



GODELMANN
DIE STEIN-ERFINDER

Großformatige Pflastersteine
und Platten aus Beton







Fit für den großen Entwurf

So gefragt das Bauen mit dem Format XXL derzeit ist, so sicher sollten Bauprofis planen und ausführen. Mit diesem Technik-Handbuch möchten wir dazu beitragen, dass die Sonderbauweise von Grund auf gemeistert wird.

Vor Ihnen liegt das gebündelte Wissen aus realisierten Verkehrsflächen- und Freiraumprojekten mit weit mehr als 1 Mio. Quadratmetern Gesamtfläche. In jeder Bauaufgabe steckten besondere technische oder stilistische Herausforderungen, die mit unseren modernen Großformaten aus veredeltem Beton dauerhaft funktionell und ästhetisch anspruchsvoll verwirklicht wurden.

Nutzen Sie unsere aufeinander abgestimmten Produkte und Systeme. Für alle weiteren Fragen stehen Ihnen unsere Berater persönlich und in den bundesweiten Workshops zur Seite. Das ist unser Angebot für die qualitätsvolle Umsetzung Ihrer Entwurfsideen.



Silvia und Bernhard Godelmann
GODELMANN GmbH & Co. KG

Das Technik-Handbuch richtet sich nach dem Merkblatt für die Planung und Ausführung von Verkehrsflächen mit großformatigen Pflastersteinen und Platten aus Beton (SLG-Merkblatt - Betonverband Straße, Landschaft, Garten; März 2009) und dem Merkblatt für Flächenbefestigung mit Großformaten (M FG - der FGSV, Ausgabe 2013). Diese werden im Folgenden SLG-Merkblatt/M FG genannt.

Inhalt

	1	EINFÜHRUNG
9	1.1	Regelwerke
10	1.2	Definitionen
10	1.2.1	Pflastersteine aus Beton DIN EN 1338
10	1.2.2	Platten aus Beton DIN EN 1339
10	1.2.3	Großformatige Pflastersteine aus Beton, SLG-Merkblatt*2
10	1.2.4	Großformatige Platten aus Beton, SLG-Merkblatt*2
10	1.2.5	Großformate aus Beton oder Naturstein FGSV-Merkblatt, M FG*1
11	1.2.6	Nennmaß/Rastermaß/Fugenmaß
12	1.2.7	Zulässige Maßabweichungen
	2	PLANUNG
14	2.1	Vorgehensweise
15	2.2	Grundlagen
15	2.2.1	Straßenraumspezifische Ziele (RASt)
15	2.2.2	Erfassung der Ist-Situation/Ermittlung der Entwurfsgrundlagen
15	2.2.3	Bestimmung der Belastungsklassen
18	2.3	Großformatsysteme von GODELMANN
18	2.3.1	Das Erscheinungsbild
20	2.3.2	SCADA – Maschinell gefertigte Pflastersteine und Platten
22	2.3.3	MASSIMO – Handgefertigte Platten
24	2.3.4	Systemkombination
25	2.4	Oberflächenschutz
25	2.4.1	DUROSAVE Tiefenschutz EXTRA (DTE700)
25	2.4.2	DUROSAVE Tiefenschutz INTRA (DTE100)
27	2.5	AIRSAVE
28	2.6	Verschiebesicherung
28	2.6.1	LOCKSAVE VZ4 / VZ5 / VZ8
29	2.6.2	Zusätzliche Verschiebesicherung
30	2.7	Kalibrierung
31	2.8	Eckausbildung
31	2.9	Vorteile auf einen Blick – SCADA und MASSIMO
32	2.10	Die Bauweise
32	2.10.1	Ungebundene Bauweise als Regelbauweise
33		Untergrund/Unterbau
33		Planum
34		Oberbau
34		Anforderung
34		Frostschuttschicht
34		Tragschicht
34		Bettung
35		Belag
35		Fugenfüllung
35		Fugenschluss
36		Beispiele für empfohlene Oberbaukonstruktion
38	2.11	Dimensionierung
38	2.11.1	Einflussfaktoren auf die Bruchlast
40	2.11.2	Einflussfaktoren auf das Gesamtsystem
42	2.11.3	Berechnung der Dicke von Großformaten
44	2.11.4	Verbände unter Verkehrsbelastung
48	2.12	Entwässerungsplanung



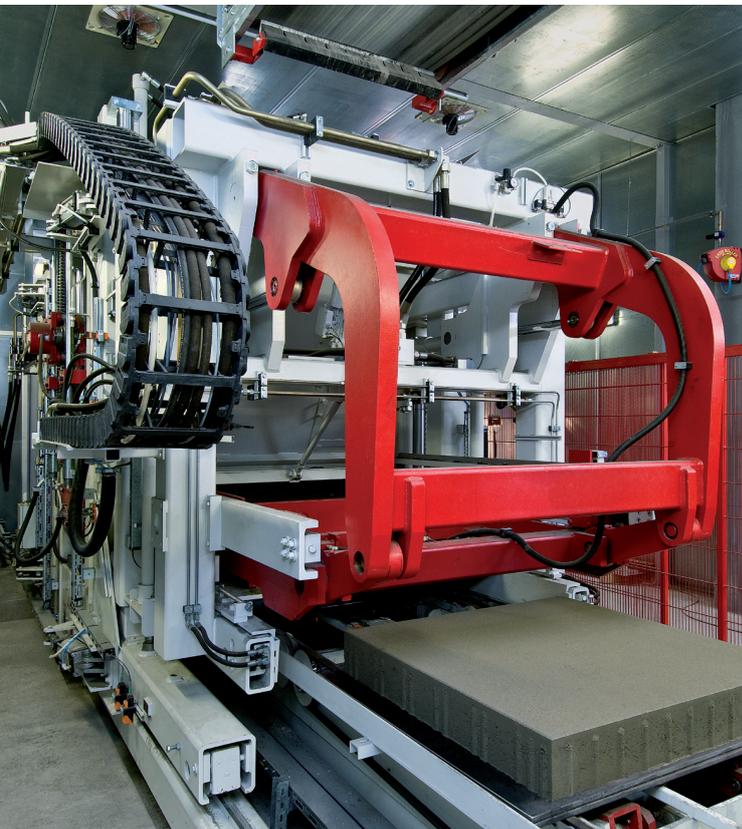


Abb. 1: Modernste Produktionsanlagen sichern weltweit einzigartige Fertigungsmöglichkeiten – SCADA 120/120/16 cm

3 AUSSCHREIBUNG UND AUSFÜHRUNG

50	3.1	Ausschreibungshinweise
50	3.2	Ausführungsbeginn/Baustelleneinrichtung
50	3.2.1	Allgemeine Ausführungshinweise
50	3.2.2	Bauanlauf
50	3.2.3	Logistik
50	3.2.4	Materialanlieferung
50	3.2.5	Fläche vorbereiten/räumen/Altpflaster abtragen
50	3.3	Tragschichten einbauen/verdichten/prüfen
51	3.4	Bettung herstellen
51	3.5	Großformate verlegen
51	3.5.1	Mit Vakuumtechnik und Fugeneisen
52	3.5.2	Einbau unterschiedlicher Materialien
53	3.5.3	Kurven
53	3.5.4	Schutz vor erhöhten Belastungen
54	3.5.5	Schutz vor Verschmutzungen
54	3.6	Verschiebeschutz VERSCHI 485/50 und Ankerschiene
55	3.7	Oberflächenentwässerung
55	3.7.1	Verlegung bei Gefälle/Scheitelpunkte ausbilden
55	3.7.2	Entwässerungseinrichtungen
56	3.8	Fugenausbildung
56	3.8.1	Fugen herstellen
57	3.8.2	Abrütteln
57	3.8.3	Fugenschluss
57	3.8.4	Verkehrsfreigabe
58	3.9	Anschlüsse
58	3.9.1	Randanschlüsse
59	3.9.2	Einbauten
60	3.9.3	Leuchten integrieren
61	3.9.4	Wasserspiele integrieren

4 AUSBLICK/ENTWICKLUNG

66	Anhang
66	Erläuterung begriffe
66	Anhang 1: Begriffe, Definitionen
70	Anhang 2: Checklisten Planung
72	Formblatt zur Dickenbestimmung der Großformate
74	Anhang 3: Ausschreibungstext SCADA
80	Normen und technische Regeln
81	Merkblätter/Richtlinien
81	Quellen
82	Kontakt Beraterteam
83	Farbspektrum
84	Stichwortverzeichnis
86	Impressum
86	Haftungsausschluss/Hinweise

*1 Merkblatt für Flächenbefestigung mit Großformaten (FGSV), 2013

*2 Merkblatt für die Planung und Ausführung von Verkehrsflächen mit großformatigen Pflastersteinen und Platten aus Beton; Betonverband Straße, Landschaft, Garten e. V. (SLG), 2009



Abb. 2: SCADA, Berlin Foto: Alexander Obst/Marion Schmieding



Abb. 3: **SCADA**, Brandenburg a. d. Havel



Abb. 4: **MASSIMO** und **MANIFAKTUR**, Maastricht

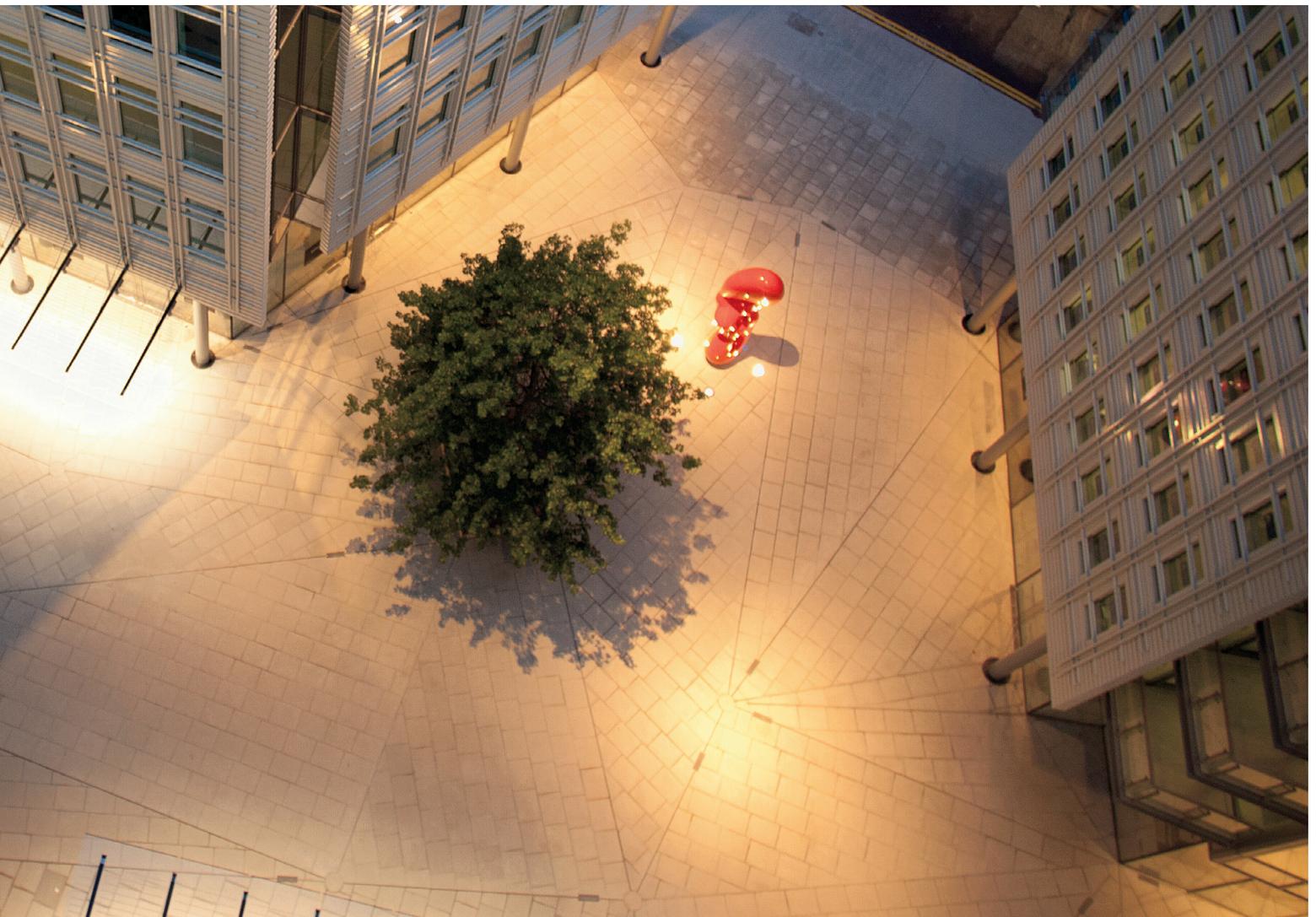


Abb. 5: **SCADA**, London

1. Einführung

Die Bauweise mit großformatigen Pflastersteinen und Platten hat in den vergangenen Jahren stark an Beliebtheit und Bedeutung gewonnen. Zu der sensiblen wie anspruchsvollen Bauweise haben wir das praxisorientierte Handbuch XXL GroßformatplattenTechnik erarbeitet. Es soll Sie bei der Planung und Ausführung anspruchsvoller Projekte mit Großformaten unterstützen.

Pflastersteine und Platten aus Beton garantieren aufgrund der leistungsfähigen und präzisen Herstellungstechnik hohe Belastbarkeit, exakte Maßgenauigkeit und Dauerhaftigkeit. Dieser Qualitätsmaßstab bietet Planern, Verlegern und Bauherren mehr Sicherheit in Bezug auf die langlebige Funktion der Verkehrsflächenbefestigungen. Insbesondere die außerordentliche Belastbarkeit gewährleistet eine Nutzung auch in schwierigstem Umfeld.

Beton ist zudem vielseitig anwendbar und wandlungsfähig in der Farbe und Oberflächenbeschaffenheit – das Stichwort lautet Betonwerkstein. Die vielen Facetten des Werkstoffs eröffnen Ihnen nahezu grenzenlose Perspektiven für eigenständige Gestaltungen. Dabei ist die Optik auf sämtliche Produkte für den Straßen-, Garten- und Landschaftsbau übertragbar – von der Betonplatte über Treppenbauteile bis zum Straßenmobilair.

Die Herkunft und Transportwege stehen im Einklang mit einem verantwortungsbewussten Handeln für Mensch und Umwelt. Für die Wirtschaftlichkeit des zeitlos modernen Werkstoffs Beton sprechen die saisonunabhängige Fertigung und verlässliche Lieferfähigkeit bei flexibler Bauzeitenplanung.

Grundsätzlich ist die Bauweise mit Betonpflastersteinen durch strenge Vorgaben der Normen, Richtlinien und des Bauproduktengesetzes klar geregelt. Diese Technischen Regelwerke sorgen bei der Planung und Anwendung für Rechtssicherheit. Die Regelwerke (Übersicht aller Regelwerke siehe Abb. 6) beziehen sich jedoch nicht auf die Bauweise mit großformatigen Pflastersteinen und Platten. Das bedeutet:

In diesem Technik-Handbuch werden alle wesentlichen, die Sonderbauweise mit großformatigen Pflastersteinen und Platten betreffenden Begriffe und Anforderungen sowie Voraussetzungen und Ausführungsempfehlungen usw. behandelt. Darunter befinden sich zahlreiche Ausführungsbeispiele und -empfehlungen in Form von Zeichnungen und Fotoaufnahmen ausgeführter Objekte.

Nicht zuletzt ist dieses Kompendium der Nachweis unserer gemeinschaftlich gewachsenen Erfahrungen und Kompetenz in der Herstellung und Anwendungstechnik von Bauweisen mit großformatigen Pflaster- und Plattensystemen.

Unsere Großformatsysteme SCADA und MASSIMO reflektieren den neuesten Stand der Technik. Sie markieren die perfekte Symbiose aus Form und Funktion, Material und Beschaffenheit.

Vorteile im Großformat – unsere Systeme SCADA, MASSIMO

- **erhöhte Qualität gemäß DIN EN 1338 und DIN EN 1339 bzw. der TL Pflaster StB**
- **alle Maßangaben als Rastermaße für einfaches Planen**
- **Kombinationsmöglichkeiten der Systeme SCADA und MASSIMO**
- **Gestaltungsfreiheit durch Formenvielfalt (Formfreiheit bei MASSIMO)**
- **ständige Entwicklung neuer Oberflächen (Farben, Strukturen, Texturen)**
- **auch mit Oberflächenschutz und Sonderoberflächen zur NOx-Behandlung**
- **hohe Maßhaltigkeit, sehr gute Lagesicherheit durch kalibrierte Unterseiten (gefräst, Dickentoleranz $\pm 1,5$ mm)**
- **Kantenausbildung gefast oder scharfkantig (abhängig von Format/Oberfläche)**
- **Vollverbund-Verzahnungssystem (optional für MASSIMO)**
- **zusätzliche Verschiebesicherungen VERSCHI 485/50 und Ankerschiene**
- **bundesweit verfügbar, auch darüber hinaus**

1.1 Regelwerke

Die unten aufgeführten Regelwerke greifen bei der Erstellung einer fachgerechten Bauweise mit Pflastersteinen und Platten aus Beton.

Das SLG-Merkblatt beschäftigt sich im Speziellen mit der Planung und Ausführung von Verkehrsflächen mit großformatigen Pflastersteinen und Platten aus Beton. Das Merkblatt-M FG des FGSV dagegen beschäftigt sich mit Großformaten aus Beton und Naturstein.

Die in diesem Technik-Handbuch zusammengefassten Informationen basieren auf den oben genannten Merkblättern. Des Weiteren unterstützt es den Planer durch anwendungsorientierte Inhalte und geht somit über Merkblätter hinaus.

Außerhalb von Flächen des Straßenverkehrs kann auch die ZTV-Wegebau (FLL) zur Anwendung kommen.

Regelwerke	Titel der Regelwerke
Allgemeine technische Vertragsbedingungen	
ATV DIN 18299	Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art
ATV DIN 18300	Erdarbeiten
ATV DIN 18315	Verkehrswegebauarbeiten, Oberbauschichten ohne Bindemittel
ATV DIN 18318	Verkehrswegebauarbeiten, Pflasterdecken und Plattenbeläge in ungebundener Ausführung, Einfassungen
Normen	
DIN 483	Bordsteine aus Beton
DIN EN 1338	Pflastersteine aus Beton
DIN EN 1339	Platten aus Beton
DIN EN 1340	Bordsteine aus Beton
DIN EN 13242	Gesteinskörnungen für ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische für Ingenieur- und Straßenbau
DIN EN 13285	Ungebundene Gemische
Merkblätter	
BGriff 2003	zur Bewertung der Straßengriffigkeit bei Nässe (FGSV)
SLG	für die Planung und Ausführung von Verkehrsflächen mit großformatigen Pflastersteinen und Platten aus Beton
FGSV	für die Verdichtung des Untergrundes und Unterbaues im Straßenbau (FGSV)
FGSV	über Straßenbau auf wenig tragfähigem Untergrund (FGSV)
M FP	Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen in ungebundener Ausführung, sowie für Einfassungen (FGSV)
M FG	Merkblatt für Flächenbefestigung mit Großformaten (FGSV)
Richtlinien	
RAS-Ew	Richtlinien für die Anlage von Straßenentwässerung (FGSV)
RASt 06	Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen (FGSV)
RStO 12	Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen (FGSV)
Technische Lieferbedingungen	
TL G SoB-StB 2004	Teil/Güteüberwachung (FGSV)
TL Gestein-StB 04	Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau (FGSV)
TL Pflaster-StB 06/15	Technische Lieferbedingungen für Bauprodukte zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen (FGSV)
TL SoB-StB 04	Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im (FGSV)
Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien	
ZTV A-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen (FGSV)
ZTV E-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (FGSV)
ZTV Ew-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Entwässerungseinrichtungen im Straßenbau (FGSV)
ZTV Pflaster-StB 06	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Pflasterdecken und Pflasterbelägen (FGSV)
ZTV SoB-StB 04	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau (FGSV)
ZTV Wegebau	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen für den Bau von Wegen und Plätzen außerhalb von Flächen des Straßenverkehrs (FLL)

1.2 Definitionen

1.2.1 PFLASTERSTEINE AUS BETON DIN EN 1338

Gemäß DIN EN 1338 müssen Pflastersteine aus Beton folgende Bedingungen erfüllen (Abb. 7):

- In einem Abstand von 50 mm von jeder Kante weist kein Querschnitt ein horizontales Maß von weniger als 50 mm auf.
- Größte Länge dividiert durch Dicke ≤ 4

1.2.2 PLATTEN AUS BETON DIN EN 1339

Gemäß DIN EN 1339 müssen Platten aus Beton folgende Bedingungen erfüllen (Abb. 7):

- Gesamtlänge max. 1000 mm
- Größte Länge dividiert durch Dicke > 4

1.2.3 GROSSFORMATIGE PFLASTERSTEINE AUS BETON, SLG-MERKBLATT

Gemäß SLG-Merkblatt müssen großformatige Pflastersteine aus Beton folgende Bedingungen erfüllen (Abb. 8):

- Nennbreite/Nennlänge $\geq 0,5$
- Nennlänge/Nennstärke ≤ 4
- Nennlänge min. 320 mm, max. 800 mm

Großformatige Pflastersteine müssen der DIN EN 1338 entsprechen.

1.2.4 GROSSFORMATIGE PLATTEN AUS BETON, SLG-MERKBLATT

Gemäß SLG-Merkblatt müssen großformatige Platten aus Beton folgende Bedingungen erfüllen (Abb. 8):

- Nennbreite/Nennlänge $\geq 0,4$
- Nennlänge/Nennstärke > 4
- Nennlänge min. 600 mm, max. 1250 mm

Großformatige Platten müssen grundsätzlich der DIN EN 1339 entsprechen. Die DIN EN 1339 behandelt derzeit nur Platten aus Beton bis zu einer Kantenlänge von maximal 1000 mm. Sollen Platten aus Beton mit größeren Kantenlängen bis maximal 1250 mm verwendet werden, sollten dennoch die Anforderungen der DIN EN 1339 festgelegt bzw. vereinbart werden, zum Beispiel hinsichtlich der Festigkeit, des Witterungswiderstandes und Abriebwiderstandes usw..

1.2.5 GROSSFORMATE BETON O. NATURSTEIN, FGSV-MERKBLATT, M FG

Gemäß M FG müssen Großformate aus Beton oder Naturstein folgende Bedingungen erfüllen (Abb. 8a):

- Gesamtlänge > 400 mm
- Gesamtlänge max. 1250 mm
- Mindeststärke 120 mm
- Nennbreite/Nennlänge $\geq 0,5$

Großformate aus Beton oder Naturstein müssen mindestens die Anforderungen der TL Pflaster-StB erfüllen

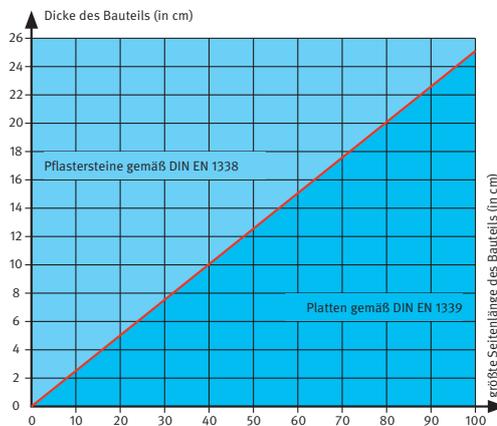


Abb. 7: Zuordnung großformatiger Pflastersteine und Platten aus Beton gemäß DIN EN 1338 und DIN EN 1339

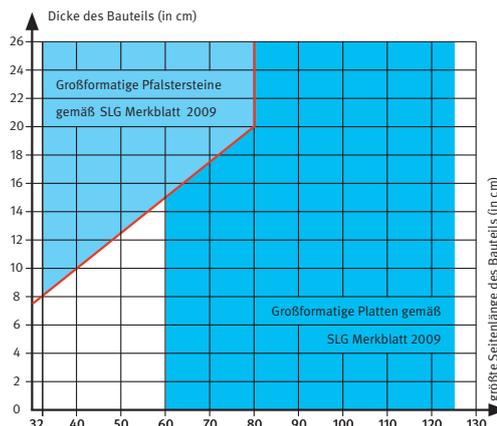


Abb. 8: Zuordnung großformatiger Pflastersteine und Platten aus Beton gemäß SLG-Merkblatt

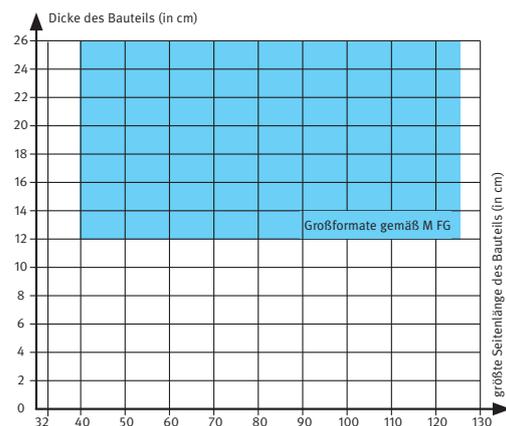


Abb. 8a: Großformate gemäß M FG

1.2.6 NENNMASS/RASTERMASS/FUGENMASS

Das **Nennmaß** eines Pflastersteins oder einer Platte ist das tatsächliche Steinmaß, gemessen von einer Seitenflanke zur gegenüberliegenden Seitenflanke; Abstandhalter dürfen nicht mitgemessen werden. Jeder Flächenbelag besteht aus Pflastersteinen bzw. Platten und Fugen. Das Nennmaß eines Pflastersteins oder einer Platte zuzüglich $2 \times \frac{1}{2}$ Fugenbreite (= Fugenmaß) ergibt das Rastermaß.

Nennmaß + Fugenmaß ($2 \times \frac{1}{2}$ Fugenbreite) = **Rastermaß**

Beispiel: Eine Platte mit den Nennmaßen $L = 792 \text{ mm}$ und $B = 392 \text{ mm}$ und einer Fugenbreite von 8 mm ergibt eine Platte mit den Rastermaßen $800 \times 400 \text{ mm}$.

Das **Rastermaß** ist in erster Linie eine Erleichterung für Planer. Es steht für ein liches Maß, um zum Beispiel die Größe von Flächen (auch Teilflächen) und Wegbreiten einfach zu bestimmen. Mit dem Rastermaß wird gegliedert, gebändert, optisch geleitet usw.

Ebenso wichtig ist das **Fugenmaß**, das durch die Norm ATV DIN 18318 und SLG-Merkblatt geregelt ist (Abb. 9). Die Fuge besitzt im Wesentlichen die Aufgabe, im verfüllten Zustand die Lastübertragung durch Aufnahme von Schub- und Scherkräften aus der Verkehrsbeanspruchung zu übernehmen. Des Weiteren dient die Fuge zum Ausgleich fertigungsbedingter Maßtoleranzen.

Bei SCADA und MASSIMO werden grundsätzlich Rastermaße angegeben. So können bei der Planung mit unterschiedlichen Formaten die Rastermaße der einzelnen Pflastersteine/Platten einfach addiert werden (Abb. 10).

Dicke des großformatigen Pflastersteins bzw. der großformatigen Platte	Empfohlene Fugenbreite (Grenzwerte)
$\leq 120 \text{ mm}$	3 bis 5 mm^1
$> 120 \text{ mm bis } \leq 140 \text{ mm}$	5 bis 8 mm^1
$> 140 \text{ mm}$	8 bis 12 mm^2

1) entspricht den einschlägigen Technischen Regeln (ATV DIN 18318)

2) seitens SLG Merkblatt für die Planung und Ausführung von Verkehrsflächen mit großformatigen Pflastersteinen und Platten aus Beton werden größere Fugenbreiten empfohlen als in den einschlägigen technischen Regeln angegeben, um eine vollständige Fugenfüllung über die gesamte Dicke der Pflastersteine und Platten zu erleichtern.

Abb. 9: empfohlene Fugenbreiten laut SLG-Merkblatt und am Beispiel SCADA

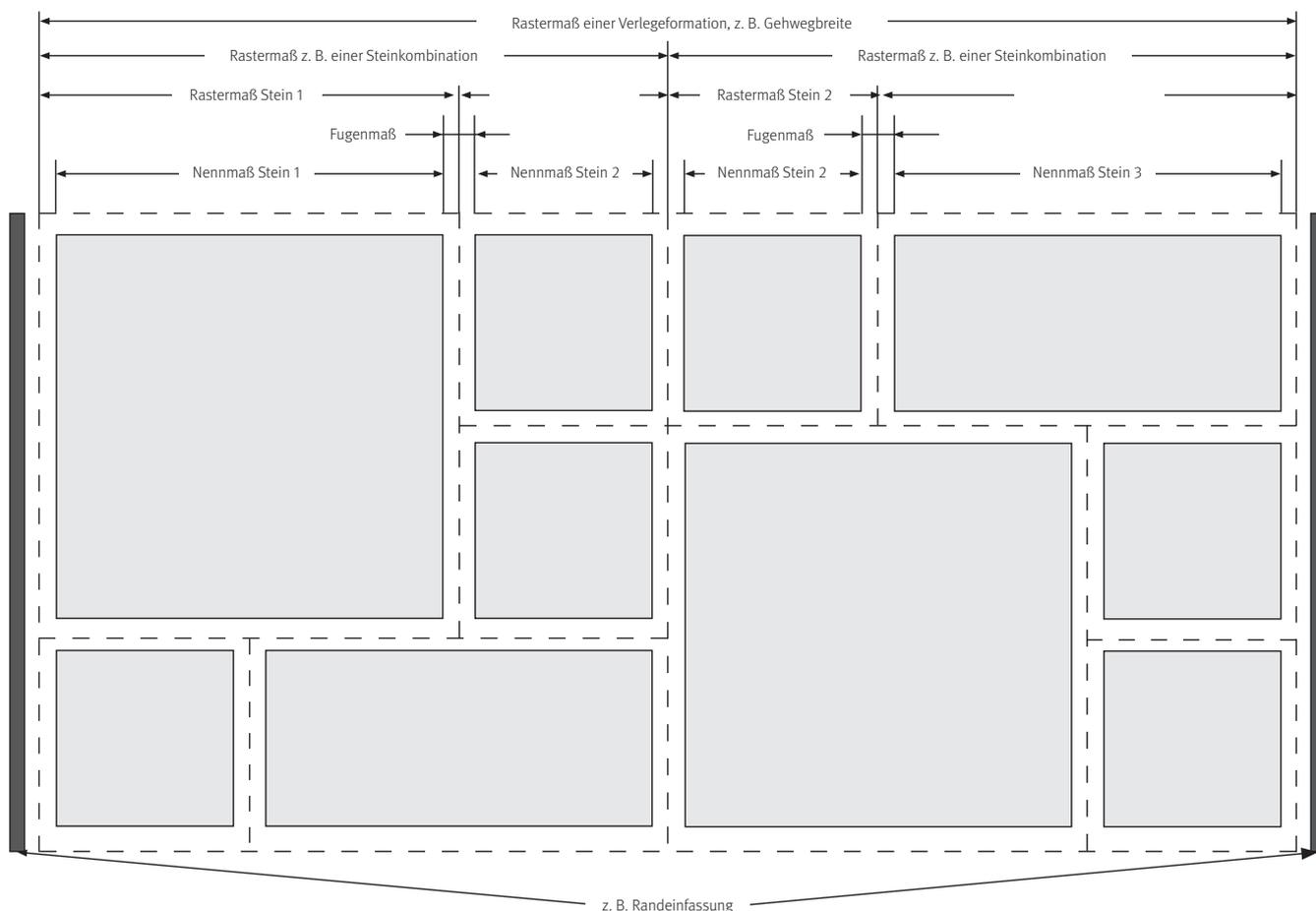


Abb. 10: Zusammenhang zwischen Nennmaß, Fugenmaß und Rastermaß

1.2.7 ZULÄSSIGE MASSABWEICHUNGEN

Großformatige Pflastersteine und Platten aus Beton müssen selbstverständlich der DIN EN 1338 und DIN EN 1339 bzw. der TL Pflaster-StB entsprechen. Des Weiteren zu beachten ist das SLG-Merkblatt und das M FG, in dem die Maßtoleranzen weiter eingeschränkt sind.

Durch modernste Fertigungstechnologien kann GODELMANN in einer noch engeren Bandbreite produzieren als in den Merkblättern gefordert. Insbesondere bei der Pflasterstein-/Plattendicke von Großformaten empfehlen wir, eine Dickentoleranz von maximal $\pm 1,5$ mm vorzuschreiben. Dies ist nur durch das Kalibrieren der Unterseite zu erreichen (Seite 30). Großformate ohne kalibrierte Unterseite werden innerhalb der Maßabweichungen der gültigen Normen produziert.

Bei der Verwendung unterschiedlicher Formate ist eine exakte Dicke besonders wichtig. Werden zum Beispiel verschiedene Steinbreiten und Steinlängen in Bahnen verlegt, grenzen oft kleinere Formate (z. B. $240 \times 240 \times 120$ mm) an größere Formate (z. B. $800 \times 400 \times 120$ mm). Nach Norm (Dickentoleranz von ± 3 mm bis ± 4 mm) darf das kleine Format eine Dicke von 116 mm ($- 4$ mm) haben, das Großformat eine Dicke von 123 mm ($+ 3$ mm). Diese erlaubte Dickentoleranz (Abb. 13 und 14) kann keinesfalls durch Rütteln des Flächenbelags ausgeglichen werden. Um die Höhendifferenz auszugleichen, müsste das kleine Format aufgenommen und das Bettungsmaterial darunter erhöht werden. Dies stellt allerdings einen unverhältnismäßig hohen Zeit- und Kostenaufwand dar.

Großformate von GODELMANN mit kalibrierter Unterseite und einer maximalen Dickentoleranz von $\pm 1,5$ mm hätten in diesem Beispiel einen maximalen Dickenunterschied von 3 mm, der durch das Abrütteln ausgeglichen werden kann. Laut Norm sind 7 mm Differenz erlaubt.

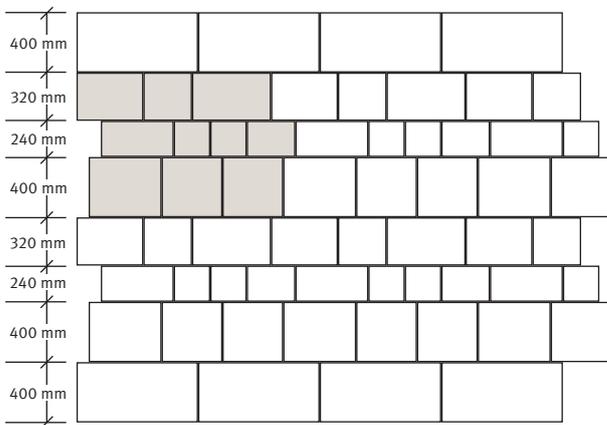


Abb. 11: SCADA-Mehrschichtensystem mit 800 x 400 mm Bänderung (Modul orange hinterlegt)

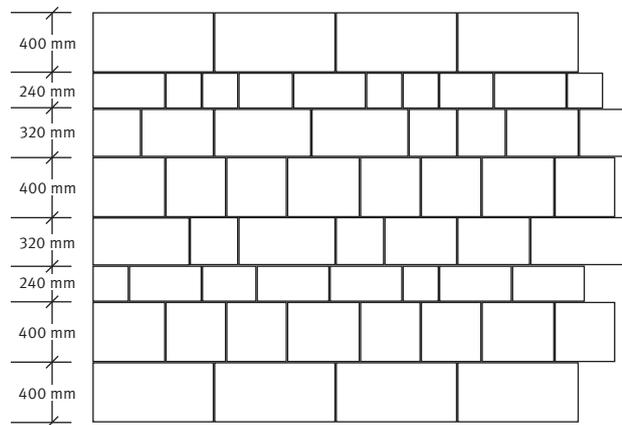


Abb. 12: SCADA Groß- und Kleinformate kombiniert

ZULÄSSIGE MASSABWEICHUNGEN BEI GROSSFORMATIGEN PFLASTERSTEINEN GEMÄSS SLG MERKBLATT

Maß	gemäß SLG-Merkblatt
Nennlänge	± 3,0 mm
Nennbreite	± 3,0 mm
Nennstärke (abweichend von DIN EN 1338)	± 2,0 mm
Differenz zweier beliebiger Dickenmessungen am Pflasterstein (abweichend von DIN EN 1338)	≤ 2,0 mm
Differenz zwischen den beiden Flächendiagonalen (Klasse 2, Kennzeichnung „K“)	≤ 3,0 mm
konvexe Wölbung (Stichmaß) ¹⁾ (abweichend von DIN EN 1338)	≤ 2,0 mm
konkave Wölbung (Stichmaß) ¹⁾ (abweichend von DIN EN 1338)	≤ 1,5 mm
Großformatige Pflastersteine von Godelmann mit kalibrierter Unterseite	± 1,5 mm

¹⁾ gemessen über das größte Maß des Pflastersteins (z. B. Diagonale)

Abb. 13

ZULÄSSIGE MASSABWEICHUNGEN BEI GROSSFORMATIGEN PLATTEN GEMÄSS SLG MERKBLATT UND GROSSFORMATEN GEMÄSS M FG

Maß	gemäß SLG-Merkblatt	M FG
Nennlänge (Klasse 2, Kennzeichnung „P“)	± 3,0 mm	± 2,0 mm
Nennbreite (Klasse 2, Kennzeichnung „P“)	± 3,0 mm	± 2,0 mm
Nennstärke nach DIN EN 1339 (Klasse 3, Kennzeichnung „R“)	± 2,0 mm	± 2,0 mm
Differenz zweier beliebiger Dickenmessungen an der Platte (abweichend von DIN EN 1339)	≤ 2,0 mm (bei Diagonale ≤ 850 mm)	≤ 2,0 mm (bei Diagonale ≤ 850 mm)
Differenz zwischen den beiden Flächendiagonalen (Klasse 3, Kennzeichnung „L“)	≤ 4,0 mm ≤ 4,0 mm (bei Diagonale > 850 mm)	≤ 4,0 mm ≤ 4,0 mm (bei Diagonale > 850 mm)
konvexe Wölbung (Stichmaß) ¹⁾ (abweichend von DIN EN 1339)	≤ 2,0 mm	≤ 2,0 mm
konkave Wölbung (Stichmaß) ¹⁾ (abweichend von DIN EN 1339)	≤ 1,5 mm	≤ 1,5 mm
Großformatige Pflastersteine von GODELMANN mit kalibrierter Unterseite	± 1,5 mm	

¹⁾ gemessen über das größte Maß der Platte (z. B. Diagonale)

Abb. 14

2. Planung

Verkehrsflächenbefestigungen mit Großformaten erfordern

- eine ausführliche Grundlagenermittlung,
- eine umfassende und fachlich fundierte mehrstufige Planung von ersten Vorentwürfen bis zur Ausführungs- und Detailplanung,
- eine darauf aufbauende, vollständige und eindeutige Ausschreibung sowie
- eine qualifizierte Ausführung, Projektüberwachung und Dokumentation.

2.1 Vorgehensweise

Nach der Grundlagenermittlung werden die Aufgaben und Anforderungen formuliert sowie die Kriterien für die Gestaltung und Umsetzung erfasst. Die Kriterien lassen sich so einteilen: Ökologie, Gestaltung, Funktionalität, Wirtschaftlichkeit, Produktspezifika und Unterhaltungsaufwand.

Selbstverständlich müssen diese Punkte nebeneinander in die Planung einfließen, zum Teil mit unterschiedlicher Gewichtung. Hinzu kommen spezielle Wünsche der Bauherren und Nutzer, wie etwa reinigungsfreundliche Beläge, spezielle Anforderungen an die Sicherheit und Barrierefreiheit oder Stadtmobiliar und Freizeiteinrichtungen.

In der Checkliste Planung auf Seite 70 fassen wir die wesentlichen Aspekte für Sie zusammen.

Vorgehensweise bei Projekten

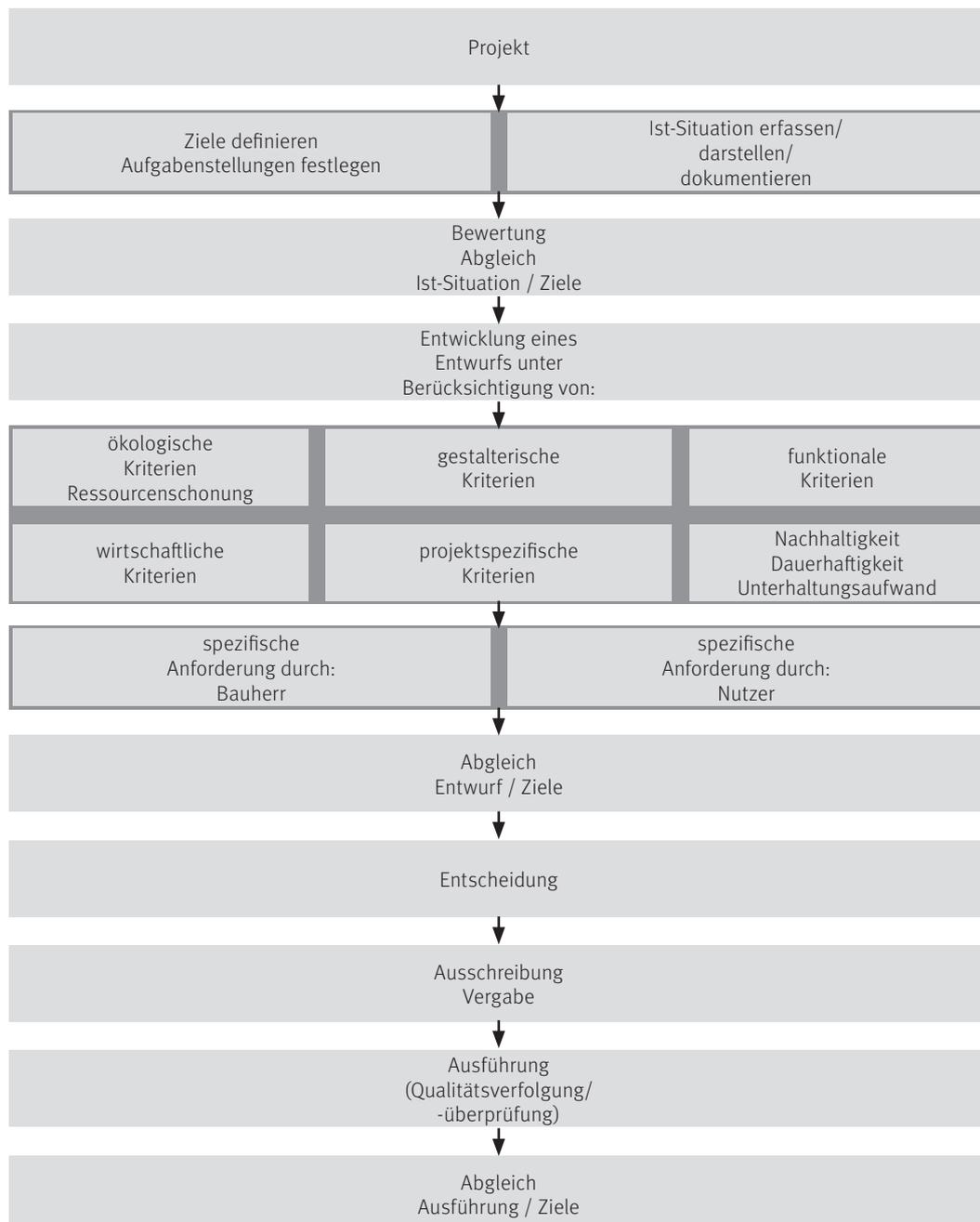


Abb. 15

2.2 Grundlagen

Der erste Schritt zu einer qualifizierten Planung ist eine fundierte Grundlagenermittlung. Zunächst sollten die straßenraumspezifischen Ziele gemäß den „Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen“ (RASt 06) klar festgelegt und die Entwurfsgrundlagen definiert werden. Wichtige Aspekte dabei sind die Funktionalität, Sicherheit und Nachhaltigkeit sowie eine hohe, dem jeweiligen Standort angemessene Gestaltungsqualität.

Ein stimmiges Planungskonzept, das alle Faktoren berücksichtigt und die umgebende Bebauung sowie die Vegetation und das Stadtmobiliar einbezieht, bietet die Basis für die langfristige Akzeptanz durch Bauherren und Nutzer. Belag, Straßenmobiliar, Licht und Begrünung prägen den Außenraum und müssen bei der Planung maßgeblich berücksichtigt werden.

Die Gesamtqualität des geplanten und realisierten Straßenraums ist dabei von vielen nicht sichtbaren, aber entscheidenden Kriterien abhängig. Diese grundsätzlichen Kriterien bei der Planung von Verkehrsflächen werden in den Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen definiert. Hiernach muss sich der Entwurf an Zielsetzungen orientieren, die sich aus der Wohnbarkeit und Funktionsfähigkeit von Städten und Gemeinden ergeben. Und es muss eine ausgewogene Berücksichtigung aller Nutzungsansprüche an den Straßenraum erfolgen.

2.2.1 STRASSENRAUMSPEZIFISCHE ZIELE

- soziale Aspekte einschließlich Barrierefreiheit
- Straßenraumgestaltung
- Umfeldverträglichkeit
- Verkehrsablauf
- Verkehrssicherheit
- Wirtschaftlichkeit

2.2.2 ERFASSUNG DER IST-SITUATION/ ERMITTLUNG DER ENTWURFSGRUNDLAGEN Straßenräumliche Situation

- Begrenzung, Breite und Verlauf des Straßenraums
- Straßenraumquerschnitte
- Platzformen bzw. platzartige Straßenraumaufweitung
- Baustruktur (Gebäudeanordnung, Bauweise, Gebäudekanten, historische Bedeutung)
- angrenzende Freiflächen
- ortstypische Elemente (Vorgärten, Treppen)
- ortstypische Materialien und Verlegearten
- markante Grünelemente

Nutzungsansprüche

- Art und Maß der Umfeldnutzung (z.B. Wohngebäude, Anzahl Einwohner, Geschäftsbesatz, Geschossigkeit, verkehrserzeugende Betriebe, Parkbauten)
- Art der Freiraumnutzung
- Indikatoren für mögliche Veränderungen (z.B. Fassaden- u. Bauzustand, Modernisierungstätigkeit, Geschäftserweiterungen und -leerstände)

Während des Beobachtungszeitraums der Grundlagenermittlung sind auch nicht erkennbare Nutzungsansprüche zu beachten:

- Wochenmärkte
- besondere Einkaufsgewohnheiten
- Schichtwechsel in nahe gelegenen Fabriken
- Schulbeginn/-schluss
- Liefern und Laden
- generelle Entwicklungen

Spezifische örtliche Situation

- vorhandene Höhensituation, Gefälle
- vorhandene Entwässerungssituation
- Ver- und Entsorgungsleitungen
- Versorgungs-, Straßenunterhaltungs- und Notdienstfahrzeuge (Müllabfuhr, Straßenreinigung, Schneeräumung, Feuerwehrzufahrten und -aufstellflächen)
- Parkplatzflächen
- Fahrradabstellflächen
- Aufenthaltsflächen
- Geh- und Radwege

2.2.3 BESTIMMUNG DER BELASTUNGSKLASSEN

Ein weiterer grundlegender Aspekt für die verkehrliche Nutzung der Flächen sind die „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen“ (RStO 12). Verkehrsflächen werden entsprechend ihrer Beanspruchung unterschiedlichen Belastungsklassen zugeordnet; ausgenommen sind Rad- und Gehwege. Die Zuordnung der Belastungsklassen richtet sich nach der Beanspruchung durch 10 t-Achsübergänge (Abb. 17) und der Straßenkategorie (Abb. 18).

Großformatige Pflastersteine und Platten aus Beton sind grundsätzlich für Flächen mit Verkehrsbelastungen gemäß den Belastungsklassen Bk 0,3 bis 1,8 nach RStO 12 geeignet. Verkehrsflächen mit hohen dynamischen Beanspruchungen sollten nicht mit Großformaten befestigt werden. Dazu zählen zum Beispiel Fahrbahnen von Hauptverkehrs- und Industriestraßen sowie Flächen mit vergleichbarer Beanspruchung. Etwa Busverkehrsflächen, wenn die Frequenz über 75 Busse pro Tag und Fahrspur liegt. Auf diesen Verkehrsflächen sollte die zulässige Fahrgeschwindigkeit 30 km/h nicht überschreiten (SLG-Merkblatt, M FG).

Das M FG gibt eine zulässige Fahrgeschwindigkeit von 20 km/h an, welches der hier ebenfalls erfassten Natursteinpatten verschuldet ist! (Keine Abstandhalter und Verschiebesicherungen)

Die RStO 12 weist auf besondere Beanspruchungen

- durch Schwerlastverkehr hin, so
- bei spurfahrendem Verkehr und enger Kurvenfahrt,
- bei langsam fahrendem Verkehr,
- bei häufigen Brems- und Beschleunigungsvorgängen,
- in Kreuzungs- und Einmündungsbereichen sowie
- bei Abstellflächen.

In diesen Fällen ist zu prüfen, ob den besonderen Beanspruchungen bei der Wahl der Bauweise und Baustoffe sowie deren Zusammensetzung und bei der Herstellung einzelner Schichten des Oberbaus Rechnung getragen werden muss.

BELASTUNGSKLASSEN NACH RSTO 12

Dimensionierungsrelevante Beanspruchung Äquivalente 10-t-Achsübergänge in Mio.				Belastungs- klasse
über	32,0			Bk 100
über	10,0	bis	32,0	Bk 32
über	3,2	bis	10,0	Bk 10
über	1,8	bis	3,2	Bk 3,2
über	1,0	bis	1,8	Bk 1,8
über	0,3	bis	1,0	Bk 1,0
über		bis	0,3	Bk 0,3

Abb. 16: Dimensionierungsrelevante Beanspruchung und zugeordnete Belastungs-
klasse (Nutzungszeitraum, in der Regel 30 Jahre)

Typische Entwurfssituationen	Straßen- kategorien	Belastungs- klasse
Anbaufreie Straße	VS II, VS III	Bk 10 bis Bk 100
Verbindungsstraße	HS III, HS IV	Bk 3,2/Bk 10
Industriestraße	HS IV, ES IV, ES V	Bk 3,2 bis Bk 100
Gewerbestraße	HS IV, ES IV, ES V	Bk 1,8 bis Bk 100
Hauptgeschäftsstraße	HS IV, ES IV	Bk 1,8 bis Bk 10
Örtl. Geschäftsstraße	HS IV, ES IV	Bk 1,8 bis Bk 10
Örtl. Einfahrtsstraße	HS III, HS IV	Bk 3,2/Bk 10
Dörfliche Hauptstraße	HS IV, ES IV	Bk 1,0 bis Bk 3,2
Quartiersstraße	HS IV, ES IV	Bk 1,0 bis Bk 3,2
Sammelstraße	ES IV	Bk 1,0 bis Bk 3,2
Wohnstraße	ES V	Bk 0,3/Bk 1,0
Wohnweg	ES V	Bk 0,3

Abb. 17: Mögliche Belastungsklassen für die typischen Entwurfssituationen nach den
RASt

EMPFEHLUNGEN ZUR ERMITTLUNG DER ERFORDERLICHEN DICKE VON GROSSFORMATIGEN PFLASTERSTEINEN UND PLATTEN AUS BETON IN ABHÄNGIGKEIT VON DER TATSÄCHLICHEN VERKEHRSELASTUNG GEMÄSS SLG-MERKBLATT

Bezeichnung der Ver- kehrselastung	Art der Verkehrselastung	Beispiele für Anwendungen/Verkehrsflächen	Erforderliche Dicke (Nennmaß) ¹⁾
Ruhender Verkehr	Überwiegend ruhende Bela- stung, gelegentliche Nutzung durch Pkw, seltene Nutzung durch Schwerverkehr	Abgesenkte, erhöht angelegte oder für den Fahr- zeug-verkehr abgesperrte Flächen, Plätze, Fußgän- gerbereiche oder andere Verkehrsflächen, die nur selten oder in Ausnahmefällen befahren werden (z.B. durch Rettungsfahrzeuge, Reinigungsfahr- zeuge oder solche zur Ver- und Entsorgung), Feu- erwehruzufahrten	≥ 100 mm
Schwacher Verkehr	Regelmäßige Nutzung durch Pkw, gelegentliche Nutzung durch Schwerverkehr	Gebäudevorfahrten, Plätze oder andere Verkehrs- flächen, auf denen gelegentlich Veranstaltungen stattfinden, Fußgängerzonen und andere Fußgän- gerverkehrsflächen mit geringem Andienungs- und Ladeverkehr	≥ 120 mm
Mittlerer Verkehr ²⁾	Regelmäßige Nutzung durch Schwerverkehr, jedoch ohne Linienbusverkehr	ußgängerzonen und andere Fußgängerverkehrs- flächen mit Andienungs- und Ladeverkehr, Fahr- bahnen von Straßen ³⁾	≥ 140 mm
Starker Verkehr ⁴⁾	Regelmäßige Nutzung durch Schwerverkehr, auch Linien- busverkehr	Fußgängerzonen und andere Fußgängerverkehrs- flächen mit Andienungs- und Ladeverkehr, Busver- kehrsflächen ⁵⁾ , Fahrbahnen von Straßen ³⁾	≥ 160 mm ⁶⁾

1) Die Dicke von großformatigen Pflastersteinen und Platten ist neben der eigentlichen Verkehrselastung zudem abhängig von den Abmessungen/dem Format der vorgese-
henen Pflastersteine und Platten und vom Verband (Verlegemuster). Mit größer werdenden Abmessungen und mit ungünstiger werdendem Verhältnis von Länge zu Breite
der Pflastersteine/Platten steigt deren erforderliche Dicke an. Ungünstige Verbände, z. B. solche mit durchlaufenden Fugen in Fahrtrichtung, erfordern ebenfalls eine größere
Dicke der Pflastersteine/Platten als günstige Verbände, z. B. Läufer- oder Fischgrätverband.

2) Großformate, deren größte Kantenlänge 750 mm überschreitet, sollten nicht eingesetzt werden.

3) Großformate sollten nur eingesetzt werden, wenn die zulässige Fahrgeschwindigkeit 30 km/h nicht übersteigt.

4) Großformate, deren größte Kantenlänge 600 mm überschreitet, sollten nicht eingesetzt werden.

5) Großformate sollten nur eingesetzt werden, wenn eine Frequenz von 65 Bussen pro Tag und Fahrspur nicht überschritten wird.

6) Liegen erhöhte Beanspruchungen vor, ist die Pflasterstein-/Plattendicke um 20 mm zu erhöhen. Erhöhte Beanspruchungen sind z. B. spurfahrender Verkehr, enge Kurven-
fahrten, häufige Brems- und Beschleunigungsvorgänge, häufige Rangiervorgänge auf engem Raum.

EMPFEHLUNGEN ZUR FESTLEGUNG VON GESAMTLÄNGE UND NENNDICKE VON GROSSFORMATEN IN ABHÄNGIGKEIT VON DER DIMENSIONIERUNGSRELEVANTEN BEANSPRUCHUNG BZW. BELASTUNGSKLASSE (FREQUENZ NACH RSTO) GEMÄSS M FG

Art der Beanspruchung der Verkehrsfläche	Gesamtlänge des Großformats ¹⁾	Empfohlene Nenndicke des Großformats ²⁾
Verkehrsflächen mit einer dimensionierungsrelevanten Beanspruchung von bis zu 0,1 Mio. Achsübergängen	> 400 mm bis ≤ 600 mm	≥ 120 mm
	> 600 mm bis ≤ 800 mm	≥ 140 mm
	> 800 mm bis ≤ 1.000 mm	≥ 160 mm ³⁾
Verkehrsflächen der Belastungsklassen Bk 0,3	> 400 mm bis ≤ 600 mm	≥ 140 mm
	> 600 mm bis ≤ 800 mm	≥ 160 mm
Verkehrsflächen der Belastungsklassen Bk 1,0	> 400 mm bis ≤ 600 mm	≥ 160 mm
	> 600 mm bis ≤ 800 mm	≥ 180 mm
Verkehrsflächen der Belastungsklassen Bk 1,8	> 400 mm bis ≤ 600 mm	≥ 180 mm ⁴⁾

- 1) Großformate mit größeren Längen sollten nicht verwendet werden. Sollen abweichend davon Großformate mit Gesamtlängen von über 1.000 mm bis 1.250 mm verwendet werden, so ist zur Beurteilung ihrer Eignung eine Einzelfallbewertung, speziell hinsichtlich der auftretenden Achslast und ihrer Häufigkeit erforderlich.
- 2) Werte gelten für ein Seitenverhältnis von Gesamtlänge zu Gesamtbreite von 1:1. Abweichende Seitenverhältnisse erfordern eine größere Nenndicke.
- 3) Nur wenn ausreichende Erfahrungen im Einzelfall vorliegen, sonst ≥ 180 mm.
- 4) Abminderung der Dicke ist um 20 mm möglich, wenn ausreichende Erfahrungen im Einzelfall und kein Busverkehr oder eine vergleichbare Beanspruchung vorliegen.

Abb. 19



Abb. 20: SCADA, Berlin

2.3 Großformatsysteme von GODELMANN

2.3.1 DAS ERSCHEINUNGSBILD

Unsere Großformatsysteme unterscheiden sich grundsätzlich durch ihre Materialität und durch das Herstellungsverfahren. Sie werden entweder in einem vollautomatisierten Prozess von Maschinen gefertigt oder von Hand in vorgefertigte Schalungen gegossen. Die Marke SCADA steht für maschinell hergestellte Pflastersteine und Platten aus Beton, bei dem System MASSIMO handelt es sich um Handmade-Produkte.

Veredelte Oberflächen oder purer Sichtbeton – zwei von vielen Facetten, die unsere Systeme so einzigartig machen. Das breite Spektrum an Formen, Materialien, Farben und Texturen räumt dem Gestalter nahezu grenzenlose Freiheiten ein. So ist zum Beispiel SCADA in weit mehr als 80 unterschiedlichen Abmessungen und Dicken verfügbar. Mit diesem Programm lassen sich eigenständige wie innovative Entwürfe qualitativ voll verwirklichen.

Für eine dauerhafte Funktion und Attraktivität verfügen unsere Systeme zudem über eine Reihe besonderer Technik-Features. Dazu zählen das spezielle Betongefüge und nicht sichtbare Abstandshilfen sowie die bewährte Rundum-Verzahnung mit kraftschlüssiger Verbundwirkung in der verlegten Fläche. Dabei sorgt die Hightech-Fertigung für höchste Maßhaltigkeit jedes einzelnen Elements.

Ein weiteres Plus unserer Systeme ist der geringe Fugenanteil. Die Vorteile zeigen sich beim Gehkomfort und bei der guten Befahrbarkeit für Rollstühle sowie Gehhilfen wie Rollatoren und Kinderwagen. Darüber hinaus überzeugt der geschlossene Gesamteindruck des Flächenbelags bei einer insgesamt vereinfachten Reinigung.

Bestimmungskriterien für Großformate

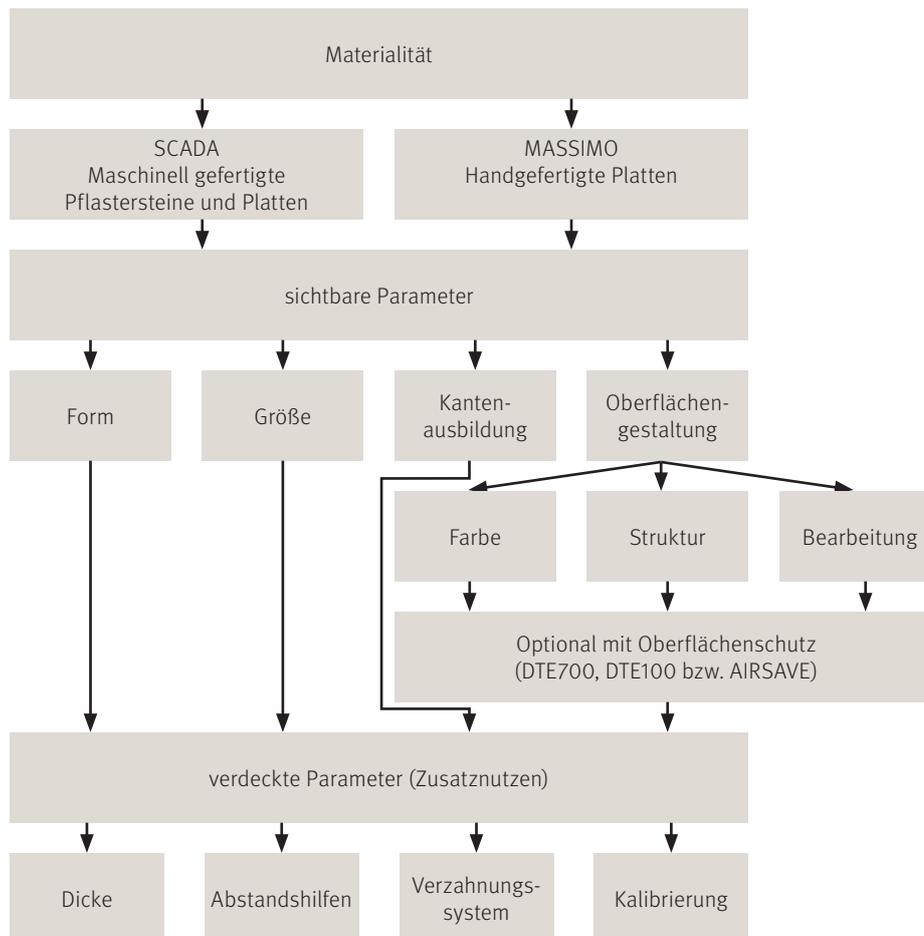




Abb. 22: SCADA und NUEVA, Geldern

2.3.2 SCADA

Maschinengefertigte Pflastersteine und Platten

SCADA bildet mit mehr als 80 unterschiedlichen Abmessungen das umfangreichste Großformatsystem auf dem Markt. Die einzelnen Formate entnehmen Sie bitte der Formenmatrix (Abb. 22). Das Programm bietet zudem zahlreiche Farben und Oberflächenveredelungen:

· **nativo/linear**

unbehandelte Oberfläche

kleine Fase

Gleit-/Rutschwiderstandswert USRV

(DIN EN 1338/1339) > 60

Rutschfestigkeitsklasse R13

· **antikplus**

gealterte Ecken und Kanten

Gleit-/Rutschwiderstandswert USRV

(DIN EN 1338/1339) > 60

Rutschfestigkeitsklasse R13

· **pur**

thermoveredelte Oberfläche

kleine Fase

Gleit-/Rutschwiderstandswert USRV

(DIN EN 1338/1339) > 60

Rutschfestigkeitsklasse R \geq 11

· **fino**

geschliffen (fein)

ohne Fase

Gleit-/Rutschwiderstandswert USRV

(DIN EN 1338/1339) > 55

Rutschfestigkeitsklasse R10 – R11

· **ferro**

edelstahlkugelgestrahlt (samtmatt)

kleine Fase

Gleit-/Rutschwiderstandswert USRV

(DIN EN 1338/1339) > 70

Rutschfestigkeitsklasse R13

· **finerro**

geschliffen (fein) und edelstahlkugelgestrahlt (samtmatt)

ohne Fase

Gleit-/Rutschwiderstandswert USRV

(DIN EN 1338/1339) > 65

Rutschfestigkeitsklasse R13

· **tecto**

gestockt

natürlicher Kantenbruch

Gleit-/Rutschwiderstandswert USRV

(DIN EN 1338(1339) > 70

Rutschfestigkeitsklasse R13

· **silco**

gebürstet (seidenmatt)

kleine Fase

Gleit-/Rutschwiderstandswert USRV

(DIN EN 1338/1339) > 55

Rutschfestigkeitsklasse R11 – R12

FARBEN

Farbabbildungen

Einen Querschnitt der möglichen Oberflächen und Farbgebungen von SCADA finden Sie auf der letzten Seite dieses Handbuches als Übersicht.

Oberflächenschutz:

Großformate der Marke SCADA sind mit dem Oberflächenschutz DTE700 oder DTE100 erhältlich – weitere Informationen auf den Seiten 25 und 26.

SCADA-QUALITÄTSVORTEILE:

- hochdichter Vorsatz durch gefügeoptimierte und thermobehandelte Oberflächen
- Vorsatz mit ausgewählten, farblich abgestimmten Natursteinedelsplitten, -sandem und Zementen in Kombination mit UV-beständigen Eisenoxidfarben.
- mit Fase oder scharfkantig, je nach Oberflächenveredelung
- scharfkantige Eckausbildung – gesägter Natursteincharakter
- Vollverbundsystem, stabilisierende Verzahnung – siehe Punkt Verzahnungssysteme als Verschiebesicherung, Seite 28
- besonders geeignet für die ungebundene Regelbauweise
- hohe Maßhaltigkeit durch kalibrierte Unterseite – exakte Elementdicke \pm 1,5 mm
- hoher Frost-Tausalz-Widerstand
- hydrothermale Nachbehandlung zur Steigerung der Witterungs- und Abriebresistenz
- hohe Betonqualität – hohe Spalt- bzw. Biegezugfestigkeit – je nach Format
- kombinierbar mit MASSIMO

Darüber hinaus bietet SCADA durch sein verbundstarkes Verzahnungssystem höchste Lagestabilität. So ist das Verschieben einzelner Platten selbst bei großer Beanspruchung ausgeschlossen. Die Verzahnungssysteme sind formatabhängig im 40 mm-Raster (VZ4), 50 mm-Raster (VZ5) oder (VZ8) aufgebaut.

Ein weiterer entscheidender Qualitätsvorteil ist die Kalibrierung der Unterseite (Seite 30), die für präzise Elementdicken sorgt. Die Kalibrierung gewährleistet bei der Verlegung eine absolut ebene Fläche.

SCADA-FORMENMATRIX

Länge	Breite	VZ8 - Dicke 10 mm 3D-Verzahnungssystem	Dicke 120 mm				Dicke 160 mm			
			Steinbedarf St./m ²	VZ4 40 mm Verzahnungsraster	VZ5 50 mm Verzahnungsraster	Fugenbreite in mm	Steinbedarf St./m ²	VZ4 40 mm Verzahnungsraster	VZ5 50 mm Verzahnungsraster	Fugenbreite in mm
400	66		37,88	+		6,5				
240	80		51,04	+		6,5				
200	100		50,00		+	6,5				
300	100						32,67		+	8,5
400	100		25,00	+		6,5				
600	100		16,66	+		6,5	16,66		+	8,5
300	120		27,22		+	6,5				
300	125						26,66		+	8,5
300	150		22,22		+	6,5	22,22		+	8,5
37,5	150		17,42		+	8,5				
400	150		16,67		+	8,5				
450	150		14,81		+	8,5	14,81		+	8,5
160	160	+	39,00	+		6,5	39,06	+		8,5
240	160	+	26,04	+		6,5	25,71	+		8,5
320	160	+	19,53	+		6,5	19,53	+		8,5
200	200		25,00	+		6,5				
300	200		16,66		+	6,5	16,66		+	8,5
400	200		12,50	+	+	6,5	12,50		+	8,5
500	200		10,00		+	6,5				
600	200						8,33		+	8,5
240	240		17,36	+		6,5	17,36	+		6,5
360	240		11,57	+		6,5	11,57	+		6,5
480	240		8,68	+		6,5	8,68	+		6,5/8,5
600	240		6,94	+		6,5				
250	250		15,68		+	6,5				
500	250		8,00		+	6,5				
300	300		11,11		+	6,5				
600	300		5,55		+	6,5	5,55		+	8,5
320	320		9,76	+		6,5				
480	320		6,51	+		6,5	6,51	+		6,5
640	320		4,88	+		6,5	4,88	+		6,5/8,5
800	320		3,90	+		6,5				
372,5	372,5		7,11			8,0				
745	372,5		3,56			8,0				
400	400		6,25	+	+	6,5	6,25	+	+	6,5/8,5
600	400		4,16	+	+	6,5	4,16	+	+	6,5/8,5
800	400		3,12	+	+	6,5	3,13	+	+	6,5/8,5
1200	400		2,08	+	+	6,5	2,08	+	+	6,5/8,5
960	480		2,17	+		6,5	2,17	+		6,5
500	500		4,00		+	6,5	4,00		+	8,5
750	500		2,66			5,0				
1000	500		2,00		+	6,5	2,00		+	8,5
1200	500		1,67		+	6,5	2,00		+	8,5
600	600		2,78	+	+	6,5	2,78		+	8,5
750	600		2,22		+	6,5				
900	600		1,85		+	6,5	1,85		+	8,5
1200	600		1,39		+	6,5	1,38		+	8,5
745	745		1,78			8,0				
800	800		1,56	+		6,5				
1200	800						1,04		+	8,5
900	900						1,23		+	8,5
960	960		1,09	+		6,5				
1000	1000		1,00	+	+	6,5	1,00		+	8,5
1200	1200						0,69		+	8,5

Abb. 23: weitere Formate und Sonderformen in den Dicken 140 mm, 180 mm und 200 mm | eine Kombination von SCADA-Formaten mit unterschiedlichem Verzahnungsraster ist nicht möglich | weitere objektbezogene Sonderformate für Großprojekte auf Anfrage

2.3.3 MASSIMO

Handgefertigte Platten

Mit MASSIMO setzen wir individuelle Vorgaben mit selbstverdichtendem Beton (SVB) punktgenau um. Wir produzieren die Großformate im Gießverfahren, dabei werden die Schalungen objektbezogen gefertigt. Mit dem Hochleistungswerkstoff realisieren wir jede gewünschte Abmessung bis zu einer Größe von 2000 x 3000 mm.

MASSIMO besticht aufgrund seiner feinkörnigen, porenarmen und unbehandelten Oberfläche durch pure architektonische Wirkung. Weitere Gestaltungsmöglichkeiten bieten Strukturmatrizen sowie Prägungen für Logos oder Schriftzüge. Für besonders rutschhemmende Oberflächen setzen wir neben Matrizen spezielle Bearbeitungsverfahren ein. Zum Beispiel ferro, das Strahlen mit Edelstahlkugeln.

Die erforderliche Plattendicke wird entsprechend der zu erwartenden Belastungen berechnet.

Durch die ausschließliche Verwendung farbechter und frostbeständiger Naturedelsplitte und Natursande sowie UV-beständiger Farbpigmente erzielen wir neben klassischen Grautönen unterschiedlicher Intensität farbige Nuancen hochwertiger Qualität.

Mögliche Oberflächendesigns:

· **Sichtbeton**

schalungsglatt
Kanten nach Wahl, sonst leicht gerundet
Rutschfestigkeitsklasse R9

· **structo**

mit feiner Struktur
Rutschfestigkeitsklasse R11

· **fino**

geschliffen (fein)
scharfkantig
Gleit-/Rutschwiderstandswert USRV
(DIN EN 1338/1339) > 55
Rutschfestigkeitsklasse R10 – R11

· **finerro**

geschliffen (fein) und edelstahlkugelgestrahlt
(samtmatt)
scharfkantig
Gleit-/Rutschwiderstandswert USRV
(DIN EN 1338/1339) > 65
Rutschfestigkeitsklasse R13

FARBEN

Farbabbildungen

· Einen Querschnitt der möglichen Oberflächen und Farbgebungen von MASSIMO finden Sie auf der letzten Seite dieses Handbuches als Übersicht.

· **ferro**

gestrahlt
Kanten nach wahl, sonst leicht gerundet
Gleit-/Rutschwiderstandswert USRV
(DIN EN 1338/1339) > Rutschfestigkeitsklasse R13

· **Großformate der Marke MASSIMO**

sind je nach Ausführung mit DUROSAVE[®]-Oberflächenschutz ausrüstbar (Seite 25).

MASSIMO-QUALITÄTSVORTEILE:

- Hochleistungsbeton: 100 % Hartgestein-Zuschlagstoffe mit sehr hohem Frost-, Tausalz- und Abriebwiderstand
- Zuschlagsstoffe: farbechte Quarz- und Granit-Edelsplitte bis zu 16 mm bei nachbehandelten Produkten
- mit Fase, leicht gerundete Kanten oder scharfkantig, je nach Oberflächenveredelung
- Wahlweise auch mit fest angeformten Abstandhaltern, Seite 28
- Plattenunterseite wahlweise kalibriert, dadurch hohe Maßgenauigkeit (exakte Plattendicke ± 0,5 mm)
- Betongüte von C35/45 bis C70/85
- XF4, XC4 (LP), Sichtbetonklasse SB3 nach DBV Merkblatt
- Sichtbeton

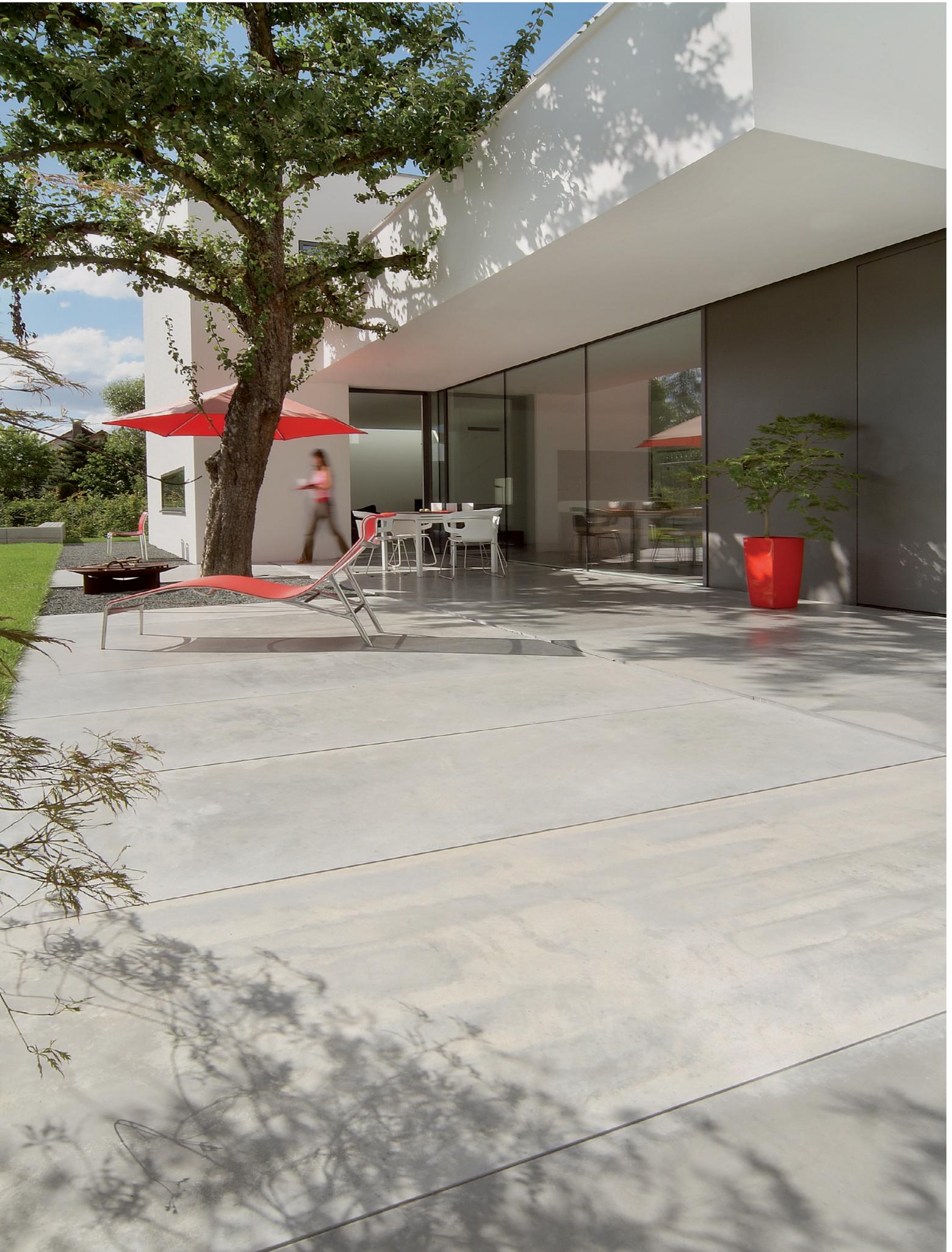


Abb. 24: MASSIMO, Nürnberg

2.3.5 SYSTEMKOMBINATION

Das Großformatsystem SCADA ist kombinierbar mit kleinen SCADA Formaten, Mehrsteinsystemen, SCADA Rasenliner sowie MASSIMO. So bieten sich vielfältige gestalterische Möglichkeiten. Darüber hinaus fertigen wir in der MANUFAKTUR Bauteile aus selbstverdichtendem Beton, die auf die Haptik und Optik der Großformate abgestimmt werden.

Dazu zählen Stufen, Poller und Mauer Scheiben sowie Sonderbauteile nach Architekten-Entwurf und vieles mehr.

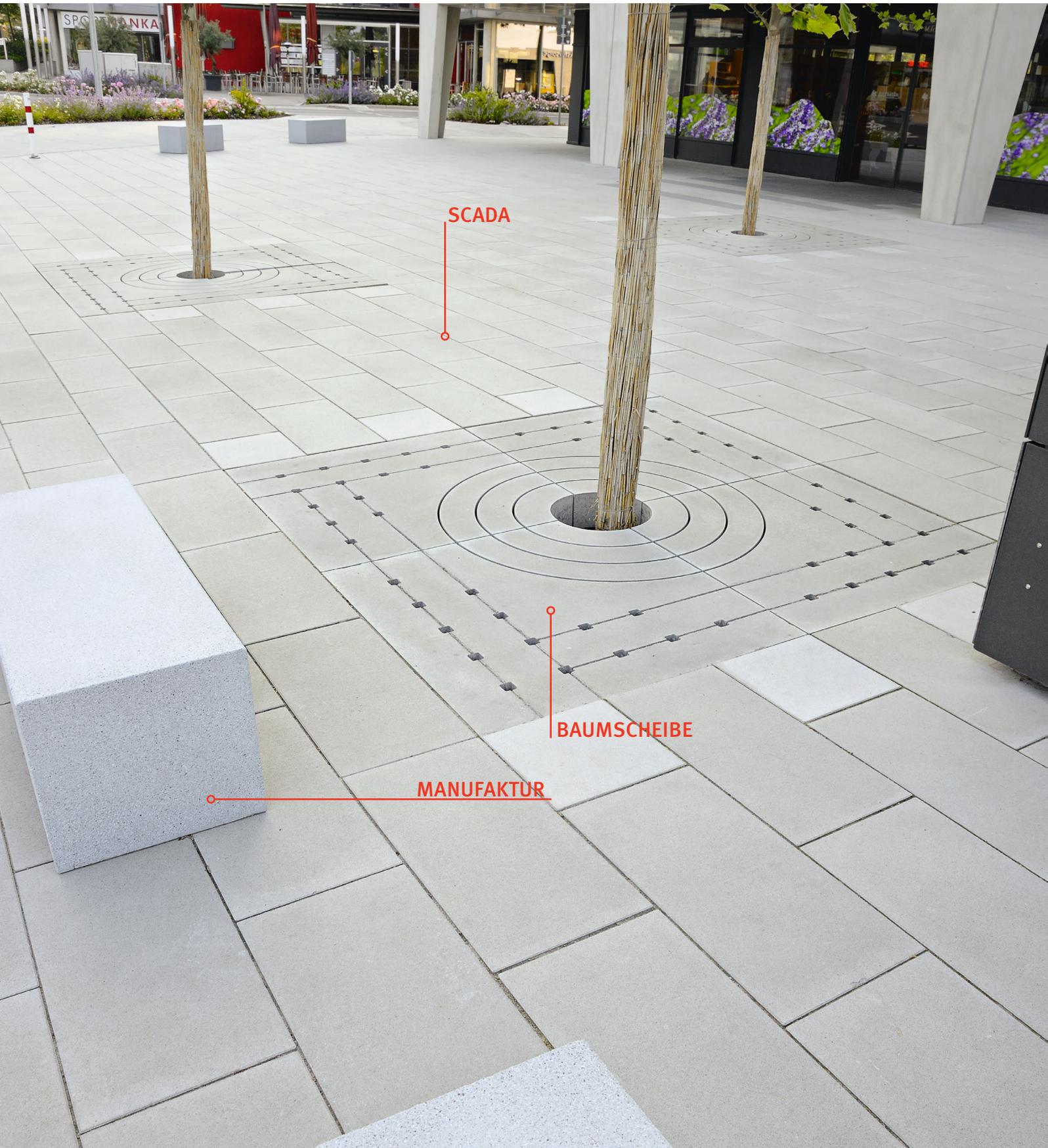


Abb. 25: SCADA und MANUFAKTUR, Amberg

2.4 Oberflächenschutz

EINSATZBEREICHE

Flecken durch Speisen und Getränke, Motoröl, Reifenabrieb, Kaugummis und achtlos weggeworfene Zigarettenkippen setzen den Pflastersteinen und Platten hart zu. Die Reinigung ist mühsam, kostenintensiv und kann doch störende Flecken nicht verhindern.

ÜBER 15 JAHRE PRAXISBEWÄHRT

Die DUROSAVE Tiefenschutz Technologie ersetzt keine Reinigung. Sie sorgt aber dafür, dass unsere Produkte hochresistent gegen Schmutz sind, zudem viel leichter zu reinigen und das bei längeren Intervallen. Somit sichert die DUROSAVE Tiefenschutz Technologie langfristig die Attraktivität und den Wert der Flächenbeläge für Eigentümer, Investoren und Nutzer! Die Aufenthaltsqualität wird dadurch wesentlich gesteigert.

OBERFLÄCHE OHNE TIEFENSCHUTZ

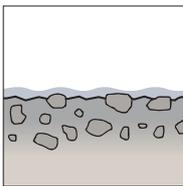


Abb. 26

Wasser und Schmutz können in das Kapillargefüge der ungeschützten Betonoberfläche eindringen. Verschmutzungen lassen sich somit schwerer entfernen als bei tiefengeschützten Oberflächen.

2.4.1 DUROSAVE TIEFENSCHUTZ EXTRA 100

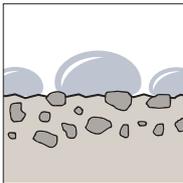
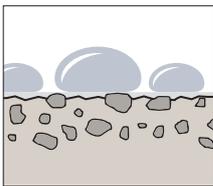


Abb. 27

DTE100 Der Vorsatzbeton erhält während des Produktionsprozesses eine chemisch-physikalische Dauerversiegelung von innen. Flächenbeläge mit DTE100 sind flüssigkeits- und schmutzabweisend sowie permanent deutlich leichter zu reinigen.

2.4.2 DUROSAVE TIEFENSCHUTZ EXTRA 300



DTE300 Der Vorsatzbeton erhält nach der Veredelung eine extra Versiegelung, die in den Stein einzieht. Die Versiegelung dichtet die Betonoberfläche ab, gleichzeitig wirkt eine chemisch-physische Dauerversiegelung von innen.

2.4.3 DUROSAVE TIEFENSCHUTZ EXTRA 700

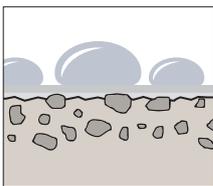


Abb. 28

DTE700 Kern- und Vorsatzbeton erhalten während des Produktionsprozesses eine chemisch-physikalische Dauerversiegelung. In einem zusätzlichen Prozess wird eine zweilagige, transparente UV-beständige Beschichtung aufgetragen und unlösbar mit der Oberfläche verbunden. Die Poren werden dauerhaft geschlossen. Flächenbeläge mit DTE700 sind vor dem Eindringen von Verunreinigungen geschützt und leicht zu reinigen.

ATTRAKTIVE OPTIK

DUROSAVE Tiefenschutz intra (DTE100) steht für saubere Oberflächen ohne erkennbare Farbvertiefung Glanzeffekt. Die ursprüngliche Betonoberfläche bleibt bewusst in seiner Optik erhalten. Auch die Haptik bleibt unverändert. Das Aussehen orientiert sich am „Original“. Zusätzlich zu den Pflaster- und Plattenbelägen lassen sich auch Sonderbauteile, wie z.B. Sitzbänke, Poller oder baumschutzsystememit DTE100 versehen.



DUROSAVE Tiefenschutz extra (DTE700) hat durch den zusätzlichen äußerlichen Oberflächenschutz einen seidenmatten Glanz, der die Farbwirkung des Produkts intensiviert. Ist der Glanz zu Beginn noch stark ausgeprägt, tritt durch Bewitterung und natürliche Beanspruchung ein mattierender Effekt ein. Die brillante, reinigungsfreundliche Oberfläche bleibt dauerhaft in ihrer Funktion.



UMWELTFREUNDLICH

Verarbeitet werden selbstverständlich nur Rohstoffe, die zu 100% als unbedenklich für Mensch, Tier und Natur gelten. Daher können die Produkte auch aus ökologischer Sicht unbedenklich verarbeitet, genutzt und entsorgt werden. Die Anforderungen seitens des Brandschutzes, der Rauchgasentwicklung und der Emission organischer Stoffe werden selbst für Innenräume mit Abstand erfüllt. Unabhängige Prüfungen und Gutachten belegen dies. Pflaster und Platten in verschiedenen Oberflächenbearbeitungen sind auftragsbezogen mit den beiden DUROSAVE Tiefenschutz Technologien realisierbar. Es werden auch Standardprodukte mit dieser Technologie angeboten.

DUROSAVE Tiefenschutz Eigenschaften			
farbintensivierend und seidenmatter Glanz		+	++
dauerhaft farbveredelt und geschützt	+	+	++
Reduzierung der Schmutzaufnahme	+	+	++
Reduzierung der Kaugummianhaftung		+	++
Erleichterung der Reinigung	+	+	++
geeignet für überdachte und Innenbereiche	+	+	++
frost- und tausalzbeständig	++	++	++
algen- und mooshemmend	+	+	++
keine nachträgliche Imprägnierung nötig	+	++	++

Ausprägung: + leicht ++ stark

Abb. 29: Tabelle DUROSAVE Tiefenschutz Eigenschaften

HINWEISE ZU DUROSAVE EXTRA BESCHICHTETEN PRODUKTEN

- Handhabung: Mit DUROSAVE Tiefenschutz EXTRA (DTE700) beschichtete Produkte müssen beim Transport, bei der Zwischenlagerung und der Verlegung vor mechanischen Beschädigungen der Oberfläche geschützt werden. Benutzen Sie die vorhandenen Schnüre aus dem Paket, um die Oberfläche vor äußeren Einflüssen, wie Stoß oder Reibung, zu schützen. Die Produkte müssen vor dem Verlegen vor eintretender Nässe durch sorgfältiges Abdecken mit Folie geschützt werden. Nässe im Paket kann durch chemisch-physikalische Vorgänge zu unerwünschten Veränderungen an der Beschichtung führen.
- Schneiden: Sollten Produkte geschnitten werden müssen, so nassen Sie diese vor dem Schneiden mit klarem Wasser vor. Das Schneiden muss ausschließlich mit Nassschneider/Flex erfolgen. Nach dem Schneiden müssen die Produkte umgehend und ausgiebig mit klarem Wasser abgewaschen werden. Der beim Schneiden entstehende Betonstaub/-schlempe kann an der Oberfläche zu Flecken führen, die nicht mehr entfernt werden können.
- Verlegung: Wir empfehlen auf das Einbringen von ungebundenem Fugenmaterial zu verzichten und raten stattdessen zum Einsatz von teilsten, kunststoffgebundenen Fugenmaterialien ohne Epoxidharzanteil (bitte beachten Sie die Hinweise des Herstellers des Fugenmaterials).

Bitte beachten Sie außerdem:

MECHANISCHE BELASTUNGEN VERMEIDEN

Scharfkantige und spitze Gegenstände mit weichem, flexiblem Kunststoff, Gummi oder Filz entschärfen, um auf der Oberfläche Kratzer zu vermeiden. Überprüfen Sie im Zweifelsfall die Eignung an Rest- oder Bruchstücken.

MECHANISCHE UND CHEMISCH-PHYSIKALISCHE ÜBERLASTUNG VERMEIDEN

Beton, Metall und Keramik nicht direkt auf die beschichtete Oberfläche stellen. So werden Kratzer in der Oberfläche und eine alkalische Reaktion verhindert, welche die Beschichtung angreifen kann.

CHEMISCH PHYSIKALISCHE ÜBERLASTUNG VERMEIDEN

Staunässe vermeiden, insbesondere unter Pflanzkübeln und Vasen. So wird eine alkalische Reaktion verhindert, welche die Beschichtung angreifen kann.

Leichte Kratzspuren sind bei Produkten mit DTE700 grundsätzlich nicht zu vermeiden. Helle Oberflächen sind hier von Vorteil und minimieren die Sichtbarkeit von Kratzern.

NACHBEHANDLUNG UND PFLEGE VON DTE700 OBERFLÄCHEN

- Leichte Kratzer regulieren sich durch die natürliche Bewitterung und Beanspruchung. Mit Hilfe von speziellen Polituren kann dieser Prozess gemildert und die Regulierung beschleunigt werden.
- Die Beschichtung ist licht-, frost-, hitze- (bis 400° C) und witterungsbeständig. Säure- und tensidhaltige Reinigungsmittel greifen den Tiefenschutz bei Einwirkzeiten unter 24 Stunden nicht an.
- Alkalische Reinigungsmittel können bei zu langer Einwirkzeit (abhängig von pH-Wert des Reinigers und Temperatur) die Beschichtung mattieren oder beschädigen. Unproblematisch sind in der Regel Kontaktzeiten von unter 2 Stunden, so auch bei stark alkalischen Reinigern.
- Organische Lösungsmittel, wie z. B. Benzin, Terpentin, Aceton, Ethylacetat und Nitroverdünnung, können DTE700 anlösen und, je nach Einwirkzeit und Lösungsmittel, mattieren bzw. beschädigen. Die Mittel sind vor dem Einsatz unbedingt an Bruch- oder Reststücken zu testen.
- Bei der Verwendung von kunststoffhaltigem Fugenmaterial empfehlen wir nach dem Verfugen eine sofortige gründliche Reinigung, um fest anhaftende Verschmutzungen zu vermeiden. Sollte entgegen den Herstellerhinweisen dennoch epoxydharzgebundenes Fugenmaterial verwendet worden sein und Materialreste zurückbleiben, können diese mit dem 2K Cracker der Firma epex entfernt werden (Anwendungshinweise des Herstellers sind dabei unbedingt zu beachten).

WINTERDIENST AUF DTE700-OBERFLÄCHEN

Streusalz greift die Beschichtung nicht an. Die Produkte liegen bezüglich Frost-Tausalz-Widerstand nach DIN EN 1339 und DIN EN 1338 in der höchsten Klasse 3, Kennzeichnung D. Da die sich bildende, sehr aggressive Salzlauge jedoch bei häufigem Einsatz über die Jahre, unvermeidlich auch den Beton angreift, empfehlen wir, den Streusalzeinsatz auf das Notwendigste zu beschränken. Auch empfehlen wir als Streusalz nur das in Deutschland übliche Kochsalz (Natriumchlorid) zu verwenden.

Als abstumpfendes Streumittel empfehlen wir, für DTE700 beschichtete Flächen, Streusand. Zu grobes, splittriges Material kann zu Kratzern auf der Oberfläche führen, die zwar die Gebrauchstauglichkeit und Wirksamkeit der Beschichtung nicht vermindern, die optische Erscheinung aber beeinflussen können.

2.5 AIRSAVE

Die Luftverschmutzung insbesondere in städtischen Ballungsräumen und verkehrsintensiven Zonen ist ein hochaktuelles Problem. Stickstoffoxide (NO_x), welche beispielsweise durch motorisierte Verkehrsmittel und Industrie verursacht werden, beeinträchtigen die Luftqualität erheblich und begünstigen die Bildung von Feinstaub und Ozon. Diese Schadstoffe belasten in erheblichem Maße Mensch und Tier, aber auch Pflanzen und damit auch ganze Ökosysteme. In ihrer Wechselwirkung potenzieren sich die negativen Auswirkungen und tragen zur Abwertung von Umwelt und Lebensräumen bei. Die Atemwege aller Lebewesen wie auch die Bestandteile von Pflanzen zum Luftaustausch sind schon bei höheren Konzentrationen von NO_x stark betroffen. Um dieser negativen Entwicklung entgegen zu wirken, hat die Europäische Union seit 2010 verschärfte Richtlinien zur Belastung der Luft mit Stickstoffoxiden (NO_x) aus Abgasen herausgegeben. Laut der neuen Bestimmungen darf der Grenzwert von 40 Mikrogramm Stickstoffoxid pro Kubikmeter Luft im Jahresdurchschnitt nicht mehr überschritten werden.

Bei einer dauerhaften Überschreitung des Grenzwertes um ca. 30 %, steigt das relative Risiko für den Menschen an Herz-Kreislauf-Erkrankungen zu sterben um 50 % an. Die Stickstoffoxid-Belastung der Luft durch jegliche mögliche Maßnahme zu reduzieren ist deshalb das Gebot der Stunde und wird viele Städte und Gemeinden in Zukunft begleiten.

DIE LÖSUNG

Durch den Einsatz der intelligenten AIRSAVE Technologie ergeben sich für Natur und Mensch nachhaltige und sichere Lösungsansätze, die Luftqualität dauerhaft zu verbessern. AIRSAVE ist imstande, krankmachende Stickstoffoxide permanent, sowohl kurz-, mittel- aber auch langfristig, abzubauen. Für den großen Fortschritt in Sachen Umweltschutz braucht es lediglich Tageslicht und Betonpflaster mit der innovativen AIRSAVE Wirkformel.

Das AIRSAVE-Prinzip folgt der Photokatalyse, einer durch direktes Sonnenlicht oder indirektes Tageslicht (UV-A Strahlung) ausgelösten chemischen Reaktion. AIRSAVE bleibt dauerhaft photokatalytisch aktiv und reduziert nachweislich Luftschadstoffe. Gerne senden wir Ihnen die entsprechenden Messberichte unabhängiger Prüfinstitute zu.

SCHÜTZT DIE LUFT

- verbessert die Luftqualität auch in der angrenzenden Umgebung nachweislich
- baut Stickstoffoxide in hohen Abbauraten ab
- wandelt Schadstoffe in Nitrat um
- dauerhafte Wirkung durch permanent aktive Kontaktflächen
- frost- und tausalzbeständig
- prädestiniert für den Einsatz in Städten und Gemeinden mit hohen Schadstoffbelastungen der Luft



Abb. 31: SCADA mit AIRSAVE Oberfläche, Schwäbisch Gmünd

2.6 Verschiebesicherung

2.6.1 LOCKSAVE VZ4/VZ5/VZ8

Bei SCADA bilden Abstandhalter an den Flanken beim Verlegen der einzelnen Großformate ein nicht sichtbares Rundum-Verzahnungssystem. Die Abstandhalter sind je nach Format im 40 mm-, 50 mm- oder 80 mm Raster versetzt angeordnet. Horizontal- und Vertikal-lasten werden über die vollständig verfüllten Fugen und durch das ineinandergreifende Verzahnungssystem optimal von einer Platte zur anderen Platte übertragen und so weiträumig über den Flächenbelag verteilt und abgeleitet. Die SCADA-Formenmatrix (Seite 21) gibt einen Überblick über die Vielzahl der zur Verfügung stehenden Formate mit entsprechendem Verzahnungsraster.



Abb. 32: fest angeformte, patentierte Abstandhalter bei SCADA

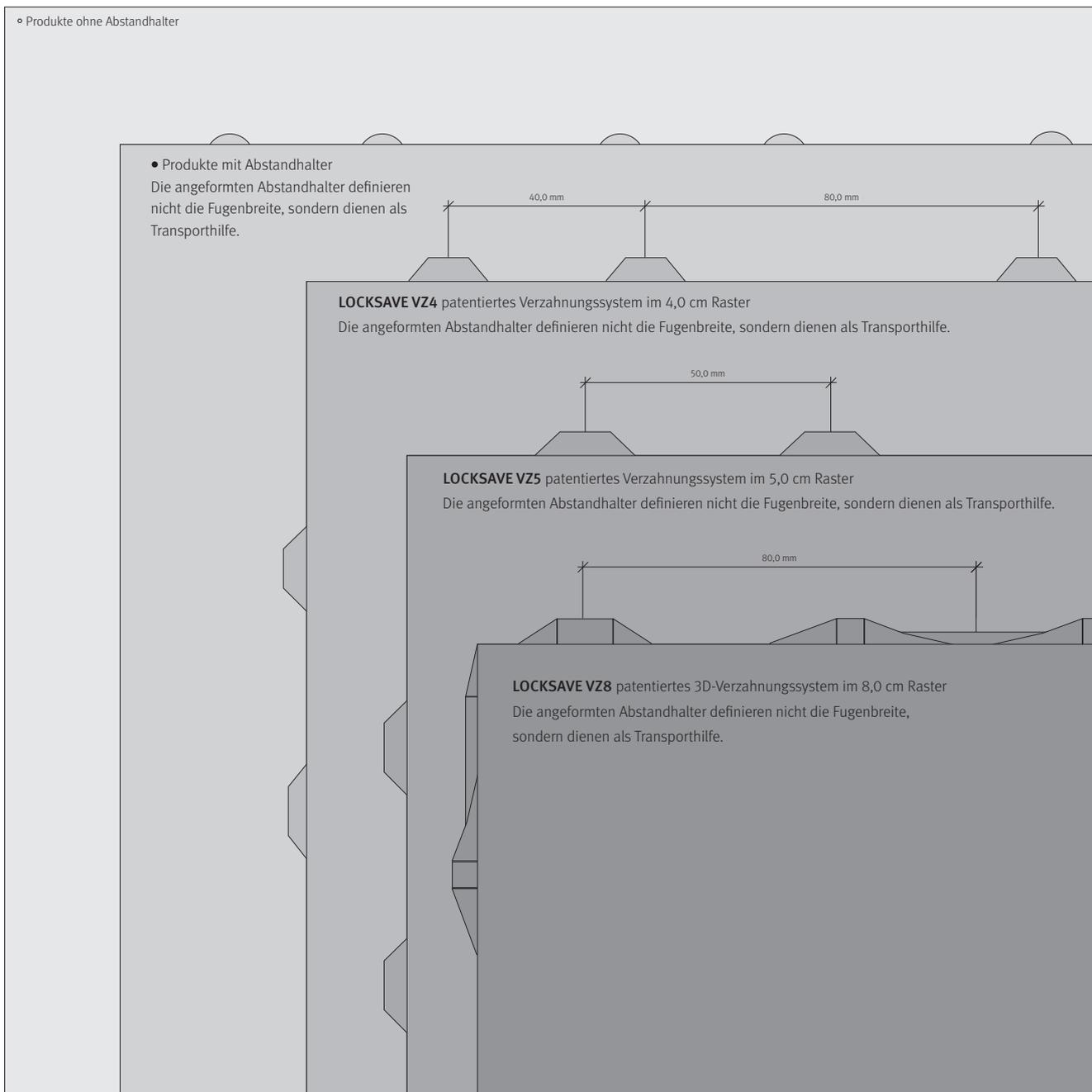


Abb. 33: Verzahnungssysteme im Überblick

2.6.2 ZUSÄTZLICHE VERSCHIEBESICHERUNGEN

Bei Verkehrsflächen mit besonderen Beanspruchungen gemäß RStO, Bushaltestellen, Kreuzungsbereichen, Ein- und Ausfahrtsbereichen mit häufigen Anfahr- und Bremsvorgängen, Wendeschleifen, bei ungünstigen Verlege-Verbänden oder extremen Gefällesituationen < 5 %, können zusätzliche Verschiebesicherungen zum Einsatz kommen. Diese reduzieren stark die Tendenz zu Verschiebungen in diesen hoch belasteten Bereichen.

Dazu eignen sich im Besonderen der Erdanker VERSCHI 485/50 oder die Ankerschiene. Bei der Verlegung von Großformaten wird der VRESCHI 485/50 mit einem Hammer schlüssig an der Flanke der versetzten Steinreihe in die Bettung getrieben. Durch das aufliegende Gewicht der nächsten Steinreihen erfolgt die eigentliche Festigung des Gesamtsystems. Die Ankerschiene wird werkseitig auf der Steinunterseite, in einen Schlitz eingesetzt, auf gesonderter Palette angeliefert und im Zuge der Pflasterarbeiten mit verlegt. Bei beiden Systemen liegen die arretierten Platten bei aufkommenden Kräften verschiebesicher an ihrem Platz und halten die Pflasterdecke sicher im Verband.

Die Anzahl der einzusetzenden Verschiebesicherungen hängt von den vorgegebenen Verkehrsbelastungen ab und muss bedarfsgerecht ausgewählt werden.

Die Wirkung dieser geschützten Systeme wurde im Rahmen einer Versuchsreihe an der TU-Dresden durch Prof. Dr. K. W. Damm in einem Forschungsbericht und Gutachten bestätigt.

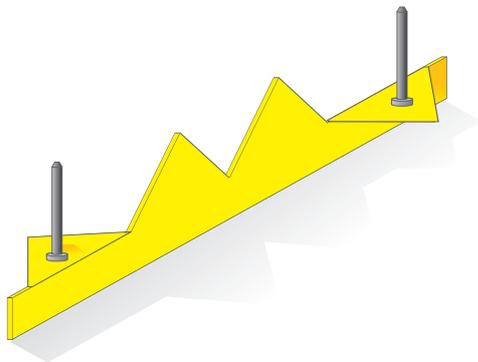


Abb. 34: Ankerschiene



Abb. 35: Verlegung der Ankerschiene

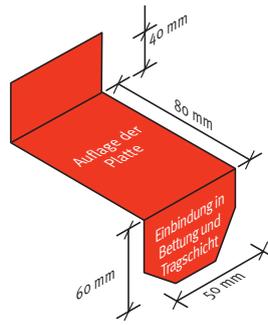


Abb. 36: Erdanker VERSCHI 485/50 im Detail

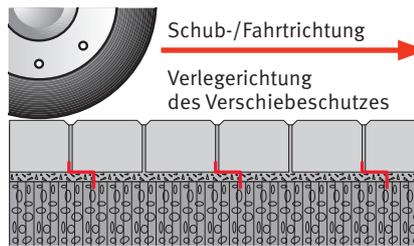


Abb. 37: Erdanker VERSCHI 485/50 in Funktion

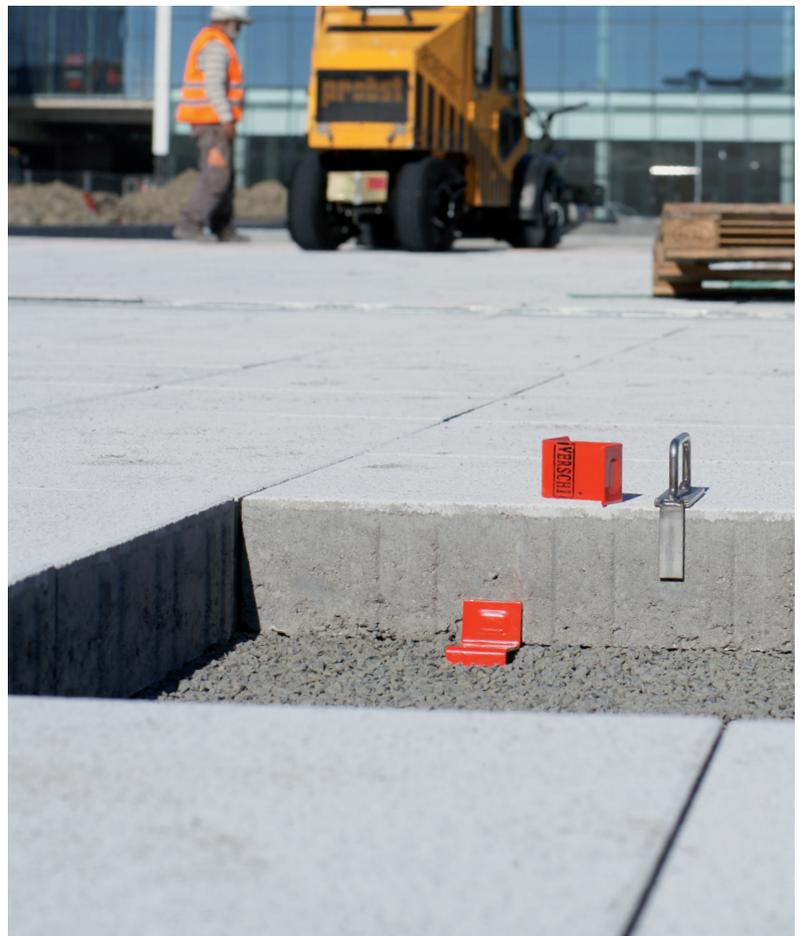


Abb. 38: Erdanker VERSCHI 485/50 im Einsatz

2.7 Kalibrierung

Ein weiteres gutes Argument für die Großformatsysteme von GODELMANN ist das Kalibrierverfahren, also das Ausrichten der Elemente auf eine genaue Dicke. Wir kalibrieren auf Bestellung mit modernsten Fertigungstechnologien Formatgrößen bis zu 1200 x 1200 mm auf jede gewünschte Dicke. Und zwar noch exakter als nach SLG-Merkblatt gefordert. Dabei wird auf Anfrage jedes Großformat an seiner Unterseite in einer Spezialmaschine auf ein präzises Maß gefräst. Die Kalibrierung gewährleistet bei der Verlegung insbesondere im Fugenbereich eine perfekte Ebenheit der Fläche. Ein Höhenausgleich durch Abrütteln des Belags ist indes in diesem Stadium oft nicht mehr möglich oder nur mit einem nicht vertretbaren Zeit- und Kostenaufwand verbunden.

Nach den gültigen Normen ist eine bestimmte Wölbung der Oberseite erlaubt. Doch Wölbungen können ebenfalls an der Unterseite auftreten, sie lassen sich aber durch das Kalibrieren vermeiden. Bearbeitete Großformate verfügen über eine auf den zehntel Millimeter exakte Ebenheit und liegen vollständig plan auf der Bettung auf. Stichwort kippeln: So wird die Lagestabilität des Flächenbelags deutlich optimiert.

Eine exakte Dicke ist auch deshalb erforderlich, um die geforderten Kriterien der Verlegenorm DIN 18318 Punkt 3.3 (profilgerechte Lage, Toleranzen) zu erreichen. Demnach ist der Übergang von einer Platte zur anderen auf maximal 2 mm Höhenunterschied begrenzt, um Stolperkanten zu vermeiden. Weitere Informationen zu diesem Thema erhalten Sie auf Seite 12 und 13.

Wir empfehlen: Schreiben Sie insbesondere bei Großformaten und der Verwendung unterschiedlicher Formate eine Dickentoleranz von maximal $\pm 1,5$ mm durch die Kalibrierung der Unterseite vor!

Großformate ohne eine beauftragte Kalibrierung werden innerhalb der Maßabweichungen der gültigen Normen gefertigt.



Abb. 39: Bei nicht kalibrierten Großformaten ist der Höhenunterschied bei Streiflicht deutlich sichtbar.

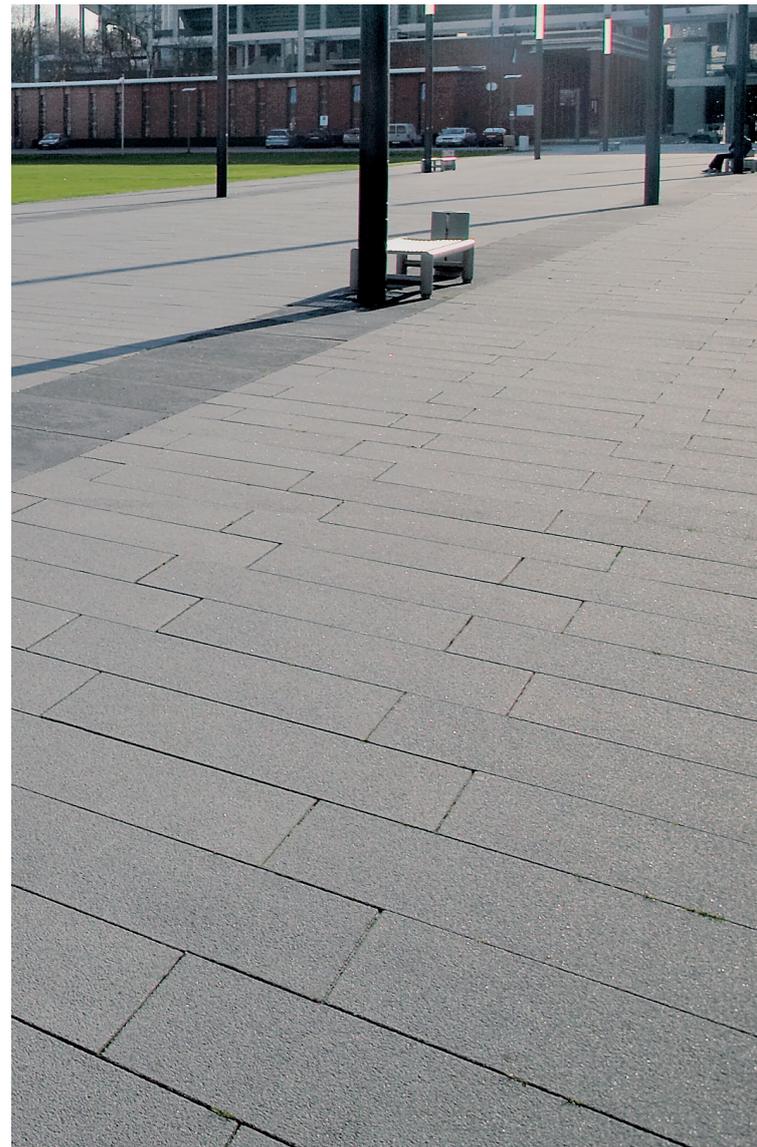


Abb. 40: Bei kalibrierten Großformaten ist kein Höhenunterschied vorhanden.

2.8 Eckausbildung

Exakt ausgebildete Ecken sind ein optisches Alleinstellungsmerkmal unserer Großformatsysteme. Im Gegensatz zu anderen Pflastersteinen und Platten wird die Eckausbildung bei uns auch ohne geringen Radius gefertigt. Diese Scharfkantigkeit ergibt ein konstant homogenes Fugenbild, das besonders im Bereich der Kreuzfugen positiv auffällt (Abb. 41). Abgerundete Ecken würden hier für einen erhöhten Fugenanteil sorgen und den Gesamteindruck beeinträchtigen (Abb. 42).

Speziell bei Großformaten stellt die Fuge ein wichtiges Gestaltungselement dar. Durch die scharfkantige Fugeneckausbildung wird ein geradliniges und modernes Design der Gesamtfläche geschaffen. Die Detailausführung ermöglicht zudem eine Kombination unserer Großformatsysteme SCADA und MASSIMO. Darüber hinaus fügen sich Bänderungen mit Naturstein durch die gesägten Kanten hervorragend in das Fugenbild ein.

2.9 Vorteile auf einen Blick – SCADA und MASSIMO

- Qualität über die DIN EN 1338 und DIN EN 1339 hinaus
- alle Maßangaben als Rastermaße für einfaches Planen
- Kombi-Möglichkeiten von SCADA, MASSIMO und MANUFAKTUR
- Gestaltungsfreiheiten durch SCADA-Formenvielfalt
- Formfreiheit bei MASSIMO und MANUFAKTUR
- projektspezifische, individuelle Oberflächen – Farben, Strukturen, Texturen
- reinigungsfreundlich durch Oberflächenschutz (optional)
- hohe Maßhaltigkeit und sehr gute Lagestabilität – Unterseite gefräst, Dicke $\pm 1,5$ mm
- Eckausbildung scharfkantig
- Kantenausbildung gefast oder scharfkantig – je nach Format/Oberfläche
- Verschiebesicherheit
- Belastbarkeit bis zu 6 N/mm²

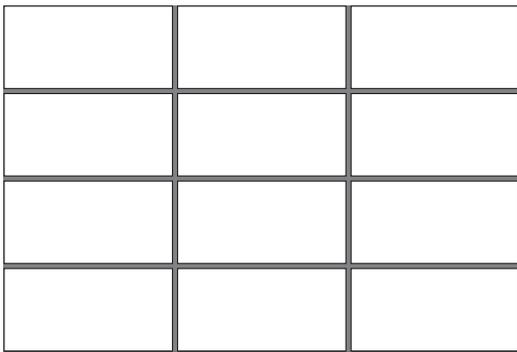


Abb. 41: Erscheinungsbild der Fuge mit scharfkantiger Eckausbildung

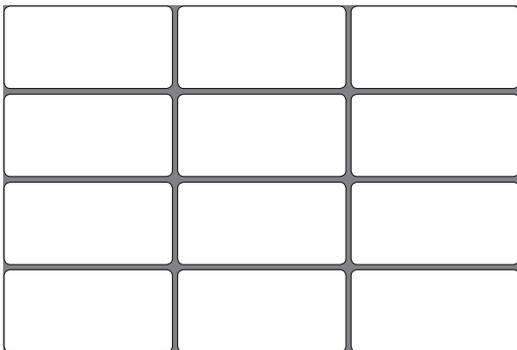


Abb. 42: Erscheinungsbild der Fuge mit abgerundeter Eckausbildung



Abb. 43: geradlinig und modern: Kreuzfugen mit scharfkantiger Eckausbildung

2.10 Die Bauweise

In der Praxis wird am häufigsten die ungebundene Bauweise ausgeführt. In seltenen Fällen kann auch die gebundene Bauweise zum Einsatz kommen. Unsere Großformate werden nahezu ausschließlich in ungebundener Bauweise (Regelbauweise) verarbeitet. Aus diesem Grund wird auch nur diese Bauweise in diesem Technik-Handbuch betrachtet.

Bei der ungebundenen Bauweise handelt es sich um ein flexibles System, das für den Einsatz von Verkehrsflächen mit großformatigen Pflastersteinen und Platten zahlreiche Vorteile bietet. So ist eine elastische Verformung des Belags bei hoher Krafteinwirkung jederzeit möglich. Zudem können im Reparatur- bzw. Aufgrabungsfall die Elemente aufgenommen und wieder eingesetzt werden. Reparaturen sind somit ohne eine Veränderung des Erscheinungsbildes durchführbar.

2.10.1 UNGEBUNDENE BAUWEISE ALS REGELBAUWEISE

Die Oberbaukonstruktion mit Pflaster- bzw. Plattendecke als ungebundene Ausführung fordert eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit bei allen Schichten, verbunden mit der notwendigen Erosionsfestigkeit. Gesteinskörnungsgemische aneinandergrenzender Schichten müssen filterstabil aufeinander abgestimmt werden. Die Schichtengrenzen:

- Fugen-/Bettungsmaterial
- Bettungsmaterial/obere Tragschicht
- Tragschichten untereinander
- Tragschicht/Untergrund bzw. Unterbau

Die Beständigkeit zweier benachbarter Gesteinskörnungsgemische gegen Kornumlagerungen an einer von Wasser umströmten Schichtgrenze wird als Filterstabilität bezeichnet. Zu ihrer Beurteilung werden Filterregeln verwendet.

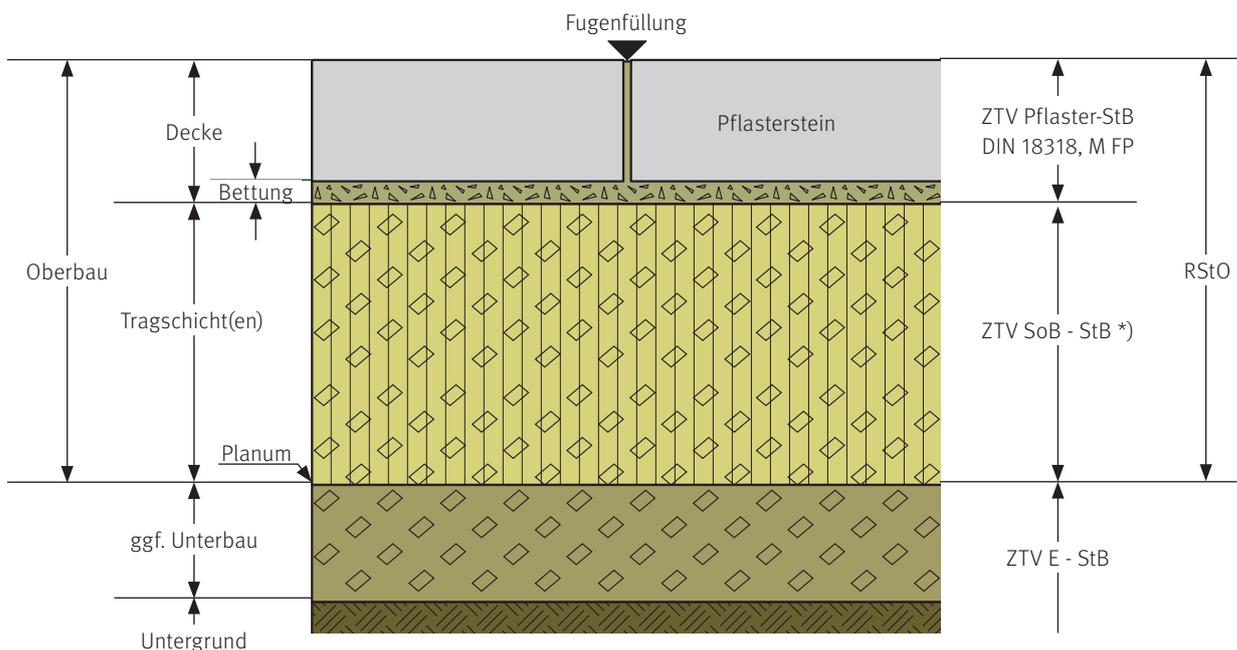
Der Nachweis der Filterstabilität erfolgt nach diesen Bedingungen:

- Durchlässigkeitsbedingung
- Bedingung für die Sicherheit gegen Erosion
- Bedingung für die Sicherheit gegen Kontakterosion

Zusätzlich werden Ansprüche an die Frostsicherheit und die Tragfähigkeit sowie an die Standfestigkeit im Gebrauchszustand gestellt.

Die Tragfähigkeit wird als mechanischer Widerstand gegen kurzzeitige Verformungen definiert. Sie ist beeinflussbar in der Befestigung über die Schichtdicken sowie in den Tragschichten ohne Bindemittel über die Anzahl an Kornkontakten. Je höher die Anzahl der Kornkontakte, desto besser die Tragwirkung der Schicht. Die Einhaltung der Sieblinienbereiche gemäß ZTV SoB-StB ist hierfür notwendig.

Die Standfestigkeit wird als Widerstand gegen verbleibende Verformung definiert. Sie ist beeinflussbar in den Tragschichten ohne Bindemittel über die Reibung sowie in den Kornkontaktpunkten/Kornkontaktflächen und im Verdichtungsgrad. Die Anwendung gebrochener Gesteinskörnungen ist deshalb insbesondere bei Verkehrsbelastungen entsprechend Belastungsklasse Bk 1,0 bis Bk 3,2 nach RStO 12 zu empfehlen.



*) Ggf. technische Regeln für gebundene Tragschichten.

Die ungebundene Bauweise besteht im Wesentlichen aus drei verschiedenen Komponenten:

- Untergrund/Unterbau
- Planum
- Oberbau

Dem Oberbau kommt dabei die wichtigste Aufgabe für eine dauerhaft funktionstüchtige Flächenbefestigung zu. Seine Struktur:

- Frostschuttschicht
- Tragschicht
- Bettung (Pflasterdecke)
- Belag (Pflasterdecke)
- Fuge (Pflasterdecke)
- Fugenschluss

Untergrund/Unterbau

Der Untergrund ist der anstehende gewachsene Boden. Der Unterbau ist eine angeschüttete Schicht, die zum Ausgleich des Untergrundes und zur Erstellung der notwendigen Höhe dient. Der Unterbau ist nur notwendig, wenn die Höhe des Untergrundes nicht ausreicht, um die Endlage zu erreichen, oder beim Austausch ungeeigneter Böden. In den ZTV E-StB sind die Anforderungen an den Untergrund/ Unterbau genau definiert.

Planum

Das Planum ist die profil- und höhengerecht hergestellte Oberfläche des Untergrundes/Unterbaues. Nach RStO muss die Planumsebene ein Verformungsmodul $EV2= 45 \text{ MPa}$ erreichen.



Abb. 45: SCADA, Hamburg

Oberbau

Der Oberbau setzt sich aus verschiedenen Schichten zusammen, die für die Tragfähigkeit der Verkehrsfläche notwendig sind. Die RStO regelt die Mindestdicken der einzelnen Schichten des Oberbaus. Gemäß SLG-Merkblatt/M FG für großformatige Pflastersteine und Platten aus Beton erfolgt die Bemessung des Oberbaues in Anlehnung an die RStO.

Werden Verkehrsflächen von Schwerfahrzeugen befahren, müssen aufgrund der relativ großen Elementabmessungen besonders steife, das heißt verformungsarme Tragschichten ausgeführt werden. Sonst besteht Gefahr, dass hohe Radlasten zum Nachgeben des Untergrundes und zum Abheben des lastfreien Endes der Platte führen. Mögliche Folgen: Fugenmaterial gelangt unter die Platte, die Platte nimmt Schaden und die Verkehrsfläche verformt sich.

Anforderung

Unabhängig von der Belastung der Verkehrsfläche sollte der Aufbau grundsätzlich gemäß der Belastungsklasse Bk 3,2 nach Tafel 3 der RStO gewählt werden mit einem Verformungsmodul auf der oberen Tragschicht von $EV2 \geq 180 \text{ MPa}$ und einem Verhältnis der Verformungsmodule von $EV2/EV1 \leq 2,2$ (SLG-Merkblatt/M FG).

Für hoch belastete Verkehrsflächen sind entsprechende Elementdicken erforderlich, damit diese die Belastungen aus den Radlasten und den dynamischen Beanspruchungen aufnehmen können. Dies kann zu größeren Oberbaudicken führen als nach der RStO im Hinblick auf die Frostsicherheit erforderlich ist (SLG-Merkblatt/M FG).

Im SLG-Merkblatt für die Planung und Ausführung von Verkehrsflächen mit großformatigen Pflastersteinen und Platten aus Beton werden Beispiele zur Ermittlung der erforderlichen Dicke des Straßenaufbaus auf F2- bzw. F3-Böden angegeben. Diese gelten sinngemäß auch für Flächenbefestigungen mit anderer Nutzung, zum Beispiel Parkplätze. Diese Beispiele verdeutlichen, dass sich die Dicke des Straßenaufbaus je nach Bauweise und örtlichen Verhältnissen mal aus den Anforderungen an die Frostsicherheit, mal aus den Anforderungen an die Tragfähigkeit der einzelnen Schichten ergeben kann. Es wird darauf hingewiesen, dass die in Tafel 3 der RStO 12 standardisierten Bauweisen für Bauweisen mit großformatigen Pflastersteinen und Platten nur bedingt anwendbar sind, da an den entsprechenden Stellen Elementdicken von über 100 mm nicht dargestellt sind.

Die angegebenen Schichtdicken berücksichtigen ausschließlich die Anforderungen an die Tragfähigkeit, was in den meisten Fällen auch maßgebend sein wird. Dennoch sollte insbesondere für befahrene Verkehrsflächen stets geprüft werden, ob aus Gründen der Frostsicherheit eine größere Dicke des frostsicheren Oberbaues erforderlich ist. Hier wird auf die RStO 12, Abschnitt 3.2 verwiesen. In solchen Fällen ist die Dicke der Frostschutzschicht entsprechend zu erhöhen.

Frostschutzschicht

Frostschutzschichten sind im straßenbautechnischen Sinn Tragschichten ohne Bindemittel und müssen insofern den Anforderungen der ZTV SoB-StB genügen. Für befahrene Verkehrsflächen sollten ausschließlich Baustoffgemische aus Schotter, Splitt, Sand und/oder Kies für die Frostschutzschicht eingesetzt werden. Von der Anwendung einer Schicht aus frost-unempfindlichem Material anstelle einer Frostschutzschicht wird aufgrund noch nicht ausreichender Erfahrungen abgeraten, insbesondere im Hinblick auf die erreichbare Tragfähigkeit derartiger Schichten (SLG-Merkblatt/M FG).

Tragschicht

Die Tragschicht ist das Element, das die auftretenden Lasten über den Belag in den Untergrund abführen muss. Tragschichten müssen, wie der Begriff schon selbst erklärt, ausreichend tragfähig sein. Analog zu Pflasterdecken müssen sie genügend standfest sein. Sie dürfen sich bei auftretenden Verkehrsbelastungen nicht bleibend verformen. Die entsprechenden Mineralstoffgemische und ihre Verdichtung erfüllen diese Anforderungen. Da die ungebundenen verfügteten Pflaster- und Plattenbeläge wasserdurchlässig sind, muss das eindringende Wasser durch die Tragschichten in den Untergrund abgeleitet werden.

So wird deutlich, dass bei den unterschiedlichen zu erfüllenden Kriterien einer hohen Verdichtung und einer guten Wasserdurchlässigkeit sehr sensibel gearbeitet werden muss. Die Kornabstufung der Mineralgemische spielt hierbei eine entscheidende Rolle. Einige Mineralgemische und Kornabstufungen sind nicht geeignet. Tragschichten müssen auch gemäß den Forderungen der ZTV SoB-StB 04 erstellt werden.

Bettung

Die Bettung muss gemäß den ZTV Pflaster-StB 06 ausgeführt werden. Wir empfehlen je nach Fugenbreite Hartgestein-Edelsplittkörnungen 0–4 mm, 0–5 mm oder 0–8 mm.

Die Dicke der Bettung bei der Verwendung von Großformaten wird im SLG-Merkblatt/M FG mit i.M. 30 mm im verdichteten Zustand angegeben. Die Gesteinskörnungen müssen zudem einen hohen Widerstand gegen Kornzertrümmerung und Abrieb (hohe Kornfestigkeit) aufweisen. Durch dynamische Beanspruchung können sich bei Gesteinskörnungen mit geringer Kornfestigkeit Feinanteile bilden, welche die Wasserdurchlässigkeit der Bettung herabsetzen und die Schadensanfälligkeit der Decke erhöhen.

Weisen derartige Gesteinskörnungen, wie zum Beispiel Kalksteinsplitt, darüber hinaus latent hydraulische Eigenschaften auf, erhärten deren Feinanteile in Verbindung mit der Umgebungsfeuchte zu einer mörtelähnlichen Schicht. Die Wasserdurchlässigkeit der Bettung geht dann in der Regel vollständig verloren und Schäden sind meist nicht mehr abzuwenden. Daher muss von der Verwendung derartiger Gesteinskörnungen dringend abgeraten werden. Das Bettungsmaterial muss gegenüber der Tragschicht filterstabil sein.

Belag

Großformatige Pflastersteine und Platten aus Beton sind ausführlich unter Punkt 2.3 (ab Seite 18) beschrieben worden und werden deshalb hier nur noch einmal als Bestandteil des Gesamtsystems erwähnt.

Fugenfüllung

Wie im SLG-Merkblatt/M FG beschrieben, gibt es klare Empfehlungen zur Beschaffenheit des Fugenmaterials. Das heißt, das Material

- muss sich vollständig in die Fugen einarbeiten lassen,
- muss die auftretenden statischen und dynamischen Belastungen auf die angrenzenden Elemente übertragen können,
- muss horizontalen Verschiebungen der Elemente entgegenwirken,
- darf nicht in das Bettungsmaterial abwandern (filterstabil gegenüber dem Bettungsmaterial) und
- darf keine bleibenden Verfärbungen an der Oberfläche der Elemente hervorrufen.

Als Fugenfüllmaterial sind kornabgestufte Gesteinskörnungen oder Gesteinskörnungsgemische mit begrenztem Feinkornanteil geeignet. Zur Fugenverfüllung empfehlen wir 0/3, 0/4 oder 0/5 mm Fugenmaterial. Somit wird eine optimale Fugenfüllung zwischen den einzelnen Platten und vor allem zwischen den einzelnen Verzahnungsnocken erreicht. Eine stetige Sieblinie von 0–3 mm kann durch das Mischen von ca. 50 % Edelbrechsand 0–2 mm und ca. 50 % Edelsplitt 1–3 mm hergestellt werden.

Auf den Nachweis der Filterstabilität zwischen Bettungs- und Fugenmaterial muss geachtet werden. Vorzugsweise sollte eine Gesteinskörnung von 0–5 mm für die Bettung eingesetzt werden. Dadurch wird eine stabile Trennung des Fugen- und Bettungsmaterials erreicht. Ein Einrieseln des Fugenmaterials in die Bettung wird verhindert. Es bleibt eine dauerhafte Verfugung, die die Beanspruchungen aus der Verkehrslast aufnehmen und übertragen kann. Die Korngrößenverteilung ist im Allgemeinen in Abhängigkeit von der Fugenbreite zu wählen.

Eine Pflege und Unterhaltung der Fugen und keine saugende Reinigung in den ersten Monaten sollte schon in der Ausschreibung aufgenommen werden.

Fugenschluss

Auch zum Fugenschluss spricht das SLG-Merkblatt/M FG eindeutige Empfehlungen aus. So muss das Material

- sich vollständig in die Fugen einarbeiten lassen,
- dem Aussaugen, zum Beispiel durch Fahrverkehr oder Kehrsaugmaschinen, möglichst großen Widerstand entgegensetzen und
- es darf keine Verfärbung an der Belagsoberfläche erzeugen.

Als Fugenschlussmaterial, das erst nach dem Abrüteln eingebracht werden darf, eignet sich ein Edelbrechsand. Damit wird bei ordnungsgemäßer Ausführung, nämlich dem Einschlämmen, im oberen Bereich der Fuge eine gut geschlossene und verfestigte Fugenfüllung erreicht, die dem Aussaugen hohen Widerstand entgegensetzt.

Da Großformate aus gestalterischen Gründen häufig mit hochwertigen Oberflächen hergestellt werden, ist bei der Auswahl der Fugenmaterialien darauf zu achten, dass sie den Belag nicht verfärben (SLG-Merkblatt/M FG).

In den Fußgängerzonen der Städte und Gemeinden wird die Reinigung in der Regel mit saugenden Maschinen durchgeführt. Vollständig gefüllte Fugen sind für die dauerhafte Belastbarkeit der Verkehrsfläche sehr wichtig. In ausgesaugten Fugen sammelt sich Unrat wie Zigarettenkippen oder Papier. Auch deshalb ist das Aussaugen unbedingt zu vermeiden. Sollte ein kunstharzgebundenes Fugenschlussmaterial zum Einsatz kommen, sollte dieses erst nach einigen Monaten erfolgen wenn sich Fugen und Pflasterdecke konsolidiert haben. Das Material wird auf der gesamten Fläche verteilt und sorgfältig vom Pflaster aus in die Fugen geführt, die so schließlich geschlossen werden. Bei dieser Art des Fugenschlusses bleibt zunächst oft ein dünner Kunstharzfilm auf der Oberfläche zurück. Dieser wird von selbst nach einigen Wochen durch mechanische Beanspruchung und Witterungseinflüsse entfernt.

Diese Ausführung des Fugenschlusses entspricht nach wie vor der Regelbauweise – die der ungebundenen Bauweise.

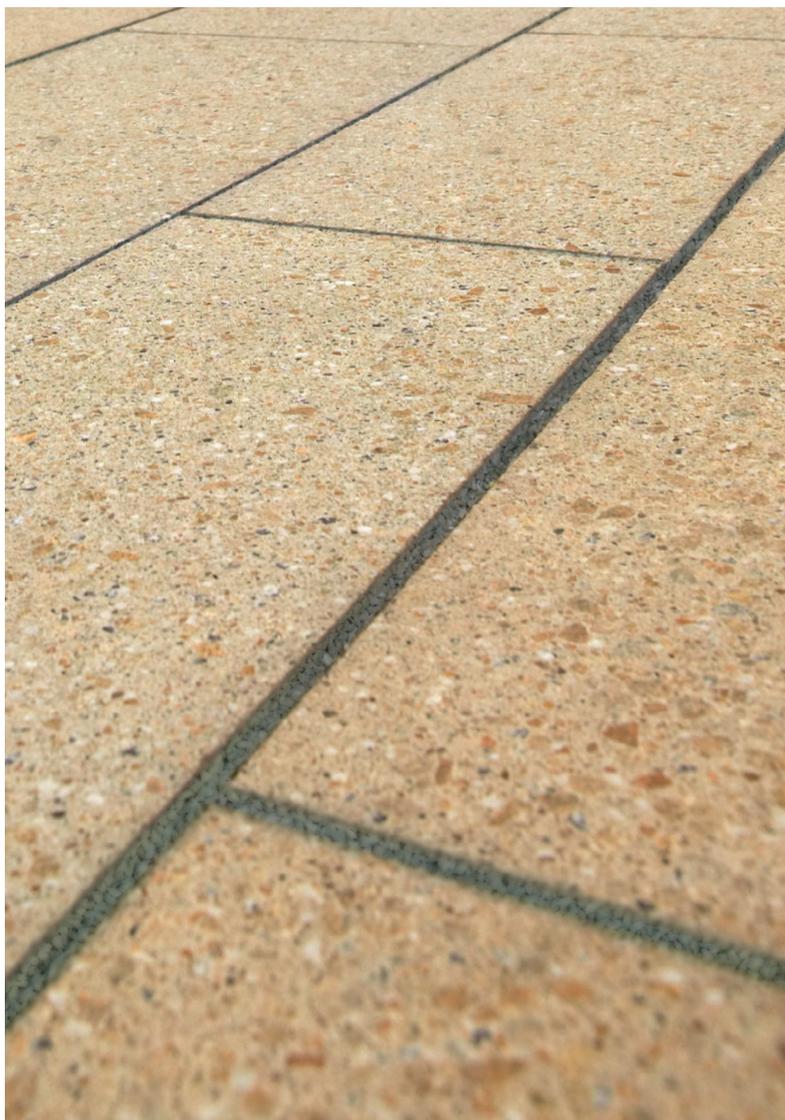


Abb. 46: fachgerechter Fugenschluss

Beispiele für die empfohlenen Oberbaukonstruktionen mit großformatigen Pflastersteinen und Platten aus Beton gemäß SLG-Merkblatt und M FG

BEISPIEL 1A:

Flächenbefestigung für Belastungsklasse Bk 3,2 gemäß RStO 12
Frostschuttschicht und Tragschicht auf F2- oder F3-Boden

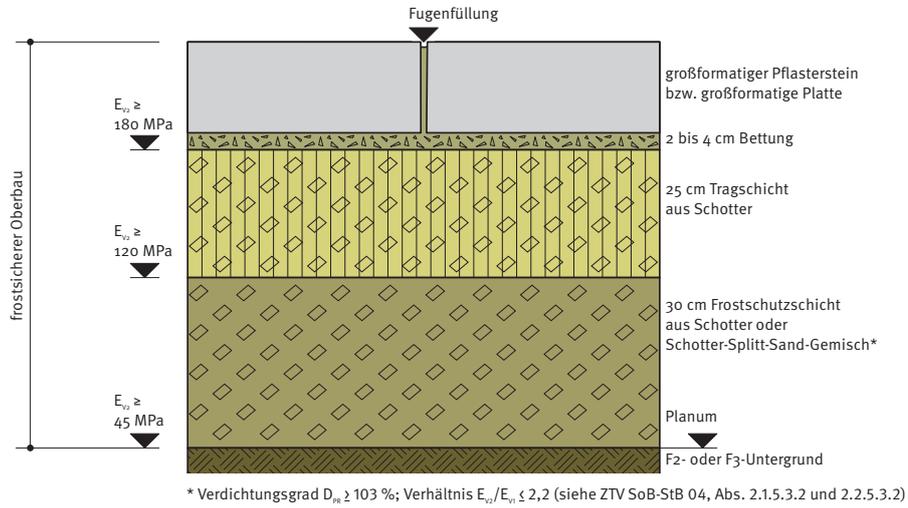


Abb. 47

BEISPIEL 1B:

Flächenbefestigung für Belastungsklasse Bk 3,2 gemäß RStO 12
Frostschuttschicht und Tragschicht auf F2- oder F3-Boden

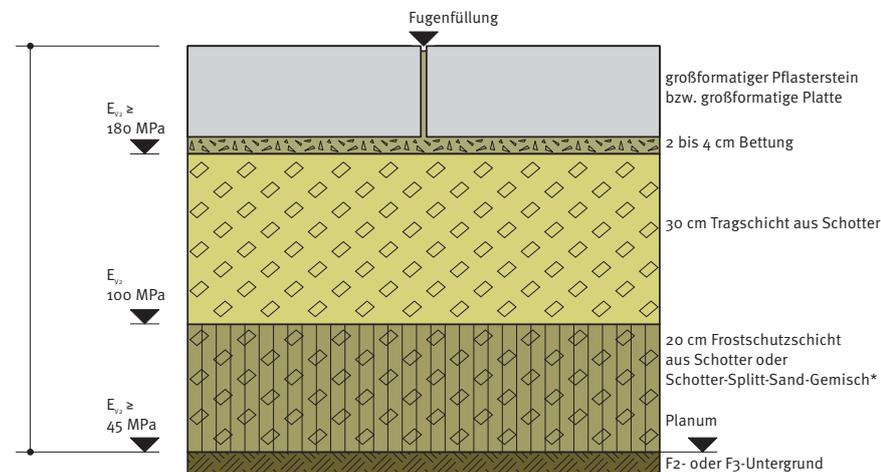
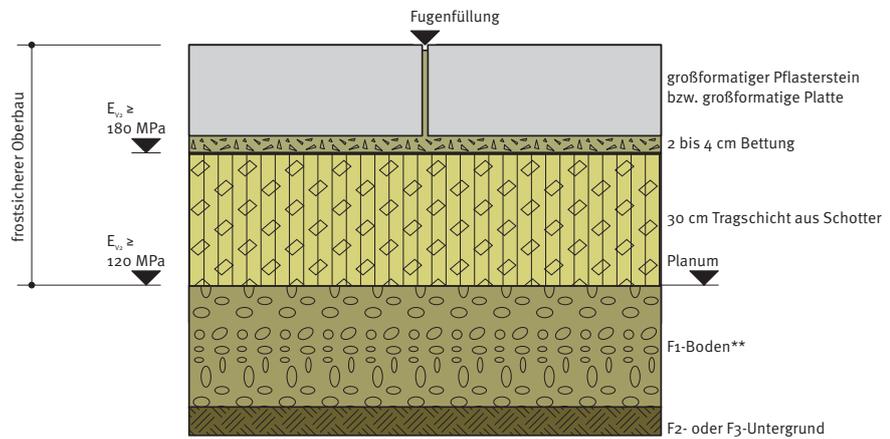


Abb. 48

BEISPIEL 2:

Flächenbefestigung für Belastungsklasse Bk 3,2 gemäß RStO 12 auf F1-Boden



* Verdichtungsgrad $D_r \geq 103\%$; Verhältnis $E_v/E_n \leq 2,2$ (siehe ZTV SoB-StB 04, Abs. 2.2.4.2 und 2.3.4.2)

** Der anstehende F1-Boden muss die Anforderungen an Frostschuttschichten erfüllen und mindestens in einer Dicke vorliegen, wie Sie für eine Frostschuttschicht auf einem F2- oder F3-Boden erforderlich wäre (vgl. RStO 12, Abschnitt 3.1.2).

Abb. 49

2.11 Dimensionierung

Für die richtige Wahl des Belags sind zum einen die wichtigsten Wechselbeziehungen der Parameter innerhalb eines Großformats zu berücksichtigen und zum anderen die Wechselbeziehungen der Großformate zu den Belastungen und zum Oberbau. Aus diesem Grund werden in diesem Kapitel die Abhängigkeiten dargestellt.

2.11.1 EINFLUSSFAKTOREN AUF DIE BRUCHLAST

Die Einflussfaktoren auf die Bruchlast der Großformate lauten Größe, Seitenverhältnis, Dicke und Biegezugfestigkeit.

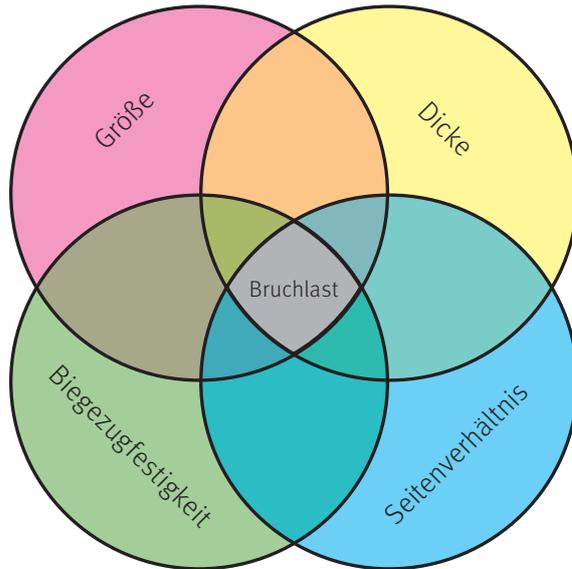


Abb. 50: Wechselbeziehungen der Parameter eines Großformats

Größe

Um darzustellen, welche Bedeutung die Größe einer Platte hat, werden Platten anhand ihrer Bruchlast miteinander verglichen. Bei Veränderung der Plattengröße und gleichbleibenden Seitenverhältnissen hat eine Größenzunahme eher geringe Auswirkungen auf die Bruchlast. Beispiel: Eine Platte mit dem Format 600 x 600 x 120 mm hat eine Bruchlast P_{\min} von 52,3 kN, das Format 800 x 800 x 120 mm eine Bruchlast P_{\min} von 51,2 kN.

Es zeigt sich, dass die Bruchlast bei größerem Format und gleicher Dicke geringfügig abnimmt (ca. 1 kN = 2%). Die Fläche der Platte hat jedoch um 0,28 m² (ca. 77%) zugenommen.

Dicke

Die Dicke einer Platte bestimmt im Wesentlichen deren Bruchlast. So hat eine Platte mit dem Format 600 x 600 x 120 mm eine Bruchlast P_{\min} von 52,3 kN. Wird die Plattendicke jetzt um 40 mm (ca. 33%) erhöht, ergibt sich bei einer Platte mit dem Format 600 x 600 x 160 mm eine Bruchlast P_{\min} von 93,1 kN. Diese Zunahme der Bruchlast von 40,8 kN (ca. 78%) zeigt, welchen Einfluss die Erhöhung der Dicke auf die Belastbarkeit hat.

Seitenverhältnis

Ein weiteres entscheidendes Kriterium ist das Seitenverhältnis der Platte. Eine Platte mit dem Format 600 x 600 x 160 mm hat eine Bruchlast P_{\min} von 93,1 kN. Wird eine Seitenlänge der Platte um 300 mm (ca. 50%) erhöht, ergibt sich bei einer Platte mit dem Format 900 x 600 x 160 mm eine Bruchlast P_{\min} von 60,24 kN. Eine Zunahme der Seitenlänge um 50% reduziert somit die Bruchlast um 32,86 kN (ca. 35%).

Je schlanker das Format, desto geringer die Bruchlast. Platten, bei denen das Längen-/Seitenverhältnis kleiner ist als 0,4, sind nicht geeignet für den Einsatz bei Schwerlastverkehr.

Biegezugfestigkeit

Die Biegezugfestigkeit beeinflusst im Wesentlichen die mechanische Festigkeit des Großformats. Entscheidend für die Höhe der Biegezugfestigkeit sind die Rezeptur und die Verdichtung des Betongefüges.

Die Regelwerke schreiben eine Biegezugfestigkeit von 5 N/mm² vor. Godelmann fertigt Großformate mit bis zu 6 N/mm² je nach Längen-/Breiten Verhältnis, um zusätzliche Sicherheiten zu schaffen.

Die Erhöhung der Biegezugfestigkeit um 1 N/mm² (ca. 20%) ergibt bei dem Format 600 x 600 x 160 mm eine Bruchlast P_{\min} von 93,1 kN. Bei einer Biegezugfestigkeit von nur 5 N/mm² hat diese Platte eine Bruchlast P_{\min} von 74,5 kN, also 18,6 kN (ca. 20%) weniger.

Bruchlast

Die Bruchlast beschreibt die statische Belastbarkeit einer Platte. Sie gibt die Kraft an, die unter bestimmten Prüfbedingungen bei einer Platte zum Bruch führt.

Fazit

Eine quadratische Platte hat durch das Längen- und Seitenverhältnis 1:1 die höchstmögliche Bruchlast. Je schlanker ein Format - das heißt der Quotient aus Länge und Breite nimmt ab-, desto kleiner die Bruchlast. Dies kann durch Zunahme der Elementdicke ausgeglichen werden.

Wird aufgrund des gewählten Verbands mit unterschiedlichen Formaten gearbeitet, so bestimmt das Format mit dem ungünstigsten Seitenverhältnis die Dicke aller verwendeten Elemente. Dies beeinflusst selbstverständlich auch die Kosten, und es bleibt zu prüfen, ob ggf. auf ein besonders schlankes Plattenformat verzichtet werden kann.

Letztendlich muss ein optimaler Kompromiss zwischen Gestaltung, Funktionalität und Wirtschaftlichkeit gefunden werden.

Länge	Breite	Längen-/ Seitenverh.	Dicke	Stützweite	Widerstands- moment	Biegezug- festigkeit	zugehörige Bruchlast	Biegezug- festigkeit	zulässige Bruchlast
l	b	is	d	L	W	T	P	T _{min} ¹⁾	P _{min}
mm	mm	B/L	mm	mm ³	mm	N/mm ²	N	N/mm ²	N
640	320	0,5	120	590	768.000	5,0	26.034	4,0	20.827
600	600	1,0	120	550	1.440.000	5,0	52.364	4,0	41.891
800	400	0,5	120	750	960.000	5,0	25.600	4,0	20.480
800	800	1,0	120	750	1.920.000	5,0	51.200	4,0	40.960
600	600	1,0	160	550	2.560.000	5,0	93.091	4,0	74.473
900	600	0,7	160	850	2.560.000	5,0	60.235	4,0	48.188
960	480	0,5	160	910	2.048.000	5,0	45.011	4,0	36.009
1200	1200	1,0	160	1150	5.120.000	5,0	89.043	4,0	71.235
640	320	0,5	120	590	768.000	5,5	28.637	4,5	23.431
600	600	1,0	120	550	1.440.000	6,0	62.836	5,0	52.364
800	400	0,5	120	750	960.000	5,5	28.160	4,5	23.040
800	800	1,0	120	750	1.920.000	6,0	61.440	5,0	51.200
600	600	1,0	160	550	2.560.000	6,0	111.709	5,0	93.091
900	600	0,7	160	850	2.560.000	5,5	37.217	4,5	30.494
960	480	0,5	160	910	2.048.000	5,5	27.851	4,5	22.787
1200	1200	1,0	160	1150	5.120.000	5,5	55.096	4,5	45.078

Belastete Großformate sollten das Längen-/Seitenverhältnis von 0,4 nicht unterschreiten.

¹⁾ 4 bzw. 5 N/mm² dürfen nicht unterschritten werden.

Abb. 51: einige Formate unter Betrachtung der veränderten Bruchlasten durch erhöhte Biegezugfestigkeit



Abb. 52: SCADA, Ellwangen

2.11.2 EINFLUSSFAKTOREN AUF DAS GESAMTSYSTEM

Die Dimensionierung des Gesamtsystems ist abhängig von den möglichen Belastungen, dem Verlegeverband, dem Oberbau und der Bruchlast.

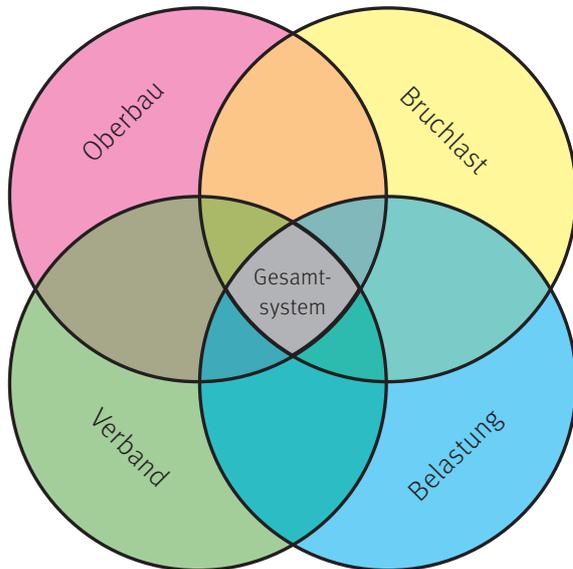


Abb. 53: Einflussfaktoren auf das Gesamtsystem

Oberbau

Die Ausführung des Oberbaus (Seite 34 bis 37) bestimmt unter anderem die Dimensionierung der Großformate.

Bruchlast

Die Ausführung und Ermittlung der Bruchlast wird auf Seite 38 bis 39 erläutert und ist verantwortlich für die Dicke der Großformate.

Verband

Die Ausführung des Verbandes (Seite 44 bis 45) bestimmt unter anderem die Auswirkungen verschiedener Verbände auf die Verschiebesicherheit des Gesamtsystems.

Belastung

Es treten unterschiedliche Belastungen auf (Abb. 55):

- statische Kräfte, Normalkräfte (ruhender Verkehr)
- fahrdynamische Schubkräfte
- fahrdynamische Torsionskräfte

Nicht nur die hohen statischen Kräfte stellen eine Herausforderung an das System dar, so das Gewicht der Fahrzeuge und der Ladung, sondern im Besonderen die Fahrbewegungen mit den damit verbundenen hohen dynamischen Belastungen.

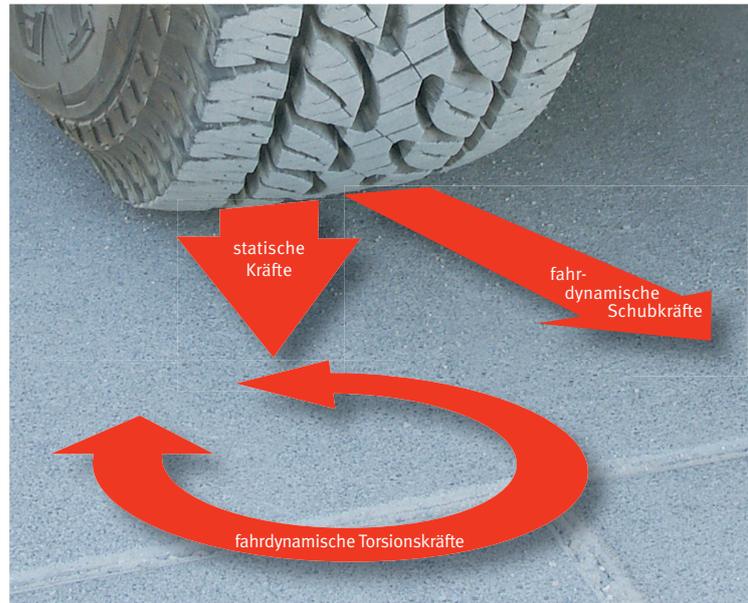


Abb. 54: Darstellung der gleichzeitig auftretenden statischen und dynamischen Kräfte

Unser Bild (Abb. 55) zeigt, dass statische und dynamische Kräfte gleichzeitig auftreten. Oft bleibt es nicht nur bei gleichmäßiger Fahrdynamik, auch Lenk- und Drehbewegungen müssen berücksichtigt werden. Diese Tatsache wird bei Schwerlastverkehr besonders relevant. Bei Ein- und Ausfahrten stehen zudem Brems- und Beschleunigungsvorgänge an. Diese Kräfte müssen dauerhaft in den Untergrund abgeleitet werden, ohne dass die Bauweise mit Großformaten Schaden nimmt.

Alle statischen Kräfte werden in den Oberbau abgeleitet. Alle dynamischen Kräfte werden über den Belag und die Fugen horizontal aufgenommen. Aus diesem Grund spielt die Dicke der Großformate eine wichtige Rolle.

Die statischen Kräfte werden abgetragen über

- den Belag, die Fugen (Reibung),
- die Bettung,
- die Tragschichten sowie über
- den anstehenden Boden.

Die fahrdynamischen Kräfte werden abgetragen über

- die Seitenflächen der Großformate,
- das Verzahnungssystem,
- den Verband,
- die Fugen und
- ggf. über zusätzliche Verschiebesicherungen
- (VERSCHI 485/50 und Ankerschiene).

Die statischen und fahrdynamischen Kräfte der Fahrzeuge werden über deren Radaufstandsfläche auf den Belag übertragen. Die Aufstandsfläche hat besondere Bedeutung. Größere Flächen sind vorteilhafter, um Lasten und die daraus entstehende Krafteinwirkung abzutragen. Kleine Radaufstandsflächen, etwa bei Staplern, stellen punktuelle, das heißt ungünstige Belastungen für eine Platte dar.

Auf der folgenden Seite haben wir unterschiedliche Fahrzeuge mit gleichen Achs-/Radlasten, aber verschiedenen Radaufstandsflächen verglichen. Generell gilt: Je kleiner die Radaufstandsfläche, desto höher die Kraft, die auf jeden Quadratzentimeter der Platte wirkt.

Radaufstandsfläche bei Kettenfahrzeugen

Durch die gummierte Kette wird das Eigengewicht auf eine relativ große Fläche abgetragen. Die Krafteinwirkung pro Quadratzentimeter ist daher eher gering.



Abb. 55: Belastung durch ein Kettenfahrzeug

Radaufstandsfläche bei Lastkraftwagen

Über die einzelnen Räder wird das Gewicht auf eine kleinere Fläche abgetragen. Die Krafteinwirkung pro Quadratzentimeter ist daher höher als bei Kettenfahrzeugen.



Abb. 56: Belastung von Großformaten durch einen Lkw

Radaufstandsfläche bei Staplern

Durch das einzelne und sehr kleine Hartgummirad wird das Eigengewicht auf eine kleine Fläche abgetragen, im ungünstigsten Fall auf einer Platte. Die Krafteinwirkung pro Quadratzentimeter ist bei diesem Fahrzeug am höchsten.



Abb. 57: Belastung durch einen Stapler

Die Beispiele verdeutlichen, dass Radaufstandsflächen und die pro Quadratmeter übertragenen Kräfte für die dauerhafte Stabilität des Belags bedeutend sind. Betrachtet man zum Beispiel einen Lkw-Reifen, verteilen sich die Kräfte in der Regel auf mehrere Pflastersteine. Jedoch kann der gesamte Zwillingsreifen auf nur einer Platte stehen. Eine angemessene Bruchlast der Platte ist daher erforderlich. Wie bereits dargestellt, hängt die Bruchlast entscheidend von der Plattendicke ab.

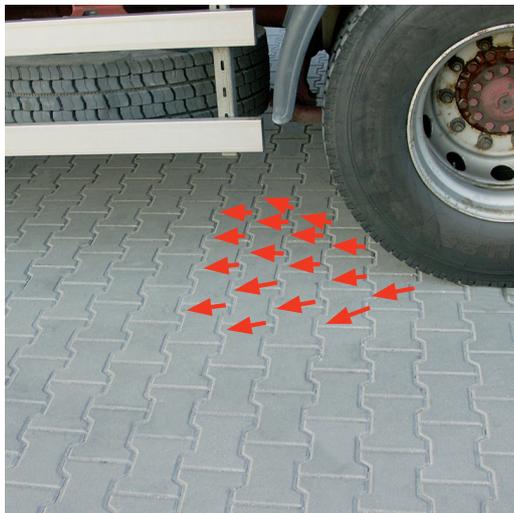


Abb. 58: Radaufstandsfläche verteilt auf mehrere Steine mit auftretenden Horizontalkräften

Bei Pflastersteinen erfolgt die Abtragung der Horizontalkräfte über die einzelnen Pflastersteine und den Verband.



Abb. 59: Radaufstandsfläche auf einer Platte mit auftretenden Horizontalkräften

Da die Kraft oft auf einzelne Großformate übertragen wird, droht zusätzlich ein Kippverhalten. Auch dem wirkt eine größere Plattendicke entgegen.

2.11.3 BERECHNUNG DER DICKE VON GROSSFORMATEN

Im Auftrag des Betonverbandes SLG wurde ein Programm zur Ermittlung der Plattendicke unter Verkehrsbelastung an der TU Dresden entwickelt. Entstanden ist die Berechnungsmethode nach dem Finite-Elemente-Modell an der Fakultät für Bauingenieurwesen am Lehrstuhl für Statik. Die Leitung hatte Universitäts-Prof. Dr.-Ing. Bernd Möller. Mit der Methode ist es heute möglich, reale Praxisbedingungen mit einem Rechenmodell darzustellen und die erforderliche Plattendicke zu ermitteln. Das Programm wird seit mehreren Jahren erfolgreich angewendet. Die ermittelten Dicken stellen eine Mindestanforderung an den Plattenbelag dar.

Das Rechenmodell erfasst komplizierte Abläufe, unter anderem statische und dynamische Kräfte. Und am Rechner lassen sich unterschiedliche Belastungskriterien simulieren. So werden schon heute mögliche spätere Nutzungsänderungen berücksichtigt. Denn oft kommt es auf Verkehrsflächen zu schwachen oder gar stärkeren Verkehrsbelastungen, obwohl zum Zeitpunkt der Planung von ruhendem Verkehr ausgegangen wurde.

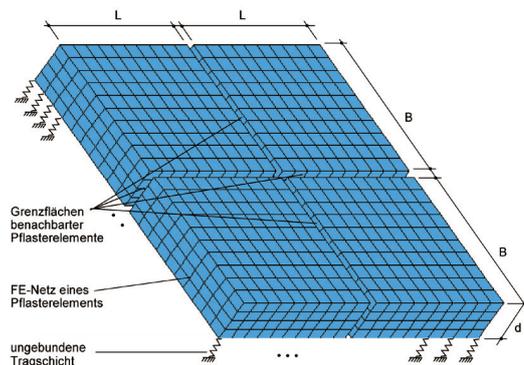


Abb. 60: Darstellung der Tragwirkung mit einem dreidimensionalen Finite-Elemente-Modell

Auszug aus der Finite-Elemente-Methode

Zunächst werden folgende Größen festgelegt:

- Format (Länge und Breite, Seitenverhältnis)
- Biegezugfestigkeit der Platte
- Elastizitätsmodul der Elemente
- zu erwartende Belastung, z. B. 10 t-Achse
- Anzahl der Überrollungen/Lastwechsel
- Einordnung der Verkehrsbelastung, z. B. „schwacher Verkehr“; Festlegung des Multiplikationsfaktors
- Sicherheitsfaktor für Beanspruchungen infolge dynamischer Effekte durch Überladungen und Unebenheit der Pflasterdecke

Die Tragwirkung der Großformate wird mit einem dreidimensionalen Finite-Elemente-Modell erfasst (Abb. 61). Dabei liegen die Platten in der Pflasterbettung auf einer ungebundenen Tragschicht. Zur Berücksichtigung der Querkraftübertragung der dynamischen Kräfte über die Fugen werden mehrere Großformate in die Berechnung einbezogen. Die Grenzflächen benachbarter Platten werden zur Berechnung elastisch gekoppelt. Da die Radaufstandsflächen, wie zuvor beschrieben, mittig oder am Rand der Platte auftreten können, werden im Programm beide Laststellungen untersucht. Randnahe Laststellungen dürfen nicht zu einem Aufkippen der Platten führen.

Aus den Kenndaten – also Format, Elastizitätsmodul, Verkehrsbelastung usw. – und unter Einbeziehung mittiger und randnaher Laststellungen lassen sich maximale Spannungen in den Großformaten errechnen. Zu hohe Spannungen würden zum Bruch der Platten führen. Die maximal zulässigen Spannungen erlauben wiederum Rückschlüsse auf die erforderliche Plattendicke. Die rechnerischen Werte werden anschließend auf die zur Verfügung stehenden Großformate aufgerundet.

In den Tabellen auf Seite 43 sind die exakt errechneten Plattendicken in Abhängigkeit der Seitenverhältnisse und Verkehrsbelastung bei Beanspruchung mit einer 10 t-Achse dargestellt. Den Berechnungen liegen erhöhte Biegezugwerte unserer Großformate von 6 N/mm^2 zugrunde. Dieser Wert soll im Einzelfall jeweils mit uns abgestimmt werden.

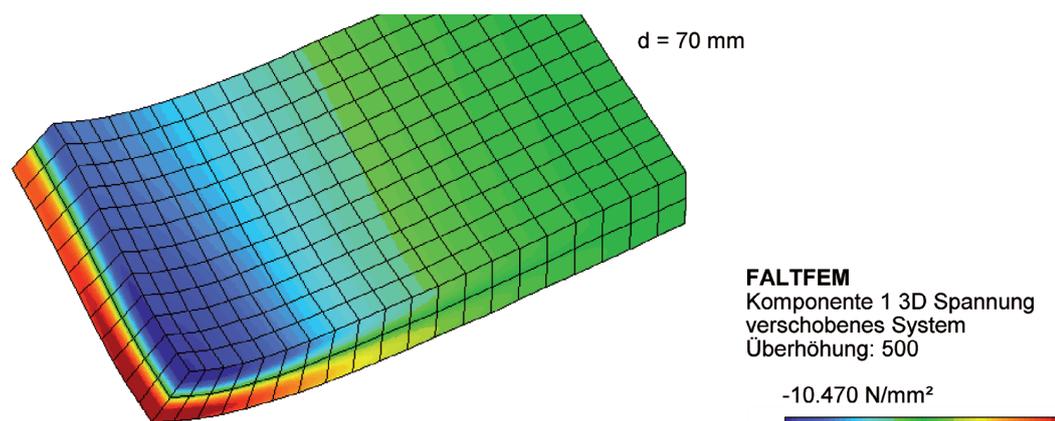


Abb. 61: maximale Spannungen bei dem Format 1000 x 600 x 70 mm (Prof. Dr.-Ing. Möller, 2003)

HIERBEI HANDELT ES SICH UM FALLBEISPIELE. WEITERE TABELLEN/BERECHNUNGEN AUF ANFRAGE.

Berechnungsergebnisse für das Großformat 600 mm unter Verkehrsbelastung (10 t-Achse)

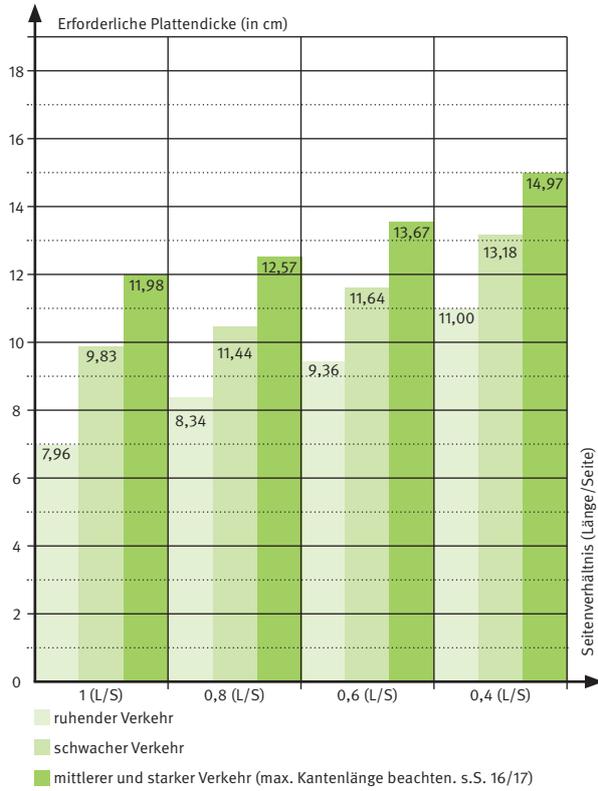


Abb. 62

Berechnungsergebnisse für das Großformat 800 mm unter Verkehrsbelastung (10 t-Achse)

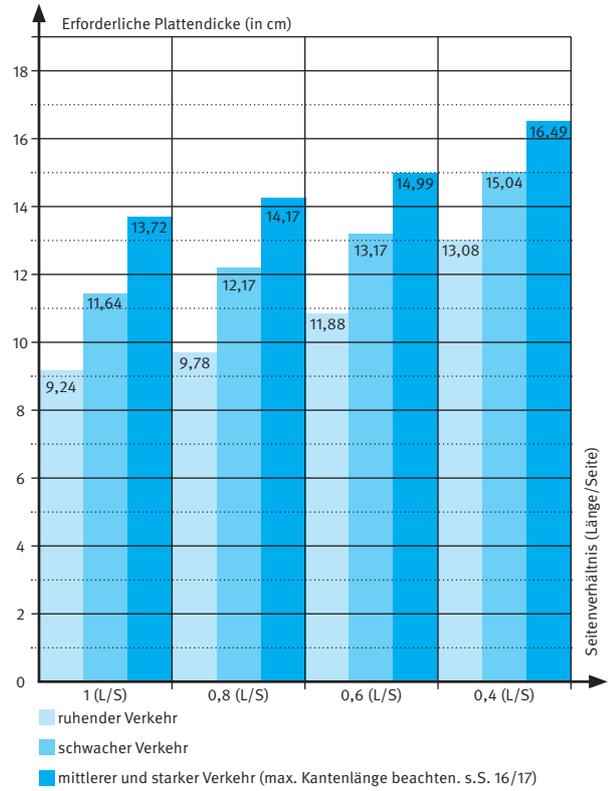


Abb. 64

Berechnungsergebnisse für das Großformat 900 mm unter Verkehrsbelastung (10 t-Achse)

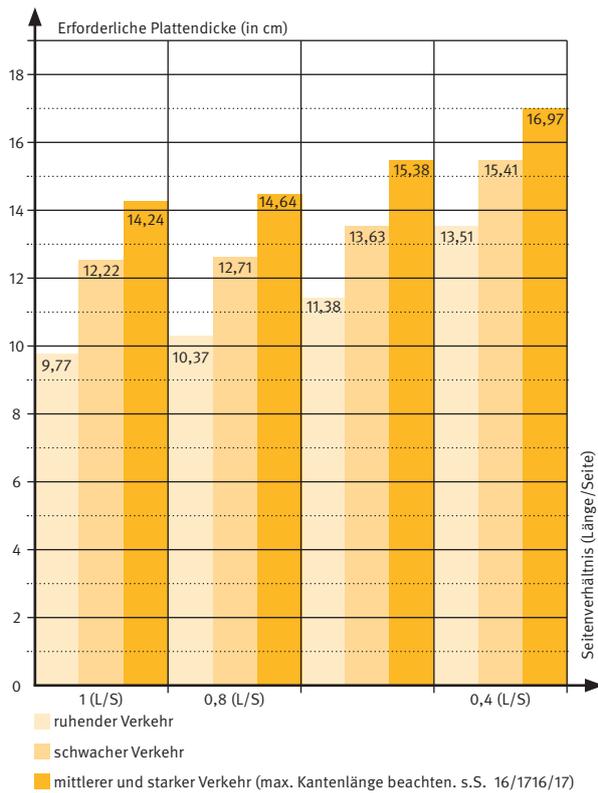


Abb. 63

Berechnungsergebnisse für das Großformat 1000 mm unter Verkehrsbelastung (10 t-Achse)

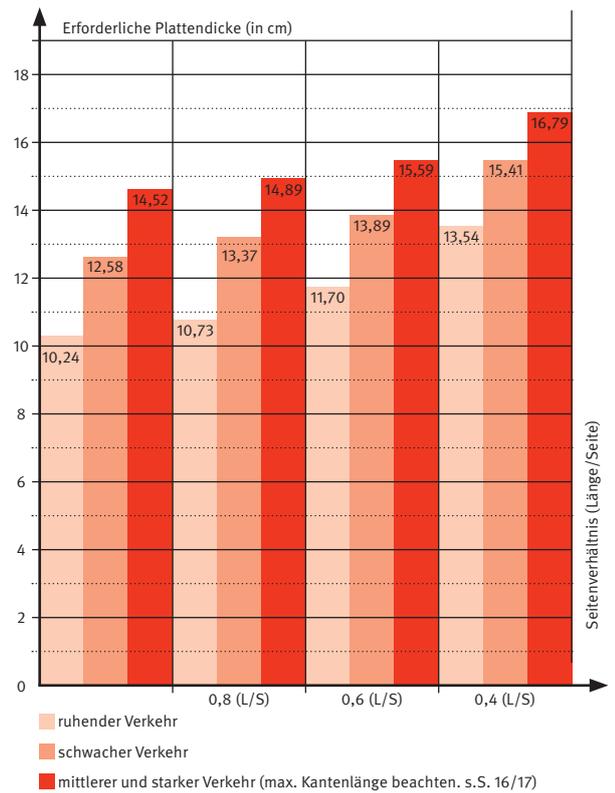


Abb. 65

2.11.4 VERBÄNDE UNTER VERKEHRSBELASTUNG

Großformatsysteme werden durch die Art des Verbandes beeinflusst. Grundsätzlich muss bei der Wahl die zu erwartende Verkehrsbelastung berücksichtigt werden, denn nicht jeder Verband ist für jeden Zweck geeignet.

Unsere Großformatsysteme lassen sich sowohl unter Verwendung eines Formats als auch mit wechselnden Formaten zu unterschiedlichen Verbänden verlegen. Durch die Vielzahl der Verlegemuster können die gestalterischen Anforderungen der geplanten Fläche angepasst werden.

Gemäß ATV DIN 18318 sind bei befahrbaren Verkehrsflächen Verbände mit durchgehenden Fugen in Fahrtrichtung nicht zulässig. Somit dürfen Verbände unter Verkehrsbelastung nicht als Kreuzfugenverband ausgeführt werden, da diese zu Verschiebungen neigen. Mit den Großformaten von GODELMANN lassen sich Horizontalkräfte durch spezielle Verschiebesicherungen kompensieren und ableiten. Im Einzelfall ist genau zu prüfen, unter welchen Bedingungen und Belastungsvoraussetzungen bestimmte Verbände möglich sind.

Ein weiterer Aspekt bei Verkehrsbelastungen muss besonders beachtet werden: Die Großformate müssen dauerhaft stabil liegen, um die auftretenden Kräfte gut aufnehmen zu können. Sie dürfen weder verschieben noch brechen. Zur Abtragung der fahrdynamischen Kräfte sind der Verband und die Verschiebesicherungssysteme von entscheidender Bedeutung.

Allgemein gilt, dass diagonal zur Fahrtrichtung verlegte Pflastersteine und Platten Horizontalkräfte besser abtragen, zum Beispiel im Fischgrätverband. Der Grund: Beim Überfahren werden gleich mehrere Elemente zur Lastabtragung herangezogen. Der Fischgrätverband ist zudem gegenüber Spurrinnen weniger anfällig (Gleitz, Roßberg, Wellner; 1995).

Gebräuchliche Verbände und deren Einsatzbereiche finden Sie unter Abb. 68 rechts.

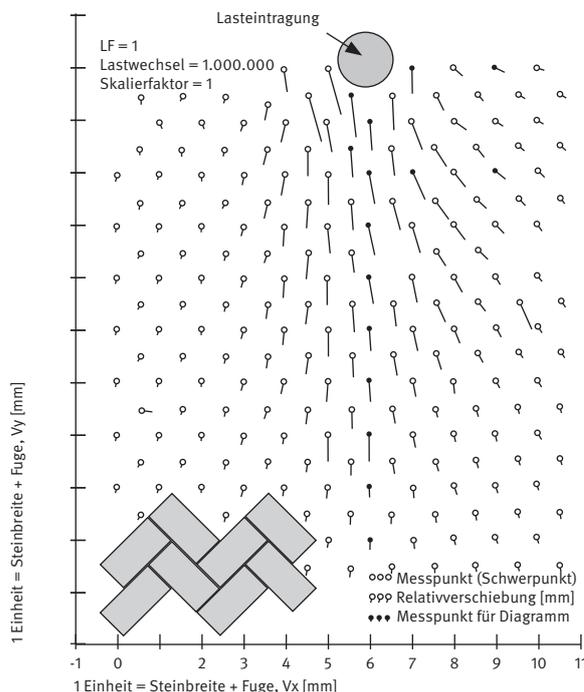
Kreuzfugenverbände eignen sich für die repräsentative Gestaltung von Plätzen, Eingangsbereichen und Atrien, bei denen eine hohe Verkehrsbelastung nicht im Vordergrund steht. Eine optische Ausrichtung der Fläche erfolgt bei Kreuzfugenverbänden durch die Wahl und Ausrichtung des Großformats. Bei rechteckigen Formaten wirkt der Flächenbelag in Längsrichtung gestreckt, quer zur Längsrichtung eher verkürzt. Bei quadratischen Formaten gibt es keine Ausrichtung. Die Kreuzfuge erfordert höchste Ansprüche an die Maßhaltigkeit der Großformate und an die Exaktheit der Verlegung. Jede Verschiebung wird als störend empfunden. Wir empfehlen daher Systeme mit einem fest angeformten Verzahnungssystem auszuschreiben, wie es bei SCADA Standard ist. Darüber hinaus ist eventuell zusätzlich die Verwendung von Verschiebesicherungen wie dem Erdanker VERSCHI 485/50 oder der Ankerschiene (Seite 29) sinnvoll.

Beim Läufer- oder Reihenverband wird durch die Formatwahl und den Versatz der Fugen die Fläche optisch ausgerichtet. Im Regelfall werden die durchlaufenden Fugen des Belags quer zur Hauptblickrichtung verlegt. Unter Verkehrsbelastung muss dieser Verband quer zur Fahrtrichtung verlegt werden.

Für außerordentlich stark belastete Verkehrsflächen empfehlen wir den Ellbogen- oder Fischgrätverband, zum Beispiel für Busspuren. Für diesen Verband bietet unter anderem SCADA mehrere Formate in 16 cm Dicke z.T. mit Bischofsmützen für einen optimalen Randabschluss. Selbstverständlich verfügen diese Formate über das bewährte und kraftschlüssige Rundum-Verzahnungssystem.

Rechtecksteine, Fischgrätverband (gute Lastverteilung)

Relativverschiebung V 11



Rechtecksteine, Parkettverband (schlechte Lastverteilung)

Relativverschiebung V 13

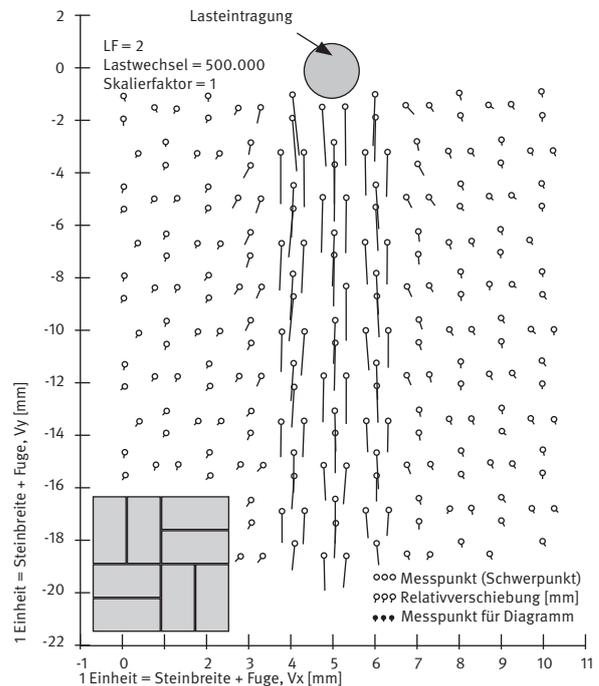


Abb. 66 und 67: Einfluss des Verbandes auf das Langzeitverhalten bei Vertikalbelastungen von Betonpflasterdecken (Gleitz, Roßberg, Wellner, 1995; Betonverband SLG)

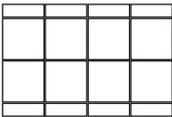
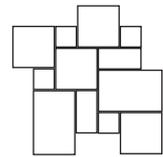
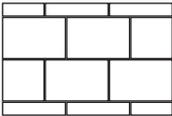
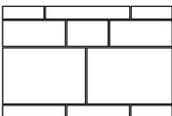
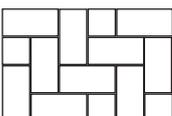
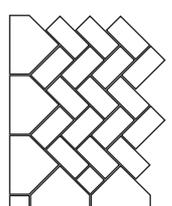
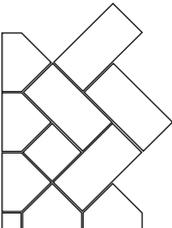
Verband	Abbildung Fahrtrichtung	Eigenschaft/Spezifikation/Beurteilung	Für befahrene Verkehrsflächen		
			nicht geeignet	gut geeignet	sehr gut geeignet
Kreuzfuge		Durchgehender Fugenverlauf – dieser Verband neigt zu Verschiebungen.	X		
Wild		Wilder Verband (römisch) mit verschiedenen Formaten. Dieser Verband wird oftmals für Platzsituationen verwendet. Der Verband stabilisiert sich in sich selbst.		X	
Läufer oder Reihe		Oft gewählter Verband mit 2/3-Versatz oder 1/2-Versatz. Diese Verbände finden oft Einsatz unter Verkehrsbelastung und müssen quer zur Fahrtrichtung verlegt werden.		X	
Bahnenverlegung		Die Bahnenverlegung wird im Gegensatz zum Läufer- bzw. Reihenverband mit unterschiedlichen Bahnenbreiten verlegt – es gelten aber dieselben Regeln.		X	
Ellbogen		Abwechselnd längs und quer versetzte Formate. Durch dieses Versetzen gibt es in keiner Richtung durchlaufende Fugen. (vgl. Fischgrätverband in 45°-Drehung)			X
Läufer oder Reihe als Diagonalverband		Läuferverband in 45°. Häufiger Einsatz bei hoher Verkehrsbelastung. Die Rollgeräusche durch Fahrverkehr werden stark gemindert.			X
Fischgrätverband allgemein		Bei der Verlegung im Fischgrätverband können die horizontalen Kräfte sehr gut abgetragen werden. Geeignet für hohen Fahrverkehr. Für den Randabschluss lassen sich Zuschnitte für Passstücke durch Sonderelemente (Bischofsmütze) vermeiden.			X
Fischgrätverband mit SCADA 320 x 160 mm		Fischgrätverband mit Bischofsmützen und in Kombination der SCADA-Formate 320 x 160 mm oder 640 x 320 mm. Ideal für Busspuren und stark belastete Verkehrsflächen.			X
mit SCADA 640 x 320 mm					X



Abb. 69: SCADA und MANUFAKTUR, Mönchengladbach



Abb. 70: SCADA, München



Abb. 71: MASSIMO, München

Foto: Rainer Viertböck



Abb. 72: SCADA, Hamburg

2.12 Entwässerungsplanung

Eine zügige Entwässerung der Verkehrsfläche ist für eine dauerhafte Funktionsfähigkeit und aus Gründen der Verkehrssicherheit wichtig. Auch die RStO setzen für den Straßenaufbau dauerhaft effektive Entwässerungsmaßnahmen voraus. Aufgrund der zu erwartenden höheren Regenintensität wird eine gute Entwässerungsplanung in Zukunft noch wichtiger.

Folgende Punkte sind laut SLG-Merkblatt/M FG zu beachten:

- RAS-Ew, Richtlinien für die Anlage von Straßen-Entwässerung
- ZTV Ew-StB, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Entwässerungseinrichtungen im Straßenbau
- Zwangspunkte, Höhenvorgaben, Anschlusspunkte aus der örtlichen Situation heraus
- Baugrundverhältnisse
- Anforderungen bezüglich der Mindest-Querneigung von Planum und Tragschicht(en) gemäß den entsprechenden Technischen Regeln, ZTV E-StB
- Anforderung an die Mindest-Querneigung der Pflasterdecke bzw. des Plattenbelages gemäß DIN 18318

Für großformatige Pflastersteine und Platten kann der in den Merkblättern für Plattenbeläge genannte Wert von 2,0 % angesetzt werden. Ist die Einhaltung der Mindest-Querneigung nicht möglich, zum Beispiel durch Höhenzwangspunkte, ist sicherzustellen, dass eine ausreichende Entwässerung durch die Schrägneigung erfolgt, das heißt durch die Kombination aus Quer- und Längsneigung.

Empfehlung

Verkehrsflächen mit großformatigen Pflastersteinen und Platten sollten möglichst immer linienförmig entwässert werden (Abb. 73). Hierbei ist auf eine fachlich einwandfreie Ausbildung des Hochpunktes des Belags zu achten. Sofern eine zueinander versetzte Anordnung der Elemente (z. B. Läuferverband) auch im Hochpunkt vorgesehen ist (Abb. 74), muss die Bettung in diesem Bereich leicht gerundet abgezogen werden, sodass auch Platten mit größeren Seitenlängen höhengleich über den Hochpunkt gelegt werden können. Bei längeren Elementen (≥ 800 mm) sind ggf. speziell hergestellte Scheitelemente einzubauen.

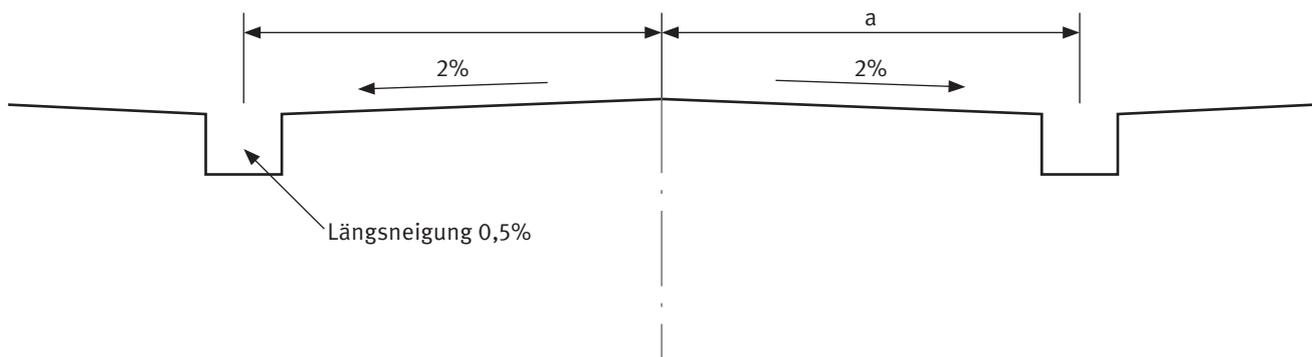


Abb. 73: Prinzip der Linienentwässerung von Verkehrsflächen mit Großformaten (SLG-Merkblatt)

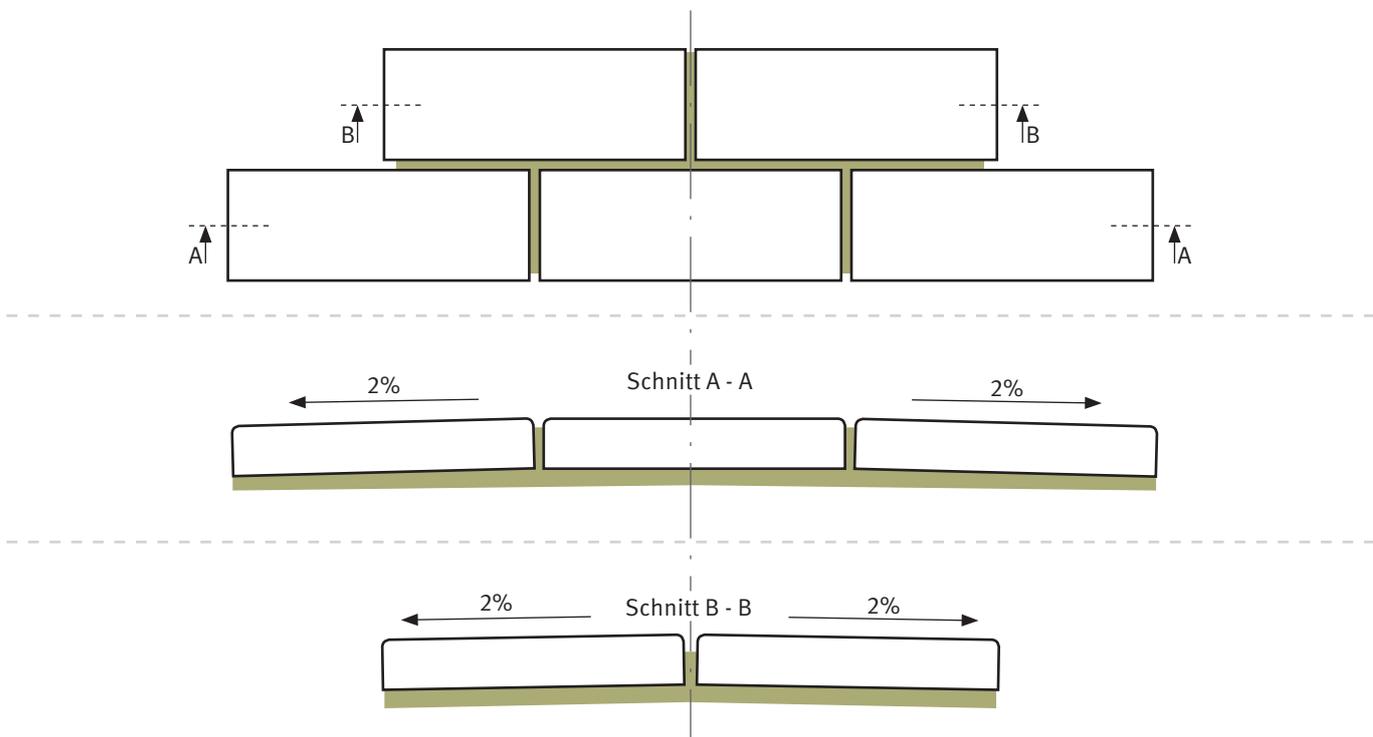


Abb. 74: Ausbildung des Hochpunktes



Abb. 75: SCADA, Asperg

3. Ausschreibung und Ausführung

3.1 Ausschreibungshinweise

Die korrekte Ausschreibung ist ein wichtiger Schritt zur erfolgreichen Umsetzung Ihres Planungskonzepts.

Das ist zu beachten:

- Prüfungen, wie die Eignungsprüfungen und Eigenüberwachungsprüfungen für die einzelnen Gewerke Untergrund/Unterbau, Tragschichten und Pflasterdecke/Plattenbelag, sind als Mindeststandard bereits in der Ausschreibung festzulegen.
- Die vertragliche Vereinbarung der entsprechenden Vorschriften für das jeweilige Bauvorhaben ist notwendig. Bei einzelnen Baumaßnahmen können höhere Prüfumfänge als vorgeschrieben festgelegt und vertraglich vereinbart werden.
- Die ausreichende Wasserdurchlässigkeit aller Schichten ist durch entsprechende Prüfungen in der Ausschreibung sicherzustellen.
- Dauerhaft und vollständig gefüllte Fugen sind ein wichtiger Bestandteil für eine lange Lebensdauer der gesamten Verkehrsfläche. Wir empfehlen mindestens ein zweimaliges Nachverfugen der Fläche innerhalb der ersten sechs Monate auszuschreiben.

In der Anlage (ab Seite 74) erhalten Sie einen Ausschreibungstext zu dem Großformatsystem SCADA.

3.2 Ausführungsbeginn/ Baustelleneinrichtung

3.2.1 ALLGEMEINE AUSFÜHRUNGSHINWEISE

Da sich die Ausführung der Oberbaukonstruktionen bei der Verlegung von Großformaten nicht grundsätzlich von gebräuchlichen Bauweisen unterscheidet, müssen die einschlägigen Technischen Regeln berücksichtigt werden. Darüber hinaus empfehlen wir die Hinweise des SLG-Merkblatts/M FG sowie unsere Anmerkungen auf dieser und den folgenden Seiten. Alle Planvorgaben müssen auf der Baustelle umgesetzt werden. Es hat eine ständige Kontrolle zu erfolgen. Abnahmen müssen protokolliert und schriftlich festgehalten werden.

3.2.2 BAUANLAUF

Vor Baubeginn sollte die ausführende Firma eine Vorbesprechung durchführen, in der alle Beteiligten die Detailfragen zur Ausführung hinreichend erläutern und klären können. Das Gesprächsergebnis sollte schriftlich protokolliert werden.

3.2.3 LOGISTIK

Für einen reibungslosen Bauablauf sind alle produktionstechnischen und logistischen Zusammenhänge zu koordinieren. Während des Arbeitens muss der Prozess Baustelle – Baustoffhändler – Lieferwerk perfekt funktionieren. Rechtzeitige und exakte Bestellungen und die Klärung aller technischen Details sind entscheidend für eine reibungslose Produktion und die Einhaltung der Liefertermine. Abladestellen müssen sauber hergerichtet sein, so können die Großformate ohne Beschädigung gelagert werden.

Bei Verbänden mit unterschiedlichen Formaten und/oder Materialien ist zwischen Bauleitung und Lieferwerk eine enge Abstimmung erforderlich, damit alle Baustoffe für den Verband am Ort vorrätig sind.

3.2.4 MATERIALANLIEFERUNG

Grundsätzlich sind alle angelieferten Materialien zu kontrollieren. Dabei werden Großformate auf folgende Eigenschaften geprüft:

- Material
- Format
- Dicke
- Oberflächenbeschaffenheit
- Kanten-/Eckausbildung

Großformate außerhalb der Maßtoleranzen dürfen nicht eingebaut werden! Weitere Informationen hierzu auch auf Seite 12 und 13.

3.2.5 FLÄCHE VORBEREITEN/RÄUMEN/ ALTPFLASTER ABTRAGEN

Viele Baustellen müssen zunächst geräumt werden. Hierbei kommt es darauf an, dass als Erstes der Belag abgetragen wird und im weiteren Verlauf Bettung und Tragschicht ausgehoben werden. Die alte Bettung und alte Tragschichten müssen entfernt werden, da sie im Laufe langjähriger Nutzung in der Regel ihre Funktionalität verlieren. Die Tragschicht ist oftmals so verdichtet, dass die Wasserdurchlässigkeit stark reduziert ist.

3.3 Tragschichten einbauen/verdichten/ prüfen

Nach dem Aushub wird das Planum erstellt und mit dem Aufbau der Tragschichten begonnen. Sollte der anstehende Boden den geforderten E-Modul = 45 MPa nicht erreichen – der Nachweis erfolgt durch Plattendruckmessungen –, ist eine Bodenverbesserung durchzuführen.

Das Tragschichtenmaterial ist gleichmäßig gemischt und durchfeuchtet einzubauen. Prüfen Sie, ob sich das Material beim Transport und/oder Abkippen entmischt hat. Ist dies der Fall, muss man eingreifen, zum Beispiel durch mehrfaches Umwälzen mit dem Schild des Planiergeräts.

Darüber hinaus ist ein optimaler Einbauwassergehalt einzuhalten. Die Tragschichten sind schichtweise einzubauen und zu verdichten. Die Vorgaben der Planung zu den Schichtdicken und deren Steifigkeit müssen befolgt werden, wobei die Steifigkeit durch Plattendruckmessungen nachzuweisen ist.

Ein nicht erreichter E-Modul (Verformungsmodul EV2) kann zu Schäden führen!

Auf der obersten Schicht ist besonders sorgfältig zu arbeiten. Die endverdichtete oberste Tragschicht darf nicht mehr befahren werden.

Der hier geforderte Verformungsmodul $EV_2 = 180 \text{ MPa}$ ist vor dem Weiterbau zu prüfen. Wird die erforderliche Steifigkeit nicht erreicht, ist nachzubessern und erneut zu prüfen. Zu beachten ist, dass nochmaliges Nachverdichten die Gefahr der Kornverfeinerung und damit eine Reduzierung der Wasserdurchlässigkeit bewirkt.



Abb. 76: Verdichten der obersten Tragschicht mittels Rüttelplatte (dynamische Verdichtung)

Beim dargestellten Beispiel sind größere Kornfraktionen (45 mm) in der Bettung. Anteile aus den Tragschichten in der Bettung sind dringend zu vermeiden, da sonst die überlagernde Platte kippeln oder brechen kann.



Abb. 79: Kornanteile aus der Tragschicht in der Bettung können zu Schäden führen



Abb. 77: Verdichten der obersten Tragschicht mit einer Walze (statische Verdichtung)

3.5 Großformate verlegen

3.5.1 MIT VAKUUMTECHNIK UND FUGENEISEN

Die Großformate sind fluchtgerecht, an den Fugen höhengleich und im geplanten Verband einzubauen. Auch die vorgegebene Fugenbreite ist einzuhalten. Für eine gleichmäßige Verlegung werden an den freien Seiten der vordersten Platten jeweils Fugeneisen angelegt. Sie haben die Aufgabe, eine gleichmäßige Fugenbreite und damit die Einhaltung der Rastermaße zu sichern. Gleichzeitig schützen sie die Kanten der benachbarten Platten. Fugeneisen können von uns gegen eine Kautions ausgeliehen werden.

3.4 Bettung herstellen

Das Bettungsmaterial ist gleichmäßig gemischt und durchfeuchtet einzubauen. Der Einbau mittels Fertiger mit Rüttelbohle ist zu empfehlen. Für die Vorverdichtung können aber auch geeignete Rüttler verwendet werden. Nach der Vorverdichtung ist das Bettungsmaterial höhen- und profilgerecht abzuziehen. Bettungs- und Belagsoberfläche müssen die geforderte Querneigung mit gleichem Genauigkeitsgrad aufweisen. Die Bettung ist in einer Schichtdicke von 20-40 mm (verdichteter Zustand im Mittel 30 mm) einzubauen.

Dickere, höhere Schichtdicken können im Bettungsmaterial bei Belastung zur Bildung von Spurrillen führen. Der Einbau ist mit großer Sorgfalt auszuführen, der Gefälleverlauf ist zu beachten. Die Bettung darf nicht mehr betreten werden (SLG-Merkblatt/M FG).



Abb. 78: Bettung aus Splitt-Sandgemisch 0/4, Dicke 20-40 mm (im Mittel 30 mm)



Abb. 80: Verlegung von Großformaten, 1200 x 1200 x 160 mm, mit Fugeneisen

Die Großformate sind mit entsprechender Vakuumtechnik zu versetzen, ein ausreichend starkes Vakuumgerät muss zur Verfügung stehen. Nicht nur der Unterdruck, den das Vakuumgerät aufbauen kann, sondern auch die Luftmenge, die vom Vakuumgerät (Permanentsauger) abtransportiert wird, ist für ein sicheres Ansaugen der Platte wichtig. Diese abtransportierte Luft muss größer sein als die Luft, die durch den Betonwerkstoff in die Saugplatte einströmt. Die zu verlegende Platte ist langsam an den Fugeneisen herabzuführen und waagrecht abzulegen. Eine Verkantung kann zu Schäden an den Platten und an der Bettung führen.



Abb. 81: Verlegung von Großformaten mit Vakuumgerät

Nachdem die Platte ihre endgültige Position erreicht hat, kann wenn erforderlich eine geringfügige Korrektur erfolgen, indem man mit einem Gummihammer gegen die Flanken klopft. Die Fugeneisen dürfen noch nicht entfernt werden. Eine Entnahme ist erst zulässig, nachdem die Platten nach der korrekten und geradlinigen Fugenbreite ausgerichtet wurden und die Fugen verfüllt sind. Ein zu frühes Entfernen der Fugeneisen ohne Fugenverfüllung kann zu Verschiebungen im Verband führen.



Abb. 82: Aufsetzen von Großformaten mit dem Vakuumgerät auf die Bettung

3.5.2 EINBAU UNTERSCHIEDLICHER MATERIALIEN

Bei der Verkehrsflächengestaltung werden oft unterschiedliche Materialien kombiniert.

Wichtig ist, dass beide Materialien mit gleicher Einbindetiefe eingebaut werden. So wird eine gleichmäßige Lastabtragung über die unterschiedlichen Materialien sichergestellt. Ein Ausgleich über das Bettungsmaterial verbietet sich, denn die Folge wäre ein stärkeres Setzen des unterfütterten Materials. Und das kann Schäden herbeiführen.

Beim Anschluss von Großformaten an Natursteinpflaster mit jeweils unterschiedlichen Dicken sind gleiche Einbindetiefen zu beachten. Zudem sollte ein Schutzstreifen aus elastischem Material zum Kleinpflaster gelegt werden, der Beschädigungen an den Großformaten verhindert. Nach der Fertigstellung wird der Streifen entfernt und die Fuge verfüllt.

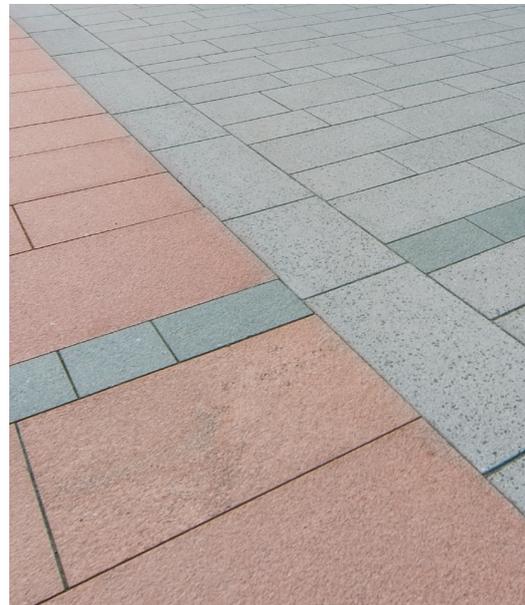


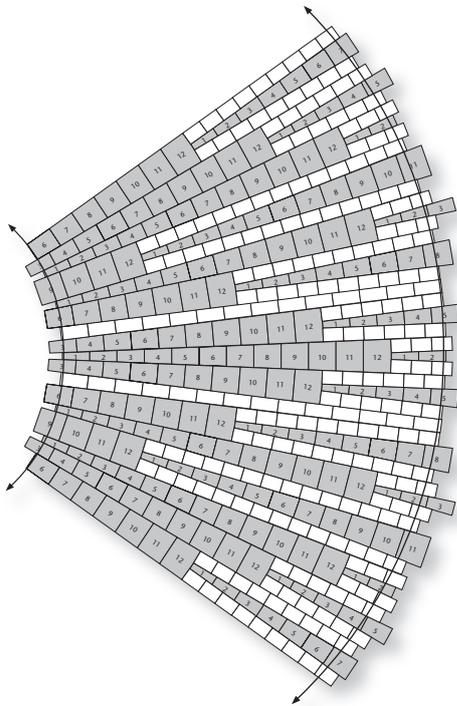
Abb. 83: Einbau unterschiedlicher Materialien mit gleicher Dicke

3.5.3 KURVEN

Auch die Kurvenbereiche auf Verkehrsflächen können mit Großformaten dauerhaft funktionell befestigt werden. Hierfür bieten sich mehrere Möglichkeiten, zum Beispiel geeignete Keilsteine oder Verlegemuster mit Passstücken. Bei sanften Kurven können die Großformate auch so verlegt werden, dass sich die Fugen leicht aufweiten, allerdings höchstens 18 mm. Weitere Maßnahmen für die Stabilität des Belags sind der zusätzliche Verschiebeschutz VERSCHI 485/50 oder der Ankerschiene (Seite 29 und 54) sowie vollständig gefüllte Fugen.

SCADA-KURVENKEIL

Der SCADA-Kurvenkeil kann bei jeder Wegbreite oder Biegung eingesetzt werden. Das Verzahnungssystem der SCADA-Großformate greift auch in diesen hoch belasteten Bereichen und sorgt so für optimalen Verschiebeschutz. Schneidleistungen werden eingespart und gleichmäßige Fugen ermöglicht. So entsteht eine hochwertige und belastungsfähige Ausführung des Kurvenverlaufs.



Ein Kurvenkeil, bestehend aus 12 Einzelsteinen, dreht den Belag um ca. 4,8°. Der kleinste Stein des Kurvenkeils (Steinnummer 1) beginnt mit 80 mm und der größte Stein (Steinnummer 12) endet mit 400 mm. Die Länge des Kurvenkeils beträgt 3840 mm. Die Fläche des Kurvenkeils beträgt 0,92 m².

Der Kurvenkeil kann für jede beliebige Wegbreite verwendet werden.

Abb. 84: Verlegeschema in Kurvenbereichen mit SCADA-Kurvenkeilen

In der Praxis werden oft Pflastersteine und Platten für den Kurvenbereich keilförmig zugeschnitten. Allerdings treten gerade im Kurvenbereich sehr hohe dynamische Kräfte auf. Wir weisen darauf hin, dass durch das Schneiden das Verzahnungssystem der SCADA-Großformate teilweise entfernt wird. Aus diesem Grund empfehlen wir die Ausführung geeigneter Verbände mit Passstücken und stabiler Randbefestigung oder SCADA-Kurvenkeilen, die mit angeformtem Verzahnungssystem hergestellt werden.



Abb. 85: Einsatz von SCADA-Kurvenkeilen

3.5.4 SCHUTZ VOR ERHÖHTEN BELASTUNGEN

Enge Bauzeitenpläne bestimmen auf vielen Baustellen den Ablauf der Maßnahmen. Wird der neu verlegte und noch nicht abgerüttelte Belag mit Hubsteigern befahren, so führt das zu Schäden und ist ausdrücklich nicht zulässig. Darüber hinaus wurde bei der Planung der Außenflächen des Gebäudes von keiner Verkehrsbelastung ausgegangen. Und auch auf Lastverteilungsplatten wurde verzichtet.

Grundsätzlich ist auch auf fertiggestellten Verkehrsflächen Vorsicht geboten. So ist bei Hubsteigern und ähnlichen Geräten immer mit Lastverteilungsplatten zu arbeiten. Dies gilt selbstverständlich auch für spätere Zeiten, zum Beispiel bei Fassaden-Reinigungsarbeiten. Die Lastverteilung muss mindestens über zwei, besser über vier Platten erfolgen. Unsere Aufnahme (Abb. 86) zeigt, dass die Last ohne Lastverteilungsplatte nur auf einer Platte aufliegt und somit nur eine äußerst geringe Entlastung bringt.



Abb. 86: **FALSCH: LASTVERTEILUNG ÜBER NUR EINE PLATTE!**

3.5.5 SCHUTZ VOR VERSCHMUTZUNGEN

Während der Bauzeit muss der Belag vor Schmutz geschützt werden. Auch später während der Nutzung können Verunreinigungen vermieden oder leicht entfernt werden, wenn die Belagsoberfläche über einen entsprechenden Oberflächenschutz verfügt (Seite 25 und 26).

3.6 Verschiebeschutz VERSCHI

485/50 oder Ankerschiene

Als zusätzliche Verschiebesicherungen zu dem Verzahnungssystem der SCADA-Großformate sichert der VERSCHI 485/50 oder die Ankerschiene besonders stark belastete Bereiche. Dazu gehören Wendepunkte, Stoppstrecken mit Haltepunkten und Gefällestrecken. Der Erdanker lässt sich einfach in das Bettungsmaterial einschlagen.

Bei Großformaten mit angeformtem Verzahnungssystem wird der VERSCHI 485/50 neben den Verzahnungsnoppen oder dazwischen in die Bettung eingeschlagen. Die nachfolgende Platte liegt mit dem gesamten Eigengewicht auf dem Erdanker und fixiert ihn, bis die Fugen anschließend vollständig gefüllt werden.



Abb. 87: Montage des Verschiebeschutzes/Abstimmung der Position zum Verzahnungssystem

Unser Bild 87 demonstriert den Einsatz des Verschiebeschutzes in der Praxis. Der Erdanker befindet sich teilweise in den Fugen und auf der Bettung und dringt durch die Bettung in die Tragschicht.



Abb. 89: Einbau der Ankerschiene



Abb. 88: Der Verschi 485/50 wird eingeschlagen.

Das Bild 89 zeigt den Einbau der Ankerschiene. Diese wird werkseitig auf der Steinunterseite in einen Schlitz eingesetzt. Die gesondert angelieferten Steine werden im Zuge der Pflasterarbeiten mit verlegt oder später im Austausch eingesetzt.

3.7 Oberflächenentwässerung

3.7.1 VERLEGUNG BEI GEFÄLLE/SCHWELPUNKTE AUSBILDEN

Bei großen Verkehrsflächen ist ein Gefälle von ca. 2 % einzuhalten.

3.7.2 ENTWÄSSERUNGSEINRICHTUNGEN

Rinnen müssen das Oberflächenwasser aufnehmen und zu einem Ablaufpunkt führen. Bei Platzsituationen können Rinnen auch innerhalb der Verkehrsfläche eingebaut werden. In jedem Fall muss die Rinne die gleichen Kräfte aufnehmen können wie der gesamte Flächenbelag.

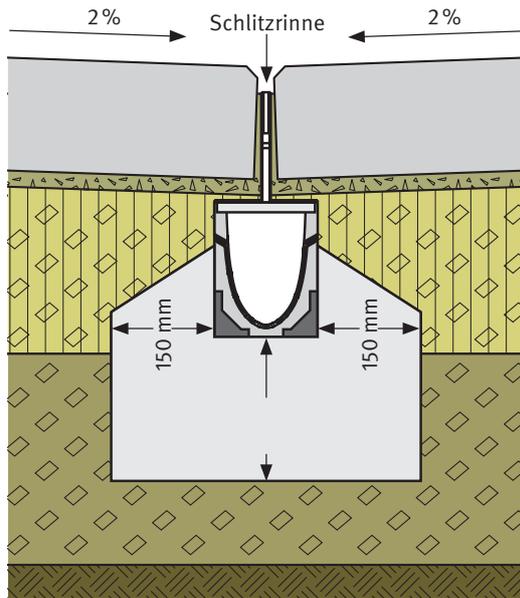


Abb. 90: Einbauschema einer Schlitzrinne

Abb. 90 zeigt die Ausführung einer Schlitzrinne mit Beton-sockel mit der Position in den Tragschichten. Dabei ist die Einbindetiefe der Rinne der Dicke der Großformate anzupassen. Darüber hinaus sind Bewegungsfugen für die Aufnahme thermischer Spannungen anzuordnen.

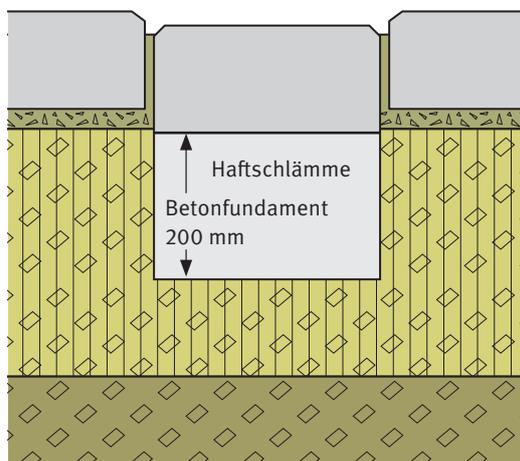


Abb. 91: Einbauschema einer Wasserleitrinne mit angefasten Seitensteinen

Abb. 92: Schlitzrinne, bei der die Einbindetiefe der Plattendicke angepasst wurde. Die Oberkante Belag sollte 5 bis 10 mm höher stehen als die Entwässerungseinrichtung. Dabei muss das Fugenmaterial zwischen Rinne und Großformat sorgfältig eingebracht werden. Die Revisionschächte werden nach den Fließstrecken gesetzt.



Abb. 92: Einbindung einer Schlitzrinne in den Plattenbelag



Abb. 93: fertiggestellte Wasserleitrinne

3.8 Fugenausbildung

3.8.1 FUGEN HERSTELLEN

Mit dem Befüllen der Fugen können die Fugeneisen entfernt werden. Das Fugenmaterial hat der vorgegebenen Sieblinie zu entsprechen, damit es nicht in die Bettung einrieselt. Es muss zudem trocken eingebracht werden, sonst verklebt das Material in der Fuge. Eine vollständige Befüllung wäre somit nicht mehr möglich.



Abb. 94: Füllen der Fugen mit trockenem, den vorgeschriebenen Sieblinien entsprechendem Material

Abschnitte mit zu eng verlegten Großformaten können im Nachhinein bestenfalls nur mit großem Zeit- und Kostenaufwand korrigiert werden. Kann das Fugenmaterial nicht vollständig eingebracht werden, sind Verschiebungen der Großformate mit Materialschäden und unsauberem Fugenverlauf vorprogrammiert. Für einen derartigen Belag darf keine Abnahme erfolgen.



Abb. 96: Auch bei Verzahnungssystemen gilt: Pressverlegung unbedingt vermeiden!

Bei der Lagerung des Fugenmaterials auf der Baustelle besteht permanent die Gefahr einer Durchfeuchtung. Wie in Abb. 95 dargestellt, wird das Fugenmaterial bei vorteilhaftem Wetter auf der zu befüllenden Flächen zum Trocknen ausgebreitet. Danach kann eine Befüllung sicher durchgeführt werden. Nicht oder unvollständig gefüllte Fugen sind nicht zulässig, da sie bereits nach kurzer Zeit unter Verkehrsbelastung zu Verschiebungen führen und damit zu Schäden. (SLG-Merkblatt M FG)



Abb. 95: Fugenmaterial auf der zu befüllenden Fläche zum Trocknen ausbreiten.

Gut gefüllte Fugen sichern die Aufnahme von horizontal wirkenden Kräften, die so gleichmäßig auf den Verband übertragen werden können. Eine weitere Voraussetzung ist geeignetes Fugenmaterial, das dem Bettungsmaterial entsprechen sollte. So wird die Filterstabilität sichergestellt und ein Abwandern des Fugenmaterials in die Bettung verhindert.



Abb. 97: Gleiches Material für die Bettung und Fugen sorgt für Filterstabilität.

In der Praxis werden Pflastersteine und Platten oft ohne ausreichende Fuge knirsch verlegt, die sogenannte Pressverlegung. Die vorgeschriebene Fugenbreite muss jedoch immer eingehalten werden, so auch bei unserem Großformatsystem SCADA mit fest angeformten Verzahnungsnoppen an den Flanken (Abb. 96). Eine Pressverlegung lässt sich durch den Einsatz von Fugeneisen vermeiden.

Nach dem Verlegen eines Abschnitts werden die Fugen mit filterstabilem Material fortlaufend verfüllt. Anschließend darf der frisch verlegte Belag mit der Hebeteknik zur Fertigstellung des nächsten Abschnitts befahren werden.

3.8.2 ABRÜTTELN

Nach dem Verlegen und vollständigen Verfüllen der Fugen müssen auch Großformate bis zur Standfestigkeit abgerüttelt werden. Hierzu stellt die Straßenbautechnik eine Vielzahl von Vibrationsrüttlern. Das richtige Gewicht ist nach der Dicke des Großformats zu wählen. In der Praxis bewährt haben sich Vibrationsrüttler mit Gewichten zwischen 300 und 400 Kilogramm.

Großformate lassen sich nicht mehr merklich in die Bettung eintreiben. Die Vibration bewirkt im Wesentlichen, dass das Fugenmaterial nach unten bis zur Bettung fällt. Gute Erfahrungen gibt es mit Walzenrüttlern, mit denen Verschiebungen während des Abrüttelns weitestgehend vermieden werden. Der Walzenaufsatz wird als Zusatzteil angeboten. Bei anderer Rütteltechnik muss die Belagsoberfläche vor Beschädigungen geschützt werden, zum Beispiel durch eine Kunststoff- oder Gummischürze. Die entsprechende Rütteltechnik muss genauso auf der Baustelle vorhanden sein wie eine adäquate Saugtechnik.

3.8.3 FUGENSCHLUSS

Nach dem zweiten Abrütteln kann ein Fugenschlussmaterial eingesetzt werden. Geeignet ist ein Edelbrechsand nach TL Gestein-StB. Das Material kann indes Verfärbungen hervorrufen, was vor dem großflächigen Einsatz geprüft werden sollte. Unter Zugabe von Wasser werden nun die letzten 5 bis 10 mm der Fuge zugeschlämmt.

3.8.4 VERKEHRSFREIGABE

Der fertig verfügte Belag sollte einige Tage abtrocknen. Dann ist das überschüssige Fugenmaterial zu entfernen, jedoch ohne Saugtechnik. Anschließend kann die Verkehrsfläche zur Nutzung freigegeben werden. Den Zustand der Fugen sollte man in den ersten Monaten beobachten, sie müssen ggf. nachgefüllt werden. Im ersten Jahr darf keine intensive Reinigung des Belags mit hochsaugender Kehrtechnik vorgenommen werden.



Abb. 98: Abrütteln der Großformate mit Gummimatte zum Schutz der Belagsoberfläche

3.9 Anschlüsse

3.9.1 RANDANSCHLÜSSE

Für den Abschluss von Kreissegmenten bieten sich mehrere Möglichkeiten: Entweder werden die entstehenden Keile ausgepflastert oder die Großformate zugeschnitten, die in der Regel elegantere Alternative. Die Zuschnitte dürfen jedoch nicht zu klein ausfallen. Werden derartige Details bereits in der Planung und Ausschreibung berücksichtigt, können aus entsprechend großen Formaten exakte Zuschnitte für die erforderlichen Passstücke angefertigt werden.



Abb. 99: radialer Randanschluss

Als Exklusivleistung stellen wir zudem werkseitig Passstücke als Sonderanfertigungen her (Abb. 99). Dabei ist im Vorfeld zu bemustern, ob Unterschiede in der Oberflächenbeschaffenheit zwischen den maschinell produzierten Großformaten und den individuell gefertigten Passstücken bestehen. Der Einsatz von Sonderanfertigungen sollte bereits Bestandteil der Planung und Ausschreibung sein.



Abb. 100: Randanschluss durch Sonderbauteile mit Scheinfuge

Bei Anschlüssen an Schrägen gelten die gleichen Ausführungen wie bei radialen Anschlüssen. Auch in diesem Fall ist bei dem Zuschnitt darauf zu achten, dass das Passstück nicht zu klein wird. So sollte für den Zuschnitt wieder ein entsprechend größeres Format verwendet werden.



Abb. 101: Ausführung mit dem Schneiden von Passstücken

Für lange Schnitte, Schneidarbeiten für Schachtsysteme, Gehrungsschnitte, Rinnen usw. empfehlen wir Spezialfirmen mit geeigneter Betonschneidetechnik. Unsere Abb. 102 illustriert, dass trotz des großen Sägeblatts mehrere Schnitttiefen notwendig sind, um die Platte vollständig zu trennen. Da die Schneidetechnik auf einer Führungsschiene bewegt wird, können die Schnitte problemlos in mehreren Abschnitten wiederholt werden.



Abb. 102: Für den Zuschnitt der Großformate empfehlen wir Spezialfirmen.

3.9.2 EINBAUTEN

Kreisausschnitte stellen immer eine besondere Herausforderung für die Anbindung mit Großformaten dar. Die gestrichelte rote Linie in Abb. 103 verdeutlicht, in welchem Bereich die Stabilität der Platten stark geschwächt ist. Wird diese Stelle von Schwerlastverkehr überfahren, sind Beschädigungen möglich. Wir empfehlen die Platten zu trennen und eine Fuge auszubilden. Dann besteht hier keine Bruchgefahr.

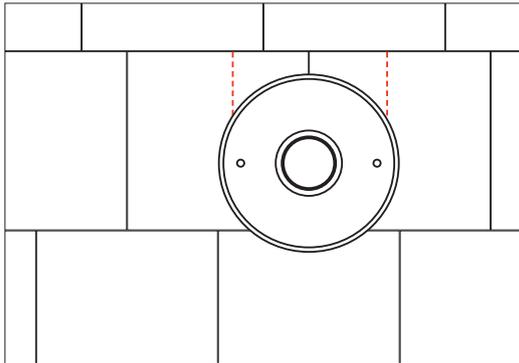


Abb. 103: Schwachstellen mit Bruchgefahr

Eine weitere Möglichkeit ist die werkseitige Herstellung eines Passstücks als Sonderbauteil. Zunächst werden auf der Baustelle die Abmessungen ermittelt. Produktions- und Lieferzeiten dieser Sonderanfertigungen sind im Bauzeitenplan zu berücksichtigen. Leichte Unterschiede in der Oberflächenbeschaffenheit zwischen maschinell gefertigten Großformaten und handgefertigten Sonderbauteilen sind produktionsbedingt nicht ausgeschlossen. Kleinere Elemente können durch Bohrung mit dem Kronenbohrer exakt gesetzt und eingepasst werden (Abb. 106).



Abb. 106: Einfassung durch Bohrung

Handwerklich saubere Anschlüsse lassen sich auch mit einer Schablone herstellen (Abb. 104).

Bei runden Anschlusspunkten kann alternativ zu Zuschneiden oder Umpflasterungen (Abb. 107) auch eine Manschette gewählt werden.



Abb. 104: Ermittlung der Passtücke mit einer Schablone



Abb. 107: Einfassung durch Umpflasterung

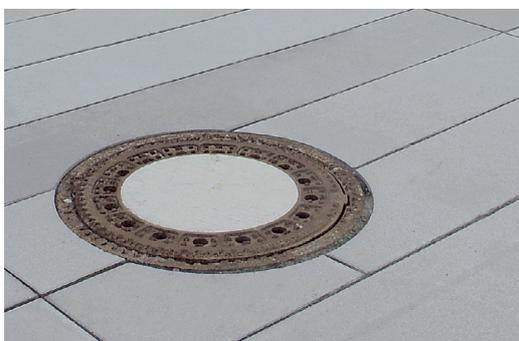


Abb. 105: fertiggestellter Schachtanschluss

Einfacher gestaltet sich die Einbindung von quadratischen oder rechteckigen Bauteilen. Dennoch ist auch hier eine gute handwerkliche Ausführung sofort erkennbar. Der Ablauf muss hierbei immer den Tiefpunkt der Verkehrsfläche bilden.

3.9.3 LEUCHTEN INTEGRIEREN

Neben dem Sicherheitsaspekt spricht vor allem die Aufwertung der Gestaltungsqualität für den Einsatz von Leuchten. Die modernen Elektroinstallationen von heute und veredelte Beläge fügen sich perfekt zusammen – ein Blickfang für private wie öffentliche Räume. Drei Beispiele für gelungene Einbauten:



Abb. 108: SCADA, Duisburg



Abb. 109: MASSIMO, Frankfurt am Main



Abb. 110: SCADA, Freising

3.9.4 WASSERSPIELE INTEGRIEREN

Fontänenanlagen bilden in jedem Stadtraum eine bereichernde Attraktion. Das lebhaftes Spiel des nassen Elements fasziniert und beruhigt zugleich und lockt viele Menschen in seine Nähe. Die Technik, auch für große Anlagen, ist ausgereift und kann sehr gut in hochwertige Flächenbeläge integriert werden. Drei Beispiele mit unseren Großformatsystemen:



Abb. 111: SCADA, Wernau

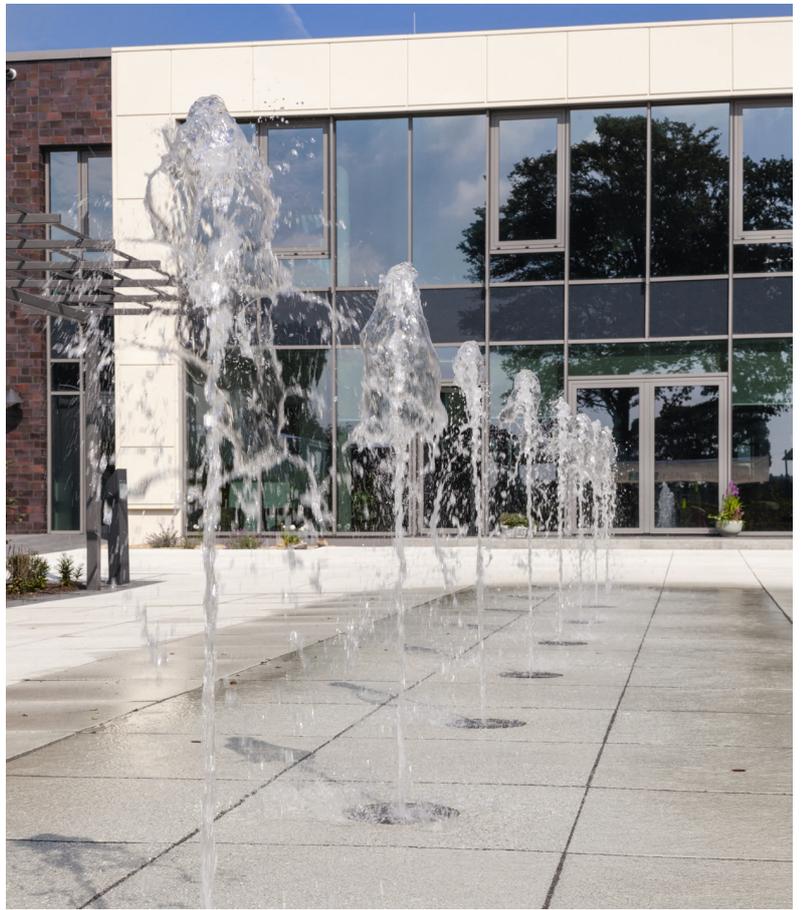


Abb. 112: MASSIMO, Aurich



Abb. 113: SCADA, Düsseldorf

4. Ausblick/Entwicklung

Großformate stellen eine hochwertige Alternative zu klassischen Pflastersteinen dar und übernehmen bei der Gestaltung von Verkehrsflächen und Freiräumen eine immer bedeutendere Rolle. Gleichzeitig steigt der Wunsch nach größeren Formaten sowie individuellen Geometrien und speziellen Verlegemustern. Dabei müssen die Anforderungen an funktionell dauerhafte Befestigungen aufgrund höherer Belastungen durch Achs- bzw. Radlasten rechtzeitig berücksichtigt werden. Da die Bauweise mit großformatigen Pflastersteinen und Platten nach wie vor eine Sonderbauweise ist, liegt in der Bewältigung dieser spezifischen Planungsaspekte ein Schlüssel für die erfolgreiche Umsetzung anspruchsvoller Projekte. Den damit verbundenen technischen Herausforderungen stellen wir uns auch zukünftig.

Darüber hinaus realisieren wir heute schon mit modernsten Fertigungsanlagen Formate in den Abmessungen 1200 x 1200 mm. In Zusammenarbeit mit Planern und Gestaltern verwirklichen wir einzigartige Formen und Geometrien, wie zum Beispiel Parallelogramm-Platten mit einer Diagonale von 1830 mm (Automobilmuseum Stuttgart). Unsere Technikkompetenz und Innovationskraft eröffnen Ihnen neue Perspektiven.

GODELMANN – Ihr kompetenter Partner für die Realisierung anspruchsvoller Bauaufgaben



Abb. 114: SCADA, München





Abb. 115: SCADA, Bottrop



Abb. 116: SCADA und MANUFAKTUR, München



Abb. 117: SCADA, München



Abb. 118: MASSIMO, Regensburg

Anhang

Erläuterung Begriffe

ANHANG 1: BEGRIFFE, DEFINITIONEN ALPHABETISCH

Belastungsklassen	Gem. RStO 12: Fahrbahnen und sonstige Verkehrsflächen, ausgenommen Rad- und Gehwege werden entsprechend der Beanspruchung aus Verkehr den Belastungsklassen Bk 0,3 bis Bk 100 zugeordnet.
Bettung	Sie ist in gleichmäßiger Dicke herzustellen. Die Ausführung hat höhen- und profilgerecht zu erfolgen. Sie muss gem. ZTV Pflaster-StB ausgeführt werden. Es ist Hartgestein-Edelsplitt mit den Körnungen 0–4 mm, 0–5 mm, 0–8 mm (oder 0–11 mm) zu verwenden. Das Bettungsmaterial muss gegenüber der Tragschicht filterstabil sein.
Bruchlast	Die Bruchlast beschreibt die statische Belastbarkeit einer Platte. Sie gibt die Kraft an, die unter bestimmten Prüfbedingungen bei einer Platte zum Bruch führt. Diese ist neben der Biegezugfestigkeit ein weiteres Maß für die mechanische Festigkeit der Platte aus Beton. Die Bruchlast wird gem. DIN EN 1339 für Platten aus Beton nach genau beschriebenen Verfahren ermittelt
Bruchlastklasse	Gem. DIN EN 1339 werden Platten aus Beton in 7 Bruchlastklassen eingeordnet.
Fase	Umlaufende Ausbildung des oberen Stein- bzw. Plattenrandes, um Kantenschäden zu vermeiden. Die Fase kann rund oder eben mit unterschiedlicher Neigung ausgebildet werden.
F1-Boden	nicht frostempfindlich, Bodengruppen nach DIN 18196 - grobkörnige Böden: GW (Kies, weitgestuft), GI (Kies, intermittierend gestuft), GE (Kies, eng gestuft), SW (Sand, weitgestuft), SI (Sand, intermittierend gestuft), SE (Sand, eng gestuft).
F2-Boden	gering bis mittel frostempfindlich, Bodengruppen nach DIN 18196 - gemischtkörnige Böden und Böden mit organischen Beimengungen: TA (Ton, ausgeprägt plastisch), OT (organisch, Ton), OH (organisch, Torf), OK (organisch, kalkige, kiesige Bindungen), ST (Sand, Ton), GT (Kies, Ton), SU (Sand, Schluff), GU (Kies, Schluff), (ST,GT, SU und GU können zu F1 gehörig bei einem Anteil an Korn < 0,063 mm von 5,0 M.-% bei U ≥ 15,0 oder 15,0 M.-% bei ≤ 6,0 Im Bereich 6,0 < U < 15,0 kann der für eine Zuordnung zu F1 zulässige Anteil an Korn < 0,063 mm nativo interpoliert werden) (SLG 2006).
F3-Boden	sehr frostempfindlich, Bodengruppen nach DIN 18196 - feinkörnige und gemischtkörnige Böden: TL (Ton, leicht plastisch), TM (Ton, mittel plastisch), UL (Schluff, leicht plastisch), UM (Schluff, mittel plastisch), UA (Schluff, ausgeprägt plastisch), OU (organisch, Schluff), ST* (Sand, Ton), GT* (Kies, Ton), SU* (Sand, Schluff), GU* (Kies, Schluff), (*siehe auch F2-Böden, SLG 2006).
Frostschuttschicht	Die Frostschuttschicht ist die unterste ungebundene Tragschicht. Die Dicke der Frostschuttschicht wird abhängig von den zu erwartenden Verkehrsbelastungen, der Frostepfindlichkeit des Unterbaus / Untergrundes, den örtlichen Verhältnissen und den Frosteinwirkungszonen bestimmt. Die Dicke der Frostschuttschicht richtet sich hier nach den Maßgaben der RStO. Frostschuttschichten werden auch in der ZTV SoB - StB 04 erfasst.
Großformatige Pflastersteine aus Beton	Gemäß Merkblatt für die Planung und Ausführung von Verkehrsflächen mit großformatigen Pflastersteinen und Platten aus Beton ist dies ein Pflasterstein mit einem Verhältnis Nennlänge/Nennstärke ≤ 4, einem Verhältnis Nennbreite/Nennlänge ≥ 0,5, dessen Nennlänge 320 mm überschreitet, aber 800 mm nicht überschreitet. Bei einem nicht rechteckigen Pflasterstein gilt als Länge die Länge des umschreibenden Rechtecks mit kleinstem Flächeninhalt. Gleiches gilt sinngemäß für die Nennbreite.

Großformatige Platten aus Beton	Gemäß Merkblatt für die Planung und Ausführung von Verkehrsflächen mit großformatigen Pflastersteinen und Platten aus Beton ist dies eine Platte mit einem Verhältnis Nennlänge/Nennstärke > 4 , einem Verhältnis Nennbreite/Nennlänge $\geq 0,4$, dessen Nennlänge 600 mm überschreitet, aber 1250 mm nicht überschreitet. Bei einer nicht rechteckigen Platte gilt als Länge die Länge des umschreibenden Rechtecks mit kleinstem Flächeninhalt. Gleiches gilt sinngemäß für die Nennbreite.
Istmaß	Gemäß DIN EN 1338 und DIN EN 1339 ist das Istmaß das am Pflasterstein bzw. an der Platte gemessene Maß.
Nennmaß	Gemäß DIN EN 1338 und DIN EN 1339 ist das Nennmaß für die Herstellung eines Pflastersteins bzw. einer Platte ein vom Hersteller festgelegtes Maß, mit dem das Istmaß innerhalb festgelegter zulässiger Abweichungen übereinstimmen sollte. Nennmaße sind geringer als die in den Unterlagen der Hersteller von Betonpflaster-systemen angegebenen Rastermaße.
Oberbau	Der Oberbau wird durch alle notwendigen Schichten bestimmt, die für die Tragfähigkeit der Verkehrsfläche notwendig sind. Die RStO regeln die Mindestdicken der einzelnen Schichten des Oberbaus. Beim Bau mit Großformaten werden höhere Anforderungen an die Steifigkeit von Tragschichten gestellt, dies kann zu größeren Oberbaudicken führen als in den RStO gefordert.
Pflastersteine aus Beton	Gemäß DIN EN 1338 ist ein Pflasterstein aus Beton ein vorgefertigtes Erzeugnis aus Beton, das als Belagsmaterial für Oberflächen verwendet wird und folgende Bedingungen erfüllt:
	<ul style="list-style-type: none"> · In einem Abstand von 50 mm von jeder Kante weist kein Querschnitt ein horizontales Maß von weniger als 50 mm auf. · Seine Gesamtlänge dividiert durch seine Dicke ist kleiner oder gleich vier.
Planum	Gem. Zement-Merkblatt ist das Planum die profil- und höhengerecht hergestellte Oberfläche über dem Untergrund/Unterbau. In den RStO wird auf dem Planum ein Verformungsmodul $EV_2 = 45 \text{ MPa}$ vorausgesetzt.
Platten aus Beton	Gemäß DIN EN 1339 ist eine Platte aus Beton ein vorgefertigtes Erzeugnis aus Beton, das als Belagsmaterial für Oberflächen verwendet wird und folgende Bedingungen erfüllt:
	<ul style="list-style-type: none"> · Ihre Gesamtlänge überschreitet 1 m nicht. · Ihre Gesamtlänge dividiert durch ihre Dicke ist größer als vier.
Rastermaß	Der überwiegende Teil industriell hergestellter Pflastersteine und Platten aus Beton basiert auf einem Raster. Das Raster eines Pflasterstein- bzw. Plattensystems beinhaltet immer Stein und Fuge.
Standfestigkeit	Die Standfestigkeit wird als Widerstand gegen verbleibende Verformung definiert und ist in den Tragschichten ohne Bindemittel über die Reibung in den Kornkontaktpunkten/Kornkontaktflächen und den Verdichtungsgrad beeinflussbar. Die Anwendung gebrochener Gesteinskörnungen ist deshalb insbesondere bei Verkehrsbelastungen entsprechend Belastungsklasse Bk 1,0 bis Bk 3,2 zu empfehlen.
Tragfähigkeit	Tragfähigkeit wird als mechanischer Widerstand gegen kurzzeitige Verformungen definiert und ist beeinflussbar
	<ul style="list-style-type: none"> · in der Befestigung über die Schichtdicken, · in den Tragschichten ohne Bindemittel über die Anzahl an Kornkontakten.
	Je höher die Anzahl der Kornkontakte ist, desto besser die Tragwirkung der Schicht. Die Einhaltung der Sieblinienbereiche gemäß ZTV SoB-StB ist hierfür notwendig.
Tragschicht	Tragschichten sind Bestandteil des Oberbaus und gemäß ZTV SoB-StB zu erstellen. Die RStO bestimmen die Mindestdicken der Tragschichten. Beim Bau mit Großformaten werden höhere Anforderungen an die Steifigkeit von Tragschichten gestellt. Zudem müssen Tragschichten ausreichend wasserdurchlässig sein. Sie sollten daher in der Regel immer aus Schotter, Splitt, Sand und/oder Kies (Tragschicht ohne Bindemittel) hergestellt sein (SLG-Merkblatt).

Unterbau	<p>Geschüttete Schicht, die zum Ausgleich der Höhenlage dient. Sie ist nur notwendig,</p> <ul style="list-style-type: none">· wenn die Höhe des Untergrundes nicht ausreicht, die Endlage zu erreichen oder· beim Austausch ungeeigneter Böden. <p>Anforderungen an den Untergrund und an den Unterbau sind in der ZTV-E-StB enthalten.</p>
Untergrund	<p>Anstehender gewachsener Boden. Anforderungen an den Untergrund und an den Unterbau sind in der ZTV-E-StB enthalten.</p>
Verformungsmodul EV2	<p>Die Steifigkeit auf den einzelnen Schichten wird durch das Verformungsmodul EV2 definiert. So setzen die RStO auf dem Planum ein Verformungsmodul von mindestens $EV2 = 45 \text{ MPa}$ voraus. Auf der oberen Tragschicht wird mindestens $EV2 = 120 \text{ MPa}$ gefordert (je nach Tragschichtenaufbau und Belastungsklasse auch $EV2 = 180 \text{ MPa}$). Beim Bau mit Großformaten wird gemäß SLG-Merkblatt ein Verformungsmodul auf der oberen Tragschicht $EV2 = 180 \text{ MPa}$ gefordert!</p>



Abb. 118: SCADA, mit gestrahlter Intarsie, Heroldsberg

Anhang 2

Checkliste Planung

Anhand der nachfolgenden Checkliste können die Aufgaben und Anforderungen der jeweiligen Baumaßnahme systematisch erarbeitet und abgeglichen werden. Die Liste stellt eine allgemeine Planungshilfe dar und erhebt nicht den Anspruch auf Vollständigkeit. Sie kann ggf. um weitere Punkte ergänzt werden.

AUFNAHME DER VORHANDENEN SITUATION:

- Straßenraum-Begrenzungen, Gebäudeanordnungen, Grünelemente etc.
- Umfeld- und Freiraumnutzung, besondere Nutzungsansprüche (z.B. Wochenmärkte, Festveranstaltungen etc.)
- Höhen-, Gefälle- und Entwässerungssituation, Ver- und Entsorgungsleitungen etc.
- Flächen für Versorgungs-, Straßenunterhaltungs- und Notdienstfahrzeuge
- Verkehrsflächen: Straßen, Fußwege, Radwege, Plätze, Parkplätze etc.
- Unterirdische Bauwerke (Tiefgaragen, Kellerbereiche, Unterführungen etc.)
- Städtebauliche Aspekte: Sichtachsen, Grünachsen etc.)

RECHTLICHE KLÄRUNG:

- Bauleitplanung
- Örtliches Baurecht
- Genehmigungsverfahren
- Auflagen

KLÄRUNG DER ÖRTLICHEN EINFLUSSFAKTOREN:

- Baugrund/Bodenverhältnisse
- Grundwasserverhältnisse
- Unterirdische Infrastruktur (Kabel, Gas-/Wasserleitungen, Kanäle, Fernwärme etc.)

ERMITTLUNG DER ANFORDERUNGEN AN DIE PLANUNG:

- Topographie
- Geplante Straßenraum-Begrenzungen, Gebäudeanordnungen, Grünelemente etc.
- Geplante Umfeld- und Freiraumnutzung, besondere Nutzungsansprüche (z.B. Wochenmärkte, Festveranstaltungen etc.)
- Geplante Höhen-, Gefälle- und Entwässerungssituation, Ver- und Entsorgungsleitungen etc.
- Geplante Flächen für Versorgungs-, Straßenunterhaltungs- und Notdienstfahrzeuge: Achslasten der Fahrzeuge: _____
- Geplante Verkehrsflächen: Straßen, Fußwege, Radwege, Plätze, Parkplätze etc.
 Art/Größe/Form der geplanten Verkehrsfläche? _____
 Ermittlung der zu erwartenden Verkehrsbelastung _____
 Art der Fahrzeuge: LKW, Busse etc./bei Bussen z.B. welche Häufigkeit? _____
 Sind Anlieferungsbereiche geplant? _____
 Gibt es Bereiche mit Anfahr- und Bremsvorgängen? _____
 Sind Wendepunkte für Schwerlastfahrzeuge geplant? _____
 Sind Gefällestrecken für Schwerlastfahrzeuge geplant? _____
- Geplante oder vorhandene unterirdische Bauwerke (z.B. Tiefgaragen, Kellerbereiche, Unterführungen etc.)
- Zur Verfügung stehende Aufbauhöhen? Welche Belastungen sind auf diesen Flächen geplant? _____
- Entwässerungsmöglichkeiten _____
- Geplante städtebauliche Aspekte (Sichtachsen, Grünachsen etc.) _____

FESTLEGUNGEN IM RAHMEN DER PLANUNG:

- Bauweise (ungebundene Bauweise = Regelbauweise)
- Belastungsklasse gemäß RStO 12:
- Art der verschiedenen Verkehrsflächenbereiche (z. B. Straße, Radweg, Gehweg, Platzfläche, Anlieferungsbe-
reiche etc.) mit den jeweiligen Belastungen
- Verlegeverband für die verschiedenen Bereiche (verkehrsbelastet, verkehrsunbelastet etc.)
- Entwässerungssystem (Art, Gefälle, Höhen, Entwässerungseinrichtungen etc.)
- Ver- und Entsorgungsleitungen (Neue Leitungen, Ergänzungen, Einbeziehung vorhandener Leitungen)
- Weitere Anforderungen: Barrierefreiheit, besondere Anforderungen an die Strapazierfähigkeit (Verschmut-
zungen, mechanische Beanspruchungen, etc.)
- Material- und Formatwahl für den Belag (auch Oberfläche: Rutschfestigkeit etc.)
- Einbauten
- Fertigteile, Sonderbauteile (z.B. Stadt-Möbel: Bänke, Poller, Einfassungen, Baumquartiere etc.)

DIMENSIONIERUNG:

- Oberbau
- Belag
- Entwässerungseinrichtungen

TERMINPLANUNG:

- Ausführungszeitpunkt, Bauzeitenplan, Baustelleneinweisung
- Vorlaufzeiten, Materialbestellung
- Terminkoordinationen, regelmäßige Baustellentermine

SONSTIGE ANMERKUNGEN:

Formblatt zur Dickenbestimmung der Großformate

KONTAKTDATEN:

Büro

Ansprechpartner

Telefon

Fax

E-Mail

BAUVORHABEN:

Straße

Ort

Zirka-Größe der zu verlegenden Fläche in m²

Zeitpunkt der Ausführung

Sonstige Hinweise

FORMATAUSWAHL:
 x mm, x mm, x mm, x mm, x mm, x mm
MATERIAL:

SCADA oder MASSIMO

Bitte tragen Sie bei der Formatauswahl oben jeweils entsprechend ein "S" für SCADA und ein "M" für MASSIMO in das „Format-Symbol“ ein.

ZU ERWARTENDE VERKEHRSELASTUNGEN:

- ruhender Verkehr (Definition: siehe Seite 16)
- schwacher Verkehr (Definition: siehe Seite 16)
- mittlerer Verkehr (Definition: siehe Seite 16)
- starker Verkehr (Definition: siehe Seite 16)

BESONDERHEITEN DER VERKEHRSLÄCHE:

- Beanspruchung durch Schwerlastverkehr
- spurfahrender Verkehr und enge Kurvenfahrten
- langsam fahrender Verkehr
- häufige Brems- und Beschleunigungsvorgänge
- Kreuzungs- und Einmündungsbereiche
- stehender oder „stop-and-go“ Verkehr
- Verkehr auf Steigungsstrecken
- Nutzungsänderung unter Umständen nach _____ Jahren

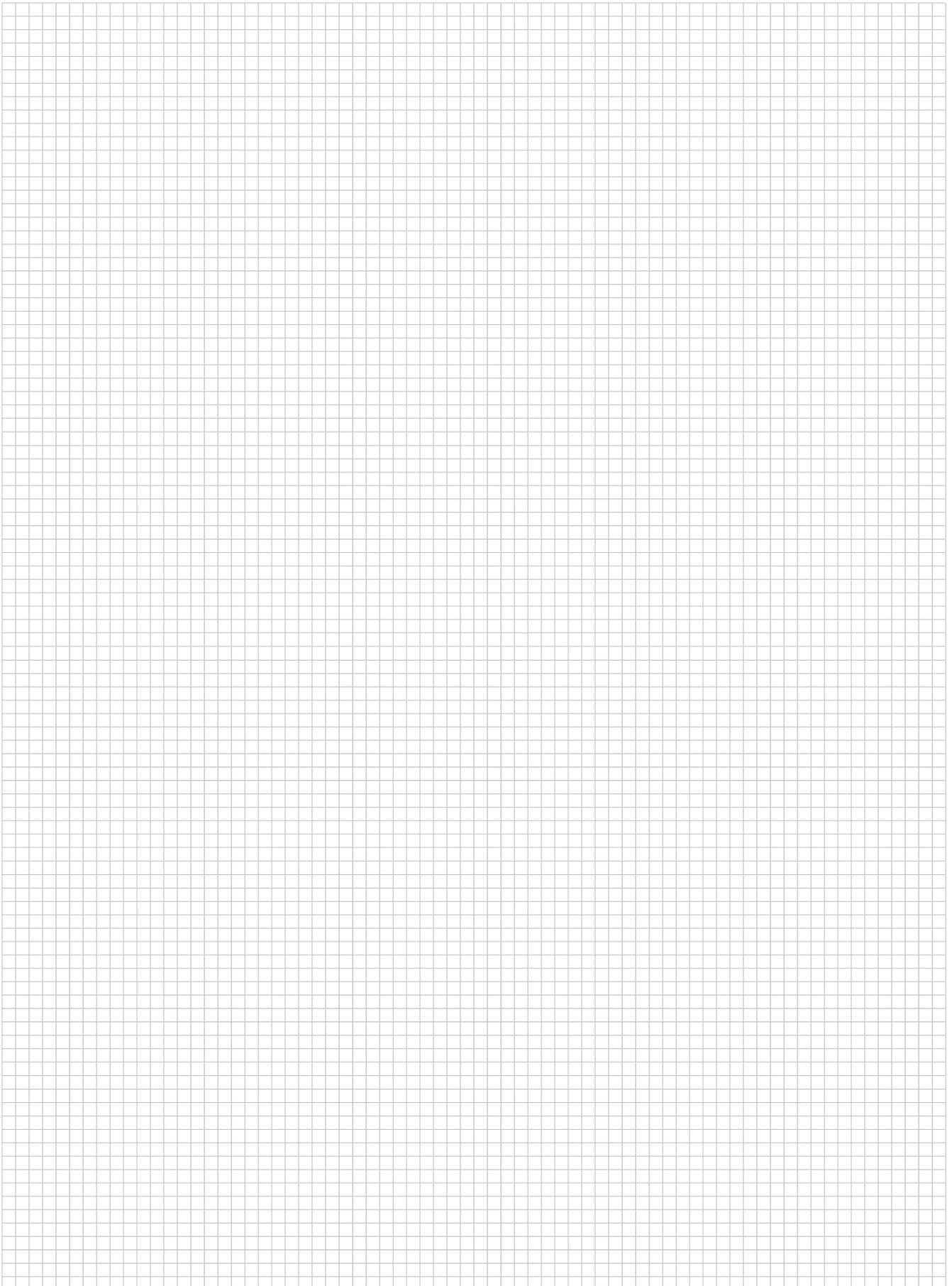
WEITERE ANMERKUNGEN:

Ort, Datum _____ Unterschrift _____

Formblatt zur Dickenbestimmung der Großformate

VERBÄNDE:

Bitte wenn möglich einen Verband skizzieren oder einen Plan beifügen.



Skizze (ggfl. Zeichnung als Anlage)

Anhang 3:

Muster-Ausschreibungstext zu SCADA mit DUROSAVE und zus. Verschiebesicherung

	Einzelpreis in EUR	Gesamtpreis in EUR
Erdarbeiten für Pflasterarbeiten		
Erdboden der Klasse _____ (gem. DIN 18300) in einer Schichtdicke von _____ ausheben. Untergrund (Planum) mit einer Genauigkeit von ± 30 mm (ZTVE-StB 94) herstellen. Standfestigkeit bei Einbau der Tragschichten $E_{v2} > 45$ MPa. Bei nicht ausreichender Tragfähigkeit nachverdichten.		
_____ m ³	_____,___ EUR	_____,___ EUR

Frostschutz- und Tragschichten

Frostschutz- und Tragschichten (ungebunden) liefern und fachgerecht einbauen. Dicke in verdichtetem Zustand:

- Frostschuttschicht _____ cm, Körnung 0/56 oder 0/45
- Tragschicht _____ cm, Körnung 0/45 oder 0/32

Die verwendeten Gesteinskörnungen müssen der TL Gestein-StB 04 entsprechen. Einbau der Frostschutz- und Tragschichten nach ZTV-SoB-StB 04 sowie Merkblatt zum Einbau ungebundener Tragschichten. Aufbau gem. RStO 12, Tafel 3, Belastungsklasse Bk 1,0 bis Bk 3,2, Zeile _____ Verformungsmodul der Unterlage (OK Tragschicht) $E_{v2} \geq 180$ MPa. Profilgerechte Lage, Höhe ± 20 mm von Sollhöhe, Ebenflächigkeit TM 20 mm innerhalb 4 m Messstrecke.

_____ m² _____,___ EUR _____,___ EUR

Pflasterdecke

Profilgerechte Lage: Oberfläche Pflasterdecke ± 20 mm von Sollhöhe

Ebenheit: bei 4 m Messstrecke ≤ 10 mm

Querneigung: ≥ 2 %

Verlegemuster: Gemäß Zeichnung Nr. (....)

Beachten Sie die Einbauhinweise des Herstellers.

Bettung gemäß TL Gestein-STB 04

Es ist gebrochenes Material in Bettung und Fuge einzubauen.

Material: Hartgestein-Edelsplitt

Lieferung/Ausführung: Gemäß TL Pflaster-STB 06 und ZTV Pflaster-STB 06

Dicke: 20–40 mm (im Mittel 30 mm) in verdichtetem Zustand für Großformate laut SLG-Merkblatt für die Planung und Ausführung von Verkehrsflächen mit großformatigen Pflastersteinen und Platten aus Beton, 2009

_____ m² _____,___ EUR _____,___ EUR

Pflastersteine aus Beton nach DIN EN 1338 – Ausgabe 8/2003 und Platten aus Beton DIN EN 1339 – Ausgabe 8/2003

(abweichend von der Norm werden zum Teil die Produkte nicht im Originalformat geprüft, sondern ein Teilbereich des Produktes der Prüfung unterzogen)

Erzeugnis:	SCADA
Format (Rastermaße):	Siehe aktuelle Produktinformationen von GODELMANN
Dicke:	Siehe aktuelle Produktinformationen von GODELMANN
Qualität:	z. B. Pflasterstein 240/240/120 mm nach DIN EN 1338 K D I z. B. Platte 600/400/120 mm nach DIN EN 1339 P K D U I 30

Qualitätssteigerung durch **hydrothermale Nachbehandlung** im Produktionsprozess.

Folgende Qualitätsanforderungen des Produktes sind bei Angebotsabgabe mit Prüfzeugnis des Herstellers durch den Bieter nachzuweisen:

- Witterungswiderstand:
Klasse 3
Kennzeichnung D
Masseverlust $\leq 1,0 \text{ KG/m}^2$
- Festigkeit/Spaltzugfestigkeit:
T char $\geq 3,6 \text{ MPa}$
Einzelwert $\geq 2,9 \text{ MPa}$
Bruchlast $\geq 250 \text{ N/mm}^2$
- erhöhte Biegezugfestigkeit:**
6,0 N/mm² für Großformate
- Abriebwiderstand:
Klasse 4
Kennzeichnung I $\leq 20 \text{ mm}$
- Gleit-/Rutschwiderstand:
ausreichend
- Diagonale:
Klasse 2
Kennzeichnung:
K max Differenz 3 mm

Einzelpreis in EUR

Gesamtpreis in EUR

	Einzelpreis in EUR	Gesamtpreis in EUR
Farbe:	Siehe aktuelle Produktinformationen von GODELMANN	
Oberflächen- bearbeitung:	Siehe aktuelle Produktinformationen von GODELMANN · fino (geschliffen) · ferro (edelstahlkugelgestrahlt) · finerro (geschliffen & edelstahlkugelgestrahlt) · tecto (gestockt) · nativo/linear (unbehandelt) · pur (thermoveredelte Oberfläche) · silco (gebürstet)	
Produktspezifische Merkmale:	· scharfkantig, ohne Fase für: fino und finerro · leicht gefast für: ferro · natürlicher Kantenbruch für: tecto · scharfkantige Eckausbildung Vollverbundsystem/stabilisierende Verzahnung durch Abstandhalter, versenkt 4 mm Standard, ab 160 mm Dicke auch 6 mm-Abstandhalter erhältlich Vorsatzbeton mit farbechten Natursteinkörnungen 0–8 mm und UV-beständigen Eisenoxidfarben Kernbeton mit hochfesten Zuschlagstoffen (Quarz, Granit, Hartkalkstein usw.) Exakte Elementdicken durch Kalibrieren (dadurch Reduktion der Toleranzmaße von $\pm 3,0$ mm auf $\pm 1,5$ mm)	

Prüfnachweise
rutschhemmende
Eigenschaften der
Oberflächen:

fino
(geschliffen)
USRV (DIN EN 1338): > 55,0 / (R10)

finerro
(geschliffen u. edelstahlkugel-gestrahlt)
USRV (DIN EN 1338): > 65,0 / (R13)

tecto
(gestockt)
USRV (DIN EN 1338): > 70,0 / (R13)

ferro
(edelstahlkugelgestrahlt)
USRV (DIN EN 1338): > 70,0 / (R13)

**Prüfzeugnisse sind mit Angebotsabgabe durch
Angebotnehmer einzureichen.**

_____ m² _____,____ EUR _____,____ EUR

Optionen:

Verschiebeschutz
VERSCHI 485/50
oder Ankerschiene

Der Erdanker VERSCHI 480/50 bzw. die Ankerschie-
nesichern als zusätzlicher Verschiebeschutz zum
SCADA Verzahnungssystem besonders stark belastete
Verkehrsbereiche. Dazu gehören Ein- und Ausfahrbe-
reiche, Wende- und Rangierbereiche, An- und Abfahr-
bereichesowie Gefällestrecken. (geschützte Systeme)

Der Erdanker VERSCHI 480/50, verzinkte und endlackierte Metallkonstruktion (rot), wird bei der Verlegung des einzubauenden Pflastermaterials, in einem separaten Arbeitsgang, mittels eines Gummihammer, schlüssig mit der Flanke in die Bettung eingetrieben. Dabei ragt die kurze Flanke, angelehnt an den verlegten Pflasterstein, aus der Bettung.

Dies bewirkt:

- automatisch den erforderlichen Fugenabstand
- durch das aufliegende gewicht der nächstenSteinreihe, eine zusätzliche Festigkeit des Gesamtsystems
- die verschiebesichere Lage der Steine bei auftretenden Schub- und Scherkräften

Die Ankerschiene, verzinkte und endlackierte Mtallkonstruktion (gelb), ist vormontiert mittels Schlitz auf der Steinunterseite des jeweiligenpflasterbelags. Die Großformate mit vormontierter Schubsicherung sollten mit Vakuumtechnik unter Verwendung von Fugeneisenhöhen- und fluchtgerecht, entsprechend der Planungsvorgaben, verlegt werden. Durch das Eigengewicht der Platten werden die auf der Unterseite befindlichen Anker durch die Bettung bis in die Tragschicht eingebracht. Das Großformat befindet sich auf seiner vorgegebenen lageposition un der Abrüttelvorgang manifestiert die Schlussposition.

Die Anzahl der einzuwetzens Erdanker VERSCHI 480/50 bzw. Ankerschiene hängt von den vorgegebenen Verkehrsbelastungen ab und muss bedarfsgerecht ausgewählt werden.

_____ St. _____,____ EUR _____,____ EUR

Einzelpreis in EUR

Gesamtpreis in EUR

Oberflächenschutz
DTE70

Dauerhafte werkseitige Hochleistungsbeschichtung im dreistufigen Veredelungsverfahren auf Basis von UV-aushärtenden Lacken auf Acrylatharzbasis.1)

Transparenter, UV-resistenter, mattierter DUROSAVE-Tiefenschutz als dauerhafte Versiegelung mit folgenden Produkteigenschaften:

- Deutlich reduzierte Schmutzaufnahme
- Geringer Reinigungsaufwand
- Reduzierte Schmutzanhaftung
- Hemmt den Befall mit Algen und Moos
- Dauerhaft farbveredelte, brillante und absolut dichte Oberfläche
- Trittsichere, hitze- und kälteunempfindliche Oberfläche
- Widerstandsfähig gegen hohen Verschleißangriff
- Frost- und tausalzbeständig
- Völlig frei von Kalkausblühungen, hohe Farbintensität
- Intensiviert die vorhandene Farbkraft

_____ m² _____, ___ EUR _____, ___ EUR

Oberflächenschutz
DTE100

Oberflächenschutz mit regenerativer, chemisch-physikalisch modifizierter Vorsatzschicht für eine schmutzabweisende und reinigungsfreundliche Oberfläche.1)

Dauerhafter, unsichtbarer Tiefenschutz mit folgenden Produkteigenschaften:

- Erhalt der natürlichen Betonwerksteinoptik
- Rutschfest gemäß DIN EN 1338, und DIN EN 1339
- Frost- und Tausalzbeständig

_____ m² _____, ___ EUR _____, ___ EUR

1) Vorsatzbeton mit hohem Verschmutzungswiderstand gegenüber lipiden und aquatischen Einflüssen durch Zugabe von hochwertigen modifizierten Silanen mit einem Wirkstoffanteil von über 98 %. Nachweis der Dauerhaftigkeit der Schutzwirkung durch Identifikation der verwendeten Substanzklasse anhand einzureichender spektrometrischer Analysedaten.

Einzelpreis in EUR

Gesamtpreis in EUR

Liefernachweis: GODELMANN GmbH & Co. KG
 Industriestraße 1
 92269 Fensterbach
 T +49 9438 9404-0
 F +49 9438 9404-70
 info@godelmann.de
 www.godelmann.de

Verfugung gemäß TL Gestein-StB 04

Es ist gebrochenes Material in Bettung und Fuge einzubauen.

Material: SCADA
 Empfehlung: ·0–3 mm
 ·Filterstabil

Lieferung/Ausführung: Gemäß TL Pflaster-StB 06 und
 ZTV Pflaster-StB 06

Fugenschluss: Edelbrechsand im oberen Bereich der Fuge
 einschlämmen.

_____ m² _____,____ EUR _____,____ EUR

Es wird empfohlen, eine Unterhaltung der Fugen mindestens in den ersten 6 Monaten auszuschreiben. Des Weiteren sollte im ersten Jahr keine maschinelle Reinigung der Flächen im Saugverfahren erfolgen.

Optionen:

Gebundener Fugenschluss: Alternativ zur oben genannten
 Position in kunstharzgebundener Ausführung.

_____ m² _____,____ EUR _____,____ EUR

Normen und technische Regeln

ATV DIN 18299	Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art
ATV DIN 18300	Erdarbeiten
ATV DIN 18315	Verkehrswegebauarbeiten, Oberbauschichten ohne Bindemittel
ATV DIN 18318	Verkehrswegebauarbeiten, Pflasterdecken und Plattenbeläge in ungebundener Ausführung, Einfassungen
DIN 483	Bordsteine aus Beton
DIN EN 1338	Pflastersteine aus Beton Ber 1:2006-11
DIN EN 1339	Platten aus Beton Ber 1:2006-11
DIN EN 1340	Bordsteine aus Beton Ber 1:2006-11
DIN EN 13242	Gesteinskörnungen für ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische für Ingenieur- und Straßenbau
DIN EN 13285	Ungebundene Gemische
RAS-Ew	Richtlinien für die Anlage von Straßen - Entwässerung (FGSV)
RStO 12	Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen, 2012 (FGSV)
TL G SoB-StB 2004	Teil/Güteüberwachung (FGSV)
TL Gestein-StB 04	Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau 2005-03 (FGSV)
TL Pflaster-StB 06/15	Technische Lieferbedingungen für Bauprodukte zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen 2006-07 (FGSV)
TL SoB-StB 04	Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im STB 2005-03 (FGSV)
ZTV A-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen (FGSV)
ZTV E-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (FGSV)
ZTV Ew-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Entwässerungseinrichtungen im Straßenbau (FGSV)
ZTV Pflaster-StB 06	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und für den Bau von Pflasterdecken und Pflasterbelägen 2006-06 (FGSV)
ZTV SoB-StB 04	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau 2005-06 (FGSV)
ZTV-Wegebau	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen für den Bau von Wegen und Plätzen außerhalb von Flächen des Straßenverkehrs (FLL)

Merkblätter/Richtlinien

FGSV	BGriff 2003: Merkblatt zur Bewertung der Straßengriffigkeit bei Nässe
FGSV	Merkblatt für die Verdichtung des Untergrundes und Unterbaues im Straßenbau 2003
FGSV	Merkblatt über Straßenbau auf wenig tragfähigem Untergrund 1988
FGSV	Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), Arbeitsausschuss „Stadtstraßen“ (Leiter: Dr. Ing. Baier, Aachen) 2006
FGSV	M FP 1: Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen ungebundener Ausführung sowie für Einfassungen, 2015
FGSV	M FG: Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Großformaten, 2013
SLG	Dauerhafte Verkehrsflächen mit Betonpflastersteinen, Betonverband Straße, Landschaft, Garten e.V. (SLG), Bonn in Zusammenarbeit mit der Beton Marketing Deutschland GmbH, Erkrath, 2014
SLG	Merkblatt für die Planung und Ausführung von Verkehrsflächen mit großformatigen Pflastersteinen und Platten aus Beton, Betonverband Straße, Landschaft, Garten e.V., Bonn, 2009

QUELLE

Gleitz, Roßberg, Wellner, 1995	Dynamische Belastungsversuche an Pflasterkonstruktionen, Forschungsbericht, Schriftenreihe des Lehrstuhls Straßenbau der Technischen Universität Dresden, Fachbereich Bauingenieurwesen (Heft 2).
Möller, Uni Prof.-Dr. Ing., 2003	Dokumentation zur Berechnung von großformatigen Pflasterelementen aus Beton für Flächenbefestigungen. TU Dresden, Fachbereich Bauingenieurwesen.

Kontakt Beraterteam

Unsere Beratungsstärke liegt insbesondere bei dem Bauen mit Großformaten unter Verkehrsbelastung. Wir unterstützen Sie bei der Auswahl geeigneter Systeme und Verbände, wir beantworten Ihre Detailfragen und erarbeiten für Sie Lösungen für unterschiedliche Lastsituationen. Nutzen Sie unsere Erfahrungen und modernen Rechenprogramme für dauerhaft funktionelle Verkehrsflächenbefestigungen.

IHRE ANSPRECHPARTNER

Andreas Voigt

Dipl.-Ing. Architekt
T +49 30 263990-0
M +49 151 15058031
andreas.voigt@godelmann.de

**Michael Kösling**

Dipl.-Ing. Landschaftsarchitekt
T +49 7021 73780-31
M +49 151 15058022
michael.koesling@godelmann.de

**Andreas Dück**

Key Account Manager
M +49 151 15058030
andreas.dueck@godelmann.de

**Michael Borovnik**

Key Account Manager
M +49 151 15058059
michael.borovnik@godelmann.de

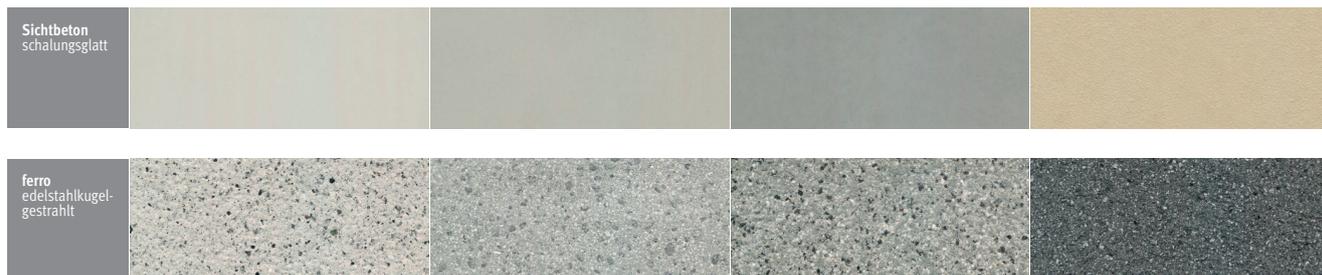
**Bernd Kiffmeyer**

Dipl.-Ing. Stadtplaner
M +49 151 150580
bernd.kiffmeyer@godelmann.de



MASSIMO Farbspektrum

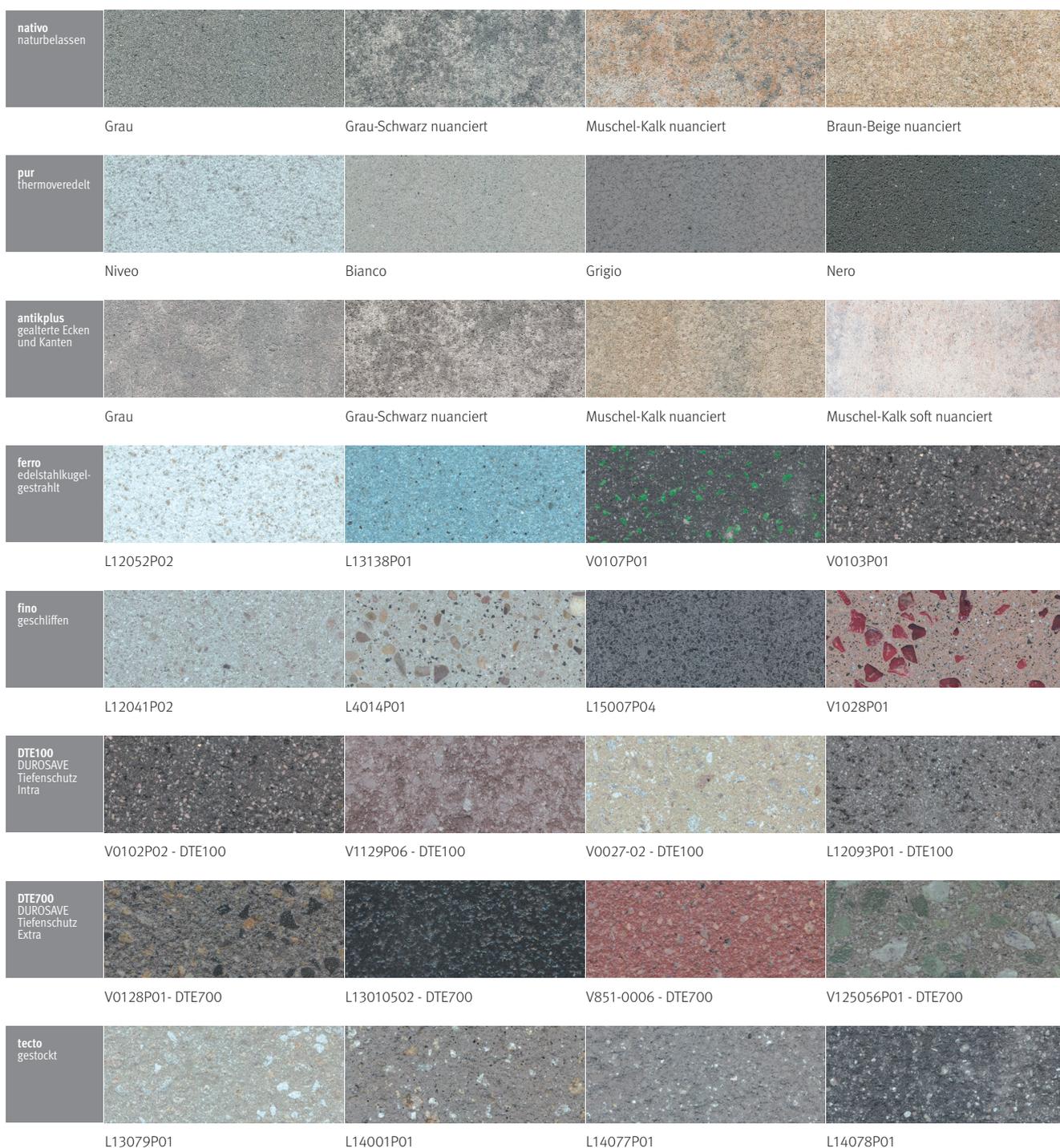
Oberflächen und Farbtöne nach individuellem Kundenwunsch



Weitere Oberflächen und Farbtöne für Großprojekte auf Anfrage

SCADA Objektflächen und -farben

Querschnitt aus zahlreichen SCADA-Objektfarben



Weitere Oberflächen und Farbtöne für Großprojekte auf Anfrage

STICHWORTVERZEICHNIS

A

Abriebwiderstand	10
Abrütteln	57
AIRSAVE	27
Ausschreibung	50/74
Ankerschiene	29/74

B

Baugrund	48
Bauklasse nach RStO	15/16/66
Belag	35
Bettung	34/66
Bettungsmaterial	51/52
Biegezugfestigkeit	38
Bodenverhältnisse	66
Bruchlast	38/66
Bruchlastklasse	66
Busverkehr	15/16

D

Dicke von Pflastersteinen und Platten	42/43
Dynamische Beanspruchung	15/34/40
DUROSAVE (DTE100, DTE300 und DTE700)	26

E

Entwässerung	48
Entwässerungseinrichtungen	55

F

Filterregeln	32
Filterstabilität	32/35/56
Format	21/22/24/38
Frostschuttschicht	34
Fuge	11
Fugenbreite	56
Fugeneisen	51
Fugenmaterial	35/56
Fugenschluss	57
Fugenschluss gebunden	35

K

Kalibrierte Unterseite	30
------------------------	----

L

Lastverteilung	44/53
Leuchten	60

M

Maßhaltigkeit, Maßtoleranzen	12
MASSIMO	22
Mehrschichtplatte	24
Mittlerer Verkehr	16

N

Nachverfugen	50
Nennstärke	10/13
Nennlänge/Nennbreite	10/13
Nennmaß	11/67
Normenübersicht	9/82
Nutzung, Nutzungsansprüche	15

O	
Oberbau	34/67
P	
Passstücke	58/59
Planum	33/67
Prüfungen	50
R	
Radaufstandsfläche	41
Radlast	40
Randanschlüsse	58
Rastermaß	11/67
Regelbauweise	32
Reinigung	35/57
Rüttler	57
Ruhender Verkehr	16/40/43
S	
SCADA	20
Schneidarbeiten	58
Schwacher Verkehr	16/43
Selbstverdichtender Beton, SVB	22
Seitenverhältnis	38
Sonderbauteile	25/58/59
Sonderbauweise	8
Standfestigkeit	32/57/67
Steifigkeit	50
Starker Verkehr	16/43
T	
Tragfähigkeit	32/34/69
Tragschicht	34/68
U	
Ungebundene Bauweise	32
Untergrund/Unterbau	33/68
V	
Vakuumtechnik, Vakuumsauger	51/52
Verband	44/45
Verdichten	50/51
Verformungsmodul	51/68
Verkehrsbelastung	17
Verkehrsfreigabe	57
Verschiebesicherung, VERSCHI 485/50	28/29
Verschiebungen	44/45
Verzahnungssystem	28
W	
Wasserdurchlässigkeit	34/50/51
Wasserspiele	61
Z	
Zuschnitt	58/59

IMPRESSUM

Herausgeber
GODELMANN GmbH & Co. KG, Fensterbach

Verfasser
Unternehmensverbund GODELMANN und Klostermann
Dipl.-Betrw. Ing. Harald Boehnke
Dipl.-Ing. Andreas Voigt, Architekt, GODELMANN GmbH & Co. KG
Dipl.-Ing. Stadtplaner AKNW Bernd Kiffmeyer, H. Klostermann GmbH & Co. KG

Idee, Layout und Satz
Unternehmensverbund GODELMANN

Fotos
Unternehmensverbund GODELMANN und Klostermann

Druck
Frischmann Druck & Medien GmbH, Amberg

HAFTUNGSAUSSCHLUSS/HINWEISE

Die in diesem Technik-Handbuch veröffentlichten Angaben, Daten und Ergebnisse etc. wurden nach bestem Wissen erstellt und mit großer Sorgfalt bearbeitet und ausgewertet. Durch fortlaufende Forschungs- und Entwicklungsarbeit ergeben sich immer wieder neue Erkenntnisse und Standards. Eine Haftung für etwaige inhaltliche Unrichtigkeiten kann deshalb nicht übernommen werden. Die Rechte bleiben vorbehalten. Die Verarbeitung und Vervielfältigung, auch auszugsweise, bzw. eine sonstige Teilnutzung bedarf der Genehmigung des Herausgebers. Eine Nutzung durch Dritte ist erwünscht, dies jedoch nur nach vorheriger Genehmigung und unter Angaben der Quelle. (Stand 08/2017)



GODELMANN
DIE STEIN-ERFINDER

Standort Fensterbach | Zentrale
Industriestraße 1
92269 Fensterbach
T +49 9438 9404-0

Standort Maitenbeth
Pointner 2
83558 Maitenbeth
T +49 8076 8872-0

Standort Kirchheim
Maria-Merian-Straße 19
73230 Kirchheim unter Teck
T +49 7021 73780-0

Flagship-Store | BIKINI BERLIN
Budapester Straße 44 | 2. OG
10787 Berlin
T +49 30 2636990-0

info@godelmann.de
www.godelmann.de