

1. Die Vorüberlegungen

Ein Ökopflasterstein allein garantiert noch nicht die Versickerung des Regenwassers bis ins Grundwasser. Vielmehr bedarf es eines abgestimmten Systems, welches aus dem Pflasterbelag, der Fuge, der Bettung und der Tragschicht besteht. Nur wenn alle Schichten wasserdurchlässig sind, bzw. ausgeführt werden funktioniert das System eines „wasserdurchlässigen Belags“. Schon in der Planungsphase sollte daher vom Pflasterhersteller ein Gutachten oder Prüfzeugnis über die Durchlässigkeit der Steine und das notwendige Fugenmaterial angefordert werden. Dies ist auch hilfreich bei Vorlage bei der Gemeinde zur „Feststellung des Versiegelungsfaktors“.

Beispiel für den Nachweis der Versickerungsleistung eines wasserdurchlässigen Belags (Auszug)

Birkenmeier Reiner Breithaupt
 Produktentwicklung / Qualitätskontrolle
 Birkenmeier Stein + Design GmbH, Industriestraße 1, D-79206 Breisach

Ermittlung der Versickerungsleistung eines wasserdurchlässigen Belages

8er Lido Öko Kombiformat, 3 Formate verlegt in Reihenverband

Abstandshalter	4,5 mm	Fugenbreite	5 mm
Fugenfüllung	1/3er Splitt fein mit kf =	1,33E-02	(m / s)

Birkenmeier Stein + Design GmbH Industriestraße 1 D-79206 Breisach

Wasserdurchlässiger Belag gemäß "Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen"
 Herausgeber Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen- FGSV

Beläge gelten als wasserdurchlässig, wenn sie eine Regenspende von 270 l / (sec*ha) = Bemessungsregen, aufnehmen und ins Grundwasser ableiten können.

Die Versickerungsleistung eines Belages kann sich im Laufe der Nutzung infolge Schmutzeintag um bis zu 90% reduzieren. Um einen dauerhaften Abflussbeiwert von C Ψ = 0,0 zu garantieren muss die Versickerungsleistung im Neuzustand mindestens 2700 l/(sec*ha) betragen.

Bei "Fugenpflaster" erfolgt die Versickerung durch die Fugen. Der rechnerische Nachweis muß Fugenanteil und Fugenfüllmaterial berücksichtigen.

Die Einbauhinweise des "Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen" müssen beachtet werden.

Ergebnisbewertung:

Der wasserdurchlässige Belag **8er Lido Öko Kombiformat, 3 Formate verlegt in Reihenverband** kann eine zu versickernde Regenspende von **5767 l / (sec*ha)** aufnehmen. Er ist als wasserdurchlässig einzustufen. Der ermittelte Wert liegt deutlich über dem geforderten Mindestwert von 540 l / (sec*ha).

Im "Merkblatt für versickerungsfähige Verkehrsflächen" wird der Abflussbeiwert zur Konzeption einer Entwässerungseinrichtung mit C ψ = 0,5 angegeben.

Für die Ermittlung der Niederschlagsgebühr empfiehlt der Bundesverband SLG bei wasserdurchlässigen Belägen, auch als entsiegelte Flächen bezeichnet, den Gemeinden einen Versiegelungsfaktor von 0,4 anzusetzen. (SLG 21.07.2011)

Wird der Abflussbeiwert auf die Bemessungsregenspende bezogen, beträgt dieser C ψ = 0,0, da ja die Regenspende von 270 l/(sec*ha) immer von einer versickerungsfähigen Pflasterfläche mit hinreichender Sicherheit dauerhaft aufgenommen werden muss. (Güteschutz 31.05.2017)

Produkt

Fugenbreite

Fugenfüllung

Beurteilung

2. Der Schnelltest zur Überprüfung der Durchlässigkeit

Ein wasserdurchlässiger Belag muss eine Bemessungsregenspende von 270 l/(s x ha) dauerhaft versickern lassen. Für die Pflastersteine gibt es diesen Nachweis vom Hersteller, für das Fugenmaterial, das Bettungsmaterial und die Tragschicht muss der Lieferant dies über definierte Sieblinien garantieren. Ob jedoch der anstehende Baugrund genügend wasserdurchlässig ist, kann nur vor Ort geprüft werden. Dazu ist kein aufwendiges Gutachten nötig, sondern ein einfacher Schnelltest reicht dafür aus. Nur eine Stunde Zeit und als Handwerkszeug eine Uhr mit Sekundenzeiger, ein 10-Liter-Eimer, Spaten und Metermaß und natürlich Wasser sind nötig.

Und so funktioniert es:

1. Es wird eine Grube ausgehoben: 40 cm lang, 40 cm breit, 40 cm tief mit möglichst ebener Sohle.
2. Die Grube wird mit 10-Liter Wasser gefüllt.
3. Die Zeit, die das Wasser zum vollständigen Versickern benötigt wird gestoppt und notiert.
4. Der Versuch ist so oft zu wiederholen, bis dreimal hintereinander etwa die gleiche Zeit benötigt wird.

3. Die Beurteilung der Versickerungsfähigkeit

Bis zu 2 Minuten Versickerungsdauer:

Der anstehende Boden ist gut wasserdurchlässig und eine Tragschichtdicke von 20-35 cm ist ausreichend.

2 bis 20 Minuten Versickerungsdauer:

Der anstehende Boden ist noch ausreichend wasserdurchlässig, die Tragschichtdicke ist jedoch um 10 cm zu verstärken auf 30-45 cm.

Mehr als 20 Minuten Versickerungsdauer:

Der anstehende Boden weist keine genügend hohe Durchlässigkeit auf, ein wasserdurchlässiger Belag bringt keinen funktionalen Nutzen. Sickerwasser würde sich aufstauen und am Belag dauerhafte Schäden verursachen. Für eine geeignete Wasserabführung sind andere Maßnahmen vorzusehen: z.B. die Ableitung in eine Rigole.

4. Die Planung für entsiegelte Flächen

Mit Ökosteinen lassen sich Gartenwege, Einfahrten und Abstellplätze gestalten. Im Allgemeinen reichen im Privatbereich Ökosteine mit Dicken von 6 cm bis 8 cm aus. 6 cm werden bevorzugt bei unbefahrenen Gartenwegen, Hauszugängen und Hofeinfahrten, Zufahrten zu Garagen oder Carports für PKW mit einem Gesamtgewicht von max. 2 to. verwendet.

8 cm werden bei stärker belasteten Flächen die von LKW mit einem Gesamtgewicht bis 7,5 to. befahren werden verwendet.

Für Pflasterflächen die mit schweren LKW – sogenannte 40-Tonner - befahren werden, z.B. für die Be- und Entsorgung (Heizöl-, Müllfahrzeugen), sind Ökopflaster in der Regel nicht geeignet.

Die Versickerung von Niederschlagswasser erfolgt bei Ökopflastern zeitverzögert, daher sollte auf ein Mindestgefälle von 1 % nicht verzichtet werden. Dieses ist so einzuplanen, dass es von Fundamenten oder angrenzender Bebauung wegführt. Das Gefälle muss für Tragschicht, Bettung und Belagsoberfläche gleich ausgeführt werden.

Bei Gefälle von mehr als 5 bis 7% nimmt der Oberflächenabfluss so stark zu, dass eine Versickerung nicht mehr stattfindet.

5. Das Auskoffern

Für eine dauerhafte Stabilität und ausreichende Versickerungsfähigkeit ist in erster Linie der ausreichend tragfähige und wasserdurchlässige Unterbau verantwortlich. Mutterboden oder Lehm erfüllen diese Forderung nicht und müssen daher ausgekoffert werden. Die Fläche wird 30 bis 60 cm ausgekoffert und mit einer Rüttelplatte verdichtet.

6. Die Tragschicht

Auf das tragfähige Planum wird je nach Belastung und der Durchlässigkeit des Baugrunds eine 20 bis 45 cm starke Tragschicht aus wasserdurchlässigem Material in abgestufter Körnung 0/32 mm eingebaut. Als ausreichend wasserdurchlässig gilt ein Material wenn es eine Durchlässigkeit von $k_f \geq 5,4 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ aufweist. Dies wird in der Regel erfüllt wenn die Anteile an abschlämmbaren Bestandteilen mit einem Korndurchmesser $\leq 0,063 \text{ mm}$ höchstens 5 % und an Feinteile mit einem Korndurchmesser $\leq 2 \text{ mm}$ höchstens 20% betragen.

Das Material wird in Lagen von etwa 15 cm eingebaut und bis zur Standfestigkeit verdichtet und muss plan eben sein.

7. Die Randeinfassung, die Entwässerungsrinne

Pflasterflächen müssen immer eine Randeinfassung erhalten. Diese verhindert ein seitliches Ausweichen der Steine. Zudem lassen sich die Steine beim Verlegen daran ausrichten.

Im Gartenbereich wird dazu die äußere Steinreihe durch eine Betonschulter eingefasst.

In den stärker belasteten Bereichen werden hierzu Wegefassungen oder Stelen eingebaut. Diese werden auf ein Fundament mit beidseitiger Rückenstütze auf das Planum gesetzt.

Da es mit zunehmendem Gefälle zu einem Oberflächenabfluss kommt, ist der Einbau einer Entwässerungsrinne notwendig. Insbesondere bei Kellerabgängen oder Garagenabfahrten sollte diese eingebaut werden. Die Rinne wird ebenfalls auf ein Fundament mit beidseitiger Rückenstütze auf das Planum gesetzt.

Sowohl niveaugleiche Wegefassungen als auch Entwässerungsrinnen müssen so eingebaut werden, dass ihre Oberkante etwa 5 mm niedriger ist als der verdichtete Pflasterbelag und dass sie dasselbe Gefälle aufweisen wie dieser.

8. Die Pflasterbettung

Die Pflasterbettung muss mit derselben Genauigkeit wie die Pflasterdecke hergestellt werden. Die Dicke der verdichteten Bettung beträgt 3 – 5 cm, ein Verdichtungsmaß nach dem Abrütteln von 5 – 10 mm muss berücksichtigt werden. Ungenauigkeiten der Tragschicht dürfen nicht mit Bettungsmaterial ausgeglichen werden.

Als Bettungsmaterialien eignen sich gewaschene Splitte 1/3 oder 2/5 mm, diese weisen auf Grund ihrer Sieblinie automatisch eine ausreichend hohe Wasserdurchlässigkeit auf.

Die Bettung wird über Lehren mittels Richtlatte abgezogen und darf nach dem Abziehen nicht mehr betreten werden.

9. Die Eingangskontrolle

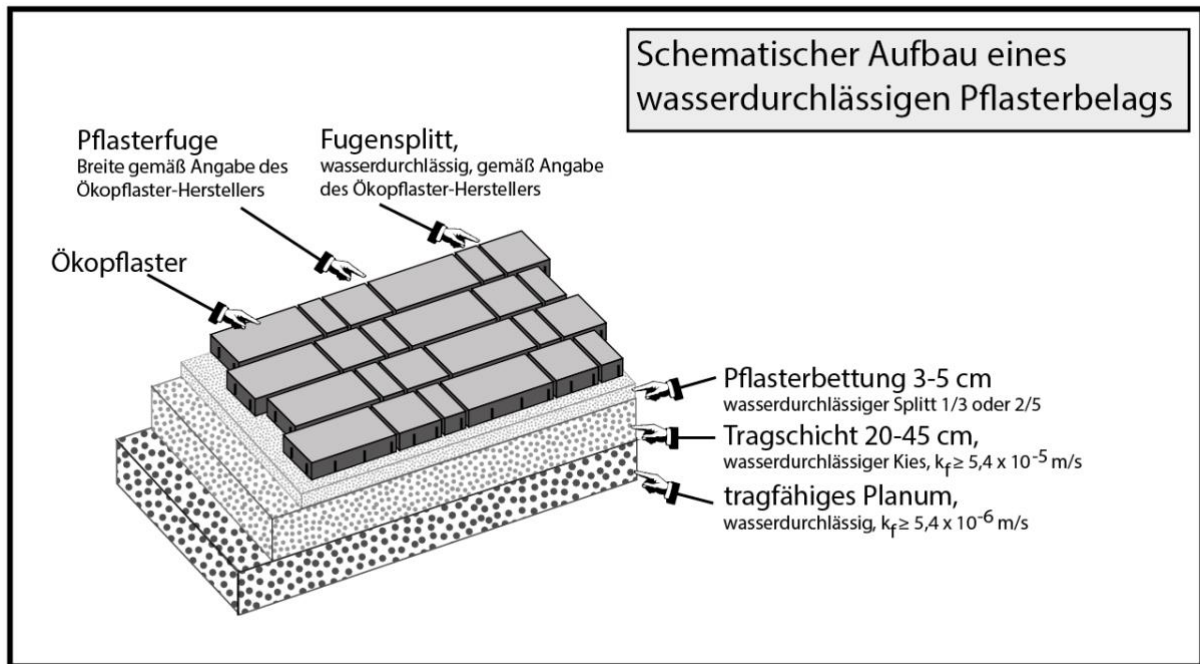
Die angelieferten Pflastersteine sind bei der Anlieferung zu überprüfen: sind es die bestellten Formate und Farben, weisen die Verpackungseinheiten Transportschäden auf, sind offensichtliche Mängel sichtbar hat eine Reklamation unverzüglich zu erfolgen. Keinesfalls dürfen Steine mit erkennbaren Mängeln eingebaut werden. Im Schadensfall werden Aus- und Einbaukosten nicht übernommen wenn keine bauseitige Eingangskontrolle durchgeführt wurde.

10. Die Steinverlegung

Die Pflastersteine werden fluchtgerecht, höhengleich und im vorgegebenen Verlegemuster verlegt. Dabei ist stets von der schon bereits verlegten Fläche „über Kopf“ zu arbeiten. Um unnötige Schneidarbeiten zu vermeiden, wird die erste Steinreihe im rechten Winkel zur Begrenzung angelegt. Während des Verlegens ist der fluchtgerechte Verlauf der Steinreihen mittels Richtlatte oder Schnur zu kontrollieren. Die vom Hersteller vorgeschriebene Mindestfugenbreite ist einzuhalten, diese beträgt je nach Steinsystem 3- 7 mm. Steine dürfen niemals knirsch verlegt werden! Das Fugenmaß ist durch den Verleger herzustellen. Die an den Steinen angebrachten Abstandshilfen sind ein Transportschutz und sollen beim Handling Kantenabplatzungen vermeiden – sie geben nicht die erforderliche Fugenbreite vor!

Wegen der zeitverzögerten Versickerung von Niederschlagswasser ist auch bei Ökopflastern ein Mindestquergefälle einzubauen, es kann auf 1 % reduziert werden.

Zur Vermeidung unerwünschter Farbkonzentrationen sind immer Steine von 3 verschiedenen Paletten gemischt zu verlegen. Vor allem bei nuancierenden, jedoch auch bei einfarbigen und grauen Pflastersteinen wird dadurch eine homogene und natürliche Wirkung der Pflasterfläche erzielt.



11. Der Zuschnitt von Passsteinen

Das Zuschneiden von Passsteinen mit einer Flex oder Nasssäge hat immer abseits des verlegten Belags zu erfolgen. Die gesägten Steine sind direkt nach dem Schneiden mit Wasser abzuspitzen und ggf. mit verdünntem Birkenmeier Kraftreiniger (Verhältnis 10 Teile Wasser, 1 Teil Birkenmeier Kraftreiniger) gereinigt werden. Angetrockneter Sägestaub lässt sich nicht mehr rückstandsfrei entfernen!

Die kürzere Länge des Pass-Steines darf nicht kleiner als die Hälfte der langen Seite des Ausgangssteines sein. Darüber hinaus dürfen Pass-Steine nicht zu spitzwinklig sein. Als Faustregel gilt: Kein Pass-Stein ist kleiner als der halbe Normalstein, kein Winkel beim Pass-Stein ist kleiner als 45° , da sie sich häufig bereits nach kurzer Zeit lockern oder sogar brechen.

12. Die Fugen und die Fugenverfüllung

Nach dem Verlegen und vor dem Abrütteln sind die Fugen mit Splitt 1/3 einzufegen. Nach dem Abrütteln muss gegebenenfalls nochmals nachgefüllt werden. Eine vollständig verfüllte Fuge ist für die Dauerhaftigkeit des Belags zwingend erforderlich.

Um ein möglichst enges Fugenbild bei gleichzeitig ausreichender Durchlässigkeit des Belages zu erhalten, ist auf die Auswahl des Fugenmaterials großen Wert zu legen: je größer die Durchlässigkeit – je enger kann die Fuge ausfallen. Optimal ist eine Durchlässigkeit von $k_f \geq 1,33 \times 10^{-2}$, diese ermöglicht enge Fugen.

Ungewaschene Sande, Quarzsande und Recyclingmaterialien sind ungeeignet und sollten nicht verwendet werden.

13. Das Abrütteln

Vor dem Einsatz eines Rüttlers muss die Pflasterfläche unbedingt sauber und trocken sein. Der Flächenrüttler ist mit einer PVC-Gleitvorrichtung bzw. bei CleanTop-vergüteten Produkten mit einer Top-Slide-Rüttlerschürze zu versehen. Ansonsten entstehen Kratzer.

Für die Steindicke 60 mm eignen sich Flächenrüttler mit einem Betriebsgewicht von ca. 130 kg und einer Zentrifugalkraft von 18 bis 20 kN. Bei 80 mm ein Betriebsgewicht von 170 bis 200 kg und einer Zentrifugalkraft von 20 bis 30 kN.

Langformatige Pflastersteine mit einer Steindicke 60 und 80 mm mit einem Längen-/Breitenverhältnis von größer 2/1 sind mit einem Flächenrüttler mit einem Betriebsgewicht von ca. 130 kg, einer Zentrifugalkraft von 18-20 kN und einer Rüttelfrequenz $> 65 \text{ Hz}$ zu rütteln. Das Abrütteln hat diagonal zum Fugenverlauf der Pflastersteine zu erfolgen.

Ein zu schwerer Rüttler oder ein gewaltsames „Wegrütteln“ von größeren Höhenunterschieden führt zu Beschädigungen der Pflastersteine und zu unterschiedlichen Setzmaßen (Spurrillen).

14. Die Grundreinigung, Erhaltung und Pflege

Nach dem Verlegen weist die Pflasterfläche zumeist vom „Baustellenbetrieb“ Verschmutzungen auf: Abdrücke von verunreinigten Arbeitsschuhen, weißlich-grauer Schimmer in Form von Kalkausblühungen, Reste von Sägeschlamm, Staub vom Fugenfüllmaterial etc. Diese lassen sich zumeist mit Wasser und Besen, eventuell Hochdruckreiniger und geeigneten Reinigungsmitteln im Rahmen der Grundreinigung entfernen.

Im Laufe der Zeit wird der Plattenbelag durch Umwelteinflüsse und individuelle Benutzung verschmutzt: bräunliche Verfärbungen durch Laub, Blüten, verschüttete Getränke, Fett etc. Diese lassen sich durch zeitnahe Reinigung mit Wasser und Besen, eventuell Hochdruckreiniger und geeigneten Reinigungsmitteln im Rahmen der Unterhaltsreinigung entfernen. Viele Verschmutzungen werden durch Sonneneinstrahlung ausgebleicht und verschwinden mit der Zeit „von allein“.

Pflasterflächen ohne CleanTop-Vergütung lassen sich „vor-Ort“ nach einer gründlichen Reinigung mit Versiegelungen wieder „auffrischen“.

Gewusst wie: Hochdruckreiniger, Reinigungs- und Pflegemittel sind in Abhängigkeit von der Art der Verschmutzung und des Pflasterproduktes gezielt einzusetzen. Detaillierte Informationen finden sich in den Anwendungshinweisen der jeweiligen Produkte, diese sind unbedingt zu beachten!

15. Der Winterdienst

Auf Grund des Grundwasserschutzes dürfen wasserdurchlässig befestigte Flächen nicht mit Tausalzen oder anderen chemischen Auftaumitteln behandelt werden. Diese schädigen die angrenzende Bepflanzung und das Grundwasser.

Haufwerkporige Ökosteine sind nicht tausalzbeständig und werden schon nach kurzer Zeit geschädigt.

Zulässig ist die Verwendung von abstumpfenden Granulaten. Bei Einsatz von Splitten ist zu bedenken, dass sie die Betonwerksteinoberfläche zerkratzen können. Empfehlenswert ist die Verwendung von "weichen Granulaten" aus Bims oder Tuff, diese zermahlen sich unter mechanischer Beanspruchung ohne Kratzer zu hinterlassen.

Anmerkung

Diese Hinweise basieren maßgeblich auf Erfahrungswerten und sind größtenteils Stand der Technik. Es wird keinerlei Haftung für Schäden übernommen, die sich auf Anwendung dieser Hinweise gründen. Vollständige, allgemeine Informationen sind enthalten im Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen und den tangierenden Regelwerken. Produktspezifische Informationen in Form von Einbau- und Anwendungsempfehlungen, Wasserdurchlässigkeitsgutachten sowie zahlreiche Verlegemuster zu den Belägen sind einzusehen unter www.birkenmeier.com