Zeitschrift: Cementbulletin
Herausgeber: Technische Forschung und Beratung für Zement und Beton (TFB AG)
Band: 63 (1995)
Heft: 2

Artikel: Recycling von Bauschutt : neue Normen
Autor: Hermann, Kurt / Werner, Rolf
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-153800

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: 10.12.2025

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

Recycling von Bauschutt: neue Normen

Neue Normen und Empfehlungen sollen dazu beitragen, dass in Zukunft mehr Bauabfälle rezykliert werden.

Von den jährlich in der Schweiz anfallenden rund 7,1 Mio. t Bauabfällen werden etwa 5 % oder 0,4 Mio. t rezykliert. Es könnte mehr sein, und es wird in Zukunft auch mehr sein. Dafür sorgen allein schon die ständig abnehmenden Vorräte an Kies und Sand sowie die aufwendige Entsorgung von Bauschutt. Und auch die in der Technischen Verordnung über Abfälle (TVA) [1] vorgeschriebene Trennung von Bauabfällen wird sich zunehmend positiv auswirken.
Bis vor kurzem herrschte allerdings an vielen Orten eine grosse Unsicherheit und oft auch entschiedene Ablehnung, wenn der Einsatz von Recyclingbaustoffen erwogen wurde. Die neuen Normen und Empfehlungen, die in den beiden letzten Jahren erschienen sind, sollten jedoch die Akzeptanz derartiger Materialien erhöhen und ihre Verwendung fördern. Deshalb ist es auch gerechtfertigt, dieses Thema im «Cementbulletin» bereits zweieinhalb Jahre nach der letzten Behandlung [2] erneut aufzunehmen.

Fünf Normen und zwei Empfehlungen

Die Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (VSS) hat 1993 und 1994 insgesamt fünf Normen zum Recycling von Bauschutt her-

Wichtige Begriffe

Bauschutt

Inerte Bauabfälle gemäss Art. 9 der Technischen Verordnung über Abfälle (TVA), die zu mindestens 90 Massenprozent aus Steinen oder gesteinsähnlichen Bestandteilen wie Beton, Ziegel, Asbestzement, Glas, Mauerabbruch, Strassenaufbruch bestehen und nicht mit Sonderabfällen vermischt sind.

Bauschuttfraktionen

Fraktionen, in die Bauschutt unterteilt wird:

- Ausbauasphalt
- Strassenaufbruch
- Betonabbruch
- Mischabbruch

Betonabbruch

Durch Abbrechen oder Fräsen von bewehrten oder unbewehrten Betonbauten und Betonbelägen gewonnenes Material.

Betongranulat

Durch Aufbereiten des Betonabbruchs hergestellter Sekundärzuschlag.

Mischabbruch

Gemisch mineralischer Fraktionen von Massivbauteilen wie Beton-, Backstein-, Kalksandstein- und Natursteinmauerwerk.

Mischabbruchgranulat

Durch Aufarbeiten von Mischabbruch hergestellter Sekundärzuschlag.

Recyclingbeton

Klassifizierter oder nichtklassifizierter Beton, dessen Zuschlag vollständig oder teilweise aus Betongranulat, Mischabbruchgranulat oder Recyclingkiessand besteht.

Recyclingkiessand

Durch Aufbereiten von Strassenaufbruch aus nicht gebundenen Fundationsschichten hergestellter Sekundärzuschlag.
Recyclingkiessand P entspricht dem primär verwendeten Kiessand; er darf höchstens 5 Massenprozent Asphalt-, Stabi- und Betongranulat enthalten.
Recyclingkiessand A kann bis zu 30 Massenprozent Asphalt- sowie höchstens 7 Massenprozent Stabi- und Betongranulat enthalten.
Recyclingkiessand B kann bis zu 20 Massenprozent Stabi- und Beton- sowie höchstens 7 Massenprozent Asphaltgranulat enthalten.

Stabigranulat (Stabilisationsgranulat)

Durch Aufbereiten von Strassenaufbruch aus hydraulisch stabilisierten Fundations- und Tragschichten hergestellter Sekundärbaustoff.

Sekundärzuschlag

Durch Aufbereiten von Bauschuttfraktionen hergestellte Zuschlagstoffe.

Strassenaufbruch

Durch Ausheben, Aufbrechen oder Fräsen von nicht gebundenen Fundationsschichten und von hydraulisch stabilisierten Fundations- und Tragschichten gewonnenes Material (Recyclingkiessand und Stabigranulat).

Foto: Rolf Werner, TFB

Recyclingbeton im Strassenbau

Auf einem Teilstück auf der N13 im sanktgallischen Rheintal wurden 1991 und 1992 Versuche mit Recyclingbeton durchgeführt. Dabei wurde zunächst der alte Betonbelag gebrochen, gewaschen und von der Netzbewehrung und weiteren Verunreinigungen befreit. Nach dem Aufteilen in vier Fraktionen und ausgiebigem Wässern wurden damit insgesamt fünf verschiedene Betonrezepturen ausprobiert. Das Resultat: Selbst mit 100 % Betongranulat konnte ein zweischichtiger Betonbelag hergestellt werden, dessen Eigenschaften (Festigkeiten, Frosttausalzbeständigkeit) sich auch nach einer mehrjährigen Betriebsdauer von einem Betonbelag aus natürlichen Zuschlägen kaum unterscheiden [2, 15].

Recyclingbeton im Hochbau

Äusserlich unterscheidet sich dieses Mehrfamilienhaus in Dietikon nicht von anderen Mehrfamilienhäusern. Dennoch weist es eine Besonderheit auf: Ab Unterkante Kellerdecke wurden 450 m^3 eines Konstruktionsbetons B 35/25 PC 300 kg/m^3 verwendet, der zu beinahe 60 % aus Betongranulat 0…32 mm bestand.

Foto: Marcel Staedeli, Fertigbeton AG Zürich

ausgegeben [3–7]. Die Empfehlung 162/4 über Recyclingbeton [8] des Schweizerischen Ingenieur- und Architekten-Vereins (SIA) ergänzt diese Normen. Zusätzlich muss die Empfehlung 430 des SIA zur Entsorgung von Bauabfällen [9] ebenfalls berücksichtigt werden, auch wenn in diesem Artikel nicht weiter darauf eingegangen wird.
Im einzelnen handelt es sich um folgende Dokumente:

- SN 640 740, «Recycling von Bauschutt – Verwertung von Bauschutt, Allgemeines» (1993)
- SN 640 741, «Recycling von Bauschutt – Verwertung von Ausbauasphalt» (1993)
- SN 640 742, «Recycling von Bauschutt – Verwertung von Strassenaufbruch» (1993)
- SN 640 743, «Recycling von Bauschutt – Verwertung von Betonabbruch» (1993)
- SN 640 744, «Recycling von Bauschutt – Verwertung von Mischabbruch» (1994)
- Empfehlung SIA 162/4, «Recyclingbeton» (1994)
- Empfehlung SIA 430, «Entsorgung von Bauabfällen bei Neubau-, Umbau- und Abbrucharbeiten» (1993)

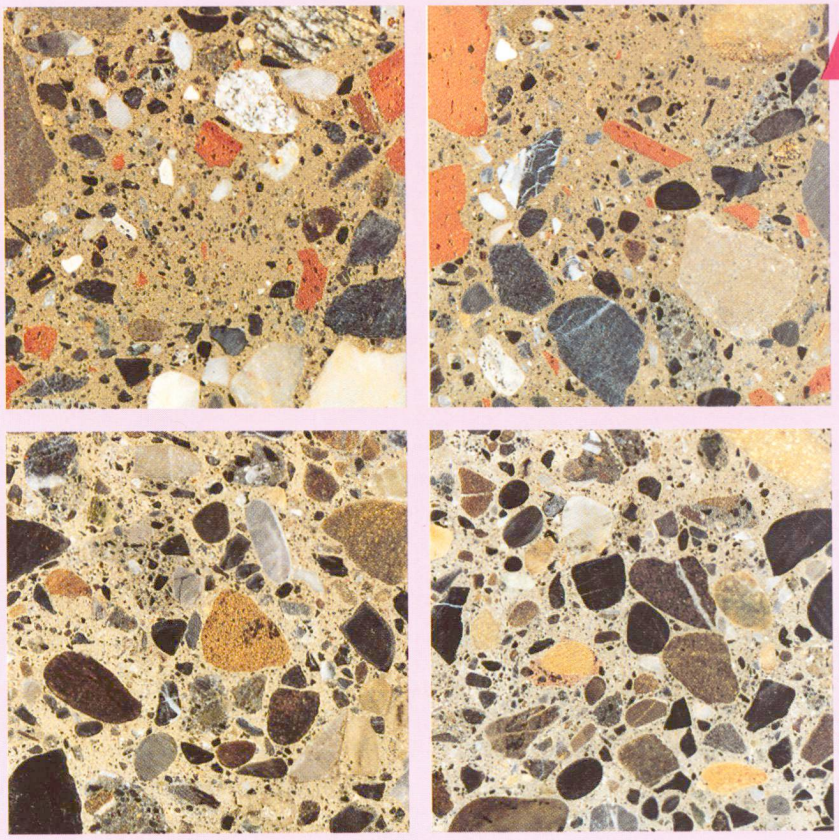
Während die VSS sich auf die Verwendung von Recyclingmaterialien im Strassenbau beschränkt, beschäftigt sich der SIA mit Recyclingbeton in den übrigen Anwendungsbereichen. Beide Organisationen haben sich erfreulicherweise bemüht, die gleiche Sprache zu sprechen: Die im Kasten «Wichtige Begriffe» enthaltenen Definitionen werden sowohl in den Dokumenten der VSS und des SIA verwendet.

Empfehlung SIA 162/4

Beton- und Mischabbruch sowie Strassenaufbruch muss von Baustellen mit entsorgungsgerechter Materialtrennung stammen. Die Eignung der rezyklierten Zuschläge ist periodisch hinsichtlich Sauberkeit, Kornform und Korngrössenverteilung zu überprüfen. Die Korngrössenverteilung wird aufgrund des Verwendungszwecks festgelegt. Dies gilt besonders für die Kornfraktion 0…4 mm, die je nach Qualitätsanforderung ganz oder teilweise durch natürlichen Sand ersetzt werden muss.
In *Tabelle 1* sind die wichtigsten weiteren Anforderungen an Betongranulat für klassifizierten und nichtklassifizierten Beton zusammengefasst.

Anforderungen an Betongranulat	Klassifizierter Recyclingbeton	Nichtklassifizierter Recyclingbeton
allgemeine Anforderungen	gemäss Norm SIA 162, Ziffer 5142	
Verunreinigungen wie Holz, Kunststoffe, Gips	≤ 1 Volumenprozent bzw. ≤ 0,3 Massenprozent ohne Bewehrungsteile und andere metallische Rückstände	≤ 2 Volumenprozent bzw. ≤ 0,5 Massenprozent ohne Bewehrungsteile und andere metallische Rückstände
Holz	0 %, wenn Beton Witterung, Temperatur- oder Luftfeuchtigkeitswechseln ausgesetzt	
Anteil Mischabbruchgranulat	≤ 3 Massenprozent	≤ 7 Massenprozent
Anteil Asphaltgranulat		≤ 1 Massenprozent
Gesamtsulfatgehalt	≤ 1 Massenprozent	
Gesamtchloridgehalt für unbewehrten Beton für bewehrten Beton	≤ 0,12 Massenprozent ≤ 0,03 Massenprozent	≤ 0,12 Massenprozent

Tab. 1 Anforderungen an Betongranulat für klassifizierten und nichtklassifizierten Recyclingbeton gemäss Empfehlung SIA 162/4 [8].



Fotos: Kurt Haberstich, TFB

Recyclingbeton mit Mischabbruchgranulat 0…32 mm (oben) und Betongranulat 0…32 mm (unten); Bindemittelgehalt: links jeweils 100 kg/m³, rechts 200 kg/m³.

Anforderungen an Recyclingbeton

In der Empfehlung SIA 162/4 wird zwischen klassifiziertem und nichtklassifiziertem Recyclingbeton unterschieden. Bei der Festlegung des Wasserzementwertes ist zu berücksichtigen, dass die «wassersaugenden» Bestandteile des Beton- und Mischabbruchgranulats dem Frischbeton Anmachwasser entziehen.
Klassifizierter Recyclingbeton wird aus Betongranulat allein oder mit Zugabe natürlicher Zuschläge hergestellt. Für den Nachweis der Klassifikation gilt Ziffer 5 13 12 der Norm SIA 162 [10]. Die Bezeichnung des klassifizierten Recyclingbetons ist derjenigen von Beton aus Primärzuschlag analog:

Recyclingbeton B 35/25
CEM I 42,5; 330 kg/m³

Recyclingbeton kann, wenn alle in *Tabelle 1* zusammengefassten Anforderungen an das Betongranulat erfüllt sind, durchaus für bewehrte Bauwerke verwendet werden. In Entwicklung sind auch Betone mit hoher Festigkeit bzw. besonderen Eigenschaften gemäss Norm SIA 162 [10] sowie Kombinationen von beidem.
Nichtklassifizierter, unbewehrter Recyclingbeton kann aus Betongranulat, Mischabbruchgranulat oder Mischungen daraus bestehen, und es dürfen auch natürliche Zuschläge zugesetzt werden. Die Anforderungen an diesen Recyclingbaustoff müssen aufgrund der vorgesehenen Verwendung festgelegt werden. Unabhängig davon hat der Bindemittelgehalt des Recyclingbetons mindestens 100 kg/m³ zu betragen.
Die Bezeichnung des nichtklassifizierten Recyclingbetons enthält neben dem Bindemittelgehalt auch Angaben über den Sekundärzuschlag:

Recyclingbeton CEM I 32,5;
150 kg/m³, mit Betongranulat

Recyclingbeton CEM I 32,5;
200 kg/m³, mit Mischabbruchgranulat

Recyclingbeton CEM II/A-L 32,5;
150 kg/m³, mit Beton- und Mischabbruchgranulat

Recyclingbeton CEM I 32,5; 200 kg/m³, mit Recyclingkiessand

Typische Einsatzbereiche derartiger nichtklassifizierter Betone sind: Unterlagsbeton, Füll- oder Hüllbeton im Werkleitungsbau, nichttragende Betonbauteile wie Mastfundamente.

VSS-Normen

Das in den neuen VSS-Recyclingnormen explizit formulierte Ziel besteht darin, optimierte umweltgerechte und wirtschaftliche Materialkreisläufe zu schaffen. Die dafür notwendigen Vorschriften sind in der allgemeinen Norm SN 640 740 [3] sowie in den vier Normen zu den einzelnen Bauschuttfraktionen [4–7] zusammengestellt. (Die Verwertung von Ausbauasphalt ist in diesen Normen ebenfalls enthalten, wird aber hier nicht behandelt.)
Ausgangspunkt für alle VSS-Normen ist die Tatsache, dass sich aus Bauschuttfraktionen normkonforme Beläge, Trag- und Fundationsschichten herstellen lassen, wenn die bautechnischen und umweltrelevanten Regeln beachtet werden. Konkret bedeutet dies, dass Bauabfälle

- aus dem Ausbau von Belägen,
- aus dem Aufbruch von Strassen und
- aus dem Abbruch bzw. Rückbau im Hoch- und Tiefbau

	Strassenaufbruch aus Kiessandfundations-schichten	Strassenaufbruch aus hydraulisch stabilisierten Schichten	Betonabbruch aus Betonbelägen	Betonabbruch aus Hoch- und Tiefbau	Mischabbruch aus Hoch- und Tiefbau
Bauschuttfraktionen					
Gewinnung	Aushub/Fräsen	Aufbrechen/Fräsen	Aufbrechen/Fräsen	Entsorgung von Baustellen	Entsorgung von Baustellen
Aufbereitung	ev. Brechen	ev. Brechen	ev. Brechen, ev. Fraktionieren	ev. Brechen, ev. Fraktionieren	Brechen, ev. Fraktionieren
Sekundärbaustoff	Recyclingkiessand	Stabigranulat	Betongranulat	Betongranulat	Mischabbruchgranulat
Recyclinganwendungsbereiche					
Beton	unmöglich	unmöglich	anzustreben	anzustreben	anzustreben
Betonbelag	unmöglich	unmöglich	anzustreben	unmöglich	unmöglich
Stabilisierung hydraulisch	möglich	anzustreben	anzustreben	anzustreben	möglich
Nicht gebundene Schichten	anzustreben	möglich	möglich	möglich	möglich

Tab. 2 Herkunft, Aufbereitung und Anwendung von Strassenaufbruch sowie von Beton- und Mischabbruch unter Verwendung von hydraulischen Bindemitteln gemäss SN 640 740 [3].

im Strassenbau eingesetzt werden können. Dieser Einsatz soll möglichst hochwertig erfolgen, damit die materialspezifischen Eigenschaften der einzelnen Bauschuttfraktionen möglichst vollständig genutzt werden (siehe *Tabelle 2)*. Deshalb ist es zweckmässig, Sekundärbaustoffe wieder in dem Bereich zu verwenden, aus dem sie stammen. Dies um so mehr, als angenommen werden darf, dass die Eignung der Materialien bereits beim ersten Einsatz abgeklärt worden war.
Die einschlägigen SN-Normen für Beläge, Trag- und Fundationsschichten [11–14] gelten auch bei der Verwendung von Sekundärbaustoffen uneingeschränkt. Deshalb muss die Eignung dieser Baustoffe für den vorgesehenen Verwendungszweck nachgewiesen werden.

Allgemeines zum Recycling

In SN 640 740 [3] sind die allgemeinen Angaben zur Verwertung von Bauschutt enthalten. Besonderes Gewicht haben umweltrelevante Aspekte. So wird daran erinnert, dass Bauschuttfraktionen sortenrein gewonnen, aufbereitet und gelagert werden müssen [9]. Die Anforderungen an die stoffliche Zusammensetzung der Sekundärbaustoffe sowie die gewässerschutzbedingten Einschränkungen sind in *Tabelle 3* zusammengefasst. Dabei wurde berücksichtigt, dass Kiessandersatzmaterialien aus Bauschuttfraktionen höhere Schadstoffgehalte aufweisen können als die entsprechenden Primärbaustoffe. Durch die in *Tabelle 3* aufgeführten Schutzmassnahmen (Oberflächenbehandlung oder Deckschicht) lässt sich – aufgrund des heutigen Stands des Wissens – die Belastung von Böden und Gewässern bei einer allfälligen Auswaschung von Schadstoffen aus nicht gebundenem Recyclingmaterial auf ein zulässiges Mass reduzieren. Allerdings sind die Angaben in *Tabelle 3* lediglich Orientierungshilfen, denn die Gewässerschutzvorschriften in den einzelnen Kantonen sind nicht einheitlich und haben Priorität.

Betonabbruch

Aus *Tabelle 2* ist ersichtlich, dass Betonabbruch aus Betonbelägen das höchste Recyclingpotential aufweist, wenn die Qualität des Endprodukts berücksichtigt wird. Die hohe Qualität setzt allerdings auch eine entsprechend sorgfältige Behandlung der Sekundärbaustoffe voraus. Darüber informiert die SN 640 743 [6].
Betonkonstruktionen und Betonbeläge sind die Quellen von Betonabbruch. Die Gewinnung des Ausgangsmaterials für Betongranulat hat möglichst sortenrein zu erfolgen. Aus bautechnischen oder umweltrelevanten Gründen müssen unerwünschte Schichten auf dem Beton (beispielsweise Verputze, Beschichtungen oder stark ölverschmutzte Betonbelagsteile) entfernt und gemäss den geltenden Vorschriften entsorgt werden.
Die erwähnte Norm enthält weiter die notwendigen Angaben für die Gewinnung, Aufbereitung und Lagerung von hochwertigem Recyclinggranulat aus Betonabbruch.
Der gegenwärtigen Recyclingphilosophie entsprechend sollte Betongranulat aus Betonbelägen erneut als Zuschlagstoff für Betonbeläge eingesetzt werden. Voraussetzung hierfür ist, dass das Betongranulat in geeignete Fraktionen aufgeteilt wird. Vor der Betonherstellung müssen diese Fraktionen während mindestens 48 Stunden bewässert werden, um den im Granulat enthaltenen Zementstein mit Wasser zu sättigen. Der effektive W/Z-Wert beträgt deshalb 0,50 bis 0,55, wenn der in der Belagsnorm [12] vorgeschriebene maximale W/Z-Wert von 0,45 eingehalten wird.
Erste Erfahrungen mit Verkehrsflächen, die zu 100 % aus Betongranulat bestehen, wurden bereits gemacht: Beim Neubau der N13 im sanktgallischen Rheintal wurde eine

	Recyclingkiessand P	Recyclingkiessand B	Stabigranulat	Betongranulat	Mischabbruchgranulat
Stoffliche Zusammensetzung					
Hauptkomponente	≥ 95 Massenprozent Kiessand	vorwiegend Kiessand	vorwiegend Stabigranulat	vorwiegend Betongranulat	vorwiegend mineralische Fraktionen
Anteil Asphaltgranulat		≤ 7 Massenprozent	≤ 7 Massenprozent	≤ 7 Massenprozent	≤ 7 Massenprozent
Summe Asphalt-, Stabi- und Betongranulat	≤ 5 Massenprozent				
Summe Stabi- und Betongranulat		≤ 20 Massenprozent			
Einsatzbereiche					
Betonbeläge	keine gewässerschutzbedingten Einschränkungen	bautechnisch ungeeignet	bautechnisch ungeeignet	keine gewässerschutzbedingten Einschränkungen	bautechnisch ungeeignet
Hydraulisch stabilisierte Schichten	keine gewässerschutzbedingten Einschränkungen	keine gewässerschutzbedingten Einschränkungen	keine gewässerschutzbedingten Einschränkungen	keine gewässerschutzbedingten Einschränkungen	Gewässerschutzbereiche A, B und C: Oberflächenbehandlung oder Deckschicht
Nicht gebundene Fundationsschichten	keine gewässerschutzbedingten Einschränkungen	Gewässerschutzbereiche A, B und C: Oberflächenbehandlung oder Deckschicht	Gewässerschutzbereiche A, B und C: Oberflächenbehandlung oder Deckschicht	Gewässerschutzbereiche B und C: Oberflächenbehandlung oder Deckschicht	Gewässerschutzbereich C: Oberflächenbehandlung oder Deckschicht

Tab. 3 Stoffliche Zusammensetzung von Sekundärbaustoffen und gewässerschutzbedingte Einschränkungen ihrer Einsatzbereiche gemäss SN 640 740 [3].

Versuchsstrecke angelegt, deren Verhalten bezüglich Festigkeiten und Frosttausalzbeständigkeit demjenigen der Betonbeläge aus Primärrohstoffen entspricht [15]. Weitere Anwendungen von Betongranulat sind hydraulisch gebundene Fundations- und Tragschichten sowie nicht gebundene Fundationsschichten und Planien. An und für sich lassen sich damit auch Asphaltbetontragschichten und Asphaltfundationsschichten sowie bituminös stabilisierte Schichten herstellen. Eine Vermischung von hydraulisch und bituminös gebundenen Materialien ist aber – vor allem in Hinblick auf eine spätere erneute Wiederverwendung oder Entsorgung – unerwünscht.

Strassenaufbruch und Mischabbruch

Strassenaufbruch stammt aus nicht gebundenen Fundationsschichten oder hydraulisch gebundenen Fundations- und Tragschichten. Je nach Fremdanteil lassen sich daraus Recyclingkiessande der Klassen P, A oder B bzw. Stabigranulat herstellen [5]. Die Anwendung von Recyclingkiessand A ist des hohen Asphaltgehalts (bis zu 30 %) wegen stark eingeschränkt. Recyclingkiessand P ist aufgrund seiner Zusammensetzung ein vollwertiger Ersatz von Primärkiessand. Recyclingkiessand B und Stabigranulat eignen sich für hydraulisch stabilisierte Fundations- und Tragschichten sowie nicht gebundene Fundationsschichten. Mischabbruchgranulat, das in SN 640 744 [7] behandelt wird, ist der Sekundärbaustoff mit der niedrigsten Qualität. Einem Einsatz in nichtklassifiziertem Beton gemäss Empfehlung SIA 162/4 [8] steht aber nichts im Wege. Von der VSS wird vor allem die Verwendung von Mischabbruchgranulat in hydraulisch stabilisierten Schichten und als Kiessandersatz in Fundationsschichten favorisiert. Dabei sind unbedingt die in *Tabelle 3* aufgeführten gewässerschutzbedingten Einschränkungen zu berücksichtigen.

Rolf Werner und *Kurt Hermann*

Literatur

[1] «Technische Verordnung über Abfälle (TVA)» (1990).
[2] *Hermann, K.*, «Betonrecycling – ein Gebot der Stunde», Cementbulletin **60** [6], 1–10 (1992).
[3] SN 640 740, «Recycling von Bauschutt – Verwertung von Bauschutt, Allgemeines» (1993).
[4] SN 640 741, «Recycling von Bauschutt – Verwertung von Ausbauasphalt» (1993).
[5] SN 640 742, «Recycling von Bauschutt – Verwertung von Strassenaufbruch», (1993).
[6] SN 640 743, «Recycling von Bauschutt – Verwertung von Betonabbruch» (1993).
[7] SN 640 744, «Recycling von Bauschutt – Verwertung von Mischabbruch» (1994).
[8] Empfehlung SIA 162/4, «Recyclingbeton», Ausgabe 1994.
[9] Empfehlung SIA 430, «Entsorgung von Bauabfällen bei Neubau-, Umbau- und Abbrucharbeiten», Ausgabe 1993.
[10] Norm SIA 162, «Betonbauten», Ausgabe 1993.
[11] SN 640 431, «Asphaltbetonbeläge – Konzeption, Anforderungen, Ausführung» (1988).
[12] SN 640 461 a, «Betonbeläge – Ausführung, Anforderungen» (1994).
[13] SN 640 500 a, «Stabilisierung – Allgemeines» (1985).
[14] SN 640 509 a, «Stabilisierung mit hydraulischen Bindemitteln» (1985).
[15] *Werner, R.*, «Zementbetonbelag aus altem Strassenbeton (Recyclingbeton)», Strasse und Verkehr **77** [5], 261–267 (1991).