

Bild 1: Verwendeter Betonpflastersteintyp (anthrazitfarben).

Fotos: Karl-Uwe Voß

Verfärbungen an Betonpflastersteinen durch Fugenmaterialien

Verfärbungen von Pflasterdecken durch die eingesetzten Fugenmaterialien stellen zwar grundsätzlich kein neues Phänomen dar, doch hat die Menge entsprechender Reklamationen in den vergangenen Jahren deutlich zugenommen. Von **Karl-Uwe Voß**, Materialprüfungs- und Versuchsanstalt Neuwied

Wegen der zunehmenden Häufigkeit von Reklamationen aufgrund von durch Fugenmaterialien verursachten Verfärbungen an Pflasterdecken wurde im Jahr 2017 in der Materialprüfungs- und Versuchsanstalt (MPVA) Neuwied ein Forschungsvorhaben gestartet, bei dem die MPVA durch 22 Firmen und den Betonverband Straße, Landschaft, Garten (SLG) finanziell, materiell und fachlich unterstützt wurde.

Das Ziel dieses Forschungsvorhabens bestand darin, die Verfärbungsgefahr durch die eingesetzten Fugenmaterialien zu ermitteln und Maßnahmen zur Reduzierung der Verfärbungen abzuleiten. Im Rahmen der nachfolgend beschriebenen Untersuchung, galt es folgende Punkte zu klären:

- Wie ist die Verfärbungsneigung von unterschiedlichen Fugenmaterialien (Schlacken oder Schmelzkammergranulate, gebrochene Kiese, Splitte, Brechsande und ungebrochene Sande) zu bewerten?
- Hat die Art der Pflastersteinoberfläche einen Einfluss auf die Verfärbungsneigung der Produkte?



Bild 2: Aufhellung der mit Fugenmaterial beaufschlagten Pflastersteinoberfläche nach der Reinigung durch trockenes Abfegen mit einem Besen (rechte Bildhälfte).

- Mit welchen Maßnahmen ist die Entstehung der Verfärbungen soweit möglich zu vermeiden?
- Können die Verfärbungen durch eine sachgerechte Bauabschlussreinigung beseitigt werden?

Test an anthrazitfarbenen Betonpflaster

Die Untersuchungen zur Bewertung der Verfärbungsneigung von Fugenmaterialien und zur

Festlegung einer sachgerechten Bauabschlussreinigung erfolgten im ersten Schritt exemplarisch an einem anthrazitfarbenen Betonpflastersteintyp (siehe Bild 1) und mit den nachfolgend genannten, handelsüblichen (am Markt als Standardware erhältlichen) Fugenmaterialien:

- sechs Schlacken und Schmelzkammergranulate,
- sechs gebrochene Kiese und Splitte,

- zwei Brechsande (ergänzend zu den Brechsanden aus dem ersten Teil des Forschungsvorhabens) und
- 14 ungebrochene Sande.

Zur Reinigung der mit den Fugenmaterialien verfärbten Betonpflastersteine kamen die nachfolgend aufgeführten Verfahren zum Einsatz:

- Trockenreinigung mit einem Besen;
- Nassreinigung mit einer Bürste;
- Intensive Nassreinigung mit einer Wurzelholzbürste.

Abschließend wurden Testflächen (rund ein mal ein Meter) erstellt und mit einem hinsichtlich der Verfärbungsneigung kritischen Fugenmaterial verfügt. Die Reinigung dieser Testflächen erfolgte zuerst trocken mit einem Besen, dann nass mit einem Besen und abschließend mit einem Niederdruck-Flächenreiniger (siehe Bild 5).

Voruntersuchungen an den Fugenmaterialien

Im Rahmen von Voruntersuchungen an den Fugenmaterialien wurde die Korngrößenverteilung der Fugenmaterialien inklusive der Anteile an ab- ▶

Der Autor



Karl-Uwe Voß,
Geschäftsführer
und Instituts-
leiter MPVA
Neuwied



Bild 3: Links: Trockenes Einfügen. Rechts: Nasses Einschlämmen.



Bild 4: Links: Verfärbung nach der trockenen Reinigung. Rechts: Verfärbung nach der nassen Reinigung.

Fotos: Karl-Uwe Voß

► schlämbaren Bestandteilen (Anteile < 0,063 mm) bestimmt. Hierbei wurde festgestellt, dass die Gehalte an abschlämbaren Bestandteilen bei den verwendeten Fugenmaterialien zwischen 0,0 M.-% und 13,6 M.-% lagen, wobei die meisten Materialien die Anforderungen der TL Pflaster-StB an die Feinteilgehalte (Sollwert zwischen 2 und 9 M.-%) erfüllten.

Untersuchungen an Einzelsteinen

Zur Beantwortung der Frage nach der Verfärbungsneigung der Fugenmaterialien und den Reinigungsmöglichkeiten der Pflastersteine wurden die Fugenmaterialien nass in die Oberfläche der Untersuchungsproben eingearbeitet. Die Produktoberflächen wurden am nächsten Tag wie nachstehend beschrieben gereinigt:

- Trockenes Abfegen;
- Nasses Abbürsten mit einer Bürste;

■ Intensives nasses Abbürsten mit einer Wurzelholzbürste. Nach Abschluss der Reinigung und dem anschließenden Abtrocknen der Produkte erfolgte die Bestimmung der Farbveränderung im Vergleich zu sauberen Referenzproben.

Die Erfassung der Farbveränderung erfolgte sowohl nach Augenschein als auch mit dem Farbmessgerät PCE-TCR 200 des Herstellers PCE-Instruments. Die wesentlichen Ergebnisse der Untersuchungen sind:

- Die geringste Verfärbungsneigung wurde bei Verwendung von Schlacken und Schmelzkammergranulaten vorgefunden. Die stärkste Verfärbungsneigung wiesen die gebrochenen Materialien auf;
- Im Rahmen der Untersuchungen zeigte sich, dass auch bei Verwendung von Fugenmaterialien mit sehr geringen Mengen an Feinanteilen (weniger als 2 M.-%) zum Teil sehr in-

tensive Verfärbungen der Produktoberflächen auftraten. Somit ist festzustellen, dass allein eine Begrenzung der Feinanteile der Fugenmaterialien nicht geeignet ist, um die Entstehung von Verfärbungen durch Fugenmaterialien zu verhindern.

- Die Reinigung der Betonprodukte lediglich durch trockenes Abfegen mit einem Besen ist nicht geeignet, um einen akzeptablen Reinigungserfolg zu erzielen. Die linke Steinhälfte aus Bild 2 zeigt eine nicht verschmutzte Referenzfläche. Bei der rechten Steinhälfte handelt es sich um die mit einem Fugenmaterial beaufschlagte und anschließend durch trockenes Abfegen mit einem Besen gereinigte Teilfläche.
- Wurden die Produktoberflächen nach dem Aufbringen des Fugenmaterials nass mit einer Wurzelholzbürste gereinigt, war das Reinigungsergebnis

deutlich besser als bei der Trockenreinigung;

- Die Art der Pflastersteinoberfläche (rau oder glatt) hat keinen signifikanten Einfluss auf die Verfärbungsneigung der Produkte.

Reinigungsfähigkeit und Reinigungszeitpunkt

Im Rahmen dieser Untersuchungen wurden vier Musterflächen (etwa ein mal ein Meter) unter Verwendung anthrazitfarbener Betonpflastersteine erstellt und wie nachfolgend beschrieben bearbeitet:

- Verlegung der Betonpflastersteine auf einer Bettung bestehend aus einem Brechsand-/Splitt-Gemisch 0/5 mm;
- Trockenes Einfügen eines Fugenmaterials mit einer hohen Verfärbungsneigung (das linke Foto in Bild 3 zeigt die Pflasterfläche nach dem trockenen Einfügen), Reinigen je nach Testfläche durch trockenes Abfegen nach einer Stunde, vier

Stunden, 24 Stunden oder drei Tagen und Abrütteln der Testflächen;

- Nasses Einschlämmen des Fugenmaterials (das rechte Foto in Bild 3 zeigt die Pflasterfläche nach dem nassen Einschlämmen), Reinigen je nach Testfläche durch trockenes Abfegen nach einer Stunde, vier Stunden, 24 Stunden oder drei Tagen und nochmaliges Abrütteln der Testflächen;
- Die Erfassung der Verfärbung der Pflasterflächen erfolgte durch Farbmessungen mit einem Farbmessgerät (das linke Foto in Bild 4 zeigt die Pflasterfläche nach der trockenen Reinigung);
- Nasse Reinigung der Testfläche mit einem Besen, wobei das Wasser in eine Vorzugrichtung abgeführt wurde. Anschließend wurde die Pflasterdecke mit einem Gummiabzieher von aufstehendem Wasser befreit und die Verfärbung der Pflasterfläche nach dem ►

ALTEC
 Altec GmbH, Rudolf-Diesel-Str. 7
 D-78224 Singen, Tel.: 07731/8711-0
 Fax: 07731/8711-11
 E-Mail: info@altec.de
 Internet: www.altec.de

VERLADESCHIENEN

AUSSERGEWÖHNLICH. ENGAGIERT!

WERDEN SIE »GLOBAL 200 PROTECTOR« UND BEWAHREN SIE DIE ARTENVIELFALT UNSERER ERDE.

Von den Regenwäldern Afrikas über die Arktis bis zu unseren Wattenmeer – die „Global 200 Regionen“ bergen die biologisch wertvollsten Lebensräume der Erde. Helfen Sie dabei, sie zu schützen!

WWF Deutschland | Claudia Bährke | Feinschloßstraße 18 | 10117 Berlin
 Telefon: 030 331 777-730 | E-Mail: info@wwf.de

JETZT SCHÜTZEN: WWW.DE/PROTECTOR

Zaunteam

Frühlingszeit ist Gartenzeit!

Alle Zäune. Alle Tore.

Jetzt gratis Zaunteam Katalog anfordern!

www.zaunteam.de
 Gratis-Tel. 0800 84 86 888

Anzeige



Bild 5: Links: Reinigung mit einem Niederdruck-Flächenreiniger. Rechts: Verfärbung nach der Reinigung mit dem Niederdruck-Flächenreiniger.

► Abtrocknen durch Farbmessungen mit dem genannten Farbmessgerät bestimmt (das rechte Foto aus Bild 4 zeigt die Pflasterfläche nach der nassen Reinigung);

■ Reinigung der Pflasterdecke mit einem Niederdruck-Flächenreiniger (siehe Bild 5) bei

einem Wasserdruck von rund 100 bar und Beurteilung der Verfärbung der Pflasterfläche nach dem Abtrocknen durch Farbmessung mit dem genannten Farbmessgerät.

Zur Beantwortung der Frage, ob das Fugenmaterial durch die Reinigung mit dem Niederdruck-

Flächenreiniger aus der Fuge ausgespült wird, wurde der Abstand zwischen der Unterkante der Fase und der Oberkante der Fugenfüllung an zwölf Messstellen der Untersuchungsflächen durch Ausmessen bestimmt (siehe Bild 6). Bei den vier Untersuchungsflächen wurde ein mittlere

Abstand zwischen der Unterkante der Fase und der Oberkante der Fugenfüllung von fünf bis sechs Millimetern ermittelt.

Wie Bild 6 zeigt, war kein signifikantes Ausspülen des Fugenmaterials im Rahmen der Reinigung mit dem Niederdruck-Flächenreiniger feststellbar. ■



Bild 6: Fugenfüllung nach der Reinigung mit einem Niederdruck-Flächenreiniger.

Fotos: Karl-Uwe Voß

Fazit

Heutzutage in der Praxis verwendete Fugenmaterialien führen häufig zu deutlichen Verfärbungen an Betonpflastersteinen. Die Gefahr für die Entstehung von Verfärbungen ist dabei deutlich geringer, wenn hellere oder nuancierte Betonpflastersteine zur Anwendung kommen. Ein Zusammenhang zwischen der Qualität der Oberflächenstruktur der Pflastersteine und dem Anschmutzungsverhalten wurde nicht vorgefunden.

Die Gefahr für die Bildung von Verfärbungen war durch die Verwendung von Schlacken oder Schmelzkammergranulaten deutlich zu reduzieren, aller-

dings ist vor deren Verwendung zu prüfen, ob ein Nachweis der Umweltverträglichkeit für diese Fugenmaterialien vorliegt und ob diese Materialien nach TL Pflaster-StB für den Verwendungszweck geeignet sind.

Die durchgeführten Reinigungsversuche zeigen, dass durch kritische Fugenmaterialien verursachte Verfärbungen selbst bei Pflasterdecken aus anthrazitfarbenen Pflastersteinen durch eine frühzeitige nasse Bauabschlussreinigung beseitigt werden können. Ein noch besserer Reinigungserfolg war durch Verwendung eines Niederdruck-Flächenreinigers (bei einem Wasserdruck von rund 100 bar) zu

erzielen. Die Befürchtung, dass das Fugenmaterial bei der Reinigung mit einem Niederdruck-Flächenreiniger in erheblichem Umfang aus der Fuge ausgespült wird, wurde nicht bestätigt. Weiterhin zeigte sich, dass die Bauabschlussreinigung so früh wie möglich erfolgen sollte.

Verbleibt das Fugenmaterial über längere Zeit auf dem Pflasterbelag, steigt das Risiko für die Entstehung von bleibenden Verfärbungen signifikant an. Verbleibt das Fugenmaterial sogar mehrere Wochen oder gar Monate auf der Pflasterdecke, können derart hartnäckige Verfärbungen entstehen, dass diese selbst unter Verwendung eines

Niederdruck-Flächenreinigers nicht mehr vollständig zu entfernen sind.

■ **Abschließend ist festzustellen, dass selbst bei Pflasterdecken, bei denen hinsichtlich der Verfärbungsneigung ungünstige Kombinationen (kritische Fugenmaterialien und anthrazitfarbene Pflastersteine) zur Anwendung kommen, signifikante Verfärbungen nahezu vollständig zu vermeiden sind, wenn eine frühzeitige und nasse Bauabschlussreinigung erfolgt. Die Bauabschlussreinigung sollte spätestens nach drei Tagen erfolgen.** (Karl-Uwe Voß)

Literatur

- [L 1] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2006): Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen (ZTV Pflaster-StB 06), FGSV Verlag, Köln;
- [L 2] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2015): Technische Lieferbedingungen für Bauprodukte zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen (TL Pflaster-StB 06/15), FGSV Verlag, Köln;
- [L 3] Dr. Voß, Karl-Uwe: Schäden an Flächenbefestigungen aus Betonpflaster – Teil 1: Ausblühungen, Kantenabplatzungen und Verfärbungen. 1. Auflage. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2017;
- [L 4] Dr. Voß, Karl-Uwe (03–2010): Verfärbungen auf Flächenbefestigungen aus Beton. Betonwerk + Fertigteil-Technik BFT International, Bauverlag BV GmbH, Gütersloh;
- [L 5] Dr. Voß, Karl-Uwe (11–2016): Verfärbung von Steinoberflächen – Fallbeispiele und deren Bewertung. Betonwerk + Fertigteil-Technik BFT International, Bauverlag BV GmbH, Gütersloh;
- [L 6] Dr. Voß, Karl-Uwe (06–2018): Verfärbungen an Betonpflastersteinen durch Fugenmaterialien – Kernaussagen aus den Ergebnissen eines Forschungsvorhabens. Der Bausachverständige, Bundesverband öffentlich bestellter und vereidigter sowie qualifizierter Sachverständiger e. V., Berlin;
- [L 7] Dr. Voß, Karl-Uwe (10–2018): Pflasterfärbung durch Fugenmaterial untersucht – Kerneergebnisse der Forschung zu Verfärbungen an Betonsteinen durch Fugenmaterialien der Materialprüfungs- und Versuchsanstalt Neuwied. Straße und Tiefbau, Giesel Verlag GmbH, Hannover

(Karl-Uwe Voß)

In eine Stubbenfräse investieren oder nicht?

„Mit der Maschine nehmen wir rund 10.000 Euro pro Jahr ein“

Nach Baumfällungen den Baumstumpf gleich mit zu entfernen, wünschen sich immer mehr Kunden. Ein Blick in die Arbeit eines Wernigeröder Gartenbau-Betriebes zeigt, wie sich eine Investition in eine Stubbenfräse lohnen kann

In einem Wohngebiet in Wernigerode im Harz ist Gärtner Lars Wetzig mit einem Teil seines siebenköpfigen Teams im Einsatz. Wetzig hat sich mit seinem Unternehmen „Der Gärtner“, welches er im Jahre 2012 gegründet hat, auf Spezialbaumfällungen und Arbeiten mit dem Schreitbagger sowie Mulcharbeiten mit dem Bagger spezialisiert.

Mit 60 Prozent sind Privatkunden die Hauptkundengruppen. Der Rest verteilt sich auf Wohnungsbaugenossenschaften und öffentliche Kunden. Rund zehn Prozent sind Industrie- und Gewerbekunden. Das Unternehmen ist 50 Kilometer rund um Wernigerode tätig.

Fräse: kompakt, handlich und mit Drehkranz

Relativ früh nach der Gründung bemerkte Wetzig, dass nach Fällungen oftmals die Frage aufkam, ob nicht der Baumstumpf auch gleich entfernt werden könne. So entschied er sich, 2013 eine Stubbenfräse zu kau-

fen. Wetzig erinnerte sich an seinen letzten Besuch auf der Fachmesse GaLaBau 2012 in Nürnberg. Das auf Maschinen für die Landschaftspflege spezialisierte Unternehmen Vogt aus Schmallebenberg stellte dort die neue B20 des Herstellers FSI aus.

Es war die erste handgeführte Stubbenfräse die einen Drehkranz enthielt. Ebenfalls war sie kompakt und handlich gebaut. Für Lars Wetzig eines der wichtigsten Merkmale der Maschine und auch ideal für Einsätze in verwinkelten und kleinen Privatgärten. Das Triplex-Fräsmesserserset überzeugte ihn, da die Zähne durch einfaches drehen mehrfach verwendbar sind und an der Baustelle gewechselt werden können.

Wetzig: „Es ist genau die Maschine, die wir für unsere Einsatzzwecke brauchen. Am liebsten hätte ich sie schon direkt auf der Messe gekauft.“

„Guter Beitrag am Gesamtgeschäftsergebnis“

Nun, rund sechs Jahre später, stellt sich die Frage: Hat sich die Investition gelohnt?

„Glücklicherweise haben wir schon kurz nach Anschaffung der FSI B20 einen größeren Auftrag von einer Wohnungsbaugenossenschaft erhalten. In einem Neubaugebiet mussten viele kleine Stubben möglichst schnell entfernt werden, ohne dabei größere Flurschäden zu hinterlassen. Dafür war die



Lars Wetzig (rechts), Inhaber des Gartenbau-Unternehmens „Der Gärtner“, mit seinem Bruder Björn Wetzig.

Foto: Vogt

B20 ideal“, so Unternehmer Wetzig. „In den ersten zwei Wochen haben wir so viel erwirtschaftet, dass sich die Fräse in kürzester Zeit amortisiert hat.“

In den besten Jahren habe sein Betrieb mit der Maschine 15.000 bis 20.000 Euro Umsatz gemacht. In den vergangenen zwei Jahren sei es etwas weniger geworden, aber durchschnittlich werden immer noch rund 10.000 Euro pro Jahr eingenommen.

„Berücksichtigt man dabei die gesamten Kosten für Mitarbeiter (40 Euro pro Stunde),

Kraftstoff (rund zehn bis fünfzehn Liter pro Arbeitstag) und Verschleißteile (zwei Satz Fräszähne pro Jahr für jeweils 190 Euro) steht am Jahresende ein Gewinn von rund 5.000 bis 6.000 Euro zu Buche. Das ist ein guter Beitrag am Gesamtgeschäftsergebnis, im Verhältnis zur Größe der Maschine“, analysiert Wetzig.

Nach den Erfahrungen des Gartenbau-Unternehmers, sind Baumstümpfe mit einem Stammdurchmesser von 40 bis 70 Zentimetern ideal. Bei dieser Größe können mit Hilfe des Drehkranzes der ganze Stubben

ohne Umsetzen oder Rangieren der Fräse beseitigt werden. Aber auch größere Durchmesser seien kein Problem, dann muss das Gerät gegebenenfalls verschoben werden.

Haltegriff und Kunststoff-Box nachgerüstet

In Eigenregie haben Wetzig und sein Team einen zusätzlichen Haltegriff für den Transport über Treppen oder auf Rampen angebracht. Maschinenhersteller FSI hat diesen Vorschlag dankend aufgenommen und arbeitet schon an einer ähnlichen Lösung für die zukünftigen Modelle.

Die von Lars Wetzig ebenfalls gewünschte Kunststoff-Box für Werkzeuge und Maschinendokumente ist für die aktuelle Version der FSI B20 bereits erhältlich.

Der Unternehmer sagt: „Ich habe den Kauf definitiv nicht bereut und würde mich auch heute wieder für das gleiche Modell entscheiden.“ Er plant, bei zukünftiger positiver Auftragslage eine größere Fräse mit voll-hydraulischem Antrieb zu erwerben.

„Das Stubbenfräsen ist für uns schnell verdientes Geld, ohne großen Aufwand. Die Einsatzkosten halten sich in Grenzen, die Arbeit ist einfach und mühelos, und unsere Kunden sind stets begeistert, wenn sie sehen, was mit dem kleinen Ding (13-PS-Honda-Benzinmotor) alles möglich ist.“ (ts/ms)

„Das Stubbenfräsen ist für uns schnell verdientes Geld, ohne großen Aufwand.“

Lars Wetzig, „Der Gärtner“, Wernigerode

Verando von Alfer Aluminium

Terrassendiele aus Reishülsen

Sieht aus wie Holz, fühlt sich so an, ist rutschfest, verwittert und splittert aber nicht: Verando verbindet die Vorteile einer wasser- und wetterfesten Terrassendiele mit edler Holzoptik. Die Diele aus dem Material Resysta mit dem Hauptbestandteil Reishülsen besticht durch die Kombination von Nachhaltigkeit und Design, so der Hersteller Alfer Aluminium aus Wutöschingen. Sie

sei eine langlebige Alternative zu Belägen aus Holz oder WPC.

Die Profile werden auf Präzisionsanlagen extrudiert und erhalten in automatisierten Schleifanlagen ihre besondere Optik und Haptik. Der gesamte Produktionsprozess findet am Standort Wutöschingen statt.

Resysta besteht hauptsächlich aus Reishülsen, die bei der Resysta-Produktion in großen Mengen

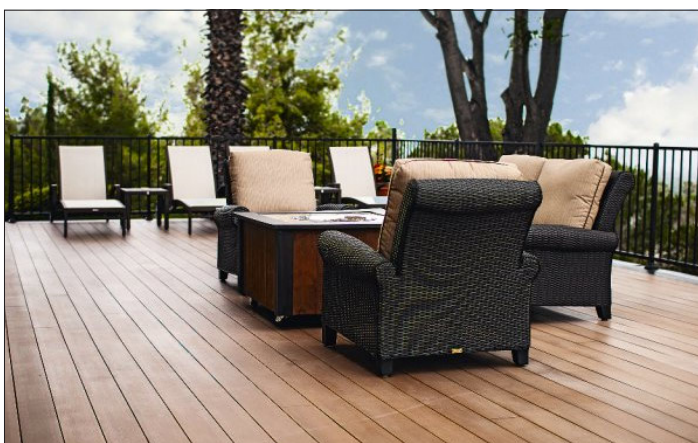
anfallen und als Nahrung nicht verwertbar sind. Resysta ist dadurch langlebiger als Tropenholz und WPC, pflegeleicht und wetterfest, verspricht der Hersteller. Zudem sei es resistent gegen Pilz- und Insektenbefall, UV-beständig und rutschhemmend.

Ein Profil für Decking und Unterkonstruktion

Das patentierte Verlege- und Befestigungssystem der 140-Millimeter breiten Terrassen-Profile überzeugt durch eine einfache Handhabung: Das ganze System beruht auf nur einem Profil-Typ für Decking und Unterkonstruktion.

Die Profile werden mit patentierten Befestigungsbügeln aus rostfreiem und haftzugfestem Federstahl montiert. Diese bieten Platz für die thermische Ausdehnung in alle Richtungen. Der Clipmaster mit integrierten Abstandshaltern sorgt für eine unsichtbare Verschraubung. (ts/ms)

Mehr unter www.verando.de



Die Diele vereint Haptik und Optik von Tropenholz.

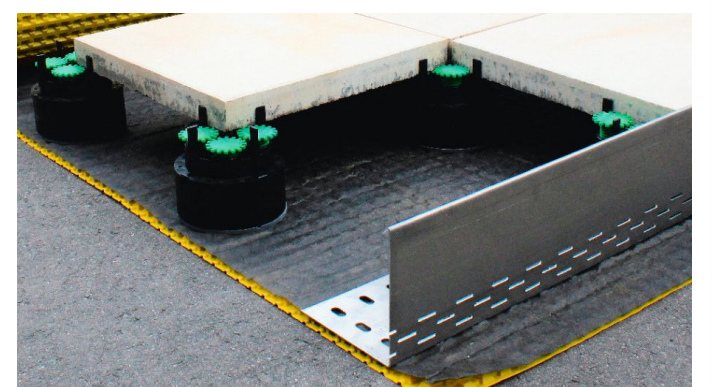
Foto: Alfer Aluminium

Anzeige

Volker Fischer

VOLFI-Systeme sind in der Branche ein Begriff für Qualität, Zuverlässigkeit und Innovation. Das vielseitig kombinierbare Komplettsystem bietet viele entscheidende Vorteile bei der Verlegung von Platten in Außenbereichen.

Ein beliebter Artikel des deutschen Herstellers ist das VOLFI-Schraubstempel. Durch die in allen vier Ecken gelegenen Zahnräder lassen sich alle Auflagepunkte der Platten individuell justieren. Dadurch können Unebenheiten im Untergrund und den Platten optimal ausgeglichen werden. Innerhalb kürzester Zeit kann ein Plattenbelag frei von



Kanten und „kippeln“ verlegt werden.

Für größere Aufbauhöhen wird der Grundkörper beliebig durch Teller

in unterschiedlichen Varianten erhöht. Dieser modulare Aufbau garantiert vollständige Flexibilität und Effizienz bei der Montage.

www.volfi.de

www.stelzlager-finden.de