

Zeitschrift: Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural

Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF)

Band: 84 (1986)

Heft: 4

Artikel: Rasengittersteine im Güterwegebau

Autor: Hutzli, P.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-233034>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 25.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Rasengittersteine im Güterwegebau

P. Hutzli

Die Kombination von Gras und einer griffigen Befestigung der Fahrspuren mit Rasengittersteinen ist eine mögliche Lösung für den Ausbau einspuriger steiler Wege. Wegen der rauen bewachsenen Oberfläche sind weniger Massnahmen zur gefahrlosen Ableitung des anfallenden Hang- und Strassenwassers notwendig. In höher gelegenen Gebieten der Ostschweiz bewähren sich Rasengittersteine im Güterwegebau bereits seit einigen Jahren. Versuchsstrecken im Kanton Bern haben gezeigt, dass sich Rasengittersteine auch für den Einsatz in Ackerbaugebieten eignen. Der Beitrag berichtet über Erfahrungen beim Bau und Betrieb von Güterwegen mit Rasengittersteinen.

En utilisant du gazon et en consolidant les ornières au moyen de dalles à gazon, l'aménagement de chemins à une voie sur les fortes pentes s'avère moins problématique. La rugosité de la surface herbeuse diminue l'écoulement des eaux de pente et de route, ce qui implique donc moins de mesures de précaution pour assurer une dérivation sans danger.

Dans différentes régions élevées de Suisse occidentale, on a déjà adopté ce système avec succès depuis quelques années. Dans le canton de Berne, plusieurs tests ont démontré que les dalles à gazon sont aussi utilisables dans les régions de culture des champs. Le présent article a pour but de renseigner sur les résultats obtenus dans l'aménagement et l'utilisation des chemins agricoles munis de dalles à gazon.



Abb. 1: Zweijährige Versuchsstrecke in Hermrigen (BE). Trotz teilweisen Erdbalagerungen sind Rasengittersteine auch im Ackerbauggebiet eine zweckmässige Lösung.

1. Einleitung

Die Verwendung von Rasengittersteinen im Güterwegebau ist nicht neu. In der Ostschweiz sind bereits verschiedene Wege mit Fahrspuren aus Rasengittersteinen versehen worden, die sich teilweise seit über zehn Jahren bestens bewähren.

Die dem Verfasser bekannten Strecken weisen folgende Merkmale auf:

- Gebiete mit Dauergrünland / kein Ackerbau
- schwierige Geländebeziehungen
- Lage ≥ 700 m.ü.M.
- Erschliessungswege für ein bis drei Landwirtschaftsbetriebe
- kein Durchgangsverkehr
- Längsgefälle der Wege 8–28 %
- Häufig teilweise oder ganz als Eigenleistung der betroffenen Grundeigentümer erstellt.

Im Kanton Bern ist die Befestigung der Fahrspuren von Güterwegen mit Rasengittersteinen bis jetzt wenig oder überhaupt nicht bekannt. Beim Wegebau der Güterzusammenlegung Hermrigen (7 km südlich von Biel, 480 m.ü.M.) ergab sich 1983 die Gelegenheit, verschiedene Rasengittersteine in einem Ackerbaugbiet einzusetzen. Nach anfänglicher Skepsis der Bauherrschaft gegenüber dieser Ausbauvariante, sind die Reaktionen heute sehr positiv. Dank der Unterstützung durch die Lieferanten war es möglich, vier je hundert Meter lange Versuchsstrecken einzubauen. Auf speziellen Wunsch wurden für Private und die Flurgenossenschaft anschliessend noch drei weitere Strecken mit Spuren aus Rasengittersteinen versehen. Eine ebenfalls 1983 ausgeführte Versuchs-

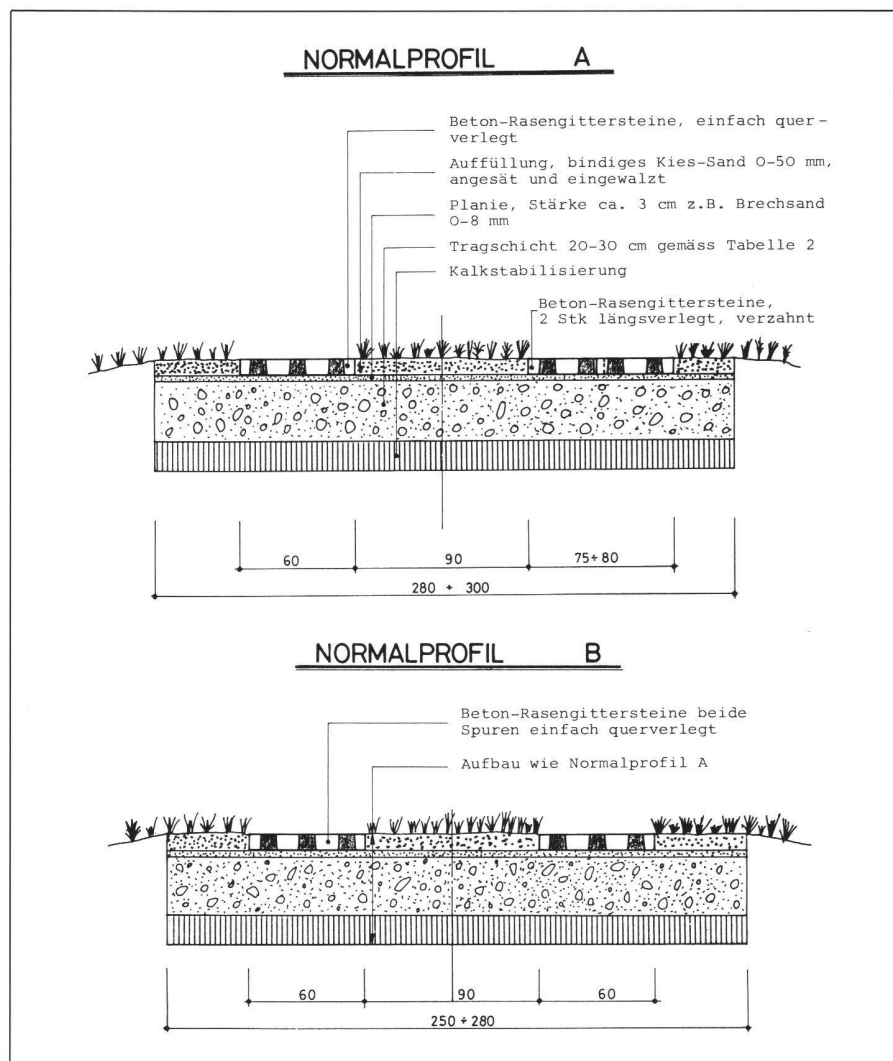


Abb. 2: Normalprofile der Güterwege mit Rasengittersteinen.

Partie rédactionnelle

strecke, liegt im Kiental (Berner Oberland, 1000 m.ü.M.). Ein steiler, schmaler Zufahrtsweg (Gefälle 20–25 %; Breite 2.40 m) mit ausgeprägter Fahrspurenbildung und starker Längserosion wurde dort mit Rasengittersteinen saniert.

2. Allgemeine Überlegungen

Im Wegebau sind hauptsächlich die Naturstrassen und die Belagsstrasse mit gebundener Deckschicht bekannt. Für steile, relativ schwach befahrene, erosionsgefährdete Güterwege vermögen aber manchmal beide Varianten nicht ganz zu befriedigen.

Die Naturstrasse genügt vor allem aus drei Gründen nicht:

- Starke Oberflächenerosion
- Schlechte Bodenhaftung bei grösseren Steigungen
- Talfahrt: bremsen – rutschen

Bergfahrt: anfahren – durchdrehen der Räder

- Ein regelmässiger, arbeitsintensiver Unterhalt ist unumgänglich.

Der bis jetzt meistens auf solchen Strecken eingebaute «Schwarzbelag» weist ebenfalls gewisse Nachteile auf:

- Ein guter, frostsicherer Koffer ist notwendig
- Bei geologisch schwierigen Verhältnissen entstehen oft Schäden durch Setzungen
- Die Verdichtung des Belages ist bei steileren Wegen häufig schlecht
- Weil immer in der gleichen Spur gefahren wird, versprödet der Belag überdurchschnittlich schnell
- Der Wasserabfluss ist beschleunigt. Das führt zu Wasserkonzentrationen mit entsprechend erhöhter Schadenhäufigkeit durch punktweise Entlastung auf die

talseitige Böschung

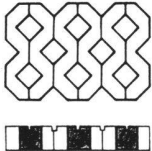
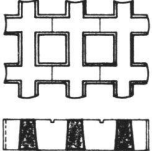
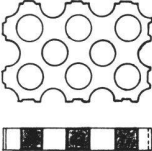
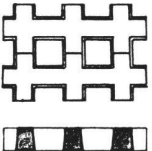
- An schattigen Stellen besteht eine erhöhte Gleitgefahr wegen Laubfall und Glatteisbildung.

Die Betonstrasse wird meistens aus folgenden Gründen nicht in Betracht gezogen:

- Kleine Flächen und kurze Strecken ergeben hohe Kosten pro Laufmeter
- Eignet sich nicht bei ungleichmässiger Tragfähigkeit des Untergrundes
- Ist empfindlich auf Setzungen.

Bei der ganzen Problematik darf der zunehmende Widerstand verschiedener Organisationen gegen Belagsstrassen im Güterwegbau nicht unerwähnt bleiben.

Ein gut verwurzelter Rasen verhindert die Erosion der Oberfläche. Die Kombination von Gras und einer gebundenen, griffigen Befestigung der Fahrspuren ist eine mögliche Lösung für den Ausbau einspuriger steiler Wege.

Hersteller	Bangerter & Cie AG 3250 Lyss	Baubedarf G. Hunziker AG 3232 Ins	CEWAG Düringen 3186 Düringen	Hunziker- Baustoffwerke AG 3000 Bern 21
Produkt (Typ)	ME-BA Rasenstein	Rasengitterstein Neu	Golf-Rasenstein	Rasenstein X 73 (97)
Form				
Abmessungen	cm	60 x 40	59.5 x 39.5	60 x 40
Stärke der verwend. Steine	cm	10	12	8.2
Gewicht pro Stück	kg	35	39	24 (neu 27)
Preis pro Stein 85/86	Fr.	5.95 / 6.20	6.85 / 7.10	5.20 / 5.35
Oberfläche (oben)	m ²	0.144	0.119	0.122
Auflagefläche (unten)	m ²	0.144	0.150	0.122
Lochanteil Total	%	37	oben 49 unten 36	oben 49 unten 33
im Stein	%	27	16	13
am Rand	%	10	33	26
schwächster Betonquerschnitt	cm	4	6	3 (neu 4)
stärkster Betonquerschnitt	cm	5	6	9 (neu 10)
Rohstoffzusammensetzung				
PC		250	400	280
WZ		0.3	0.3	0.4
Kies-Sand Anteile in	%			
rund 8 – 15		26	–	–
gebrochen 6 – 10		–	–	10
rund 4 – 8		22	–	–
gebrochen 3 – 6		–	52	40
0 – 5		–	–	–
0 – 4		–	–	58
0 – 3		7	24	–
rund 0 – 4		45	24	7

Tab. 1: Eingebaute Rasengittersteine

Wie erwähnt, haben sich Rasengittersteine im Güterwegbau bereits an einigen Orten bewährt. Bis jetzt fehlt aber leider zum grössten Teil die Auswertung der gemachten Erfahrungen. Die gebauten Versuchsstrecken haben geholfen, einige Fragen zu beantworten, neue sind aber gleichzeitig aufgetaucht.

Abbildung 2

3. Verwendete Rasengittersteine

Vier Hersteller von Betonwaren stellten ihre Rasengittersteine für eine Versuchsstrecke zur Verfügung. Alle verwendeten Fabrikate sind maschinell hergestellt (vibriert und gepresst).

4. Bau der Versuchsstrecken

4.1. Untergrund

Die Bodenuntersuchungen haben ergeben, dass der Untergrund bei den Versuchsstrecken in Hermrigen aus tonigen Silten (USCS: CL-ML) besteht. Die mit dem Handpenetrometer gemessenen Tragfähigkeiten liegen im Mittel zwischen 1–2 % CBR.

4.2 Tragschicht

Durch die immer restriktiveren Ausbeutungsbewilligungen wird die Verwendung von Kies-Sand I als Koffermaterial zunehmend kostspieliger und auch fragwürdiger, da dieses Material als Rohstoff für weitere Bauprodukte unbedingt benötigt wird. Als Ersatz hat sich gebrochenes Kies im Strassenbau bewährt. Je nach Standort der Baustelle ist dieses Material aber auch nicht günstiger, weil relativ hohe Transportkosten anfallen.

Häufig ist jedoch bindiger Kies in nächster Nähe erhältlich. Für den Bau der Versuchsstrecken in Hermrigen wurde unter anderem Altwegmaterial verwendet. Dieses Ma-

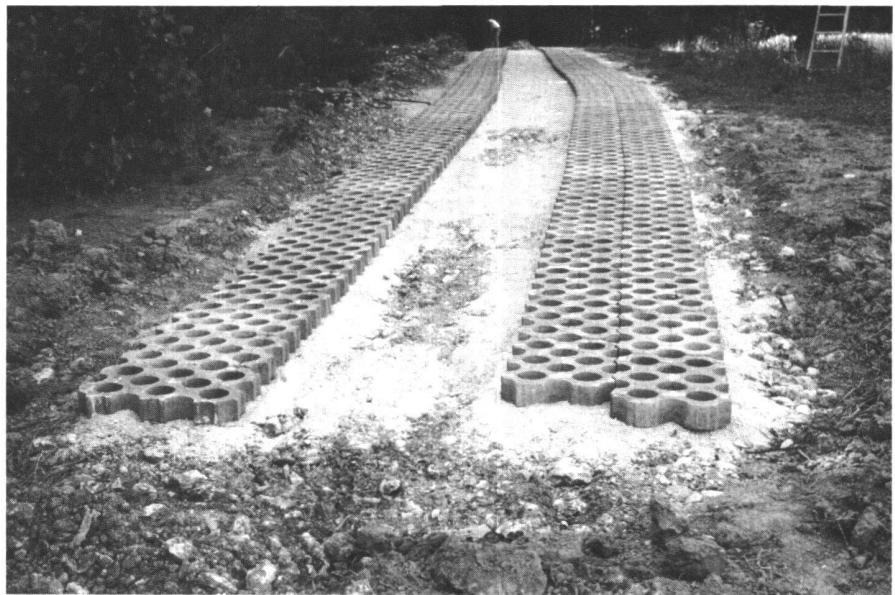


Abb. 4: Eine gute Planie erleichtert die Arbeit beim Verlegen der Rasengittersteine.

terial stammt aus dem Aushub von wegfallenden Wegen, welche teilweise über Jahrzehnte durch regelmässiges «Aufkiesen» entstanden sind. Der Erdanteil variiert stark und beträgt ca. 10–25 %. Die Korndurchmesser des Kiesanteils liegen zur Hauptsache zwischen 0–80 mm.

Abbildung 3

4.3. Vertikalaufbau

Die Erhöhung der Tragfähigkeit einer Strasse durch Rasengittersteine ist mangels Messungen nicht in einem Tragfähigkeitskoeffizienten (d-Wert) ausdrückbar. Aus diesem Grund ist in Tabelle 2 jeweils nur der Stärkeindex des Oberbaues ohne Deckschicht angegeben. Der Preis (Stand 85) für den Bau der Übergangs- und Tragschicht liegt pro Laufmeter Weg zwischen Fr. 18.– und 51.–. Die Deckschicht bestehend aus zwei Spuren mit einfach querver-

legten Rasengittersteinen (siehe Normalprofil B, Abb. 2) kostet inklusive Ansäen und Auffüllen der Zwischenräume Fr. 52.– pro lm.

5. Beurteilung

Erfolgreiche Ergebnisse

Die Versuchsstrecken haben in den ersten zwei Jahren die positiven Erwartungen erfüllt. Obschon nach so kurzer Zeit kein abschliessendes Urteil gefällt werden darf, scheinen sich Rasengittersteine als Fahrspurenbefestigung im Ackerbaubereich ebenfalls zu bewähren. Auch bei der

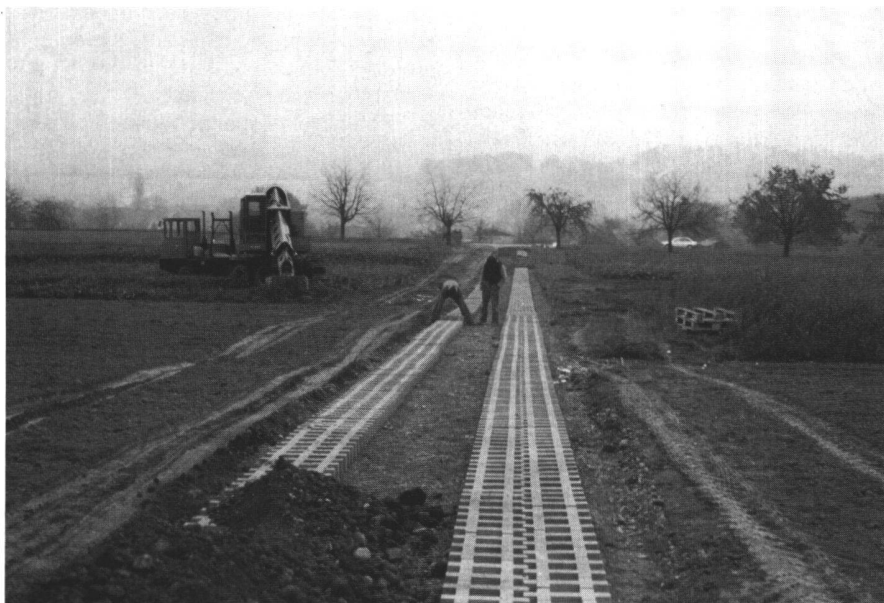


Abb. 3: Als Koffermaterial sowie zum Füllen des Mittelstreifens und der Bankette kann erdig-kiesiges Material aus alten wegfallenden Wegen benützt werden.

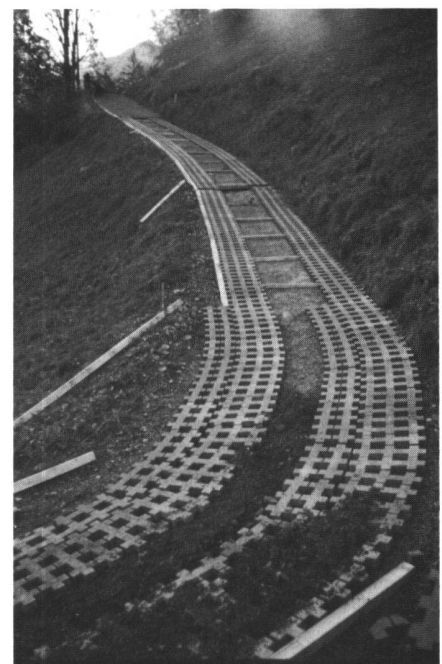
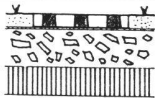
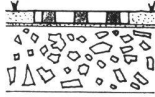
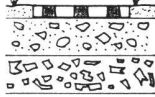
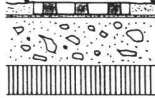
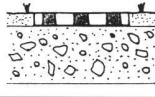
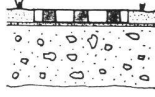


Abb. 5: Sanierung eines 2.4 m breiten Zufahrtsweges im Kiental (BE). Wegen dem fehlenden Bankett hält ein Kantholz die äussere Fahrspur, bis die Grasnarbe genügend kräftig ist, um diese Funktion zu übernehmen.

	Vertikalaufbau	SN	Preis (85)/M'		Bemerkungen
Var.	DS mit zwei Fahrspuren aus je einem querverlegten RG, gemäss NP B	Stärkeindex nach AASHO	ohne DS	NP B	RG = Rasengitterstein DS = Deckschicht NP = Normalprofil
I	 RG auf Brechsand 0–8 mm 20 cm Kies I gebrochen 15 cm Kalkstabilisation	— ? 2.8 2.2 5.0	40.–	92.–	Nach Einbau der Tragschicht 2 Monate Wartefrist bis zum Verlegen der RG
II	 RG auf Brechsand 0–8 mm 35 cm Kies I gebrochen (Var. II b nur 20 cm)	— 4.9 (3.5)	51.– (38.–)	103.– (90.–)	Auf Grund der Erfahrungen von 1983 wurde 1984 Var. II b eingebaut. Wartefrist wie Var. I
III	 Rasengitterstein 20 cm Altwegmaterial 20 m Kies I gebrochen	— ? 1.4 2.8 4.2	40.–	92.–	Bau Nov. 83, starkes Befahren erst Frühjahr 84. Verfüllen der RG mit erdigem Abdeckmaterial einer Kiesgrube
IV	 RG auf Brechsand 0–8 mm 25 cm Altwegmaterial 15 cm Kalkstabilisation	— ? 1.8 2.3 4.1	27.–	79.–	Nach Einbau der Tragschicht 2 Monate Wartefrist bis zum Verlegen der RG. Optimalste Variante
V	 Rasengitterstein 30 cm Altwegmaterial	2.1	18.–	70.–	Hofzufahrt, Einbau Tragschicht und RG gleichzeitig sofort befahren, 3/4 der RG in der Mitte gebrochen
VI	 Rasengitterstein 4 cm Planie 0–20 mm bestehende Tragschicht ca. 10jährig		16.–*	84.–**	Sanierung eines Zufahrtsweges * inkl. Aufreissen und Ausplanieren ** kleines Objekt. Deckschicht Fr. 68.–/m ³ Füllmaterial 0–20 mm, hohe Transportkosten

Tab. 2: Unterschiedlicher Vertikalaufbau bei den Versuchsstrecken

Sanierung von steilen, stark erodierten Abschnitten landwirtschaftlicher Zufahrtswege ist der Einsatz von Rasengittersteinen eine wirtschaftliche und unterhaltsarme Lösung.

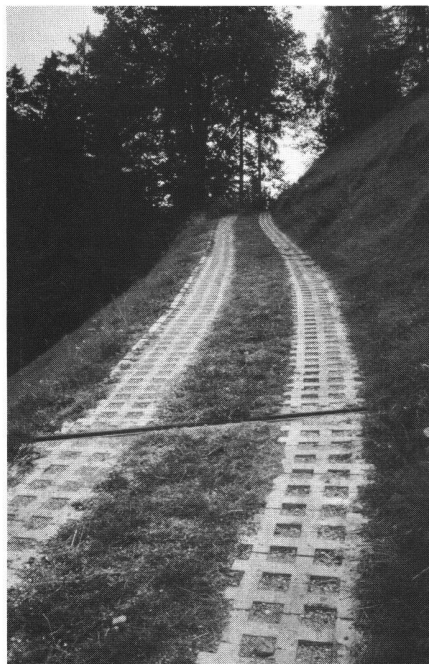


Abb. 6: Zufahrtsweg im Kiental: zwei Jahre nach der Sanierung mit Rasengittersteinen. Max. Steigung 25%. Die einbetonierte Querrinne bewährt sich gut.

Unterschiedliche Rasengittersteine

Alle vier getesteten Rasengittersteintypen sind für die Verwendung im Güterwegebau tauglich. Es erwies sich jedoch, dass bei setzungsempfindlichem Untergrund oder relativ schwacher Tragschicht, Steine mit unterschiedlich breiten Betonquerschnitten eher brechen. Wie die Erfahrung in der Ostschweiz zeigt, beeinträchtigen aber gerissene Steine die Funktionstüchtigkeit der Fahrspuren nicht, solange das Material, in das die Fahrspuren eingebettet sind, genügend fest bleibt und gut bewachsen ist.

Rasengittersteine sind im Güterwegebau erheblichen Beanspruchungen ausgesetzt und haben ganz andere Kriterien zu erfüllen als beim grossflächigen Einsatz auf Parkplätzen, wo aus ästhetischen und gestaltungstechnischen Gründen vor allem eine gleichmässige Begrünung gewünscht wird. Für steile Güterwege eignen sich vor allem robuste, nicht zu feingliedrige Rasengittersteine wegen ihrer Griffigkeit, der guten Verzahnung mit der Tragschicht und der Kombinationsmöglichkeit mit dem Graswuchs zwischen und neben den Fahrspuren. Die Begrünung des Mittelstreifens und der Wegbankette bietet Schutz vor Schwemmschäden. Die Wurzelarmierung hilft die Gittersteine in ihrer Position festzuhalten. Mit dem Wurzelzuwachs scheint ebenfalls eine Zunahme der Tragfähigkeit des Weges verbunden zu sein. In den Fahrspuren selber ist ein allzu üppiges Pflan-

zenwachstum gar nicht erwünscht, da dort keine Erosionsgefahr besteht.

Zweitklassiges Koffermaterial genügt

Zusammen mit einer Untergrundstabilisierung erwies sich die Tragschicht aus zweitklassigem Material allen teureren Varianten überlegen oder mindestens ebenbürtig. Im übrigen sind alle getesteten Oberbauvarianten brauchbar. Falls aber bei einem Neubau minimale Kofferstärken oder zweitklassiges Material eingebaut werden, helfen die folgenden Massnahmen ein gutes Endergebnis zu erreichen:

- Einhalten einer mehrmonatigen Wartezeit nach dem Einbringen des Koffers bis zum Verlegen der Rasengittersteine
- Sperren der Strasse bis das eingesäte Gras genügend kräftig ist, d.h. nach ca. zweimaligem Mähen
- Befahren mit schweren Lasten erst nach ca. eineinhalb Jahren.

Kleiner Aufwand für die Wegentwässerung

Im Vergleich zu den anderen im Wegebau üblichen Deckschichten sind bedeutend weniger Vorkehrungen zum Fassen und gefahrlosen Ableiten des Oberflächenwassers notwendig. Auf der rauen und bewachsenen Oberfläche erfolgt der Wasserabfluss viel langsamer. Es entstehen dabei weit weniger grosse und schädliche Wasserkonzentrationen. Je nach Lage und Weggefälle kann jedoch nicht vollständig

auf Querrinnen und Einlaufschächte verzichtet werden.

In Gebieten mit diffusen, oft wechselnden Wasseraufstößen, die trotz Drainage nicht alle gefasst werden konnten, haben sich die Rasengittersteine ohne spezielle Schäden ebenfalls bestens bewährt.

Kostengünstiger Unterhalt

Sobald ein guter Grasbewuchs erreicht ist, darf die Deckschicht mit Spuren aus Rasengittersteinen als äusserst robust und langlebig bezeichnet werden. Der Unterhalt beschränkt sich auf folgende Arbeiten:

- Grasmähen
- Im Ackerbaugelände müssen die Steine von abgelagerter Erde gereinigt werden (wie die anderen Wege auch)
- Auf sehr wenig befahrenen Strecken sind die überwachsenen Steine freizulegen.

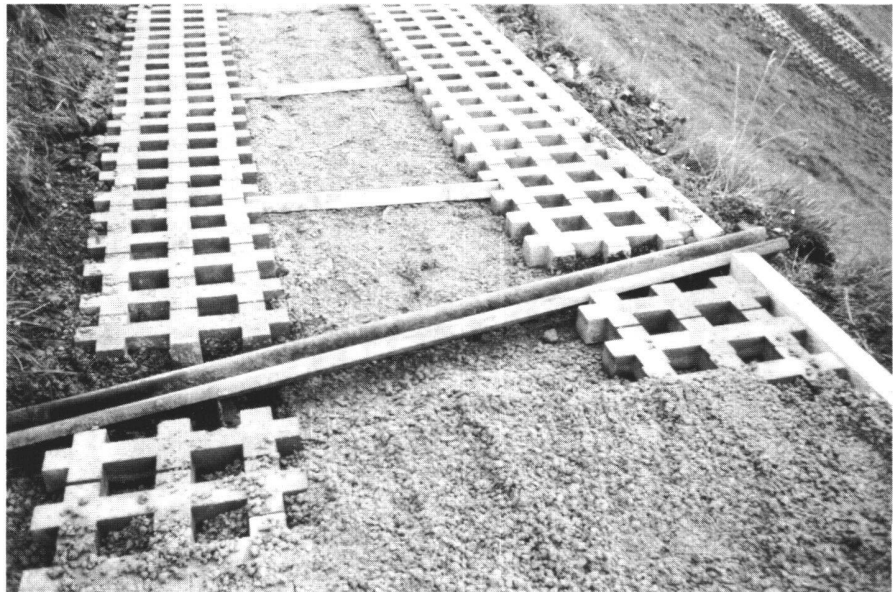


Abb. 7: Notwendige Querrinnen können problemlos vor dem Auffüllen verlegt werden.

6. Erfahrungen

Neben der positiven Gesamtbilanz haben sich bei den Versuchsstrecken auch gewisse Problemtendenzen gezeigt.

Aufwendige Handarbeit beim Bau

Das Verlegen der langen aber schmalen Fahrspuren aus Rasengittersteinen ist reine Handarbeit, die entsprechende Kosten verursacht. Wegen den schweren Steinen (ca. 30 kg pro Stk) wird diese Tätigkeit nicht sehr geschätzt. Eine sinnvolle maschinelle Einrichtung wäre von Nutzen. Die Auffüllung des Mittelstreifens und der Bankette ist unbedingt mit einer schmalen Walze zu verdichten. Die Ansaat vor dem Walzen hat sich bewährt. Als Füllmaterial eignet sich gut erdig-bindiger, nicht zu grober Kiessand mit Korngrößen zwischen 0–50 mm. Normalerweise erübrigt sich in diesem Fall ein zusätzliches Humu-

sieren der Oberfläche. Weniger geeignet ist frisch gebrochener Kies, da er steril ist und meistens viel zu wenig Feinanteile besitzt. Bis sich eine feste und gleichmässige Grasnarbe gebildet hat, können Jahre vergehen. Falls kein anderes Material vorhanden ist, sollte die Auffüllung unbedingt gut humusiert werden.

Langsame Entwicklung der Festigkeit

Die Wirkungsweise der Wege mit Rasengittersteinen beruht auf der Kombination von Hart- und Grünverbau. Der vorbehaltlose Gebrauchszustand ist erst ca. ein bis zwei Jahre nach Abschluss der Bauarbeiten erreicht. Die ersten sechs Monate müssen sogar als kritische Zeit bezeichnet werden. Solange braucht es nämlich bis:

- zwischen der Tragschicht, den Rasen-

gittersteinen und der Auffüllung ein guter Verbund entstanden ist

- die Rasengittersteine durch Niederschläge gut eingeschwemmt worden sind
- der Weg sich konsolidiert hat und allfällige Setzungen abgeklungen sind
- der Grünverbau langsam zum Tragen kommt. Der Schutz der Oberfläche vor Erosionsschäden nimmt dann schnell zu. Vor allem im Wurzelbereich wird aber die volle Wirksamkeit erst nach ein paar Jahren erreicht.

Die Ursache für gebrochene Rasengittersteine beruht zu über 95 % auf unvorsichtigem Befahren und Fahrten mit schweren Lasten während dem ersten Jahr. Unter der Voraussetzung eines regelmässigen Graswuchses, verursachen schwere Fahrzeuge nach zwei Jahren keine Schäden mehr. Die Graswurzeln leisten einen nicht zu unterschätzenden Beitrag an die Zunahme der Widerstandsfähigkeit des Weges. Um für die Pflanzen möglichst gute Entwicklungsbedingungen zu schaffen, wäre eine Sperrung des Weges während den ersten sechs Monaten ideal, ist aber meistens nicht durchführbar.

Selten befahrene Spuren überwachsen

Das Gras überwächst (deckt) die Rasengittersteine relativ schnell auf flacheren, ganz wenig befahrenen Strecken. Bei Wegen mit dem gleichen Gefälle, die jedoch häufig befahren werden, ist dies nicht zu beobachten. Als Ursache für diese Feststellungen können die folgenden Gründe angegeben werden:

- Wird wenig gefahren, bleibt das von den Niederschlägen zugespülte Material liegen. Es bietet gute Bedingungen für das Pflanzenwachstum
- Häufiges Befahren «reinigt» die Rasengittersteinspuren von abgelagertem



Abb. 8: Das Verlegen der langen schmalen Fahrspuren erfolgt von Hand. Eine schwere Arbeit, die nicht sehr beliebt ist.

Material und stört zudem die Entwicklung von Pflanzen auf der Betonoberfläche.

Steilere, oft befahrene Wegabschnitte weisen eine gute Selbstreinigung auf. Da sich wenig Schwemmmaterial ablagert, ergeben sich entsprechend karge Bedingungen für den Graswuchs. Der Abrieb durch das regelmässige Befahren hilft ebenfalls, das Überwachsen der Rasengittersteine zu verhindern.

Pflanzen mit oberirdischen Ausläufern eignen sich schlecht zur Begrünung, da sie die Steine überwachsen. Es empfiehlt sich, zur Ansaat mehrjährige Grasmischungen ohne Klee zu verwenden.

7. Empfehlungen

Rasengittersteine eignen sich für den Neubau und die Sanierung von Güterwegen mit mehr als 6% Steigung. In den folgenden Fällen sollte ein Ausbau mit Rasengittersteinen in Betracht gezogen werden:

- Strecken bis ca. 28% Gefälle mit Erosionsproblemen
- Wege mit hauptsächlich landwirtschaftlichem Verkehr
- Stichstrassen
- Hofzufahrten
- Wegabschnitte entlang von schattigen und feuchten Waldrändern
- Verwendung von nicht frostsicherem Koffermaterial.

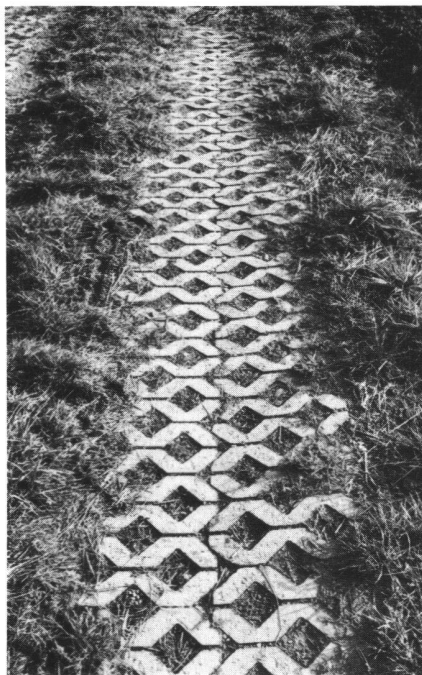


Abb. 9: Häufiges Befahren reinigt die Fahrspur und verhindert das Überwachsen der Steine.

Für den Bau empfiehlt es sich, die folgenden Punkte zu beachten:

- Robuste Rasengittersteine verwenden, d.h. Steine mit flacher Oberfläche und möglichst gleichmässigen Betonquerschnitten. Gewellte und un-

gleichmässige Steine weisen viele potentielle Bruchstellen auf

- Die Löcher der Rasengittersteine nur mit «magerem» Material füllen und nie humusieren
- Zum Auffüllen des Mittelstreifens und der Bankette ist bindiges Kies-Sand zu verwenden. Das optimale Grösstkorn liegt bei 20–50 mm, sollte jedoch immer kleiner sein, als der halbe Durchmesser des Loches im verwendeten Rasengitterstein
- Gleichzeitig mit dem Verfüllen der Steine angesäte Strecken weisen die erfolgreichste Begrünung auf. Die Jahreszeit spielt keine Rolle. Eine Schlagsaat keimt bei der nächsten besten Gelegenheit.

Es ist zweckmässig:

- In Kurven die Spuren zu verbreitern
- Vor dem Übergang auf eine andere Deckschicht mindestens eine einfache Querrinne einzubauen
- Im Bereich von Einmündungen die ganze Wegbreite und die Einlenker mit Rasengittersteinen oder einem Schwarzbelag zu versehen.

Bis sich die Begrünung gut entwickelt hat, sollten die Wege mit Rasengittersteinen nicht während oder unmittelbar nach starken Regenfällen befahren werden.

Adresse des Verfassers:

Peter Hutzli, Dipl. Kulturing. ETH
Ing.- und Vermessungsbüro B. Kauter
Egliweg 6, CH-2560 Nidau

Projekt «Uster» – ein Beispiel moderner photogrammetrischer Punktbestimmung

A. Grün

Anhand eines Beispiels aus der Praxis, dem Testprojekt «Uster», wird das Leistungsvermögen moderner photogrammetrischer Verfahren zur Punktbestimmung nachgewiesen. Unter Verwendung von 60% Längs- und Querüberdeckung lieferte die Blockausgleichung nach der Bündelmethode mit Selbstkalibrierung eine Koordinatengenauigkeit – berechnet aus terrestrischen Kontrollpunkten – von $\mu_{x,y} = 2.0 \mu\text{m}$ für die Lage und $\mu_z = 3.6 \mu\text{m}$ für die Höhe. Bei einem verwendeten Bildmassstab von 1:10 000 entspricht dies 2.0 cm bzw. 3.6 cm am Boden.

Diese erreichten Genauigkeiten beweisen einmal mehr, dass der Einsatz der Photogrammetrie für Punktbestimmungsmassnahmen im Rahmen von Netzverdichtung 4. Ordnung in schwierigem Gelände, Polygonierung und Parzellarvermessung jeweils ernsthaft geprüft werden sollte. Als integriertes Vermessungsverfahren weist die Photogrammetrie grundsätzlich und insbesondere bei grossen Punktmengen erhebliche operationelle und somit wirtschaftliche Vorzüge auf.

Der vorliegende Artikel schildert Hintergrund, Ablauf und Ergebnisse dieses Testprojekts. Durchgeführt unter weitgehend praxisgerechten Bedingungen, kann dieses Projekt somit dem Praktiker als Leitfaden für eigene Vorhaben ähnlicher Art dienen.

Par un exemple de pratique, le projet de test «Uster», la puissance de méthodes photogrammétriques modernes pour la détermination de points est démontré. En utilisant un recouvrement longitudinal et latéral de 60%, la compensation de bloc par

1. Einführung

Photogrammetrische Methoden zur Punktbestimmung haben heute einen Leistungsstand erreicht, welcher, bei gerechter Abwägung wirtschaftlicher und genauigkeitsbezogener Aspekte, diesen Verfahren neue Anwendungsgebiete erschliesst und traditionelle Aufgaben effizienter zu bearbeiten gestattet. Als indirekte Vermessungsmethode kann die Photogrammetrie immer dort ihr volles Potential entfalten, wo grosse Datenmengen zu bewältigen sind. Somit ist es nur folgerichtig, dass der bemerkenswerte Fortschritt der modernen Analytischen Photogrammetrie eng mit der rasanten Entwicklung der Computertechnologie zusammenhängt. Inzwischen stehen neben ausgereiften, hochgradig verfeinerten Schätzmodellen zur photogrammetrischen Punktbestimmung, wie etwa die Bündelmethode mit Selbstkalibrierung, auch die entsprechenden operationellen Computerprogramme zur Verfügung. Einer erfolgreichen Anwendung dieser modernen Verfahren in der Praxis sollte somit nichts mehr im Wege stehen.

Institut für Geodäsie und Photogrammetrie
ETH-Hönggerberg, CH-8093 Zürich
Separata Nr. 96