Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 110 (1992)
Heft: 47

Artikel: Recycling-Materialien im Strassenbau
Autor: Hirt, Richard
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-77991

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: 09.12.2025

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

Recycling-Materialien im Strassenbau

Bedeutung

Abfallstoffe, Baurestmassen und industrielle Nebenprodukte fanden wegen scheinbar grosser Kiesreserven, hinreichender finanzieller Mittel und fehlender integraler Bewirtschaftung der Abfälle lange Zeit keine grosse Beachtung in der Bauwirtschaft. Die Eignung von Recycling-Materialien als Kiesersatz geriet erst in neuerer Zeit, aus Gründen der Umweltschutzgesetzgebung sowie der Ressourcen- und Deponieraumökonomie vermehrt in die politische, technische und wirtschaftliche Diskussion. Für den Erd- und Strassenbau von Bedeutung sind die granulierten, kiesähnlichen Materialien, wie sie aus Baurestmassen und aus den Schlacken von Kehrichtverbrennungsanlagen und Eisenwerken aufbereitet werden können.

VON RICHARD HIRT, ZÜRICH

Mit folgenden in der Schweiz anfallenden Materialien wurden umfangreiche Labor- und Felduntersuchungen ausgeführt:

☐ *Asphalt-Recycling* – Material aus bituminösen Belägen: Aufbruch- und Fräsmaterial, kalt eingebaut (Asphalt-Kaltrecycling)

☐ *Beton-Recycling* – Material aus Betonabbruch:

☐ *Mischabbruch-Recycling* – Material aus Mischabbruch: Gemisch aus Beton, Backsteinen, Kalksandsteinen, Steingut, Natursteinen usw.

☐ *Kehrichtschlacke* – Schlacke aus den Kehrichtverbrennungsanlagen

☐ *Stahlwerkschlacke* – Schlacke aus Elektro-Lichtbogenöfen der Stahlwerke.

Es wird geschätzt, dass längerfristig pro Kopf der Bevölkerung mit einer Menge von etwa 0,5 Kubikmeter Recycling-Material jährlich zu rechnen ist, wobei das grösste Mengenpotential bei den Baurestmassen liegt. Diese Zahlen bedeuten, dass etwa 10% der Kiesmenge durch Recycling-Material substituiert werden könnten.

In der Schweiz befassen sich verschiedene Unternehmer seit geraumer Zeit mit dem Baustoff-Recycling. Sie sind mit den notwendigen Maschinen ausgerüstet und bieten Recycling-Materialien als Kiesersatz an. Die Begeisterung für diese sekundären Rohstoffe und auch die Nachfrage halten sich aber in Grenzen. Gründe dafür sind die spärlichen technischen Informationen, fehlende Richtlinien für die Anwendung und ungenügende Kostenvorteile gegenüber konventionellen Baustoffen.

Baustoff	a -Wert nach AASHTO
Kiese	
Kies I rund	0.11
Kies II	0.07
Kies gebrochen	0.14
Recycling-Baustoffe	
Kehrichtschlacke	0.10
Stahlwerkschlacke	0.11
Asphalt-Recycling	0.11
Mischabbruch-Recycling	0.14
Beton-Recycling	0.17
Recycling-Zementstabi	0.25 - 0.30

Tabelle 1. a-Werte von Kies und Recycling-Baustoffen

Aufbereitung

Granulierte Materialien, die im Strassenbau zur Anwendung kommen, müssen Minimalanforderungen an die Verdichtbarkeit, Festigkeit, Tragfähigkeit, Wasser- und Froststabilität erfüllen. Bei den Recycling-Materialien ist in allen Fällen eine Aufbereitung erforderlich. Ziel dieser Aufbereitung ist die Erzeugung einer guten Kornabstufung, die Begrenzung des Grösstkorns, die Eliminierung wasser- und frostempfindlicher Feinanteile sowie gegebenenfalls die Aussortierung unerwünschter Bestandteile (Metalle, Holz usw.). Die entsprechende Aufbereitungstechnik ist gut bekannt. Die Maschinenhersteller bieten stationäre und mobile Aufbereitungsanlagen an, die je nach Ausgangsmaterial aus einer Kombination von Sieb-, Brech-, Sortier- und Förderelementen bestehen.

Bodenmechanische Eigenschaften

Die Eigenschaften der Recycling-Materialien werden zweckmässigerweise mit den Anforderungen verglichen, die an die konventionellen Baustoffe gestellt werden; im vorliegenden Fall mit den Qualitätsvorschriften für Kiessande (SN Norm 670 120 b). Darin sind die folgenden Materialeigenschaften verbindlich festgelegt:

- Korngrössenverteilung
- Verdichtbarkeit
- Festigkeit, Stabilität.

Die Kornverteilung der meist grobblockigen Ausgangsmaterialien kann durch Aufbereitungsmassnahmen (Sieben, Brechen, Waschen) grundsätzlich beliebig verändert werden. Für die Aufbereitung der Recycling-Materialien genügen relativ einfache Kombinationen von Förderelementen, Sieben und Brechern. Dadurch lassen sich parabolische Kornverteilungskurven erreichen, die ausnahmslos den Anforderungen von Kiessand II, teilweise sogar von Kiessand I entsprechen.

Die Festigkeit granulierter Materialien wird in der Bodenmechanik mit dem CBR-Versuch (CBR: California Bearing Ratio) bestimmt. Die gemessene Festigkeit wird mit dem Standardmaterial, einem hochwertigen, gebrochenen Kies (= 100%) verglichen und in Prozent angegeben. Diese Festigkeit sollte nach den Normen für gebrochene Kiesmaterialien über 80% liegen und durch Wasserlagerung bzw. durch einen Frost-Auftauzyklus nicht wesentlich reduziert werden. Die bodenmechanischen Versuche zeigen, dass alle untersuchten Recycling-Materialien die geforderten Minimalwerte für Kiessand gut erreichen, zum Teil sogar weit übertreffen.

Aufgrund der Kornverteilung, der Festigkeitswerte sowie der Wasser- und Froststabilität sind die Recycling-Materialien bezüglich dieser Merkmale mit einem Kies der Qualitätsklasse I vergleichbar.

Tragfähigkeitseigenschaften

Das Tragfähigkeitspotential der verschiedenen Strassenbaustoffe wird durch den sogenannten Tragfähigkeits-

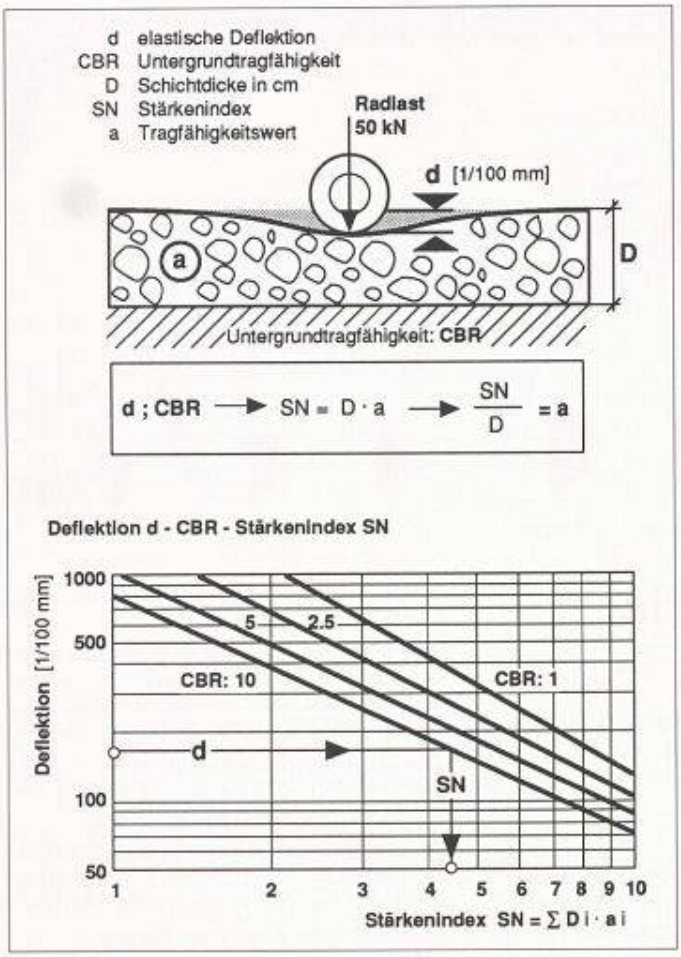

Bild 1. Berechnung des Tragfähigkeitswertes (a-Wert)

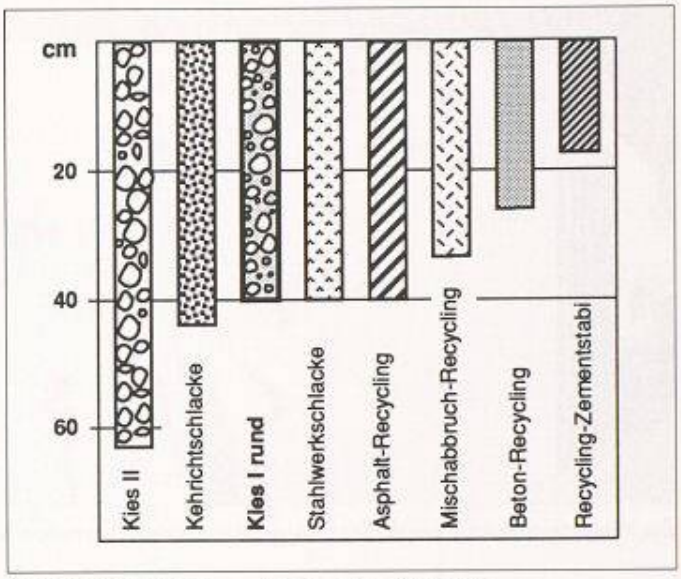

Bild 2. Schichtdicken gleicher Tragfähigkeit

wert (a-Wert) angegeben. Er drückt die relative Tragfähigkeit eines Materials pro 1 cm Schichtdicke aus. Auf diesem Konzept basieren die Normen für die Dimensionierung des Strassenoberbaus (SN Norm 640 322). Für die konventionellen Materialien sind diese Werte bekannt. Damit die Schichten aus Recycling-Materialien strukturell richtig bemessen werden können, ist die Kenntnis ihrer Tragfähigkeitswerte unerlässlich.

Die dazu entwickelte Versuchstechnik ist in Bild 1 dargestellt. Die Bestimmung der Tragfähigkeitswerte erfolgt in grossmassstäblichen Feldversuchen. Bei bekannter Untergrundtragfähigkeit (CBR-Wert) kann von der elastischen Durchbiegung (Deflektion d) unter der normierten 50 kN-Radlast mit einer empirischen Beziehung auf die strukturelle Tragfähigkeit des Gesamtaufbaus (SN) geschlossen werden. Bei vorgegebener Schichtdicke (D) lässt sich dann die relative Tragfähigkeit des geprüften Materials pro 1 Zentimeter Schichtdicke, d.h. der a-Wert, bestimmen.

Die aus umfangreichen Versuchen ermittelten Tragfähigkeitswerte sind in der Tabelle 1, zusammen mit den konventionellen Kiessanden dargestellt. Die Tragfähigkeitswerte der Schlacken und von Asphalt-Recycling liegen im Bereich von Rundkies der Qualitätsklasse I, Mischabbruch- und Beton-Recycling sogar im Bereich von gebrochenem Kiessand I. Bei zusätzlicher Stabilisierung mit Zement wird die Tragwirkung der Materialien etwa verdoppelt. Die Tragfähigkeit der Recycling-Materialien im Vergleich mit Kiessanden kommt sehr schön zum Ausdruck, wenn Schichtdicken gleicher Tragfähigkeit, z.B. mit 40 cm Kies I als Bezugsgrösse, miteinander verglichen werden (Bild 2).

Ausblick

Recycling-Materialien verschiedenster Provenienz sind bei zweckmässiger Aufbereitung als Kiesersatz im Strassenbau gut geeignet. Die bautechnischen Eigenschaften sind weitgehend bekannt. Ihre Umweltverträglichkeit ist, mit Ausnahme der Kehrichtschlacke, noch nicht hinreichend geklärt. Nach dem heutigen Wissensstand sind Beton- und Asphalt-Recycling (ohne teerstämmige Bindemittel) als weitgehend problemlos anzusehen. Mischabbruch kann je nach Herkunft ein Schadstoffpotential aus der Bauchemie enthalten. Mit einer Vorabscheidung der Feinanteile lassen sich diese Schadstoffe weitgehend eliminieren.

Zur Festlegung der Umweltverträglichkeit sollten von seiten des Gewässerschutzes problemgerechte Prüfverfahren und Anforderungen formuliert werden, die sowohl die Reinhaltung des Wassers garantieren als auch die Möglichkeiten für ein ökonomisches Recycling offenhalten.

Die Produkteakzeptanz ist bei öffentlichen und privaten Bauträgern noch gering. Die für die Normierung zuständigen Fachgremien wären hier dringend gefordert, entsprechende Empfehlungen auszuarbeiten. Der *Regierungsrat des Kantons Graubünden* hat in dieser Sache Pionierarbeit geleistet. Durch die Festsetzung verbindlicher Richtlinien für die Verwendung von Recycling-Materialien und durch die Anweisung an die kantonalen Amtsstellen, bei öffentlichen Bauvorhaben die Variante Recycling-Material vorzusehen, wurde ein günstiges Umfeld für den Markt mit Sekundärrohstoffen geschaffen. Letztlich wird aber der ökonomische Aspekt darüber entscheiden, ob Recycling-Materialien verwendet werden. Eine attraktive Preisgestaltung könnte zu Lasten der Verursacher der Abfälle über die Höhe der Entsorgungs- bzw. Deponiegebühren gefunden werden.

Adresse des Verfassers: *Prof. Dr. R. Hirt*, Professur für forstliches Ingenieurwesen, ETH-Z, 8092 Zürich.