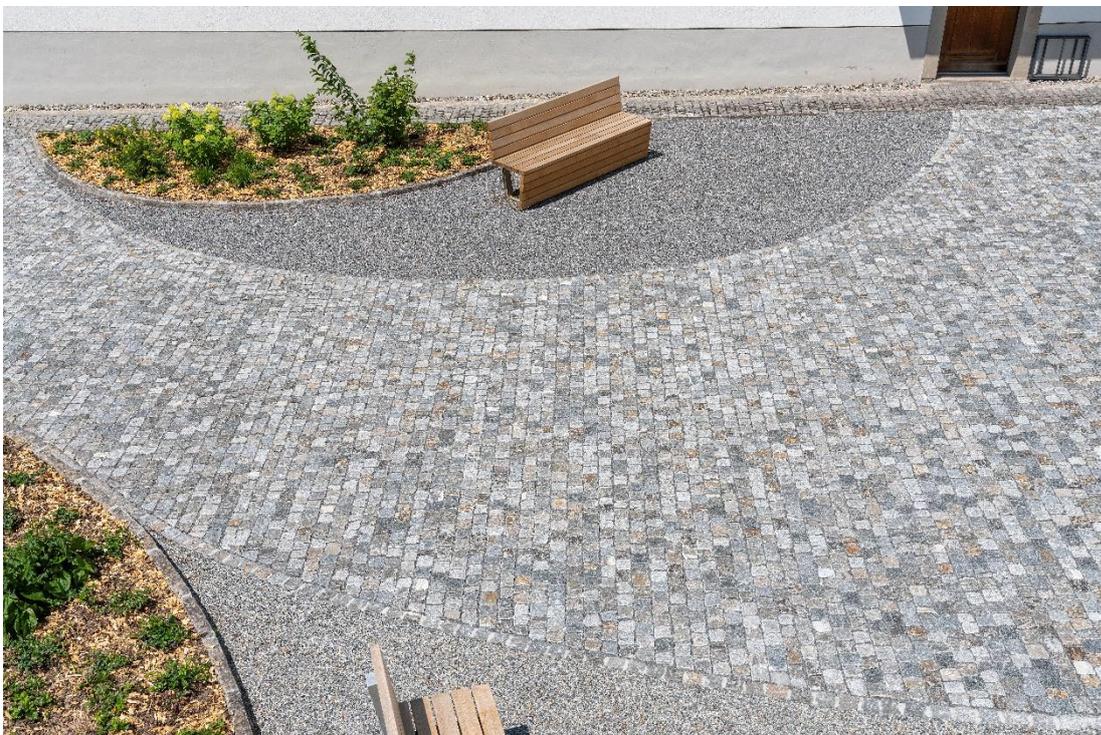




Natursteinpflasterungen im GaLaBau

Normen und Empfehlungen für die Praxis



Natursteinpflasterungen im Bereich des Garten- und Landschaftsbaus haben sowohl technische, als auch gestalterische Aspekte. Über das Einhalten von Normen hinaus, ist fachmännische Erfahrung eine notwendige Voraussetzung, um Pflasterungen zu erstellen, die ein gutes Langzeitverhalten aufweisen und sich harmonisch in die Umgebung einfügen.

Die *Materialisierung der Foundation hat keinen Einfluss auf die Bezeichnung der Bauweise* einer Pflasterung. Die drei allgemein bekannten Bauweisen unterscheiden sich ausschliesslich durch die Bauart der Bettungs- und Deckschicht.

Dieses Merkblatt unterstützt die grüne Branche durch die Zusammenfassung der geltenden Normen und ergänzt diese mit Empfehlungen für die Praxis.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| 1. Geltungsbereich – Zweck des Merkblattes | 3 |
| 1.1. Abgrenzung..... | 3 |
| 1.2. Anwendungsbereich..... | 3 |
| 1.3. Rechtliche Einordnung..... | 3 |
| 2. Ungebundene Bauweise | 4 |
| 2.1. Projektierung – Ungebundene Bauweise..... | 4 |
| 2.2. Baustoffe – Ungebundene Bauweise..... | 6 |
| 2.3. Ausführung – Ungebundene Bauweise | 7 |
| 2.3.1. Reihenfolge der Arbeitsschritte für Pflästerungen in ungebundener Bauweise: | 8 |
| 2.4. Unterhalt – Ungebundene Bauweise | 8 |
| 3. Mischbauweise | 9 |
| 3.1. Projektierung – Mischbauweise | 9 |
| 3.2. Baustoffe - Mischbauweise | 12 |
| 3.3. Ausführung - Mischbauweise..... | 13 |
| 3.3.1. Reihenfolge der Arbeitsschritte für Pflästerungen in Mischbauweise: | 14 |
| 3.4. Unterhalt - Mischbauweise..... | 14 |
| 4. Gebundene Bauweise | 15 |
| 4.1. Projektierung – Gebundene Bauweise | 15 |
| 4.2. Baustoffe – Gebundene Bauweise | 18 |
| 4.3. Ausführung – Gebundene Bauweise | 19 |
| 4.3.1. Reihenfolge der Arbeitsschritte für Pflästerungen in gebundener Bauweise: | 21 |
| 4.4. Unterhalt – Gebundene Bauweise | 21 |
| 5. Toleranzen | 21 |
| 5.1. Ebenheit | 21 |
| 5.2. Absätze | 22 |
| 5.3. Fugen | 22 |
| 6. Begriffe und Definitionen | 22 |
| 7. Verweise | 23 |
| 8. Quellenangaben | 24 |

1. Geltungsbereich – Zweck des Merkblattes

1.1. Abgrenzung

Das Merkblatt ist eine spezifisch für den Garten- und Landschaftsbau erarbeitete Zusammenfassung der bestehenden Dokumente von Fachverbänden und Normenorganisationen, welches mit Empfehlungen für die Praxis ergänzt wird.

Diese Themen sind **nicht Teil des Merkblattes**:

- Untergrund/Unterbau;
- befahrene Beläge der Verkehrslastklassen T2, T3, T4;
- befahrene Beläge für Schwerverkehr (Fahrzeuge $\geq 3.5\text{t}$);
- Beläge auf Dachterrassen und Balkonen;
- hindernisfreie Bauten.

1.2. Anwendungsbereich

Dieses Merkblatt richtet sich an Planende und Ausführende von Natursteinpflästerungen im Garten- und Landschaftsbau, sowie an die kommunalen Baubehörden.

Es werden ausschliesslich Pflästerungen aus Naturstein behandelt.

Das Dokument kann **nicht** angewendet werden für:

- Beläge mit erhöhten Anforderungen aufgrund der geografischen Lage (z.B. Höhenlagen);
- Beläge mit erhöhten Anforderungen an die Nutzung (z.B. taktile Bodenindikatoren, permanente Wasserführung, usw.);
- Handwerk in der Denkmalpflege.

1.3. Rechtliche Einordnung

Das vorliegende **Merkblatt** ist eine Empfehlung und **nicht direkt rechtsverbindlich**. Kann im Einzelfall weder aus den geltenden Normen noch aus den anerkannten Regeln der Baukunde eine Konkretisierung unbestimmter Begriffe abgeleitet werden, können die Empfehlungen von Fachorganisationen von Bedeutung sein.

2. Ungebundene Bauweise

2.1. Projektierung – Ungebundene Bauweise

Allgemeines

Natursteinpflasterungen werden grundsätzlich nach Norm SN 640 480a:2009 "Pflasterungen" projektiert.

Bei der ungebundenen Bauweise sind das Bettungsmaterial und das Fugenfüllmaterial ungebunden.

Der Oberbau muss so projektiert werden, dass er den Anforderungen (z.B. Tragfähigkeit, Wasserführung, vorgesehene Nutzung, Rutschhemmung der Oberfläche, ...) entspricht.

Alle Arten von Pflasterungen sind mit einem in Beton versetzten Abschluss einzufassen. Sind die Abschlüsse Verkehrsbelastungen ausgesetzt, dann sind sie für die entsprechenden Verkehrslastklassen zu dimensionieren.

Hinweis: Für überdachte Pflasterungen und im Bereich von Tropfkanten (z.B. Dachtraufe) sind Pflasterungen mit ungebundenen Fugenfüllungen (insbesondere Sand) *nicht* empfohlen.

Bei der ungebundenen Bauweise mit Verkehrsbelastung sind Verformungen infolge Nachverdichtung und Walkwirkung der Reifen unvermeidbar. Sie können mit entsprechenden Tragschicht- und Bettungsmaterialien nur vermindert, jedoch nicht verhindert werden.

Pflasterungsarten

Je nach Art der Verlegung und der gewählten Steintypen und Steinsorten ergeben sich die nachstehenden wichtigsten Pflasterungsarten. Illustrationen sind in der Norm SN 640 480a:2009 "Pflasterungen" zu finden.

| Material | Typ | Verkehrslast | | | | | | | | Sehnenlängen bei Bogenpflasterungen ("Feldbreiten") |
|--------------------|-------|-------------------|--|------------------------|-----------------|-------------------|--|------------------------|-----------------|---|
| | | ZP Gehbereich | | | | T1 sehr leicht | | | | |
| | | Reihenpflasterung | Bogenpflasterung (Sehnenlänge beachten) | Fischgrätenpflasterung | Wildpflasterung | Reihenpflasterung | Bogenpflasterung (Sehnenlänge beachten) | Fischgrätenpflasterung | Wildpflasterung | |
| Pflastersteine | 4/6 | o | ✓ | x | x | o | o | x | x | 0.60 – 0.90m |
| | 6/8 | o | ✓ | x | x | o | o | x | x | 0.90 – 1.30m |
| | 8/11 | ✓ | ✓ | x | x | ✓ | ✓ | x | x | 1.20 – 1.70m |
| | 11/13 | ✓ | ✓ | x | x | ✓ | ✓ | x | x | 1.60 – 2.20m |
| | 14/16 | ✓ | x | x | x | ✓ | x | x | x | 2.10 – 2.80m |
| Bindersteine | 10 | ✓ | x | o | x | ✓ | x | o | x | x |
| | 12 | ✓ | x | o | x | ✓ | x | o | x | x |
| | 15 | ✓ | x | o | x | ✓ | x | o | x | x |
| Wildpflastersteine | Klein | x | x | ✓ | ✓ | x | x | o | o | x |
| | Gross | x | x | o | o | x | x | ✓ | ✓ | x |
| Flusswacken | | ✓ | o | x | ✓ | ✓ | o | x | ✓ | x |

✓ = geeignet | o = bedingt geeignet | x = nicht geeignet

Entwässerung & Gefälle

Natursteinpflasterungen in ungebundener Bauweise sind bedingt sickerfähig. Bei erhöhten Anforderungen an die Sickerfähigkeit, können die Fugen mit Splitt 2/4mm verfüllt werden (praxistauglich, nicht normativ abgebildet). Nebst der oberen Entwässerungsebene (Oberfläche des Belages) ist auch die untere Entwässerungsebene auf der Tragschicht zu planen und auszuführen. Es darf kein Wasserstau unter der Pflasterung entstehen. Der Abfluss des Oberflächenwassers darf keine unerwünschten Überschwemmungen und/oder Erosion von Bodenmaterial zu Folge haben. Die Wasserführung muss so geplant werden, dass kein Oberflächenwasser in bodennahe Gebäudeöffnungen eintreten kann.

Das minimale Gefälle gemäss nachfolgender Tabelle ist einzuhalten.

| Material und Oberflächenstruktur | Minimalgefälle |
|---|----------------|
| Pflastersteine aus Naturstein gestockt, gestrahlt, geflammt | 2.0% |
| bruchroh | 2.5% |

Bei Pflasterungen mit ungebundenen Fugenfüllungen ist die Oberflächenentwässerung so anzuordnen, dass keine Ausschwemmungen entstehen können.

Oberbau

Der Oberbau setzt sich aus der Konstruktionsdicke (Pflasterstein + Bettung) und der Fundationsdicke zusammen.

| Tragfähigkeit des Untergrundes | M _{E1} [kN · m ⁻²] | Verkehrslast / Schichtdicke Kiesfundation | |
|--------------------------------|--|---|-------------------|
| | | ZP Gehbereich | T1 sehr leicht |
| S ₁ , gering | 6 000 ... 15 000 | 30cm | 50cm |
| S ₂ , mittel | >15 000 ... 30 000 | 20cm | 30cm |
| S ₃ , hoch | >30 000 ... 60 000 | 10cm | 20cm |

Wird die Fundation ganz oder teilweise mit einer gebundenen Schicht (Sickerbeton) erstellt, kann die Schichtstärke reduziert werden: 20cm verdichtetes Kies = 10cm Sickerbeton 8/16mm CEM I 42.5, 225 kg/m³ (± 25kg) w/z-Wert 0.37

Empfehlung: Schichtstärke Sickerbeton mind. 10cm

Eine Fundation aus reinem Sickerbeton ist zulässig. Hinweis: Sickerbeton wird *nicht* armiert.

Ist eine wasserundurchlässige Unterlage vorhanden, dürfen auf dieser keine Wasserlachen entstehen. Die Entwässerung ist mit entsprechenden Massnahmen sicherzustellen.

Die Konstruktionsdicke und die Fugenbreite variieren je nach verwendetem Steintyp gemäss nachfolgender Tabelle:

| Material | Typ | ZP Gehbereich | T1 sehr leicht | Dicke der Konstruktion | Fugenbreite |
|--------------------|-------|------------------|-------------------|---------------------------|-------------|
| Pflastersteine | 4/6 | ✓ | o | 9cm | 4-8mm |
| | 6/8 | ✓ | o | 13cm | 6-10mm |
| | 8/11 | ✓ | ✓ | 16cm | 6-12mm |
| | 11/13 | ✓ | ✓ | 17cm | 6-12mm |
| | 14/16 | ✓ | ✓ | 20cm | 8-14mm |
| Bindersteine | 10 | ✓ | o | 15cm | 6-12mm |
| | 12 | ✓ | ✓ | 17cm | 6-12mm |
| | 15 | ✓ | ✓ | 20cm | 8-14mm |
| Wildpflastersteine | Klein | ✓ | o | 11cm | 4-8mm |
| | Gross | o | ✓ | 14cm | 6-12mm |
| Flusswacken | - | ✓ | ✓ | 18cm | - |

✓ = geeignet | o = bedingt geeignet | x = nicht geeignet

Fugen

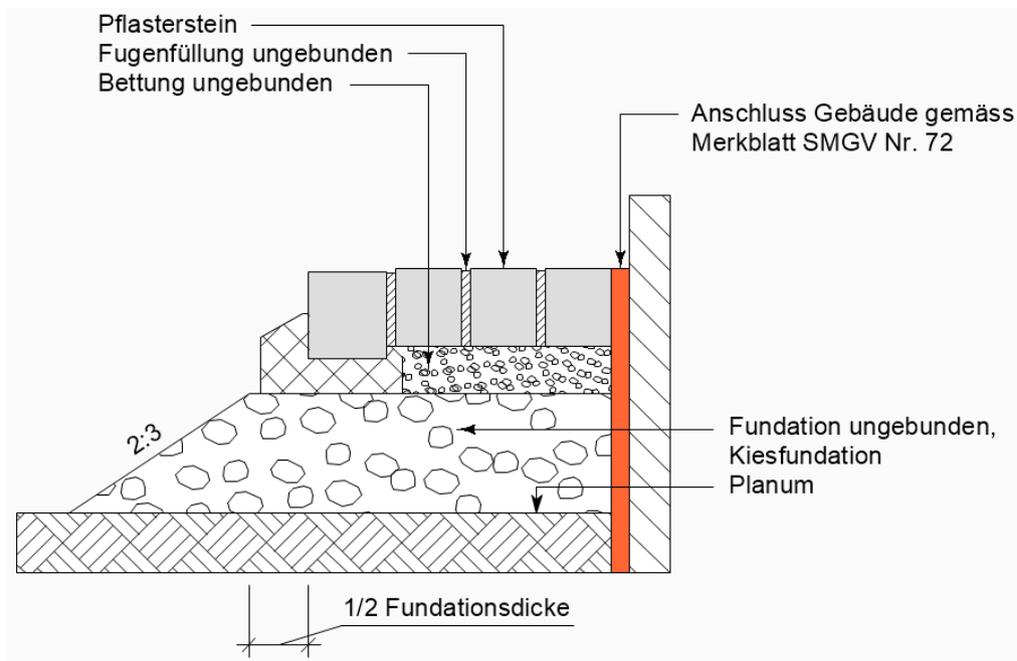
Bei Pflasterungen in ungebundener Bauweise, welche Verkehrsbelastung ausgesetzt sind, entstehen Fugenvertiefungen (z.B. durch die Sogwirkung hinter Fahrzeugrädern). Diese Vertiefungen können *nicht* als Mangel bezeichnet werden, sofern die Pflasterung korrekt erstellt wurde.

Beläge mit ungebundenen Fugenfüllungen sind nicht geeignet, wenn eine maschinelle Reinigung vorgesehen ist (siehe Punkt 2.4).

Anschluss an Gebäude / Bauteile

Der Anschluss an Gebäude und andere Bauteile ist so auszuführen, dass keine Feuchtigkeit aufsteigen kann. Detaillierte Informationen dazu sind in Merkblatt SMGV Nr. 72 "Projektierung und Ausführung von Aussenputzen und der Verputzten Aussenwärmedämmung im Sockelbereich" zu finden.

Schnitt ungebundene Bauweise



2.2. Baustoffe – Ungebundene Bauweise

Fundationsschicht

Als Material für die Fundation eignet sich frostsicheres, ungebundenes Kiesgemisch (z.B. 0/45mm gebrochen) oder Sickerbeton 8/16mm CEM I 42.5, 225 kg/m^3 ($\pm 25\text{kg}$) w/z-Wert 0.37

Bettungsschicht

Als Bettungsmaterial in der ungebundenen Bauweise ist Splitt oder Rundkies 4/8 gewaschen zu verwenden. Dieses Material muss aus Hartgestein bestehen und den Anforderungen SN 670 103b genügen.

Natursteine

Natursteine, die Taumitteln ausgesetzt sind, müssen der Prüfung gemäss Norm SIA 262/1 "Betonbau – Ergänzende Festlegungen, Anhang C, Frost-Tausalz widerstand" genügen.

Hinweis: Taumittel können auch indirekt auf die Pflasterung gelangen, z.B. durch Autos.

Bei Natursteinen gibt es verschiedene Steintypen, deren Bezeichnung sich auf die Steingrösse beziehen. Die Tabelle 1 in der Norm SN 640 480a:2009 "Pflästerungen" gibt eine Übersicht.

Einige im Handel erhältliche Pflastersteine aus Naturstein erfüllen die Massanforderungen der Tabelle nicht in allen Teilen, können aber für spezielle Anwendungen ebenfalls geeignet sein. Die Verwendung ist situationsbezogen zu prüfen.

Bei Bogenpflästerungen muss ca. 10% der Liefermenge aus halben oder trapezförmigen Steinen bestehen.

Fugenmaterial

Das Fugenmaterial (Sand) muss über die gesamte Fugenhöhe bindig sein.

Als verbesserte Sandfuge kann ein Sand mit Trasskalk als Bindemittel verwendet werden, damit eine Verfestigung in der Fugenfüllung entsteht. Bei der Verwendung einer fertigen Mischung sind die Angaben der Lieferanten zu beachten und es ist abzuklären, ob das Produkt für die vorgesehene Belastung und Benutzungsart geeignet ist.

Als Fugenmaterial für Fugen mit erhöhter Sickerfähigkeit kann gewaschener Splitt 2/4mm verwendet werden. Diese Lösung ist praxistauglich, jedoch normativ nicht abgebildet.

2.3. Ausführung – Ungebundene Bauweise

Fundationsschicht

Das Planum ist mit dem projektierten Gefälle auszuführen. Die Verdichtung muss entsprechend den Anforderungen des Oberbaus ausgeführt werden. Die Abweichung zur Sollkote darf höchstens ± 30 mm betragen. Die Entwässerung des Planums muss auch nach dem Einbau der Fundationsschicht gewährleistet sein.

Die ungebundenen Fundationsschichten sind im projektierten Gefälle einzubauen und in Schichten von maximal 25cm zu verdichten. Die Abweichung der Rohplanie der Fundationsschicht von der Sollkote darf nach der Verdichtung ≤ 20 mm betragen.

Die Reinplanie ist die oberste Schicht der ungebundenen Fundationsschicht. Sie wird mit dem gleichen Material oder mit zugeführtem Material kleinerer Korngrösse (z.B. 0/22mm) erstellt und ist ebenfalls mit dem projektierten Gefälle (der Oberfläche) auszuführen. Sie muss entsprechend den Anforderungen der darunterliegenden Schichten ausgeführt werden, wobei die Abweichung nach der Verdichtung höchstens ± 10 mm betragen darf.

Wird die Kiesfundation nicht durch Bauwerke begrenzt, muss sie auf jeder Seite um die halbe Schichtstärke über den Belagsrand bzw. über die Aussenkante des Randabschlusses hinausgeführt und im Verhältnis 2:3 angeböscht werden.

Fundationen aus Sickerbeton werden soweit über den Belagsrand hinausgeführt, wie der Beton des Randabschlusses und können senkrecht abgeschalt werden – das Anböschchen des Sickerbetons ist nicht nötig.

Deckschicht

In ungebundenes Bettungsmaterial erstellte Pflästerungen sind hammerfest zu versetzen und von Hand oder mit geeigneten Geräten zu stossen.

Unregelmässigkeiten in der fertig gestossenen Pflästerung können *nicht* durch Nachstossen, sondern durch Umpflästern (neuverlegen) behoben werden.

Das Fugenbild muss gleichmässig sein, wobei die Fugenbreiten gemäss der Tabelle auf Seite 5 einzuhalten sind.

Die Fugen werden durch Einwischen und Einschwemmen des Fugenmaterials gefüllt. Beim Abrütteln / Stossen muss genügend Wasser zugegeben werden, damit das Material in der Fuge optimal verdichtet wird und das Fugenprofil vollständig gefüllt ist.

2.3.1. Reihenfolge der Arbeitsschritte für Pflästerungen in ungebundener Bauweise:

1. Foundation erstellen
2. Randabschlüsse erstellen
3. Pflästerung erstellen
4. Fugen füllen
5. Reinigen der Steinoberflächen
6. Fläche abrütteln (z.B. Vibrationsplatte)
7. Fugen nachfüllen
8. Endreinigung

Witterung

Pflästerungen dürfen *nicht* auf gefrorener oder aufgeweichter Unterlage eingebaut werden. Bei Verwendung von Mörtel, Fugenmörtel, Grobkornbeton oder Beton muss die Lufttemperatur mindestens +5 °C Tagestemperatur betragen. Sind während der Abbindephase Nachttemperaturen unter +2 °C zu erwarten, muss mit der Ausführung gewartet werden. Müssen aus zwingenden Gründen Pflästerungsarbeiten oder Fugenverfüllungen ausgeführt werden, sind bei tieferen Temperaturen Schutzmassnahmen oder besondere Vorkehrungen zu treffen.

Schutzmassnahmen sind auch für Pflästerungsarbeiten mit Mörtel, Fugenmörtel, Grobkornbeton oder Beton bei hohen Temperaturen und starker Sonneneinstrahlung notwendig (abdecken, feucht halten).

2.4. Unterhalt – Ungebundene Bauweise

Pflästerungen mit ungebundenen Fugen sind schonend von Hand, mit dem Besen, zu reinigen. Auf den Einsatz von saugenden / selbstaufnehmenden Geräten, sowie Hochdruckreiniger ist zu verzichten.

Das Nachfüllen der Fugen ist eine Unterhaltsmassnahme.

3. Mischbauweise

3.1. Projektierung – Mischbauweise

Allgemeines

Natursteinpflasterungen werden grundsätzlich nach Norm SN 640 480a:2009 "Pflasterungen" projektiert.

Bei der Mischbauweise ist das Bettungsmaterial ungebunden und das Fugenfüllmaterial gebunden.

Der Oberbau muss so projektiert werden, dass er den Anforderungen (z.B. Tragfähigkeit, Wasserführung, vorgesehene Nutzung, Rutschhemmung der Oberfläche, ...) entspricht.

Alle Arten von Pflasterungen sind mit einem in Beton versetzten Abschluss einzufassen. Sind die Abschlüsse Verkehrsbelastungen ausgesetzt, dann sind sie für die entsprechenden Verkehrslastklassen zu dimensionieren.

Pflasterungsarten

Je nach Art der Verlegung und der gewählten Steintypen und Steinsorten ergeben sich die nachstehenden wichtigsten Pflasterungsarten. Illustrationen sind in der Norm SN 640 480a:2009 "Pflasterungen" zu finden.

| | | Verkehrslast | | | | | | | | Sehnenlängen bei Bogenpflasterungen ("Feldbreiten") |
|--------------------|-------|-------------------|--|------------------------|-----------------|-------------------|--|------------------------|-----------------|---|
| | | ZP Gehbereich | | | | T1 sehr leicht | | | | |
| Material | Typ | Reihenpflasterung | Bogenpflasterung (Sehnenlänge beachten) | Fischgrätenpflasterung | Wildpflasterung | Reihenpflasterung | Bogenpflasterung (Sehnenlänge beachten) | Fischgrätenpflasterung | Wildpflasterung | |
| Pflastersteine | 4/6 | o | ✓ | x | x | o | o | x | x | 0.60 – 0.90m |
| | 6/8 | o | ✓ | x | x | o | o | x | x | 0.90 – 1.30m |
| | 8/11 | ✓ | ✓ | x | x | ✓ | ✓ | x | x | 1.20 – 1.70m |
| | 11/13 | ✓ | ✓ | x | x | ✓ | ✓ | x | x | 1.60 – 2.20m |
| | 14/16 | ✓ | x | x | x | ✓ | x | x | x | 2.10 – 2.80m |
| Bindersteine | 10 | ✓ | x | o | x | ✓ | x | o | x | x |
| | 12 | ✓ | x | o | x | ✓ | x | o | x | x |
| | 15 | ✓ | x | o | x | ✓ | x | o | x | x |
| Wildpflastersteine | Klein | x | x | ✓ | ✓ | x | x | o | o | x |
| | Gross | x | x | o | o | x | x | ✓ | ✓ | x |
| Flusswacken | | ✓ | o | x | ✓ | ✓ | o | x | ✓ | x |

✓ = geeignet | o = bedingt geeignet | x = nicht geeignet

Entwässerung & Gefälle

Natursteinpflasterungen in Mischbauweise sind *nicht* wasserdurchlässig (= undurchlässig).
Nebst der oberen Entwässerungsebene (Oberfläche des Belages) ist auch die untere Entwässerungsebene auf der Tragschicht zu planen und auszuführen. Es darf kein Wasserstau unter der Pflasterung entstehen.

Der Abfluss des Oberflächenwassers darf keine unerwünschten Überschwemmungen und/oder Erosion von Bodenmaterial zu Folge haben. Die Wasserführung muss so geplant werden, dass kein Oberflächenwasser in bodennahe Gebäudeöffnungen eintreten kann.

Das minimale Gefälle gemäss nachfolgender Tabelle ist einzuhalten.

| Material und Oberflächenstruktur | Minimalgefälle |
|---|----------------|
| Pflastersteine aus Naturstein gestockt, gestrahlt, geflammt | 2.0% |
| bruchroh | 2.5% |

Der gebundene Anteil der Fundations- und Tragschicht ist in der Mischbauweise gegenüber dem angrenzenden Terrain mit einer kapillarbrechenden Schicht zu trennen (Art. 2.4.4.6 Norm SIA 318). Die zu verwendende Tragschicht sowie die Bettungsmaterialien werden aus Grobkornmaterialien (je nach dem mit unterschiedlichen Korngrössen) hergestellt. Diese Materialien unterbrechen die Dampfdiffusion in der Vertikalen sowie in der Horizontalen. Aus diesem Grund ist eine kapillarbrechende Schicht zum angrenzenden Terrain nicht nötig.

Oberbau

Der Oberbau setzt sich aus der Konstruktionsdicke (Pflasterstein + Bettung) und der Fundationsdicke zusammen.

| Tragfähigkeit des Untergrundes | M _{E1} [kN · m ⁻²] | Verkehrslast / Schichtdicke Kiesfundation | |
|--------------------------------|--|---|-------------------|
| | | ZP Gehbereich | T1 sehr leicht |
| S ₁ , gering | 6 000 ... 15 000 | 30cm | 50cm |
| S ₂ , mittel | >15 000 ... 30 000 | 20cm | 30cm |
| S ₃ , hoch | >30 000 ... 60 000 | 10cm | 20cm |

Wird die Foundation ganz oder teilweise mit einer gebundenen Schicht (Sickerbeton) erstellt, kann die Schichtstärke reduziert werden: 20cm verdichtetes Kies = 10cm Sickerbeton 8/16mm CEM I 42.5, 225 kg/m³ (± 25kg) w/z-Wert 0.37

Empfehlung: Schichtstärke Sickerbeton mind. 10cm

Eine Foundation aus reinem Sickerbeton ist zulässig. Hinweis: Sickerbeton wird *nicht* armiert.

Ist eine wasserundurchlässige Unterlage vorhanden, dürfen auf dieser keine Wasserlachen entstehen. Die Entwässerung ist mit entsprechenden Massnahmen sicherzustellen.

Die Konstruktionsdicke und die Fugenbreite variieren je nach verwendetem Steintyp gemäss nachfolgender Tabelle:

| Material | Typ | ZP Gehbereich | T1 sehr leicht | Dicke der Konstruktion | Fugenbreite |
|----------------|-------|------------------|-------------------|------------------------|-------------|
| Pflastersteine | 4/6 | ✓ | o | 9cm | 4-8mm |
| | 6/8 | ✓ | o | 13cm | 6-10mm |
| | 8/11 | ✓ | ✓ | 16cm | 6-12mm |
| | 11/13 | ✓ | ✓ | 17cm | 6-12mm |
| | 14/16 | ✓ | ✓ | 20cm | 8-14mm |
| Bindersteine | 10 | ✓ | o | 15cm | 6-12mm |
| | 12 | ✓ | ✓ | 17cm | 6-12mm |
| | 15 | ✓ | ✓ | 20cm | 8-14mm |

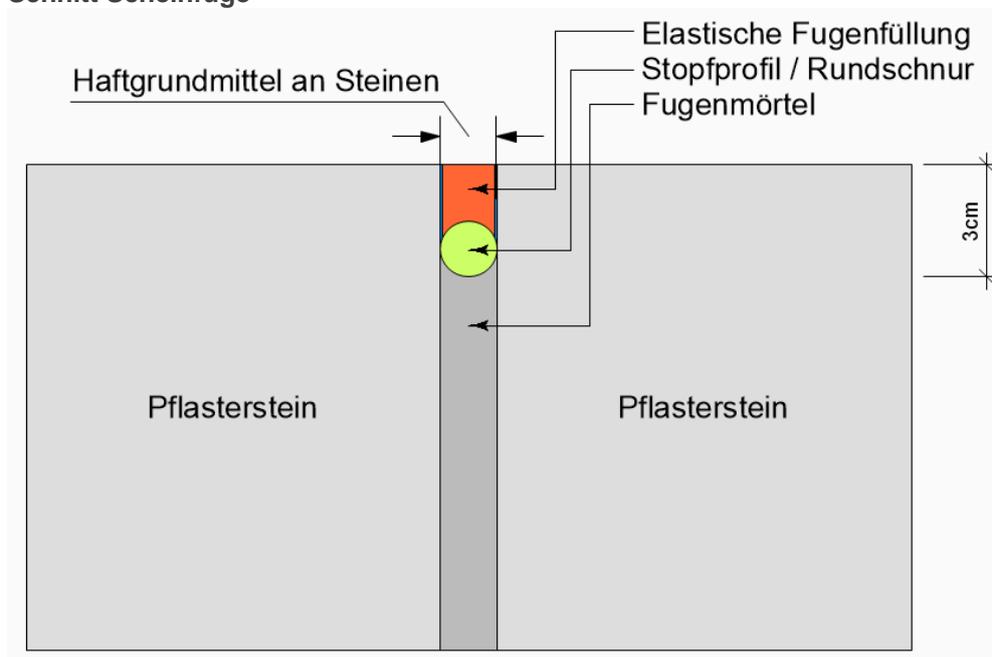
✓ = geeignet | o = bedingt geeignet | × = nicht geeignet

Fugen

Bei starren Fugenfüllungen sind Dehnungsfugen bei allen aufgehenden Bauteilen erforderlich. Sie müssen einerseits die thermischen Verformungen aufnehmen bzw. die daraus resultierenden Spannungen abbauen. Gleichzeitig benötigen die Dehnungsfugen eine entsprechende Stützfähigkeit, sowie eine Stauchhärte und Hitzebeständigkeit, um nicht zusätzliche Risse entstehen zu lassen. Nicht empfehlenswert sind Dehnungsfugen in Flächen mit Beanspruchung durch Verkehr (inkl. Fussgänger). Es ist von Vorteil, wenn entstandene Risse infolge Temperaturschwankungen in Dehnungsfugen umgewandelt werden. Damit die Stützfähigkeit bei Dehnungsfugen mit Beanspruchung durch Verkehr erhalten bleibt, dürfen nur die obersten 30 mm des Fugenmörtels entfernt und als Scheinfuge ausgebildet werden. Die thermischen Verformungen sind mittels möglichen Entlastungszonen welche in der Planung vorzusehen sind, zu minimieren.

Empfehlung: Das nachträgliche Erstellen von Scheinfugen soll in der Offerte berücksichtigt und offen ausgewiesen werden.

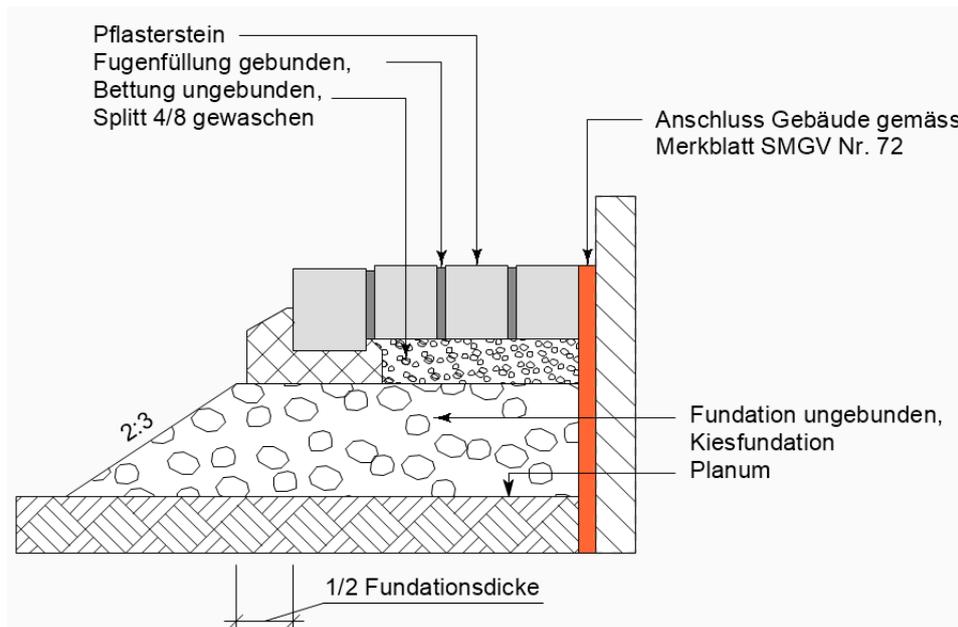
Schnitt Scheinfuge



Anschluss an Gebäude / Bauteile

Der Anschluss an Gebäude und andere Bauteile ist so auszuführen, dass keine Feuchtigkeit aufsteigen kann. Detaillierte Informationen dazu sind in Merkblatt SMGV Nr. 72 "Projektierung und Ausführung von Aussenputzen und der Verputzten Aussenwärmendämmung im Sockelbereich" zu finden.

Schnitt Mischbauweise



3.2. Baustoffe - Mischbauweise

Fundationsschicht

Als Material für die Fundation eignet sich frostsicheres, ungebundenes Kiesgemisch (z.B. 0/45mm gebrochen) oder Sickerbeton 8/16mm CEM I 42.5, 200 kg/m³ w/z-Wert 0.37

Bettungsschicht

Als Bettungsmaterial in der Mischbauweise ist Splitt oder Rundkies 4/8 gewaschen zu verwenden. Dieses Material muss aus Hartgestein bestehen und den Anforderungen SN 670 103b:2006 genügen.

Natursteine

Natursteine, die Taumitteln ausgesetzt sind, müssen der Prüfung gemäss Norm SIA 262/1:2019 "Betonbau – Ergänzende Festlegungen, Anhang C, Frost-Tausalz widerstand" genügen.

Hinweis: Taumitteln können auch indirekt auf die Pflästerung gelangen, z.B. durch Autos.

Bei Natursteinen gibt es verschiedene Steintypen, deren Bezeichnung sich auf die Steingrösse beziehen. Die Tabelle 1 in der Norm SN 640 480a:2009 "Pflästerungen" gibt eine Übersicht.

Einige im Handel erhältliche Pflastersteine aus Naturstein erfüllen die Massanforderungen der Tabelle nicht in allen Teilen, können aber für spezielle Anwendungen ebenfalls geeignet sein. Die Verwendung ist situationsbezogen zu prüfen.

Bei Bogenpflästerungen muss ca. 10% der Liefermenge aus halben oder trapezförmigen Steinen bestehen.

Fugenmaterial

Die Fugenfüllung muss auf die Gesteinsart und die Benutzung abgestimmt sein. Kommt der Belag mit Taumitteln in Berührung muss das Fugenmaterial frostausalzbeständig sein und der Prüfung gemäss SIA 262/1 genügen. Hinweis: Taumitteln können auch indirekt auf die Pflästerung gelangen, z.B. durch Autos.

Wichtig: Durch Wasserzugabe auf der Baustelle kommt es bei Werksmörtel zu Qualitätseinbussen, womit die Gewährleistung durch die Betonwerke erlischt. Insbesondere in Bezug auf die Frost- / Tausalzbeständigkeit ist dieser Umstand zu beachten.

Bei Verwendung von anderen Fugenfüllungen sind die Angaben der Lieferanten zu beachten und es ist abzuklären, ob diese für die vorgesehene Verwendung geeignet sind.

3.3. Ausführung - Mischbauweise

Foundationsschicht

Das Planum ist mit dem projektierten Gefälle auszuführen. Die Verdichtung muss entsprechend den Anforderungen des Oberbaus ausgeführt werden. Die Abweichung zur Sollkote darf höchstens $\pm 30\text{mm}$ betragen. Die Entwässerung des Planums muss auch nach dem Einbau der Foundationsschicht gewährleistet sein.

Die ungebundenen Foundationsschichten sind im projektierten Gefälle einzubauen und in Schichten von maximal 25cm zu verdichten. Die Abweichung der Rohplanie der Foundationsschicht von der Sollkote darf nach der Verdichtung $\leq 20\text{mm}$ betragen.

Die Reinplanie ist die oberste Schicht der ungebundenen Foundationsschicht. Sie wird mit dem gleichen Material oder mit zugeführtem Material kleinerer Korngrösse (z.B. 0/22mm) erstellt und ist ebenfalls mit dem projektierten Gefälle (der Oberfläche) auszuführen. Sie muss entsprechend den Anforderungen der darunterliegenden Schichten ausgeführt werden, wobei die Abweichung nach der Verdichtung höchstens $\pm 10\text{mm}$ betragen darf.

Wird die Kiesfundation nicht durch Bauwerke begrenzt, muss sie auf jeder Seite um die halbe Schichtstärke über den Belagsrand bzw. über die Aussenkante des Randabschlusses hinausgeführt und im Verhältnis 2:3 angeböschet werden.

Foundationen aus Sickerbeton werden soweit über den Belagsrand hinausgeführt, wie der Beton des Randabschlusses und können senkrecht abgeschalt werden – das Anböschen des Sickerbetons ist nicht nötig.

Deckschicht

In ungebundenes Bettungsmaterial erstellte Pflästerungen sind hammerfest zu versetzen und von Hand oder mit geeigneten Geräten zu stossen.

Hinweis: Durch die gebundene Fugenfüllung ist eine nachträgliche Korrektur *nicht* möglich.

Das Fugenbild muss gleichmässig sein, wobei die Fugenbreiten gemäss der Tabelle auf Seite 10 einzuhalten sind.

Die Fugen müssen vollständig mit Mörtel gefüllt sein. Davon ausgenommen sind reinigungsbedingte Vertiefungen aufgrund der Rauigkeit der Steinoberfläche. Ausgefugte Pflästerungen müssen auf der Sichtfläche der Steine frei von Mörtelrückständen sein. Bei Pflastersteinen mit Fasen muss der Fugenmörtel mit der Unterkante der Fasen bündig sein.

Wichtig: Durch die Reinigung nach dem Verfugen darf die Qualität des Fugenmörtels nicht gemindert werden.

Bei Fugenfüllungen mit Zementmörtel wird vor der Freigabe zur Benützung eine Druckfestigkeit von 25N/mm² gefordert. Es werden folgenden Sperrfristen empfohlen:

| | |
|------------|----------------------------|
| Gehbereich | 3 Tage |
| Befahren | 7 Tage (Fahrzeuge ≤ 3.5to) |

Diese Fristen sind bei tiefen Temperaturen zu verlängern. Bei Verwendung von modifizierten Zementmörtel oder anderer Fugenfüllstoffe sind die Sperrfristen nach Angaben der Hersteller / Lieferanten massgebend.

Witterung

Pflästerungen dürfen *nicht* auf gefrorener oder aufgeweichter Unterlage eingebaut werden. Bei Verwendung von Mörtel, Fugenmörtel, Grobkornbeton oder Beton muss die Lufttemperatur mindestens +5 °C Ta- gestemperatur betragen. Sind während der Abbindephase Nachttemperaturen unter +2 °C zu erwarten, muss mit der Ausführung gewartet werden. Müssen aus zwingenden Gründen Pflästerungsarbeiten oder Fugenverfüllungen ausgeführt werden, sind bei tieferen Temperaturen Schutzmassnahmen oder besondere Vorkehrungen zu treffen.

Schutzmassnahmen sind auch für Pflästerungsarbeiten mit Mörtel, Fugenmörtel, Grobkornbeton oder Beton bei hohen Temperaturen und starker Sonneneinstrahlung notwendig (abdecken, feucht halten).

3.3.1. Reihenfolge der Arbeitsschritte für Pflästerungen in Mischbauweise:

1. Foundation erstellen
2. Randabschlüsse erstellen
3. Pflästerung erstellen
4. Fugen füllen
5. Reinigen der Steinoberflächen
6. Fläche abrütteln (z.B. Vibrationsplatte) – *vor* dem Aushärten der Fugenfüllung
7. Fugen nachfüllen
8. Endreinigung

3.4. Unterhalt - Mischbauweise

Dehnungsfugen sind Wartungsfugen und müssen regelmässig kontrolliert und wenn erforderlich erneuert werden. Diese Arbeit ist eine Unterhaltsarbeit und stellt keinen Mangel dar.

4. Gebundene Bauweise

4.1. Projektierung – Gebundene Bauweise

Allgemeines

Natursteinpflästerungen werden grundsätzlich nach Norm SN 640 480a:2009 "Pflästerungen" projektiert.

Bei der gebundenen Bauweise sind das Bettungs- und das Fugenfüllmaterial gebunden.

Der Oberbau muss so projektiert werden, dass er den Anforderungen (z.B. Tragfähigkeit, Wasserführung, vorgesehene Nutzung, Rutschhemmung der Oberfläche, ...) entspricht.

Alle Arten von Pflästerungen sind mit einem in Beton versetzten Abschluss einzufassen. Sind die Abschlüsse Verkehrsbelastungen ausgesetzt, dann sind sie für die entsprechenden Verkehrslastklassen zu dimensionieren.

Pflästerungsarten

Je nach Art der Verlegung und der gewählten Steintypen und Steinsorten ergeben sich die nachstehenden wichtigsten Pflästerungsarten. Illustrationen sind in der Norm SN 640 480a:2009 "Pflästerungen" zu finden.

| | | Verkehrslast | | | | | | | | Sehnenlängen bei Bogenpflästerungen ("Feldbreiten") |
|--------------------|-------|-------------------|--|------------------------|-----------------|-------------------|--|------------------------|-----------------|---|
| | | ZP Gehbereich | | | | T1 sehr leicht | | | | |
| Material | Typ | Reihenpflästerung | Bogenpflästerung (Sehnenlänge beachten) | Fischgrätenpflästerung | Wildpflästerung | Reihenpflästerung | Bogenpflästerung (Sehnenlänge beachten) | Fischgrätenpflästerung | Wildpflästerung | |
| Pflastersteine | 4/6 | o | ✓ | x | x | o | o | x | x | 0.60 – 0.90m |
| | 6/8 | o | ✓ | x | x | o | o | x | x | 0.90 – 1.30m |
| | 8/11 | ✓ | ✓ | x | x | ✓ | ✓ | x | x | 1.20 – 1.70m |
| | 11/13 | ✓ | ✓ | x | x | ✓ | ✓ | x | x | 1.60 – 2.20m |
| | 14/16 | ✓ | x | x | x | ✓ | x | x | x | 2.10 – 2.80m |
| Bindersteine | 10 | ✓ | x | o | x | ✓ | x | o | x | x |
| | 12 | ✓ | x | o | x | ✓ | x | o | x | x |
| | 15 | ✓ | x | o | x | ✓ | x | o | x | x |
| Wildpflastersteine | Klein | x | x | ✓ | ✓ | x | x | o | o | x |
| | Gross | x | x | o | o | x | x | ✓ | ✓ | x |
| Flusswacken | | ✓ | o | x | ✓ | ✓ | o | x | ✓ | x |

✓ = geeignet | o = bedingt geeignet | x = nicht geeignet

Entwässerung & Gefälle

Natursteinpflästerungen in gebundener Bauweise sind *nicht* wasserdurchlässig (= undurchlässig). Nebst der oberen Entwässerungsebene (Oberfläche des Belages) ist auch die untere Entwässerungsebene auf der Tragschicht zu planen und auszuführen. Es darf kein Wasserstau unter der Pflästerung entstehen. Der Abfluss des Oberflächenwassers darf keine unerwünschten Überschwemmungen und/oder Erosion von Bodenmaterial zu Folge haben. Die Wasserführung muss so geplant werden, dass kein Oberflächenwasser in bodennahe Gebäudeöffnungen eintreten kann.

Das minimale Gefälle gemäss nachfolgender Tabelle ist einzuhalten.

| Material und Oberflächenstruktur | Minimalgefälle |
|--|----------------|
| Pflastersteine aus Naturstein gestockt, gestrahlt, geflammt | 2.0% |
| bruchroh | 2.5% |

Der gebundene Anteil der Fundations- und Tragschicht ist in der Mischbauweise gegenüber dem angrenzenden Terrain mit einer kapillarbrechenden Schicht zu trennen (Art. 2.4.4.6 Norm SIA 318). Die zu verwendende Tragschicht sowie die Bettungsmaterialien werden aus Grobkornmaterialien (je nach dem mit unterschiedlichen Korngrössen) hergestellt. Diese Materialien unterbrechen die Dampfdiffusion in der Vertikalen sowie in der Horizontalen. Aus diesem Grund ist eine kapillarbrechende Schicht zum angrenzenden Terrain nicht nötig.

Oberbau

Der Oberbau setzt sich aus der Konstruktionsdicke (Pflasterstein + Bettung) und der Fundationsdicke zusammen.

Wird die Fundation ganz oder teilweise mit einer gebundenen Schicht (Sickerbeton) erstellt, kann die Schichtstärke reduziert werden: 20cm verdichtetes Kies = 10cm Sickerbeton 8/16mm CEM I 42.5, 225 kg/m³ (± 25kg) w/z-Wert 0.37

Empfehlung: Schichtstärke Sickerbeton mind. 10cm.

Eine Fundation aus reinem Sickerbeton ist zulässig und bei der gebundenen Bauweise *empfohlen*. Hinweis: Sickerbeton wird *nicht* armiert.

Ist eine wasserundurchlässige Unterlage vorhanden, dürfen auf dieser keine Wasserlachen entstehen. Die Feuchtigkeit ist mit entsprechenden Entwässerungsmassnahmen sicherzustellen.

| Tragfähigkeit des Untergrundes | M _{E1} [kN · m ⁻²] | Verkehrslast / Fundation Sickerbeton (empfohlen) | |
|--------------------------------|--|---|-------------------|
| | | ZP Gehbereich | T1 sehr leicht |
| S ₁ , gering | 6'000 ... 15'000 | ≥20cm | ≥31cm |
| S ₂ , mittel | >15'000 ... 30'000 | ≥15cm | ≥21cm |
| S ₃ , hoch | >30'000 ... 60'000 | ≥10cm | ≥16cm |

Die Konstruktionsdicke und die Fugenbreite variieren je nach verwendetem Steintyp gemäss nachfolgender Tabelle:

| Material | Typ | ZP Gehbereich | T1 sehr leicht | Dicke der Konstruktion | Fugen- breite |
|----------------|-------|------------------|-------------------|---------------------------|------------------|
| Pflastersteine | 4/6 | ✓ | o | 10cm | 6-9mm |
| | 6/8 | ✓ | ✓ | 13cm | 9-11mm |
| | 8/11 | ✓ | ✓ | 16cm | 9-14mm |
| | 11/13 | ✓ | ✓ | 18cm | 10-15mm |
| | 14/16 | ✓ | ✓ | 21cm | 10-15mm |
| Bindersteine | 10 | ✓ | ✓ | 16cm | 10-15mm |
| | 12 | ✓ | ✓ | 18cm | 18-18mm |
| | 15 | ✓ | ✓ | 21cm | 10-20mm |

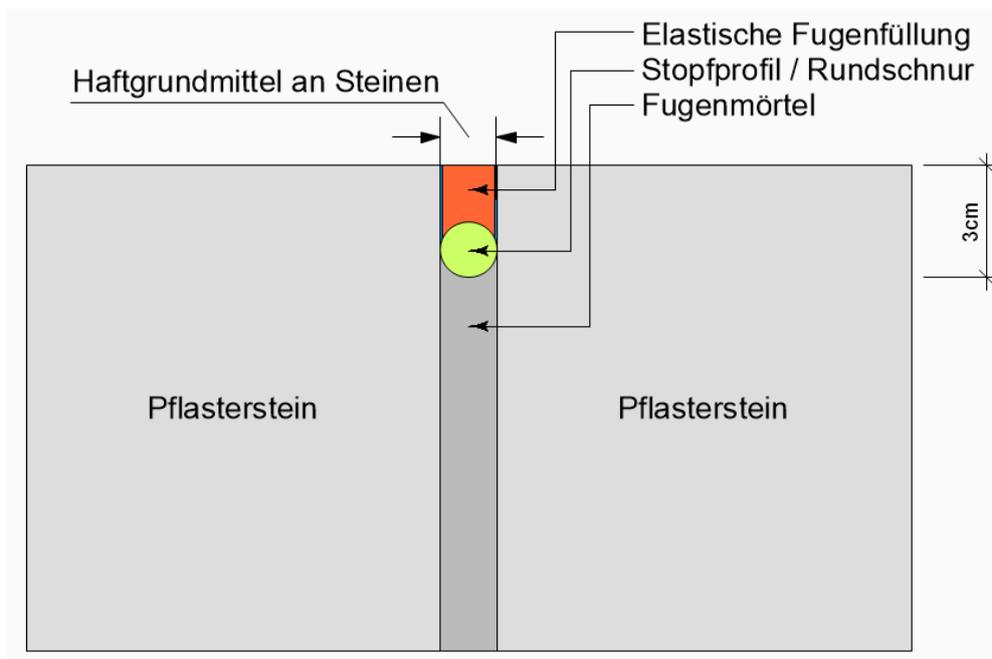
✓ = geeignet | o = bedingt geeignet | x = nicht geeignet

Fugen

Bei starren Fugenfüllungen sind Dehnungsfugen bei allen aufgehenden Bauteilen erforderlich. Sie müssen einerseits die thermischen Verformungen aufnehmen bzw. die daraus resultierenden Spannungen abbauen. Gleichzeitig benötigen die Dehnungsfugen eine entsprechende Stützfähigkeit, sowie eine Stauchhärte und Hitzebeständigkeit, um nicht zusätzliche Risse entstehen zu lassen. Nicht empfehlenswert sind Dehnungsfugen in Flächen mit Beanspruchung durch Verkehr (inkl. Fussgänger). Es ist von Vorteil, wenn entstandene Risse infolge Temperaturschwankungen in Dehnungsfugen umgewandelt werden. Damit die Stützfähigkeit bei Dehnungsfugen mit Beanspruchung durch Verkehr erhalten bleibt, dürfen nur die obersten 30 mm des Fugenmörtels entfernt und als Scheinfuge ausgebildet werden. Die thermischen Verformungen sind mittels möglichen Entlastungszonen welche in der Planung vorzusehen sind, zu minimieren.

Empfehlung: Das nachträgliche Erstellen von Scheinfugen soll in der Offerte berücksichtigt und offen ausgewiesen werden.

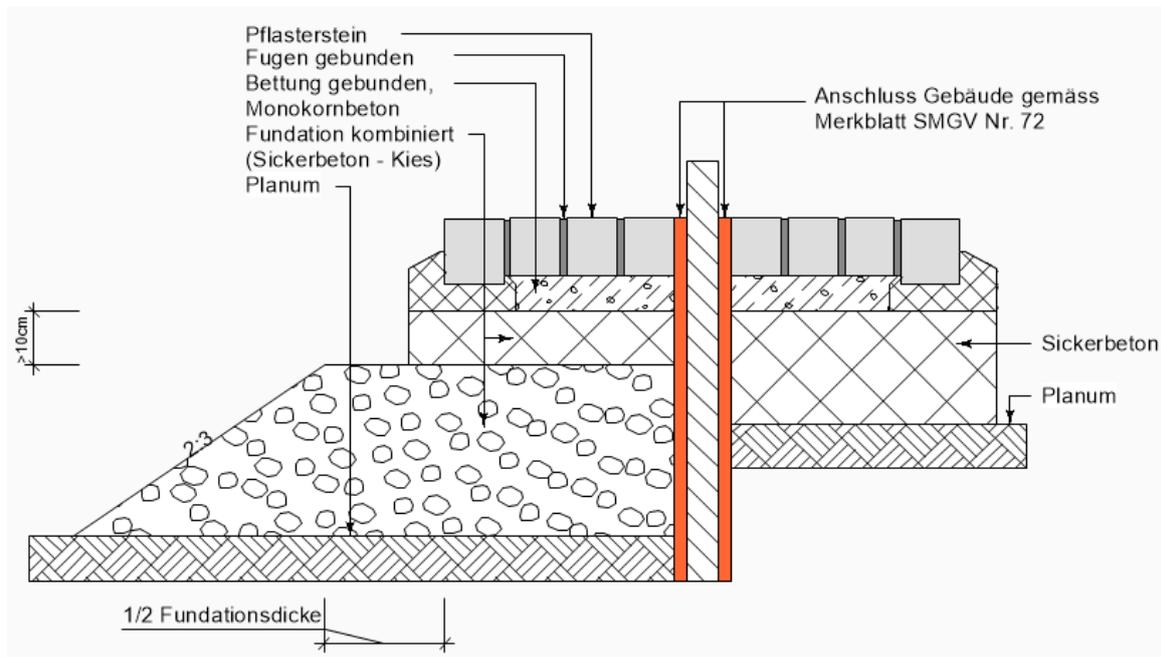
Schnitt Scheinfuge



Anschluss an Gebäude / Bauteile

Der Anschluss an Gebäude und andere Bauteile ist so auszuführen, dass keine Feuchtigkeit aufsteigen kann. Detaillierte Informationen dazu sind in Merkblatt SMGV Nr. 72 "Projektierung und Ausführung von Aussenputzen und der Verputzten Aussenwärmendämmung im Sockelbereich" zu finden.

Schnitt gebundene Bauweise



4.2. Baustoffe – Gebundene Bauweise

Fundationsschicht

Als Kiesmaterial für die Fundation eignet sich frostsicheres ungebundenes Kiesgemisch (z.B. 0/45mm gebrochen).

Für die gebundene oder kombinierte Fundation kommt ein Beton mit Ausfallkörnung zum Einsatz. Anforderungen Sickerbeton: 8/16mm CEM I 42.5, 225 kg/m³ (± 25 kg) w/z-Wert 0.37

Bettungsschicht

Als gebundene Bettungsmaterialien kommt ein Grobkornbeton 4/8mm CEM I 42.5, 225kg/m³ (± 25 kg) w/z-Wert 0.35 – 0.45 zu Anwendung.

Bei einer Mischung vor Ort muss im Volumenverhältnis von 5 : 1 (Gesteinskörnung:Zement) gemischt werden. Die flüssige Zementpaste muss das Korn gut umhüllen, damit die entsprechenden Zement- Leimpunkte gebildet werden.

Natursteine

Natursteine, die Taumitteln ausgesetzt sind, müssen der Prüfung gemäss Norm SIA 262/1 "Betonbau – Ergänzende Festlegungen, Anhang C, Frost-Tausalzstand" genügen.

Hinweis: Taumitteln können auch indirekt auf die Pflästerung gelangen, z.B. durch Autos.

Bei Natursteinen gibt es verschiedene Steintypen, deren Bezeichnung sich auf die Steingrösse beziehen. Die Tabelle 1 in der Norm SN 640 480a:2009-02-01 "Pflästerungen" gibt eine Übersicht.

Einige im Handel erhältliche Pflastersteine aus Naturstein erfüllen die Massanforderungen der Tabelle nicht in allen Teilen, können aber für spezielle Anwendungen ebenfalls geeignet sein. Die Verwendung ist situationsbezogen zu prüfen.

Bei Bogenpflästerungen muss ca. 10% der Liefermenge aus halben oder trapezförmigen Steinen bestehen.

Fugenmaterial

Die Fugenfüllung muss auf die Gesteinsart und die Benutzung abgestimmt sein. Kommt der Belag mit Taumitteln in Berührung muss das Fugenmaterial frosttausalzbeständig sein und der Prüfung gemäss SIA 262/1 genügen. Hinweis: Taumitteln können auch indirekt auf die Pflasterung gelangen, z.B. durch Autos.

Wichtig: Durch Wasserzugabe auf der Baustelle kommt es bei Werksmörtel zu Qualitätseinbussen, womit die Gewährleistung durch die Betonwerke erlischt. Insbesondere in Bezug auf die Frost- / Tausalzbeständigkeit ist dieser Umstand zu beachten.

Bei Verwendung von anderen Fugenfüllungen sind die Angaben der Lieferanten zu beachten und es ist abzuklären, ob diese für die vorgesehene Verwendung geeignet sind.

4.3. Ausführung – Gebundene Bauweise

Fundationsschicht

Das Planum ist mit dem projektierten Gefälle auszuführen. Die Verdichtung muss entsprechend den Anforderungen des Oberbaus ausgeführt werden. Die Abweichung zur Sollkote darf höchstens $\pm 30\text{mm}$ betragen. Die Entwässerung des Planums muss auch nach dem Einbau der Fundationsschicht gewährleistet sein.

Die ungebundenen Fundationsschichten sind im projektierten Gefälle einzubauen und in Schichten von maximal 25cm zu verdichten. Die Abweichung der Rohplanie der Fundationsschicht von der Sollkote darf nach der Verdichtung $\leq 20\text{mm}$ betragen.

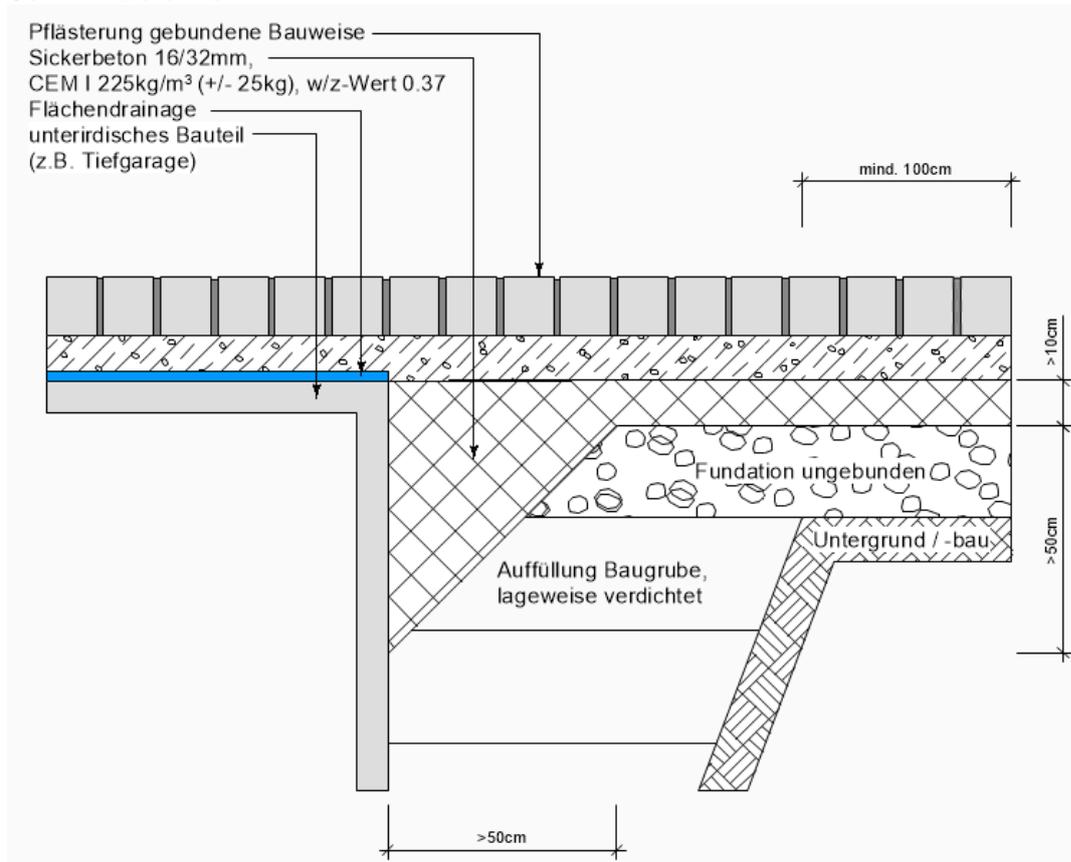
Die Reinplanie ist die oberste Schicht der ungebundenen Fundationsschicht. Sie wird mit dem gleichen Material oder mit zugeführtem Material kleinerer Korngrösse (z.B. 0/22mm) erstellt und ist ebenfalls mit dem projektierten Gefälle (der Oberfläche) auszuführen. Sie muss entsprechend den Anforderungen der darunterliegenden Schichten ausgeführt werden, wobei die Abweichung nach der Verdichtung höchstens $\pm 10\text{mm}$ betragen darf.

Wird die Kiesfundation nicht durch Bauwerke begrenzt, muss sie auf jeder Seite um die halbe Schichtstärke über den Belagsrand bzw. über die Aussenkante des Randabschlusses hinausgeführt und im Verhältnis 2:3 angeböscht werden.

Fundationen aus Sickerbeton werden soweit über den Belagsrand hinausgeführt, wie der Beton des Randabschlusses und können senkrecht abgeschalt werden – das Anböschchen des Sickerbetons ist nicht nötig.

Wird die Pflasterung in gebundener Bauweise teilweise über ein unterirdisches Bauteil gebaut, wird die Ausbildung eines Keils aus Sickerbeton empfohlen. Dies kann Rissen entlang des Übergangs durch Senkungen der Auffüllung vermeiden.

Schnitt "Betonkeil"



Deckschicht

Pflasterungen in gebundener Bauweise werden hammerfest direkt auf die Fertighöhe versetzt. Das Fugenbild muss gleichmässig sein, wobei die Fugenbreiten gemäss der Tabelle auf Seite 16 einzuhalten sind.

Das Ausfugen darf erst *nach* dem Abbinden der Bettungsschicht erfolgen. Die Fugen müssen vollständig mit Mörtel gefüllt sein, davon ausgenommen sind reinigungsbedingte Vertiefungen aufgrund der Rauigkeit der Steinoberfläche. Ausgefugte Pflasterungen müssen auf der Sichtfläche der Steine frei von Mörtelrückständen sein. Bei Pflastersteinen mit Fasen muss der Fugenmörtel mit der Unterkante der Fasen bündig sein.

Wichtig: Durch die Reinigung nach dem Verfugen darf die Qualität des Fugenmörtels nicht gemindert werden.

Für die Benutzung von Fugenfüllungen mit Zementmörtel gelten die folgenden Sperrfristen:

| | |
|-------------------------------|--------|
| Verkehrslast ZP (Gehbereich) | 3 Tage |
| Verkehrslast T1 (sehr leicht) | 7 Tage |

Diese Fristen sind bei tiefen Temperaturen zu verlängern. Bei Verwendung von modifizierten Zementmörtel oder anderer Fugenfüllstoffe sind die Sperrfristen nach Angaben der Hersteller / Lieferanten massgebend.

Witterung

Pflasterungen dürfen *nicht* auf gefrorener oder aufgeweichter Unterlage eingebaut werden. Bei Verwendung von Mörtel, Fugenmörtel, Grobkornbeton oder Beton muss die Lufttemperatur mindestens +5 °C Tagestemperatur betragen. Sind während der Abbindephase Nachttemperaturen unter +2 °C zu erwarten, muss mit der Ausführung gewartet werden. Müssen aus zwingenden Gründen Pflasterungsarbeiten oder

Fugenverfüllungen ausgeführt werden, sind bei tieferen Temperaturen Schutzmassnahmen oder besondere Vorkehrungen zu treffen.

Schutzmassnahmen sind auch für Pflasterungsarbeiten mit Mörtel, Fugenmörtel, Grobkornbeton oder Beton bei hohen Temperaturen und starker Sonneneinstrahlung notwendig (abdecken, feucht halten).

4.3.1. Reihenfolge der Arbeitsschritte für Pflasterungen in gebundener Bauweise:

1. Foundation erstellen
2. Randabschlüsse erstellen
3. Pflasterung erstellen, Bettung aushärten lassen
4. Fugen füllen
5. Reinigen der Steinoberflächen
6. Fläche abrütteln (z.B. Vibrationsplatte) – vor dem Aushärten der Fugenfüllung
7. Fugen nachfüllen
8. Endreinigung

4.4. Unterhalt – Gebundene Bauweise

Dehnungsfugen sind Wartungsfugen und müssen regelmässig kontrolliert und wenn erforderlich erneuert werden. Diese Arbeit ist eine Unterhaltsarbeit und stellt *keinen* Mangel dar.

5. Toleranzen

5.1. Ebenheit

Die Ebenheit der Pflasterung ist mit der grösstmöglichen, maximal 4.00m langen Messlatte zu messen. Die Differenz zwischen Unterkante der Messlatte und der Oberfläche der Pflasterung darf die Masse der nachfolgenden Tabelle nicht überschreiten (ausgenommen sind Wildpflasterungen).

Das Messen über Gefällsbrüche und Verwindungen ist unzulässig.

Bei mehreren innerhalb der Messlattenlänge auftretenden Stichmassen sind diese zu addieren. Die Summe darf in der Tabelle in Klammern gesetzten Werte nicht überschreiten.

| Anwendungsbereich | Länge der Messlatte | | |
|---|---------------------|---------------|---------------|
| | 2.00m | 3.00m | 4.00m |
| Steine mit spaltrauer Oberfläche | ≤ 10mm (10mm) | ≤ 12mm (20mm) | ≤ 20mm (30mm) |
| Steine mit gestockten oder maschinell bearbeiteten Sichtflächen | ≤ 5mm (5mm) | ≤ 7mm (12mm) | ≤ 10mm (15mm) |



- 4-m-Messlatte
- Oberfläche der Pflasterung
- Stichmasse der Einzelmessungen

5.2. Absätze

| Seitenflächen | Toleranzen für Absätze zwischen zwei nebeneinanderliegenden Steinen | |
|--|---|-------------------------------------|
| | Oberfläche | |
| | Bruchrau | Maschinell bearbeitet und aufgeraut |
| Bruchrau | 5mm | 3mm |
| Maschinell bearbeitet <i>mit</i> Fase | 4mm | 3mm |
| Maschinell bearbeitet <i>ohne</i> Fase | 3mm | 2mm |

Die Abweichung von der Sollkote darf nach dem Einbau maximal $\pm 10\text{mm}$ betragen.

5.3. Fugen

Ungebundene Fugenfüllungen

Das Nachsanden von Vertiefungen bei Sandfugen ist eine Unterhaltmassnahme und stellt *keinen* Mangel dar, sofern die Pflasterung fachgerecht erstellt wurde.

Gebundene Fugenfüllungen

Bei Flächenpflasterungen mit gebundener Fugenfüllung sind Risse infolge von Temperaturschwankungen unvermeidlich und gelten daher *nicht* als Mangel, sofern die Pflasterung fachgerecht erstellt wurde.

Die fertig ausgefügte Pflasterung muss auf den Sichtflächen der Steine frei von Mörtelrückständen sein und durch die Reinigung nach dem Verfugen darf die Qualität des Fugenmörtels nicht gemindert werden.

Geringe Fugenvertiefungen nach der Reinigung sind von der Oberfläche der Steine abhängig und stellen keinen Mangel dar. Bei Pflastersteinen mit Fasen muss der Fugenmörtel mit der Unterkante der Fasen bündig sein.

Dehnungsfugen sind Wartungsfugen, welche regelmässig kontrolliert und wenn erforderlich erneuert werden müssen. Diese Arbeit ist eine Unterhaltsarbeit und stellt *keinen* Mangel dar, sofern diese korrekt erstellt wurden.

6. Begriffe und Definitionen

| Begriff / Abkürzung | Beschreibung |
|---------------------------------|---|
| Abschluss / Abschlussstein | Als Abschluss wird die Anordnung sowohl einer Abschlussart, als auch die Kombination von mehreren Arten als Einheit bezeichnet. Je nach Verwendungszweck und Anforderung sind verschiedene Abschlüsse miteinander kombinierbar. |
| Kapillarität / kapillarbrechend | Das Aufsteigen von Flüssigkeiten in engen Röhren (Kapillaren) oder Hohlräumen wird als Kapillarität bezeichnet. Dabei gilt: Je enger eine Röhre oder ein Hohlraum ist, umso höher steigt das Wasser. Ursache für die Kapillarität sind die Adhäsionskräfte zwischen den Teilchen verschiedener Stoffe. (lernhelfer.de, Zugriff 13.03.2023) Eine kapillarbrechende Schicht unterbricht die Kapillaren durch die Bildung entsprechender Hohlräume. Splitt, Rundkies und Grobkornbeton haben nur eine geringe kapillare Saugfähigkeit. |

| Begriff / Abkürzung | Beschreibung |
|----------------------------------|---|
| Schwerverkehr | Fahrzeuge mit einem Gewicht >3.5to. |
| Verkehrslast | <p>Die Verkehrslast kategorisiert <i>nicht</i> das Gewicht eines Fahrzeuges. Sie bezieht sich auf die Anzahl Überfahrten pro Tag, mit einer Referenzachslast von 8.16t. ZP = Gehbereich, nicht befahren T1 = ≤30 T2 = >30 – 100 T3 = >100 – 300 T4 = >300 – 1'000</p> <p style="text-align: right;">} nicht Teil dieses Merkblattes</p> <p>Es wird eine Gebrauchsdauer von 20 Jahren angenommen.</p> |
| w/z-Wert / Wasser-Zement-Wert | <p>Der w/z-Wert beschreibt das Masseverhältnis von Wasser- und Zementgehalt in <i>Liter pro kg Zement</i>.</p> <p>Ein zu niedriger Wert führt zu geringeren Festigkeit (Beton bröckelt / wird krümelig). Ein zu hoher Wert führt zu einem Wasserüberschuss, dass Wasser kann nicht vollständig gebunden werden und hinterlässt nach der Verdunstung verzweigte Kapillarporen und/oder Risse. Ein Wasserüberschuss bei Monokornbeton führt zum Absinken des Zementleims in untere Schichten.</p> <p>Bei Bestellungen ist die Wasserzugabe bei der Verarbeitung auf der Baustelle entsprechend zu berücksichtigen.</p> |

7. Verweise

Normen des SIA

SIA 262/1:2019

"Betonbau – Ergänzende Festlegungen"

SIA 318:2009

"Garten- und Landschaftsbau"

Normen des VSS

VSS 40 481a:2019-03-31

"Abschlüsse für Verkehrsflächen"

SN 640 480a:2009-02-01

"Pflästerungen"

SN 670 103b:2006-02-01

"Gesteinskörnungen für Asphalte und Oberflächenbehandlungen für Strassen, Flugplätze und andere Verkehrsflächen"

Empfehlungen / Literatur

Merkblatt SMGV Nr. 72

"Projektierung und Ausführung von Aussenputzen und der verputzten Aussenwärmendämmung im Sockelbereich"

Merkblatt crb

"Zement nach Norm SN EN 197-1:2011"

8. Quellenangaben

Bilder

| | |
|-------------------|-------------------------------|
| Titelbild | Markus Enz AG, 6074 Giswil OW |
| Schnittskizzen | Geschäftsstelle JardinSuisse |
| Skizze Stichmasse | Norm VSS 640 480a:2009-02-01 |

Projektgruppe Technik PGT

| | | |
|---------------|------------------------------------|---|
| Vorsitz | Marco Meier, Hitzkirch LU | Vertreter von: Fachvorstand GaLaBau, Ressort Technik |
| | Fabrizio Gianoni, Brione s/M TI | PGT |
| | Christoph Hofmann, Winterthur ZH | PGT |
| | Mike Hürlimann, Jona SG | PGT |
| | Martin Müller, Adligenswil LU | PGT |
| | Felix Rusterholz, Zürich ZH | PGT |
| | Peter Susewind, Rapperswil-Jona SG | PGT |
| | Gian Treichler, Igis GR | PGT |
| Projektleiter | Martin Gerber, Safnern BE | Geschäftsstelle JardinSuisse |
| Arbeitsgruppe | Urs Arnold, Altdorf UR | Branchenvertreter Pflästerer |
| | Livio Coduri, Altendorf SZ | Verband Schweizerischer Pflästerermeister VSP |
| | Beat Schär, Buchs ZH | Unternehmer - Planer |

JardinSuisse haftet nicht für Schäden, die aus der Anwendung dieses Dokumentes entstehen können.