Oder es ist nur ein statisches Walzen erforderlich, um etwaige Marken oder Spuren im Asphalt auszubügeln. Auch hier wieder wird Ihnen das Wissen um die Zeit, die für das Verdichten zur Verfügung steht, bevor der Erweichungsbereich beginnt, bei der Planung des Walzschemas und der Bestimmung der Anzahl und Typen der Walzen nützlich sein.

**[ AMPLITUDEN-CHECKLISTE ]**

In Lektion zwei haben Sie gelernt, dass die Amplitude als Einwirktiefe der Bandage in der Einbaubahn definiert ist und dass die Schlagkraft, die durch die Bandagenbewegung erzeugt wird, der wichtigste Faktor bei der Erzeugung von Dichte in einer Asphaltsschicht ist. Außerdem haben Sie gelernt, dass eine zu große Amplitude die Asphaltsschicht beschädigen kann. Die Wahl der richtigen Amplitude ist ein wesentlicher Schritt bei der Arbeitsvorbereitung für eine Asphaltverdichtung.

Der Maschinenführer, der mit der Qualitätskontrolle beauftragte Techniker oder der Bauleiter sollte eine Checkliste für die in Lektion drei behandelten Faktoren erstellen. Dabei ist es egal, ob diese Checkliste nur gedanklich oder in gedruckter Form existiert, jeder Faktor muss berücksichtigt werden. Es folgt ein Beispiel für eine Checkliste.

**AMPLITUDEN-CHECKLISTE**

<b>Faktor</b>	<b>Wenig Kraft</b>	<b>Viel Kraft</b>
Schichtdicke	< 50 mm	> 50 mm
Untergrund	Steif	Nachgiebig
Bitumenviskosität	Niedrig	Hoch
Gestalt der Gesteinskörner	Abgerundet	Kantig
Umgebungstemperatur	Hoch	Niedrig

Diese Checkliste ist hilfreich, wenn es darum geht, alle in Lektion drei behandelten Verdichtungsfaktoren gedanklich miteinander zu verknüpfen und zu bestimmen, wie viel Verdichtungskraft in einem bestimmten Anwendungsfall erforderlich ist. Auf der linken Seite sind die Anwendungsfaktoren angeordnet, für die eine eher niedrige oder mittlere Amplitude die erste Wahl ist. Auf der rechten Seite sind die Anwendungsfaktoren angeordnet, für die eine eher mittlere oder große Amplitude die erste Wahl ist.

In der Regel nimmt eine Schicht mit einer Dicke von weniger als 50 mm nicht viel Verdichtungsenergie auf. Deshalb werden üblicherweise Amplitudeneinstellungen im Bereich zwischen 0,25 mm und 0,6 mm gewählt. Ist die Asphaltsschicht dicker als 50 mm, kann die Einbaubahn mehr Verdichtungsenergie aufnehmen; Sie sollten dann besser eine Amplitude von 0,6 mm oder mehr wählen.

Die Art des Untergrundes, der asphaltiert wird, hat ebenfalls Einfluss auf die Amplitudenwahl. Wenn der Untergrund steif ist, es sich z. B. um eine gefräste Fläche oder eine vorhandene Asphaltdecke

handelt, kommt es bei zu viel Verdichtungsenergie leichter zum Springen der Bandagen. Wenn Sie einen Einbau über körnigem Material oder einem stabilisierten Planum vornehmen, ist dieser Untergrund nachgiebiger. Da der nachgiebige Untergrund einen Teil der Verdichtungsenergie absorbiert, sollten Sie bei diesem Anwendungsfall eher größere Amplituden wählen.

Außerdem müssen Sie die Art des Asphaltzements in der Mischgutzusammensetzung berücksichtigen. Wenn der Asphaltzement beispielsweise mit Fasern oder Latex modifiziert worden ist, wird das Bitumen eine höhere Viskosität haben, das Mischgut wird als steif angesehen und wird größere Kräfte benötigen. Nicht modifiziertes Bitumen besitzt eine niedrige Viskosität, deshalb wird man bei diesem Mischgut weniger Verdichtungsenergie brauchen, um die geforderte Dichte zu erzielen.

## FAKTOREN

Die Gestalt der Gesteinskörner in der Mischgutzusammensetzung ist stets zu berücksichtigen. Für die meisten Asphaltbeläge stark frequentierter Fernverkehrsstraßen wird gebrochenes Material enthaltendes Mischgut eingesetzt. Dieses Material sorgt für eine starke innere Reibung. Damit sich das Gestein bewegt und Luftporen beseitigt werden, sollten Sie eher große Amplituden wählen. Mischgut für Straßen und Parkplätze enthält meist rundes Korn. Da sich diese Gesteinskörner leichter bewegen, benötigt solches Mischgut weniger Verdichtungsenergie.

Bei dem letzten Faktor auf der Checkliste handelt es sich um die Witterungsverhältnisse. An

heißen, sonnigen Tagen halten Asphaltsschichten gewöhnlich ihre Wärme länger, und weil Sie mehr Zeit zur Verfügung haben, können Sie schwächere Kräfte anwenden.

Wenn die Umgebungstemperatur niedrig ist und es starken Wind gibt, wird sich die Asphaltsschicht rasch abkühlen. Um die Sollsdichte zu erreichen, bevor die Temperatur der Einbaubahn zu weit absinkt, sollten Sie für ein rasches Verdichten die größtmögliche Amplitude wählen. Es folgen einige Beispiele, die zeigen, dass die Verwendung der Checkliste von Vorteil sein kann.

### [ AMPLITUDENWAHL ÜBUNG I ]

#### AMPLITUDEN-CHECKLISTE

<b>Faktor</b>	<b>Wenig Kraft</b>	<b>Viel Kraft</b>
Schichtdicke	40 mm	–
Untergrund	Gefräste Fläche	–
Bitumenviskosität	–	Hoch
Gestalt der Gesteinskörner	–	Gebrochen
Umgebungstemperatur	–	10°C

Bei diesem Projekt verlegt der Fertiger eine 40 mm dicke Schicht aus einer schweren Asphaltmischung mit polymermodifiziertem Asphaltzement, wobei die maximale Korngröße 12,5 mm beträgt und die Gesteinskörner Bruchsteine sind. Es handelt sich hierbei um eine einzige Schicht aus Asphalt, die auf einer gefrästen Fläche verlegt wird. Aus der Amplituden-Checkliste können Sie entnehmen, dass zwei der Faktoren auf der linken Seite stehen, die weniger Kraft entspricht, während drei der Faktoren signalisieren, dass mehr Kraft benötigt wird.

Bedeutet das, dass Sie eine mittlere bis große Amplitude wählen sollten?

In diesem Anwendungsfall würden Sie wahrscheinlich eine kleine bis mittlere Amplitude wählen. Die Schicht mit einer Dicke von weniger als 50 mm und der steife Untergrund würden nicht viel Verdichtungsenergie aufnehmen. Mitunter sind bestimmte Faktoren, speziell die Schichtdicke, von größerer Bedeutung als andere Faktoren auf der Amplituden-Checkliste. Die Wahl der richtigen Amplitude ist nicht immer gerade leicht. Halten Sie sich bei der Amplitudenwahl an folgende allgemeine Regel: Wählen Sie die größte Amplitude, die die Einbaubahn verträgt, ohne ein Springen der Bandagen oder eine Beschädigung der Einbaubahn hervorzurufen. Jetzt noch ein weiteres Beispiel.

## [ AMPLITUDENWAHL ÜBUNG II ]

## AMPLITUDEN-CHECKLISTE

<b>Faktor</b>	<b>Wenig Kraft</b>	<b>Viel Kraft</b>
Schichtdicke	–	75 mm
Untergrund	–	Körnig
Bitumenviskosität	–	Hoch
Gestalt der Gesteinskörner	–	Gebrochen
Umgebungstemperatur	32°C	–

Bei diesem Projekt ist die Amplitudenwahl relativ einfach. Sie verlegen 75 mm schweren Asphalt als erste Schicht auf körnigem Material. Die Mischgutzusammensetzung enthält hochviskoses Bitumen und 22 mm gebrochenes Material. Der Tag ist heiß. Vier Faktoren stehen auf der rechten Seite, die mehr Kraft entspricht. Nur die

hohe Temperatur steht auf der linken Seite, die weniger Kraft entspricht. Diese Asphaltsschicht wird eine hohe Amplitude vertragen und zwar aus mehreren Gründen. Erstens ist die Schicht ziemlich dick. Zweitens, und das ist sehr wichtig, beträgt das Verhältnis von Schichtdicke zu maximaler Korngröße 4:1.

**Zusammenfassung:** Die Kenntnis der Faktoren, die die Asphaltverdichtung beeinflussen, ist eine Schlüsselqualifikation, die Maschinenführer, Qualitätsbeauftragte und Bauleiter haben sollten. Viele Informationen über die Mischgutzusammensetzung können der Mischgutrezeptur für den Auftrag entnommen werden, die von der Asphaltmischanlage erhältlich sein müsste. Schichtdicke und Art des Untergrunds sind für jede Schicht zum Beispiel in Querschnittzeichnungen dargestellt. Nur die Witterungsverhältnisse sind für jede Arbeitsschicht zu analysieren.

Wenn Sie genügend Informationen zusammentragen und wissen, wie diese zu interpretieren sind, können Sie und Ihr Team bei der Planung des Verdichtungsprozesses bessere Entscheidungen treffen. Wenn Sie sich nur auf die in der Vergangenheit erzielten Ergebnisse oder Ihre Erfahrung verlassen, könnten neue, wertvolle Informationen an Ihnen vorbeigehen.

Alles, was Sie über beim Verdichten wirkende Kräfte und Einflussfaktoren gelernt haben, wird Ihnen helfen, den Walzenverband vorzubereiten; dies wird Gegenstand der Lektion vier sein.



## KAPITEL 4

# VERFAHREN UND SPEZIFIKATIONEN

Eine genaue Planung des Verdichtungsvorgangs ist der Schlüssel zum Erfolg Ihres Projekts. Nachstehend sind Verfahren angegeben, die sich sowohl bei Verfahrens- als auch Endergebnisspezifikationen eignen.





*Eine Cat CD54 beim Anfangsverdichten.*

In Lektion zwei und drei haben Sie gelernt, welche Kräfte beim Verdichten wirken und welche anderen Faktoren die Asphaltverdichtung beeinflussen. Gegenstand der Lektion vier die Planung eines Walzenverbandes, der die Projektvorgaben bzgl. Produktionsleistung, Dichte und Ebenheit erfüllt.

Lektion vier unterteilt sich in zwei Abschnitte. Im ersten Abschnitt geht es um die Planung des Verdichtungsprozesses anhand einer Verfahrensspezifikation, die die Art der Maschinen, die Arbeitsgeschwindigkeit, die Anzahl der

Übergänge und weitere Faktoren festlegt. Im zweiten Abschnitt geht es um die Planung des Walzenverbandes, wobei die Annahme getroffen wird, dass eine Spezifikation des Endergebnisses gilt. Mit anderen Worten, die Teammitglieder und Qualitätsbeauftragten legen die Art der Maschinen und das Walzschema fest, mit denen die gewünschte Dichte und die gewünschte Produktionsleistung erreicht werden sollen.

## Abschnitt I: VERFAHRENSSPEZIFIKATION

Die Inhalte des Abschnitts I basieren auf Forschungsergebnissen des Zentrallabors für Brücken und Straßen (LCPC: Laboratoire central des ponts et chaussées), Paris (Frankreich). Auf der Grundlage dieser weithin akzeptierten

Forschungsergebnisse werden der Typ der Walzen, die Anzahl der Übergänge und die Arbeitsgeschwindigkeit für verschiedenartige bituminöse Fahrbahndecken festgelegt.

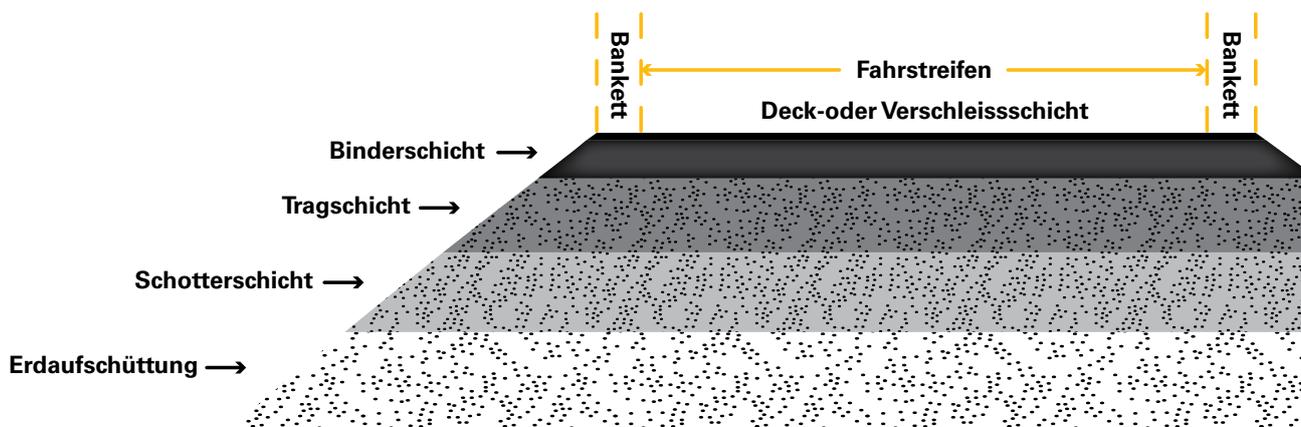
### STRASSENQUERSCHNITT

**Deckschicht - 2 bis 4 cm**

**Binderschicht - 6 bis 10 cm**

**Tragschicht - 10 bis 15 cm**

**Frostschuttschicht - 15 bis 25 cm**



### [ ART DER SCHICHT ]

Diese Spezifikation unterscheidet fünf Kategorien von Schichten (Lagen). Eine dünne Verschleisschicht hat eine Stärke im Bereich von 2 bis 4 cm.

Eine Binderschicht (auch Zwischenschicht genannt) hat eine Dicke im Bereich von 6 cm bis 10 cm.

Bei den Tragschichten wird zwischen zwei Arten unterschieden: der normalen oder

Binder-Tragschicht mit einer Dicke im Bereich zwischen 10 cm und 15 cm und der optionalen Frostschuttschicht mit einer Dicke im Bereich zwischen 15 cm und 30 cm.

Wie in Lektion 2 erläutert wurde, besteht üblicherweise jede Schichtart aus einem anders gearteten Mischgut und wird in einer anderen Dicke verlegt. Deshalb wird die Verdichtungskraft für jede Schicht einen anderen Betrag haben.

## [ ABDECKUNG AUFGRUND DER ARBEITSBREITE ]

Ein wichtiger Aspekt ist der Zusammenhang, der zwischen der Arbeitsbreite der Walzen und der Breite der Schicht besteht. Um die geforderte Verdichtungsleistung zu realisieren, muss die Arbeitsbreite derart sein, dass eine Walze die Breite der Einbauunterlage mit höchstens drei überlappenden Übergängen abdeckt. Dabei wird von einer Überlappung von mindestens 15 cm ausgegangen. Falls die Walze, die zur Verfügung steht, die Breite der Schicht nicht mit drei überlappenden Übergängen abdecken kann, müssen weitere Walzen hinzugefügt werden.

Nutzen Sie diese Tabelle als Orientierungshilfe bei der Bestimmung, wie viele Walzen mit einer bestimmten Arbeitsbreite erforderlich sind, um verschiedene Einbaubreiten abzudecken. Die grau hinterlegten Flächen geben an, dass mindestens eine weitere Walze oder aber eine Walze mit einer größeren Arbeitsbreite erforderlich ist, um die Produktionsanforderungen zu erfüllen. Zum Beispiel wird eine Walze mit Bandagen, die 170 cm breit sind, bei Einbaubreiten bis zu 4,5 Meter effektiv sein.

### ANZAHL DER ERFORDERLICHEN WALZEN IN ABHÄNGIGKEIT VON DER STRASSENBREITE (ABDECKUNG)

Einbaubreite (Meter)	Bandagenbreite				
	150 mm	170 mm	200 mm	210 mm	300 mm
3.3	1	1	1	1	1
3.6	1	1	1	1	1
3.9	1	1	1	1	1
4.2	2	1	1	1	1
4.5	2	1	1	1	1
4.8	2	2	1	1	1
5.1	2	2	1	1	1
5.4	2	2	1	1	1
5.7	2	2	2	1	1
6	2	2	2	2	1
7	2	2	2	2	1
8	2	2	2	2	1
9	3	2	2	2	2

*Anmerkung:* Walzen mit Bandagenversatz (Hundegang) bis zur maximalen Breite sind nur zum Verdichten dünner Verschleißschichten zu empfehlen.

**[ BANDAGENBREITE ]**

Gemäß dem französischen Klassifizierungssystem werden Vibrationswalzen mit Stahlbandagen nach ihrer statischen Linienlast pro Bandage und der Amplitude der Bandage klassifiziert. Die Klassifizierungsformel lässt sich wie folgt angeben: Linienlast in Kilogramm pro Zentimeter multipliziert mit der Quadratwurzel der Nennamplitude.

Die meisten Vibrationswalzen können mit verschiedenen Amplituden arbeiten. Deshalb kann sich die Klassifizierung ändern, wenn bei der Walze die Amplitude geändert wird.

**Beispiel: Vibrationswalzen**

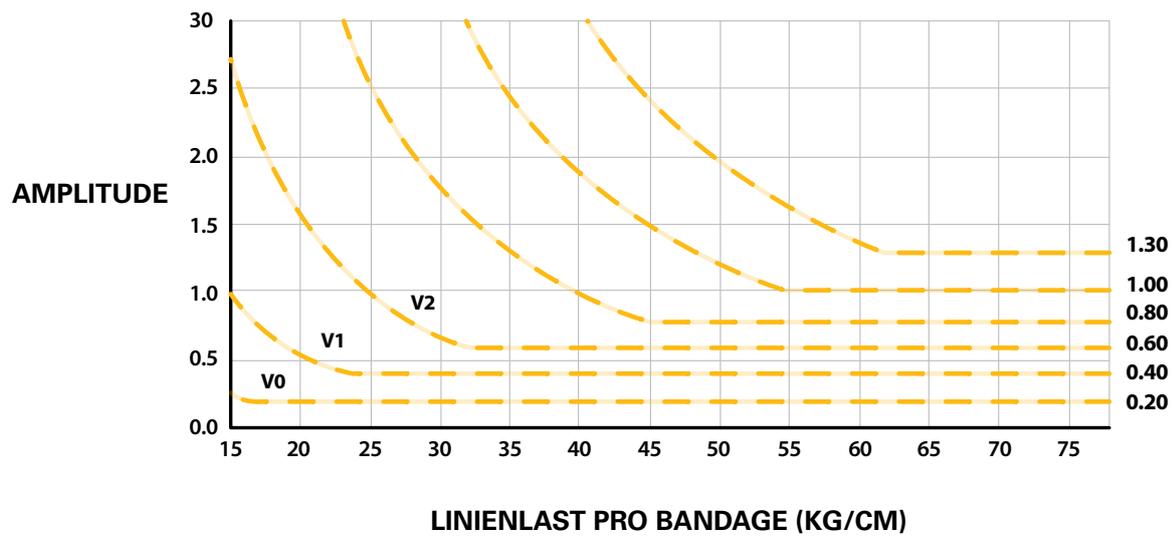
4680 kg (Bandagenlast) / 170 cm (Bandagenbreite) = 27,5 kg/cm  
 27,5 kg/cm x Quadratwurzel (0,62 mm) = 21,7  
 21,7 = Klasse V1

**[ VIBRATIONSWALZEN - KLASSEN ]**

Bei der Walze der Tabelle gibt es drei Einstellmöglichkeiten für die Amplitude. Eine Änderung der Amplitude hat eine Änderung der Klassifizierung zur Folge. Bei der Klasse V0 ist die Verdichtungsenergie betragsmäßig

relativ gering. Bei der Klasse V1 liegt der Betrag der Verdichtungsenergie in einem mittleren Bereich. Die Klasse V2 gibt einen hohen Betrag Verdichtungsenergie ab.

Bereich	Niedriger	Mittlerer	Hoher
<b>Amplitude (AO) (mm)</b>	0.34	0.80	1.05
<b>Bandagenlast (kg/cm)</b>	27.50	27.50	27.50
<b>Gewicht x Quadratwurzel von AO =</b>	16.04	24.60	28.18
<b>Klassifizierung</b>	<b>V0</b>	<b>V1</b>	<b>V2</b>



Das Diagramm zeigt die Bereiche der verschiedenen Walzenklassifizierungen anhand der Linienlast pro Bandage und der Amplitude. In der Verfahrensspezifikation werden aus praktischen Gründen nur drei Klassifizierungsbereiche verwendet: V0, V1 und V2.

Gummiradwalzen werden in zwei Klassen eingeteilt. Die Formel für die Klassifizierung von Gummiradwalzen lässt sich wie folgt schreiben: Gesamtgewicht in Tonnen dividiert durch die Anzahl der Räder.

**Beispiel: Gummiradwalze**

21 Tonnen (Gewicht der Maschine) ÷ 7 (Anzahl der Räder) = 3 Tonnen/Rad  
 3 Tonnen/Rad = Klasse P1

**Gummiradwalzen - Klassen**

**Klasse**

P0  
 P1

**Gewicht pro Rad**

größer als 1,5 Tonnen und kleiner als 2,5 Tonnen  
 größer als 2,5 Tonnen und kleiner als 4,0 Tonnen

	Wc1		Wc2		Ic		Bc1		Bc2	
	Ü	G	Ü	G	Ü	G	Ü	G	Ü	G
<b>Klasse P0</b>	18	6								
<b>Klasse P1</b>	14	6	20	6						
<b>Klasse V2</b>			4	4	5	4	15	4	25	3
<b>Klasse V1</b>	4	4	8	4	7	4				
<b>Klasse V0</b>	7	4								

Ü = Überfahrten  
 G = Geschwindigkeit  
 Geschwindigkeit = Kilometern pro Stunde

**[ AUSWÄHLEN DER MASCHINENKLASSIFIZIERUNGEN ]**

Bei einer vorgegebenen Verfahrensspezifikation wird man die Informationen, die die Maschinenklassifizierung und die Art der Schicht betreffen, in eine Referenztabelle eintragen, die bei der Auswahl des Maschinentyps, der Anzahl der Übergänge und der Arbeitsgeschwindigkeit hilfreich ist.

Im Tabellenkopf sind die fünf Arten der Schichten aufgeführt: dünne Verschleißschicht (Wc1); dicke Verschleißschicht (Wc2); Zwischenschicht (Ic); Standard-Tragschicht (Bc1) und dicke Tragschicht (Bc2).

Die Klassen der Walzen sind in der linken Spalte der Tabelle aufgeführt. Eine leichte Gummiradwalze entspricht P0. Eine schwere Gummiradwalze entspricht P1. Die drei Vibrationswalzenklassen reichen von der höchsten Vibrationsenergie (V2) über die mittlere Vibrationsenergie (V1) bis zur niedrigsten Vibrationsenergie (V0).

Bei dünnen Verschleißschichten (Wc1) sollte eine Gummiradwalze der Klasse P0 18 Überfahrten mit einer Geschwindigkeit von sechs Kilometern pro Stunde fahren. Wenn eine Gummiradwalze der Klasse P1 verwendet wird, sollte diese 14

Überfahrten bei einer Geschwindigkeit von sechs Kilometern pro Stunde fahren. Eine Vibrationswalze der Klasse V1 muss 4 Überfahrten mit vier Kilometern pro Stunde ausführen. Eine Vibrationswalze der Klasse V0 muss 7 Überfahrten mit vier Kilometern pro Stunde ausführen. Beachten Sie, dass die Klassen V2 bei dünnen Verschleißschichten nicht erlaubt sind.

Bei dicken Verschleißschichten sind Gummiradwalzen der Klasse P0 nicht zulässig. Gummiradwalzen der Klasse P1 müssen 20 Übergänge bei einer Geschwindigkeit von sechs Kilometern pro Stunde ausführen. Vibrationswalzen der Klasse V2 müssen 4 Überfahrten mit vier Kilometern pro Stunde ausführen. Vibrationswalzen der Klasse V1 müssen 8 Überfahrten mit 4 Kilometern pro Stunde ausführen. Die Tabelle gibt Orientierungen für jede Klasse von Walzen auf jeder Schichtart an.

Auch andere Tools, wie etwa der interaktive Produktionsrechner von Caterpillar (Cat Interactive Production Calculator), sind recht hilfreich bei der Bestimmung der Anzahl der erforderlichen Walzen anhand der Einbaugeschwindigkeit, der Breite der Schicht und der Arbeitsbreite der Walze.

## VERDICHTUNGSRECHNER

<b>Lastwagentransport</b>	Walzenmodell: [ Zum Auswählen eines anderen Modells klicken ] [ <b>CB534D</b> ]
<b>Fertigergeschwindigkeit</b>	Schichtart: [ Zum Auswählen einer anderen Schichtart klicken ] [ <b>Standard-Binderschicht – 6 bis 9 cm</b> ]
<b>Verdichtung</b>	<b>Allgemeine Angaben</b>
<b>Verwendetes Gemisch</b>	Produktionsleistung der Asphaltanlage: [ <b>160</b> ] tonnes/hr
<b>Neigung</b>	Schichtdicke: [ <b>65</b> ] mm
<b>Dicke</b>	Einbaubreite: [ <b>4.00</b> ] m
<b>Zusammenfassung</b>	Ist-Bandagenbreite: [ <b>170</b> ] cm
<b>Gültig</b>	[ Zum Ändern des Nutzfaktors klicken ] [ <b>77</b> ] %
	Ist-Walzensgeschwindigkeit: [ <b>4</b> ] km/h
	Gesamtzahl der Übergänge: [ <b>4</b> ]
	Anzahl der benötigten Walzen (aufgrund der Breite): [ <b>1</b> ]
	Anzahl der benötigten Walzen (aufgrund der Geschwindigkeit): [ <b>1</b> ]
<b>Beenden</b>	<b>Anzahl der benötigten Walzen:</b> [ <b>1</b> ]

Eine Version dieses interaktiven Produktionsrechners ist mit den Formeln und nach den Vorgaben des Zentrallabors für Brücken und Straßen, Paris (Frankreich), für die Auswahl der Walze und der Walzschemata programmiert worden. Im ersten Beispiel beträgt die Produktionsleistung 160 Tonnen pro Stunde. Im Rahmen des Projekts soll eine Standard-Verschleißschicht mit einer Stärke von 65 mm und einer Breite von 4 Metern eingebaut werden. Die Anzahl der Übergänge und die Arbeitsgeschwindigkeit werden basierend auf den Tabellen der Verfahrensspezifikation automatisch gewählt. Das Programm hat berechnet, dass eine Walze mit einer Arbeitsbreite von 170 cm imstande sein wird, die Anforderung bzgl. Überdeckung und Produktionsleistung zu erfüllen. Was würde bei einer Steigerung der Produktionsleistung geschehen?



VERDICHTUNGSRECHNER

<b>Lastwagentransport</b>	Walzenmodell: [ Zum Auswählen eines anderen Modells klicken ] [ <b>CB534D</b> ]
<b>Fertigergeschwindigkeit</b>	Schichtart: [ Zum Auswählen einer anderen Schichtart klicken ] [ <b>Standard-Binderschicht – 6 bis 9 cm</b> ]
<b>Verdichtung</b>	<b>Allgemeine Angaben</b>
<b>Verwendetes Gemisch</b>	Produktionsleistung der Asphaltanlage: [ <b>200</b> ] tonnes/hr
<b>Neigung</b>	Schichtdicke: [ <b>65</b> ] mm
<b>Dicke</b>	Einbaubreite: [ <b>4.00</b> ] m
<b>Zusammenfassung</b>	Ist-Bandagenbreite: [ <b>170</b> ] cm
<b>Gültig</b>	[ Zum Ändern des Nutzfaktors klicken ] [ <b>77</b> ] %
	Ist-Walzengeschwindigkeit: [ <b>4</b> ] km/h
	Gesamtzahl der Übergänge: [ <b>4</b> ]
	Anzahl der benötigten Walzen (aufgrund der Breite): [ <b>1</b> ]
	Anzahl der benötigten Walzen (aufgrund der Geschwindigkeit): [ <b>2</b> ]
<b>Beenden</b>	<b>Anzahl der benötigten Walzen:</b> [ <b>2</b> ]

Wenn die Stundenleistung von 160 Tonnen pro Stunde auf 200 Tonnen pro Stunde erhöht wird, sind lt. Berechnung zwei Walzen erforderlich. Bedenken Sie, der Rechner ist dafür programmiert, dass er die Arbeitsgeschwindigkeit und die Anzahl der Übergänge auf der Grundlage der Schichtart und -dicke auswählt.



## VERDICHTUNGSRECHNER

Lastwagentransport	Walzenmodell: [ Zum Auswählen eines anderen Modells klicken ] [ <b>CB534D</b> ]
Fertigergeschwindigkeit	Schichtart: [ Zum Auswählen einer anderen Schichtart klicken ] [ <b>Standard-Tragschicht – 12 bis 15 cm</b> ]
<b>Verdichtung</b>	<b>Allgemeine Angaben</b>
Verwendetes Gemisch	Produktionsleistung der Asphaltanlage: [ <b>200</b> ] tonnes/hr
Neigung	Schichtdicke: [ <b>125</b> ] mm
Dicke	Einbaubreite: [ <b>4.00</b> ] m
Zusammenfassung	Ist-Bandagenbreite: [ <b>170</b> ] cm
Gültig	[ Zum Ändern des Nutzfaktors klicken ] [ <b>77</b> ] %
	Ist-Walzensgeschwindigkeit: [ <b>4</b> ] km/h
	Gesamtzahl der Übergänge: [ <b>25</b> ]
	Anzahl der benötigten Walzen (aufgrund der Breite): [ <b>1</b> ]
	Anzahl der benötigten Walzen (aufgrund der Geschwindigkeit): [ <b>4</b> ]
<b>Beenden</b>	<b>Anzahl der benötigten Walzen:</b> [ <b>4</b> ]

Es ist interessant festzustellen, wie viele Walzen benötigt werden, wenn die Schichtart nun eine dicke Binderschicht (Bc2) ist, die in einer Stärke von 125 mm verlegt werden soll. Gemäß der Spezifikation bleibt die Verdichtungsgeschwindigkeit gleich, doch die Anzahl der Übergänge erhöht sich auf 25. Lt. Berechnung sind 4 Walzen mit einer Arbeitsbreite von 170 cm erforderlich, um die Produktionsleistung zu erfüllen. Und außerdem muss bedacht werden, dass diese Walzen der Klasse V2 angehören müssen.

Verfahrensspezifikationen sind in vielen Bereichen üblich; sie basieren auf Forschungsergebnissen und praktischer Erfahrung. Ob Verfahrensspezifikationen zur Anwendung kommen sollen, ist in den Projektplänen oder in den vom zuständigen Bauamt herausgegebenen Richtlinien festgehalten. Wenden Sie sich an die Mitarbeiter des zuständigen Bauamts, falls Sie Fragen zu Verfahrensspezifikationen haben.

Spezifikationen des Endergebnisses lassen den ausführenden Teams mehr Entscheidungsfreiheit. Im zweiten Abschnitt der Lektion vier geht es um die einzelnen Schritte bei der Planung des Verdichtungsprozesses, wobei eine Spezifikation des Endergebnisses erfüllt werden soll.

## Abschnitt II: SPEZIFIKATION DES ENDERGEBNISSES

### [ BANDAGENBREITE ]

Eine allgemeine Regel für die Auswahl der Walzen für ein Projekt besagt, dass die Bandagen breit genug sein müssen, um die Breite der Einbaubahn mit höchstens drei überlappenden Übergängen abzudecken. Mitunter werden mehr als drei Übergänge benötigt. Nehmen Sie in diesem Fall ein weitere Walze hinzu. Diese allgemeine Regel gilt für Projekte wie z. B. Autobahnen, Fernstraßen und Hauptstraßen, bei denen der Produktionsleistung eine hohe Bedeutung zukommt. Auf solche Projekte wie Parkplätze oder Projekte mit

geringer Produktionsleistung erstreckt sich diese Regel normalerweise nicht. Die nachstehende Referenztable kann herangezogen werden, um die richtige Bandagenbreite auszuwählen. Einziges Kriterium hierbei ist, dass die Einbaubahn mit höchstens drei überlappenden Übergängen abgedeckt werden soll. Die dargestellten Bandagenbreiten sind Minimal- und Maximalwerte, wie sie üblicherweise bei Projekten mit hoher Produktionsleistung verfügbar sind.

#### Erforderliche Anzahl überlappender Übergänge pro Bandagenbreite

Einbaubreite Meter	Bandagenbreite				
	140 cm	150 cm	170 cm	200 cm	213 cm
2.5	2	2	2		
2.75	3	3	2		
3.00	3	3	3	2	2
3.35	3	3	3	2	2
3.70	(4)	3	3	2	2
4.00			3	3	2
4.25			3	3	3
4.50				3	3
4.80				3	3
5.20				3	3
5.50					3

**Anmerkung 1:** Bei geringeren Einbaubreiten (weniger als 3,0 m) sind Modelle mit breiteren Bandagen nicht zu empfehlen, denn es könnte beim Einschlagen breiter Bandagen auf schmalen Einbaubahnen zu einer Deformation der Einbaubahn kommen.

**Anmerkung 2:** Einige Tandemasphaltwalzen verfügen über die Möglichkeit, ihre Bandagen gegenseitig zu verfahren (Hundegang). Durch den Bandagenversatz erhöht sich die Breite, die mit der Walze abgedeckt werden kann, erheblich. Zum Beispiel hat die Caterpillar CD54 eine Bandagenbreite von 170 cm. Bei maximalem Versatz beträgt die Arbeitsbreite der CD54 300 cm. Caterpillar empfiehlt, einen

Bandagenversatz (Hundegang) bei Schichten mit einer Dicke von weniger als 50 mm nur dann anzuwenden, wenn eine entsprechende Dichtespezifikation in der Anfangsverdichtungsphase erfüllt werden soll.

Die Bandagenbreite der ersten Walze, die hinter dem Fertiger arbeitet, ist ganz besonders wichtig. Im Allgemeinen wird der Verdichtungsprozess in drei Phasen eingeteilt: Anfangsverdichtung, Zwischenverdichtung und Endverdichtung. In jeder Phase kommen andere Walzen und Walztechniken zum Einsatz.

## [ ANFANGSVERDICHTUNG ]

Die Anfangsverdichtung ist der erste Schritt des Verdichtungsprozesses. Hierbei sollte die Soll-dichte der Einbaubahn bereits zum Großteil erreicht werden. Zum Beispiel sollten, wenn die Soll-dichte für die Endverdichtung 97 % der theoretischen Höchstdichte beträgt, in der Anfangsverdichtungsphase mindestens 93 % bis 95 % des theoretischen Höchstwerts erreicht werden.

Mit dem Anfangsverdichten sollte bei der höchstmöglichen Schichttemperatur begonnen werden, d. h. sobald die Einbaubahn das Gewicht

der Walze trägt, ohne deformiert zu werden. Denken Sie daran: Sobald die Schicht abzukühlen beginnt, wird der Asphaltzement im Mischgut steifer und es wird schwerer, Dichte zu erzeugen. Deshalb muss die Anfangsverdichtung in einer Zone sehr nahe am Fertiger stattfinden. Fertiger und Walze(n) für die Anfangsverdichtung müssen die gleiche Produktionsleistung erbringen.

**Anmerkung:** Bei den in diesem Abschnitt erörterten Einbaugeschwindigkeiten wird die Verwendung von Vibrationsbohlen vorausgesetzt, nicht die von Stampfer-/Vibrationsbohlen.



Die Walze, die die Anfangsverdichtung ausführt, arbeitet dicht hinter dem Fertiger.



Üblicherweise werden für die Anfangsverdichtung Tandemvibrationswalzen eingesetzt.

Üblicherweise werden für die Anfangsphase der Verdichtung Vibrationswalzen mit Stahlbandagen gewählt. Da Vibrationswalzen Last und Schlag kombinieren, sind mit ihnen in der Regel die höchsten Produktionsleistungen möglich. Auf Trag- oder Binderschichten werden mitunter Gummiradwalzen zur Anfangsverdichtung eingesetzt.

Bei den Vibrationswalzen gibt es Unterschiede, sowohl was die Vibrationseigenschaften als auch die Bandagenbreiten anbelangt. Durch entsprechendes Einrichten des Vibrationssystems nehmen Sie Einfluss auf die Abstimmung der Produktionsleistung der zur Anfangsverdichtung eingesetzten Walze auf die Produktionsleistung des Fertigers. Dies wird anhand von Beispielen für den interaktiven Produktionsrechner noch genauer erläutert.

FERTIGERGESCHWINDIGKEITSRECHNER

<b>Lastwagentransport</b>	<b>Allgemeine Angaben</b>		
<b>Fertigergeschwindigkeit</b>	Schichtdicke:	[ 2.00 ] Zoll	[ 50.8 ] mm
<b>Verdichtung</b>	Einbaubreite:	[ 12.00 ] Fuß	[ 3.658 ] m
<b>Schwaden</b>	Mischgutdicke, unverdichtet:	[ 130 ] lbs/ft <sup>2</sup>	[ 2082 ] kg/m <sup>2</sup>
<b>Materialvorlage</b>	<b>Fertigergeschwindigkeit und vorgegebene Produktionsleistung</b>		
<b>Neigung</b>	Produktionsleistung der Asphaltanlage:	[ 200 ] <sup>am.</sup> Tonnen/h	[ 181 ] Tonnen/h
<b>Dicke</b>	Berechnete Einbaugeschwindigkeit - Nutzfaktor 1,0:	[ 25.6 ] ft/min	[ 7.81 ] m/min
<b>Zusammenfassung</b>	Berechnete Einbaugeschwindigkeit - Nutzfaktor 0,95:	[ 26.9 ] ft/min	[ 8.20 ] m/min
<b>Gültig</b>	Berechnete Einbaugeschwindigkeit - Nutzfaktor 0,90:	[ 28.2 ] ft/min	[ 8.59 ] m/min
	Berechnete Einbaugeschwindigkeit - Nutzfaktor 0,85:	[ 29.4 ] ft/min	[ 8.98 ] m/min
	Berechnete Einbaugeschwindigkeit - Nutzfaktor 0,80:	[ 30.7 ] ft/min	[ 9.37 ] m/min
	Berechnete Einbaugeschwindigkeit - Nutzfaktor 0,75:	[ 32.0 ] ft/min	[ 9.76 ] m/min
<b>Beenden</b>	<b>Effektive Einbaugeschwindigkeit:</b>	[ 25.6 ] ft/min	[ 7.81 ] m/min

Im vorliegenden Beispiel beträgt die Produktionsleistung 181 Tonnen pro Stunde. Die Einbaubreite beträgt 3,66 Meter und die Schichtdicke 50 mm. Wenn bei dem Projekt ein Beschicker eingesetzt wird, liegt die effektive Einbaugeschwindigkeit ggf. nur bei 7,8 Meter pro Minute. Wenn das Mischgut vom Transportfahrzeug direkt auf den Fertiger umgeladen wird, kommt man auf eine effektive Einbaugeschwindigkeit von 9,8 Metern pro Minute. Bei einem Nutzfaktor von 0,75 (75 %) beträgt die effektive Geschwindigkeit 7,8 Meter pro Minute. Die Produktionsleistung der zur Anfangsverdichtung eingesetzten Walze muss deshalb hoch genug sein, um zur effektiven Einbaugeschwindigkeit zu passen.



## VERDICHTUNGSRECHNER

<b>Lastwagentransport</b>	Walzenmodell: [ Zum Auswählen eines anderen Modells klicken ]	[ CB54 ]
<b>Fertigergeschwindigkeit</b>	<b>Allgemeine Angaben</b>	
<b>Verdichtung</b>	Einbaubreite:	[ 12.00 ] Fuß [ 3.658 ] m
<b>Schwaden</b>	Ist-Bandagenbreite:	[ 67 ] Zoll [ 170.18 ] cm
<b>Materialvorlage</b>	Überlappung:	[ 6.0 ] Zoll [ 15.2 ] cm
<b>Neigung</b>	Drehzahl des Schwingungserzeugers:	[ 2520 ] 1/min [ 2520 ] 1/min
<b>Dicke</b>	Schläge (empfohlen):	[ 11 ] pro ft [ 36 ] pro m
<b>Zusammenfassung</b>	<b>Anzahl der Übergänge für eine einmalige Abdeckung der Einbaubreite:</b>	[ 3 ]
<b>Gültig</b>	Anzahl der wiederholten Übergänge (lt. Probestreifen):	[ 2 ]
	<b>Gesamtzahl der Übergänge:</b>	[ 7 ]
	Nutzfaktor der Walze (empfohlen: 0,75-0,85):	[ 80 ] %
		Effektive Fertigergeschwindigkeit
<b>Beenden</b>	<b>Ist-Walzensgeschwindigkeit:</b>	[ 229 ] ft/min [ 70 ] m/min [ 25.6 ] ft/min
	<b>Effektive Walzensgeschwindigkeit*:</b>	[ 26 ] ft/min [ 8 ] m/min [ 7.81 ] m/min
		[ % = 102 ]

\*Die effektive Walzensgeschwindigkeit sollte mind. 100 %, jedoch nicht mehr als 115 % der effektiven Fertigergeschwindigkeit betragen.

In diesem Beispiel steht eine Asphaltwalze CB54 von Caterpillar zur Verfügung. Die CB54 hat 170 cm breite Bandagen, die die Einbaubahn mit drei überlappenden Walzübergängen abdecken können. Es ist eine niedrige Frequenz, 42 Hz (2520 Schwingungen pro Minute), gewählt worden. Von Arbeiten mit ähnlichem Mischgut in Probestreifen ist bekannt, dass bei zwei Übergangswiederholungen die Soll-dichte für die Anfangsphase erreicht wird. Drei überlappende Übergänge bei zwei Übergangswiederholungen ergeben ein Walzschema mit sieben Walzübergängen. Durch Stillstände zum Auffüllen des Wasservorrats und Halte der Walze zum Reversieren ergibt sich ein Nutzfaktor von 0,8 (80 %). Eine effektive Arbeitsgeschwindigkeit von 70 Metern pro Minute (229 Fuß pro Minute) ist in Übereinstimmung mit der effektiven Einbaugeschwindigkeit. Außerdem zeigt der Produktionsrechner an, dass der Schlagabstand gut innerhalb des gewünschten Bereichs, d. h. zwischen 26 und 46 Schlägen pro Meter, liegt.



## FERTIGERGESCHWINDIGKEITSRECHNER

<b>Lastwagentransport</b>	<b>Allgemeine Angaben</b>		
<b>Fertigergeschwindigkeit</b>	Schichtdicke:	[ 2.00 ] Zoll	[ 50.8 ] mm
<b>Verdichtung</b>	Einbaubreite:	[ 12.00 ] Fuß	[ 3.658 ] m
<b>Schwaden</b>	Mischgutedichte, unverdichtet:	[ 130 ] lbs/ft <sup>3</sup>	[ 2082 ] kg/m <sup>3</sup>
<b>Materialvorlage</b>	<b>Fertigergeschwindigkeit und vorgegebene Produktionsleistung</b>		
<b>Neigung</b>	Produktionsleistung der Asphaltanlage:	[ 276 ] <sup>am.</sup> Tonnen/h	[ 250 ] Tonnen/h
<b>Dicke</b>	Berechnete Einbaugeschwindigkeit - Nutzfaktor 1,0:	[ 35.4 ] ft/min	[ 10.80 ] m/min
<b>Zusammenfassung</b>	Berechnete Einbaugeschwindigkeit - Nutzfaktor 0,95:	[ 37.2 ] ft/min	[ 11.34 ] m/min
<b>Gültig</b>	Berechnete Einbaugeschwindigkeit - Nutzfaktor 0,90:	[ 38.9 ] ft/min	[ 11.88 ] m/min
	Berechnete Einbaugeschwindigkeit - Nutzfaktor 0,85:	[ 40.7 ] ft/min	[ 12.42 ] m/min
	Berechnete Einbaugeschwindigkeit - Nutzfaktor 0,80:	[ 42.5 ] ft/min	[ 12.96 ] m/min
	Berechnete Einbaugeschwindigkeit - Nutzfaktor 0,75:	[ 44.2 ] ft/min	[ 13.50 ] m/min
<b>Beenden</b>	<b>Effektive Einbaugeschwindigkeit:</b>	[ 35.4 ] ft/min	[ 10.80 ] m/min

Was wäre, wenn die Produktionsleistung höher wäre, z. B. 250 Tonnen pro Stunde betragen würde? Die Berechnungen der Fertigergeschwindigkeit zeigen, dass sie mit der stündlichen Tonnage zunimmt, vorausgesetzt, Schichtdicke und Einbaubreite ändern sich nicht. Bei einer Steigerung der Stundenleistung auf 250 Tonnen pro Stunde erhöht sich die effektive Geschwindigkeit auf 10,8 Meter pro Minute.



## VERDICHTUNGSRECHNER

<b>Lastwagentransport</b>	Walzenmodell: [ Zum Auswählen eines anderen Modells klicken ]	[ CB54 ]
<b>Fertigergeschwindigkeit</b>	<b>Allgemeine Angaben</b>	
<b>Verdichtung</b>	Einbaubreite:	[ 12.00 ] Fuß [ 3.658 ] m
<b>Schwaden</b>	Ist-Bandagenbreite:	[ 67 ] Zoll [ 170.18 ] cm
<b>Materialvorlage</b>	Überlappung:	[ 6.0 ] Zoll [ 16.5 ] cm
<b>Neigung</b>	Drehzahl des Schwingungserzeugers:	[ 2520 ] VPM [ 2520 ] VPM
<b>Dicke</b>	Schläge (empfohlen):	[ 8 ] per ft [ 26 ] per m
<b>Zusammenfassung</b>	<b>Anzahl der Übergänge für eine einmalige Abdeckung der Einbaubreite:</b>	[ 3 ]
<b>Gültig</b>	Anzahl der wiederholten Übergänge (lt. Probestreifen):	[ 2 ]
	<b>Gesamtzahl der Übergänge:</b>	[ 7 ]
	Nutzfaktor der Walze (empfohlen: 0,75-0,85):	[ 80 ] %
		<i>Effektive Fertigergeschwindigkeit</i>
<b>Beenden</b>	<b>Ist-Walzensgeschwindigkeit:</b>	[ 315 ] fpm [ 96 ] mpm [ 35.4 ] ft/min
	<b>Effektive Walzensgeschwindigkeit*:</b>	[ 36 ] fpm [ 11 ] mpm [ 10.80 ] m/min
		[ % = 102 ]

\*Die effektive Walzensgeschwindigkeit sollte mind. 100 %, jedoch nicht mehr als 115 % der effektiven Fertigergeschwindigkeit betragen.

Als Nächstes muss ermittelt werden, ob die zur Anfangsverdichtung eingesetzte Walze bei der höheren Produktionsleistung Schritt hält. Die effektive Arbeitsgeschwindigkeit der Walze muss auf 96 Meter pro Minute gesteigert werden, damit sie in Übereinstimmung mit der effektiven Einbaugeschwindigkeit ist. Bleibt die Vibrationsfrequenz bei 42 Hz (2520 Schwingungen pro Minute), während die Arbeitsgeschwindigkeit auf 96 Meter pro Minute erhöht wird, ergibt sich ein Schlagabstand der Bandage von 26 Schlägen pro Meter. Dieser Schlagabstand ist grenzwertig. Es wäre besser, wenn die Schläge dichter aufeinander folgen würden. Eine Möglichkeit der Beeinflussung des Schlagabstandes ist die Erhöhung der Frequenz, während die Arbeitsgeschwindigkeit gleich bleibt.



VERDICHTUNGSRECHNER

<b>Lastwagentransport</b>	Walzenmodell: [ Zum Auswählen eines anderen Modells klicken ]	[ CB54 ]
<b>Fertigergeschwindigkeit</b>	<b>Allgemeine Angaben</b>	
<b>Verdichtung</b>	Einbaubreite:	[ 12.00 ] Fuß [ 3.658 ] m
<b>Schwaden</b>	Ist-Bandagenbreite:	[ 67 ] Zoll [ 170.18 ] cm
<b>Materialvorlage</b>	Überlappung:	[ 6.5 ] Zoll [ 16.5 ] cm
<b>Neigung</b>	Drehzahl des Schwingungserzeugers:	[ 3800 ] VPM [ 3800 ] VPM
<b>Dicke</b>	Schläge (empfohlen):	[ 12 ] per ft [ 39 ] per m
<b>Zusammenfassung</b>	<b>Anzahl der Übergänge für eine einmalige Abdeckung der Einbaubreite:</b>	[ 3 ]
<b>Gültig</b>	Anzahl der wiederholten Übergänge (lt. Probestreifen):	[ 2 ]
	<b>Gesamtzahl der Übergänge:</b>	[ 7 ]
	Nutzfaktor der Walze (empfohlen: 0,75-0,85):	[ 80 ] %
		Effektive Fertigergeschwindigkeit
<b>Beenden</b>	<b>Ist-Walzensgeschwindigkeit:</b>	[ 317 ] fpm [ 97 ] mpm [ 35.4 ] ft/min
	<b>Effektive Walzensgeschwindigkeit*:</b>	[ 36 ] fpm [ 11 ] mpm [ 10.80 ] m/min
		[ % = 102 ]

\*Die effektive Walzensgeschwindigkeit sollte mind. 100 %, jedoch nicht mehr als 115 % der effektiven Fertigergeschwindigkeit betragen.

Die CB54 ist oft mit einem Vibrationssystem mit zwei möglichen Frequenzen ausgerüstet. Die hohe Frequenz beträgt bei der CB54 63,3 Hz (ca. 3800 Schwingungen pro Minute). Ist die hohe Frequenz ausgewählt, ergibt sich bei einer Arbeitsgeschwindigkeit von 97 Metern pro Minute ein Schlagabstand der Bandage von 39 Schlägen pro Meter. Dieser Schlagabstand ist für die Erzeugung einer gleichmäßigen Dichte und Ebenheit günstiger. Eine andere Lösung könnte bei diesem Beispiel so aussehen, dass die Arbeitsbreite erhöht wird, sodass die Walze die Einbaubahn mit zwei überlappenden Übergängen statt drei abdecken kann.



## VERDICHTUNGSRECHNER

<b>Lastwagentransport</b>	Walzenmodell: [ Zum Auswählen eines anderen Modells klicken ]	[ CB54 XW ]
<b>Fertigergeschwindigkeit</b>	<b>Allgemeine Angaben</b>	
<b>Verdichtung</b>	Einbaubreite:	[ 12.00 ] Fuß [ 3.658 ] meter
<b>Schwaden</b>	Ist-Bandagenbreite:	[ 79 ] Zoll [ 200.66 ] cm
<b>Materialvorlage</b>	Überlappung:	[ 6.5 ] Zoll [ 16.5 ] cm
<b>Neigung</b>	Drehzahl des Schwingungserzeugers:	[ 2520 ] VPM [ 2520 ] VPM
<b>Dicke</b>	Schläge (empfohlen):	[ 11 ] per ft [ 36 ] per m
<b>Zusammenfassung</b>	<b>Anzahl der Übergänge für eine einmalige Abdeckung der Einbaubreite:</b>	[ 2 ]
<b>Gültig</b>	Anzahl der wiederholten Übergänge (lt. Probestreifen):	[ 2 ]
	<b>Gesamtzahl der Übergänge:</b>	[ 5 ]
	Nutzfaktor der Walze (empfohlen: 0,75-0,85):	[ 80 ] %
		<i>Effektive Fertigergeschwindigkeit</i>
<b>Beenden</b>	<b>Ist-Walzensgeschwindigkeit:</b>	[ 229 ] fpm [ 70 ] mpm [ 35.4 ] ft/min
	<b>Effektive Walzensgeschwindigkeit*:</b>	[ 37 ] fpm [ 11 ] mpm [ 10.80 ] m/min
		[ % = 105 ]

\*Die effektive Walzensgeschwindigkeit sollte mind. 100 %, jedoch nicht mehr als 115 % der effektiven Fertigergeschwindigkeit betragen.

Eine Walze mit 200 cm Arbeitsbreite, falls verfügbar, wird die 3,66 m breite Einbaubahn mit zwei überlappenden Übergängen statt drei abdecken. Wegen der zusätzlichen Arbeitsbreite verändert sich das Walzschema: Statt der sieben Verdichtungsübergänge sind es nur noch fünf. Die Arbeitsgeschwindigkeit nimmt auf 70 Meter pro Minute ab. Die Vibrationsfrequenz nimmt wieder den Wert von 42 Hz (2520 Schwingungen pro Minute) an. Bei dieser Arbeitsgeschwindigkeit ergibt sich der günstigere Schlagabstand von 36 Schlägen pro Meter.

Bedenken Sie, eine niedrige Frequenz bedeutet auch immer eine große Amplitude. Bei Einbaubahnen mit einer Dicke von 50 mm und mehr werden Sie in der Regel die Solldichte schneller erreichen, wenn sie eine niedrige Frequenz und eine mittlere bis hohe Amplitude anwenden.

Die Auswahl der richtigen Walze für die Anfangsphase der Verdichtung entscheidet darüber, ob eine gleichmäßige und akzeptable Dichte erzielt wird. Es ist eine Projektvorplanung erforderlich, um sich davon zu überzeugen, dass die Walze mit der Einbaugeschwindigkeit mithalten kann.

[ **ZWISCHENVERDICHUNG** ]

Bei den meisten Mischgütern folgt die Zwischenverdichtung unmittelbar auf die Anfangsverdichtung. Am Ende der Zwischenverdichtungsphase soll die Soll/Enddichte in der Einbaubahn erreicht sein. Außerdem wird in der Zwischenverdichtungsphase mit dem Ausbügeln etwaiger Marken oder Spuren, die bei der Anfangsverdichtung hinterlassen wurden, begonnen.

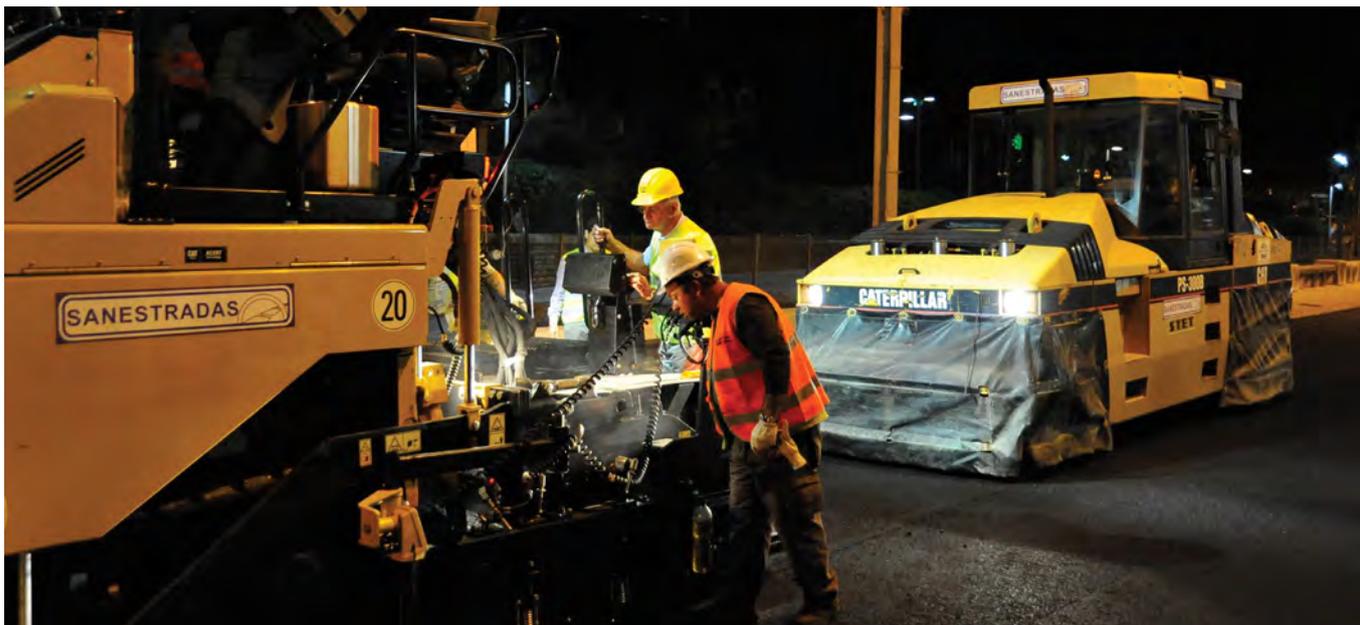
Die Einbaubahn sollte heiß genug sein, um Bewegungen der Gesteinskörner zu ermöglichen. Deshalb arbeiten die Walzen, die die Zwischenverdichtung ausführen, meist in dem Temperaturbereich unmittelbar hinter dem Temperaturbereich der Anfangsphase. Je nach

Dicke der Einbaubahn müssen Sie mit der Art und Stärke der Kraft, die Sie anwenden, vorsichtig sein. Bedenken Sie, dass die Einbaubahn in der Zwischenverdichtungsphase bereits eine Dichte hat, die der Soll/Enddichte nahekommt, und Sie versuchen, die Dichte um ein bis drei Prozent zu erhöhen.

Üblicherweise werden für die Zwischenverdichtung Gummiradwalzen gewählt, denn sie können einen hohen statischen Druck ausüben, ohne Schlagkräfte wirken zu lassen. Der Walzentyp, der für die Zwischenverdichtungsphase ausgewählt wird, hängt von der Schichtdicke und der Mischgutzusammensetzung ab.

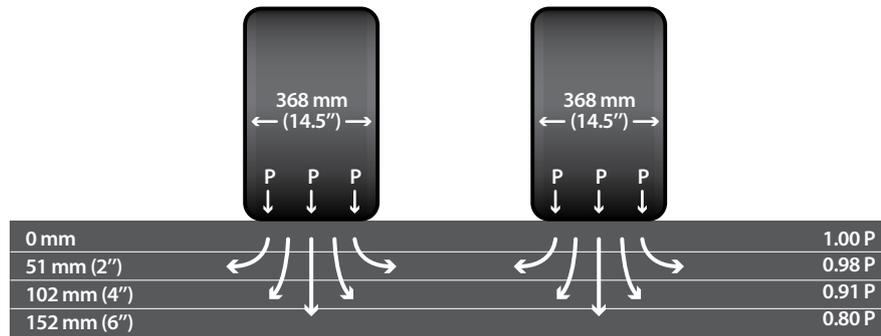


*Zwischenverdichtung kurz nach der Anfangsphase.*



*Gummiradwalzen können große Kräfte ausüben, ohne Schlagkräfte wirken zu lassen.*

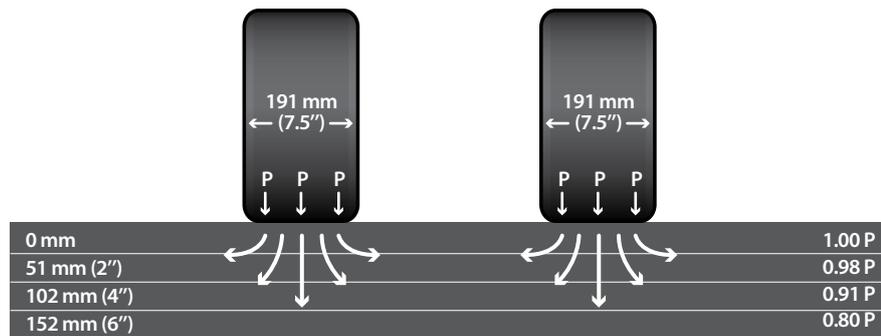
## DRUCKVERTEILUNG BEI BREITEN REIFEN



Soll eine dicke, harte Einbaubahn verdichtet werden, ist eine Gummiradwalze mit breiten Reifen die erste Wahl. Die breiten Reifen können die viel höheren Lasten aushalten, die benötigt werden, um bei hartem Mischgut, das sich durch eine grobe Körnung auszeichnet, die Fertigdichte zu erzielen.

Beachten Sie, dass selbst in einer Tiefe von 100 mm noch 90 % des Verdichtungsdrucks wirksam sind. Gummiradwalzen mit breiten Reifen sind eine gute Wahl bei Trag- und Binderschichten, die in der Regel die dicksten Schichten eines Straßenkörpers sind.

## DRUCKVERTEILUNG BEI SCHMALEN REIFEN



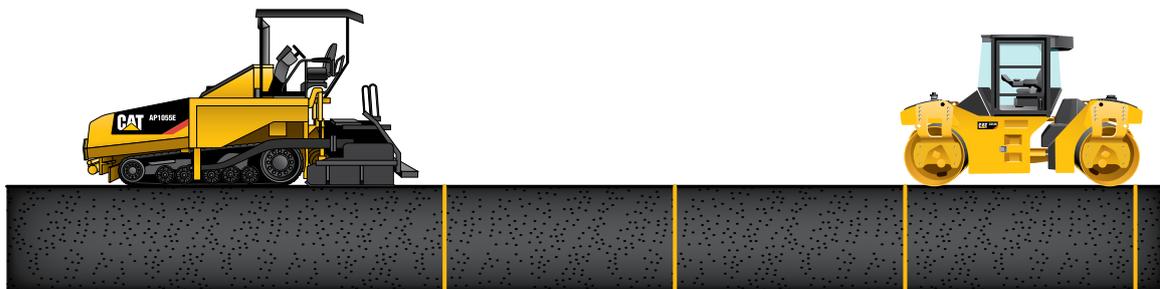
Gummiradwalzen mit schmalen Reifen üben einen hohen Auflagedruck aus, doch dieser Druck entfaltet seine Wirkung am besten bei dünnen, steifen Einbaubahnen. Beachten Sie, dass der Druck rapide abnimmt, wenn die Schichtstärke

50 mm überschreitet. Gummiradwalzen mit schmalen Reifen sind eine gute Wahl bei Verschleißschichten, die typisch am dünnsten und aus dem steifsten Material hergestellt sind.

Falls für die Zwischenphase der Verdichtung Vibrationswalzen mit Stahlbandagen ausgewählt wurden, achten Sie darauf, dass die Schlagkraft nicht zu groß ist. Die Dichte der Einbaubahn kommt der Fertigdichte bereits nahe, deshalb wird eine hohe Frequenz in Kombination mit der kleinsten Amplitude wahrscheinlich am besten funktionieren. Außerdem ist die Temperatur der Einbaubahn in der Zwischenverdichtungsphase auf ungefähr 110°C abgesunken. Eine übermäßige Vibration kann bei abgekühlten Einbaubahnen Schlagmarken zur Folge haben, die sich während der Endverdichtungsphase nicht ausbügeln lassen, oder kann zu einem Zerschneiden der Gesteinskörner an der Oberfläche der Einbaubahn führen.



*In der Zwischenverdichtungsphase sollte bei Vibrationswalzen eine kleine Amplitude eingestellt sein.*



*Die zur Endverdichtung eingesetzte Walze kann sich etwa eine Stunde hinter dem Fertiger befinden, dort, wo sich die Einbaubahn bereits abgekühlt hat.*

## [ BÜGELN ]

Die letzte Phase ist die Endverdichtung. Hauptziel der Endverdichtungsphase ist die Beseitigung von Bremsspuren von Bandagen oder Reifenspuren von Luftreifen. Aus der Endverdichtungsphase können geringfügige Zugewinne bei der Dichte resultieren. Davon auszugehen, dass während der Endverdichtungsphase mehr Dichte geschaffen werden kann, ist jedoch nicht ohne Risiko.

In der Regel erfolgt die Endverdichtung, wenn die Einbaubahn noch warm genug ist, um Marken und Spuren an der Oberfläche entfernen zu können.

Falls die zur Endverdichtung eingesetzte Walze Bremsmarken hinterlässt, ist die Einbaubahn noch zu warm; mit der Endverdichtung sollte noch gewartet werden. Es ist üblich, dass sich die zur Endverdichtung eingesetzte Walze etwa eine Stunde hinter dem Fertiger befindet. Den Walzenführern stehen in die Maschine integrierte Temperatursensoren oder tragbare Temperaturscanner zur Verfügung; so können sie sich rückversichern, dass sie im richtigen Temperaturbereich arbeiten.

Während der Endverdichtungsphase am gebräuchlichsten sind Tandemwalzen, die im statischen Modus arbeiten. Bedenken Sie, je schmaler die Bandagenbreite, desto stärker ist die statische Kraft, die ausgeübt wird. Üblicherweise werden zum Endverdichten kleinere Walzen verwendet.

In der Endverdichtungsphase darf keine Vibration angewendet werden. Wenn zusätzliche Dichte benötigt wird, muss dieses Problem in der Anfangs- und Zwischenverdichtungsphase angegangen werden. Ziel der Endverdichtungsphase ist Ebenheit, nicht die Erhöhung der Dichte. Die Walze sollte mit langen, langsamen Übergängen die Ebenheit der Einbaubahn verbessern. Falls die Endverdichtungsphase für einen Teil der Einbaubahn bereits abgeschlossen ist und die Walze geparkt werden muss, parken Sie nur dort, wo die Oberfläche kalt genug ist, um die Maschine zu tragen, ohne dass es zur Deformation der Einbaubahn kommt.

### [ **PROBESTREIFEN** ]

Bei nicht wenigen Projekten fordert das zuständige Bauamt die erfolgreiche Fertigstellung eines Probestreifens vor Beginn der vollen Produktion am Projekt. Die Anforderungen, die an Probestreifen gestellt werden, weisen von einem Ort zum anderen sehr große Unterschiede auf. Im Allgemeinen wird mit dem Probestreifen nachgewiesen, dass der hergestellte Asphalt der Mischgutrezeptur für den Auftrag entspricht, dass mit den Straßenbaumaschinen zufriedenstellende Einbaubahnen verlegt werden und dass mit den ausgewählten Walzen die spezifizierte Dichte erzielt wird.

Ein Probestreifen kann separat angelegt werden oder kann Teil des Straßenbauprojekts sein. Seine Tonnage sollte ausreichen, die geforderten Prüfungen durchzuführen. Im vorliegenden Handbuch geht es jedoch nur um die Dichtepfung.

Für die Fertigstellung des Probestreifens, benötigt der mit der Qualitätskontrolle beauftragte Techniker oder Bauleiter ein präzises Temperaturmessgerät und ein kalibriertes Dichtepfgerät. Die Walzen, die am Probestreifen eingesetzt werden, müssen jene sein, die für das Projekt vorgesehen sind.



*Während der Endverdichtungsphase üblich sind Tandemwalzen, die im statischen Modus arbeiten.*

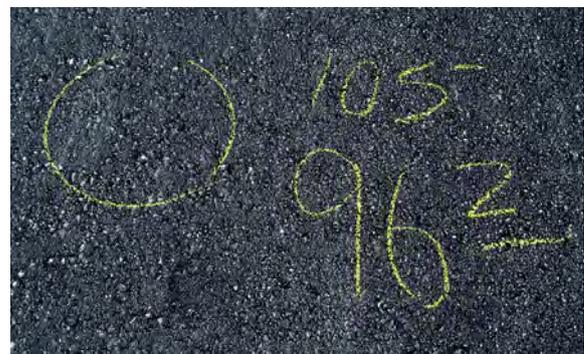
Der mit der Qualitätskontrolle beauftragte Techniker oder der Bauleiter sollte für jede Phase der Verdichtung ein Walzschema geplant haben. Außerdem sollte er für die zur Anfangsverdichtung eingesetzte Walze Vibrationsamplitude, Vibrationsfrequenz und Arbeitsgeschwindigkeit gewählt haben. Die Vibrationseigenschaften sind durch die Mischgutsorte, die Dicke der Asphaltsschicht und die Arbeitsgeschwindigkeit des Fertigers bestimmt.

Beginnen Sie mit der Datenerfassung, sobald der Fertiger an der Anfangsquernaht losfährt. Wenn der Fertiger die geplante Einbaugeschwindigkeit erreicht hat und die korrekte Schichtdicke hergestellt worden ist, prüfen Sie die Temperatur der Einbaubahn unmittelbar hinter der Einbaubohle. Prüfen und dokumentieren Sie die Temperatur der Einbaubahn über der gesamten Länge des Probestreifens. Eine einheitliche Temperatur der Einbaubahn ist für die Erzeugung einer gleichmäßigen Dichte der Einbaubahn sehr wichtig. Wenn das Mischgut, das bei dem Projekt verwendet wird, einen Erweichungsbereich besitzt, sollten sie die Temperatur vor Beginn des Erweichungsbereichs und die Temperatur bei Verschwinden der Erweichung dokumentieren.



Prüfen Sie die Dichte der von der Einbaubohle verlegten Einbaubahn, bevor mit dem Verdichten begonnen wird. Die Kenntnis der Dichte hinter der Einbaubohle wird Ihnen bei der Wahl der Amplitude und der Anzahl der Übergänge, die zum Erreichen der geforderten Dichte benötigt werden, nützlich sein. Prüfen Sie die Dichte hinter der Einbaubohle an verschiedenen Stellen über der Breite der Einbaubahn.

Prüfen Sie die Dichte der Einbaubahn nach jeder Überfahrt der zur Anfangsverdichtung eingesetzten Walze.



*Mitunter wird vergessen, bei dem Probestreifen die Dichte der Einbaubahn zu prüfen, bevor das Anfangsverdichten erfolgt. Markieren Sie mit Kreide, wo Sie das Dichtemessgerät platziert hatten. Schreiben Sie Dichtewerte und Temperaturen auf die Einbaubahn. Dies erleichtert den Walzenführern die Arbeit.*

**Praktischer Hinweis:** Wenn Sie das Dichteprüfgerät für eine erste Dichteprüfung auf der Einbaubahn platzieren, umreißen Sie mit Kreide die Grundfläche des Geräts. Der Kreideumriss hilft Ihnen, das Gerät nach jedem Übergang an genau der gleichen Stelle zu platzieren.

## VERFAHREN

Führen Sie weitere Übergänge mit der Walze aus, bis die Solldichte für die Anfangsphase erreicht ist. Es folgt ein Beispiel (aus USA) für einen Probestreifen, der bei einem Autobahnprojekt angelegt wurde.

### [ DICHESPEZIFIKATIONEN ]

Mindestdichte:	92 % der theoretischen Höchstdichte
Solldichte:	93,5 bis 95,5 % der theoretischen Höchstdichte

### [ PROJEKTBEDINGUNGEN ]

Asphaltmischgut:	25 mm schweres Gemisch
Asphaltzemen:	5,8 % polymermodifiziertes Öl
Schichtdicke:	80 mm
Einbaubreite:	3,66 m
Dichte hinter der Einbaubohle:	80 % der theoretischen Höchstdichte
Temperatur der Einbaubahn:	149°C

### [ VIBRATIONSEIGENSCHAFTEN, ANFANGSPHASE ]

Bandagenbreite:	200 cm
Statische Kraft pro Bandage:	29,7 kg/cm
Amplitude:	0,78 mm
Frequenz:	42 Hz (2520 Schwingungen pro Minute)

### [ ERGEBNISSE DES PROBESTREIFENS, ANFANGSPHASE ]

Überfahrt eins:	84 %
Überfahrt zwei:	87 %
Überfahrt drei:	90 %
Überfahrt vier:	92 %

### [ VIBRATIONSEIGENSCHAFTEN, ZWISCHENVERDICHTUNGSPHASE ]

Bandagenbreite:	200 cm
Statische Kraft pro Bandage:	29,7 kg/cm
Amplitude:	0,30 mm
Frequenz:	63,3 Hz (3800 Schwingungen pro Minute)

### [ ERGEBNISSE DES PROBESTREIFENS, ZWISCHENVERDICHTUNGSPHASE ]

Überfahrt fünf:	93 %
Überfahrt sechs:	94 %

### [ STATISCHE EIGENSCHAFTEN, ENDVERDICHTUNGSPHASE ]

Bandagenbreite:	170 cm
Statische Kraft pro Bandage:	31,8 kg/cm

### [ ERGEBNISSE DES PROBESTREIFENS, ENDVERDICHTUNGSPHASE ]

Überfahrt sieben:	94,5 %
Überfahrt acht:	95,0 %

**Zusammenfassung:** Bei diesem Probestreifen waren vier Überfahrten in der Anfangsphase erforderlich, um die Mindestdichte, die als ausreichend angesehen wird, zu erreichen. Bei zwei weiteren Übergängen, in der Zwischenverdichtungsphase, wurde genug zusätzliche Dichte erzeugt, um die Sollvorgabe zu erfüllen. Die Endverdichtung brachte ein weiteres Prozent. Der Verdichtungsprozess erfüllte die Anforderung an die Dichte. Aber erfüllte er auch die Anforderung an die Produktionsleistung? Mit dem Cat Produktionsrechner können Sie nachrechnen, ob die Produktivität beim Verdichten und die Produktivität beim Einbauen in Übereinstimmung sind.

**FERTIGERGESCHWINDIGKEITSRECHNER**

<b>Lastwagentransport</b>	<b>Allgemeine Angaben</b>		
<b>Fertigergeschwindigkeit</b>	Schichtdicke:	[ <b>3.15</b> ] Zoll	[ <b>80.0</b> ] mm
<b>Verdichtung</b>	Einbaubreite:	[ <b>12.00</b> ] Fuß	[ <b>3.658</b> ] m
<b>Schwaden</b>	Mischgutedichte, unverdichtet:	[ <b>127</b> ] lbs/ft <sup>3</sup>	[ <b>2034</b> ] kg/m <sup>3</sup>
<b>Materialvorlage</b>	<b>Fertigergeschwindigkeit und vorgegebene Produktionsleistung</b>		
<b>Neigung</b>	Produktionsleistung der Asphaltanlage:	[ <b>220</b> ] <sup>am.</sup> Tonnen/h	[ <b>200</b> ] Tonnen/h
<b>Dicke</b>	Berechnete Einbaugeschwindigkeit - Nutzfaktor 1,0:	[ <b>18.3</b> ] ft/min	[ <b>5.58</b> ] m/min
<b>Zusammenfassung</b>	Berechnete Einbaugeschwindigkeit - Nutzfaktor 0,95:	[ <b>19.2</b> ] ft/min	[ <b>5.86</b> ] m/min
<b>Gültig</b>	Berechnete Einbaugeschwindigkeit - Nutzfaktor 0,90:	[ <b>20.1</b> ] ft/min	[ <b>6.14</b> ] m/min
	Berechnete Einbaugeschwindigkeit - Nutzfaktor 0,85:	[ <b>21.0</b> ] ft/min	[ <b>6.42</b> ] m/min
	Berechnete Einbaugeschwindigkeit - Nutzfaktor 0,80:	[ <b>22.0</b> ] ft/min	[ <b>6.70</b> ] m/min
	Berechnete Einbaugeschwindigkeit - Nutzfaktor 0,75:	[ <b>22.9</b> ] ft/min	[ <b>6.97</b> ] m/min
<b>Beenden</b>	<b>Effektive Einbaugeschwindigkeit:</b>	[ <b>18.3</b> ] ft/min	[ <b>5.58</b> ] m/min

Die für das vorliegende Projekt geplante Produktionsleistung liegt bei 200 Tonnen pro Stunde. Da Sie die Dichte hinter der Einbaubohle geprüft haben, können Sie das Gewicht des von der Einbaubohle verlegten Mischguts genau berechnen. Die Schichtstärke beträgt 80 mm, und die Einbaubreite beträgt 3,66 m. Für die effektive Einbaugeschwindigkeit ergeben sich folglich 5,58 Meter pro Minute. Als Nächstes müssen Sie sich davon überzeugen, dass die zur Anfangsverdichtung eingesetzte Walze mit dem Fertiger Schritt hält.

## VERDICHTUNGSRECHNER

<b>Lastwagentransport</b>	Walzenmodell: [ Zum Auswählen eines anderen Modells klicken ]	[ <b>CB54 XW</b> ]
<b>Fertigergeschwindigkeit</b>	<b>Allgemeine Angaben</b>	
<b>Verdichtung</b>	Einbaubreite:	[ <b>12.00</b> ] Fuß [ <b>3.658</b> ] m
<b>Schwaden</b>	Ist-Bandagenbreite:	[ <b>79</b> ] Zoll [ <b>200.66</b> ] cm
<b>Materialvorlage</b>	Überlappung:	[ <b>6.0</b> ] Zoll [ <b>15.2</b> ] cm
<b>Neigung</b>	Drehzahl des Schwingungserzeugers:	[ <b>2520</b> ] 1/min [ <b>2520</b> ] 1/min
<b>Dicke</b>	Schläge (empfohlen):	[ <b>12</b> ] pro m [ <b>38</b> ] pro m
<b>Zusammenfassung</b>	<b>Anzahl der Übergänge für eine einmalige Abdeckung der Einbaubreite:</b>	[ <b>2</b> ]
<b>Gültig</b>	Anzahl der wiederholten Übergänge (lt. Probestreifen):	[ <b>4</b> ]
	<b>Gesamtzahl der Übergänge:</b>	[ <b>9</b> ]
	Nutzfaktor der Walze (empfohlen: 0,75-0,85):	[ <b>80</b> ] %
		<i>Effektive Fertigergeschwindigkeit</i>
<b>Beenden</b>	<b>Ist-Walzensgeschwindigkeit:</b>	[ <b>210</b> ] ft/min [ <b>64</b> ] m/min [ <b>18.3</b> ] ft/min
	<b>Effektive Walzensgeschwindigkeit*:</b>	[ <b>19</b> ] ft/min [ <b>6</b> ] m/min [ <b>5.58</b> ] m/min
		[ <b>% = 104</b> ]

\*Die effektive Walzensgeschwindigkeit sollte mind. 100 %, jedoch nicht mehr als 115 % der effektiven Fertigergeschwindigkeit betragen.

Die Walze, die für die Anfangsverdichtung ausgewählt wurde, hat 200 cm breite Bandagen. Diese Walze kann die Einbaubahn mit zwei überlappenden Überfahrten abdecken. Bei dem Probestreifen waren vier Überfahrten erforderlich, um die Mindestdichte zu erreichen. Lt. Rechner entspricht dies einem Walzschema mit neun Überfahrten. Bei einer effektiven Arbeitsgeschwindigkeit von 64 Metern pro Minute hat die zur Anfangsverdichtung eingesetzte Walze eine leicht höhere Einbaugeschwindigkeit als der Fertiger. Die Vibrationsfrequenz ist auf 42 Hz (2520 Schwingungen pro Minute) festgesetzt worden. Bei diesem Beispiel ergibt sich aus Frequenz und Arbeitsgeschwindigkeit ein Schlagabstand von 38 Schlägen pro Meter. Dieser Schlagabstand ist für eine gleichmäßige Dichte und Ebenheit ideal.

Die vor Ort vorgenommenen Dichtemessungen lassen darauf schließen, dass der Probestreifen erfolgreich eingebaut wurde. Die Kernproben, die der Asphaltsschicht entnommen und in einem Labor analysiert werden, bestätigen die Dichten und ermöglichen ferner, das Dichtepfprüfgerät ggf. zu kalibrieren.



*Die Entnahme von Kernproben und ihre Analyse im Labor bringen letzte Gewissheit, dass die Dichte des Probestreifens dem Sollwert entspricht.*

### [ **SO ERZIELEN SIE EINE HÖHERE DICHT E DES PROESTEIFENS** ]

Wenn die zur Anfangsverdichtung eingesetzte Walze mit den gewählten Vibrationseinstellungen und dem vorgesehenen Walzschema die geforderte Dichte nicht erreicht, müssen Änderungen vorgenommen werden. Mitunter können Sie im gleichen Bereich des Probestreifens weiterarbeiten, wenn die Einbaubahn noch heiß genug ist. Es folgt eine Liste von Möglichkeiten, um die Dichte zu erhöhen:

- Fügen Sie Überfahrten hinzu/mehr Überfahrten sind möglich, solange noch eine Übereinstimmung mit der Einbaugeschwindigkeit erzielt wird.
- Erhöhen Sie die Amplitude. Falls eine größere Amplitude einstellbar ist und die Asphaltsschicht die zusätzliche Kraft aufnimmt, ohne ein Springen der Bandage hervorzurufen, wählen Sie die größere Amplitude.
- Erhöhen Sie den Reifendruck oder das Ballastgewicht. Wenn für die Anfangsverdichtung eine Gummiradwalze eingesetzt wird, sollten Sie mehr Verdichtungskraft einsetzen können, ohne die Einbaubahn zu beschädigen.
- Verwenden Sie eine Walze mit höherer Produktionsleistung. Tauschen Sie die Walze gegen eine andere, falls verfügbar, mit breiteren Bandagen und einer größeren Amplitude aus. Eine Walze mit breiteren Bandagen kann die Einbaubahn mit weniger überlappenden Übergängen abdecken und ermöglicht ein schnelleres Schema, bei dem das Hinzufügen von Übergängen einfacher ist.
- Gehen Sie näher an den Fertiger heran. Wenn Sie mit der Walze sehr nahe am Fertiger bleiben, bearbeiten Sie den heißesten Asphalt. Verkürzen Sie dafür ggf. das Walzschema.
- Verringern Sie die Arbeitsgeschwindigkeit der Walze. Bei einer geringeren Arbeitsgeschwindigkeit wird mehr Kraft an den abgedeckten Bereich abgegeben, denn der Schlagabstand ist enger. Dies setzt voraus, dass die geringere Geschwindigkeit es noch erlaubt, mit dem Fertiger Schritt zu halten.

**Zusammenfassung:** Die Planung des Verdichtungsprozesses und der erfolgreiche Einbau von Probestreifen erfordern eine gute Vorplanung und die Erfassung von Daten. Anzunehmen, dass sich ein Prozess, der sich bei einem Projekt als erfolgreich erwiesen hat, einfach auf ein anderes Projekt übertragen lässt, ist sehr riskant. Erfahrung ist zwar ein guter Lehrmeister, doch es gibt viele Variablen, die die Dichte beeinflussen. Jedes Projekt sollte vor Beginn der Arbeiten umfassend analysiert werden.



## Kapitel 5

# WALZKONZEPT

Planen Sie vor Beginn Ihres Projekts die Walzkonzepte. Greifen Sie dafür auf den Cat® Interactive Production Calculator zurück und berechnen Sie die Abkühlungskurven und Abkühlzeit.



Ein Walzkonzept besteht aus einer Abfolge von Bewegungen, die von einer Walze oder von mehreren Walzen auf einer frisch verlegten, unverdichteten Asphaltmischgutschicht ausgeführt werden. Das Walzschema soll in gleichbleibender Weise wiederholt werden, damit in der Asphaltmischgutschicht eine konstante Dichte erzeugt wird.

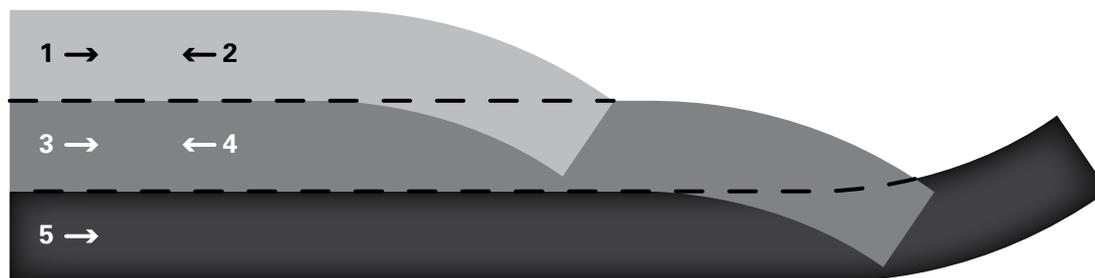
Das Walzschema deckt eine bestimmte Fläche, in Quadratmetern ab, die durch die Länge und Breite des Schemas festgelegt ist. Es wird vorausgesetzt, dass die Dicke der Asphaltmischgutschicht von einer Kante der Einbaubahn zur anderen innerhalb des Schemas relativ gleichmäßig ist. Auch wird die Temperatur des Asphaltmischguts innerhalb des Walzschemas recht einheitlich sein, solange die Fläche, die von dem Schema abgedeckt wird, immer in der gleichen Beziehung zum Fertiger ist, wenn sich der Fertiger vorwärts bewegt. Deshalb sollte ein Walzschema mit einer gleichbleibenden Anzahl von Übergängen, einer gleichbleibenden Arbeitsgeschwindigkeit und gleichbleibenden

Verdichtungskräften eine gleichmäßige Dichte erzeugen.

**Anmerkung:** Im vorliegenden Handbuch hat der Begriff Überfahrt die Bedeutung einer Bewegung der Tandemwalze in einer Richtung. Mit anderen Worten, wenn die Walze ein Schema beginnt, indem sie sich von einem Ausgangspunkt zu einem näher am Fertiger befindlichen Punkt vorwärts bewegt, wird diese Bewegung als eine Überfahrt angesehen. Wenn die Tandemwalze reversiert, um zum Ausgangspunkt des Schemas zurückzukehren, wird diese Bewegung als eine Übergang angesehen.

Wenn ein Walzschema erst einmal eingeführt ist, sollte es nicht verändert werden, es sei denn, es gibt Veränderungen beim Einbauvorgang vor der Walze, Veränderungen bei der Mischgutzusammensetzung oder bei den Witterungsverhältnissen.

### REVERSIEREN



#### [ EINFACHES WALZSCHEMA ]

Bei einem Walzschema sind bestimmte Techniken üblich. Eine dieser Techniken ist das Anhalten und Reversieren einer Tandemwalze am Ende eines Übergangs.

Bei der obigen Abbildung wird vorausgesetzt, dass die Einbaubahn zwei nicht begrenzte Kanten aufweist bzw. dass keine benachbarte kalte Einbaubahn vorhanden ist. Der Walzenführer muss anhalten und auf der heißen Einbaubahn reversieren.

Beachten Sie, dass die erste der zwei Überfahrten entlang einer Kante der Einbaubahn erfolgt. Am Ende der Überfahrt eins biegt der Walzenführer zur Mitte der Einbaubahn ab und hält langsam an, wobei beide Bandagen mindestens 30 Grad eingeschlagen sind. Dabei hinterlässt er eine Bremsspur in einem Winkel zur Einbaubahn. Der Walzenführer reversiert und nimmt die gleiche Bahn für die zweite Überfahrt.



Zwei zur Anfangsverdichtung eingesetzte Walzen reversieren hinter einem Fertiger. Beachten Sie, dass unter einem Winkel angehalten wird.

Überfahrt drei erfolgt von der Mitte der Einbaubahn aus bei gleicher Überlappung der Abdeckung durch die Überfahrten eins und zwei. Die Überfahrt drei ist länger als die Überfahrt eins, um mit dem Fertiger Schritt zu halten und die Bremsspur, die infolge des Anhaltens am Ende der Überfahrt eins hinterlassen wurde, auszubügeln. Am Ende der Überfahrt drei, biegt der Walzenfahrer zum unverdichteten Rand ab, wobei er achtgibt, dass er die Kante der Einbaubahn nicht hinausdrückt. Wieder bleibt die Bremsspur unter einem Winkel zur Einbaubahn zurück. Der Walzenfahrer reversiert und nimmt die gleiche Bahn für die Überfahrt vier.

Überfahrt fünf erfolgt entlang der anderen nicht begrenzten Kante bei einer gewissen Überlappung der Abdeckung durch die Überfahrten drei und vier. Die Überfahrt fünf wird über die am Ende der Überfahrt drei hinterlassene Bremsspur hinweg fortgesetzt. Am Ende der Überfahrt fünf biegt der Walzenfahrer zur Mitte der Einbaubahn ab und hinterlässt eine Bremsspur unter einem Winkel und zwar dort, wo sie vom nächsten Walzschema

ausgebügelt wird. Der Walzenfahrer reversiert und nimmt die gleiche Bahn für den Übergang sechs.

Die Überfahrt sieben wird die Walze so positionieren, dass das nächste Schema beginnen kann. Es handelt sich also um ein Walzschema mit sieben Walzüberfahrten. Dieses Schema ergibt sich, wenn drei überlappende Überfahrten erforderlich sind, um die Breite der Einbaubahnen abzudecken, und zwei Überfahrten pro Flächenabdeckung erforderlich sind, um die geforderte Dichte zu erreichen.

Zur Anfangsverdichtung eingesetzte Walzen halten zum Reversieren stets nahe dem Heck des Asphaltfertigers. Es gibt keine absoluten Regeln, die vorschreiben, wie weit hinter dem Fertiger die Walze anhalten sollte. Die Sicherheit am Arbeitsplatz sollte stets Vorrang haben. Eine vernünftige Richtlinie wäre, die Walze(n) mindestens 5 Meter hinter dem Fertiger anzuhalten. Bedenken Sie, hinter dem Fertiger könnten sich Personen befinden.

**Praktischer Hinweis:** Wenn Sie mit einer Walze mit Stahlbandagen anhalten, um die Richtung umzukehren, egal ob auf einer heißen Einbaubahn oder einer kalten benachbarten Einbaubahn, stellen Sie das Vibrationssystem ab, sobald Sie abbremsen. Es ist wichtig, dass Sie den Bandagenschlagabstand einhalten. Wenn die Geschwindigkeit der Maschine abnimmt, könnten die Schläge zu dicht aufeinanderfolgen. Sie können das Vibrationssystem manuell deaktivieren oder Sie können die „AutoVibe“-Funktion wählen, die das Vibrationssystem automatisch ausschaltet und einschaltet, wenn die Arbeitsgeschwindigkeit programmierte Werte erreicht.



*Gummiradwalzen dürfen aus der Geradeausfahrt heraus auf der Einbaubahn angehalten werden.*

Anders als Stahlbandagen sollten die Gummireifen der Gummiradwalzen nicht eingeschlagen werden, wenn die Walze angehalten wird. Durch scharfes Abbiegen mit Gummiradwalzen entstehen Risse in der Einbaubahn. Die Gummiradwalze sollte langsam und ohne einzuschlagen angehalten werden. Beim

Anhalten entsteht in der Einbaubahn eine schwach eingedrückte Bremsspur, aber gewöhnlich wird die zur Endverdichtung eingesetzte Walze diese vollständig ausbügeln.

### [ WALZSCHEMA BEI ZWEI NICHT BEGRENZTEN KANTEN ]

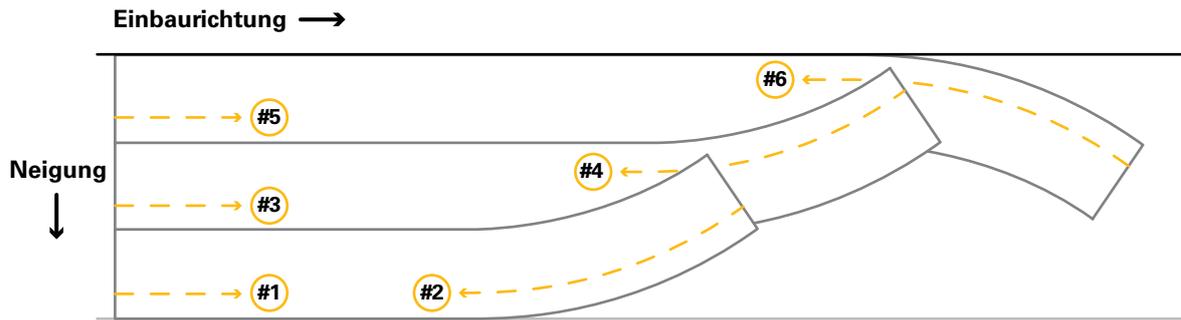
In diesem Beispiel wird davon ausgegangen, dass die Einbaubahn zwei nicht begrenzte Kanten aufweist, dass die linke Kante die Mittellinie der Straße ist und dass die Neigung von der Mittellinie zur rechten nicht begrenzten Kante zwei Prozent beträgt.

Wenn der zu verdichtende Straßenkörper zwei nicht begrenzte Kanten und eine geneigte Oberfläche aufweist, empfiehlt Caterpillar, die ersten Überfahrten entlang der niedriger gelegenen Kante des Straßenkörpers auszuführen. Die nächsten Überfahrten sollten in der Mitte der Einbaubahn erfolgen. Die letzten Überfahrten sollten entlang der höher gelegenen nicht begrenzten Kante erfolgen.

Durch das Verdichten von der niedriger gelegenen Seite zur höher gelegenen Seite hin erhöht sich im Allgemeinen die Festigkeit der Einbaubahn, sie wird weniger deformiert.

Im Allgemeinen sollte bei der ersten Überfahrt entlang einer nicht begrenzten Kante die Bandagenkante einen Abstand von mindestens 15 cm zur Kante haben. Die zweite Überfahrt, üblicherweise eine Überfahrt in umgekehrter Richtung im gleichen Bedeckungsgebiet wie der erste Übergang, sollte mit einer nur geringfügigen Überlappung von Bandage und Kante erfolgen. Diese Sequenz trägt dazu bei, die Deformation der Einbaubahn minimal zu halten.

ZWEI NICHT BEGRENZTE KANTEN



Achten Sie beim Verdichten von nicht begrenzten Kanten auf Risse in der Einbaubahn, die entlang der Bandagenkante entstehen können, wenn diese nicht direkt an der begrenzten Kante verläuft. Mitunter treten bei Mischgut mit großen Gesteinskörnern und niedrigem Bitumengehalt tiefe Risse auf, wenn nicht bei der ersten Überfahrt eine Überlappung der Kante erfolgt. Wenn Risse auftreten, ändern Sie sofort das Walzschema so, dass die nicht begrenzte Kante bei jeder Überfahrt

entlang der Kante der Einbaubahn überdeckt wird.

Mit Gummiradwalzen sollte keine Überlappung nicht begrenzter Kanten erfolgen. Die Gummireifen sollten in einer Entfernung von mindestens 15 cm von der nicht begrenzten Kante bleiben, um ein Überwalzen oder Deformieren der Kante der Einbaubahn zu vermeiden.



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.

## [ WALZSCHEMA BEI EINER NICHT BEGRENZTEN KANTE ]

In diesem Beispiel wird davon ausgegangen, dass die linke Kante der Einbaubahn entlang der Mittellinie der Straße auf die benachbarte Einbaubahn trifft. Die benachbarte Einbaubahn ist bereits verdichtet und kalt. Neben der Kante an der Mittellinie sind auf der kalten Einbaubahn Leitkegel aufgestellt und dahinter rollt der Verkehr. Die Neigung von der Mittellinie zur nicht begrenzten Kante beträgt 2 Prozent. Für diesen Anwendungsfall stehen Ihnen zwei akzeptable Walzkonzepte zur Verfügung.

Gilt es, bei dem Projekt eine Dichtespezifikation für die Verbindungsstelle zu erfüllen, dann sollte die erste Überfahrt entlang der linken Kante der Einbaubahn erfolgen, um die höchste Temperatur der Einbaubahn auszunutzen und die höchste Dichte an der Verbindungsstelle zu erzielen. Beide Bandagen sollten sich vollständig auf der heißen Schicht, ca. 15-30 cm entfernt von der kalten Einbaubahn befinden. Während der Überfahrt zwei, der Überfahrt in umgekehrter Richtung entlang der linken Kante, sollten die Bandagen so positioniert sein, dass die Heiß/Kalt-Fuge um ca. 15 cm

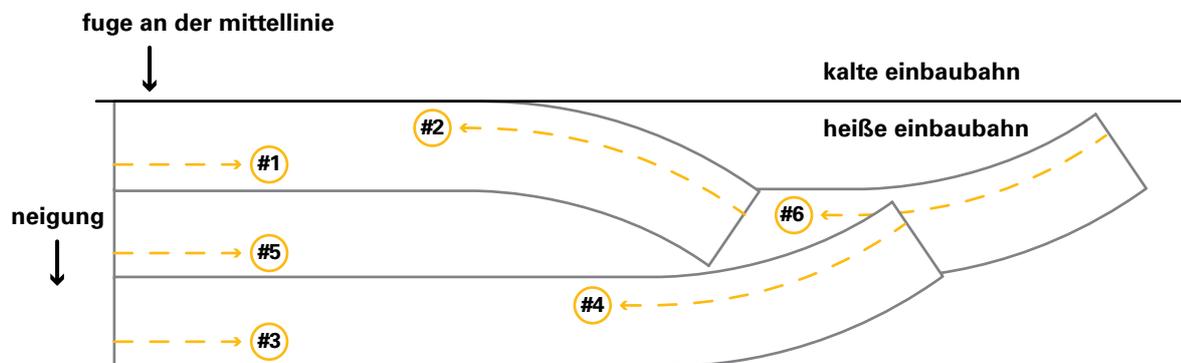
überlappt wird. Mit der Überlappung beginnt das Verschließen der Längsnaht an der Mittellinie.

Die Überfahrten drei und vier erfolgen entlang der nicht begrenzten Kante, um die Festigkeit zu erhöhen und die Deformation der Einbaubahn an dieser Kante minimal zu halten.

Die Überfahrten fünf und sechs erfolgen in der Mitte der Einbaubahn. Dieser Teil der Einbaubahn wird zu diesem Zeitpunkt schon am kältesten sein; doch der Mittelteil der Einbaubahn hat nun zwei begrenzte Kanten, die das Verdichten erleichtern.

Wenn keine Spezifikation für die Dichte an der Verbindungsstelle vorliegt, können die Überfahrten eins und zwei entlang der rechten Kante an der niedriger gelegenen Seite der geneigten Einbaubahn erfolgen, wie in der Abbildung für zwei nicht begrenzte Kanten gezeigt ist. Die Mitte der Einbaubahn wird durch die Überfahrten drei und vier verdichtet. Zum Schluss wird die Naht an der Mittellinie mit der Überfahrt fünf, in geringfügiger Entfernung von der Naht, und der Überfahrt sechs, bei Überlappung der Naht, verdichtet.

## WALZSCHEMA BEI EINER NICHT BEGRENZTEN KANTE





*In der Zwischenverdichtungsphase sind Gummiradwalzen beim Verschließen von Heiß/Kalt-Längsfugen effektiv.*



*In der frischen Einbaubahn werden keine Bremsspuren hinterlassen, wenn die Walze zum Anhalten auf eine kalte, bereits verdichtete Einbaubahn fahren kann.*

Bei allen anderen Walzen könnte es während der Zwischenverdichtungs- oder Endverdichtungsphase zur Überlappung der Längsnaht kommen. Bei „schmäler werdenden“ Fugen sind die Gummireifen der Gummiradwalzen besonders effizient. Der Walzenfahrer der Gummiradwalze sollte versuchen, mit einem der Reifen auf der Naht zu fahren.

Bei einigen Projekten befindet sich die einer Naht entsprechende Kante der Einbaubahn neben einer kalten, verdichteten Einbaubahn. Nach Möglichkeit sollten Walzenfahrer zum Anhalten und Umkehren der Richtung von der heißen auf die kalte Einbaubahn fahren. Bei einem Umkehren der Richtung auf der kalten Einbaubahn werden keine Bremsspuren auf der heißen Asphaltsschicht hinterlassen, und die Ebenheit wird besser.

Der Walzenfahrer muss sich der Sicherheitsprobleme bewusst sein, die auftreten können, wenn er von der heißen Einbaubahn fährt, um anzuhalten und zu reversieren. Erstens kann es auf dem benachbarten Fahrstreifen Verkehr geben. Ggf. wird der Verkehr mit Lotsenfahrzeugen durch die Arbeitszone geleitet. Der Walzenfahrer darf niemals den benachbarten Fahrstreifen befahren, wenn dort der Verkehr rollt.

Zweitens können sich in der Nähe des Fertigers Personen befinden. Insbesondere können Arbeiter damit beschäftigt sein, hinter dem Fertiger, die Naht herzustellen. Überzeugen Sie sich davon, dass Sie weit genug hinter dem Fertiger von der Einbaubahn herunterfahren, wenn sich am Fertiger Personen aufhalten.

## [ WALZSCHEMA BEI VERWENDUNG DES STANDSTREIFENS ZUM REVERSIEREN ]

Bei manchen Projekten sieht der Plan vor, dass die Einbaubreite neben einem Fahrstreifen einen Standstreifen (auch Bankett oder Pannestreifen genannt) einschließt. In der Regel, wenn der Standstreifen weniger als 1,5 Meter breit ist, wird er in das übliche Schema der zur Anfangsverdichtung eingesetzten Walze einbezogen. Hat der Standstreifen eine andere Neigung, wird er mitunter mittels Kompaktwalze verdichtet und nicht in das Schema für den Fahrstreifen einbezogen.

Wenn jedoch der Standstreifen mindestens 1,5 Meter breit ist, kann er in das Schema für die Anfangsverdichtung einbezogen und für alle Halte- und Reversiervorgänge der Walzen genutzt werden.

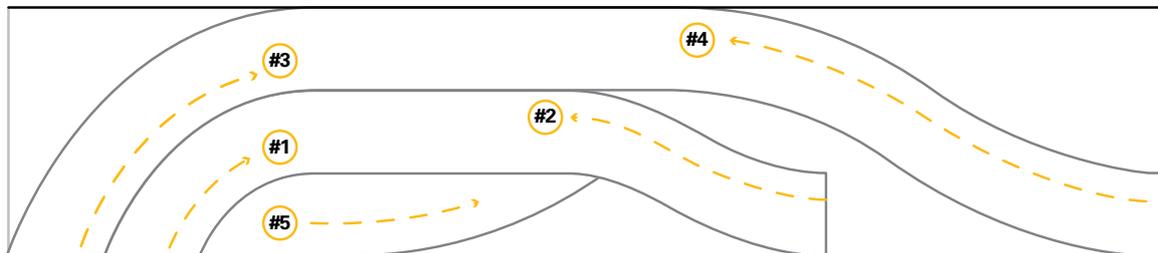
Das Walzschema wird einer Abfolge von Halbkreisen ähneln. Nach jeder Vorwärts- oder Rückwärtsüberfahrt wird der Walzenfahrer

langsam über den Fahrstreifen kurven und auf dem Standstreifen, wenn beide Bandagen auf dem Standstreifen sind, aus einer Geradeausfahrt heraus anhalten. Der Walzenfahrer sollte anhalten, ohne einen Radius zu fahren. Auf Standstreifen ist ein Anhalten, ohne einen Radius zu fahren, im Allgemeinen erlaubt, denn es gibt keine Vorschriften zur Ebenheit von Standstreifen.

Falls zu dem Walzenverband eine Gummiradwalze gehört, sollte die Gummiradwalze weiterhin geradlinig auf dem Fahrstreifen anhalten und nicht auf den Standstreifen abbiegen. Die zur Endverdichtung eingesetzte Walze sollte zum Anhalten und Reversieren ebenfalls den Standstreifen verwenden.

## REVERSIEREN AUF DEM STANDSTREIFEN

213 cm Bandagenbreite



[ **WALZKONZEPTE FÜR EINE GESTAFFELTE VERDICHTUNG** ]

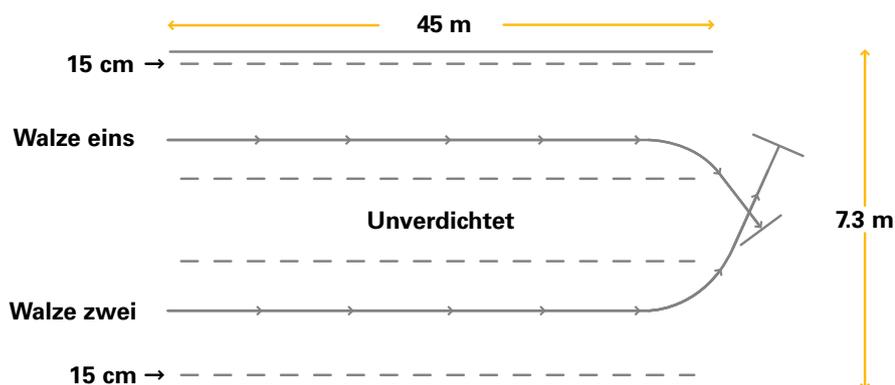
Bei manchen Projekten arbeiten ggf. zwei oder mehr Walzen in der Anfangsverdichtungsposition unmittelbar hinter dem Fertiger. Aus folgenden Gründen sollte ein Staffelschema gewählt werden:

- **Große Einbaubreiten** Wenn die Einbaubreite sechs Meter überschreitet, ist es unwahrscheinlich, dass eine Tandemwalze imstande ist, die Einbaubreite mit drei oder weniger Überfahrten abzudecken. Deshalb wird im Allgemeinen eine zur Anfangsverdichtung eingesetzte Walze nicht imstande sein, mit der Produktionsleistung des Fertigers Schritt zu halten.
- **Steifes Mischgut, das zahlreiche Überfahrten erfordert.** Manche Mischgutzusammensetzungen, besonders jene, die modifizierte Bitumen enthalten, sind sehr

steif und erfordern zahlreiche Überfahrten um die geforderte Dichte zu erzielen. Unter diesen Umständen hat das Schema, das für eine Walze benötigt wird, zur Folge, dass die Walze dem Fertiger nicht mehr nachkommt.

- **Begrenzte Zeit für die Anfangsverdichtung.** Die Zeit, die für die Anfangsverdichtung zur Verfügung steht, kann durch die Dicke der Einbaubahn, die Umgebungstemperatur oder das Auftreten eines Erweichungsbereichs in der Einbaubahn begrenzt sein. Mitunter werden zwei oder mehr Walzen benötigt, um mit dem raschen Temperaturverlust und dem kurzen Zeitfenster, das zum Erzielen der Anfangsdichte zur Verfügung steht, zurechtzukommen.

**ANFANGSVERDICHTUNGSPHASE - ÜBERFAHRT EINS**



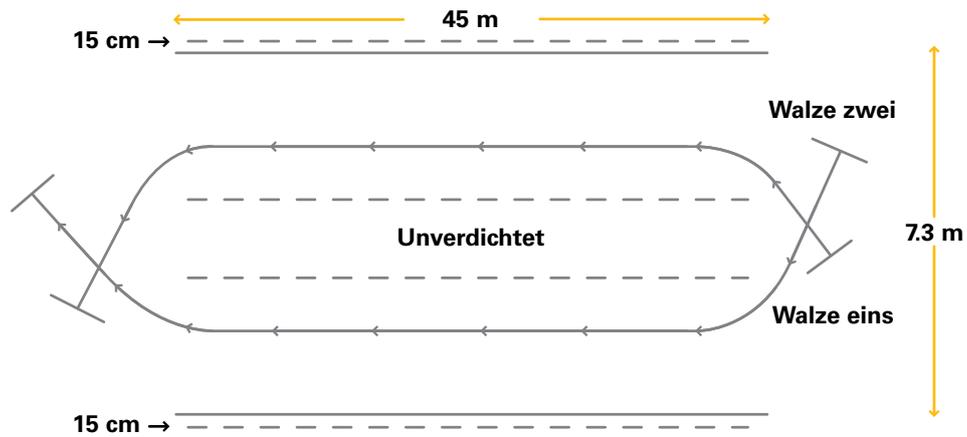
Im ersten Beispiel wird davon ausgegangen, dass der Fertiger 275 Tonnen pro Stunde bei einer Breite von 7,3 Metern und einer Stärke von 50 mm verlegt. Die effektive Einbaugeschwindigkeit beträgt 6 Meter pro Minute. Für die Anfangsverdichtung stehen zwei Tandemwalzen mit einer Arbeitsbreite von 200 cm zur Verfügung. Die Solldichte der Anfangsverdichtungsphase lässt sich mit zwei Überfahrten erreichen.

in einer Entfernung von ca. 15 cm von der nicht begrenzten Kante befindet. Walze zwei beginnt unmittelbar nach Walze eins und arbeitet entlang der rechten Kante, wobei sie ebenfalls Abstand von der nicht begrenzten Kante hält. Walze eins hält langsam und unter einem Winkel in der Mitte der Einbaubahn an und reversiert. Walze zwei bewegt sich geringfügig über den Haltepunkt der Walze eins hinaus, biegt zur Mitte ab und reversiert.

Walze eins startet als Erste entlang der linken Kante, wobei sich die Außenkante der Bandage

**Praktischer Hinweis:** Bei einem Staffelschema sollte die vorausgehende Walze weit genug vor der zweiten Walze sein, damit der Walzenfahrer sein Halte- und Reversiermanöver abschließen kann, bevor die zweite Walze abzubiegen und zu reversieren beginnt.

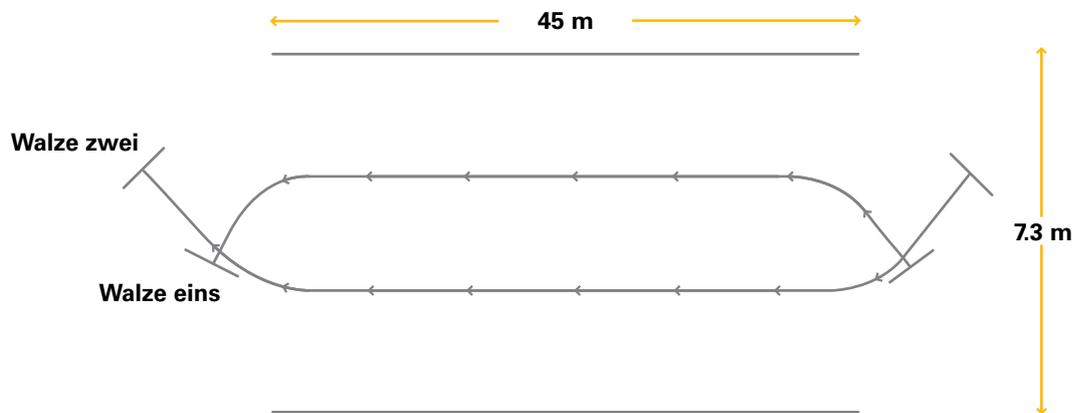
**ANFANGSVERDICHTUNGSPHASE - ÜBERFAHRT ZWEI**



Während der zweiten Überfahrt, der Rückkehr zum Ausgangspunkt, liegt Walze eins in Führung und Walze zwei folgt dicht dahinter. Während der zweiten Überfahrt überlappen die äußeren Bandagen die nicht begrenzte Kante nur wenig. Wieder biegen beide Walzen zur Mitte der Einbaubahn ab, um anzuhalten und zu reversieren.

Zu diesem Zeitpunkt sind die Außenkanten der Einbaubahn zweimal verdichtet worden. In der Mitte der Einbaubahn bleibt ein Streifen mit einer Breite von ca. 3,5 Metern.

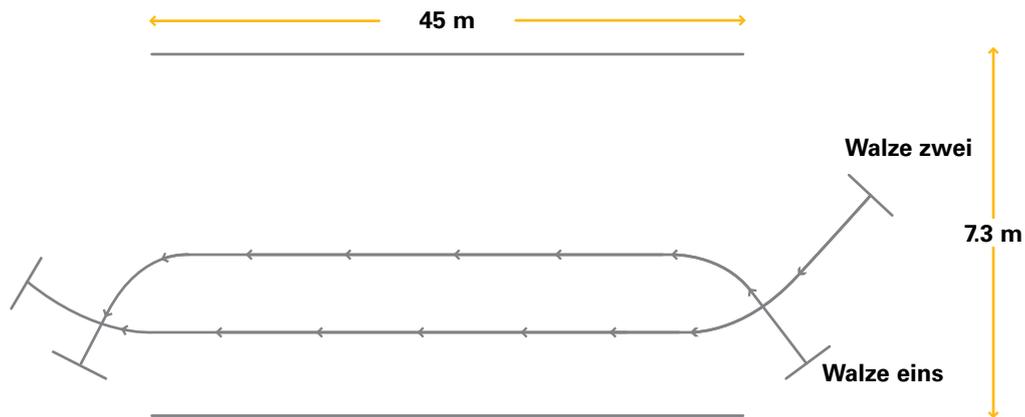
**ANFANGSVERDICHTUNGSPHASE - ÜBERFAHRT DREI**



Bei Überfahrt drei fährt die Walze eins voran und bearbeitet die linke Seite des Mittelteils der Einbaubahn, wobei die linke Bandagenkante die Fläche, die bei den ersten beiden Überfahrten überdeckt wurde, geringfügig überlappt. Walze eins fährt in gerader Linie über die Bremsspur hinweg, die die Bandagen der Walze zwei hinterlassen haben, und ca. 8 Meter hinter diese Marke, bevor sie zur rechten Kante abbiegt, um anzuhalten und zu reversieren. Walze zwei kommt kurz dahinter

und bearbeitet die rechte Seite des Mittelteils der Einbaubahn, wobei die rechte Bandagenkante die Fläche, die bei den ersten beiden Übergängen überdeckt wurde, geringfügig überlappt. Walze zwei wird die erste Bremsspur, die die Walze eins hinterlassen hat, ausbügeln und geradeaus ca. 8 Meter hinter diese Spur fahren, bevor sie zur linken Kante abbiegt, um anzuhalten und zu reversieren.

## ANFANGSVERDICHTUNGSPHASE - ÜBERFAHRT VIER



Während der Überfahrt vier kehren die beiden Walzen auf derselben Fläche zum Ausgangspunkt zurück; dabei ist die Walze eins der Walze zwei

etwas voraus. Es wird empfohlen, dass sie über die Bremsspuren, die sie am Ende der Überfahrt zwei hinterlassen haben, geradlinig hinwegwalzen.



Durch wiederholtes Anhalten und Reversieren auf derselben Fläche würde der frisch verlegte Asphalt überstrapaziert werden.

**Praktischer Hinweis:** Mitunter ist der Bereich, der in der Mitte der Einbaubahn unverdichtet bleibt, relativ schmal. Unter diesen Umständen wird die Überlappung der Bandagen der zwei Walzen in der Mitte der Einbaubahn groß sein. Da ein großer Teil der Bandagenoberfläche auf einer schon verdichteten Einbaubahn vibriert, besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass die Bandagen springen werden. Die Walzenfahrer sollten darauf vorbereitet sein, die ausgeübte Kraft zu reduzieren, indem sie eine Bandage im Vibrationsmodus und die andere im statischen Modus betreiben.

Übergang fünf sollte ein statischer Übergang in Richtung des Fertigers sein. Die Walzenführer sollten ihre Maschinen entlang der Kanten der frischen Einbaubahn positionieren und das Vibrationssystem einschalten, wenn die Walzen

in unverdichtete Bereiche gelangen. Die neue Walzenfläche mit einer Länge von ca. 36 Metern liegt vor der mit dem Walzschema bearbeiteten Fläche.

**Praktischer Hinweis:** Verwenden Sie nach Möglichkeit ein Schema, bei dem Bremsspuren im Asphalt ausgebügelt werden. Nicht auf derselben Fläche anhalten und reversieren. Durch wiederholtes Anhalten und Reversieren auf derselben Fläche können Deformationen und Unebenheiten entstehen, die sich nicht ausbügeln lassen. Am wichtigsten ist zwar, ein wiederholtes Anhalten auf derselben Fläche zu vermeiden, wenn sich die Walzen auf der heißen Einbaubahn hinter dem Fertiger vorwärts bewegen und reversieren, es entspricht jedoch der guten Praxis, die Bremsspuren am Ende der in umgekehrter Richtung erfolgenden Übergänge zu staffeln.

**Praktischer Hinweis:** Wenn das neue Walzschema zu kurz ist, mit anderen Worten, wenn sich der Fertiger nicht weit genug vorwärts bewegt hat, sollten die Walzenfahrer während der Überfahrt fünf ihre Arbeitsgeschwindigkeit verringern. Übergang fünf erfolgt im statischen Modus, deshalb braucht man sich nicht um den Schlagabstand zu sorgen. Die Geschwindigkeit der Walze kann verringert werden, doch darf die Walze **niemals** auf der frischen Einbaubahn geparkt werden.



[ **WALSHEMA FÜR ZWEI WALZEN IN STAFFELUNG** ]

Als Nächstes wird ein Staffelschema betrachtet, bei dem zwei Walzen auf einer Einbaubahn verwendet werden, die 4,60 Meter breit ist. Der Fertiger verlegt 360 Tonnen pro Stunde bei einer Schichtstärke (unverdichtet) von 80 mm. Ein Beschicker führt dem Fertiger das Mischgut zu, und die Einbaugeschwindigkeit beträgt 9,0 Meter pro Minute. Die Dichte der Einbaubahn beträgt, wenn sie unter der Einbaubohle durchfließt, 80 % der theoretischen Höchstdichte.

Anhand des Probestreifens wurde verifiziert, dass mit vier Übergängen mit Vibration bei mittlerer Amplitude die Soll-dichte für die Anfangsverdichtungsphase erreicht wird. Die

Arbeitsgeschwindigkeit der Walze beträgt 70 Meter pro Minute. Die Vibrationsfrequenz beträgt 42 Hz (2.520 Schwingungen pro Minute). Für den Schlagabstand ergeben sich folglich 36 Schläge pro Meter.

Die Temperatur der Asphalt-schicht beträgt, wenn sie unter der Einbaubohle durchfließt, durchweg ca. 150°C. Wenn sich die Einbaubahn auf ca. 115°C abkühlt, wird sie weicher. Die Erweichung bleibt bestehen, bis sich die Einbaubahn auf 85°C abgekühlt hat.

**Beginn (Datum/Uhrzeit)** [ 3/7/2011 ▼ ] [ 7:08 AM ]

**Umgebungsbedingungen**

Lufttemperatur: [ 15.6 ] °C  
 Windgeschw: [ 8 ] km/h  
 Bewölkung: [ klar und trocken ▼ ]  
 Nördl. Breite: [ 45 ] °N

**Mischgut**

Sorte: [ Fein/Schwer ▼ ]  
 Asphaltbinder, PG: [ 64 ▼ ] [ -28 ▼ ]  
 Einbaudicke: [ 76 ] mm  
 Temp. bei Einbau: [ 149 ] °C

**Untergrund**

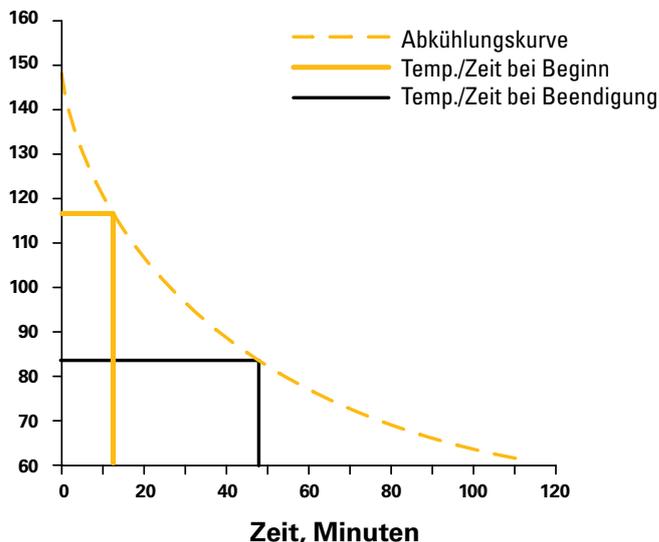
Art: [ AC ▼ ]  
 Zustand: [ - ▼ ] [ - ▼ ]  
 Temp. der Oberfläche: [ 15.6 ] °C

**Empfohlene Zeiten**

Beginn des Walzens: [ 13 ] Minuten nach Einbau  
 Beendigung des Walzens: [ 45 ] Minuten nach Einbau

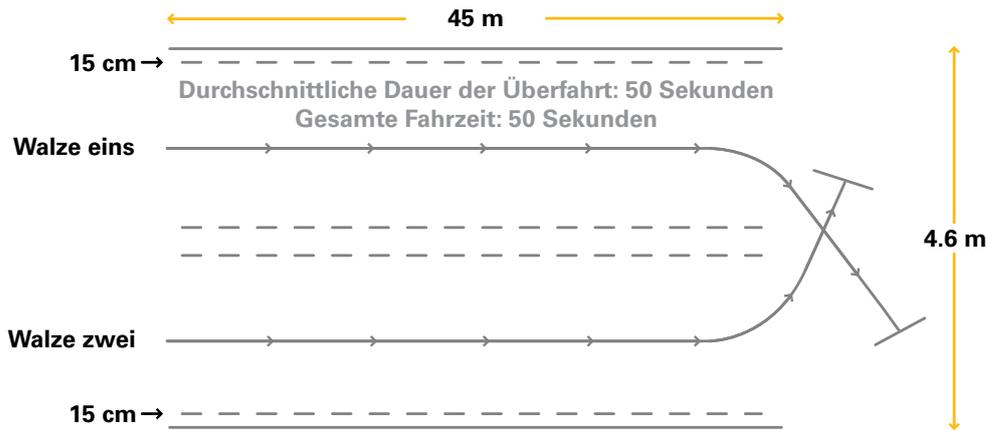
**Units**  SI  English

**Temperatur der Einbauschicht, °C**



Die Abkühlungskurve weist aus, dass zu Beginn der Arbeitsschicht bei einer Umgebungstemperatur von ca. 16°C für das Verdichten hinter dem Fertiger, d. h. in der Anfangsphase, nur 13 Minuten zur Verfügung stehen, danach wird die Einbaubahn weicher. Die Erweichung hält etwa 32 Minuten lang an. Zwischen- und Endverdichtungsphase können 45 Minuten hinter dem Fertiger beginnen. Das wichtigere Problem besteht darin, zu bestimmen, ob die Anfangsphase mit zwei Walzen in weniger als 13 Minuten abgeschlossen werden kann.

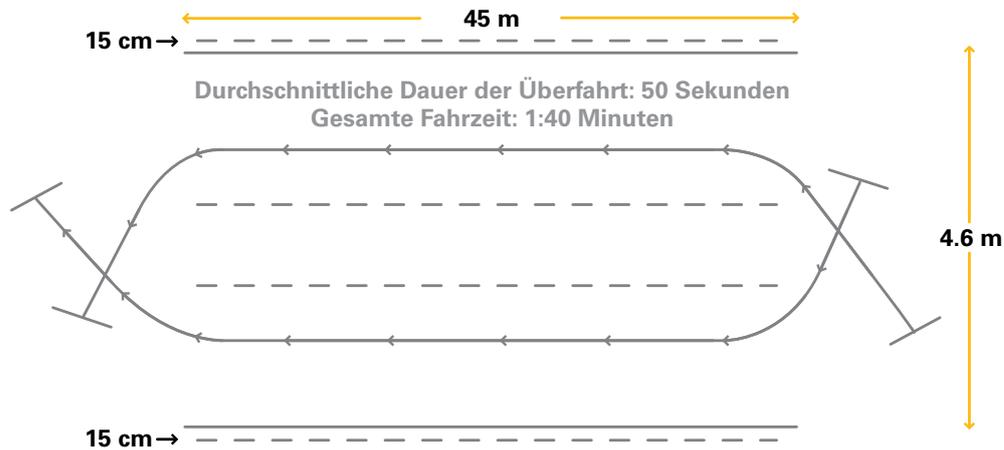
**ANFANGSVERDICHTUNGSPHASE - ÜBERFAHRT EINS**



Die erste Überfahrt zum Anfangsverdichten ist ca. 45 Meter lang. Walze eins startet als Erste und verdichtet die Fläche entlang der linken Kante, wobei sich die Bandagenkante in einer Entfernung von ca. 15 cm von der Kante befindet. Walze zwei ist knapp dahinter; sie verdichtet die Fläche entlang der rechten Seite der Einbaubahn, wobei sich die Bandage von der Kante entfernt befindet. Beide Walzen biegen zur Mitte der Einbaubahn ab, um anzuhalten und ihre Richtungen umzukehren. Sobald die Walze zwei ihr Reversiermanöver beendet hat, starten beide Walzen den zweiten Übergang. Bei einer Arbeitsgeschwindigkeit von 70 Metern pro Minute, werden für den Übergang eins 50 Sekunden benötigt.

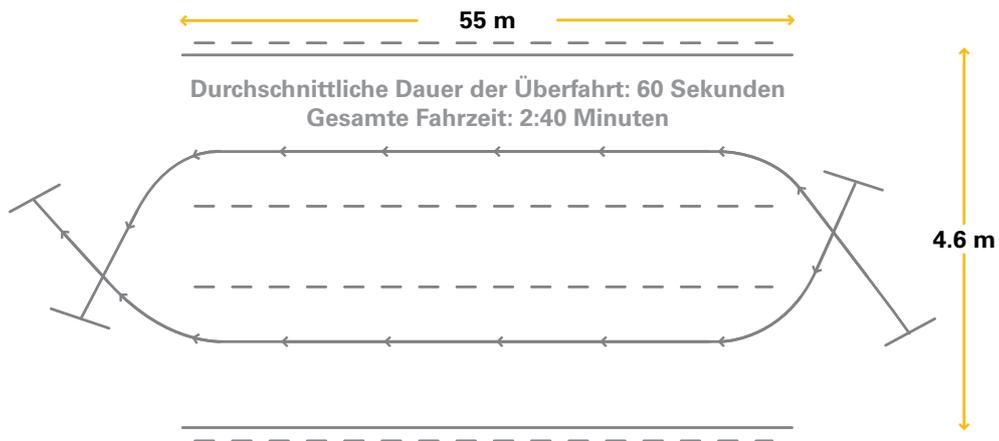
**Anmerkung:** Bei der Berechnung der Zeit, die eine Walze für einen Übergang braucht, ist ein Nutzfaktor von 0,75 anzusetzen. Er steht für die Zeit, die benötigt wird, um die Walze vor dem Reversieren abzubremsen und unter einem Winkel anzuhalten.

**ANFANGSVERDICHTUNGSPHASE - ÜBERFAHRT ZWEI**



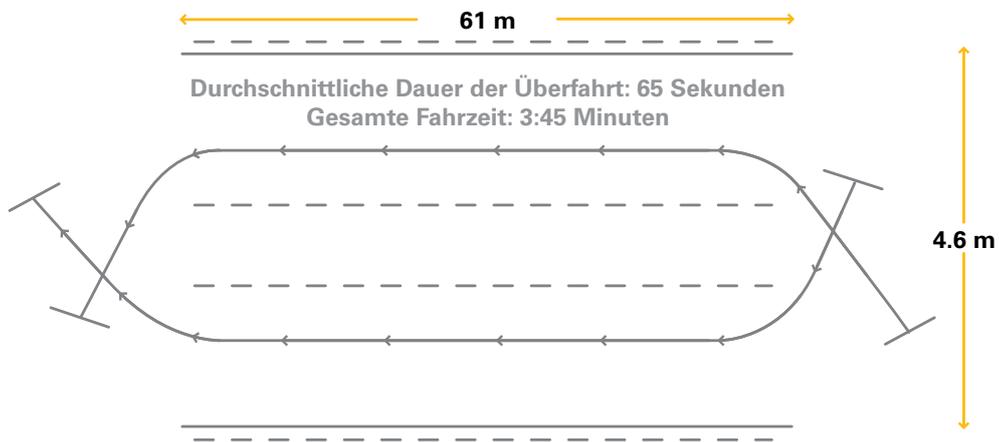
Während der zweiten Überfahrt sind die Bandagen beider Walzen so positioniert, dass sie die Kanten nur geringfügig überlappen. Beim Übergang in umgekehrter Richtung liegt Walze zwei vorn, und beide Walzen biegen zur Mitte ab, um die Richtung umzukehren. Für die zweite Überfahrt werden weitere 50 Sekunden benötigt. Die gesamte Fahrzeit beträgt eine Minute und vierzig Sekunden.

**ANFANGSVERDICHTUNGSPHASE - ÜBERFAHRT DREI**



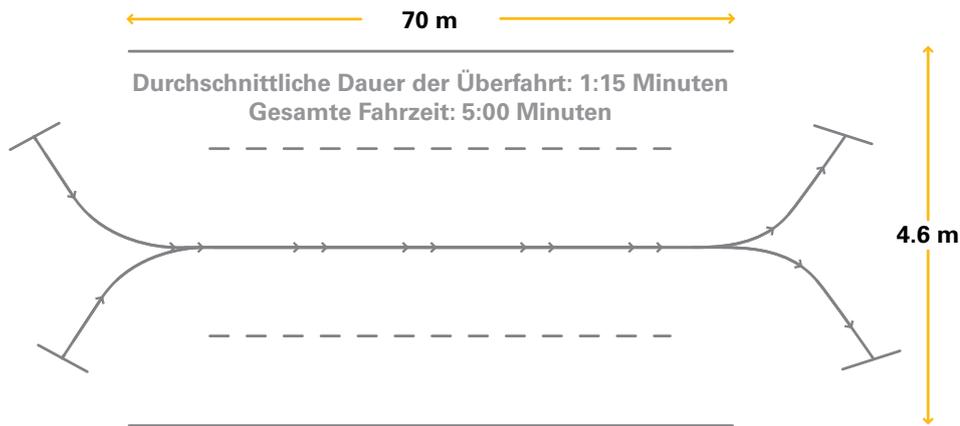
Während der Überfahrt drei geht wieder die Walze eins in Führung und verlängert das Walzschema um weitere 10 Meter, um die letzten Bremsspuren zu überwalzen und das Walzschema näher an den Fertiger zu bringen. Für diesen Übergang werden ca. 60 Sekunden gebraucht, und die gesamte Fahrzeit beträgt zwei Minuten und vierzig Sekunden.

**ANFANGSVERDICHTUNGSPHASE - ÜBERFAHRT VIER**



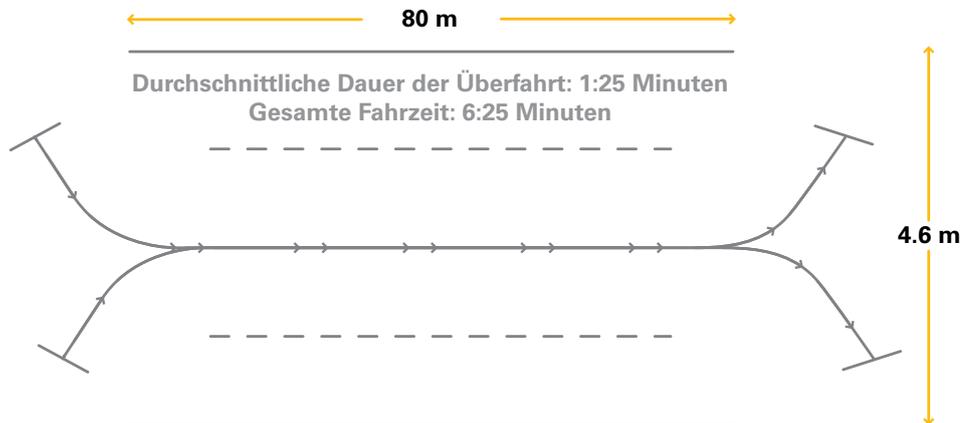
Während der Überfahrt vier kehren beide Walzen entlang der Kanten zurück. Das Walzschema wird etwas länger, da beide Walzen hinter den vorherigen Bremsspuren arbeiten. Nun sind die rechte und linke Kante der Einbaubahn viermal gewalzt worden. Dies entspricht der Anzahl der Überfahrten die anhand des Probestreifens verifiziert wurde. Die gesamte Fahrzeit beträgt drei Minuten und fünfundvierzig Sekunden. In der Mitte der Einbaubahn bleibt ein Streifen mit einer Breite von ca. 1,3 Metern übrig. Da die Arbeitsbreite der zwei Walzen 1,7 Meter beträgt, können die zwei Walzen nun hintereinander arbeiten, um die Einbaubahn komplett abzudecken.

## ANFANGSVERDICHTUNGSPHASE - ÜBERFAHRT FÜNF



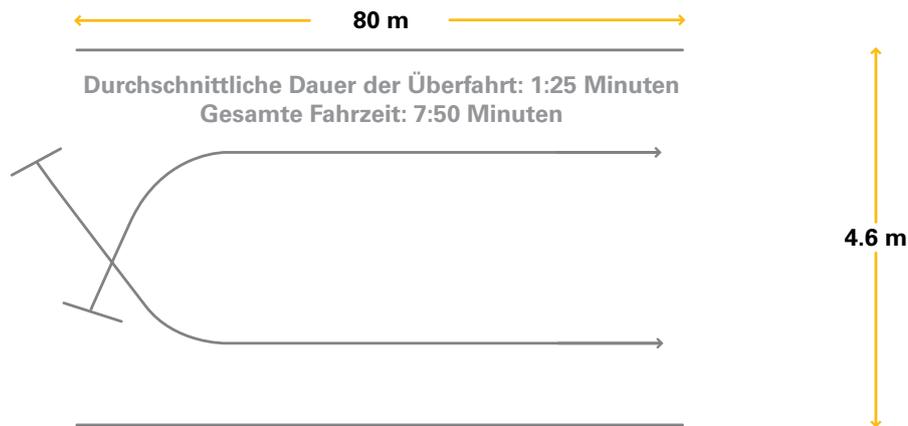
Die Breite des unverdichteten Bereichs ist etwas kleiner als die Breite der Bandagen; deshalb kommt es an beiden Seiten der Bandage zu einer geringfügigen Überlappung. Da die Überlappungsfläche schmal ist, braucht man sich weniger Gedanken um ein Springen der Bandagen auf dem dichteren Teil der Einbaubahn zu machen. Am Ende des Übergangs biegen Walze eins und Walze zwei zu den Kanten der Einbaubahn ab. Dieser Übergang ist wieder etwas länger, um mit dem Vorankommen des Fertigers mitzuhalten. Für die Überfahrt fünf werden eine Minute und fünfzehn Sekunden benötigt, sodass sich unter diesen Umständen eine Fahrzeit von insgesamt fünf Minuten ergibt.

## ANFANGSVERDICHTUNGSPHASE - ÜBERFAHRT SECHS



Während der Überfahrt sechs kommen beide Walzen hintereinander in der Mitte der Einbaubahn wieder zurück. Sie setzen ihren Weg über ihre Bremsspuren hinaus noch etwas fort. Zu diesem Zeitpunkt hat jeder Teil der Asphaltsschicht vier Übergänge mit Vibrationswalzen erfahren. Die Dichte sollte über der Breite und Länge des Schemas gleichmäßig sein. Die gesamte Fahrzeit beträgt sechs Minuten und fünfundzwanzig Sekunden.

## ANFANGSVERDICHTUNGSPHASE - ÜBERFAHRT SIEBEN



Die letzte Überfahrt, die Überfahrt sieben, wird im statischen Modus ausgeführt, da sich beide Walzen entlang der Kanten der Einbaubahn neu positionieren, um ein neues Walzschema in Angriff zu nehmen. Die zwei Walzen, die mit der Anfangsverdichtung beauftragt waren, haben etwas weniger als acht Minuten benötigt. Ihr Schema liegt deutlich vor dem Erweichungsbereich.

**Anmerkung:** Die in diesem Abschnitt gegebenen Beispiele veranschaulichen Walzkonzepte für zwei Walzen in Staffelung. Walzkonzepte für drei Walzen in Staffelung finden weniger oft Anwendung, können jedoch bei großen Einbaubreiten und schwer zu verdichtendem, steifem Mischgut erforderlich sein.

**Zusammenfassung:** Walzenfahrer und Qualitätsbeauftragte sollten verstehen, wie Walzkonzepte zu planen sind, die drei Ziele erfüllen, nämlich: die erstens die spezifizierte Dichte erzielen, zweitens zur Produktionsleistung des Fertigers passen und drittens so beschaffen sind, dass alle Möglichkeiten genutzt werden, um die Ebenheit der Einbaubahn sicherzustellen. Planen Sie vor Beginn des Projekts das Walzschema. Greifen Sie dafür auf den interaktiven Produktionsrechner von Caterpillar (Cat Interactive Production Calculator) zurück und berechnen Sie Abkühlungskurven.



## Kapitel 6

# NAHTVERDICHTUNG

Nähte höchster Qualität verlangen sowohl dem Einbauteam als auch dem Verdichtungsteam größte Anstrengungen ab. Sorgen Sie dafür, dass Ihr Team bis zum Abschluss des Projekts durchhält.





*Eine gut gebaute und fachgerecht verdichtete Quernaht sollte flach und eben sein.*

Es gibt zwei Arten von Fugen: Längsfugen und Quertfugen. Längsfugen entstehen an der parallel zur Einbaurichtung verlaufenden Schnittfläche zweier Asphaltsschichten. Längsfugen können zwischen einer heißen und einer kalten Schicht, einer heißen und einer warmen Schicht oder zwischen zwei gleichzeitig verlegten heißen Schichten vorhanden sein.

Quernahten entstehen an der senkrecht zur Einbaurichtung verlaufenden Schnittfläche zweier Asphaltsschichten. Meist entsteht eine Quernaht wenn der Einbau als Fortsetzung einer früher verlegten Einbaubahn begonnen wird. Im ersten Teil der Lektion sechs geht es um das Anlegen und Verdichten von Quernahten.

### [ VERDICHTUNG VON QUERNAHTEN ]

Eine Quernaht entsteht, wenn der Einbau beginnt, nämlich an der Stelle, wo die frische Asphaltsschicht auf eine vorher verlegte und verdichtete Asphaltsschicht trifft. Die Quernaht wird dann senkrecht zur Einbaurichtung und Verdichtungsrichtung verlaufen..

Es gibt verschiedenen Techniken zum Verdichten von Quernahten, doch das Ziel ist immer das gleiche: Die Naht sollte flach verdichtet werden, und die Fläche vor der Naht sollte flach und eben sein - ohne Erhebungen, ohne Einsenkungen. Es gibt bewährte Praktiken, deren Grundsätze das Team befolgen sollte, schon bevor eine Quernaht eingebaut und verdichtet wird.

Stellen Sie zunächst sicher, dass die Quernaht in gutem Zustand ist, bevor sie mit dem Asphalteinbau und Verdichten beginnen. Nicht beginnen, wenn die Quernaht eine abgerundete oder unregelmäßige Kante aufweist.

Um an der Quernaht eine gerade, vertikale Fugenflanke zu schneiden, sollte eine Kaltfräsmaschine, ein Kompaktlader mit Kaltfräs-Anbaugerät oder eine Säge verwendet werden. Der Bereich, in dem die Fuge geschnitten wird, sollte die korrekte Tiefe aufweisen und parallel zur Einbaurichtung verlaufen.

**Praktischer Hinweis:** Wenn bei einem Einbau eines Fahrstreifens das Ende einer Arbeitsschicht vorbereitet wird, schaltet das Einbauteam die Systemsteuerung des Fertigers gewöhnlich auf Handbetrieb, um das Mischgut vollständig einbauen zu können und zu vermeiden, dass eine große Menge Mischgut übrig bleibt, wenn die Einbaubohle aufgenommen wird. Infolgedessen ändert sich der Materialwulst vor der Einbaubohle, und die Schichtdicke wird unterschiedlich. Caterpillar empfiehlt dem Team, auf der Einbaubahn zu markieren, an welcher Stelle die Umschaltung der Systemsteuerung des Fertigers auf Handbetrieb erfolgte. Die Quernaht sollte am Ort dieser Markierung geschnitten werden. Dadurch wird vermieden, dass an einem Ort geschnitten wird, an dem die Stärke der Einbaubahn abnimmt oder zunimmt.



*Beispiel für einen schlechten Start. Eine gewölbte Flanke mit tiefem Einbruch behindert das Verdichten.*



*Das Schneiden oder Fräsen einer geraden vertikalen Nahtflanke ist bei einer Quernaht unabdingbar.*

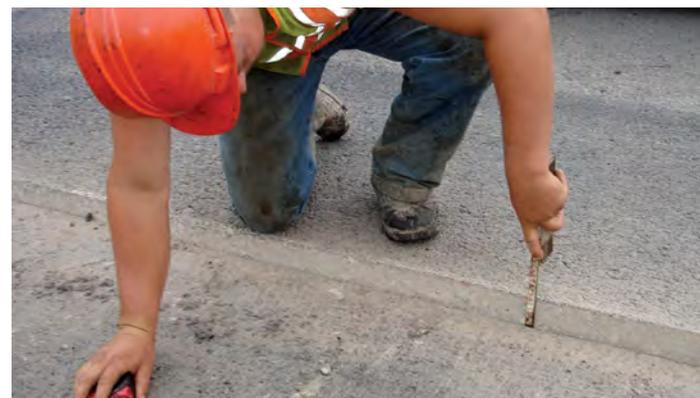
Eine gute Anfangsquernaht weist eine vertikale Nahtflanke auf, und die Asphaltsschicht ist eben, d. h. nicht gewölbt, nach oben oder unten geneigt. Die Flanke der Naht sollte mit Abdichtband beschichtet werden, um die Ausbildung einer Bindung zwischen der kalten und der heißen Asphaltsschicht zu fördern. Säubern Sie Fläche der kalten Einbaubahn unmittelbar hinter der Naht damit der Höhenbezug für die Einbaubohle stimmt.

Des Weiteren ist es beim Auffüllen und Verdichten einer Quernaht wichtig, die richtigen Anfahrhilfen unter der Einbaubohle zu platzieren, bevor die Bohle am Startpunkt abgesenkt wird. Die

Anfahrhilfen sorgen für die Vorverdichtungsdicke der Einbaubahn, wenn das Einbauteam mit der Bohle an der Anfangsnaht loslegt. Um einen Schätzwert zu erhalten, kann man annehmen, dass die von einer Vibrationsbohle verlegte Einbaubahn beim Verdichten ca. 6 mm auf 25 mm Schichtdicke einbüßt. Wenn also die Schichtdicke unverdichtet 50 mm beträgt, sind Anfahrhilfen mit einer Dicke von 12 mm erforderlich. Falls der Fertiger mit einer Stampferbohle ausgerüstet ist, wird der Verdichtungsgrad viel niedriger sein, typisch ca. 10 % niedriger. Die Dicke der Anfahrhilfe muss dann entsprechend geringer sein.



*Beispiel für eine gute Sägeschnittfuge, die vor Beginn des Einbaus mit Haftvermittler behandelt worden ist.*



*Prüfen Sie die Tiefe der Anfangsquernaht, dann fällt es Ihnen leichter, die richtige Dicke für die Anfahrhilfe auszuwählen.*



*Wenn der Fertiger erst einmal an der Anfangsquernaht losgelegt hat, ist nur noch wenig Handarbeit erforderlich.*

Wenn das Team beim Bau der Anfangsquernaht gute Arbeit geleistet hat, sollte die Naht nur noch wenig Handarbeit erfordern. Wenn die Naht zu hoch oder zu niedrig ist, muss vor Beginn der Nahtverdichtung noch reichlich Handarbeit geleistet werden. Mit der Nahtverdichtung sollte begonnen werden, sobald alle Korrekturen, falls erforderlich, vorgenommen worden sind.

Das von Caterpillar empfohlene Verfahren zum Verdichten von Quernahten ist dafür konzipiert, dass die Heiß//Kalt-Quernaht eingeebnet wird, während gleichzeitig die Ebenheit der Einbaubahn vor der Naht bewahrt wird.



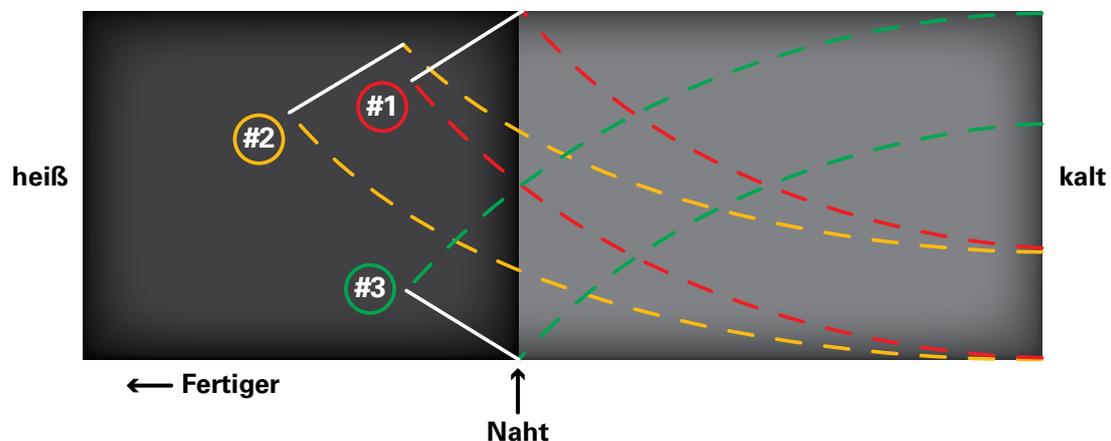
**Praktischer Hinweis:** Caterpillar empfiehlt dem Team, die Höhe der verdichteten Anfangsnaht zu messen. Dann ist dieser Messwert von der Dicke der unverdichteten Einbaubahn, die in der letzten Arbeitsschicht verlegt wurde, zu subtrahieren. Das Ergebnis ist die genaue Dicke der Anfahrhilfe. Wenn z. B. die Höhe der verdichteten Quernaht 40 mm beträgt und die Dicke der unverdichteten Einbaubahn, die von dem Fertiger verlegt wurde, 50 mm, dann sollten die Anfahrhilfen möglichst 10 mm dick sein.

Der Walzenführer kann in der Mitte der kalten, verdichteten Einbaubahn oder entlang eines Randes der verdichteten Einbaubahn beginnen. Fahren Sie vorwärts; sobald sich die erste Bandage der Naht nähert, einschlagen, d. h. Bandagen in einen Winkel zur Fuge stellen. Bearbeiten Sie mit der vorderen Bandage den äußeren Bereich der Naht unter einem Winkel, während sich beide Bandagen im statischen Modus befinden. Passen Sie dabei auf, dass Sie die Kante der frischen Einbaubahn nicht deformieren, falls diese noch nicht verdichtet wurde. Fahren Sie auf der gleichen Bahn zurück.

Begeben Sie sich zu einer Kante der kalten, verdichteten Einbaubahn. Fahren Sie im statischen

Modus vorwärts und arbeiten Sie mit der vorderen Bandage quer über der Naht in der Mitte der Einbaubahn. Fahren Sie auf der gleichen Bahn zurück.

Begeben Sie sich in die Mitte der kalten Einbaubahn. Fahren Sie vorwärts und arbeiten Sie mit der vorderen Bandage unter einem Winkel quer über dem verbliebenen äußeren Bereich der Einbaubahn. Prüfen Sie mit einer Richtlatte nach, ob die Naht über ihrer gesamten Breite flach verdichtet worden ist. Im Bedarfsfall wiederholen Sie die Übergänge im statischen Modus.



Dieses Walzenschema für Quernähte hat zwei Vorteile: Erstens, man nähert sich der Heiß/Kalt-Querfuge unter einem Winkel. Dadurch wird das heiße Mischgut besser flachgedrückt, während gleichzeitig weitgehend unterbunden wird, dass die Bandage Mischgut von der Naht weg schiebt.

Zweitens bleiben alle Bremsspuren der Bandagen auf der frischen Einbaubahn vor der Naht unter einem Winkel zur Verdichtungsrichtung zurück.

Wenn die zur Anfangsverdichtung eingesetzte Walze mit ihrem ersten Schema beginnt, werden die Bremsspuren ausgebügelt, und die Ebenheit des Nahtbereiches wird besser. Bedenken Sie auch, wie der Walzenfahrer sicherstellen könnte, am Ende des zweiten Übergangs weiter vorwärts zu fahren, damit er keine Bremsspuren im gleichen Bereich hinterlässt.



*Die zur Anfangsverdichtung eingesetzte Walze beginnt mit dem ersten Schema und bügelt die beim Verdichten der Naht auf dem Asphalt hinterlassenen Bremsspuren aus.*

Wenn das Auffüllen und Verdichten der Quernaht fachgerecht durchgeführt worden sind, sollte der Walzenführer der zur Anfangsverdichtung eingesetzten Walze mit dem bewährten Walzschema beginnen können.

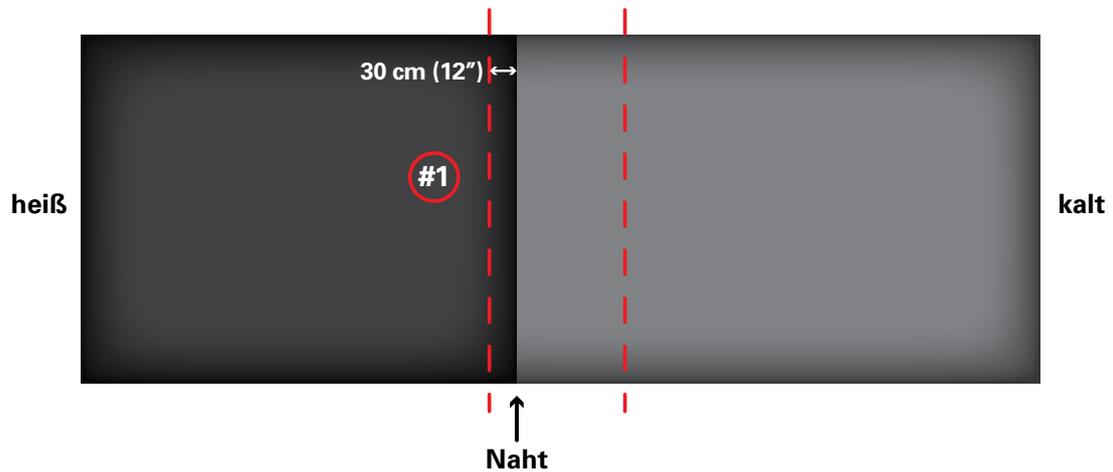
Der Fertiger sollte nicht warten müssen, bis die Quernaht verdichtet worden ist, sondern sollte mit der veranschlagten Geschwindigkeit Asphalt einbauen können und sich noch in einer akzeptablen Entfernung von der Naht befinden, wenn mit der Anfangsverdichtung begonnen wird.

Ein anderes Walzschema für Quernähte, das mitunter Anwendung findet, erfordert ausreichend Platz, damit sich die Walze der Naht von der Seite nähern kann.

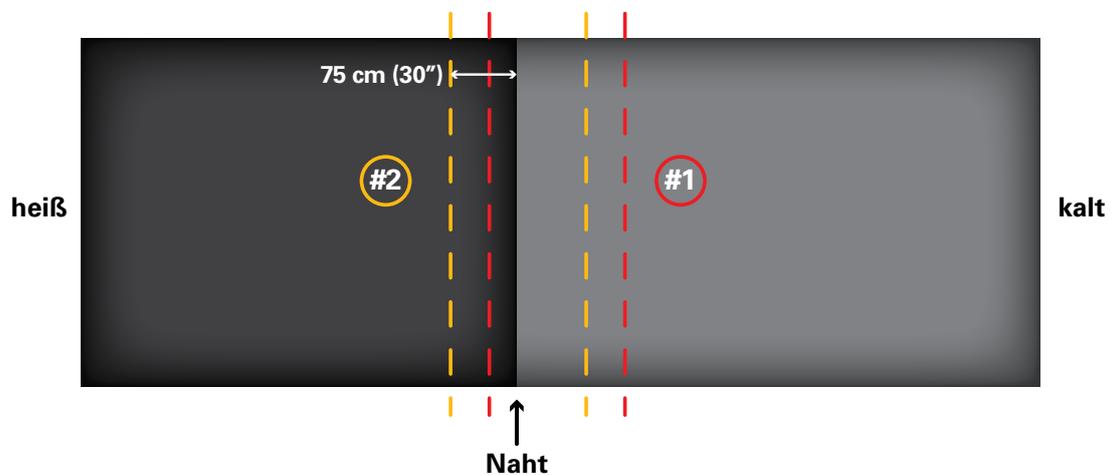
Manche Teams bevorzugen es, eine Quernaht durch Überwalzen von der Seite aus zu verdichten, falls dies möglich ist. Dieses Verfahren ist sehr effektiv, was das Einebnen der Naht angeht. Allerdings werden dabei Schnittmarken von der Kante der Bandage senkrecht zur Verdichtungsrichtung hinterlassen.



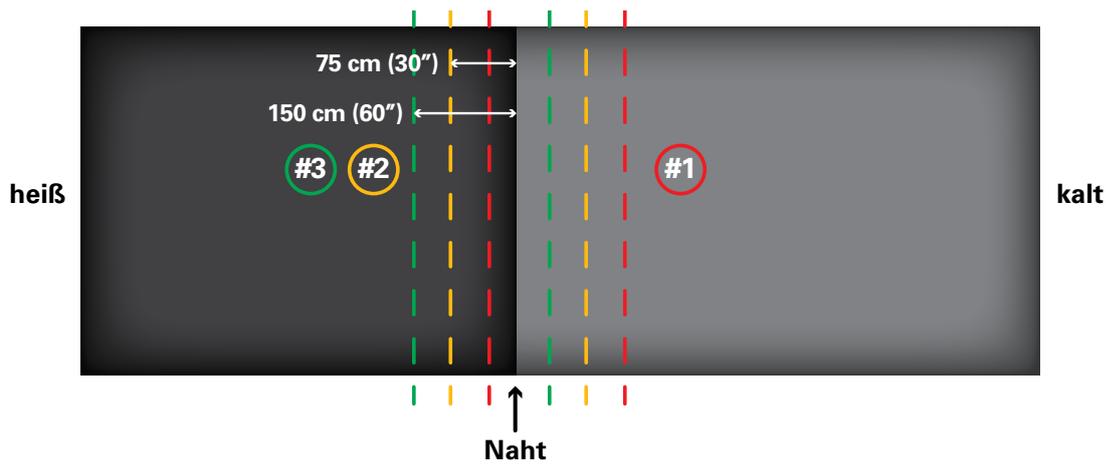
Wenn der Platz es erlaubt, kann das Verdichten einer Quernaht von der Seite aus erfolgen.



Wenn Sie eine Querfuge von der Seite aus verdichten, sollte beim ersten Übergang der größte Teil der Bandagen auf der kalten Einbaubahn bleiben und die heiße Asphaltschicht ca. 30 cm überdecken. Prüfen Sie die Ebenheit der Fuge.



Falls eine weitere Überfahrt erforderlich sein sollte, um die Quernaht einzuebnen, vergrößern Sie dabei den Anteil der Bandagen auf der heißen Einbaubahn. Durch diese größere Überlappung lässt sich die erste Marke von der Kante der Bandage leichter ausbügeln.



Falls noch eine weitere Überfahrt erforderlich ist, sollte dabei der größte Teil der Bandagen auf der heißen Einbaubahn bleiben, um die zweite Marke von der Kante der Bandage auszubügeln. Die Schnittmarke von der Kante der Bandage, die bei der dritten Überfahrt zurückbleibt, ist senkrecht zur Verdichtungsrichtung. Wenn die Walze mit ihrem ersten Schema beginnt, wird sie gewöhnlich über die Marke von der Kante der Bandage geschoben; dabei schiebt sie möglicherweise in geringer Entfernung zur Quernaht einen Buckel auf. Caterpillar empfiehlt dieses Walzschema nicht für Projekte, bei denen es auf Ebenheit ankommt.

Unabhängig vom verwendeten Walzschema sollten alle Überfahrten über Quernähte im statischen Modus erfolgen. Es sollte nicht nötig sein, das Vibrationssystem der Bandagen einzuschalten, um die Naht einzuebnen. Falls zum Verdichten der Quernaht eine Kompaktwalze verwendet wird, kann bei Bedarf eine Vibration mit kleiner Amplitude angewendet werden.

Wenn eine Naht schlecht angelegt ist, kann sie viel Handarbeit erfordern, bevor das Verdichten beginnen kann. Versuchen Sie niemals, mit der Walze eine Naht einzuebnen, bei der die heiße Einbaubahn vom Fertiger zu dick verlegt worden ist. Bedenken Sie, die Einbaubahn lässt sich nur bis zu einem gewissen Grad verdichten. Bei fortgesetztem Vibrationsverdichten der Naht werden Sie

Gesteinskörner zerbrechen, die Einbaubahn in diesem Bereich überstrapazieren und am Ende infolge der Überverdichtung an Dichte verlieren.

Caterpillar empfiehlt nicht, eine Quernaht durch geradliniges Überwalzen, von der kalten zur heißen Seite, zu verdichten.

Wenn eine Walze, ohne einen Radius zu fahren, über die Quernaht walzt, rumpelt die Bandage gewöhnlich über die heiße Einbaubahn, statt das Mischgut unter der Bandage zu verstauen. Außerdem schiebt die Bandage Mischgut von der Flanke der Fuge weg. Dies kann zu einem hohen Porengehalt und einem vorzeitigen Ausfall beitragen.

**Zusammenfassung:** Das Verdichten einer Quernaht ist eine echte Teamleistung. Zunächst muss das Einbauteam die Naht fachgerecht anlegen, die korrekte Vorverdichtungshöhe und eine ebene Oberfläche ohne Beulen oder Dellen hinterlassen. Dann muss das Verdichtungsteam die Naht einebnen und versiegeln, ohne die Einbaubahn zu deformieren oder Unebenheiten zu erzeugen. Der Schlüssel zum Erfolg beim Einbauen und Verdichten von Quernähten ist die Anwendung bewährter Praktiken.

## [ VERDICHTUNG VON LÄNGSNAHTEN ]

Das Anlegen und Verdichten einer Längsnaht erfordert einen anderen mehrstufigen Prozess, bei fachgerechter Ausführung der einzelnen Stufen. Wie das Verdichtungssteam die Arbeit an Längsnahten am besten angeht, hängt von den Zielsetzungen des Projekts ab.

Wenn es vor allem auf das Aussehen ankommt, dann sollte sich der Verdichtungsprozess darauf konzentrieren, die Naht so wenig sichtbar wie möglich werden zu lassen. Das Aussehen der Naht ist in der Regel bei Parkplätzen und Stadtstraßen am wichtigsten.

Wenn es vor allem auf die Dichte der Naht ankommt, dann sollte sich der Verdichtungsprozess darauf konzentrieren, in der Naht und in ihrer Nähe eine hohe Dichte zu erzielen. Die Dichte der Naht ist in der Regel bei Straßen mit hohem Verkehrsaufkommen und Flugplätzen am wichtigsten. Die Erzeugung der höchsten Dichte in der Längsnaht soll auch das erste Thema sein, das hier behandelt wird.



*Eine wichtige Voraussetzung, um eine erstklassige Längsnaht zu erzielen, ist eine gerade Kante für die Nahtverbindung.*

**Praktischer Hinweis:** Für manche Anwendungsfälle ist ein Kantenschneider eine praktische Option. Der Kantenschneider für ein Schneiden nicht begrenzter Kanten lässt sich an einer Caterpillar-Asphalttandemwalze anbringen. Die Schnittkanten liefern eine bessere vertikale Flanke und eine bessere Verbindungslinie.

## [ LÄNGSNÄHTEN HOHER DICHTUNG ]

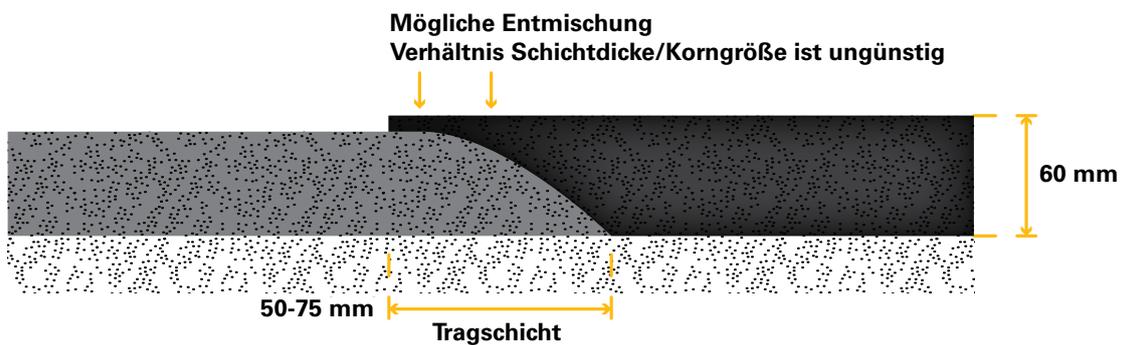
Der erste Schritt zu einer erstklassigen Längsnaht, die eine hohe Dichte aufweist, besteht darin, sie beim Einbau fachgerecht anzulegen. Der Maschinenführer sollte mittels Richtungsanzeiger einem Farbstreifen oder einer Schnur folgen. Die Nahtkante sollte so gerade wie möglich sein, damit die Nahtverbindung so einfach wie möglich wird.

Zudem sollte das Einbauteam die Gleitfläche des Seitenschildes in Kontakt mit dem Boden haben, der mit einer Asphaltsschicht versehen wird. Die Gleitfläche des Seitenschildes sollte auf dem Boden „schwimmen“ und eine gleichmäßige vertikale Flanke formen, die eine gute Verbindungsfläche für die Nahtverbindung darstellt.



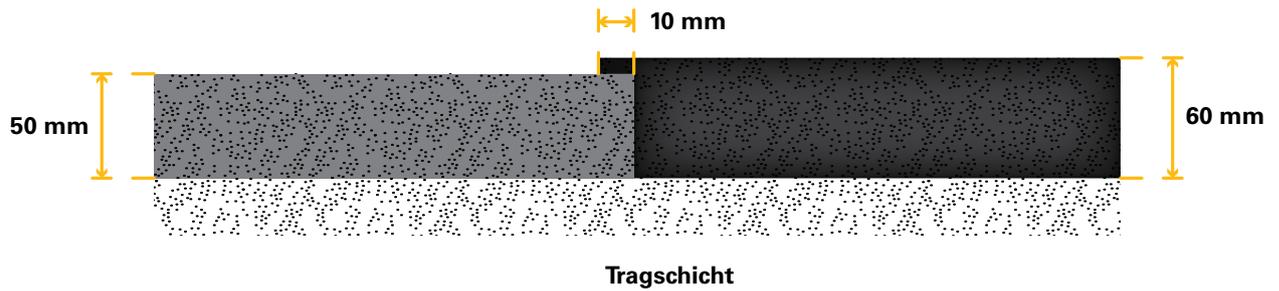
Schaffen Sie eine vertikale nicht begrenzte Kante, indem Sie das Seitenschild des Fertigers in Schwimmstellung auf dem Boden, der mit der Asphaltsschicht versehen wird, fahren.

## FEHLERHAFTER NAHT – SEITENSCHILD HOCHGEFAHREN



Wenn das Einbauteam die Bohle mit hochgefahrenen Seitenschildern betreibt, rutscht die nicht begrenzte Kante ein, insbesondere wenn sie verdichtet wird. Die schräge Kante hat zur Folge, dass sich beim nächsten Arbeitsvorgang, wenn die Naht verschlossen wird, größere Gesteinskörner unter der Bohle befinden. Wahrscheinlich werden Sie entlang der Längsnaht zerbrochenes Gestein sehen, wenn die Naht verdichtet ist. Caterpillar empfiehlt, die Seitenschilder immer in die Schwimmstellung abzusenken, wenn eine nicht begrenzte Kante geschaffen wird, die mit dem anderen Fahrstreifen verbunden werden soll.

**FACHGERECHTE NAHT – SEITENSCHILD ABGESENKT**

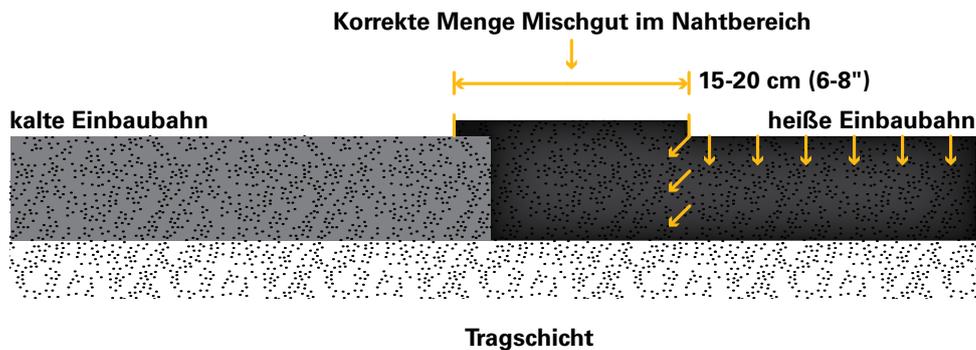


Schließlich sollte das Einbauteam, wenn es an der nicht begrenzten Kante die Längsnaht verfüllt, darauf achten, dass die kalte Asphaltenschicht um ca. 10 mm überlappt wird. Mit der Überlappung wird sichergestellt, dass sich in der Naht genügend Material befindet, um eine gute Abdichtung zu schaffen und das Eindringen von Feuchtigkeit zu verhindern. Die Höhe der heißen Asphaltenschicht muss für den vorgesehenen Verdichtungsgrad ausreichen. Im letzten Beispiel ist die kalte, verdichtete Schicht 50 mm dick. Die heiße Asphaltenschicht wird mit einer Dicke von 60 mm verlegt. Nach dem Verdichten sollte die heiße Asphaltenschicht die gleiche Höhe wie die kalte Einbaubahn haben, vorausgesetzt, das Team hat den Verdichtungsgrad richtig berechnet. Grundsätzlich gilt, dass der Verdichtungsgrad ca. 6 mm pro 25 mm der von der Bohle erzeugten Dicke beträgt, wenn eine Vibrationsbohle verwendet wird, bzw. ca. 5 mm pro 25 mm beträgt, wenn eine Stampfer-/Vibrationsbohle verwendet wird. Prüfen Sie stets den Verdichtungsgrad der frischen Asphaltenschicht, wenn Sie an einer Längsfuge arbeiten.

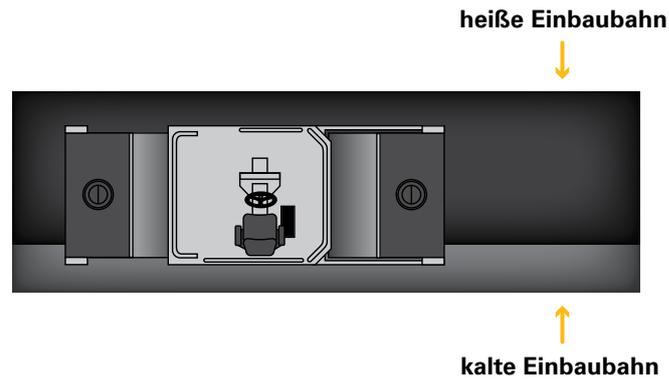
Ein Nacharbeiten der Längsnaht sollte vermieden werden. Wenn die Überlappung der Naht und die Höhe der heißen Schicht korrekt sind, ist ein Nacharbeiten der Naht nicht erforderlich. Leichtes

Klopfen oder geringfügige Handarbeit ist zulässig. Das Einbauteam sollte das Einbauverfahren unverzüglich korrigieren, wenn vor dem Verdichten übermäßiges Nacharbeiten erforderlich ist.

**DER ERSTE ÜBERGANG IST FÜR EINE HÖHERE DICHTUNG DER NAHT ENTSCHEIDEND**



Wenn es bei dem Verdichtungsprozess vor allem auf die Dichte der Naht ankommt, sollte der erste Übergang mit der zur Anfangsverdichtung eingesetzten Walze so erfolgen, dass sich beide Bandagen auf der heißen Einbaubahn, ca. 15-20 cm von der Naht entfernt befinden. Dadurch, dass die Bandagen in geringer Entfernung zur Heiß/Kalt-Naht gehalten werden, wird Asphaltmischgut in Richtung der vertikalen Nahtflanke geschoben. Das Schieben von Mischgut in Richtung Naht trägt dazu bei sicherzustellen, dass sich nach dem Verdichten weniger Luftporen in der Einbaubahn befinden.



*Während des Übergangs in umgekehrter Richtung entlang der Längsnaht sollten die Bandagen die kalte Einbaubahn geringfügig überlappen. Die geringfügige Überlappung stellt den Beginn der Schaffung von Dichte an der Verbindungsstelle dar; die Naht wird versiegelt und die heiße Einbaubahn niedergedrückt, sodass sie die gleiche Höhe wie die kalte Einbaubahn annimmt.*



*Versiegeln einer Heiß/Kalt-Längsnaht mit einer Gummiradwalze.*

Während sämtlicher Phasen der Verdichtung darf die Längsnaht mit Walzen jeder Art überfahren werden, sobald der erste Übergang erfolgt ist.

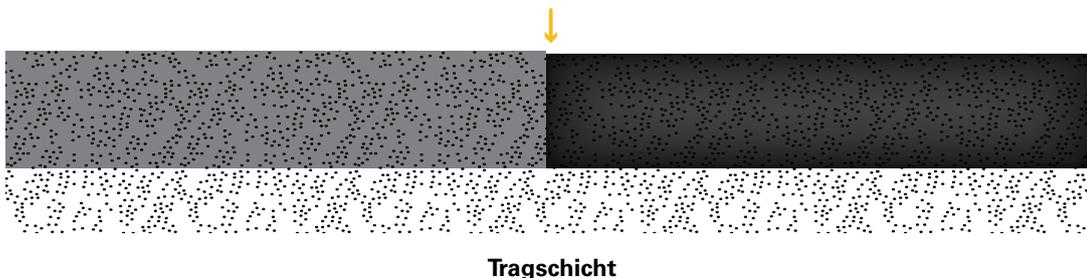
Gummiradwalzen sind besonders gut geeignet, um die heiße Schicht niederzudrücken und die Höhe der zwei Asphaltsschichten anzugleichen.

**Praktischer Hinweis:** Wenn zur Überdeckung der Naht eine Vibrationswalze eingesetzt wird, achten Sie darauf, dass die Überlappung höchstens ca. 16 cm beträgt. Befindet sich die Vibrationsbandage zu weit auf der kalten, verdichteten Einbaubahn, tritt wahrscheinlich ein Springen der Bandagen auf. Eventuell sind dann in der frischen Einbaubahn Riffeln bzw. Welligkeiten und auf der kalten Seite der Naht zerbrochene Gesteinskörner zu sehen.

**Praktischer Hinweis:** Falls die kalte und die heiße Einbaubahn verschiedene Neigungen aufweisen, passen Sie auf, dass Sie nicht auf beiden Seiten der Fuge gleichzeitig verdichten. Zwei verschiedene Neigungen bilden einen Scheitel bzw. eine Art Wasserscheide. D. h. der Scheitel ist vorgesehen, damit Wasser besser abfließen kann. Wenn Sie auf beiden Seiten der Naht gleichzeitig verdichten, wird der Scheitel niedergedrückt und der Ablauf des Wassers behindert.

### FACHGERECHTE NAHT – SEITENSCHILD ABGESENKT

Lässt sich ohne Nacharbeiten niederdrücken



Ergebnis der Verdichtung der Längsnaht sollten ein Höhenangleich der zwei Asphaltsschichten sowie ein hoher Verdichtungsgrad sein. Die Naht sollte versiegelt und wasserundurchlässig sein. Immer daran denken, drei Dinge sind entscheidend, wenn eine gute Dichte der Längsnaht erzielt werden soll.

- Die Nahtflanken müssen vertikal sein und die korrekte Vorverdichtungshöhe aufweisen
- Nicht Harken; leichtes Klopfen ist zulässig
- Der erste Übergang sollte 15-20 cm von der Naht entfernt erfolgen

## [ NAHTVERDICHTUNG DES AUSSEHENS WEGEN ]

Bei einigen Projekten besteht das Hauptziel darin, die Längsnaht so gut wie möglich dem Blick entschwinden zu lassen. Dies gelingt leichter, wenn sich die Längsnaht zwischen heißen Einbaubahnen befindet, die gleichzeitig von mehreren, in Staffelung arbeitenden Fertigern verlegt werden.

Ein besseres Aussehen lässt sich auch dann leichter erzielen, wenn sich die Naht zwischen einer heißen und einer warmen Einbaubahn befindet und Letztere an der Oberfläche noch geschmeidig ist.



*Ein Versiegeln der Längsnaht während des ersten Übergangs verbessert das Aussehen der Naht.*

Um eine Längsnaht mit dem besten endgültigen Aussehen herzustellen, führen Sie die erste Überfahrt entlang der Naht aus; der größte Teil der Bandagen sollte sich dabei auf der kalten Seite der Naht befinden und die heiße Seite sollte geringfügig überlappt werden. Während dieses Übergangs muss die Walze im statischen Modus betrieben werden, um ein Springen auf der kalten Seite zu vermeiden.

Bevor Sie ein Walzschema planen, bei dem der erste Übergang zur Versiegelung der Naht vorgesehen ist, vergewissern Sie sich, dass die folgenden Faktoren berücksichtigt wurden:

- Steht genug Zeit zur Verfügung, um diesen Übergang in das Schema einzubinden? Da Sie diesen Übergang im statischen Modus vornehmen und sich die Bandagen zum überwiegenden Teil auf der kalten Einbaubahn befinden, wird bei der heißen Einbaubahn keine Zunahme der Dichte erzielt. Ggf. müssen Sie die Arbeitsgeschwindigkeit der Walzen erhöhen, um mit dem Fertiger Schritt zu halten. Überprüfen Sie mit dem interaktiven

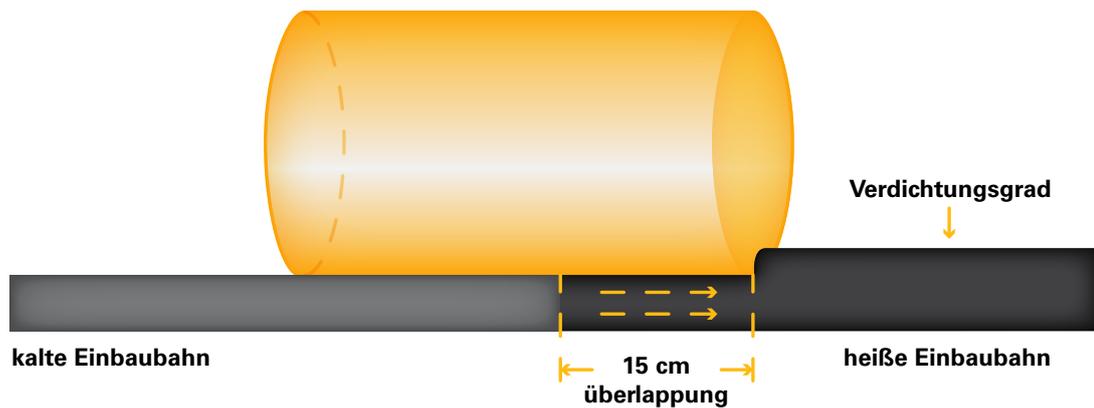
Produktionsrechner von Caterpillar (Cat Interactive Production Calculator), ob dieser zusätzliche Übergang möglich ist.

- Wie weit wird die Temperatur der Einbaubahn während dieses zusätzlichen Übergangs absinken? Die Temperatur der Asphaltsschicht ist entscheidend für das Erreichen der Solldichte. Wenn die Umgebungstemperatur niedrig ist und die Einbaubahn dünn ist, tritt rasch ein Wärmeverlust auf. Möglicherweise kann die zur Anfangsverdichtung eingesetzte Walze nicht für den Übergang zum Versiegeln der Naht verwendet werden. Vielleicht sollten Sie besser eine weitere Walze hinzunehmen, um den zusätzlichen Übergang zu absolvieren.
- Steht auf der kalten Seite der Naht genügend Platz für die Walze zur Verfügung? Wenn Sie an einem Straßenbauprojekt arbeiten, können sich Leitkegel oder andere Absperrvorrichtungen in der Nähe der Längsnaht befinden und Sie daran hindern, auf der kalten Seite zu arbeiten. Dann müssen Sie eine Walze mit schmalen Bandagen einsetzen, die für ein Arbeiten bei begrenztem Raum besser geeignet ist.

Wenn Sie einen Parkplatz bauen und verdichten oder in einem neuen Wohngebiet arbeiten, brauchen Sie sich wahrscheinlich um Verkehrs- oder Platzverhältnisse keine Sorgen zu machen.

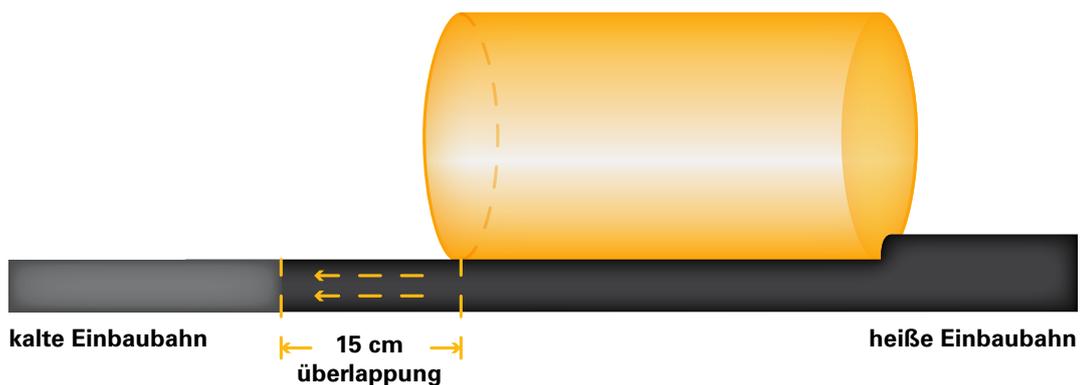
Sie sollten jedoch stets die Produktionsanforderungen und Temperaturen der Einbaubahn vor Augen haben, wenn Sie einen Übergang zum Versiegeln der Naht einplanen.

### LÄNGSNAHT – ERSTE ÜBERFAHRT



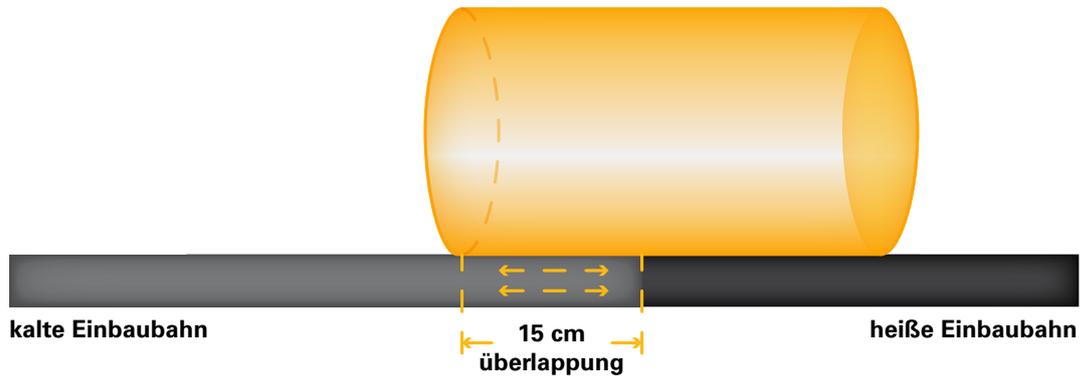
Während des Übergangs eins überlappen die Bandagen die heiße Seite nur geringfügig. Was das Aussehen anbelangt, so drücken die Bandagen das heiße Mischgut effektiv nach unten, d. h. auf beiden Seiten wird die gleiche Nahthöhe erzielt. Was die Dichte anbelangt, so wird mitunter Mischgut von der Naht weggeschoben, weil es in der Nähe der Bandagenkante keine Begrenzung gibt.

### LÄNGSNAHT – ZWEITER ÜBERFAHRT



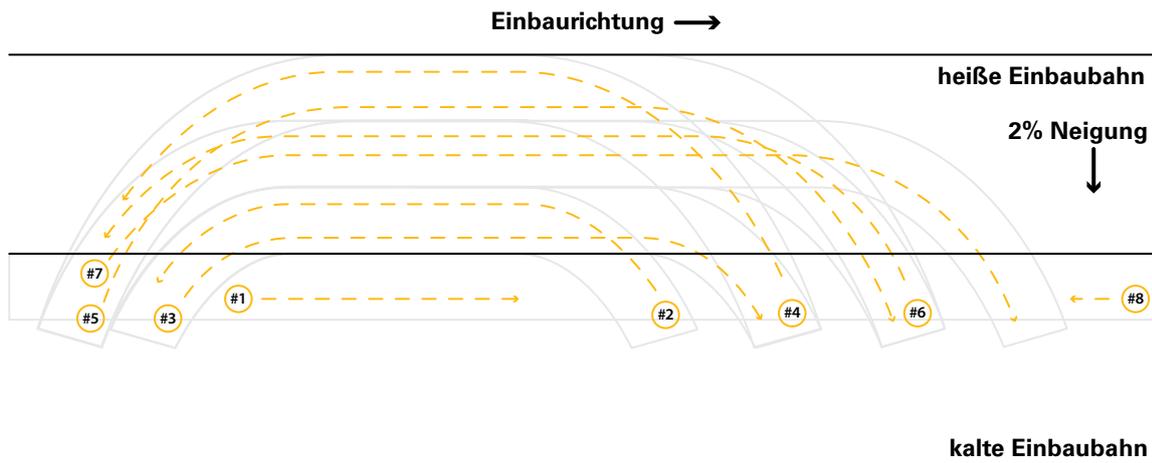
Während des Übergangs zwei ist die Walze so zu positionieren, dass sich beide Vibrationsbandagen vollständig auf der heißen Einbaubahn befinden. Dabei sollte die Bandagenkante ca. 15 cm von der Nahtflanke entfernt sein. Mit diesem Übergang, der mit Vibration erfolgt, wird begonnen, die geforderte Dichte zu erzeugen. Ein wenig Mischgut wird jedoch gewöhnlich zurück, in Richtung der Längsfuge, geschoben.

## LÄNGSNAHT – DRITTE ÜBERFAHRT



Während des Übergangs drei ist die Walze so zu positionieren, dass die Bandagen die Längsnaht geringfügig überlappen, wobei sich der überwiegende Teil der Bandagen auf der heißen Einbaubahn befindet. Da die Überlappung der kalten Einbaubahn gering ist, kann mit vibrierenden Bandagen gearbeitet werden. Bei allen weiteren Übergängen, wenn überhaupt, die neben der Längsnaht erfolgen, kann die Längsnaht mit allen anderen Walzen überfahren werden.

## REALISIERTES WALZSCHEMA



Angenommen, die Soll-dichte wird mit zwei Übergängen erreicht, dann sieht das Walzschema ein wenig anders aus, weil ja mit dem ersten Übergang die Naht versiegelt wird. Bei diesem Schema können Sie vorteilhafterweise die Walze auf der kalten Einbaubahn anhalten und reversieren. Beachten Sie, dass die Überfahrten vier und fünf an der nicht begrenzten Kante erfolgen. Wenn die Einbaubahn von der Naht zur nicht begrenzten Kante hin abfällt, sollte die nicht begrenzte Kante nach der Naht verdichtet werden. Nach den Überfahrten sechs und sieben zur Verdichtung des mittleren Bereiches ist die Abdeckung der Einbaubahn komplett.

Am Ende der Überfahrt sieben hat der Walzenführer zum Reversieren auf der kalten Einbaubahn angehalten und befindet sich in einiger Entfernung vor der Stelle, an der die Naht bereits versiegelt worden ist. Folglich ist die Überfahrt acht ein in umgekehrter Richtung erfolgte Überfahrt im statischen Modus, bei dem sich der größte Teil der Bandagen auf der kalten Einbaubahn befindet. Nach der Überfahrt acht wird die Walze so positioniert, dass ein neues Schema begonnen werden kann. Aufgrund der Überfahrt zum Versiegeln der Naht befindet sich am Ende des Walzschemas die zur Anfangsverdichtung eingesetzte Walze jeweils an einem anderen Ort.

Bei einem Walzschema wie oben erläutert wird zwecks Erreichung einer gleichmäßigen Verdichtung eine Zählung und Registrierung der Überfahrten empfohlen.

[ VERDICHTUNG VON SPEZIALNÄHTEN ]

Neben den Nähten mit vertikalen Flanken gibt es noch Keilnähte und Keilnähte mit Stufe. Diese Nahtarten können z. B. bei Autobahnprojekten der Verkehrssicherheit wegen vorgeschrieben sein.

Einige Bauämter fordern die Ausführung einer Keilnaht mit Stufe überall dort, wo die Möglichkeit besteht, dass eine nicht begrenzte Kante für den Verkehr freigegeben werden könnte bzw. dass eine nicht begrenzte Kante eine Höhe von 50 mm oder mehr aufweist. Die Keilnaht mit Stufe soll es Fahrzeugen leichter machen, die nicht begrenzte vertikale Kante zu überqueren.

Zur Unterstützung der Verdichtung von Keilnähten mit Stufen werden mitunter Anhängerwalzen (USA) verwendet, die an die Einbaubohe angehängt werden. Die Anhängerwalze wird in der Regel eingesetzt, wenn die Asphaltmischgut eine Stufe aufweist, die mindestens 50 mm hoch ist, oder einen Keil, der mindestens 50 mm dick ist. Das fachgerechte Anlegen ist der Schlüssel zum Erzielen einer guten Dichte der Keilnähten mit Stufe.

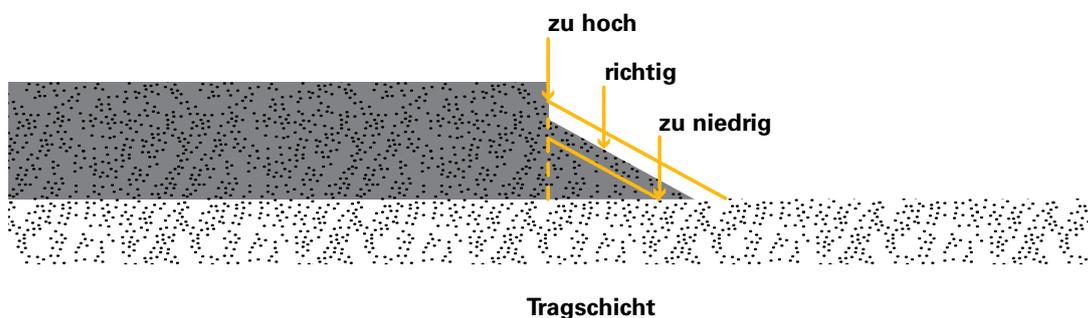


Vom Fertiger wird eine Keilnaht mit Stufe eingebaut.



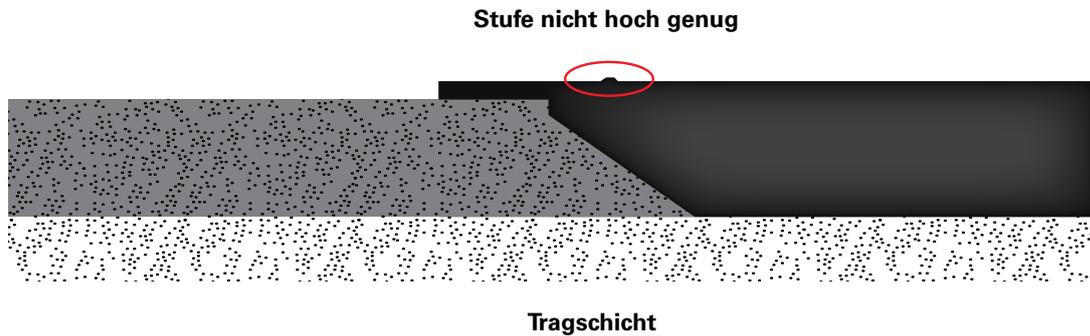
Für Keilnähte mit Stufen werden mitunter Anhängerwalzen (USA) verwendet.

KEILNÄHTE MIT STUFE



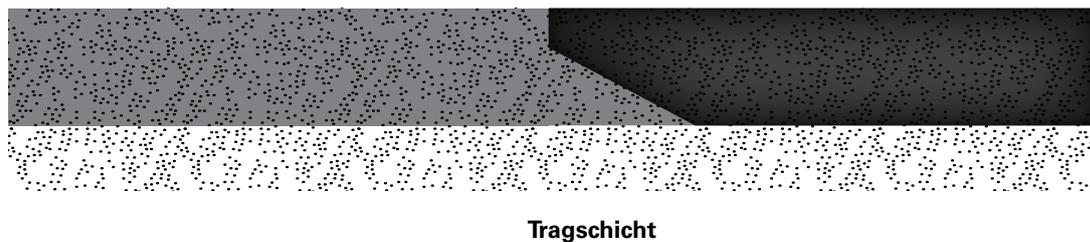
Dabei ist die Planung der richtigen Höhe der Stufe und der Dicke des Keils von entscheidender Bedeutung. Die Höhe der Stufe sollte mindestens doppelt so groß wie das größte Korn im Asphaltmischgut sein. Genauso sollte die Dicke des Keils mindestens doppelt so groß wie das größte Korn im Asphaltmischgut sein. Ist die Stufe zu kurz, werden die Gesteinskörner entlang an der Außenseite der Stufe mitgerissen. Ist der Keil zu dünn, werden die Gesteinskörner entlang der Flanke des Keils mitgerissen.

## NICHT FACHGERECHTE KEILNAHT MIT STUFE



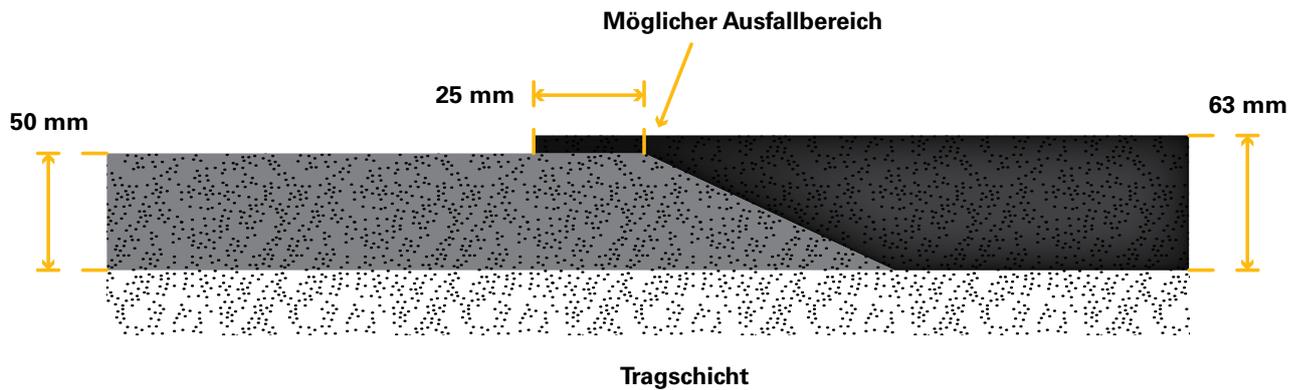
*Eine zu flache Stufe hat eine Reihe entmischter großer Gesteinskörner an der Außenseite der Stufe zur Folge. Eventuell sind in diesem Bereich unbeschichtete Gesteinsflächen zu sehen, was ein Zeichen dafür ist, dass sie zerbrochen sind, weil die Schicht zu dünn ist. Mit der Zeit dringt Feuchtigkeit durch das entmischte Material, die Naht beginnt auseinanderzugehen, es kommt zu einem vorzeitigen Ausfall.*

## FACHGERECHTE KEILNAHT MIT STUFE



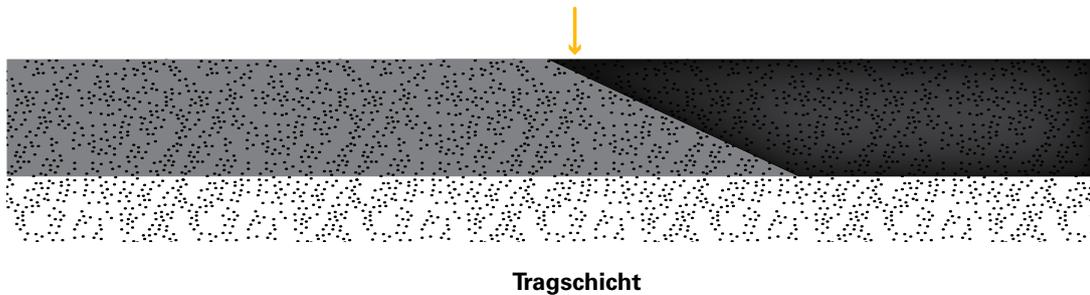
*Ein fachgerecht gebauter Keil mit Stufe kann dann fachgerecht verdichtet werden. Gehen Sie dabei genauso vor wie beim Verdichten einer Naht mit vertikaler Flanke. Der erste Übergang erfolgt entlang der Längsnaht. Bleiben Sie dabei mit den Bandagen vollständig auf der heißen Einbaubahn und 15-20 cm von der Naht entfernt. Es ist bekannt, dass die Dichte von Keilnähten mit Stufen hoch ist bzw. höher als bei Nähten mit vertikalen Flanken ist. Keilnähte sind eine weitere Variante, die mitunter von Bauämtern der Verkehrssicherheit wegen vorgeschrieben wird.*

**KEILNAHT**



**KEILNAHT**

**Halten Sie nach zerbrochenem Gestein Ausschau**



Aufgrund des Fehlens an Schichtdicke im Bereich neben der Schnittfläche von heißer und kalter Einbaubahn bereiten Keilnähte Probleme. Es gibt keine vertikale Stufe. Es gibt nur eine schräge Fläche oder Keilfläche, auf der der frische Asphalt platziert wird. Deshalb besteht immer die Möglichkeit einer Entmischung am oberen Ende des Keils. Vor dem Verdichten ist eventuell innerhalb der Naht ein Streifen entmischten Gesteins zu sehen. Nach dem Verdichten ist eventuell innerhalb der Naht ein Streifen unbeschichteten Gesteins zu sehen. Keilnähte sind am besten geeignet, wenn das größte Korn in der Mischgutrezeptur 8 mm groß ist. Mischgut mit größerer Körnung neigt zur Entmischung an der Keilnaht.

**Zusammenfassung:** Erstklassige Längsnähte verlangen – genau wie Quernähte – sowohl dem Einbauteam als auch dem Verdichtungsteam größte Anstrengungen ab. Der Verdichtungsprozess kann keine Fehler korrigieren, die während des Einbauvorgangs gemacht wurden. Bei einer Fehlersuche an Längsnähten richten Sie Ihren Blick zuerst auf die Kante der kalten Einbaubahn. Überprüfen Sie anschließend, ob Überlappung und Höhe der heißen Einbaubahn korrekt sind. Schließlich passen Sie das Walzschema so an, dass die Anforderungen an die Dichte oder das Aussehen der Naht erfüllt werden.



## Kapitel 7

# BEIM VERDICHTEN AUFTRETENDE PROBLEME

Probleme beim Verdichten resultieren typisch aus Veränderungen. Wenn Sie Dichteschwankungen auf den Grund gehen, schauen Sie zuerst auf Veränderungen bei Einbauvorgang, Temperatur der Einbaubahn, Walzschema und Walzgeschwindigkeit.





*Splittmastixasphalt mit polymermodifiziertem Bitumen klebt an der Stahlbandage fest.*

Diese Lektion gibt einen Überblick über einige der häufigsten Probleme beim Verdichten, denen Maschinenführer, Qualitätsbeauftragte und Bauleiter gegenüberstehen. Der Reihenfolge

der Darstellung dieser Probleme kommt keine Bedeutung zu. Zum besseren Verständnis wurden ähnliche Probleme zu Gruppen zusammengefasst, sofern dies möglich war.

### [ ASPHALT BLEIBT AN TROCKENEN BANDAGENOBERFLÄCHEN KLEBEN ]

Die häufigste Ursache für Ausfallzeiten bei Tandemwalzen ist eine Funktionsstörung der Bandagen-Berieselungsanlage.

Wenn irgendein Teil der Stahlbandage keinen Wasserfilm an der Oberfläche aufweist, ist es wahrscheinlich, dass heißer Asphalt an der Bandage

haften bleibt. Je klebriger das Asphaltmischgut ist, desto schwerwiegender ist das Problem. Eine kleine Menge Asphalt, die an der Bandage klebt, wird schnell zu einem großen Problem. Mit jeder Umdrehung der Bandage nimmt die Menge des festklebenden Asphalts zu und die Einbaubahn wird ausgerissene Stellen aufweisen.



*Ausgerissene Stellen in der frischen Einbaubahn entstehen durch Festkleben von Asphalt an der Bandage.*



*Wassersprühdüsen funktionieren ordnungsgemäß, wenn Wartungsvorschriften eingehalten werden und sauberes Wasser verwendet wird.*

Wenn der Asphalt an einer Bandagenoberfläche zu kleben beginnt, muss der Betrieb dieser Walze eingestellt werden. Die Bandage muss gesäubert und das Problem an der Bandagen-Berieselungsanlage behoben werden. Ein fortgesetzter Betrieb der Walze würde schwere Schäden an der Einbaubahn zur Folge haben, die aufwendige Handarbeit erfordern, um die Fehlstellen zu verfüllen und zu ebnen.

- **Verwenden Sie sauberes Wasser.** Füllen Sie die Tanks der Berieselungsanlage nach Möglichkeit mit Wasser aus zugelassenen Quellen. Wenn Sie beispielsweise Teichwasser verwenden müssen, verkürzen Sie die Wartungsintervalle.
- **Tauschen Sie die Filter der Hauptberieselungsanlage aus.** Halten Sie beim Filteraustausch das in der Betriebs- und Wartungsanleitung der Maschine angegebene Intervall ein. Wenn der Filter der Hauptberieselungsanlage verstopft ist, fließt das Wasser am Filter vorbei, und nicht filtriertes Wasser gelangt in die Sprühbalken. Nicht filtriertes Wasser ist häufig Ursache für ein Verstopfen der Sprühdüsen. Halten Sie stets einen Ersatzfilter auf der Walze oder im Wartungsfahrzeug bereit.
- **Warten Sie die Einlassfilter.** Die meisten Wassertanks haben einen Einlassfilter im Einfüllstutzen. Die erste Stufe der Wasserfiltration ist der Einlassfilter. Den Einlassfilter nicht wegwerfen. Platzieren Sie den Wasserzuführungsschlauch im Einlassfilter.
- **Reinigen Sie die Sprühdüsen.** Die Sprühdüsen haben im Inneren Messing- oder Kunststoffsiebe. Prüfen Sie die Düsensiebe täglich auf Verschmutzung. Reinigen Sie bei Bedarf die Düsensiebe gründlich. Verkürzen Sie das Wartungsintervall für die Düsen, wenn Sie verschmutztes Wasser verwenden. Wenn nur eine Seite der Düse verstopft ist, wird

Hauptgrund für trockene Bereiche an der Oberfläche der Bandage ist eine verstopfte Sprühdüse. Verstopfte Sprühdüsen lassen sich vor allem durch eine gute Wartung und die Verwendung von sauberem Wasser vermeiden.

das Sprühmuster schmaler. Dies kann einen trockenen Streifen auf der Bandage und den Beginn des Festklebens von Asphalt zur Folge haben.

- **Warten Sie die Wasserverteilungsplatte.** Die Bandage ist mit einer Art Wasserverteilungsplatte ausgerüstet, die den Wasserfilm an der Oberfläche der Bandage gleichmäßig verteilen hilft. Da sich die Verteilungsplatte abnutzt, müssen Sie sie so einstellen, dass sie in gutem Kontakt zur Bandage bleibt. Tauschen Sie die Verteilungsplatten entsprechend ihrem Verschleiß aus.
- **Machen Sie sich mit den Funktionsmöglichkeiten der Berieselungsanlage vertraut.** Die meisten Berieselungsanlagen bieten eine Wahl zwischen Dauerberieselung und Intervallberieselung. Verzichten Sie nicht auf eine gute Wasserverteilung zugunsten einer Wasserersparnis. Es ist besser, häufiger zu halten, um den Wasservorrat aufzufüllen, als zu halten, um die Bandage zu säubern.
- **Schützen Sie die Berieselungsanlage bei kaltem Wetter.** Für die Berieselungsanlage ist ein optionaler Frostschutz-Einbausatz lieferbar. Er enthält einen separaten Behälter für Frostschutzmittel. Am Ende der Arbeitsschicht kann der Walzenführer das Frostschutzmittel durch die Anlage zirkulieren lassen, um ein Einfrieren über Nacht zu vermeiden.

**Praktischer Hinweis:** Sie sollten wissen, wie die Berieselungsanlage bei Ausfall einer Berieselungspumpe zu betreiben ist. Die meisten Berieselungsanlagen enthalten zwei Pumpen, und bei den meisten Systemen ist es möglich, beide Sprühbalken mit nur einer Pumpe zu speisen. Sie sollten wissen, was zu tun ist, um mit einer Pumpe weiterzuarbeiten, bis eine Ersatzpumpe geliefert und eingebaut worden ist.



*Heißer Asphalt kann an Gummireifen haften bleiben, und die Klumpen können abfallen und zu einer erheblichen Verschlechterung von Ebenheit und optischer Erscheinung führen.*

### [ ASPHALT BLEIBT AN GUMMIREIFEN KLEBEN ]

Asphalt kann auch an Gummireifen haften bleiben. Wie schwerwiegend ein Haftenbleiben von Asphalt an Gummireifen ist, hängt in erster Linie von der Rezeptur des Asphaltes und des Bitumenanteiles ab. Das Festkleben am Reifen wird zudem durch den Temperaturunterschied zwischen der Oberfläche der Asphaltenschicht und den Gummireifen beeinflusst.

- Verwenden Sie zum Reinigen der betroffenen Reifen ein biologisch abbaubares Trennmittel. Geben Sie vor Wiederaufnahme des Verdichtens mehr Trennmittel auf die Reifen.
- Stellen Sie sicher, dass die Verteilungsplatten und Reifenschaber korrekt positioniert und im betriebsfähigen Zustand sind.

Wenn Asphalt an den Gummireifen einer Gummiradwalze zu kleben beginnt, muss der Walzenführer unverzüglich anhalten und das Problem beheben.

- Fahren Sie die Gummiradwalze auf der Asphaltenschicht in einen Bereich, in dem die Oberflächentemperatur relativ niedrig ist.
- Erwärmen Sie die Reifen durch Arbeiten auf warmem Belag, bevor Sie sich in einen Bereich höherer Temperatur begeben.
- Nutzen Sie ggf. Reifenheizungen.



*Reifenabdeckungen haben eine wichtige Funktion bei Gummiradwalzen. Sie sollten angebracht sein, um den Wärmeverlust der Gummireifen gering zu halten.*

Es ist sehr wichtig, die Gummireifen zu erwärmen und auf der richtigen Temperatur zu halten. Reifenabdeckungen helfen dabei, die Wärme im Bereich der Vorder- und Hinterachse zu halten. Caterpillar empfiehlt für alle Verdichtungsanwendungen den Gebrauch von Reifenabdeckungen bei Gummiradwalzen. Besonders wichtig sind Reifenabdeckungen, wenn Asphalt zu verdichten ist, der modifiziertes Bitumen enthält. Ohne Reifenabdeckungen sind die Reifen den Umgebungsbedingungen ausgesetzt und können ihre Wärme rasch abgeben.

Mitunter werden Trennmittel eingesetzt, um zu verhindern, dass heißer Asphalt an der Bandage kleben bleibt. Erkundigen Sie sich, welche Trennmittel zulässig sind.

Die meisten Gummiradwalzen verfügen über eine Reifen-Berieselungsanlage, die oftmals mit Wasser und einem Additiv befüllt wird. Übliche Additive sind Detergenzien, Wasserenthärter oder speziell entwickelte Additive, die die Filmdicke des auf die Reifen gesprühten Wassers erhöhen.

**Praktischer Hinweis:** Stellen Sie vor Verladen einer Gummiradwalze auf ein Transportfahrzeug sicher, dass die Reifenabdeckungen hochgerollt und in der Transportlage gesichert sind. Wenn Sie die Reifenabdeckungen unten lassen, könnten die Reifen darüber fahren und sie beschädigen.



*Trennmittel können mittels eines Sprühkanisters oder der Reifen-Berieselungsanlage der Walze aufgebracht werden.*

In einigen Regionen wird natürliches Pflanzenöl anstelle von Wasser in der Berieselungsanlage verwendet. Keine Erdöldestillate verwenden; sie sind für den Asphalt und die Umwelt schädlich.

Wenn Sie die Gummiradwalze für ihren Einsatz in der gewünschten Position hinter dem Fertiger

- Vor Beginn des Einbaus und des Verdichtens sollten Sie die Gummiradwalze auf einer asphaltierten Fläche hinter dem Ausgangspunkt betreiben. Fahren Sie mit hoher Geschwindigkeit, um die Gummireifen elastisch zu verformen und dadurch Wärme zu erzeugen.
- Wenn Sie ein Trennmittel verwenden, sprühen Sie die Reifen gründlich ein, sobald die Gummiradwalze für ihr erstes Walzschema bereit ist.
- Prüfen Sie die Temperatur der Asphaltsschicht und leiten Sie den Walzenführer in den richtigen Temperaturbereich.
- Bei Anzeichen eines übermäßigen Festklebens von Asphalt an den Reifen gilt höchste Alarmbereitschaft. Achten Sie vor allem auf Asphaltklumpen, die von den Reifen fallen, wenn die Gummiradwalze hält und reversiert.

vorbereiten, planen Sie ihre Anfahrt so, dass sich dabei die Reifen erwärmen. Bringen Sie (ggf.) ein Trennmittel auf und halten Sie die Reifen warm.

- Wenn Sie ein übermäßiges Festkleben von Asphalt bemerken, säubern Sie unverzüglich die Reifen. Fahren Sie die Gummiradwalze weiter nach hinten, in einen kühleren Bereich. Fahren Sie dann die Gummiradwalze langsam nach vorn, damit sich die Reifen erwärmen können, bevor der gewünschte Temperaturbereich erreicht wird.
- Wenn Sie ein übermäßiges Festkleben von Asphalt bemerken, säubern Sie unverzüglich die Reifen. Fahren Sie die Gummiradwalze weiter nach hinten, in einen kühleren Bereich. Fahren Sie dann die Gummiradwalze langsam nach vorn, damit sich die Reifen erwärmen können, bevor der gewünschte Temperaturbereich erreicht wird.

**[ TIEFE REIFENSPUREN ]**

Bei Verwendung einer Gummiradwalze auf heißen Asphaltsschichten, insbesondere Schichten von 75 mm oder dicker, können tiefe Reifenspuren entstehen, die schwer auszubügeln sind, vor allem hinter Vibrationsbohlen.

Gewöhnlich wird eine Gummiradwalze zur Zwischenverdichtung einer Asphaltsschicht eingesetzt, deren Dichte der Soll-Fertigdichte bereits nahekommt. Die Reifenspuren, die sie in der Einbaubahn hinterlässt, sind normalerweise oberflächlich und können von der zur Endverdichtung eingesetzten Walze beseitigt werden.

Wenn jedoch die Gummiradwalze zur Anfangsverdichtung eingesetzt ist oder wenn sie einen Bereich walzt, in dem die Einbaubahn dicker und heißer als normal ist, dann können die Gummireifen tiefe Spuren hinterlassen, die sich während der Endverdichtung nicht ohne weiteres ausbügeln lassen.

Eine Gummiradwalze wird üblicherweise dann während der Anfangsverdichtungsphase eingesetzt, wenn eine Trag- oder Binderschicht verdichtet wird, auf die noch eine weitere Schicht kommt. In diesem Fall sind Reifenspuren und eine schlechtere Ebenheit weniger ein Problem.

Die Verwendung einer Gummiradwalze zur Anfangsverdichtung der Deckschicht (Verschleißschicht) ist nicht üblich, da es bei der Deckschicht oftmals auf Ebenheit ankommt. Beim Verdichten der Deckschicht befindet sich eine Gummiradwalze in der Regel an einer Zwischenposition.

Falls beim Verdichten der Deckschicht tiefe Reifenspuren entstehen:

- Fahren Sie die Gummiradwalze weiter hinter den Fertiger, wo die Asphaltsschicht kühler ist, oder
- verringern Sie den Reifendruck, um die Aufstandsfläche zu vergrößern und den Anpressdruck zu verringern.



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



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

### [ SCHLAGMARKEN VON VIBRATIONSBANDAGEN ]

Wird zu viel Vibrationsverdichtungsenergie auf die Asphalt­schicht übertragen, können an der Oberfläche der Asphalt­schicht Schlagmarken auftreten, die sich während der Endverdichtungsphase nicht ausbügeln lassen.

In Lektion zwei, „Beim Verdichten wirkende Kräfte“, haben Sie gelernt, wie Last und Amplitude die Asphaltverdichtung beeinflussen. In Lektion drei haben Sie gelernt, wie andere Faktoren, etwa Arbeitsgeschwindigkeit und Schichtdicke, den Verdichtungsprozess beeinflussen. Bei der obigen Abbildung ist unübersehbar, warum die Asphalt­schicht Schlagmarken von Vibrationsbandagen aufweist.

Die Walze hat mehrere langsame Vibrationsübergänge über der Naht zwischen Asphalt­schicht und Betonablauf­rinne ausgeführt, um für einen besseren Höhen­angleich die Asphalt­schicht niederzudrücken. Mit Sicherheit trat in diesem Bereich ein Springen der Bandagen auf. Sie können sogar die weiße, pulvrige Fläche sehen, die auf zerbrochene Gesteinskörner schließen lässt. In diesem Fall war das Problem durch das Einbauteam

verursacht, es hatte die Naht zu hoch gebaut. Mit der Walze kann die Dicke der Schicht nicht so weit verringert werden. Wenn die Schicht dicht wird, beginnen die Bandagen zu springen und hinterlassen Schlagmarken.

Noch einmal, wenn Sie bemerken, dass die Bandage springt oder wenn Sie Schlagmarken an der Oberfläche der Asphalt­schicht entdecken, sollten Sie eine oder mehrere der folgenden Anpassungen vornehmen:

- Überprüfen Sie die Arbeitsgeschwindigkeit, um sicherzustellen, dass Sie in dem Bereich arbeiten, in dem 26 bis 46 Schläge pro Meter erfolgen.
- Stellen Sie eine kleinere Amplitude ein.
- Wählen Sie eine niedrigere Frequenz, sofern dies bei der Walze möglich ist.
- Arbeiten Sie im statischen Modus.
- Betreiben Sie eine Bandage im Vibrationsmodus und die andere im statischen Modus.



*Oben: Schlagmarken von Vibrationsbandagen. Rechts: Es sollte ein Schema festgelegt werden, durch das der heiße Asphalt beim Reversieren nicht deformiert wird.*



**[ REVERSIEREN AUF DER ASPHALTSCHICHT ]**

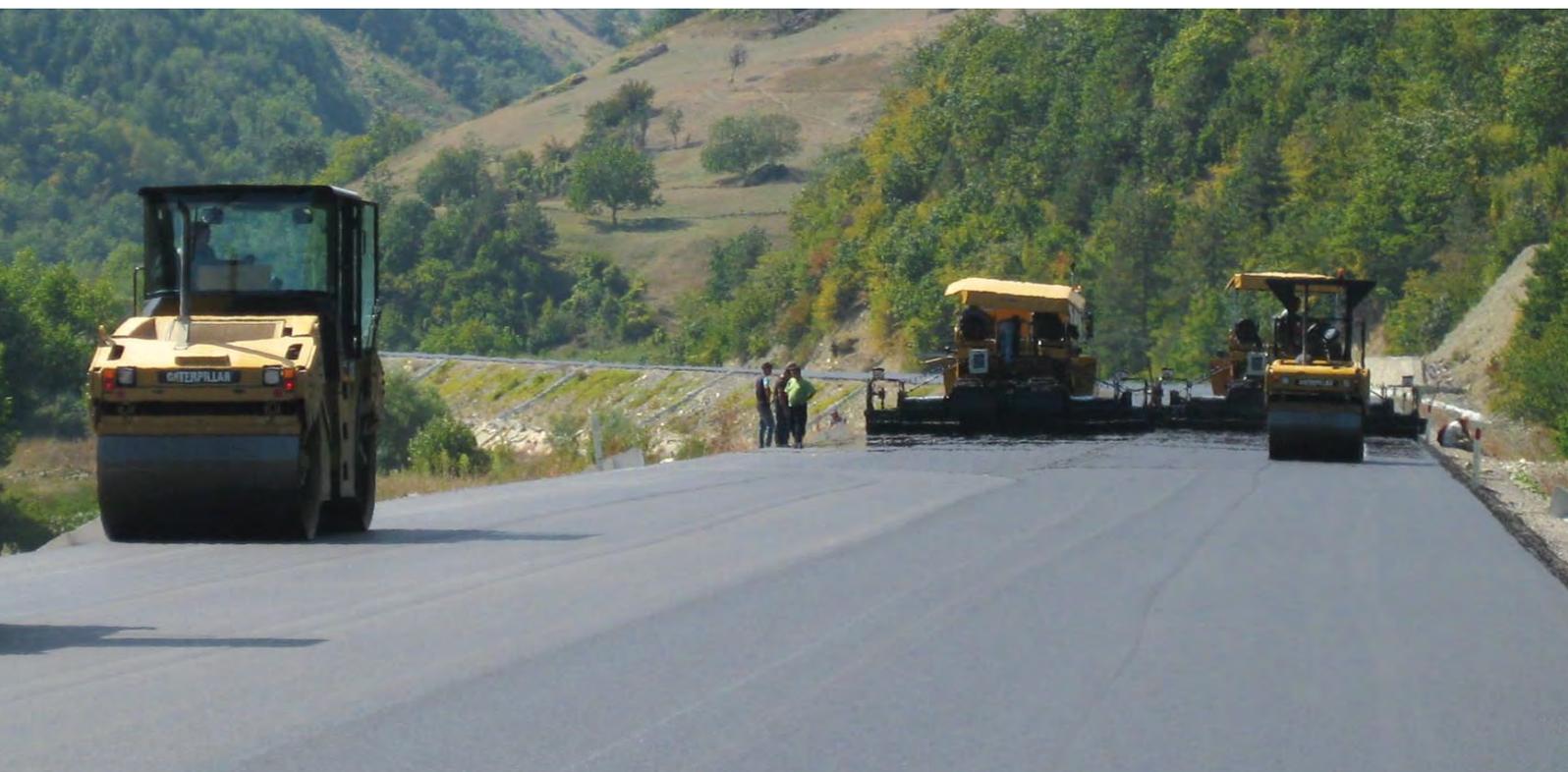
Die meisten der von Vibrationswalzen mit Stahlbandagen verwendeten Walzschemen erfordern, dass die Walze auf der heißen Asphaltsschicht anhält und reversiert. In Lektion 5 wurden Walzschemen ausführlich erörtert. In der vorliegenden Lektion werden noch einmal potenziell schwerwiegende Probleme durchgegangen, die durch das Anhalten auf einer frischen Asphaltsschicht verursacht wurden.

Eine Walze mit Stahlbandagen sollte auf einer frischen Asphaltsschicht immer unter einem Winkel, nie gerade anhalten, wenn sie am Ende eines Übergangs reversiert. Eine unter einem Winkel von dreißig Grad hinterlassene Bremsspur kann die nachfolgende Walze leichter ausbügeln. Stellen Sie sicher, dass die verwendete Walze eine Arbeitsbreite besitzt, die ein Fahren eines Radius beim Anhalten zum Reversieren zulässt.

Dem Walzenfahrer wird es schwerfallen, auf einer relativ schmalen Einbaubahn anzuhalten und zu

reversieren, wenn er eine Walze mit Bandagen fährt, die 200 cm oder breiter sind. Machen Sie sich vor Beginn des Projekts mit allen Einbaubreiten, mit denen das Verdichtungsteam zu tun haben wird, vertraut. Greifen Sie zu einem Tool wie dem interaktiven Produktionsrechner von Caterpillar (Cat Interactive Production Calculator), um die Produktionsleistung der Walze an die des Fertigers anzupassen.

Grundsätzlich gilt: Wählen Sie Walzen mit Arbeitsbreiten, die die Einbaubahn mit drei überlappenden Übergängen abdecken. Diese Walzen werden ausreichend Platz haben, um auf dem frischen Asphalt unter einem Winkel anzuhalten und zu reversieren. Wenn es der Produktionsleistung wegen erforderlich sein sollte, Walzen mit größeren Arbeitsbreiten zu wählen, die eine Einbaubahn mit zwei überlappenden Übergängen abdecken, stellen Sie sicher, dass die Walzenfahrer ein Schema festlegen, das den heißen Asphalt nicht deformiert.



### [ PARKEN AUF DER ASPHALTSCHICHT ]

Eine Asphalttandemwalze, egal welchen Typs, niemals auf einer Asphalttschicht abstellen, wenn die Schicht noch nicht vollständig verdichtet und unter 20° C abgekühlt ist. Dies gilt insbesondere für eine Asphalttschicht, bei der es auf Ebenheit

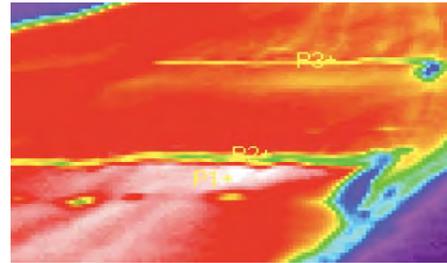
ankommt. Setzen Sie alles daran, die Walze an einem Ort anzuhalten, an dem eine Beschädigung der frisch verlegten Einbaubahn ausgeschlossen ist.



Angehalten und teilweise auf dem Standstreifen geparkt.



Nach sechs Minuten davongefahren.



Das Wärmebild zeigt kalte Flächen.

Immer, wenn eine Walze auf einer frischen Asphalttschicht angehalten und geparkt wird, beulen die Bandagen oder Reifen die Einbaubahn ein. Die Fotos zeigen die Auswirkung eines sechsminütigen Halts auf der Asphalttschicht. In diesem Beispiel hatte der Fertiger gehalten, um auf Transportfahrzeuge zu warten. Die zur Anfangsverdichtung eingesetzte Walze schloss ihr Walzschema ab und parkte mit den Bandagen unter einem Winkel sowie mit einem Teil der Bandagen auf dem 90 cm breiten Standstreifen und dem anderen Teil der Bandagen auf der Fahrbahn, bei der es auf Ebenheit ankommt.

Nach einem sechsminütigem Halt begann der Einbau wieder, und der Walzenführer begann mit einem neuen Schema. Ein Blick auf die Stelle, an der die Walze geparkt hatte, lässt erkennen, dass sich dort, wo sich die Bandagen befanden, Wasser angesammelt hat und die Einbaubahn Dellen aufweist.

Ein Wärmebild zeigt, dass die Stahlbandagen dort einen erheblichen Wärmeverlust bewirkt hatten. Die Temperatur der Einbaubahn beträgt an den Stellen, an denen sich die beiden Stahlbandagen befanden, 65° C. An der Einbaubahn sind jedoch noch die Zwischenverdichtung und die

Endverdichtung durchzuführen. Doch an besagter Stelle der Einbaubahn ist jetzt die Temperatur viel niedriger sonst.

Am Ende der Arbeitsschicht wurde die Ebenheit der endverdichteten Fahrbahn mit einem Oberflächenmessgerät gemessen. An der Stelle, an der die Walze sechs Minuten lang geparkt hatte, weist der Profilverlauf zwei Dellen und Wölbungen auf, die durch die Stahlbandagen verursacht sind und in der Zwischen- und Endverdichtungsphase nicht ausgebügelt wurden. Der Profilverlauf ist Beweis dafür, dass ein Parken auf einer heißen Einbaubahn, wie lange auch immer, wahrscheinlich dauerhafte Unebenheiten hinterlässt.

Caterpillar empfiehlt, bei einer Unterbrechung des Einbauvorgangs die betroffenen Walzen auf einer Fläche abzustellen, die kalt und vollständig verdichtet ist, oder auf einer Fläche, die nicht zu einem Fahrstreifen gehört. Falls kein geeigneter Parkplatz zur Verfügung steht, sollte der Walzenführer das Vibrationssystem der Walze deaktivieren, zu einem Bereich der Asphalttschicht fahren, der vom momentanen Walzschema entfernt ist und mit niedriger Geschwindigkeit auf der Einbaubahn weiterarbeiten, bis der Einbau fortgesetzt wird.

**[ HALTEN ZUM AUFFÜLLEN DES WASSERVORRATS ]**

Je nach Fassungsvermögen der Wassertanks der Berieselungsanlage und Klimaverhältnissen muss eine Walze mit Stahlbandagen einmal oder mehrmals pro Arbeitsschicht zum Auffüllen des Wasservorrats halten. Das Team sollte Stopps zum Auffüllen von Wasser einplanen, um lange Unterbrechungen des Verdichtungsprozesses und ein Anhalten der Walze in einem Abschnitt, der zur Fahrbahn gehört, zu vermeiden. Es folgen Empfehlungen zur Verminderung von Störungen beim Anhalten zum Auffüllen des Wasservorrats.

Parken Sie zum Auffüllen der Wassertanks der Berieselungsanlage die Walze auf einer kalten, verdichteten Fläche oder auf dem Standstreifen. Oft bedeutet dies, dass der Wasserwagen mit einem langen Schlauch ausgerüstet sein muss. Mitunter muss der Wasserwagen auf einer kalten Fläche parken, und der Wasserschlauch muss über die 3,75 m breite Fahrbahn bis zu einer Walze reichen, die auf dem gegenüberliegenden Standstreifen parkt. Planen Sie bei jedem Projekt die maximale Schlauchlänge, die für das Auffüllen der Wasservorräte erforderlich sein wird. Stellen Sie sicher, dass die Länge des Wasserschlauches in jeder Situation ausreicht.

Bei manchen Projekten wird die Einbaubahn zwei nicht begrenzte Kanten aufweisen, jedoch keinen Standstreifen, auf dem die Walze halten könnte.

Oder die Einbaubahn weist eine nicht begrenzte Kante auf und auf der gegenüberliegenden Seite ist kein Platz, um mit der Walze die Einbaubahn zu verlassen. Sehen Sie in jenen Fällen die Bereitstellung von stabilen Platten entlang der nicht begrenzten Kante der Einbaubahn vor. Die Walze kann mit Hilfe der Platten auf die und von der Einbaubahn fahren, ohne die nicht begrenzte Kante einzudrücken.

Die Stopps zum Auffüllen des Wasservorrats sollten so kurz wie möglich sein. Der Einbauvorgang muss möglicherweise vorübergehend angehalten werden, bis die Walze ihr Schema wieder aufnehmen können. Je nach Projekt und Typ der Walzen könnte es auch möglich sein, die zur Zwischenverdichtung eingesetzte Walze zur Anfangsverdichtung heranzuziehen, während die zur Anfangsverdichtung eingesetzte Walze ihren Wasservorrat auffüllt.

Ganz gleich, welche Schritte Sie während des Auffüllens des Wasservorrats unternehmen, aller Wahrscheinlichkeit nach wird sich die Temperatur der Einbaubahn ändern und es ist möglich, dass die Dichte entsprechend der Stärke des Temperaturverlusts variiert. Wird der Wasserwagen so positioniert, dass ein rasches Auffüllen möglich ist, lässt sich bei den Halten zum Auffüllen des Wasservorrats Zeit sparen.



*Die Walze parkt zum Auffüllen des Wasservorrats auf dem Standstreifen, um ein Eindringen der Fahrbahn zu vermeiden. Sehen Sie ggf. einen Weg vor, um der Walze das Herunterfahren von einer Einbaubahn mit nicht begrenzter Kante zu ermöglichen.*

## VERDICHTUNGSRECHNER

<b>Lastwagentransport</b>			
<b>Fertigergeschwindigkeit</b>	<b>Allgemeine Angaben</b>		
<b>Verdichtung</b>	Schichtdicke:	[ 2.95 ] Zoll	[ 75.0 ] mm
<b>Schwaden</b>	Einbaubreite:	[ 12.00 ] Fuß	[ 3.658 ] m
<b>Materialvorlage</b>	Mischgutedichte, unverdichtet: Transportvermögen des Beschickungsfahrzeugs oder Gesamttonnage:	[ 130 ] lbs/ft <sup>3</sup>	[ 2082 ] kg/m <sup>3</sup>
<b>Neigung</b>	<b>Länge der Einbaubahn bei 100%-iger Nutzung:</b>	[ 4598.70 ] Fuß	[ 1402 ] m
<b>Dicke</b>	Ist-Länge der gefertigten Einbaubahn:	[ 4691.60 ] Fuß	[ 1430 ] m
<b>Zusammenfassung</b>	<b>Nutzung der Ladung oder Tonnage, in %:</b>		[ 102 ]
<b>Gültig</b>			[ 80 ]
	<b>Dicke:</b>	[ 2.95 ] Zoll	[ 75 ] mm
	<b>Länge der gefertigten Einbaubahn:</b>	[ 4691.6 ] Fuß	[ 1430 ] m
<b>Beenden</b>	<b>Breite:</b>	[ 12 ] Fuß	[ 3.658 ] m

Die Funktion „Materialvorlage“ des interaktiven Produktionsrechners von Caterpillar (Cat Interactive Production Calculator) unterstützt Sie bei der für Ihr Projekt richtigen Positionierung des Wasserwagens.

Die Funktion „Materialvorlage“ des interaktiven Produktionsrechners von Caterpillar (Cat Interactive Production Calculator) unterstützt Sie bei der für Ihr Projekt richtigen Positionierung des Wasserwagens.

Anhand eines Beispiels unter Verwendung des interaktiven Produktionsrechners von Caterpillar (Cat Interactive Production Calculator) wird gezeigt, wie wichtig es ist, die Positionierung des Wasserwagens zu planen. Bei diesem Autobahnprojekt beträgt die Produktionsleistung 200 Tonnen pro Stunde, die Einbaubreite 3,65 m und die Schichtdicke 80 mm. Das von der Bohle verlegte Mischgut hat ein Gewicht von 2082 kg/cm<sup>3</sup>. Während der gesamten Arbeitsschicht wird ein Fahrstreifen kontinuierlich eingebaut.

Entsprechend dem Fassungsvermögen des Wassertanks und den Klimaverhältnissen muss die Walze alle vier Stunden zum Auffüllen des Wasservorrats halten. In vier Stunden sollte der

Fertiger 800 Tonnen verlegt haben. Das Ergebnis nach Eingabe aller Daten in den Rechner ist, dass in vier Stunden 1402 m eingebaut werden. Bei dem Projekt sollte man sich nach einem Platz umschauen, der sich in der berechneten Entfernung befindet, der zum Parken des Wasserwagens günstig ist und sich für einen Halt der Walze eignet. Falls kein Platz zur Verfügung stehen sollte, um die Walze zu parken, ohne die Einbaubahn einzudrücken, sehen Sie vor, die Walze unter Zuhilfenahme von Platten von der Einbaubahn zu fahren.

Wenn der Wasserwagen und das Personal bereitstehen, um die Wassertanks der Berieselungsanlage aufzufüllen, lässt sich die Unterbrechung des Einbaus kurz halten bzw. die Temperaturänderung der Einbaubahn minimieren.

### [ VERDICHTEN IN ENGEN KURVEN ]

Bei manchen Anwendungen, vor allem bei Stadtstraßen und Parkplätzen, wird die Walze ggf. in Kurven arbeiten müssen, so z.B. in Sackgassen oder in Kreisverkehren oder andere Hindernisse. Zum Verdichten von in Kurven befindlichen Flächen

müssen die richtigen Walzen und Techniken eingesetzt werden, um ein Deformieren der frischen Asphaltsschicht zu vermeiden.



*Kurvenfahrt einer herkömmliche Walze mit einer Arbeitsbreite von 170 cm.*



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

Immer, wenn die Einbaubahn einen engen Kurvenradius aufweist, wird sie deformiert, wenn eine herkömmliche Asphalttandemwalze, die für eine hohe Produktionsleistung ausgelegt ist, einen Übergang um den Radius ausführt. Die Außenkante der Bandage durchfährt eine größere Strecke als die Innenkante der Bandage. In dem Bemühen, den Kurvenradius mit der gleichen Geschwindigkeit wie die Innenkante zu umfahren, wird durch die Außenkante eine Streckung der Einbaubahn bewirkt.

Wenn die einzige verfügbare Walze eine herkömmliche Asphalttandemwalze ist, die für eine hohe Produktionsleistung ausgelegt ist, dann muss ein besonderes Walzschema Anwendung finden, um eine Deformation der Einbaubahn zu vermeiden.

Der Walzenfahrer sollte entlang einer Kante der Einbaubahn auf die Kurve zu arbeiten. Walzen Sie vorwärts (1) in den Kurvenbereich hinein und halten

Sie unter einem Winkel nahe der Außenkante der Kurve an. Fahren Sie auf der gleichen Bahn zurück.

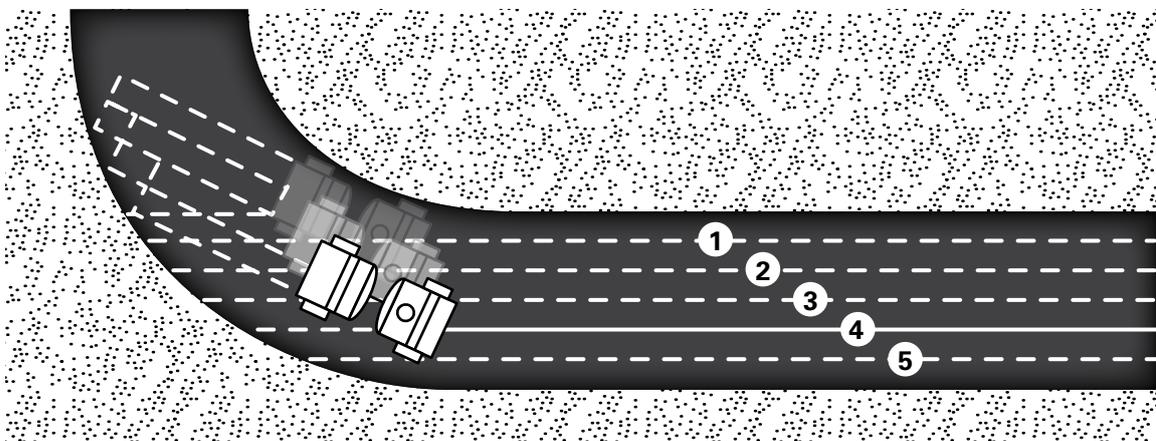
Fahren Sie zur Mitte der Einbaubahn (2), und bei geringfügiger Überlappung des ersten Übergangs walzen Sie in den Kurvenbereich hinein und halten wieder unter einem Winkel nahe der Außenkante an. Fahren Sie auf der gleichen Bahn zurück.

Wiederholen Sie dieses Muster so oft wie nötig (3, 4, 5), um die Breite der Einbaubahn abzudecken.

Positionieren Sie die Walze im Kurveneingang. Dadurch ist sie in einem Winkel zu den bereits im Kurvenbereich ausgeführten Überfahrten. Walzen Sie vor- und rückwärts, um den übrigen Kurvenbereich zu verdichten.

Dann positionieren Sie die Walze für einen vorwärts erfolgenden geradlinigen Übergang im mittleren Bereich der Kurve.

**KURVEN UND KREUZUNGEN**



*Walzschema zum Verdichten in einer Kurve bei Verwendung einer herkömmlichen Asphalttandemwalze (knickgelenkt).*



Mit Kompaktwalzen ist es einfacher, Hindernisse zu umfahren, ohne den frischen Asphalt zu verdrücken.



Walzen mit geteilter Bandage können in Kurven verdichten, ohne den frischen Asphalt zu verdrücken.

Wenn es weniger auf eine hohe Produktionsleistung ankommt, bietet sich als Lösung an, für die Verdichtung von Kurven eine Kompaktwalze einzusetzen.

Kompaktwalzen mit Bandagen, die weniger als 1,0 m breit sind, können auf einer frischen Einbaubahn schärfere Kurven fahren, ohne die Asphaltsschicht zu zerreißen. Für Sackgassen, Stadtstraßen, Parkplätze und andere Projekte, bei denen die Produktionsleistung niedrig ist, bietet eine Kompaktwalze die erforderliche Vielseitigkeit und genügend Produktionsleistung, um mit dem Einbauvorgang Schritt zu halten.

Für einige Bereiche stellt die Walze mit geteilter Bandage eine weitere Option dar. Bei diesen Baueinheiten synchronisiert ein einmaliges Antriebssystem Lenkung und

Bandagengeschwindigkeit so, das eine Hälfte der Bandage schneller als die andere rotiert. Wenn das Lenkrad eingeschlagen wird, läuft die äußere Hälfte der Bandage (entlang dem größeren Bogen der Kurve) schneller als die innere Hälfte der Bandage (entlang dem kleineren Bogen der Kurve). Je stärker das Lenkrad eingeschlagen wird, desto größer ist der Drehzahlunterschied der beiden Hälften der Bandage. Dadurch legen die beiden Hälften in der gleichen Zeit unterschiedliche Strecken zurück. Die frische Einbaubahn erreicht die Solldichte ohne Deformation.

Wenn in Ihrer Region Modelle mit geteilter Bandage vertrieben werden und Sie an Projekten arbeiten, bei denen Kurven zu verdichten sind, empfiehlt Caterpillar, mindestens eines dieser Modelle in ihren Maschinenpark zu integrieren.

**Praktischer Hinweis:** Dieses Walzschema für Kurven hat eine höhere Anzahl Übergänge zur Folge. Es erfordert eine sorgfältige Positionierung der Walze. All dies kostet Zeit, was bedeutet, dass der Fertiger wahrscheinlich inzwischen so weit voraus ist, dass die Einbaubahn zu viel Wärme verliert, bis die zur Anfangsverdichtung eingesetzte Walze den Fertiger wieder eingeholt hat. Caterpillar empfiehlt, dass der Fertiger während des Einbaus der Kurve mehrere kurze Pausen einlegt, z. B. drei Minuten. Kurze Pausen des Fertigers haben nur geringe Auswirkungen auf die Temperatur der Einbaubahn; sie ermöglichen der zur Anfangsverdichtung eingesetzten Walze, mit dem Fertiger Schritt zu halten.

## [ UNGLEICHMÄSSIGE DICHTEN ]

Viele Bauämter verlangen jetzt nicht mehr nur eine hohe Dichte der Asphaltsschicht, sondern auch eine gleichmäßige Dichte. Es kann viele Faktoren geben, die sich auf die Standardabweichung, die anhand von Messungen mehrerer Bohrkerne ermittelt wird, oder den Prozentsatz innerhalb des Toleranzbereiches, der anhand von Messungen mehrerer Bohrkerne ermittelt wird, auswirken.

Eine der Aufgaben des Einbauteams besteht darin, der zur Anfangsverdichtung eingesetzten Walze

eine homogene Asphaltsschicht zur Verfügung zu stellen. Hinter dem Fertiger sollte die Einbaubahn, soweit möglich, Folgendes aufweisen:

- eine gleichmäßige Dichte hinter der Einbaubohle
- eine gleichmäßige Dicke
- eine einheitliche Temperatur



*Ein gleichmäßiges Arbeiten des Fertigers und der zur Anfangsverdichtung eingesetzten Walze sind entscheidend für das Erreichen einer gleichmäßigen Dichte.*

**Praktischer Hinweis:** Caterpillar empfiehlt, die Dichte hinter der Einbaubohle über der Breite der Einbaubahn und die Temperatur über der Breite der Einbaubahn regelmäßig zu überprüfen. Das Bauamt kann Vorschriften für die Gleichmäßigkeit der Dichte hinter der Einbaubohle und die Oberflächentemperatur der Einbaubahn erlassen haben. In der Regel sollte die Dichte der Schicht über der Einbaubreite um nicht mehr als  $60,0 \text{ kg/m}^3$  variieren. Die Oberflächentemperatur sollte über der Einbaubreite nicht mehr als  $10^\circ \text{ C}$  variieren.

## PROBLEME

Jede zum Verdichten verwendete Walze, insbesondere die zur Anfangsverdichtung eingesetzte Walze, muss auch eine gleichbleibende Herangehensweise haben, um eine durchweg hohe Dichte zu erreichen. Jede Walze muss so arbeiten, dass Folgendes entsteht:

- ein einheitliche Walzschema
- eine einheitliche Verdichtungskraft
- eine gleichmäßige Arbeitsgeschwindigkeit
- ein Bereich einheitlicher Temperatur



*Stets ein gleichmäßiges Schema und eine gleichmäßige Dichte hinter dem Fertiger zu erzeugen, kann eine Herausforderung sein.*

Manchen Walzenführern fällt es schwer, immer das gleiche Walzschema zu wiederholen, wenn sie dem Fertiger folgen. Sie bearbeiten nicht immer jeden Abschnitt der Einbaubahn gleich oft. Folglich wird die Dichte bei Überprüfungen durch den mit der Qualitätskontrolle beauftragten Techniker schwanken. Sollte dies der Fall sein, muss der mit der Qualitätskontrolle beauftragte Techniker oder der Bauleiter dem Walzenführer das Walzschema erläutern und sicherstellen, dass das Schema wiederholt wird.

Außerdem ist zu verifizieren, dass sich die Einbaugeschwindigkeit nicht verändert hat. Vielfach werden dem Verdichtungsteam und

dem Qualitätskontrollteam Änderungen der Einbaugeschwindigkeit nicht mitgeteilt. Ein Walzschema, das gut funktioniert hat, führt plötzlich dazu, dass die Walze hinter dem Fertiger zurückbleibt und beispielsweise in einem Bereich niedrigerer Temperatur arbeitet. Die Walze kommt ins Hintertreffen, weil die Einbaugeschwindigkeit erhöht worden ist. Und der Walzenführer versucht, das Walzschema so zu verändern, dass er näher am Fertiger bleibt. Bei einer Änderung der Einbaugeschwindigkeit vergessen Sie nicht, erstens, diese Änderung dem Verdichtungsteam mitzuteilen, und zweitens, zu überprüfen, ob die zur Anfangsverdichtung eingesetzte Walze Schritt halten kann.



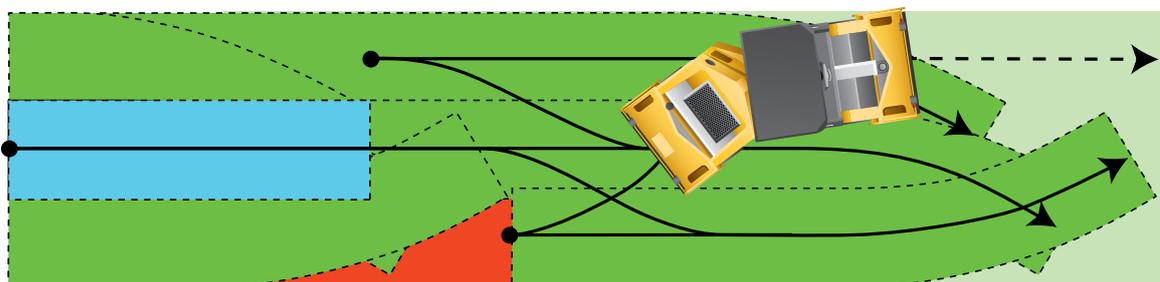


Eine innovative Technologie hilft, die Einheitlichkeit der Walzschemata zu bewahren.

Für Asphaltwalzen werden Optionen angeboten, die Walzenführern helfen, ein einheitliches Walzschema beizubehalten. Bildschirme im Führerhaus lassen sich so programmieren, dass sie dem Walzenfahrer anzeigen, wo genau sich die Walze befindet und wie viel vom Schema bereits abgearbeitet ist.

Globale Positionsbestimmungssysteme (GPS) liefern sehr genaue Karten von Walzschema. Die Anzahl der Walzüberfahrten die erforderlich ist, kann in die Steuerung einprogrammiert werden.

In der Bildschirmanzeige wechselt dann die Farbe, wenn die Überfahrten erfolgt sind. Der Walzenfahrer braucht nicht länger Vermutungen anstellen, wo das Ende des Schemas wohl sei, um zu reversieren. Und es besteht eine geringere Wahrscheinlichkeit, dass der Walzenfahrer irgendeinen Teil des Schemas auslässt, denn der Bildschirm gibt eine sofortige Rückmeldung, sodass rasch Korrekturmaßnahmen ergriffen werden können.



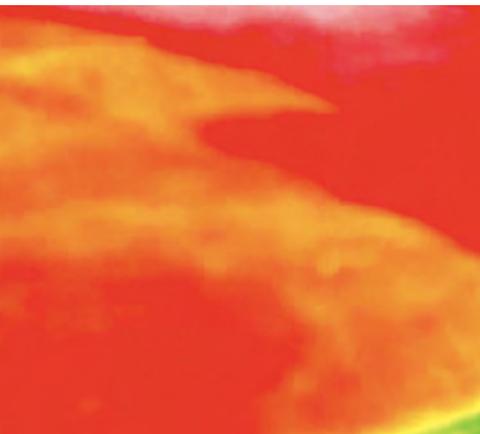
Beispiel für eine Karte mit Zählung der Übergänge.



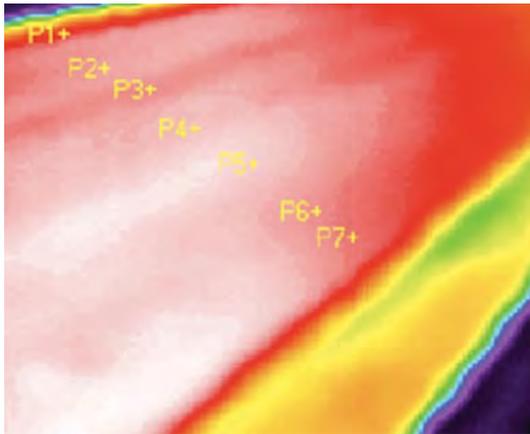
*Infrarotsensoren senden Temperaturdaten an die Anzeige im Führerhaus.*

Infrarot-Temperatursensoren sind eine weitere Option bei einigen Asphaltwalzen. Bei Caterpillar-Modellen sind die Sensoren an der vorderen und hinteren Bandagengabel angebracht. Die Sensoren werden fortwährend gereinigt, und zwar mit Druckluft, die Staub, Rauch und Feuchtigkeit von den Linsen der Sensoren fernhält. Die Temperaturmesssysteme sind präzise und stellen eine konstante visuelle Referenz auf der Anzeige des Bedienerstandes bereit. Der Walzenführer weiß nicht nur, wo sich die Walze in Bezug auf das festgelegte Walzschema befindet, sondern auch, wo sie sich in Bezug auf den gewünschten Temperaturbereich befindet.

Lange Stopps des Fertigers haben große Temperaturänderungen zur Folge. Der unter der Einbaubohle eingeschlossene Abschnitt der Einbaubahn bleibt heiß. Der Abschnitt der Einbaubahn unmittelbar hinter der Einbaubohle ist der Witterung ausgesetzt und gibt deshalb Wärme ab. Der Wärmeverlust hängt von der Schichtdicke, der Lufttemperatur und der Windgeschwindigkeit ab. Wenn die Temperatur der Einbaubahn um mehr als 15° C variiert, werden wahrscheinlich erhebliche Dichteschwankungen auftreten. Begrenzen Sie die Stopps des Fertigers auf höchstens fünf Minuten, dies ist der Ausbildung einer gleichmäßigen Dichte förderlich.



*Änderung der Temperatur infolge eines zehnmütigen Halts des Fertigers. Die im Wärmebild sichtbaren Spuren der Einbaubohle sind in der digitalen Aufnahme nicht zu sehen.*



*Temperaturänderung durch eine dünne Platte auf Seiten des Standstreifens.*

Mitunter variiert die Schichtdicke über der Einbaubreite. Der dünnere Teil wird seine Wärme schneller abgeben als der dickere Teil. In dem oben erläuterten Beispiel war der Standstreifen höher als die Fahrbahn. Für die über dem Fahrstreifen verlegte Einbaubahn waren 50 mm vorgegeben. Die Schichtdicke nahm über dem Standstreifen auf ca. 25 mm ab. Die Dichte der dünnen Einbaubahn schwankte erheblich. Gründe hierfür waren die Änderung der Temperatur und der kleine Wert des Verhältnisses von Schichtdicke zu Korngröße. In diesem Fall wurde bei keiner der im Standstreifen vorgenommenen Dichteprüfungen

die geforderte Mindestdichte nachgewiesen, während bei allen Dichteprüfungen, die an der Fahrbahn vorgenommen wurden, die Erfüllung der Verdichtungsanforderungen nachgewiesen wurde.

Eine ungleichmäßige Dichte hat immer (mindestens) einen Grund. Wenn Sie dem Grund für die Dichteschwankung nachgehen, achten Sie auf Veränderungen bei Einbauvorgang, Temperatur der Einbaubahn, Walzschema und Walzgeschwindigkeit.

**Praktischer Hinweis:** *Temperaturmessung und -anzeige sind besonders wichtig, wenn Mischgut zu verdichten ist, das einen Erweichungsbereich aufweist. Der Walzenführer kann anhand der Temperaturanzeige verifizieren, dass sich die zur Anfangsverdichtung eingesetzte Walze vor dem Erweichungsbereich befindet oder dass sich die zur Zwischenverdichtung eingesetzte Walze hinter dem Erweichungsbereich befindet.*

**Zusammenfassung:** *Beim Verdichten auftretende Probleme können durch zahlreiche Faktoren verursacht sein. Schlechte Wartung des Bandagensystems, mangelhafte Planung, falsche Auswahl der Walzen und unzureichende Schulung der Walzenfahrer sind nur einige der Faktoren, die beim Verdichten zu Problemen führen. Manches Mischgut lässt sich schwerer verlegen und verdichten als anderes. Kommt solches Mischgut erstmals zum Einsatz, bleibt einem nichts weiter übrig, als bei der Arbeit zu experimentieren. Die Erfahrungen, die ein Team bei der Arbeit an einem Projekt macht, sollten festgehalten und Kollegen zur Verfügung gestellt werden, die vor ähnlichen Problemen stehen.*

## GLOSSAR DER FACHBEGRIFFE

**- A -**

<b>Abkühlungskurve</b>	Eine Abkühlungskurve ist ein Zeitdiagramm des Wärmeverlusts einer Asphalttschicht, basierend auf der Schichtdicke, der Mischgutsorte und den Umgebungsbedingungen.
<b>Achslast</b>	Die Achslast ist der Anteil der Gesamtmasse, der auf eine Stahlbandage oder einen Gummireifen entfällt.
<b>Aggregate</b>	Als Aggregate bzw. mineralische Zuschlagstoffe werden die Gesteine bezeichnet, die zur Herstellung von bituminösem Einbaumaterial verwendet werden.
<b>Amplitude</b>	Als Amplitude wird die Einwirktiefe der Bandage in der Asphalttschicht bezeichnet. Die Amplitude stellt ein kritisches Maß für die Schlagkraft dar, die eine Vibrationswalze mit Stahlbandagen aufbringt.
<b>kleine</b>	Bandagenbewegung zwischen 0,25 und 0,50 mm
<b>mittlere</b>	Bandagenbewegung zwischen 0,50 und 0,75 mm
<b>große</b>	Bandagenbewegung von mehr als 0,75 mm
<b>Anfahrhilfen</b>	Anfahrhilfen sind Holz- oder Metallstreifen, die unter der Einbaubohle platziert werden bevor die Bohle am Startpunkt abgesenkt wird. Die Dicke der Anfahrhilfen sollte dem Verdichtungsgrad der Asphalttschicht, die verlegt wird, entsprechen.
<b>Anfangsverdichtungsphase</b>	Die Anfangsverdichtung erfolgt unmittelbar hinter dem Fertiger, wo die Asphalttschicht am heißesten ist. Während der Anfangsphase der Verdichtung sollte die Soll-Fertigdichte zum größten Teil realisiert werden.
<b>Aspektverhältnis</b>	Das Aspektverhältnis ist definiert als das Verhältnis zwischen der Dicke der Asphalttschicht und der größten Körnung in der Schicht. Die meisten Bauämter fordern ein Verhältnis von Schichtdicke zu Korngröße von mindestens 3:1. Je größer das Aspektverhältnis, desto leichter ist das Verdichten.
<b>Asphalt</b>	Asphalt ist der Oberbegriff, der zur Beschreibung von bituminösem Einbaumaterial verwendet wird. Weitere gebräuchliche Bezeichnungen sind Heißmischgut oder mitunter auch Warmmischgut.
<b>Asphalzzement (Bitumen)</b>	Als Asphalzzement wird das Bitumen bezeichnet, das zur Herstellung von bituminösem Einbaumaterial verwendet wird.
<b>Asphaltbeton</b>	Asphaltbeton ist ein weiterer Ausdruck zur Beschreibung von bituminösem Einbaumaterial.
<b>Asphaltmischung mit diskontinuierlich abgestufter Körnung</b>	Bei Asphaltmischungen mit diskontinuierlich abgestufter Körnung reicht die Partikelgröße von groß bis fein, wobei einige Zwischengrößen fehlen. Asphaltmischungen mit diskontinuierlich abgestufter Körnung sind durchlässig, wobei häufig direkte Kontakte zwischen Gesteinskörnern vorliegen.
<b>Ausgleichsschicht</b>	Eine Ausgleichsschicht ist eine dünne Schicht aus Bitumengemisch, die auf einer gefrästen Fläche aufgebracht wird, um zum einen das Profil wiederherzustellen und zum anderen die Ebenheit zu verbessern.

**- B -**

<b>Ballast</b>	Als Ballast wird eine Zusatzlast bezeichnet, die bei Bedarf an einer Asphaltwalze zum Einsatz kommen kann, um die statische Kraft, die die Walze ausübt, zu erhöhen.
----------------	--

<b>Bandagenversatz (Hundegang)</b>	Bei einigen Tandemwalzen mit Knickrahmenlenkung können die Bandagen gegenseitig verfahren werden, um eine Arbeitsbreite zu erzielen, die über die übliche Bandagenbreite hinausgeht.
<b>Beendigungstemperatur</b>	Die Beendigungstemperatur ist die Temperatur, bei der weitere Versuche, eine höhere Dichte zu erzielen, wahrscheinlich erfolglos sind. Die Beendigungstemperatur hängt von der Mischgutzusammensetzung ab; in der Regel beträgt sie ungefähr 85° C.
<b>Begrenzte Kante</b>	Eine begrenzte Kante ist eine Kante einer Asphaltsschicht, die durch eine früher verlegte Schicht begrenzt wird. Die Schnittfläche der zwei Schichten wird als Längsfuge oder Längsnaht bezeichnet.
<b>Binderschicht</b>	Die Binderschicht aus einem Bitumengemisch wird auf der Tragschicht verlegt. Die Binderschicht besteht aus Aggregaten mittlerer Körnung und weist in der Regel eine Dicke von 50 bis 100 mm auf.
<b>Bitumen (Asphaltzement)</b>	Bitumen ist ein schwarzes, klebriges Gemisch aus Kohlenwasserstoffen, das entweder natürlich vorkommt oder als Rückstand bei der Rohödestillation erhalten wird. Bitumen wird auch Asphaltzement genannt.
<b>Bitumengemisch</b>	Als Bitumengemisch wird die Mischung von mineralischen Zuschlagstoffen, Asphaltzement und bestimmten Zusatzstoffen bezeichnet. Bitumengemische werden in Asphaltmischanlagen hergestellt.
<b>- D -</b>	
<b>Dichte</b>	Dichte ist das Verhältnis der Masse zu einem gegebenen Volumen eines Materials. Gewöhnlich wird die Dichte in Kilogramm pro Kubikmeter angegeben.
<b>Dichteprüfgerät</b>	Dichteprüfgeräte werden verwendet, um bei einem laufenden Projekt die Dichte zu prüfen, solange das Bitumengemisch noch heiß genug ist, um Justierungen vorzunehmen. Der mit der Qualitätskontrolle beauftragte Techniker kalibriert das Messinstrument und setzt es bei dem Projekt ein.
<b>- E -</b>	
<b>Endverdichtungsphase</b>	Die Endverdichtungsphase ist die letzte Phase. Etwaige Marken bzw. Eindrücke, die vorausfahrende Walzen in der Oberfläche hinterlassen haben, sollen hierbei ausgebügelt werden. Ergebnis der Endverdichtungsphase kann eine geringfügige Zunahme der Dichte sein.
<b>Entmischung</b>	Als Entmischung wird im Zusammenhang mit einem Asphaltdeckeneinbau die Tendenz größerer Gesteinskörner in einem Bitumengemisch bezeichnet, sich von den kleineren Partikeln abzusetzen und Taschen oder Streifen mit großer Körnung innerhalb der Schicht zu bilden.
<b>Erweichungsbereich</b>	Der Erweichungsbereich ist der Temperaturbereich, in dem die Asphaltsschicht weich wird und sich von der Bandage weg bewegt, statt sich unter der Bandage zu verfestigen.
<b>Exzentergewicht</b>	Das Exzentergewicht ist ein außermittiger Massekörper im Inneren einer Bandage einer Vibrationswalze. Durch schnelle Rotation des Exzentergewichts werden Kräfte erzeugt, die ein Vibrieren der Bandage und ihr Eindringen in die Asphaltsschicht bewirken.
<b>- F -</b>	
<b>Festgeklebter Asphalt</b>	Festgeklebter Asphalt ist der Begriff, der gebraucht wird, um heißen Asphalt zu beschreiben, der an der Stahlbandage oder an einem Gummireifen haftet.

<b>Frequenz</b>	Die Frequenz gibt an, wie viele Male die Bandage auf die Asphaltsschicht schlägt; sie wird in Schwingungen pro Minute angegeben. Die Frequenz kann auch als Drehzahl der Exzenterwelle im Inneren der Bandage definiert sein.
<b>niedrige</b>	40 bis 46,7 Hz (2400 - 2800 Schwingungen pro Minute)
<b>mittlere</b>	46,7 bis 56,7 Hz (2800 - 3400 Schwingungen pro Minute)
<b>hohe</b>	über 56,7 Hz (3400 Schwingungen pro Minute)

## - G -

<b>Gestaffelte Verdichtung</b>	Eine gestaffelte Verdichtung wird bei einem Walzschema realisiert, das von zwei oder mehr Walzen für eine Verdichtungsphase Gebrauch macht.
<b>Geteilte Bandage</b>	Bei einer Tandemwalze mit geteilten Bandagen sind die Bandagen in der Mitte geteilt. Lenkung und Fahrgeschwindigkeit werden so synchronisiert, dass sich eine Hälfte der Bandage schneller oder langsamer als die andere Hälfte der Bandage drehen kann. Geteilte Bandagen sind von Vorteil, wenn in Kurven mit engen Radien, etwa in Sackgassen, zu verdichten ist.

## - H -

<b>Haftvermittler</b>	Ein Haftvermittler ist eine Emulsion, bestehend aus einem für den Einbau geeigneten Öl, Wasser und einem Emulgator. Der Haftvermittler wird vor einem Einbau auf die Oberflächen aufgebracht, um die Bindung zwischen den Schichten zu verbessern.
<b>Heiß-an-kalt-Naht</b>	Eine Heiß-an-kalt-Längsnaht entsteht durch Verlegen einer heißen Asphaltsschicht neben einer kalten, schon zuvor verdichteten Asphaltsschicht.
<b>Heiß-an-warm-Naht</b>	Eine Heiß-an-warm-Längsnaht entsteht durch Verlegen einer heißen Asphaltsschicht neben einer kurz vorher verlegten Asphaltsschicht.
<b>Heiß-an-heiß-Naht</b>	Eine Heiß-an-heiß-Längsnaht entsteht, wenn zwei gestaffelt fahrende Fertiger aneinandergrenzende Einbaubahnen verlegen.
<b>Heißmischgut</b>	Bitumengemisch, das in einer Asphaltmischanlage bei Temperaturen zwischen 149 und 177°C hergestellt wurde.

## - I -

<b>Infrarotkamera</b>	Eine Infrarotkamera, auch Wärmebildkamera genannt, bildet die Temperaturverteilung an der Oberfläche der Asphaltsschicht ab. In diesem Bild wird gewöhnlich die gesamte Breite der Einbaubahn über eine Wegstrecke von höchstens 9 Metern (30 Fuß) erfasst.
<b>Infrarotscanner</b>	Ein Infrarotscanner ist ein Handgerät, das die Temperatur eines Punkts an der Oberfläche einer Asphaltsschicht misst und anzeigt.
<b>Innere Reibung</b>	Innere Reibung ist der durch die Gesteinskörner in einer Asphaltsschicht geleistete Widerstand gegen eine Bewegung. Der Betrag der inneren Reibung hängt von der Gestalt der Gesteinskörner ab.

## - K -

<b>Kantenschneider</b>	Ein Kantenschneider ist ein Zusatzgerät, das an einer Bandage einer Walze angebracht sein kann. Mit dem Kantenschneider wird die nicht begrenzte Kante einer Asphaltsschicht beschnitten, um eine vertikale Fläche und gerade Linie eine Fugenverbindung zu schaffen.
------------------------	---

<b>Kartierung der Überfahrten</b>	Einige Asphaltwalzen bieten als Option eine Kartierung der Überfahrten unter Verwendung eines globalen Positionsbestimmungssystems. Eine Anzeige am Bedienerstand gibt dem Maschinenführer an, wo sich die Maschine innerhalb des Projekts momentan befindet und ob die Walze das vorgesehene Walzschema erfolgreich abgearbeitet hat.
<b>Keilnaht</b>	Eine Keilnaht entsteht, wenn am Ende der Einbaubohle ein Kantenformer angebaut ist. Eine Keilfuge ist eine abgeflachte Längskante, durch die eine vertikale Außenfläche an der nicht begrenzten Kante, die befahren werden könnte, vermieden wird.
<b>Keilnaht mit Stufe</b>	Eine Keilnaht mit Stufe entsteht, wenn am Ende der Einbaubohle ein Kantenformer angebaut ist. Keilnahte mit Stufen werden oftmals vorgeschrieben, um die Entstehung einer hohen, vertikalen, nicht begrenzten Kante, die befahren werden könnte, zu vermeiden.
<b>Kernprobe</b>	Eine Kernprobe ist ein kleines Stück der abgekühlten, verdichteten Asphaltsschicht, das von den Qualitätsbeauftragten entnommen und für eine Qualitätsanalyse in ein Labor gebracht wird.
<b>Kerntemperatur</b>	Als Kerntemperatur wird die Temperatur bezeichnet, die mittels eines bis zur Mitte einer Asphaltsschicht eingeführten Stechthermometers gemessen wird. Die Kerntemperatur ist stets höher als die Oberflächentemperatur; sie dient als Indikator für die Bearbeitbarkeit der Asphaltsschicht.
<b>Kompaktwalze</b>	Kompaktwalzen haben Arbeitsbreiten von weniger als 1,20 m und werden üblicherweise bei kleineren Projekten oder zur Unterstützung größerer Verdichtungsgeräte bei Projekten, die manövrierfähigere Maschinen erfordern, eingesetzt.
- L -	
<b>Langlebiger Straßenbelag</b>	Langlebiger Straßenbelag ist ein Begriff, der zur Beschreibung eines Asphaltoberbaus verwendet wird, der dafür ausgelegt ist, dass er eine schier unendliche Anzahl von Achslasten aushält, ohne dass eine Verschlechterung der Struktur eintritt.
<b>Längsfuge (Längsnaht)</b>	Eine Längsfuge ist die Schnittfläche zweier Asphaltsschichten längs der Kanten, die parallel zur Einbaurichtung sind.
<b>Luftporen</b>	Luftporen sind Luftblasen, eingeschlossen in einer Asphaltsschicht, die mittels Einbaubohle verlegt wurde.
- M -	
<b>Manipulation</b>	Manipulation bezeichnet eine statische Kraft, die erzeugt wird, wenn in der Asphaltsschicht ausgeübte Kräfte nicht ganz vertikal sind, sondern in alle Richtungen wirken. Durch die Manipulation, normalerweise im Zusammenhang mit Gummiradwalzen, wird eine Nachverdichtung der Oberfläche der Schicht erzielt.
<b>Materialvorlage</b>	Als Materialvorlage wird die Strecke bezeichnet, über der eine vorgegebene Menge Bitumengemisch mit einer bestimmten Tiefe und Breite eingebaut wird.
- N -	
<b>Nicht begrenzte Kante</b>	Eine nicht begrenzte Kante ist die Kante einer Asphaltsschicht, die freiliegt und nicht durch eine benachbarte Schicht oder Rinne begrenzt wird.
<b>Nutzfaktor</b>	Ein Nutzfaktor kommt bei der Berechnung der Arbeitsgeschwindigkeit einer Walze zur Anwendung, um Halte zum Auffüllen des Wasservorrats und Rückwärtsfahrten, bei denen keine Verdichtung erfolgt, zu kompensieren. Für Walzen typisch ist ein Nutzfaktor von 75 % bis 85 %.

## - O -

### **Offenporige Asphaltmischung**

Offenporige Bitumengemische werden mit nur wenigen Korngrößen hergestellt, wobei Zwischengrößen und Füller fehlen. Gewöhnlich ist modifizierter Asphaltzement Bestandteil einer solchen Mischung. Es liegen viele direkte Kontakte zwischen Gesteinskörnern vor.

## - P -

### **Polymermodifizierter Asphalt**

Ein Polymer ist eine synthetische Verbindung in Form einer Verkettung ähnlicher Einheiten. Dem Bitumen werden Polymere zugesetzt, um die Wärmestandfestigkeit der Schicht und ihre Elastizität bei niedrigen Temperaturen zu verbessern. Polymermodifiziertes Bitumen weist eine hohe Viskosität auf.

### **Probestreifen**

Anhand eines Probestreifens wird verifiziert, ob sich mit dem geplanten Walzschema und der Ausrüstung die Soll-dichte und die geplante Einbauleistung erreichen lassen. Der Probestreifen kann Teil des Projekts oder aber ein separates Element sein.

### **Profil**

Als Profil wird der Querschnitt eines Straßenkörpers, genauer die Neigung der Fahrbahnoberfläche zwecks Wasserableitung, bezeichnet.

## - Q -

### **Qualitätsanalyse**

Bei einer Qualitätsanalyse handelt es sich um Prüfen, Messen und Analysieren des Bitumengemischs und anderer spezifizierter Aspekte eines Projekts in einem Labor oder unter kontrollierten Umgebungsbedingungen.

### **Qualitätskontrolle**

Bei einer Qualitätskontrolle handelt es sich um Prüfen, Messen und Analysieren des Bitumengemischs und anderer spezifizierter Aspekte eines Projekts auf der Baustelle, während der Durchführung der Arbeiten.

### **Quernaht**

Eine Quernaht ist die lotrechte Schnittfläche zweier Asphalt-schichten. Oft entsteht eine Quernaht bei Fortsetzung des Einbaus an einer kalten, verdichteten Schicht. Eine Quernaht wird auch als Stoßfuge bezeichnet.

## - R -

### **Reifenabdeckungen**

Reifenabdeckungen sind eine Option bei Gummiradwalzen. Die Reifenabdeckungen umhüllen Vorder- und Hinterachse, damit die Gummireifen die Wärme besser halten und ein Festkleben von Asphalt minimiert wird.

### **Resonanzfrequenz**

Bei der Resonanzfrequenz handelt es sich um jene Kombination von Frequenz, Amplitude und Arbeitsgeschwindigkeit des Vibrationssystems und Steifigkeit der Asphalt-schicht, die bewirkt, dass die Bandage von der Oberfläche der Einbaubahn weg springt (schwingt). Eine Vibrationswalze sollte in der Nähe der Resonanzfrequenz, jedoch nicht bei dieser arbeiten.

## - S -

### **Schlag**

Der Schlag zählt zu den dynamischen Verdichtungskräften. Ein Schlag erfolgt, wenn die Stahlbandage einer Vibrationswalze in die Asphalt-schicht eindringt.

### **Schlagmarken**

Schlagmarken, auch Schlagspuren genannt, sind sichtbare Linien in der Oberfläche der Asphalt-schicht. Schlagmarken entstehen, wenn die auf die Asphalt-schicht ausgeübte Kraft (Amplitude und Gewicht) zu groß ist.

### **Schlagabstand**

Der Schlagabstand spiegelt die Beziehung zwischen der Frequenz und der Arbeitsgeschwindigkeit einer Vibrationswalze wider. Er gibt an, wie viele Male pro Meter oder Fuß die Bandage in die Einbaubahn eindringt.

<b>Schlagen der Bandage (Sprungbetrieb)</b>	Sprungbetrieb tritt auf, wenn die Asphalttschicht die Kraft, die durch eine Vibrationswalze ausgeübt wird, nicht aufnehmen kann. Das Schlagen der Bandage wird auch als Entkopplung bezeichnet.
<b>Schwere Asphaltmischung</b>	Schwere Asphaltmischungen werden mit mineralischen Zuschlägen verschiedenster Korngrößen hergestellt. Die grösseren Gesteinskörner sind von einer Mastix aus Bitumen und Füller umgeben.
<b>Seitenschild</b>	Eine Einbaubohle weist links und rechts Seitenschilde auf, welche die Asphalttschicht auf die gewünschte Breite begrenzen. Die Unterseite eines Seitenschildes ist mit einem Metallstreifen versehen, der auch als Gleitfläche bezeichnet wird. Wenn das Seitenschild abgesenkt ist, gleitet die Gleitfläche auf dem Boden und die Kante der Asphalttschicht wird vertikal - für eine bestmögliche Fugenverbindung.
<b>Spezifikation des Endergebnisses</b>	Eine Spezifikation des Endergebnisses ist eine schriftliche Vorgabe von Qualitätskontroll- / Qualitätsanalyseverfahren von Messgrößen für Kriterien wie Fahrkomfort, Dichte und Konformität des Asphaltgemisches.
<b>Spezifikation des Verfahrens</b>	Eine Verfahrensspezifikation beschreibt entweder die Art der Ausrüstung oder die Technik(en), die bei einem Projekt zu verwenden ist (sind).
<b>Splittmastixasphalt</b>	Splittmastixasphalt besteht fast ausschliesslich aus Zuschlagsstoffen grober Körnung, Bitumen und Füller. Es gibt zwar Kontakte zwischen Gesteinskörnern, doch diese sind mit einem dickflüssigen Mastix aus Füller und zähflüssigem Bitumen umhüllt.
<b>Stampferbohle</b>	Eine Stampferbohle verwendet einen oder mehrere Tamper, um zusätzliche Verdichtungsenergie auf die Asphalttschicht zu übertragen und vor dem Verdichten eine höhere Dichte in der Asphalttschicht zu erzeugen. Üblicherweise nutzen Stampferbohlen auch Vibrationen, um die Oberflächentextur zu verfestigen.
<b>Statische Belastung (statischer Druck)</b>	Der statische Druck ist definiert als Achslast, dividiert durch die Fläche der Bandage oder des Gummireifens, die mit der Oberfläche der Asphalttschicht in Kontakt ist. Der statische Druck wird in Kilopascal oder Pfund pro Quadratzoll angegeben.
<b>Statische Linienlast</b>	Die statische Linienlast errechnet sich, indem man die Achslast durch die Breite der Bandage dividiert. Die statische Linienlast wird in Kilogramm pro Zentimeter oder Pfund pro Zoll angegeben.
<b>- T -</b>	
<b>Theoretische Höchstdichte</b>	Die theoretische Höchstdichte ist das Verhältnis der Masse zu einem gegebenen Volumen eines Bitumengemisches, das auf wiederholbare, kontrollierte Art im Labor verdichtet wurde.
<b>Trennmittel</b>	Ein Trennmittel ist eine bestimmte Art von Flüssigkeit, die verhindert, dass Bitumengemisch an Stahl- oder Gummiflächen kleben bleibt. Erdöldestillate, wie Dieselkraftstoff, sind an den meisten Standorten wegen ihrer schädlichen Wirkungen auf das Bitumengemisch verboten. Es gibt eine Vielfalt von biologisch abbaubaren Trennmitteln.
<b>Thermalkartierung (Temperature Mapping)</b>	Einige Asphalttandemwalzen bieten als Option eine Thermalkartierung. Infrarot-Temperatursensoren senden Daten an eine Anzeige am Bedienerstand. Dieser Anzeige kann der Maschinenführer die innerhalb des Walzschemas auftretenden Oberflächentemperaturen entnehmen.
<b>Tragschicht</b>	Bei einem Straßenkörper ist die Tragschicht gewöhnlich die erste Schicht aus bituminösem Material. In der Regel besteht die Tragschicht aus Aggregaten grober Körnung und weist eine Dicke von mindestens 75 mm auf.

## - U -

<b>Überfahrt</b>	Der Weg den die Walze in einer Arbeitsrichtung zurücklegt bevor eine Änderung der Fahrtrichtung erfolgt
<b>Übergang</b>	Ein Übergang entspricht einer Fahrt der Walze – in beiden Richtungen vom Startpunkt bis zu dem Punkt, an dem das Walzschema endet oder ein neues Walzschema beginnt. Mitunter ist ein Übergang als eine Hin- und Rückfahrt in demselben Bedeckungsgebiet definiert.
<b>Überstand</b>	Als Überstand wird die Strecke bezeichnet, um die eine Bandage über die Asphaltkante ragt.
<b>Überlappung</b>	Als Überlappung wird die Strecke bezeichnet, um die eine Bandage in das vorher fertiggestellte, angrenzende Walzfeld ragt.
<b>Umgebungsbedingungen</b>	Zu den Umgebungsbedingungen zählen die Lufttemperatur, die Windgeschwindigkeit und -richtung sowie die Bewölkung. Die Umgebungsbedingungen beeinflussen den Wärmeverlust, der vor der Endverdichtung in der Asphaltsschicht auftritt.

## - V -

<b>Verdichtung</b>	Verdichtung ist der mechanische Vorgang der Reduzierung der Luftporen und der Ausbildung einer Tragfestigkeit in einer Schicht aus einem Bitumengemisch, und zwar dadurch, dass die Gesteinskörner formschlüssig in Kontakt gebracht werden.
<b>Verschleißschicht (oder Deckschicht)</b>	Die Verschleißschicht, oft als Deckschicht bezeichnet, ist die oberste Schicht des Straßenkörpers. Gewöhnlich ist sie die dünnste Schicht, jedoch ist sie dafür ausgelegt, dass sie von allen Schichten die höchste Steifigkeit aufweist.
<b>Vibration</b>	Vibration zählt zu den dynamischen Verdichtungskräften. Die Vibration trägt dazu bei, die Ausrichtung der Gesteinskörner in einer Asphaltsschicht zu verändern und sie in engeren Kontakt zu bringen. Vibration tritt auf, wenn das Exzentergewicht in der Walze in eine schnelle Rotation versetzt wird.
<b>Vibrationsbohle</b>	Eine Vibrationsbohle überträgt Vibrationskraft auf die Asphaltsschicht, während das Einbaumaterial unter der Bohle durchfließt. Die Vibration der Bohle bewirkt eine geringfügige Zunahme der Dichte der Asphaltsschicht und trägt zur Verfestigung der Oberflächentextur bei.
<b>Viskosität</b>	Als Viskosität wird die Fließfähigkeit einer Flüssigkeit bei einer bestimmten Temperatur bezeichnet. Die Viskosität des in einem Bitumengemisch verwendeten Asphaltzements wird durch die Temperatur und dem Asphaltzement beigemischte Zusatzstoffe beeinflusst. Für das Verdichten gilt: Je höher die Viskosität des Asphaltzements, desto schwieriger ist das Verdichten.
<b>Vorverdichtungsphase</b>	Mitunter wird die Anfangsphase der Verdichtung auch als Vorverdichtungsphase bezeichnet. In der Vorverdichtungsphase wird die Soll-Fertigdichte bereits zum größten Teil realisiert.

## - W -

<b>Walzschema</b>	Ein Walzschema gibt die Anzahl und Reihenfolge der Übergänge - mit Überlappungen und Überständen - an, die die Asphalttandemwalze benötigt, um die Breite und Länge der ihr zugeordneten Fläche abzudecken und dabei auf die effektive Geschwindigkeit des Einbauvorgangs abzustellen.
-------------------	--

- Warmmischgut** Bitumengemisch, das in einer Asphaltmischanlage bei Temperaturen hergestellt wurde, die bis zu 38 °C niedriger als bei einer Heißmischung liegen.
- Wasserverteilungsplatte** Wasserverteilungsplatten ermöglichen eine gleichmäßige Verteilung des Wassers auf der Oberfläche der Stahlbandagen der Walze.
- Wassersprühdüse** Wassersprühdüsen befinden sich an Sprühbalken oberhalb der Stahlbandagen der Walze. Mit den Sprühdüsen wird ein fächerförmiges Sprühmuster auf der Bandagenoberfläche erzeugt, um zu verhindern, dass heißer Asphalt an der Bandage kleben bleibt.

- Z -

- Zentrifugalkraft** Die Zentrifugalkraft ist eine technische Rechengröße, die durch Multiplikation der Masse des Exzentergewichts mit seinem Bahnradius und seiner Winkelgeschwindigkeit (Kreisfrequenz) im Quadrat erhalten wird. Es besteht keine Richtungsbeziehung zwischen Zentrifugalkraft und Verdichtungskraft.
- Zwischenverdichtungsphase** Die Zwischenverdichtung erfolgt unmittelbar nach der Anfangsverdichtung, in einem Temperaturbereich, in dem die Asphaltenschicht noch heiß genug ist, um eine Zunahme der Dichte zuzulassen. Während der Zwischenverdichtungsphase sollte die Soll-Fertigdichte erreicht werden.









CAT<sup>®</sup> PAVING PRODUCTS  
HANDBUCH DER ASPHALTVERDICHTUNG

 **CATERPILLAR**<sup>®</sup>