



Merkblatt

# für die maschinelle Verlegung von Pflastersteinen und Platten aus Beton

Fassung Juni 2024



**Betonstein**  
NATÜRLICH, NUR BESSER.

## Impressum

**Herausgeber:**

Betonverband Straße, Landschaft, Garten e.V. (SLG)

Erarbeitet von der Arbeitsgruppe „Maschinelle Verlegung“ im Betonverband Straße, Landschaft, Garten e.V. unter Mitwirkung der Optimas Maschinenfabrik H. Kleinemas GmbH und der Probst GmbH:

Techn. Betriebsw. Alexander Eichler  
Dipl.-Ing. (FH) Michael Fuchs, M. Sc.  
Betriebsw. (HWK) Christian Grimmer  
Betriebsw. (IHK) Claudio Licata  
Dipl.-Wirtschaftsing. (BA) Holger Merholz  
Betriebsw. (IHK) Roland Nowak  
Staatl. gepr. Betriebsw. Pascal Präscke  
Dipl.-Ing. (FH) Ruben Pressmar  
Dipl.-Ing. Dietmar Ulonska  
Franz-Josef Werner.

Fachliche Mitwirkung durch die Mitarbeiter des Arbeitsausschusses Anwendungstechnik im Betonverband Straße, Landschaft, Garten e.V. (sofern oben nicht genannt):

Florian Dietz, Dipl.-Ing. (FH) Eckhard Judith, Dipl.-Ing. Peter Kieffer, Dipl.-Ing. Andreas Leissler, Ralph Schäfer, Fachplaner für Pflasterbau (EIPOS) Uwe Sehrt, Dipl.-Ing. (FH) Andreas Voigt, Dipl.-Ing. Guido Volmer sowie durch die Vertreter der Bauausführung, den Herren Dipl.-Ing. (FH) Jan-Hendrik Kaß und Dipl.-Ing. (FH) Rüdiger Singbeil.

**Gestaltung und Produktion:**

Betonverband Straße, Landschaft, Garten e.V. (SLG)

## Titelbilder

- links oben: Optimas (Quelle)
- rechts oben: Probst (Quelle)
- unten: SLG (Quelle)

Fassung Juni 2024

## Zitierung:

Betonverband Straße, Landschaft, Garten e.V. – SLG (Hrsg.) (2024): *Merkblatt für die maschinelle Verlegung von Pflastersteinen und Platten aus Beton*. Bonn.

## Vorbemerkungen

Die maschinelle Verlegung – als Alternative zur Handverlegung – ist eine wesentliche Voraussetzung zur rationellen und kostengünstigen Herstellung von Verkehrsflächenbefestigungen mit Pflastersteinen und Platten aus Beton. Neben diesem wirtschaftlichen Aspekt sind auch Aspekte des Arbeitsschutzes und der Gesundheitsvorsorge auf der Baustelle enorm wichtig. Vor diesem Hintergrund gewinnt der Einsatz von Verlegemaschinen und -geräten mehr und mehr an Bedeutung.

In dem Maße, wie die maschinelle Verlegung eine Verbesserung der Wirtschaftlichkeit und der Arbeitsbedingungen bietet, ist die Beachtung besonderer Hinweise und die Einhaltung gewisser „Spielregeln“ von allen Beteiligten notwendig, damit die angestrebten Verbesserungen erreicht werden können.

Das vorliegende Merkblatt fasst die besonderen Hinweise für alle an der maschinellen Verlegung Beteiligten zusammen. Es dient als praxisorientiertes Hilfsmittel, mit dem Ziel, dauerhaft funktionstüchtige Pflasterdecken und Plattenbeläge aus Beton wirtschaftlich, unter humanen Arbeitsbedingungen und fachgerecht herzustellen.

Die Angaben in diesem Merkblatt wurden nach bestem Wissen und mit größtmöglicher Sorgfalt zusammengestellt. Inhaltliche Fehler können dennoch nicht vollständig ausgeschlossen werden, so dass hierfür keine Haftung übernommen wird. Dieses Merkblatt dient unter anderem als Unterstützung und Erleichterung bei der Anwendung der Technischen Regelwerke für Verkehrsflächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbeläge. Es ersetzt die entsprechenden Regelwerke jedoch nicht.

Das „Merkblatt für die maschinelle Verlegung von Pflastersteinen und Platten aus Beton“ ersetzt das „Merkblatt für die maschinelle Verlegung von Betonpflastersteinen“ aus dem Jahr 2004, herausgegeben von der Fachvereinigung Betonprodukte für Straßen-, Landschafts- und Gartenbau e. V.

Um Kritik und Anregungen aus der Arbeit mit diesem Merkblatt wird gebeten. Hinweise werden vom Herausgeber gerne entgegengenommen.

© 2024 Betonverband Straße, Landschaft, Garten e. V. (SLG)

## Inhalt

1	Geltungsbereich	5
2	Begriffsbestimmungen	5
3	Hinweise zur Planung	7
3.1	Auswahl geeigneter Pflastersteine und Platten	7
3.1.1	Allgemeines	7
3.1.2	Haufwerksporige Pflastersteine	7
3.1.4	Nuancierte Pflastersteine und Platten	8
3.2	Verband/Verlegemuster	8
3.3	Planung im Rastermaß	9
4	Hinweise für den Hersteller der Pflastersteine und Platten	9
4.1	Rastermaß, Produkt-Nennmaß, Sollfugenbreite	9
4.2	Konizität der Steinseitenflächen	9
4.3	Anordnung der Verlegeeinheit	9
4.4	Angeformte Profile	10
4.5	Maßhaltigkeit der Pflastersteine und Platten sowie der Verlegeeinheit	11
4.6	Verpackung	12
5	Baustellenorganisation	12
5.1	Befahrbarkeit der Baustelle	12
5.2	Überprüfung angelieferter Pflastersteine und Platten	12
5.3	Anordnung der Pakete auf der Baustelle	13
5.4	Beurteilung der Greifsicherheit	13
6	Anforderungen an Maschinen und Geräte	14
6.1	Allgemeines	14
6.2	Verlegemaschine	15
6.3	Trägergeräte	17
6.4	Anbaugeräte	18
6.4.1	Verlegezange/Verlegegreifer	18
6.4.2	Vakuumanbaugerät	20
7	Hinweise zur Ausführung	21
7.1	Prüfung der Unterlage	21
7.2	Herstellen der Bettung	21
7.3	Vorbereitung der Verlegearbeiten	21
7.4	Anordnung der Verlegeeinheit	22
7.5	Verlegung, Verfugung, Abrütteln	23
8	Literaturverzeichnis	26
	Anhang Baustellenablauf und nutzbare Bereiche (Schema)	28

## 1 Geltungsbereich

Das vorliegende „Merkblatt für die maschinelle Verlegung von Pflastersteinen und Platten aus Beton“ gilt für die Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Großformatbelägen mit Befestigungselementen aus Beton in ungebundener Bauweise, sofern die Elemente mit Hilfe von Maschinen oder Geräten auf eine vorbereitete Bettung verlegt werden.

Das Merkblatt dient als Ergänzung zu den einschlägigen Regelwerken, wie insbesondere:

- VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Pflasterdecken und Plattenbeläge, Einfassungen (ATV DIN 18318)
- Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Großformaten (M FG)
- Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen in ungebundener Ausführung (M FP)
- Merkblatt für Lärmarme Pflasterbauweisen (M LP)
- Merkblatt für Versickerungsfähige Verkehrsflächen (M VV)
- Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von begrünbaren Flächenbefestigungen (FLL-Richtlinien)
- Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau Ländlicher Wege (ZTV LW)
- Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Herstellung von Verkehrsflächen mit

Pflasterdecken, Plattenbelägen sowie von Einfassungen (ZTV Pflaster-StB)

- Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen für den Bau von Wegen und Plätzen außerhalb von Flächen des Straßenverkehrs (ZTV-Wegebau).

Anmerkung: Grundsätzlich können auch Pflastersteine und Platten für die Ausführung in gebundener Bauweise sowie zum Beispiel Bordsteine für Randeinfassungen mit Hilfe von Maschinen oder Geräten verlegt bzw. versetzt werden, jedoch werden derartige Arbeiten im vorliegenden Merkblatt nicht behandelt.

## 2 Begriffsbestimmungen

Es gelten die Begriffsbestimmungen für das Straßen- und Verkehrswesen (siehe BBSV, 2020) sowie die nachfolgenden.

### Angeformte Profile

*(sinngemäß aus (SLG, 2024) übernommen)*

An den Seitenflächen eines Pflastersteins (oder einer Platte) angeformte, im Allgemeinen senkrecht zur Produktunterseite angeordnete, funktionale Profile, die unterschiedliche Aufgaben erfüllen.

Anmerkung 1: Angeformte Profile haben entweder die Funktion, die Produktkanten gegen Beschädigungen durch werksseitige Transporte, zum Beispiel beim Ab stapeln, zu schützen oder sie dienen zur Erhöhung des Verschiebewiderstandes innerhalb des verlegten und ausgefugten Belages.

Anmerkung 2: Angeformte Profile geben nicht das Maß der fachgerechten Fugenbreite vor.

Anmerkung 3: In DIN EN 1338 und DIN EN 1339 sind kleine, an der Seite eines Pflastersteins/einer Platte vorstehende Profile als „Abstandhalter“ definiert, womit jedoch nur eine der oben beschriebenen Funktionen gemeint ist.

**Befestigungselement**

Pflasterstein zur Herstellung von Pflasterdecken, Platte zur Herstellung von Plattenbelägen und Großformat zur Herstellung von Großformatbelägen für Flächenbefestigungen.

Anmerkung: Wenn in diesem Merkblatt von Platten gesprochen wird, sind damit stets auch Großformate gemeint.

**Elementbeläge**

Sammelbegriff für Pflasterdecken, Plattenbeläge und Großformatbeläge.

Anmerkung: Wenn in diesem Merkblatt von Plattenbelägen gesprochen wird, sind damit stets auch Großformatbeläge gemeint.

**Maschinelle Verlegung**

Verlegung von Befestigungselementen, einzeln oder lagenweise, mit Hilfe von Maschinen oder Geräten zur Herstellung einer Pflasterdecke oder eines Plattenbelages.

**Verlegemaschine**

Selbstfahrendes, mit einem maschinellen Verlegewerkzeug ausgerüstetes Fahrzeug, speziell zum Aufnehmen, Positionieren und Ablegen von Befestigungselementen, einzeln oder lagenweise.

**Maschinelles Verlegewerkzeug**

Gerät zum Aufnehmen oder Heben, Positionieren und Ablegen von Befestigungselementen, einzeln oder lagenweise.

Anmerkung: Ein maschinelles Verlegewerkzeug kann zum Beispiel eine hydraulische Verlegezange/ein hydraulischer Verlegegreifer oder ein Vakuumgerät sein.

**Verlegezange / Verlegegreifer**

Maschinelles Verlegewerkzeug zum Ausrichten, gegebenenfalls Verschieben, Aufnehmen, Positionieren und Ablegen von Befestigungselementen, einzeln oder lagenweise.

**Anbaugerät**

Maschinelles Verlegewerkzeug zum Anbau an ein Trägergerät (Baumaschine).

**Vakuumgerät**

Maschinelles Verlegewerkzeug mit daran angebrachter Saugplatte zum Heben, Positionieren und Ablegen von Befestigungselementen durch Erzeugen eines Unterdrucks.

**Verband**

*(sinngemäß aus ZTV Pflaster-StB übernommen)*

Die geometrische Anordnung, in der Befestigungselemente verlegt werden.

**Verlegeeinheit**

Einzelelement, zum Beispiel Großformat, oder Lage aus Pflastersteinen oder Platten, wie werkseitig im Paket oder auf einer Palette angeordnet, die maschinell in einem Arbeitsgang aufgenommen, positioniert und abgelegt werden kann.

### 3 Hinweise zur Planung

#### 3.1 Auswahl geeigneter Pflastersteine und Platten

##### 3.1.1 Allgemeines

Die für das Bauvorhaben ausgewählten Pflastersteine und Platten müssen für eine maschinelle Verlegung aus technischer und optischer Sicht geeignet sein.

Pflastersteine und Platten, die mit einer Verlegezange einzeln oder lagenweise maschinell gegriffen werden, müssen angeformte Profile aufweisen, damit beim Anlegen an bereits verlegte Elemente oder an die Randeinfassung die fachgerechte Sollfugenbreite innerhalb der betreffenden Lage erzielt werden kann.

Sollen Pflastersteine und Platten einzeln mittels Vakuumtechnik verlegt werden, sollten als Verlegehilfe entweder Fugenlehren (Bild 1) oder eine mit einem Anschlag, der so genannten Fugenabstandhilfe, ausgestattete Vakuumverlegetechnik (Bild 2) verwendet werden, um die gewünschte Fugenbreite zu erzeugen. Da die Art der Vakuumverlegetechnik mit der Fugenabstandhilfe noch nicht überall genutzt wird bzw. zur Verfügung steht, kann es zweckmäßig sein, wenn für die Vakuumverlegung vorgesehene Befestigungselemente werkseitig mit geeigneten angeformten Profilen ausgestattet werden (siehe auch Abschnitt 4.4).

Die Eignung der Pflastersteine und Platten für eine maschinelle Verlegung kann bei den Betonsteinherstellern oder Lieferanten abgefragt werden.



Bild 1: Beispiel für die Verwendung von Fugenlehren bei der Vakuumverlegung [Foto: Uwe Sehrt]



Bild 2: Beispiel für Vakuumverlegetechnik mit Anschlag (Fugenabstandhilfe) [Foto: Optimas]

##### 3.1.2 Haufwerksporige Pflastersteine

Haufwerksporige Pflastersteine für die Herstellung von versickerungsfähigen Pflasterdecken sind nicht nur besonders wasserdurchlässig, sondern auch in gleichem Maße luftdurchlässig. Sie eignen sich daher aus technischer Sicht im Allgemeinen nicht für eine Verlegung mittels Vakuumtechnik.

### 3.1.4 Nuancierte Pflastersteine und Platten

Die maschinelle Verlegung von nuancierten Pflastersteinen und Platten – insbesondere, wenn es sich um relativ kleinformatige Elemente handelt – kann zu optisch unbefriedigenden Ergebnissen, zum Beispiel schachbrettartigen Mustern, führen (Bild 3).



Bild 3: Die maschinelle Verlegung von nuancierten Pflastersteinen kann zu einem optisch unbefriedigenden Ergebnis führen [Foto: Pascal Präscheke]

Daher sollte die aus optischen Gründen erforderliche Eignung für eine maschinelle Verlegung von nuancierten Pflastersteinen und Platten bzw. die Möglichkeiten, eine entsprechende Eignung zu erzielen (zum Beispiel werkseitiges Vorsortieren oder manuelle Verlegung) im Vorfeld mit dem Betonsteinhersteller bzw. Lieferanten geklärt werden.

Die maschinelle Verlegung von nuancierten Pflastersteinen und Platten sollte zum einen aus verschiedenen Paketen erfolgen, um ein hinsichtlich der Farbwirkung ansprechendes Bild zu erhalten.

Einen positiven Einfluss auf das optische Erscheinungsbild des Belages kann zum anderen auch die Art der Verlegetechnik

haben, wenn zum Beispiel bei der Anwendung der Vakuumtechnik nur einzelne Reihen anstelle ganzer Lagen von den Paketen abgenommen und gemischt verlegt werden.

Gegebenenfalls ist alternativ oder zusätzlich zu den vorgenannten Maßnahmen eine ansprechende Farbwirkung durch nachträglichen punktuellen Austausch von unterschiedlich farbigen Befestigungselementen zu erzielen.

### 3.2 Verband/Verlegemuster

Gemäß den einschlägigen Technischen Regelwerken, zum Beispiel ATV DIN 18318 und ZTV Pflaster-StB, sind Pflasterdecken und Plattenbeläge mit einem gleichmäßigen Fugenbild einerseits und in einem bestimmten Verband (in der Regel Reihenverband) andererseits herzustellen. Der Bauvertrag kann etwas Abweichendes festlegen, was im Falle des Verbandes die Regel ist, wenn zum Beispiel ein Ellenbogen- oder ein Fischgrätverband ausgeführt werden sollen. Die Forderung nach einem gleichmäßigen Fugenbild hingegen ist im Allgemeinen immer Gegenstand der Leistungsbeschreibung. Abweichungen davon, das heißt, die bewusste Forderung nach einem ungleichmäßigen Fugenbild, dürfte eher die Ausnahme bleiben.

In Abhängigkeit des gewählten Stein- oder Plattensystems und/oder des gewählten Verbandes bzw. Fugenbildes können mehr oder weniger aufwändige manuelle Nacharbeiten während der Ausführung erforderlich sein, um der Regelanforderung nach einem gleichmäßigen Fugenbild nachzukommen (siehe auch Abschnitt 7.4 und Bild 20).



Neben der zu erwartenden Verkehrsbelastung sollten bei der Auswahl bzw. Festlegung des Verbandes auch die Flächengeometrie und -topographie berücksichtigt werden. Informationen zu möglichen Verbänden des jeweiligen Pflaster- bzw. Plattensystems werden von den Betonsteinherstellern bereitgestellt.

Verlegemuster und/oder Verlegepläne, gegebenenfalls mit Details von Anschlussbereichen, sollten vorzugsweise planerisch vorgegeben werden.

### 3.3 Planung im Rastermaß

Jeder Pflasterstein und jede Platte für eine Flächenbefestigung sowie jede zugehörige Verlegeeinheit weisen ein bestimmtes Raster auf. Es setzt sich aus dem Produkt-Nennmaß und der Sollfugenbreite zusammen (siehe zum Beispiel auch (SLG, 2024)). In diesem Raster sollte die gesamte Fläche bzw. sollten zusammenhängende Teilflächen geplant werden, damit ein möglichst geringer Schneideaufwand anfällt. Die Rastermaße können bei den jeweiligen Betonsteinherstellern bzw. Lieferanten erfragt werden. In der Leistungsbeschreibung sollte hinsichtlich der Abstände von Randeinfassungen oder Ähnliches vorgesehen werden, dass diese auf Basis der zugrunde liegenden Rastermaße zuzüglich eines Vorhaltemaßes einzumessen sind. Das Vorhaltemaß ist zum Beispiel aus Gründen der Maßtoleranzen der Befestigungselemente notwendig. Es wird empfohlen, das Auslegen der Befestigungselemente zur Ermittlung der genauen Abstände der Randeinfassungen in die Leistungsbeschreibung aufzunehmen.

Die aus Entwässerungsgründen notwendigen Neigungen und Neigungswechsel sind zudem zu beachten. So ist beispielsweise eine im Grundriss 30 Meter lange Fläche mit einer Neigung von 3 Prozent bezogen auf ihre tatsächliche (abgewinkelte) Länge ca. 1,3 Zentimeter größer.

## 4 Hinweise für den Hersteller der Pflastersteine und Platten

### 4.1 Rastermaß, Produkt-Nennmaß, Sollfugenbreite

Bei der Entwicklung von Pflasterstein- oder Plattensystemen ist der Zusammenhang zwischen Rastermaß, Produkt-Nennmaß und Sollfugenbreite zu beachten (siehe auch Abschnitt 3.3).

### 4.2 Konizität der Steinseitenflächen

Eine zunehmend konische Ausbildung der Elementseitenflächen steht einer guten Greifsicherheit der Verlegeeinheit entgegen.

### 4.3 Anordnung der Verlegeeinheit

Die Anordnung der einzelnen Pflastersteine bzw. Platten in der Verlegeeinheit sollte bereits werkseitig so konzipiert sein, dass der vereinbarte Verband (das vereinbarte Verlegemuster) über die gesamte zu erstellende Fläche oder über zusammenhängende Teilflächen – abgesehen von Anschlussbereichen – gleichmäßig ausgeführt werden kann.

### 4.4 Angeformte Profile

Maschinell verlegbare Pflastersteine und Platten benötigen grundsätzlich angeformte Profile, damit beim Anlegen und Ablegen der Verlegeeinheit die Sollfugenbreite erzielt werden kann.

Überprüfungen in der Praxis haben ergeben, dass mit modernen Verlegegeräten (mit Anlegehilfe oder Abdruckvorrichtung) erstens ein gleichmäßiger Fugenabstand innerhalb der abgelegten Verlegeeinheit erzielt wird,

und dass zweitens die einzelnen Fugenbreiten etwa 0,5 mm bis 1 mm größer sind, als der durch die angeformten Profile erzeugte Zwangsabstand (siehe auch Abschnitt 7.5 und Bild 19).

Das Vorsprungsmaß von angeformten Profilen sollte daher unter Berücksichtigung der Sollfugenbreite bzw. der Dicke der Befestigungselemente festgelegt werden (siehe Tabelle 1 und Bild 19).

Tabelle 1: Empfehlung für das Vorsprungsmaß der an Pflastersteinen, Platten und Großformaten angeformten Profile

Befestigungselement		Sollfugenbreite bzw. empfohlene Sollfugenbreite im Belag [mm]			Vorsprungsmaß der an das Befestigungselement angeformten Profile [mm]
Art	Nennstärke [mm]	ATV DIN 18318	ZTV Pflaster-StB	SLG-Merkblatt <sup>1)</sup>	
Pflasterstein	60	4	4	--	3
	80	4	4	--	
	100	4	4	--	
	120	6	6	--	5
	140	6	6	--	
	160	6	6	--	
Platte bzw. Großformat <sup>2)</sup>	80	4	4	4	3
	100	4	--	4	
	120	6	--	6	5
	140	6	--	6	
	160	6	--	8	5, ggf. 7
	180	6	--	8	

<sup>1)</sup> Merkblatt Plattenbeläge aus Beton für befahrbare Verkehrsflächen (SLG, 2021a).

<sup>2)</sup> Eine Platte mit einer Gesamtlänge von über 400 mm und einer Nennstärke ab 100 mm nennt man „Großformat“ (vgl. M FG)

Die angeformten Profile sollten lediglich so dimensioniert werden, dass die Produkte die Klammervorgänge im Werk und auf der Baustelle schadlos überstehen. Ein zum Beispiel halbrund ausgeführtes Profil ist dafür völlig ausreichend.

Die angeformten Profile können über die volle oder nur über einen Teil der Dicke des Produktes ausgeführt werden. Je weiter die Profile in Richtung der Produktoberseite geführt werden, desto besser ist die Greifsi-cherheit der zugehörigen Verlegeeinheit.

#### **4.5 Maßhaltigkeit der Pflaster- steine und Platten sowie der Verlegeeinheit**

Für die Herstellung der Pflastersteine und Platten sind Mischung und Verarbeitung des Frischbetons so zu steuern, dass die frisch entformten Produkte möglichst nicht oder nur gering ausbauchen. Maßungenaugkeiten durch übermäßige Ausbauchungen können einerseits zu einer Verminderung der Greifsi-cherheit der Verlegeeinheiten und andererseits zu relativ großen Schwankungen der Maße der Verlegeeinheiten führen. Diese Umstände sind für die maschi-nelle Verlegung in der Regel wesentlich kri-tischer als zum Beispiel Maßungenaugkeiten der Pflastersteine und Platten durch Formenverschleiß. Die Anforderungen der TL Pflaster-StB hinsichtlich der Maßhaltig-keit der Pflastersteine und Platten sind ein-zuhalten.

Die Verlegeeinheiten sollten möglichst gleich groß sein. Dies ist für einen reibungs-losen Ablauf auf der Baustelle wichtiger als die Einhaltung der Maßtoleranzen der ein-zelnen Pflastersteine und Platten. Das heißt, nur Verlegeeinheiten mit überma-ßigen Elementen oder nur Verlegeeinheiten mit untermaßigen Elementen sind besser als unterschiedlich große Verlegeeinheiten.

Zahlreiche Messungen von Verlegeeinhei-ten auf Baustellen haben ergeben, dass von zügiger Verlegung ausgegangen werden kann, wenn die Abweichung vom mittleren Maß der Länge und vom mittleren Maß der Breite der Verlegeeinheiten nicht mehr als jeweils  $\pm 1,5\%$  beträgt. Die Messungen soll-ten im geklammerten Zustand der Verlege-einheit durchgeführt werden. Die beschrie-bene Schwankungsbreite sollte daher für zusammenhängende, maschinell zu verlege-flächen möglichst eingehalten werden.

Produktionsbedingt können minimale Di-ckendifferenzen der Pflastersteine und Plat-ten innerhalb einer Lage auftreten, die sich insbesondere bei kleinformatigen Elemen-ten nach dem Paketieren zu einer „Schüs-selung“ oder „Aufwölbung“ der oberen Ver-legeeinheiten aufaddieren (Bild 4). Dies kann je nach Größe der Verlegeeinheit, des Formates und der Ausbildung der ange-formten Profile zu Problemen beim Abgrei-fen der oberen Lagen mit der Verlegeklam-mer führen.

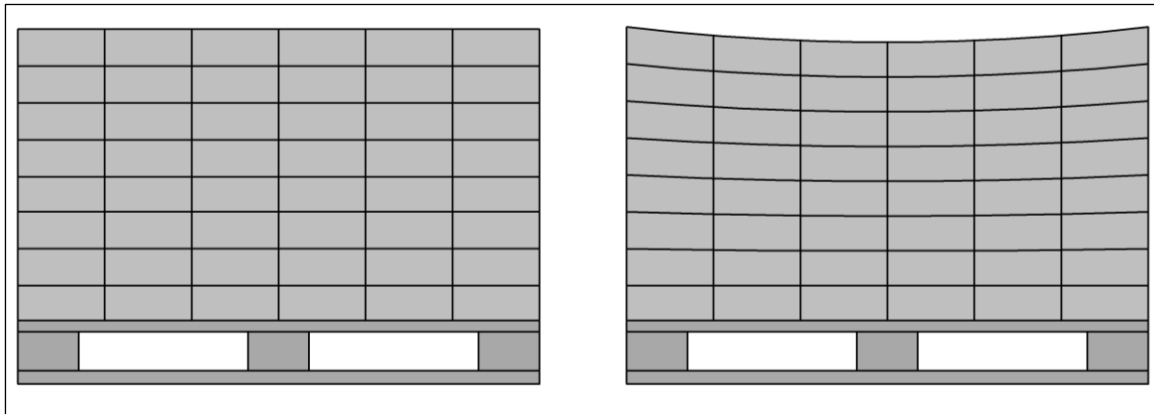


Bild 4: Bildet sich aufgrund von Dickendifferenzen eine „Schüsselung“ im oberen Bereich des Paketes aus (Bild rechts), kann die Greifsicherheit der entsprechenden Lagen vermindert oder nicht mehr gegeben sein (Quelle: SLG]

## 4.6 Verpackung

Werden Pflastersteine und Platten palettiert ausgeliefert, müssen die Paletten, gemessen an der Verlegeeinheit eine ausreichend große Grundfläche haben, damit nach dem Öffnen der Pakete die äußeren Elemente nicht abkippen. Paletten müssen ausreichend stabil und frei von Beschädigungen sein sowie das Handling mit herkömmlichen Gabelzinken ermöglichen.

## 5 Baustellenorganisation

### 5.1 Befahrbarkeit der Baustelle

Anliefernde Lkw dürfen nicht auf Pflasterdecken und Plattenbelägen fahren, welche noch nicht eingefügt und abgerüttelt sind, da bei diesen noch keine ausreichende Laststabilität der Belagselemente vorliegt.

### 5.2 Überprüfung angelieferter Pflastersteine und Platten

Unmittelbar nach Eintreffen auf der Baustelle ist eine Überprüfung der angelieferten Pflastersteine und Platten erforderlich. Hinweise hierzu sind dem Abschnitt „Eigenüberwachungsprüfungen“ der ZTV Pflaster-StB zu entnehmen. Insbesondere ist – zumindest anhand des Lieferscheines, durch Inaugenscheinnahme und durch Vergleich mit dem gegebenenfalls vereinbarten Muster – zu prüfen, ob die Lieferung der Bestellung entspricht und ob die Produkte erkennbar mängelfrei sind. Bestehen Zweifel oder Bedenken, darf mit den Verlegearbeiten nicht begonnen werden, bis eine Klärung der Angelegenheit erfolgt ist. Das Ausbleiben einer unmittelbar erfolgten Mängelrüge kann zum Verlust von Gewährleistungsansprüchen führen.

### 5.3 Anordnung der Pakete auf der Baustelle

Die Pakete aus Pflastersteinen bzw. Platten sind bereits bei der Anlieferung möglichst so zu stellen, dass sie von der Verlegemaschine oder von den Verlegemaschinen auf kurzem Wege angefahren werden können.

Die Pakete sind immer auf ebenem, sauberem und tragfähigem Untergrund abzustellen. Dies gilt insbesondere für unpalettierte Pakete. Ein Positivbeispiel ist dem Bild 5, ein Negativbeispiel dem Bild 6 zu entnehmen.



Bild 5: Positivbeispiel für die Lagerung von Steinpaketen auf der Baustelle [Foto: Optimas]



Bild 6: Negativbeispiel für die Lagerung von Steinpaketen auf der Baustelle [Foto: Optimas]

### 5.4 Beurteilung der Greifsicherheit

Die Greifsicherheit einer Verlegeeinheit aus kleinformatischen Produkten kann beeinträchtigt sein (siehe auch Abschnitt 4.5). Bestehen Zweifel an der Greifsicherheit angelieferter Verlegeeinheiten, kann diese mit Hilfe des „Turmbaus“ gemäß dem Bild 7 überprüft werden.

Bei dieser einfachen, aber zuverlässigen Methode wird zunächst eine in Klammerichtung liegende Steinreihe aus der Verlegeeinheit entnommen. Im Anschluss werden die entnommenen Steine auf einer waagerechten, ebenen Unterlage hochkant aufeinandergesetzt.

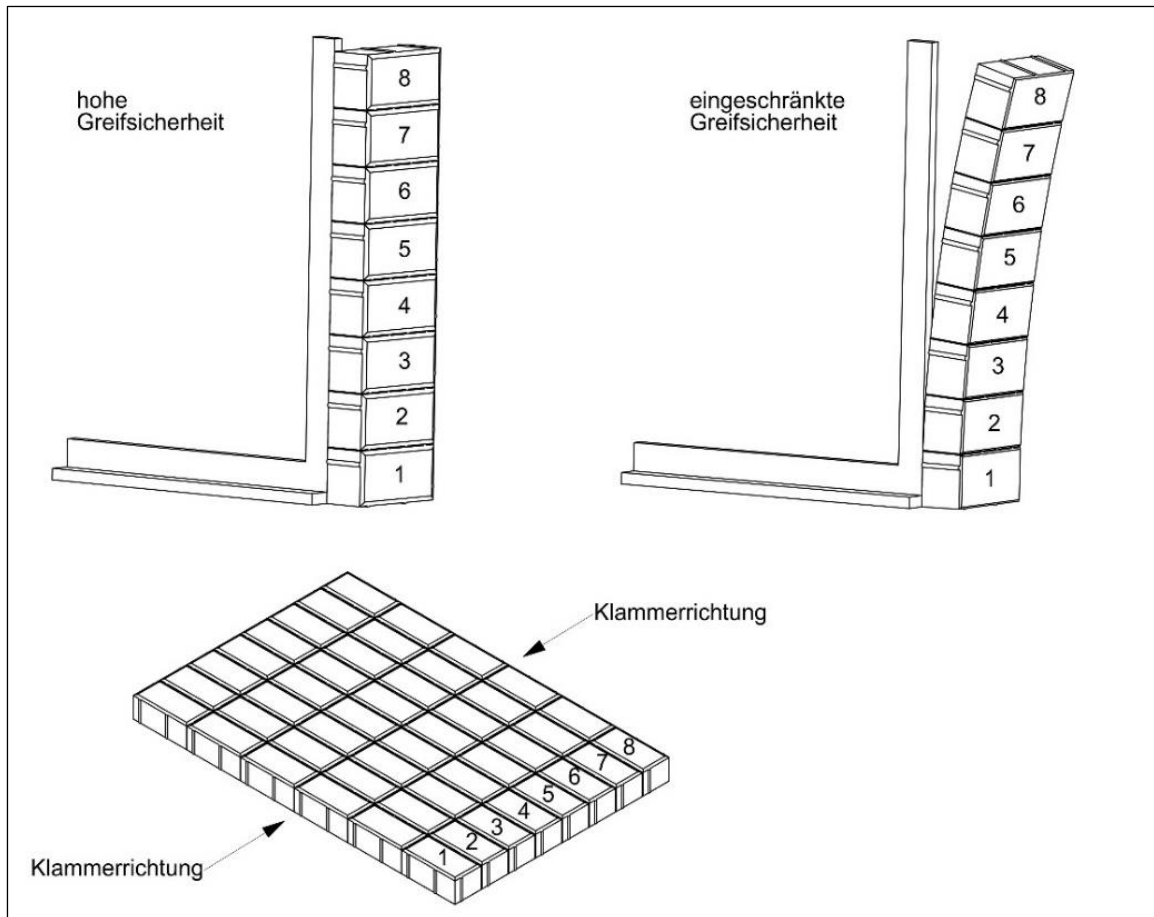


Bild 7: Prüfung der Greifsicherheit einer Verlegeeinheit aus kleinformatigen Produkten durch „Turmbau“  
[Quelle: Probst]

### Beurteilung der Greifsicherheit:

- Bilden die aufeinander gesetzten Steine einen stabilen Turm, kann von hoher Greifsicherheit ausgegangen werden.
- Bilden die aufeinander gesetzten Steine einen labilen Turm (zum Beispiel durch leichtes seitliches Ausweichen), ist von eingeschränkter Greifsicherheit auszugehen.
- Kommt der Turm während des Aufschichtens der Steine oder im Anschluss daran durch seitliches Ausweichen zum Kippen, ist die Greifsicherheit nicht gegeben.

Die Prüfung kann im Werk des Herstellers und/oder auf der Baustelle durchgeführt werden.

## 6 Anforderungen an Maschinen und Geräte

### 6.1 Allgemeines

Die Maschinen und Geräte müssen in einem einwandfreien technischen Zustand sein. Sie dürfen zum Beispiel keine Leckagen aufweisen, aus denen Betriebsstoffe, wie Öl oder Ähnliches, austreten und die Pflastersteine oder Platten dauerhaft

verschmutzen können. Verunreinigungen, die von den Arbeiten des Auftragnehmers herrühren, sind von diesem auf seine Kosten zu beseitigen (vgl. auch ATV DIN 18299).

Die Maschinen und Geräte dürfen nur von fachkundigem und in die jeweilige Maschine und Bauaufgabe eingewiesenem Personal unter Beachtung der jeweiligen Bedienungsanleitung bedient werden.

## 6.2 Verlegemaschine

Es sollten möglichst immer speziell für die maschinelle Verlegung von Pflastersteinen und Platten entwickelte Verlegemaschinen eingesetzt werden. Dabei sollten solche mit doppelter Knicklenkung (Bild 8 und Bild 9) oder Zweiachs-Dreh-Schemel-Lenkung (Bild 11 und Bild 10) bevorzugt werden. Diese führen beim Befahren der frisch verlegten Befestigungselemente und bei Lenkbewegungen nicht zu Verdrückungen oder Verschiebungen.

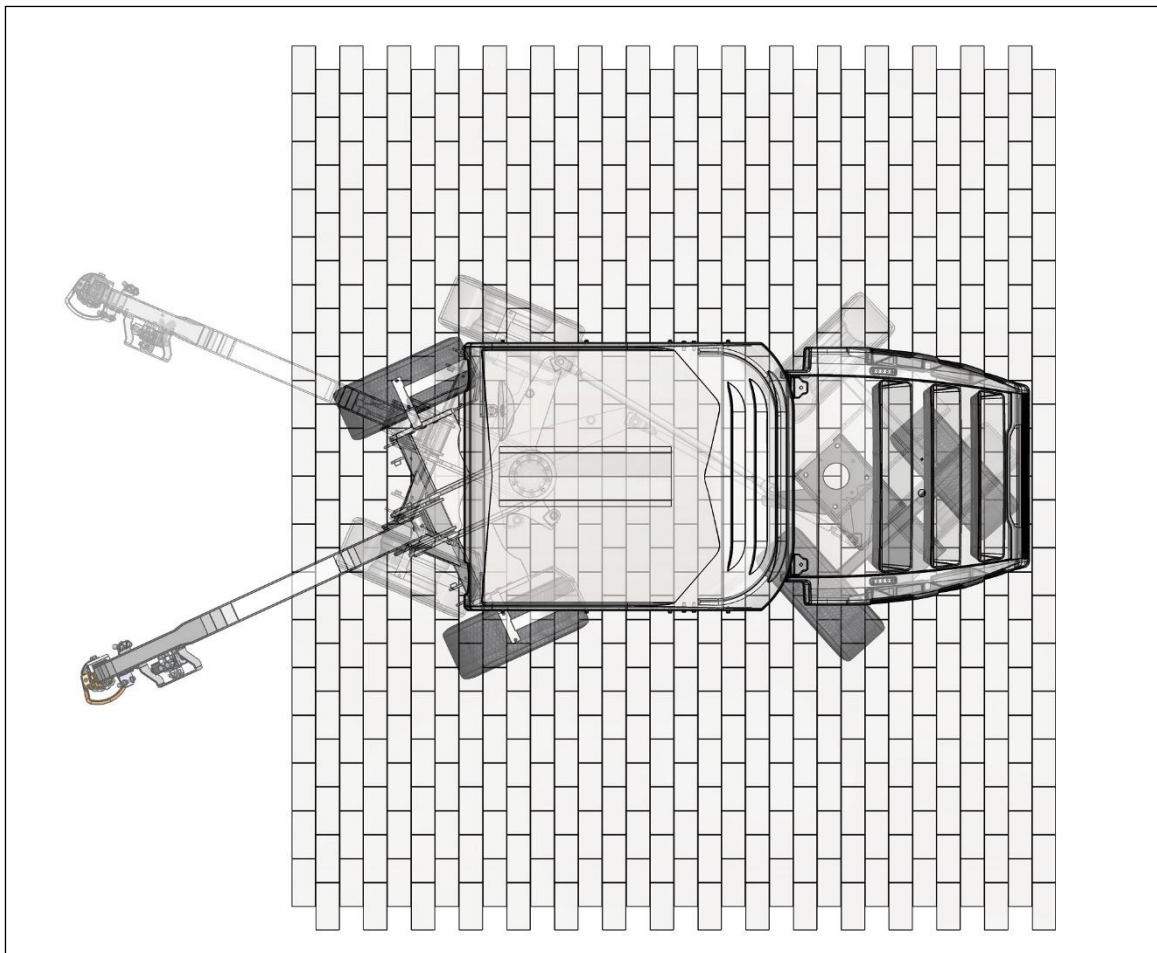


Bild 8: Prinzipskizze einer Verlegemaschine mit doppelter Knicklenkung [Quelle: Probst]



Bild 9: Verlegemaschine mit doppelter Knicklenkung [Foto: Probst]

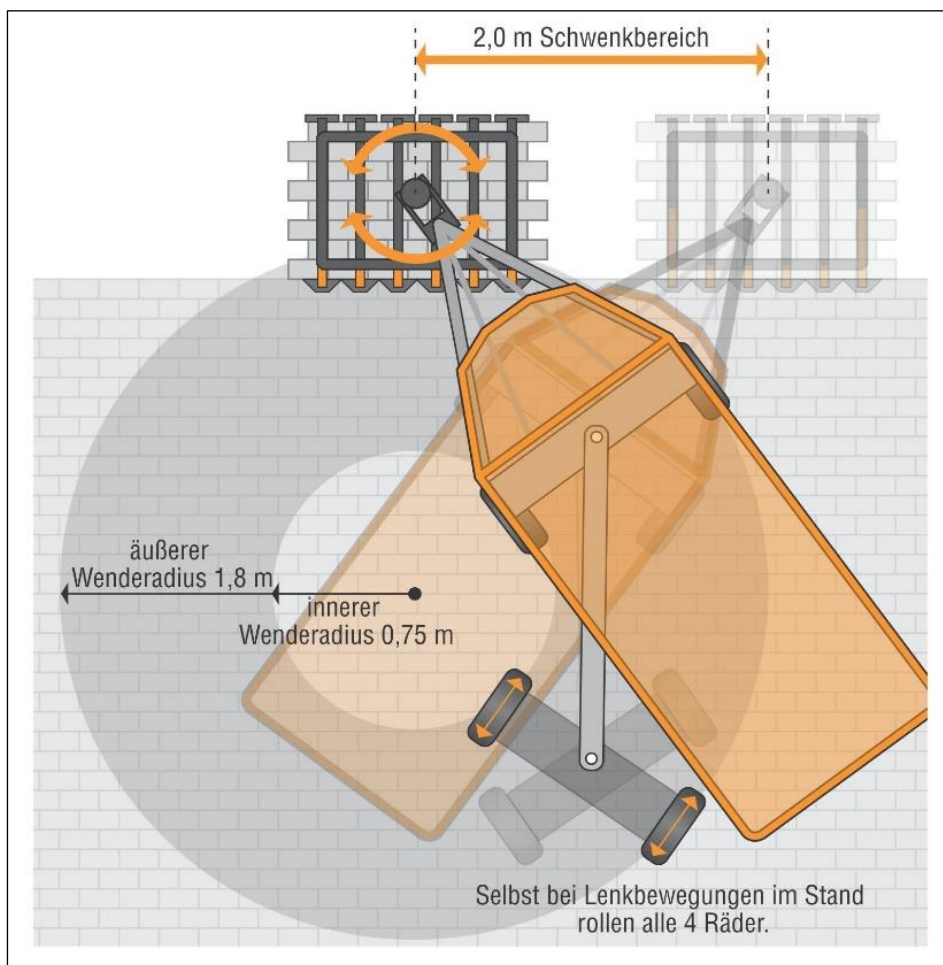


Bild 10: Prinzipskizze einer Verlegemaschine mit Zweiachs-Dreh-Schemel-Lenkung [Quelle: Optimas]





Bild 11: Verlegemaschine mit Zweiachs-Dreh-Schemel-Lenkung [Foto: Optimas]

### 6.3 Trägergeräte

Wenn von der bereits verlegten Fläche aus verlegt werden soll, können als Trägergeräte mit Verlegezange ausgerüstete gummi-bereifte Bagger oder Radlader eingesetzt werden. Jedoch sind sowohl die nicht ver-fugten als auch die frisch verlugten Bere-iche der Pflasterdecke bzw. des Plattenbe-lages durch Abdecken, zum Beispiel mit Überfahrplatten, zu schützen, damit sich die Belagselemente nicht verdrücken oder verschieben können. Das Bild 12 zeigt eine Baustelle, bei welcher dieser Empfehlung nicht gefolgt wurde und somit die Gefahr von Verschiebungen der frisch verlegten Pflastersteine gegeben ist.



Bild 12: Gefahr von Pflasterverschiebungen durch Kettenfahrzeug auf nicht geschützter Pflasterdecke [Foto: Karl-Uwe Voß]

Bagger und Minibagger mit Gummiraupen (Gummiketten) sowie Kettenfahrzeuge im Allgemeinen können für eine Verlegung von der Tragschicht aus (so genannte Vor-Kopf-Verlegung) eingesetzt werden.

Die genannten Trägergeräte sind hingegen für das Verlegen von der bereits verlegten

Fläche aus nur bedingt geeignet. Sie können dafür eingesetzt werden, wenn sie ausschließlich auf abgedeckten (geschützten) Flächen und unter gänzlichem Verzicht auf Lenkbewegungen, das heißt nur vorwärts und rückwärts, fahren (Bild 13). Ansonsten führen derartige Trägergeräte unmittelbar (Belag ungeschützt) bzw. mittelbar (Belag durch Abdeckung vermeintlich geschützt) zu Verschiebungen und Abschürfungen der verlegten Befestigungselemente.



Bild 13: Kettenfahrzeug (Trägergerät) mit Anbaugerät auf abgedeckter Fläche [Foto: Optimas]

Kettenfahrzeuge können als Trägergerät jedoch gut für die maschinelle Verlegung eingesetzt werden, sofern sichergestellt wird, dass dies nicht auf frisch verlegten Befestigungselementen erfolgt (Bild 14).



Bild 14: Maschinelle Verlegung von Pflastersteinen für einen Gehweg. Das Trägergerät (Bagger) befindet sich außerhalb der Fläche [Foto: Optimas]

## 6.4 Anbaugeräte

### 6.4.1 Verlegezange/Verlegegreifer

Die Verlegezange muss greifen und ausrichten können. Sie sollte eine Verlegeeinheit mit einem Gewicht von bis zu 400 Kilogramm – auch im Fahrbetrieb einer Verlegemaschine – sicher halten können.

Die Verlegezange sollte mit einer speziellen Anlegehilfe oder Abdruckvorrichtung ausgerüstet sein. Dadurch wird einerseits ein Verkanten der die Anlegekante berührenden Stein- bzw. Plattenreihe beim Ablegen vermieden, und andererseits werden gleichmäßige Fugenabstände über die gesamte Breite der Verlegeeinheit sichergestellt. Das Bild 15 zeigt das Prinzip der Verlegung ohne spezielle Anlegehilfe oder Abdruckvorrichtung und die dadurch entstehende Problematik, während das Bild 16 das Prinzip der Verlegung mit spezieller Anlegehilfe oder Abdruckvorrichtung zeigt, woraus sich die genannten Vorteile ergeben.

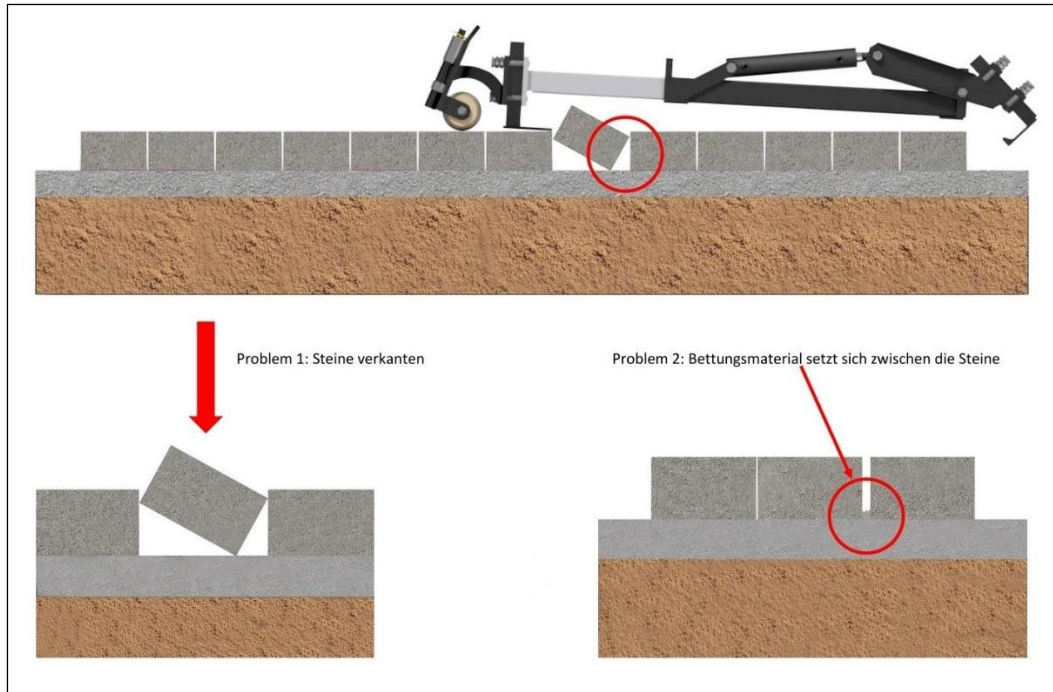


Bild 15: Verlegetechnik ohne spezielle Anlegehilfe bzw. Abdrückvorrichtung [Quelle: Optimas]

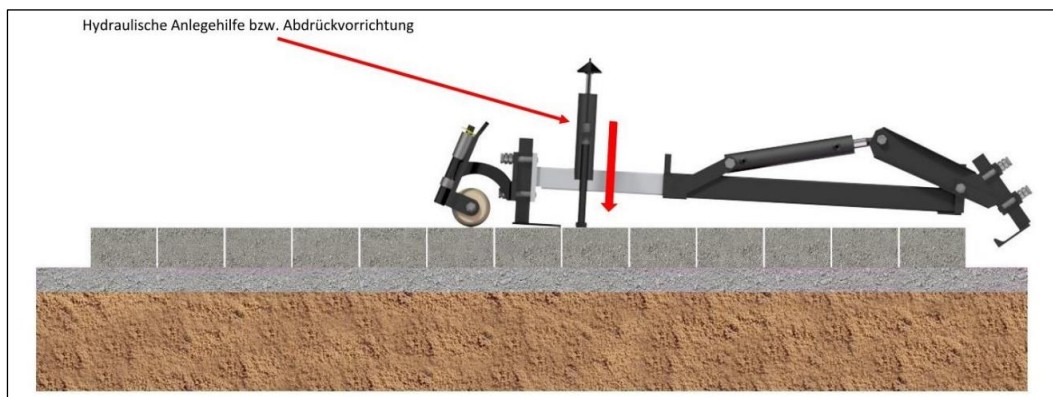


Bild 16: Verlegetechnik mit spezieller Anlegehilfe bzw. Abdrückvorrichtung [Quelle: Optimas]

Die Verlegezange sollte weiterhin mit einer Einrichtung versehen sein, welche es erlaubt, über die Länge der Verlegeeinheit das Schließmaß des seitlichen Ausricht- und Verschiebemechanismus auf ein bestimmtes Maß – vorzugsweise auf die Rasterbreite der Verlegeeinheit – zu begrenzen (Bild 17). Hierdurch wird erreicht, dass sich geringfügig größere Fugenabstände (als durch die an die Produkte angeformten Profile

vorgegeben) über die Länge der Verlegeeinheit einstellen können. Dies ist wichtig, weil dadurch eine Knirschverlegung der Befestigungselemente verhindert wird. Dadurch sind auch in Richtung der Länge der Verlegeeinheit ausreichend breite Fugen, ein gleichmäßiges Fugenbild sowie die Möglichkeit zum Ausgleich von Maßabweichungen gegeben.

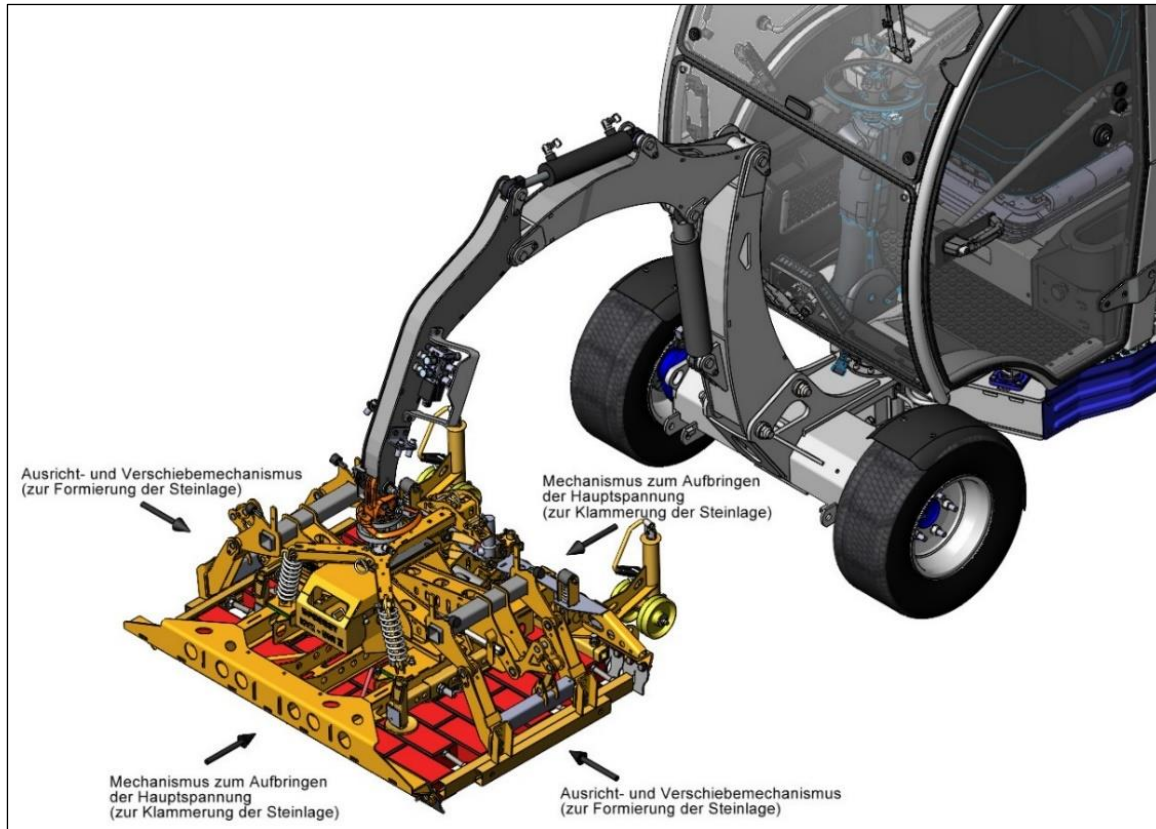


Bild 17: Prinzip des Mechanismus zum seitlichen Ausrichten und Verschieben der Stein- bzw. Plattenreihen  
[Quelle: Probst]

#### 6.4.2 Vakuumanbaugerät

Das Vakuumanbaugerät verfügt über eine oder mehrere Saugplatten. Eine Saugplatte muss kleiner sein als die Fläche des anzusaugenden Produkts, damit die Dichtlippe abdichten kann. Die Luftdurchlässigkeit des zu hebenden Befestigungselementes hat hierbei einen großen Einfluss.

Bei saugdichtem Material, das heißt bei einem Element mit vergleichsweise geringer Luftdurchlässigkeit, kann ein Vakuumgerät mit einer Vakuumpumpe zum Einsatz kommen. Bei einem Element mit einer höheren Luftdurchlässigkeit muss ein Vakuumgerät mit einem Gebläse eingesetzt werden, das die Luft wegsaugen kann, welche durch das

Porengefüge nachfließt. Ein Manometer (Druckmesser) am Anbaugerät zeigt an, wann das Element sicher angehoben und positioniert werden kann.

Der Vorteil der Vakuumverlegetechnik liegt zum einen darin, dass ein Anlegen der Befestigungselemente ohne die Gefahr von Kantenbeschädigungen möglich ist (siehe auch Bild 1 und Bild 2). Zudem können Elemente leicht wieder aufgenommen werden, falls die Bettung, zum Beispiel zur Korrektur der Höhenlage, zunächst nachgearbeitet werden muss.

## 7 Hinweise zur Ausführung

### 7.1 Prüfung der Unterlage

Die Unterlage für die herzustellende Pflasterdecke bzw. für den herzustellenden Plattenbelag muss entsprechend den Vorgaben des Bauvertrages bzw. den einschlägigen Technischen Regelwerken geeignet sein.

Die Eignung der Unterlage ist vor Beginn der Verlegearbeiten zu prüfen, zum Beispiel durch Einsichtnahme der Aufzeichnungen für Unterbau/Untergrund- und Tragschichtarbeiten. Bestehen Bedenken, darf mit den Verlegearbeiten nicht begonnen werden. Maßnahmen für eventuelle Nacharbeiten an der Unterlage sind zunächst zu vereinbaren.

### 7.2 Herstellen der Bettung

Das Bettungsmaterial ist gleichmäßig durchmischt und erdfeucht auf der vorbereiteten Unterlage aufzubringen. Eine gleichmäßige Dicke und Lagerungsdichte des Bettungsmaterials über die gesamte Fläche ist anzustreben, um spätere ungleichmäßige Verformungen zu vermeiden. Das Bettungsmaterial ist überhöht einzubauen. Die Überhöhung hängt von der Art des Bettungsmaterials, dessen Einbaufeuchte sowie von Art und Größe der Pflastersteine bzw. Platten ab.

Ein Vorverdichten des Bettungsmaterials kann in Abhängigkeit der Korngrößenverteilung und der Einbauhöhe des Bettungsmaterials sowie der zu erwartenden Belastung des Belages während der Verlegearbeiten und nach der Verkehrsfreigabe zweckmäßig sein. Für das Vorverdichten eignet sich eine übliche Vibrationsplatte mit einem

Betriebsgewicht bis etwa 200 Kilogramm oder eine leichte statische Walze mit einem Betriebsgewicht bis etwa zwei Tonnen. Im Anschluss an eine Vorverdichtung ist ein nochmaliges höhen- und profilgerechtes Abziehen der Bettung erforderlich. Dafür ist es zweckmäßig, zuvor eine dünne Schicht Bettungsmaterial gleichmäßig aufzubringen.

### 7.3 Vorbereitung der Verlegearbeiten

Verlegerichtung und Anfangspunkt der Verlegearbeiten sind nach Anweisung der Bauleitung festzulegen. Die Verlegerichtung geht in der Regel aus den Planungsunterlagen hervor. Diese müssen auf der Baustelle verfügbar sein.

Der Anfangspunkt der Verlegearbeiten kann von Flächengeometrien, Neigungen, Verwindungsbereichen usw. abhängig sein.

In Längs- und Querrichtung ist in ausreichendem Maße zu schnüren, um fluchtgerecht und im Rastermaß der Verlegeeinheit verlegen zu können.

Die Rastermaße der Pflastersteine bzw. der Platten und der zugehörigen Verlegeeinheiten sind Planungsmaße und müssen daher vor Beginn der eigentlichen Verlegearbeiten durch Auslegen einzelner Verlegeeinheiten überprüft werden. Sind unterschiedliche Pflasterstein- oder Plattensysteme zu verlegen, zum Beispiel in Fahr- und in Stellflächen, ist diese Überprüfung für jedes einzelne System vorzunehmen.

**Hierbei ist es unzulässig, die abgelegten Verlegeeinheiten auf Pressfugen zusammenzutreiben.**

Am Anfangspunkt der Verlegearbeiten ist in der Regel ein rechter Winkel anzulegen. Hierzu eignet sich zum Beispiel ein zusammenklappbarer Metallwinkel mit

Schenkellänge von mindestens 2 Metern. Alternativ kann die so genannte 3-4-5-Regel angewendet werden. Das Bild 18 zeigt, wie dabei vorzugehen ist.

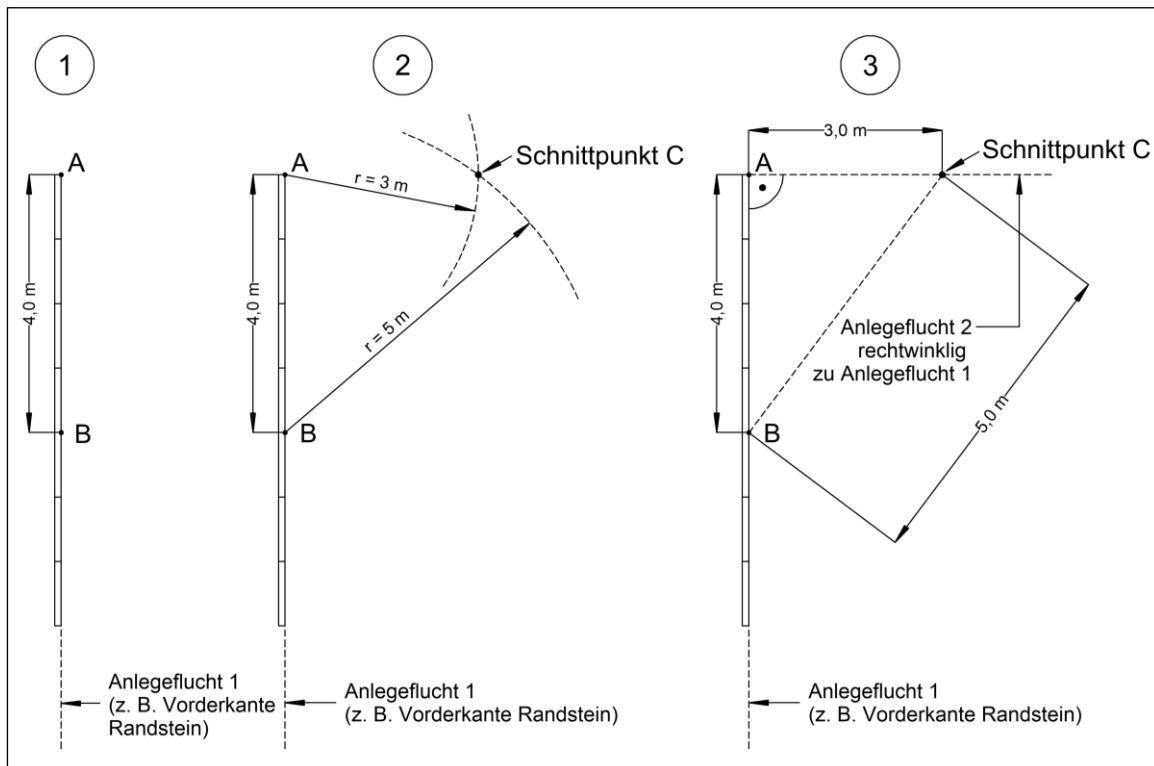


Bild 18: Einmessen eines rechten Winkels nach der so genannten 3-4-5-Regel [Quelle: SLG]

Ist ein vom rechten Winkel abweichender Winkel anzulegen, kann dies zum Beispiel durch eigens angefertigte Schablonen oder variable Bauwinkel erfolgen.

Die Verlegeklammer ist zu justieren, um die Winkligkeit der geklammerten Verlegeeinheit sicher zu stellen.

## 7.4 Anordnung der Verlegeeinheit

Die Befestigungselemente können in einer Verlegeeinheit unterschiedlich angeordnet sein, zum Beispiel versetzt zueinander (Läuferverband, Ellenbogenverband) oder nicht versetzt zueinander (auf Kreuzfuge). Für den letzteren Fall erlauben technische Hilfsmittel an der Verlegeklammer, dass vor dem Ablegen jede zweite Elementreihe verschoben werden kann, so dass ein Läuferverband entsteht. In befahrenen Flächen sind Kreuzfugen grundsätzlich zu vermeiden.

## 7.5 Verlegung, Verfugung, Abrütteln

Die Verwendung von Verlegegeräten mit Anlegehilfe oder Abdrückvorrichtung wird empfohlen (vgl. Abschnitt 6.4.1). Dadurch werden zum einen gleichmäßige Fugenabstände innerhalb der abgelegten Verlegeeinheit erzielt und zum anderen ergeben sich Fugenbreiten, die etwa 0,5 bis 1 Millimeter größer sind als die durch die angeformten Profile erzeugten Zwangsabstände (Bild 19).

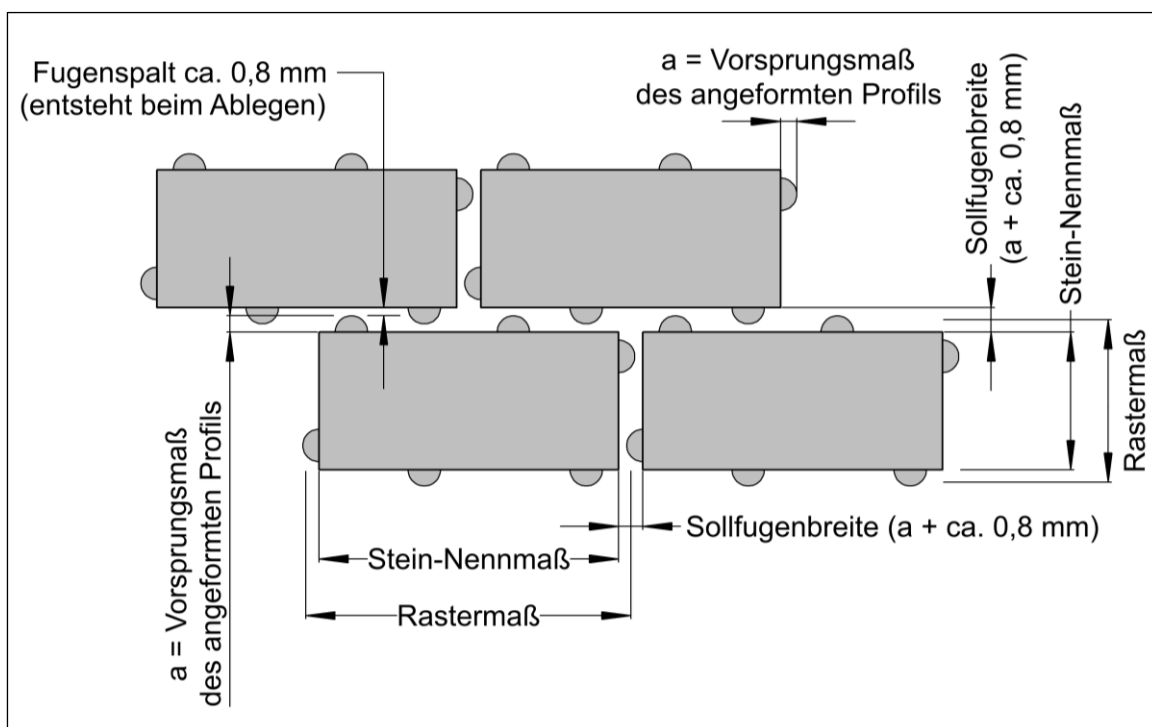


Bild 19: Fugenbreite bei Pflastersteinen mit angeformten Profilen (Prinzipiskizze) [Quelle: SLG]

Die Verlegeeinheiten sollten wechselweise aus mehreren Paketen verlegt werden.

Jede Verlegeeinheit ist nach dem Ablegen gegebenenfalls sofort auszurichten, das heißt, in das richtige Rastermaß zu bringen. Ein gleichmäßiges Fugenbild ist

einzustellen. Dies kann je nach Anordnung der Pflastersteine bzw. Platten in der angelieferten Lage einen unterschiedlichen Aufwand für ein manuelles Nacharbeiten mit sich bringen (siehe zum Beispiel Bild 20, Bild 21 und Bild 22).

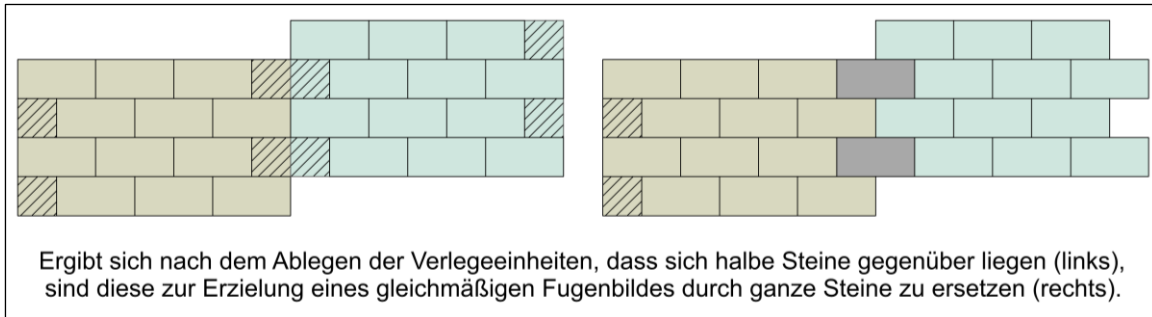


Bild 20: Erzielung eines gleichmäßigen Fugenbildes durch Nacharbeiten von Verlegeeinheiten aus Rechtecksteinen im Läuferverband mit Halbsteinen am Rand (Beispiel) [Quelle: SLG]

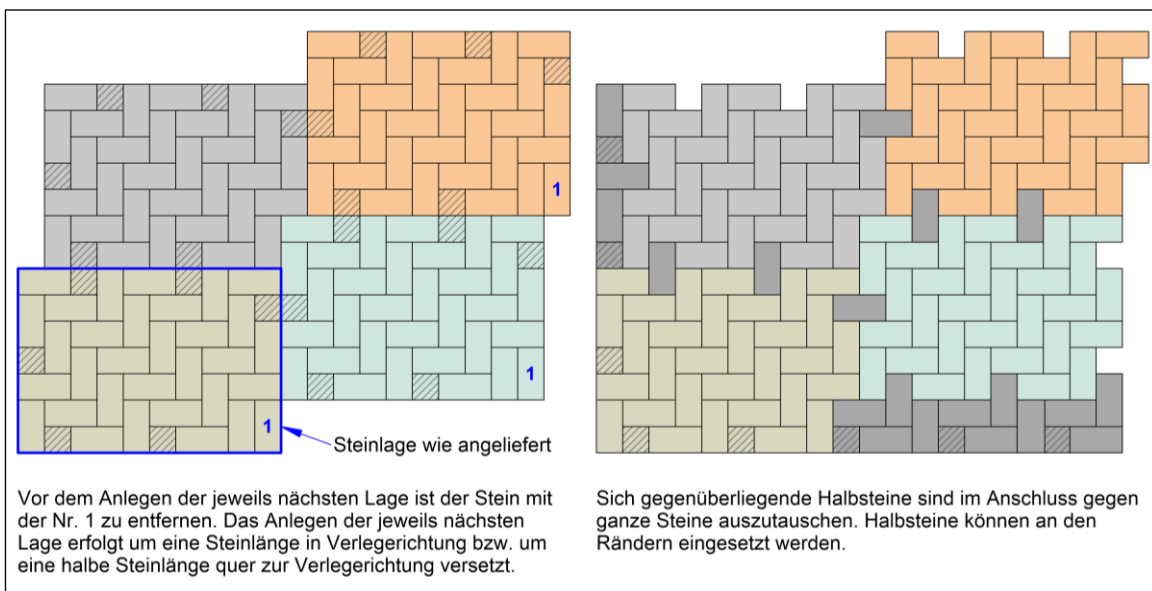


Bild 21: Erzielung eines gleichmäßigen Fugenbildes durch Nacharbeiten von Verlegeeinheiten aus Rechtecksteinen im Ellenbogenverband (Beispiel 1) [Quelle: SLG]



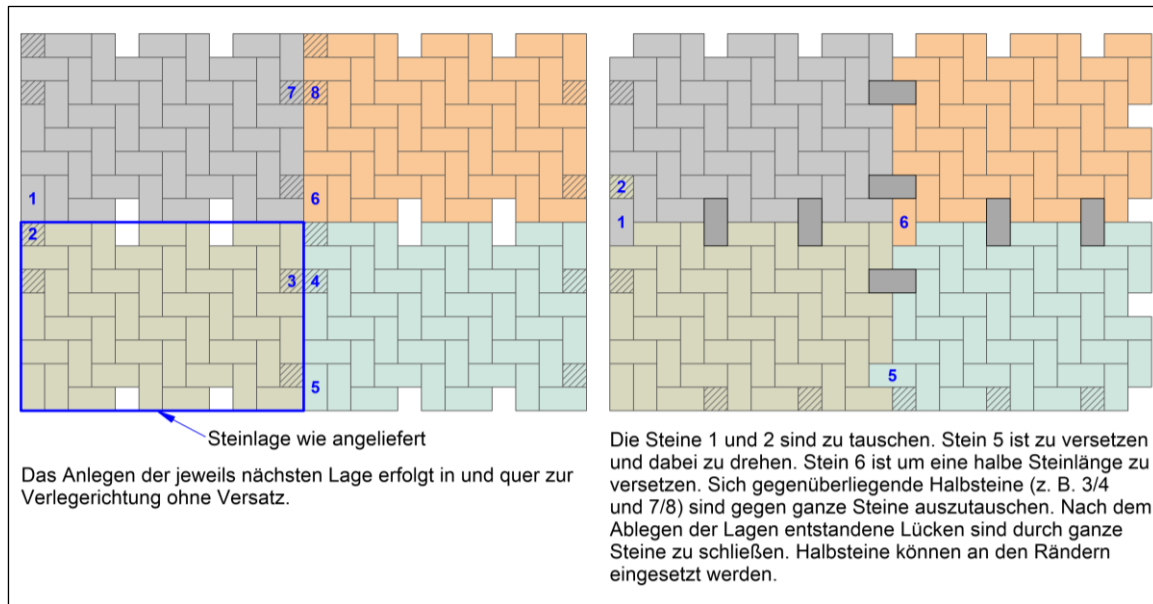


Bild 22: Erzielung eines gleichmäßigen Fugenbildes durch Nacharbeiten von Verlegeeinheiten aus Rechtecksteinen im Ellenbogenverband (Beispiel 2) [Quelle: SLG]

Bei der Verwendung von L-förmigen Steinen, so genannten Winkelsteinen, ist in der Regel ein manuelles Nacharbeiten erforderlich, so dass durch Auswechseln und/oder Drehen einzelner Steine mindestens einmal je Steinlage die Längsfuge und die Querfuge unterbrochen wird, damit sich keine durchgehenden Fugen über längere Strecken ergeben.

Falls ein Ausrichten der Pflastersteine bzw. Platten und/oder ein manuelles Nacharbeiten erforderlich sind, haben diese Tätigkeiten unmittelbar nach dem Ablegen der Verlegeeinheiten und vor dem Einfügen zu erfolgen, da sie ansonsten nicht mehr oder nur mit großem Aufwand möglich sind.

**Ausrichten heißt nicht, die Verlegeeinheit, zum Beispiel mit Kantholz und Vorschlaghammer, auf Pressfuge zusammenreiben (siehe auch Abschnitt 7.3).**

Das Zusammenschieben der Pflastersteine bzw. Platten nach dem Ablegen nimmt dem

Verleger jede Möglichkeit zum Ausgleich der Produkttoleranzen während der weiteren Verlegearbeiten. Das Erzeugen von Pressfugen nimmt zudem dem Belag die Möglichkeit, auf Belastungen elastisch, das heißt, über die vollständig gefüllten Fugen zu reagieren. Eine Lastabtragung über den direkten Kontakt von Befestigungselementen entspricht nicht dem Tragverhalten eines ordnungsgemäß hergestellten ungebundenen Elementbelages (siehe auch M FP).

**Pressfugen sind eine häufige Schadensursache für Abplatzungen und Brüche an den Befestigungselementen.**

Die abgelegten Verlegeeinheiten sind möglichst unverzüglich, das heißt kontinuierlich mit dem Fortschreiten der Verlegearbeiten, einzufügen, um ihnen die nötige Stabilität zu geben.

Für die abschließende Fertigstellung ist das Fugenmaterial auf den Belag aufzubringen

und in die Fugen manuell oder maschinell einzuarbeiten. Dies erfolgt zunächst ohne Wasserzugabe durch Einfegen und im Anschluss mit Wasserzugabe durch Einschlämmen. Das Bild 23 zeigt ein maschinelles Einfegen, das Bild 24 ein maschinelles Einschlämmen von Fugenmaterial bei einer Pflasterdecke. Der Belag ist im Anschluss vollständig abzufegen, im ausreichend abgetrockneten und sauberen Zustand bis zur Standfestigkeit abzurütteln.



Bild 23: Maschinelles Einfegen von Fugenmaterial bei einer Pflasterdecke [Foto: Probst]



Bild 24: Maschinelles Einschlämmen von Fugenmaterial bei einer Pflasterdecke [Foto: Optimas]

Fahrbewegungen auf noch nicht verfugten und abgerüttelten Bereichen sind zu vermeiden. Dies gilt insbesondere für anliefernde Fahrzeuge (vgl. Abschnitt 5.1).

Im Bereich der Verlegekante sind starkes Abbremsen und Anfahren sowie enges Rangieren mit der Verlegemaschine zu vermeiden.

Im Anhang ist ein Baustellenablauf unter Berücksichtigung der nutzbaren Bereiche schematisch dargestellt.

## 8 Literaturverzeichnis

ATV DIN 18299 (September 2023). *Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art.* (Deutsches Institut für Normung e.V., Hrsg.) Berlin: Beuth Verlag.

ATV DIN 18318 (September 2019). *Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Pflasterdecken und Plattenbeläge, Einfassungen.* (Deutsches Institut für Normung e.V., Hrsg.) Berlin: Beuth Verlag.

BBSV (August 2020). *Begriffsbestimmungen für das Straßen- und Verkehrswesen.* (Forschungsges. für Straßen- und Verkehrswesen, Hrsg.) Köln: FGSV Verlag.

DIN EN 1338 (August 2003). *Pflastersteine aus Beton - Anforderungen und Prüfverfahren; einschl. Berichtigung 1 : November 2006.* (Deutsches Institut für Normung e. V., Hrsg.) Berlin: Beuth Verlag.

- DIN EN 1339 (August 2003). *Platten aus Beton - Anforderungen und Prüfverfahren; einschl. Berichtigung 1 : November 2006.* (Deutsches Institut für Normung e. V., Hrsg.) Berlin: Beuth Verlag.
- FLL-Richtlinien (Juli 2018). *Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von begrünbaren Flächenbefestigungen.* Bonn: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V.
- M FG (März 2022). *Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Großformaten.* (Forschungsges. für Straßen- und Verkehrswesen, Hrsg.) Köln: FGSV Verlag.
- M FP (Februar 2024). *Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen in ungebundener Ausführung.* (Forschungsges. für Straßen- und Verkehrswesen, Hrsg.) Köln: FGSV Verlag.
- M LP (April 2019). *Merkblatt für Lärmarme Pflasterbauweisen.* (Forschungsges. für Straßen- und Verkehrswesen, Hrsg.) Köln: FGSV Verlag.
- M VV (Juli 2013). *Merkblatt für Versickerungsfähige Verkehrsflächen.* (Forschungsges. für Straßen- und Verkehrswesen, Hrsg.) Köln: FGSV Verlag.
- SLG (2021a). *Merkblatt Plattenbeläge aus Beton für befahrbare Verkehrsflächen.* (Betonverband Straße, Landschaft, Garten e.V., Hrsg.) Bonn.
- SLG (Juni 2024). *Dauerhafte Verkehrsflächen mit Betonpflastersteinen* (Bd. 6. f. und red. überarb. Auflage). (Betonverband Straße, Landschaft, Garten e.V., Hrsg.) Bonn.
- TL Pflaster-StB (Dezember 2015). *Technische Lieferbedingungen für Bauprodukte zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen, Ausg. 2006, Fassg. 2015.* (Forschungsges. für Straßen- und Verkehrswesen, Hrsg.) Köln: FGSV Verlag.
- ZTV LW (Juli 2016). *Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau Ländlicher Wege.* (Forschungsges. für Straßen- und Verkehrswesen, Hrsg.) Köln: FGSV Verlag.
- ZTV Pflaster-StB (Juni 2020). *Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen sowie von Einfassungen*(Ausg. 2020). (Forschungsges. für Straßen- und Verkehrswesen, Hrsg.) Köln: FGSV Verlag.
- ZTV-Wegebau (November 2022). *Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen für den Bau von Wegen und Plätzen außerhalb von Flächen des Straßenverkehrs.* Bonn: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V.

## Anhang Baustellenablauf und nutzbare Bereiche (Schema)

