

# Praxishilfe zur Verwendung mineralischer Recyclingbaustoffe

Partner :



Département des transports, de l'équipement et de l'environnement  
**Service des routes, transports et cours d'eau**

Département des transports, de l'équipement et de l'environnement  
**Office de construction des routes nationales**

Departement für Verkehr, Bau und Umwelt  
**Dienststelle für Strassen, Verkehr und Flussbau**

Departement für Verkehr, Bau und Umwelt  
**Amt für Nationalstrassenbau**





# Praxishilfe zur Verwendung mineralischer Recyclingbaustoffe

## INHALTSVERZEICHNIS

- 5 Vorwort
- 7 Geltungsbereich
- 8 Kategorien von mineralischen Bauabfällen - Definitionen - Sammelvorgang und Qualitätskontrollen
- 11 Anwendung der mineralischen Baustoffe und der Recyclingprodukte (Beton, Kiessand, Mischgut) – Vorgehen / Aufgaben der Beteiligten
- 13 Recyclingbaustoffe VS-RECYCLING
- 15 Bauteilkatalog für den Tief- und Strassenbau sowie den Hochbau im Kanton Wallis

## Praxishilfe zur Verwendung mineralischer Recyclingbaustoffe

- 17 Kapitel « Asphaltmischgut aus Recyclingmaterial (Recycling Asphaltmischgut) »
- 27 Kapitel « Recycling Kiessand »
- 55 Kapitel « Recyclingbeton »





## Vorwort

Mit Entscheid vom 14. August 2013 hat der Staatsrat eine Kommission « *Abfälle und mineralische Ressourcen* » und eine Subkommission « *Mineralische Ressourcen* » ernannt. Diese Kommissionen, bestehend aus Vertretern der betroffenen Kantonalen Departemente und Vertretern des Baugewerbes, ist beauftragt worden, die Thematik des Bauabfälle und der mineralischen Ressourcen anzugehen. Die Subkommission befasst sich ihrerseits spezifisch mit den mineralischen Ressourcen und im Speziellen mit der Bewirtschaftung der mineralischen Bauabfälle und deren Verwertung.

Im Rahmen der unternommenen Abklärungen betreffend die Verwertung der wiederverwendbaren Baumaterialien hat die Subkommission 3 Ziele festgelegt.

- a) Förderung (im Sinne einer Anregung) der Verwendung von aufbereiteten Bauabfällen in der Bauwirtschaft
- b) Dem Staat Wallis, über seine Baustellen, eine beispielhafte Vorreiterrolle bezüglich der Verwendung von aufbereiten Bauabfällen zu geben.
- c) Die Sensibilität aller vom Baugewerbe betroffenen Personen zu erwecken und die Bedenken gegenüber den Bauabfällen progressiv aufzuheben, indem der Dialog zwischen den Beteiligten verstärkt sowie pragmatische Arbeitshilfen entwickelt und anschliessend für den Einsatz für Recyclingmaterial zur Verfügung gestellt werden.

Im Zusammenhang mit der Sensibilisierung und der Erarbeitung von praktischen Instrumenten hat eine Arbeitsgruppe, bestehend aus Vertretern des WBV (Walliser Baumeisterverband), der VWKB (Verband der Walliser Kies- und Betonindustrie), der DSVF (Dienststelle für Strassen, Verkehr und Flussbau) und der ANSB (Amt für Nationalstrassenbau) seit Frühjahr 2015 in 3 spezifischen Arbeitsgruppen an der Ausarbeitung der vorliegenden Praxishilfe (auch Wegleitung genannt) für die Verwendung von Recycling Mischgut (Asphaltmischgut), Recycling Kiessand und Recycling Beton gearbeitet.

Diese Wegleitung ist für Bauherren, Ingenieure, Bauunternehmer und Lieferanten bestimmt und lehnt sich stark an die Weisungen der Richtlinien für die Verwertung von mineralischen Bauabfällen des BAFU an (2006, UV-0631-D). Diese erlaubt es, die von der Subkommission gesetzten Ziele zu erreichen und soll vor allem praktisch und anwendbar sein. Sie definiert u.a. die Rahmenbedingungen für eine allgemeine Anwendung der obgenannten Recycling-Materialien, welche in einer 1. Etappe ab 2016 auf den Kantonalen Strassenbaustellen entsprechend den technischen Möglichkeiten (Bemerkung: In diesem Sinne sind 2015 Test-Baustellen durch die DSVF durchgeführt worden) zur Ausführung kommen sollen.

Die Wegleitung legt die einzuhaltenden Anforderungen für die Verwertung der mineralischen Bauabfälle fest (Ausbauasphalt und Strassenaufbruch, Betonabbruch und Mischabbruch), so dass eine qualitativ hochwertige umweltverträgliche Verwendung von Recyclingbaustoffen erreicht wird. Die Akzeptanz der Recyclingbaustoffe und die Zusicherung, Absatzmöglichkeiten auf den Baumarkt für Baumaterialien, welche ökologischen und wirtschaftlichen Anforderungen genügen, zu erhalten, werden somit verstärkt.

Die entsprechenden Rollen und Aufgaben der Beteiligten sowie die spezifische Anwendung der Recyclingbaustoffe während den Entscheidungsprozessen beim Projektstart, Projektierung, Erarbeitung der Ausschreibungsunterlagen durch die Beauftragten der Planung und während der Bauausführung sind tabellarisch beschrieben. Ebenfalls sind die z.Z. gültigen Normen für die betroffenen Baumaterialien und deren Zuschlagsstoffe dargestellt.

Drei verschiedene Kapitel sind der technischen Wegleitung für Mischgut-, Kiessand und Recycling-Beton gewidmet. Sie beinhalten ebenfalls Grundlagen und Überlegungen im Zusammenhang mit wirtschaftlichen Fragen und Rahmenbedingungen für die Herstellung und den Einbau.

Die vorliegende Wegleitung ist ergänzungs- und ausbaufähig. Sie wird laufend aufgrund der gemachten Erfahrungen bei der Herstellung und Einbau ergänzt, korrigiert, sowie auf den neusten Stand gebracht.

Es ist schliesslich vorgesehen, dass die Umsetzung dieser Wegleitung bei den Akteuren wie Bauherren, Ingenieure, Unternehmer sowie Lieferanten begleitet wird.

*« Die Zeit ist endgültig vorbei, in der die Abbruchmaterialien direkt auf die Deponie entsorgt wurden. Heute ist Rückbau ein Begriff der sich mit wirtschaftlicher Effizienz reimt ».*

Indem sämtliche Abbruchmaterialien sorgfältig auf der Baustelle selber, dort wo sie entstanden sind, sortiert und anschliessend als hochstehende Baumaterialien aufbereitet werden, werden natürliche Ressourcen eingespart, sowie die Deponievolumen und -gebühren reduziert. Somit ermöglicht man, einen hohen Prozentanteil eines rückgebauten Bauwerkes in den Lebenszyklus der Baumaterialien wieder zurückzuführen. Dadurch dass mineralische Baustellenabfälle umweltverträglich verwertet werden, erreicht man vorsorglich eine Begrenzung des Umwelteinflusses auf Luft, Wasser und Boden.

Die Recyclingprodukte können somit die mineralischen Rohstoffe ersetzen. Indem weniger Rohstoffe abgebaut und Deponieflächen verringert werden, werden Natur und Landschaft geringeren Beeinträchtigungen ausgesetzt. Eine umweltgerechte Verwertung erlaubt es zudem, die Baumaterialien entsprechend ihrer spezifischen Eigenschaften wieder zu verwenden. Generell wird man versuchen, die verwerteten Baumaterialien entsprechen ihrer früheren Verwendung zu nutzen und mehrere Aufbereitungszyklen vorzunehmen.

Die Anforderungen an das Recycling von mineralischen Bauabfällen orientieren sich an den Grundsätzen des nachhaltigen Bauens, mit denen das Baugewerbe seinen Beitrag an die angestrebte nachhaltige Entwicklung leistet. In der Natur sind Rohstoffe begrenzt verfügbar, sodass ein Gleichgewicht zwischen der Nachfrage und den natürlichen Ressourcen, wie auch für die definitiven Deponien anzustreben ist. Falls durch das Recycling von Bauabfällen die Umwelt weniger beeinträchtigt wird als bei der Verwendung von primären Baustoffen, soll stets auf die Wiederverwertung zurückgegriffen werden.

Um die obgenannten gesetzten Ziele bestmöglich zu erreichen, ist die Unterstützung und der Einsatz der Kantonalen und Gemeindebehörden wie auch der Bauherren, Planer, Unternehmer und Lieferanten erforderlich.

Die vorliegende technische Praxishilfe hat zum Ziel, dieses gemeinsame Vorgehen zu erleichtern.

## **Geltungsbereich**

Die vorliegende technische Wegleitung gilt nur für mineralische Bauabfälle (auch als Bauschutt bezeichnet), die sich in Ausbauasphalt, Betonabbruch und Mischabbruch trennen lassen.

Nicht in den Geltungsbereich fallen Aushub-, Abraum- und Tunnelausbruchmaterialien.

Die vorliegende technische Anleitung befasst sich mit

- Recycling Asphalt (verwertetes Asphaltmischgut)
- Recycling Kiessand (verwertetes Strassenabbruchmaterial)
- Recyclingbeton

und zielt auf eine Verwendung auf Baustellen im Wallis und insbesondere auf die Tiefbaubaustellen hin.

Die technische Anleitung beinhaltet zu diesem Zweck einen „Walliser Katalog“ der Bauelemente für welche der Einsatz von verwerteten Bauabfällen (deren Eigenschaften ebenfalls in der Tabelle aufgeführt sind) möglich und empfehlenswert ist mit einer Priorisierung der verschiedenen Einsatzmöglichkeiten.

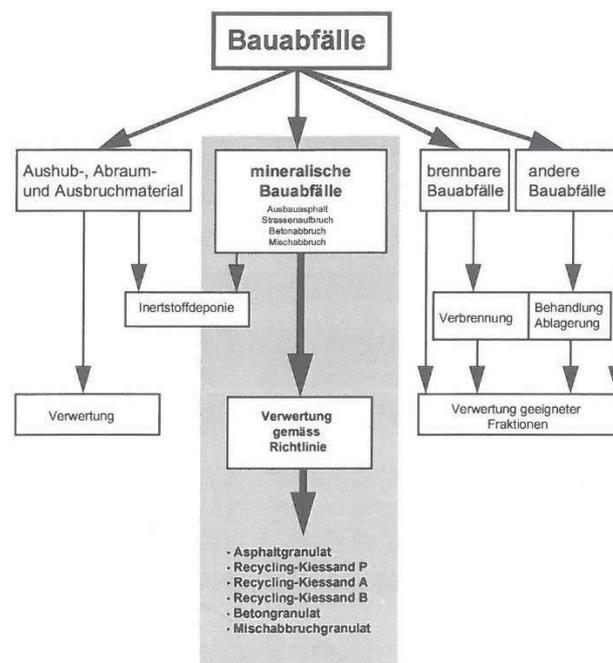
## Kategorien von mineralischen Bauabfällen - Definitionen - Sammelvorgang und Qualitätskontrollen

Die Kategorien der mineralischen Baustellenabfälle sind wie folgt definiert:

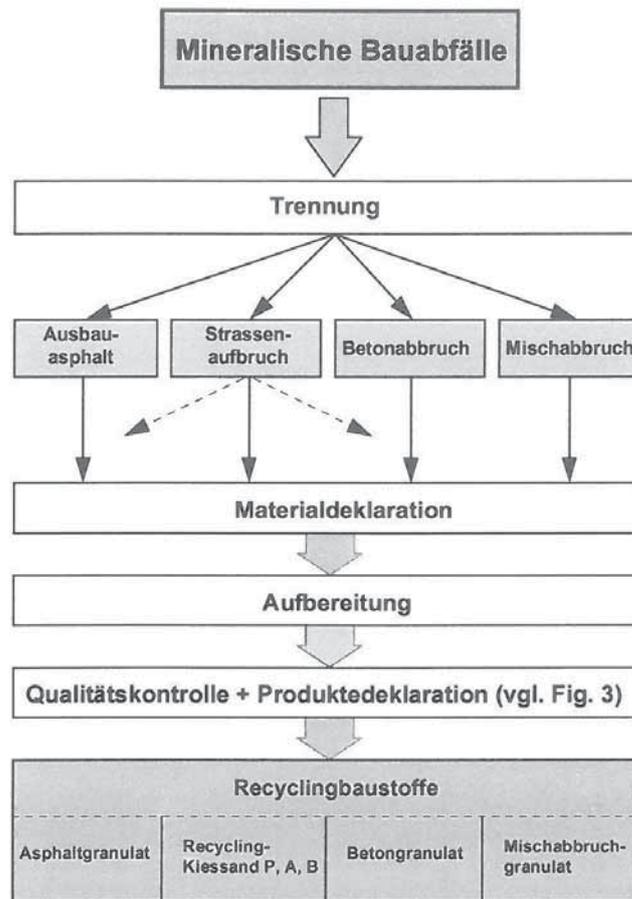
- **Ausbauasphalt** ist der Oberbegriff für den durch schichtweises Kaltfräsen eines Asphaltbelages gewonnen kleinstückigen Fräsasphalt und den beim Aufbrechen bituminöser Schichten in Schollen anfallenden Ausbruchasphalt.
- **Strassenaufbruch** ist der Oberbegriff für das durch Ausheben, Aufbrechen oder Fräsen von nicht gebundenen Fundamentalschichten und von stabilisierten Fundaments- und Tragschichten gewonnene Material. Dieses Material kann gelegentlich einen bestimmten Anteil von Asphaltmischgut enthalten.
- **Betonabbruch** ist das durch Abbrechen oder Fräsen von bewehrten oder unbewehrten Betonkonstruktionen und –belägen gewonnene Material.
- **Mischabbruch** ist ein Gemisch von ausschliesslich mineralischen Bauabfällen von Massivbauten wie Beton-, Backstein-, Kalksandstein- oder Natursteinmauerwerk

Auszug aus der « Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle »  
 Umwelt-Vollzug Nr. 0631  
 Bundesamt für Umwelt, Bern, 2006  
 UV-0631-D

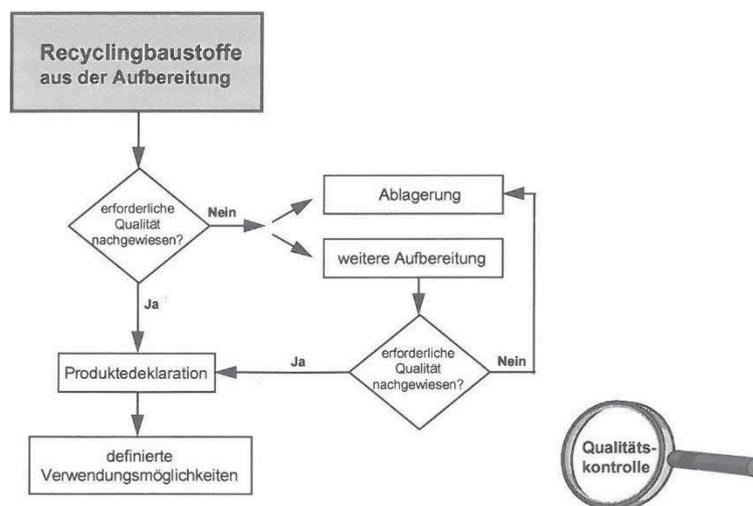
In den folgenden 3 Abbildungen 1 - 3 sind die verschiedenen Kategorien von Bauabfällen (Abb. 1) sowie die technischen Anforderungen an die Verwertung von mineralischen Bauabfällen (Abb. 2) und die entsprechenden erforderlichen Qualitätskontrollen aufgeführt (Abb. 3).



BAFU (2006), Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle. Abb. 1



BAFU (2006), Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle. Abb. 2



BAFU (2006), Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle. Abb. 3

Der Katalog Recycling Kiessand der vorliegenden Anleitung bezieht sich auf die in Kraft stehenden Weisungen, insbesondere:

- das Sortieren der Bauabfälle (Entsorgungsplan der Bauherrschaft betreffend die auf der Baustelle anfallenden Abfälle).
- die Deklaration des Unternehmers für die auf der Baustelle produzierten Abfälle.
- die Behandlung (insbesondere das Sortieren) der Bauabfälle.
- die generellen Vorbehalte (Einschränkungen), welche die Verwendung von verwerteten mineralischen Bauabfällen bezüglich Gewässerschutz einschränken.
- die Qualitätskontrolle betreffend die verwerteten Bauabfälle.



## Anwendung der mineralischen Baustoffe und der Recyclingprodukte (Beton, Kiessand, Mischgut) – Vorgehen / Aufgaben der Beteiligten

	Bauherr (BAUH)	Beauftragter / Planer	Unternehmer / Lieferant	
			Unternehmer	Lieferant
<b>Vorbereitungs- und/oder laufende Aufgaben</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aktualisiert laufend :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- seine Liste der zur Verfügung stehenden Produkte (insbesondere der zertifizierenden Produkte)</li> <li>- seine Lieferantenliste, um die Einsatzmöglichkeiten von mineralischem Recyclingmaterial auf seinen Baustellen abklären zu können.</li> </ul> </li> <li>- Hilft am Aufbau von gemeinsamen Ausbildungs- und Weiterbildungsmodulen mit (BAUH, Beauftragte, Unternehmer und Lieferanten).</li> <li>- Gewährleistet die interne Erstausbildung sowie die Weiterbildung seiner zuständigen Mitarbeiter.</li> <li>- Trägt mit seiner Teilnahme am Erfahrungsaustausch zwischen BUAH, Beauftragter, Unternehmer und Lieferanten bei.</li> <li>- Bezeichnet einen zuständigen verantwortlichen Spezialisten.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hilft am Aufbau von gemeinsamen Ausbildungs- und Weiterbildungsmodulen mit (BAUH, Beauftragte, Unternehmer und Lieferanten).</li> <li>- Gewährleistet die interne Erstausbildung sowie die Weiterbildung seiner zuständigen Mitarbeiter.</li> <li>- Trägt mit seiner Teilnahme am Erfahrungsaustausch zwischen BUAH, Beauftragter, Unternehmer und Lieferanten bei.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hilft am Aufbau von gemeinsamen Ausbildungs- und Weiterbildungsmodulen mit (BAUH, Beauftragte, Unternehmer und Lieferanten).</li> <li>- Gewährleistet die interne Erstausbildung sowie die Weiterbildung seiner zuständigen Mitarbeiter.</li> <li>- Trägt mit seiner Teilnahme am Erfahrungsaustausch zwischen BUAH, Beauftragter, Unternehmer und Lieferanten bei.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prüft und lässt durch eine externe Prüfanstalt die Eigenschaften, die Zusammensetzung und Herkunft (Nachvollziehbarkeit) der mineralischen Recycling-Baustoffe sowie der mittels dieser hergestellten Produkte bestätigen.</li> <li>- Aktualisiert laufend seine Liste der zur Verfügung stehenden und zertifizierten Produkte.</li> <li>- Erstellt und unterhält eine mögliche Plattform des Datenaustauschs mit den zur Verfügung stehenden mineralischen Recyclingbaustoffen.</li> <li>- Hilft am Aufbau von gemeinsamen Ausbildungs- und Weiterbildungsmodulen mit (BAUH, Beauftragte, Unternehmer und Lieferanten).</li> <li>- Trägt mit seiner Teilnahme am Erfahrungsaustausch zwischen BUAH, Beauftragter, Unternehmer und Lieferanten bei.</li> </ul>
<b>Projektstart</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hält:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- die geforderte Verwendung (durch den BUAH bestimmt) oder</li> <li>- die mögliche Verwendung (= <i>Verwendung, deren Zweckmäßigkeit sowie deren technische, finanzielle, usw. Möglichkeiten im Laufe der Projektierungsphase beurteilt werden</i>) von mineralischen Recycling-Baustoffen für das Projekt fest.</li> </ul> </li> <li>- Bestimmt für welche Infrastruktur-/Bauteile er darauf besteht oder die Möglichkeit vorsieht, dass mineralische Recyclingbaustoffe verwendet werden.</li> <li>- Berücksichtigt die zur Verfügung stehenden Volumen an mineralischen Recyclingbaustoffen für die Herstellung von Beton, Kiessand, Mischgut.</li> <li>- Bestimmt die zu berücksichtigenden Normen und Richtlinien usw.</li> <li>- Erarbeitet das Pflichtenheft der Beauftragten unter Berücksichtigung der Verwertung von mineralischen Recyclingbaustoffen.</li> </ul>			

		Unternehmer / Lieferant	
		Unternehmer	Lieferant
	<b>Bauherr (BAUH)</b>	<b>Beauftragter / Planer</b>	
<b>In der Projektierungsphase</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beurteilt die Vorschläge des Beauftragten und entscheidet.</li> <li>- Bestimmt die Produkttypen, die verwendet werden, resp. verwendet werden können (RC-C, RC-Kiessand B, AC F, ...).</li> <li>- Validiert frühzeitig die <i>Nutzungsvereinbarung</i>.</li> <li>- Validiert die <i>Projektbasis</i>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schätzt die Zweckmäßigkeit und die technischen sowie finanziellen Möglichkeiten ab, mineralisches Recyclingmaterial zu verwenden. Berät in einem interaktiven Vorgehen den BAUH &lt;-&gt; Beauftragter.</li> <li>- Erarbeitet die <i>Nutzungsvereinbarung</i>.</li> <li>- Erarbeitet die <i>Projektbasis</i>.</li> <li>- Dimensioniert die betroffenen Bauwerkteile aufgrund der Materialeigenschaften / gewählten Produkte</li> <li>- Erarbeitet den <i>Qualitätsplan</i></li> </ul>	
<b>Phasen der</b>			
- <b>Ausschreibung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Legt das Ausschreibungsverfahren, die Vergabe- und Ausschlusskriterien fest, usw.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Übermittelt dem/den Lieferant/en die besonderen Bestimmungen und Positionen der Ausschreibung, die sich auf die verlangten Recyclingmaterialien/-produkte beziehen (Beton, Kiessand, Mischgut).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Füllt das Leistungsverzeichnis z.Hd. der / des Unternehmer/s aus.</li> <li>- Gibt dem/den Unternehmer(n) die erforderlichen Zertifikate und Atteste.</li> </ul>
- <b>Offerteinholung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Validiert die « R »-Positionen, die sich auf Beton, Kiessand und Mischgut aus Recyclingmaterial beziehen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bietet die Recyclingmaterialien/-produkte in der verlangten Menge und Qualität an und hinterlegt mit seinem Angebot die verlangten Zertifikat und Ausweise.</li> </ul>	
- <b>Verträge</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Führt die Ausschreibung durch.</li> <li>- Entscheidet zwischen den angebotenen Varianten.</li> <li>- Wählt den Unternehmer (evtl. Lieferanten) und vergibt die Arbeiten.</li> <li>- Nimmt an der Ausarbeitung des Werkvertrages teil und unterschreibt diesen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schlägt seine eventuellen Nutzungsvarianten vor.</li> <li>- Nimmt an der Ausarbeitung des Werkvertrages teil und unterschreibt diesen.</li> </ul>	
<b>Realisierungsphase</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Führt die OBL aus (evtl. auch die öBL).</li> <li>- Erteilt die Materialprüfungsaufträge, die in der Zuständigkeit des BAUH liegen.</li> <li>- Führt die Bauabnahme durch.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Führt die fachliche Kontrolle der Realisierung und des Einbaus aus.</li> <li>- Führt eventuell die öBL aus.</li> <li>- Führt die <i>Nutzungsvereinbarung und die Projektbasis</i> laufend nach.</li> <li>- Ist für die Durchsetzung des Qualitätsplanes verantwortlich, insbesondere Bestellung und/oder Kontrollen der Prüfungen und Konformitätsberichte, Kontrolle der Lieferscheine.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Liefert die Recyclingmaterialien/-produkte.</li> <li>- Gibt dem Unternehmer die entsprechenden Lieferscheine ab.</li> </ul>

## Recyclingbaustoffe VS-RECYCLING

v. 4, 28.01.2016

DEFINITIONEN		SN 670 071
<b>Bauschutt</b>	- Material, das zumindest 95 Volumen-% aus Steinen oder gesteinsähnlichen Bestandteilen (Beton, Ziegel, Glas Mauerabbruch, Strassenaufbruch oder -fräsgut) besteht und kein Aushub- oder Bodenmaterial ist.	
<b>Bauschuttfractionen</b>	- Ausbauasphalt, Kiesmaterial, Betonabbruch, Mischabbruch	
<b>Recyclingbaustoffe</b>	- Aus den Bauschuttfractionen hergestellte Baustoffe.	
<b>Industrielle Nebenprodukte</b>	- Bei industriellen Prozessen anfallende Nebenprodukte, welche zu mindestens 95% aus gesteinsähnlichen Bestandteilen bestehen. Die Gehalte an Schadstoffen erfüllen die Anforderungen an Inert Stoffe gemäss TVA (gemäss neuer VVEA).	

GEWINNUNG UND VERWENDUNG VON RECYCLINGBAUSTOFFEN		
Bauschuttfractionen	Herkunft / Gewinnung	Recyclingbaustoffe
Ausbauasphalt	Aufbrechen / Fräsen von Asphaltsschichten	<b>ungebundene Anwendung:</b> - RC-Asphaltgranulatgemisch; SN 670-119 NA <b>gebundene Anwendung</b> - Ausbauasphalt im Mischgut; SN 640 431-8a-NA - bituminöse Stabilisierung; SN 640 506
Kiesmaterial	Material aus ungebundenen unverschmutzten Gesteins-Körnungen (Fundations-schichten)	<b>ungebundene Anwendung:</b> -RC-Kiesgemisch P -RC-Kiesgemisch B -RC-Kiesgemisch A <b>gebundene Anwendung:</b> -hydraulisch gebundene Gemische; SN 640 496-NA
Betonabbruch	Aufbrechen / Fräsen von unbewehrten oder bewehrten Betonkonstruktionen	<b>ungebundene Anwendung:</b> -RC-Betongranulatgemisch -RC-Kiesgemisch B <b>gebundene Anwendung:</b> -Betongranulat; SN 640 102-NA -RC-Beton-C; SN EN 206-1
Mischabbruch	Entsorgung von Baustellen im Hoch- und Tiefbau. Gemisch aus Beton, Backstein, Kalksandstein und Natursteinmauerwerk.	<b>ungebundene Anwendung:</b> -RC-Mischgranulat ; SN 670 119-NA <b>gebundene Anwendung:</b> -Mischgranulat; SN 640 102-NA -RC-Beton M ; SN EN 206-1

ZUSAMMENSETZUNG VON RECYCLINGBAUSTOFFEN								SN 670 119-NA, Tab. 1
Max. Anteile in Masse- %	Asphalt $R_a$	Ziegel-Mauersteine $R_b$	Beton $R_c$	Kies / Sand $R_u$	Glas $R_g$	Schwimmbares FL(%-vol)	sonstiges X	
RC- Asphaltgranulatgemisch	>80%	<2%		<20%	<2%	<5%	<0.3%	
RC- Betongranulatgemisch	<4% (<3%)	<2%	>30%	<70%	<2%	<5%	<0.3%	
RC-Mischgranulatgemisch	<4% (<3%)		>95% (>97%)		<2%	<5%	<1%	
RC-Kiesgemisch P	<4%	<1%	<4%	>95%	<2%	<5%	<0.3%	
RC-Kiesgemisch A	<30% (<20%)*	<1%	<4%	>70% (>80%)*	<2%	<5%	<0.3%	
RC-Kiesgemisch B	<4%	<1%	<30% (<20%)*	>70% (>80%)*	<2%	<5%	<0.3%	

\* gemäss Richtlinie BAUFU : Verwertung mineralischer Bauabfälle (UV-0631-D)

VERWENDUNGSMÖGLICHKEITEN DER SECHS RECYCLINGBAUSTOFFE					Richtlinie BAUFU UV-0631, Abb. 5
	in loser Form ohne Deckschicht	in loser Form mit Deckschicht	hydraulisch stabilisiert	bituminös stabilisiert	
Asphaltgranulat	teilweise ok*	ok, mit Einschränkung **	nicht zulässig	ok	
Recycling-Kiessand P	ok	ok	ok	ok	
Recycling-Kiessand A	nicht zulässig	ok	nicht zulässig	ok	
Recycling-Kiessand B	ok	ok	ok	nicht zulässig	
Betongranulat	nicht zulässig	ok	ok	nicht zulässig	
Mischabbruch	nicht zulässig	ok	ok	nicht zulässig	

\* möglich falls Schichtdicke  $\leq 7$  cm und Ausbauasphalt gewalzt wird.  
 \*\* Verwendung möglich mit Einschränkung : als Planiematerial unter bituminöser Deckschicht

**Ungebundene fundationsschichten, Schüttungen**  
 Kann angenommen werden, dass die Mineralstoffe vor der ursprünglichen Verwendung geprüft wurden, kann auf eine erneute Eignungsprüfung verzichtet werden (SN 670062). Bei Zusammensetzungen ausserhalb der Norm und bei industriellen Nebenprodukten: Gewässerschutz wichtig, Auswaschversuche.

Zulässige Zugabemengen von Ausbauasphalt				SN 640 431-1-NA, Tab. 3
Mischgutsorten	Kaltzugabe	Warmzugabe		
AF K	85%-100%		Fundationsschichten aus Asphaltbeton in Kaltbauweise SN 640 492:2014	
AC F	$\leq 30\%$	$\leq 70\%$	Fundationsschichten	
AC S, AC H, AC MR	0%	0%	Deckschichten	
AC B, AC EME, AC N, AC L	$\leq 15\%$ * $\leq 25\%$	$\leq 30\%$	Hochmodul und Binderschichten *mit Einverständnis des Bauherrn	
AC T, AC RAIL	$\leq 25\%$	$\leq 60\%$	Trag- AC T und Sperrschichten im Geleisebau AC Rail	

**Recyclingbeton** SIA Merkblatt 2030/SN EN 206-1  
 Recyclingbeton RC-C -Beton nach SIA 206-1, dessen Gesteinskörnung zu mindest 25 Masse % aus  $R_c$  besteht  
 RecyclingbetonRC-M -Beton nach SIA 206-1, dessen Gesteinskörnung  $>4$  mm zu mindest 25 Masse % aus  $R_c+R_b$ , sowie  $> 5$  Masse %  $R_b$  besteht.

Einsatz von Recyclingbeton						SIA Merkblatt 2030/SN EN 206-1
Recyclingbeton	Expositionsklasse					
	X0	XC1 trocken	XC1 nass XC2, XC3	XC4	XD, XF XA1-3	
<b>RC-C</b> $R_c \geq 25$ M.-% / $R_b < 5$ M.-%	zulässig, entspricht NPK 0, NPK A und NPK B					NPK C**
<b>RC-M</b> $5$ M.-% $\leq R_b \leq 25$ M.-% und $R_c+R_b \geq 25$ M.-%	zulässig			**		nicht zulässig
$R_b > 25$ M.-%	zulässig			**		







# Praxishilfe zur Verwendung mineralischer Recyclingbaustoffe

## Kapitel « Asphaltmischgut aus Recyclingmaterial (Recycling Asphaltmischgut) »

Arbeitsgruppe « Asphaltmischgut »





# Asphaltmischgut aus Recyclingmaterial (Recycling Asphaltmischgut)

---

Technische Praxishilfe

## Inhaltsverzeichnis

1.	VORWORT	21
2.	PROJEKTAUSARBEITUNG	21
3.	AUSSCHREIBUNG	22
4.	ZERTIFIZIERUNG, GARANTIEN, VORVERSUCHE	23
5.	EINBAU AUF DER BAUSTELLE	24
6.	MASSNAHMEN BEI ABWEICHUNGEN	24
7.	TABELLE MISCHGUTSORTEN UND -TYPEN MIT AUSBAUASPHALT (FRÄSGUT)	25
8.	TABELLE MISCHGUTSORTEN UND -TYPEN OHNE RECYCLINGMATERIAL (FRÄSGUT), RA NICHT GESTATTET	26

## 1. VORWORT

Wie für andere Baumaterialien, ist der Einsatz von Ausbauasphalt (= Fräsasphalt oder gebrochene Schollen) in den einschlägigen VSS-Normen gut beschrieben. Die Lieferanten von Asphaltmischgut und Gussasphalt arbeiten gemäss den in Kraft stehenden Normen. Die Besonderheit auf dem Gebiet von Asphaltbeton und Gussasphalt ist, dass der Einsatz von Ausbauasphalt nicht spezifisch erwähnt werden muss.

Der NPK enthält auch keine Positionen, die für eine Beschreibung von Recyclingmischgut bestimmt sind. Der Einbezug von Ausbauasphalt erfolgt entsprechend dem Verfahren (kalt, warm) und dem produzierten Mischgut-Typ. Alles ist wie folgt definiert:

- Für Mischgut: im nationalen Anhang - Anforderungen (SN 640 431-1-NA:2013), „Asphaltmischgut, Mischgutanforderungen - Teil 1 Asphaltbeton“ Ziffer 10, Tabelle 3)
- Für Gussasphalt: im nationalen Anhang - Anforderungen (SN 640 441b-NA, gültig seit 01. Februar 2010, „Asphaltmischgut , Mischgutanforderungen - Teil 6 Gussasphalt“, Ziffer 10, Tabelle 2)

Der folgende Teil dieser Praxishilfe wird sich vor allem auf den Asphaltbeton beziehen. Eine Anzahl Konzepte kann leicht auf Ausbauasphalt aus Gussasphalt übertragen werden.

Es ist äusserst wichtig, dass für die bestehenden und künftigen Strassen die Tragfähigkeit der einzelnen Schichten des Oberbaus optimal ausgenutzt wird. Jede Projektverbesserung in diesem Sinne ist zu begrüssen und zu bevorzugen. Das Einsparungspotential auf die Lebenserwartung einer Strasse ist besonders abhängig von der zweckmässigen Wahl und der Bemessung der Tragschichten. Die nachstehenden Anweisungen folgen mit dem vernünftigen Einbezug von rezykliertem Asphaltmaterial diesem Ziel.

## 2. PROJEKTAUSARBEITUNG

Das Projekt ist eindeutig zu definieren und muss Gegenstand einer zweckmässigen Bemessung sein. Um dies zu erreichen, sind die spezifischen Kompetenzen aller Beauftragten sicherzustellen und, falls erforderlich, sind Spezialisten beizuziehen (Prüfinstitute, spezialisierte Büros, Belagsfachleute, usw.).

- Spezialisierte Büros und Prüfinstitute, wie:
  - Consultest AG [www.consultest.ch](http://www.consultest.ch)
  - ERTEC SA [www.ertec.ch/fr](http://www.ertec.ch/fr)
  - IMP Bautest AG [www.impbautest.ch](http://www.impbautest.ch)
  - Infralab SA [www.infralab.ch](http://www.infralab.ch)
  - Laboroute SA [www.laboroute.ch](http://www.laboroute.ch)
  - LAVOC <http://lavoc.epfl.ch>

Die Liste ist nicht vollständig. Weitere Prüfinstitute sind z.B. unter <http://www.vab-ala.ch> zu finden.

Spezialisten u.a.:

- Dr. Christian Angst – VR Präs. IMP [c.angst@impbautest.ch](mailto:c.angst@impbautest.ch)
  - M. Hans-Peter Beyeler – ASTRA [hans-peter.beyeler@astra.admin.ch](mailto:hans-peter.beyeler@astra.admin.ch)
  - M. Tony Bühler – Implenia SA [tony.buhler@implenia.com](mailto:tony.buhler@implenia.com)
  - M. Manfred Partl – EMPA [manfred.partl@empa.ch](mailto:manfred.partl@empa.ch)
  - M. Carlo Rabaiotti – ETH Zürich [carlo.rabaiotti@igt.baug.ethz.ch](mailto:carlo.rabaiotti@igt.baug.ethz.ch)
- Ausbildungsmöglichkeiten:
    - ERTEC SA: [www.ertec.ch](http://www.ertec.ch) (persönliche Ausbildungs- und Weiterbildungskurse zur Erlangung der Grundkenntnisse und Weiterbildung)

- IMP Bautest AG/SA: [www.impbautest.ch](http://www.impbautest.ch) (Verschiedene Ausbildungsmodule auf Deutsch und Französisch + « Handbuch 15 – Bituminöser Strassenbau und Brückenabdichtungen » zu bestellen + Forum Strasse de./fr. in Olten)
  - Lavoc EPFL Lausanne : <http://lavoc.epfl.ch> (Studientagungen Strasse und Unterbau) <http://www.confjeri.ch>
  - Nibuxs Sàrl [www.nibuxs.ch](http://www.nibuxs.ch) (Themen wie Bemessung, Zustandsaufnahmen, Materialien für Strassenkörper, ...)
  - SMI Schweizerische Mischgut-Industrie (jährliche Tagung) [www.mischgut-industrie.ch](http://www.mischgut-industrie.ch)
  - VSS: <http://www.vss.ch/de/aus-und-weiterbildung/> (Schweizerischer Verband der Strassen – und Verkehrsfachleute)
- Technische Zeitschriften
    - « Asphalt »
    - « der Asphaltprofi » von MOAG <http://www.moag.ch>
    - « Performance Magazine » von Nynas <http://www.nynas.com>
    - « RoadNews » der Wirtgen-Gruppe <http://www.roadnews.info>
    - « STRASSE UND VERKEHR » des VSS <http://www.vss.ch/fr/zeitschrift-s-v/e-paper>
    - usw.

In einem ersten Schritt sind Grundlagen über die Bodenverhältnisse (SN 670 004-1 und -2), den Unterbau (SN 640 324), das Klima (SN 670 140b) und den Verkehr (SN 640 320) zu beschaffen sowie die Nutzungsdauer des Strassenprojektes oder der Unterhaltsmassnahme zu bestimmen. In einem zweiten Schritt ist der Strassenoberbau für die vorgesehene Nutzungsdauer zu bestimmen (Tragfähigkeitsbemessung) sowie immer die Frostdimensionierung nicht zu unterlassen.

Zu diesem Zweck ist die in der Bemessungsnorm SN 640 324 beschriebene Methoden zu befolgen oder eine Bemessungssoftware zu benutzen (z.B. in Zusammenarbeit mit einem spezialisierten Unternehmen wie z.B. Nibuxs in Ecublens (VD)).

Die Schichtaufteilung und deren Stärke werden schlussendlich gemäss den Empfehlungen der Norm SN 640 430:2013 „Walzasphalt: Konzeption, Ausführung und Anforderungen an die eingebauten Schichten“ bestimmt. Es versteht sich, dass eine Bemessungssoftware ebenfalls für die Optimierungen dieser Etappe dienen kann. Das Gesamte muss jedoch mit der nötigen Sorgfalt, insbesondere was die Wahl der Bindemittel einer jeden Schicht betrifft, erfolgen.

### **3. AUSSCHREIBUNG**

Für die Ausschreibung sind verschiedene Elemente zu berücksichtigen:

PAK-Gehalt des Asphaltgranulates lt. BAFU-Richtlinie, Dokument UV-0631-D, 2. Ausgabe 2006, Anhang A3 Empfehlung „Entsorgung von teerhaltigem Ausbaupasphalt“, Seite 29.

- PAK-Gehalt < 5'000 mg/kg => uneingeschränkte Verwendung für die Mischgutherstellung
- PAK-Gehalt zwischen 5'000 und 20'000 mg/kg => Verwendung ausschliesslich in einer geeigneten Belagsaufbereitungsanlage (die Aufbereitungsanlagen haben den Beweis zu erbringen, dass die Anforderungen der Luftreinhaltung (LRV) und die Maximalen Arbeitsplatzkonzentrationswerte (MAK-Werte) entsprechend der aktuellen Liste der SUVA eingehalten werden und dass der PAK-Gehalt des so fabrizierten Mischgutes immer < 5'000 mg/kg ist.

Die neue VVEA (Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen), die am 01. Januar 2016 in Kraft getreten ist, ist hingegen strenger, was den PAK-Gehalt betrifft, jedoch mit einer Übergangszeit.

- PAK-Gehalt < 250 mg/kg => uneingeschränkte Verwendung für die Mischgutherstellung (Art. 20 VVEA)

- PAK-Gehalt zwischen 250 und 1000 mg/kg => Verwendung ausschliesslich in geeigneten Belagsaufbereitungsanlagen, deren fabriziertes Mischgut einen PAK-Gehalt von < 250 mg/kg aufweist (gültig bis Ende 2025, vgl. Art. 52 Abs. 1 Bst. a VVEA)
- PAK-Gehalt > 250 mg/kg => falls der Ausbauasphalt so verwendet wird, dass keine Emissionen von PAK entstehen und dies ausschliesslich mit der Zustimmung der Kantonalen Behörden = die DUS im Wallis (Art. 52 Abs. 1 Bst. b VVEA, gültig bis Ende 2025).

Verfügbarkeit auf dem Markt der gewählten Mischguttypen :

- Wenn möglich sind Standard-Produkte zu wählen (bei den Mischanlagen nachfragen)
  - o BEWO: <http://www.belagswerk.info/>
  - o Mobival: <http://www.mobival.ch>
  - o SEP: <http://www.sep-bourgeoisiedesion.ch/>
  - o Seval: <http://www.seval-vs.ch/>
  - o Tapidrance: <http://www.tapidrance.ch/>
  - o Ulrich Imboden AG: <http://www.ulrichimboden.ch/sites/betonprodukte>
  - o Voweg AG: <http://www.voweg.ch/>

Jeder neue Mischguttyp, der durch eine Belagsaufbereitungsanlage hergestellt und /oder erstmals eingebaut wird, erfordert eine spezifische Ausbildung auf jeder Stufe und verursacht zusätzliche Kosten für die Ausarbeitung des Konformitätsberichtes des Herstellers.

Die verschiedenen abzuliefernden Dokumente (Erstprüfung, Untersuchungsberichte, Konformität der Bestandteile, technische Datenblätter, technische Sicherheitsangaben, usw.) sind aufzuführen und auf ihre Gültigkeit für den Zeitpunkt der Ausführung zu überprüfen.

Tabelle mit den wichtigsten Eigenschaften → *siehe Tabellen Mischgut im Anhang*

Diese Tabelle ist eine Zusammenfassung der aktuellen Anforderungen der verschiedenen Normen betreffend Walzasphalt. In den Spalten Recyclingmaterial sind nebst den zulässigen Anteilen an Asphaltgranulat für die verschiedenen Schichten ebenfalls die vom Bundesamt für Strassen festgelegten maximalen Prozentanteile für das schweizerische Nationalstrassennetz aufgeführt.

In einer zweiten Tabelle sind alle Schichten aufgeführt, für welche jegliche Zugabe von Asphaltgranulat (keine Zugabe von Recyclingmaterial) ausgeschlossen ist.

#### **4. ZERTIFIZIERUNG, GARANTIEN, VORVERSUCHE**

Nach Bekanntgabe der beauftragten Unternehmung und nach Abschluss des Werkvertrages ist diese gehalten, die folgenden Dokumente zu liefern: Erstprüfungsbericht und die Konformitätserklärung (SN 640 431-20b-NA, gültig seit 01. Februar 2010) sowie die Mischgutspezifikationen (Sollwerte der verschiedenen Mischguttypen).

Die Aufbereitungsanlagen werden auch Angaben über die Kontrollen der Anlage, die Zertifizierungen, die internen und externen Prüfungen (Kontrolle durch S-Cert AG, SÜGB-ASMP, usw.) liefern.

Was den PAK-Gehalt von Ausbauasphalt betrifft, sind die Vorschriften des BAFU entsprechend der „Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle“, 2. Auflage 2006 (UV-0631-D) sowie der neuen VVEA anzuwenden.

- Messung der PAK-Konzentrationen : Richtlinie BAFU (UV-0631-D), Seite 28
- Mögliche Verwertung entsprechend PAK-Gehalt: Richtlinie BAFU (UV-0631-D), Seite 29 (*siehe Kap. 3, Ausschreibung*)
- Es ist zu vermerken, dass Ausbauasphalt mit einem PAK-Gehalt über 250 mg/kg, nebst den im obgenannten Kapitel 3 aufgeführten Ausnahmen, auf einer Deponie Typ E (siehe Art. 35 und Anhang 5, Kap. 5 VVEA) bis zum 31. Dezember 2025 (Art. 52, Absatz 2 VVEA) entsorgt werden kann.

## 5. EINBAU AUF DER BAUSTELLE

Es ist eine Liste der vorzunehmenden Prüfungen beim Mischguteinbau zu erstellen:

- Probemischung und Probeeinbau (für grosse Baustellen, lt. Norm SN 640 434:2015);
- Fachgerechte Entnahme von Mischgutproben inkl. Etikettierung durch ausgebildete Fachkräfte (siehe Handbuch 15 des IMP, Seite 13);
- Einbaukontrolle (siehe Handbuch 15 des IMP, Seite 12).

QUALITÄTSMANAGEMENT		i-m-p	
12 Einbau-Kontrolle			
<b>Einbauplanung und Vorbereitung (auf Bitumen-Unterlage)</b>			
Profil-Differenzen sorgfältig ausgleichen, schadhafte Stellen und Risse beseitigen. Bei Randentlastungen, Einbauten, Schächten, Fahrspurübergängen, etc. ist die Deckschicht 5 mm höher einzubauen. Unterlage sauber (bei Hochbau alle Markierungen entfernen (Betonieren)), Höhvenntoler: 100 ... 200 g/m <sup>2</sup> auslaufende Bitumenbitte, bei FA 100 ... 300 g/m <sup>2</sup> .			
<b>Witterung</b>			
- Deckschichten: Temperatur der Unterlage ≥ 15 °C; keine Niederschläge. - bei Boden- und Tragschichten (Dicke ≤ 30 mm): Temperatur der Unterlage ≥ 10 °C; kein geschlossener Wasserfilm auf der Unterlage (Nassregen geht gerade noch). - bei Boden- und Tragschichten (Dicke > 30 mm): Temperatur der Unterlage ≥ 5 °C; kein geschlossener Wasserfilm auf der Unterlage (Nassregen geht gerade noch).			
<b>Probemethode</b>			
Die Entnahmemasse muss sorgfältig zwischen Beibehaltung und Unternehmung beibehalten werden (siehe Seite 13). Bauchern: Grundsätzlich auf der Baustelle (punktförmig auch auf der Aufbereitungsanlage möglich). Unternehmer: Entweder auf der Aufbereitungsanlage oder der Baustelle.			
<b>Arbeitszahl</b>			
Arbeitszahl: Übermischung der Schichten sind am min. 150 mm gegeneinander zu versetzen. Die Deckschichten 150 mm des kalten Belages eingeschnitten sind einstrichen (Wasserkanten, Fugenmassen oder dazw.). Längsschnitte darauf schneiden, dass sie nicht befeuchten werden.			
<b>Einbauprotokoll</b>			
Entsprechend der Baustellengröße führt der Unternehmer ein Einbauprotokoll mit folgenden Angaben: - Datum - Baustelle, Etappe - Mischguteinbau - Mischgutort / -typ - eingewetzte Maschinen / Personal - Entnahme von Mischgutproben (s. B. 12) - Anmerkungen (z.B. Unterbrüche, Änderungen, Maschinenersatz, Anordnung Baubereich, Ergebnisse Probenmessungen etc.) - Mischguttemperatur hinter dem Fertiger			
<b>Mischguttemperatur</b>			
Bindemittelanteile	zulässige Mischguttemperatur (°C)	Mindesttemperatur vor dem Wälzen (°C) Schichtdicke	
		< 50 mm	> 50 mm
10/20	160 ... 220*	-	150*
15/25	160 ... 220*	-	150*
35/50	150 ... 190	130	140
55/70	140 ... 180	140	130
70/100	140 ... 180	130	120
100/150	130 ... 170	125	115
160/220	130 ... 170	120	110
		* Empfehlung IMP	
Probe	Temperaturen gemäss Angaben des Lieferanten Mischguttemperatur ca. 140 ... 180 °C, Mindesttemperatur vor dem Wälzen 130 ... 160 °C		
Nieder-Temperatur-Asphalt	Temperaturen gemäss Angaben des Lieferanten; bis zu 30 °C tiefer als üblich		
<b>Verkehrsfreigabe</b>			
Jede fertig verbaute Schicht darf erst nach vollständigem Erkalten - in der Regel am nächsten Tag - für den Verkehr freigegeben werden. Kann nicht so lange gewartet werden, ist der Belag durch Wässern zu kühen.			

i-m-p		QUALITÄTSMANAGEMENT	
13 Probenahme Mischgut			
<b>MASS UND ANZAHL</b>			
Masse	Mischgut	Masse	Anzahl
Mischgutproben:	AC T 30, 22 AC 16, 11	≥ 10 kg 10 kg	2 IMP Schachtel* 1 IMP Schachtel*
Querschnitt:	MA 16, 11, 8	6 - 10 kg	2 Aluschalen
Zytronschüssel	+ 20 kg		
Drückerweherschüssel	+ 20 kg		
gyn. Eindringblei MA	+ 10 kg		
Reinigungsblei	+ 60 kg		
<b>AUFGABE UND LABOR</b>			
Mischgutproben:	zwingend notwendige Angaben: Baustelle, Objekt Bauelement der Probe Mischgut- und Bindemittelanteile Aufbereitungsanlage Name Probemethode Entnahmedatum, Zeit lat. Nummer für Nachfragen Entnahmeskizze, Plan, Mischgutort	ergänzende Angaben: Entnahmetiefe (Prof.) Lieferschicht Nr. Temperatur Mischgut Schicht (z.B. Obere Tragschicht) Zustand (z.B. Nassregen) Witterung, Bemerkungen	
Bohrkerne:			
<b>ENTNAHME AUF BAUSTELLE</b>			
Die Entnahmemassen sind vor Einbauern festzulegen. Mischgutproben sind dort zu entnehmen, wo nach Einbau der Deckschicht Bohrkerne entnommen werden (siehe Schema).			
Mischgutproben:	- nicht aus dem ersten Lastwagen - Schaufel mit hohem Rand verwenden (Kohleschaufel) - am besten durch Ausstechen hinter dem Fertiger Wichtig: - keine Schicht austreten (volle Dicke) - kein Planmaterial mitnehmen - möglichst senkrecht abstecken - Erden sauber entnehmen - weitere Möglichkeiten: Aus der Fertigmulde, dem LW oder aus der Verteilerschnecke, wobei letzteres nicht empfohlen wird.		
Deckschichten:	- am besten aus der Mitte der gefüllten Mulde des Fertigers Wichtig: - Ober- 5-10 cm des Mischgutaufbaus entfernen (aus Kern entnehmen) - weitere Möglichkeiten: Aus dem LW oder aus Verteilerschnecke, wobei letzteres nicht empfohlen wird.		
Querschnitt:	Direkt beim Kocher-Auslauf entnehmen Wichtig: - Probe aus mittlerem Drittel des Kochers - Füllhöhe im Behälter (Aluschale) max. 40 mm		
Bohrkerne:	Entnahmeschema für 1000 ... 3000 m <sup>2</sup> (SN 640 434)		

Auszug aus « Handbuch 15 - Bituminöser Strassenbau und Brückenabdichtungen, herausgegeben durch IMP Bauest AG. Entsprechende Exemplare können unter [info@impbauest.ch](mailto:info@impbauest.ch) oder [basel@impbauest.ch](mailto:basel@impbauest.ch) bestellt werden.

## 6. MASSNAHMEN BEI ABWEICHUNGEN

Für den Bau, den Ausbau und den Unterhalt des Nationalstrassennetzes ist die Richtlinie des ASTRA „Qualitätsanforderungen bitumenhaltiger Schichten - Massnahmen bei Abweichungen“ gültig. Der Kanton Wallis, als Bauherr für den Abschluss der Autobahn A9, befindet sich in dieser Situation. Weitere Bauherren (Kantone, Gemeinden, Städte, Flughäfen, Eisenbahnen, private Industrien, usw.), welche die Herstellung von bitumenhaltigen Belägen eines grösseren Ausmasses in Auftrag geben, können beschliessen, dieses Dokument als Vertragsgrundlage zu erklären. In diesem Falle ist dies in den Ausschreibungsunterlagen zu erwähnen.



Norm	2013-12 resp. 2015-09 für SDA										2010-02				2013-12																
	Mischgut				Recycling- material		Eingebaute Schicht						Zulässige Abweichungen																		
	Bindemittelgehalt		Hohraumgehalt		Hohraumverfüllungs- grad VFB		Stabilität S		Fliesen F		Spurrinnenlänge ° nach 10'000 Zyklen * nach 30'000 Zyklen		Wasserempfindlichkeit ITSR		Kaltzugabe	Wärmzugabe	Verdichtung [%]		Hohraumgehalt [%]		Einzel		Mittel		Bohrkernstärke gegenüber minimaler Stärke (als Einzelwert)						
[%]	min	max	min	max	[%]	min	max	[mm]	min	max	[%]	min	max	[%]	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
AC 8 S	5.8	3.0	6.0	-	-	-	-	-	-	-	10.0 °	70	0	0	25	35	97.0	98.0	2.0	7.5	2.5	6.0	± 0.5	± 0.3	± 25	± 20					
AC 11 S	5.4														35	50															
AC 8 H	5.8	3.0	6.0	-	-	-	-	-	-	-	10.0 *	70	0	0	25	35	97.0	98.0	2.0	7.5	2.5	6.0	± 0.5	± 0.3	± 25	± 20					
AC 11 H	5.4														35	50															
AC MR 8	5.8	3.0	6.0	-	-	-	-	-	-	-	7.5 *	70	0	0	25	40	97.0	98.0	2.5	8.0	3.0	7.0	± 0.5	± 0.3	± 25	± 20					
AC MR 11	5.6														35	50															
PA 8	6.0	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70	0	0	25	35	97.0	98.0	15.0	23.0	16.0	22.0	± 0.5	± 0.3	± 25	± 20					
PA 11	5.5	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70	0	0	35	50															
PA B 16	4.0	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70	0	0	40	80	96.0	98.0	19.0	29.0	21.0	27.0	± 0.6	± 0.3	-	± 20					
PA B 22	3.5														60	150															
PA S 16	3.5														40	80															
PA S 22	3.0	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80	0	0	60	150	95.0	97.0	14.0	22.0	16.0	20.0	± 0.6	± 0.3	-	± 20					
PA S 32	3.0														80	200															
SDA 4 -12	6.0	10	14	-	-	-	-	-	-	-	7.5 *	70	0	0	10.0	20.0	97	98	10.0	20.0	10.0	18.0	± 0.5	± 0.3	± 25	± 20					
SDA 4 -16	6.0	14	18	-	-	-	-	-	-	-				14.0	24.0	97	98	14.0	24.0	14.0	22.0										
SDA 4 -20	6.0	18	22	-	-	-	-	-	-	-				18.0	28.0	97	98	18.0	28.0	18.0	26.0										
SDA 8 -12	5.8	10	14	-	-	-	-	-	-	-	7.5 *	70	0	0	9.0	17.0	97	98	9.0	17.0	10.0	16.0	± 0.5	± 0.3	± 25	± 20					
SDA 8 -16	5.8	14	18	-	-	-	-	-	-	-				13.0	23.0	97	98	13.0	23.0	14.0	20.0										

# Praxishilfe zur Verwendung mineralischer Recyclingbaustoffe

## Kapitel « Recycling Kiessand »

Arbeitsgruppe « Kiessand »





# Recycling Kiessand

## Praxishilfe für die Verwertung mineralischer Bauabfälle

*AUSBAUASPHALT, STRASSENAUFBRUCH,  
ABBRUCHBETON, MISCHABBRUCH*



*Sitten, 28. Januar 2016 / V.7*



# Inhaltsverzeichnis

1. GELTUNGSBEREICH	32
2. ANFORDERUNGEN	32
3. TRENNUNG DER BAUABFÄLLE	33
4. MATERIALDEKLARATION	34
5. AUFBEREITUNG DER BAUSTELLENABFÄLLE	34
6. QUALITÄTSKONTROLLE UND PRODUKTDEKLARATION: ERFORDERLICHE QUALITÄT DER RECYCLINGBAUSTOFFE UND DIE ZULÄSSIGEN VERWENDUNGEN	35
7. MINIMAL EINZUHALTENDE ANFORDERUNG ANGESICHTS DER VORAUS- SICHTLICHEN VERWENDUNG DER SECHS RECYCLINGBAUSTOFFE	39
8. GENERELLE EINSCHRÄNKUNGEN, WELCHE DEN EINSATZ MINERALISCHER RECYCLINGBAUSTOFFE FÜR DEN SCHUTZ DER GEWÄSSER BESCHRÄNKEN	41
9. KONTROLLEN	41
10. NORMREFERENZEN	43
11. ANHÄNGE	45

## 1. GELTUNGSBEREICH

Diese Praxishilfe (auch Wegleitung genannt) gilt nur für mineralische Bauabfälle (auch als Bauschutt bezeichnet), die sich in Ausbauasphalt, Strassenaufbruch, Betonabbruch und Mischabbruch trennen lassen.

*Diese Praxishilfe stützt sich weitgehend auf die Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle des BAFU (2006, UV-0631).*

### 1.1. Die vier Bauabfallkategorien sind wie folgt definiert:

- ✓ **Ausbauasphalt** (aus Strassenabbruch) ist der Oberbegriff für den durch schichtweises Kaltfräsen eines Asphaltbelages gewonnenen kleinstückigen Fräsasphalt und den beim Aufbrechen bituminöser Schichten in Schollen anfallenden Aufbruchasphalt.
- ✓ **Strassenaufbruch** (aus Strassenabbruch) ist der Oberbegriff für das durch Ausheben, Aufbrechen oder Fräsen von nicht gebundenen Fundations- und Tragschichten gewonnene Material. Diese Materialien können gelegentlich gewisse Asphaltanteile aufweisen.
- ✓ **Betonabbruch** ist das durch Abbrechen oder Fräsen von bewehrten oder unbewehrten Betonkonstruktionen und –belägen gewonnene Material.
- ✓ **Mischabbruch** ist ein unsortiertes Gemisch von ausschliesslich mineralischen Bauabfällen von Massivbauteilen wie Beton-, Backstein-, Kalksandstein- und Natursteinmauerwerk.

### 1.2. Nicht in den Geltungsbereich dieser Wegleitung fallen Aushub-, Abräum- und Ausbruchmaterialien. Diese werden als nicht verschmutzt betrachtet:

- Wenn Inhaltsstoffe, die sie enthalten, keine der im Anhang 3 der VVEA (Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen, in Kraft getreten am 01. Januar 2016) überschreiten oder eine Überschreitung dieser Grenzwerte nicht auf menschliche Tätigkeiten zurückzuführen sind.
- Wenn sie keine Fremdstoffe wie Siedlungsabfälle, biogene Abfälle oder Bauabfälle enthalten.
- Wenn sie keine Fremdkörper wie urbane Abfälle, Grünabfuhr und Baustellenabfälle beinhalten.

**Die Entsorgung von abgeschälten Oberbauten ist zudem in der Mitteilung zum qualitativen Bodenschutz und zur Verordnung über Schadstoffe im Boden (VSBo) Nr. 4 geregelt.**

## 2. ANFORDERUNGEN

In den Figuren 1 bis 3 der **Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle des BAFU (2006, UV-0631)** sind der Geltungsbereich der vorliegenden technischen Wegleitung sowie die einzelnen Abfallkategorien in einer Übersicht dargestellt.

Die Qualitätsanforderungen, die der Aufbereitung von mineralischen Baustoffen auf technischer Ebene gestellt werden, sind in den speziellen Richtlinien und den Schweizer Normen festgehalten.

### 3. TRENNUNG DER BAUABFÄLLE

Bei Bauarbeiten muss die Bauherrschaft der Behörde, die für die Erteilung der Baubewilligung zuständig ist, im Rahmen des Baubewilligungsgesuchs Angaben über die Art, Qualität und Menge der anfallenden Abfälle und einen Entsorgungsplan der Abfälle, die auf der Baustelle anfallen, hinterlegen. Dieser sieht die Trennung der Abfälle vor, wenn voraussichtlich mehr als 200 m<sup>3</sup> Bauabfälle anfallen oder Bauabfälle mit umwelt- oder gesundheitsgefährdenden Stoffen wie polychlorierte Biphenyle (PBC), polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), Blei oder Asbest zu erwarten sind:

**Dieser Entsorgungsplan** (Art. 16 VVEA) muss mindestens folgende Angaben beinhalten:

- die zu erwartenden Materialkategorien sowie die Mengen;
- die Reihenfolge des Abfallanfalles;
- die Sonderabfälle, die aufgrund der vorhandenen Materialien auf der Baustelle zu erwarten sind (z.B. Teer, Asbest) und/oder aus der industriellen oder gewerblichen Bewirtschaftung des Geländes anfallen könnten;
- Anteile an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) und weiterer Schadstoffe, z.B. auf der Basis von Teer, damit diese identifiziert und getrennt entsorgt werden können;
- Angaben über die vorgesehene Entsorgung und die Entsorgungseinrichtungen.

Es ist Aufgabe der Bauherrschaft dafür zu sorgen, dass die nachstehenden Anforderungen eingehalten werden, wie:

- > Separates Erfassen und vorschriftgemässes Weiterleiten und Entsorgen von Sonderabfällen (Art. 17 Abs. 1 VVEA).
- > **direktes Trennen der Baustellenabfälle** (Art. 17 Abs. 1 VVEA), **auf der Baustelle selbst**, in:
  - unverschmutztes Aushub- und Abräummaterial;
  - mineralische Baustellenabfälle;
  - andere verwertbare Materialien wie Glas, Metall, Holz und Kunststoffe;
  - brennbare Abfälle, die keiner Verwertung zugeführt werden können;
  - andere Abfälle.
- > Weiter sortieren der **mineralischen Bauabfälle**, (Art. 17 Abs. 1 Lit. c VVEA) in:
  - Ausbauasphalt
  - Betonabbruch
  - Strassenaufbruch
  - Mischabbruch (man findet hier wieder die 4 Kategorien der Richtlinie des BAFU)
  - Ziegelabbruch und Gips, welche soweit wie möglich getrennt gesammelt werden müssen.

Die zuständige Behörde (im Wallis die DUS) kann eine weitergehende Trennung fordern, wenn dadurch weitere zusätzliche Anteile der Abfälle verwertet werden können (Art. 17 Abs. 3 VVEA).

Damit die Sortierung während den Abbruch- oder Transformationsarbeiten organisiert werden kann, ist es zwingend erforderlich, dass der Rückbau in umgekehrter Reihenfolge der früheren Bauetappen erfolgt.

Der Bauherr muss die erforderliche Qualität der Bauabfallkategorien gewährleisten, die direkt nach dem Rückbau ohne Aufbereitung als Recyclingbaustoffe verwendet werden. Wird das Material auf derselben Baustelle, auf der es anfällt, verwendet, ist vor Inangriffnahme der Bauarbeiten darzulegen, dass die Recyclingbaustoffe die Qualitätsanforderungen der Richtlinie erfüllen werden (BAFU UV-0631).

#### **4. MATERIALDEKLARATION**

Der Unternehmer, bei dessen Tätigkeit die Bauabfälle anfallen, dokumentiert, an welchem Ort diese behandelt, verwertet oder abgelagert werden. Die Kontrolle erfolgt durch die Bauherrschaft bzw. die Bauleitung. Gegebenenfalls überprüft die zuständige Behörde die Dokumentation. Ausserdem soll ausgeschlossen werden, dass ungeeignete Bauabfälle in die Verwertung gelangen. Daher sind pro abzutransportierende Bauabfallkategorie auf dem Lieferschein nachstehende Angaben zu machen:

- > Bezeichnung der Baustelle: Ort, Adresse, Art der Bauarbeiten;
- > Art des Materials;
- > Menge des Materials (in Tonnen oder m<sup>3</sup>);
- > Datum und Unterschrift der Bauleitung bzw. deren Vertretung;
- > Bezeichnung des Empfängers.

#### **5. AUFBEREITUNG DER BAUSTELLENABFÄLLE**

Die Aufbereitung von mineralischen Bauabfällen ist eine Behandlung im Sinne USG Ar. 7 Abs. 6<sup>bis</sup> und umfasst alle Tätigkeiten wie sortieren, Ausscheiden von unerwünschten Verunreinigungen, brechen und klassieren. Dies mit dem Ziel, Recyclingbaustoffe herzustellen, welche sowohl die ökologischen Anforderungen wie auch die bautechnischen Anforderungen des Bauhauptgewerbes erfüllen. Die Aufbereitung muss wirtschaftlich tragbar sein und eine Gewichtung der ökologischen und wirtschaftlichen Interessen berücksichtigen.

Separat erfasste Sonderabfälle und die anderen, für eine Verwertung ungeeigneten Abfälle (z.B. asbesthaltig, zu hoher PAK-Gehalt, Altlastenmaterial oder Glas) sind der vorschriftskonformen Behandlung oder Ablagerung zuzuführen.

Sind die angelieferten mineralischen Bauabfälle mit anderen Abfällen so vermischt, dass eine weitere Auftrennung und/oder die Herstellung von Baustoffen in der zur Verfügung stehenden Anlage ungenügend oder unzumutbar wäre, ist das Material an die Lieferanten zurückzuweisen oder in dessen Auftrag anderweitig zu entsorgen.

Nach getrennter Erfassung bzw. Sortierung in die vier Kategorien (sei es bei der Sammlung oder einer nachträglichen Trennung) sind diese getrennt zu lagern. Davon ausgenommen sind die bituminösen

Anteile stabilisierter Schichten des Strassenaufbruchs, die zusammen mit Ausbauasphalt aufbereitet werden können. Gleiches gilt für die hydraulisch stabilisierten Schichten, die zusammen mit Betonabbruch aufbereitet werden können.

Die Mischung der sortierten vier mineralischen Bauabfallkategorien untereinander ist vor und auch während der Aufbereitung nicht gestattet (Vermischungsverbot, TVA Art. 10).

Der Feinanteil (« 8 mm) des Mischabbruchs ist vor dem Brechen abzusieben. Er ist entweder einer Behandlung und anschliessend einer eventuellen Verwertung zuzuführen oder TVA-konform abzulagern.

## **6. QUALITÄTSKONTROLLE UND PRODUKTDEKLARATION: ERFORDERLICHE QUALITÄT DER RECYCLINGBAUSTOFFE UND DIE ZULÄSSIGEN VERWENDUNGEN**

Bei der Aufbereitung der vier mineralischen Bauabfallkategorien (Ausbauasphalt, Strassenaufbruch, Betonabbruch und mineralischer Mischabbruch) entstehen 6 Recyclingbaustoffe:

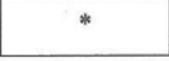
<b>BAFU</b>	<i>SN 670 119-NA, Tab.1, Referenz zu SN EN 13242</i>
a. <b>Asphaltgranulat ;</b>	<i>RC - Asphaltgranulatgemisch</i>
b. <b>Recycling-Kiessand P ;</b>	<i>RC – Kiesgemisch P</i>
c. <b>Recycling-Kiessand A ;</b>	<i>RC – Kiesgemisch A</i>
d. <b>Recycling-Kiessand B ;</b>	<i>RC – Kiesgemisch B</i>
e. <b>Betongranulat ;</b>	<i>RC – Granulatgemisch</i>
f. <b>Mischabbruchgranulat</b>	<i>RC – Mischgranulatgemisch</i>

Der Hersteller muss die geforderte Qualität der Recyclingbaustoffe nachweisen. Dafür werden deren Haupt- und Nebengemengteile nach den Methoden bestimmt, die in den Richtlinien und Schweizer Normen definiert sind.

Die geforderte Qualität eines bestimmten Recycling-Baustoffes gilt als erfüllt, wenn die ausgezählten Haupt- und Nebengemengteile einer Massenprozentverteilung gemäss der folgenden tabellarischen Darstellung entsprechen.

Abb. 4 > Qualitätsanforderungen an die sechs Recyclingbaustoffe.

Recyclingbaustoffe \ Bauabfallkategorien	Ausbauasphalt	Kies-Sand	Betonabbruch	Mischabbruch	Fremdstoffe
Asphaltgranulat	80	20		2	0.3*
Recycling-Kiessand P	4	95	4	1	0.3
Recycling-Kiessand A	20	80	4	1	0.3
Recycling-Kiessand B	4	80	20	1	0.3
Betongranulat	3**	95		2	0.3
Mischabbruchgranulat	3	97			0.3 ohne Gips 1%Gips 1% Glas

	Hauptgemengteil: minimale Massenprozent
	Nebengemengteil: maximale Massenprozent
	maximale Gesamtanteile in Massenprozent (Holz, Papier, Kunststoffe, Metalle, Gips...)
	Asphaltgranulat, welches heiss aufbereitet wird, darf aus bautechnischen Gründen keine Fremdstoffe enthalten.
	Betongranulat, welches als Zuschlagstoff für klassifizierten Beton vorgesehen ist, darf keinen Ausbauasphalt enthalten.

BAFU (2006), Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle (Abb. 4)

#### Asphaltgranulat:

- > Ausbauasphalt (Hauptgemengteil): mindestens 80 %;
- > Kiessand (nicht zugemischt): maximal 20 %;
- > Betonabbruch und Mischabbruch (als Summe): maximal 2 %;
- > Fremdstoffe: maximal 0,3 %

#### Recycling Kiessand P :

- > Kiessand (Hauptgemengteil): mindestens 95 %;
- > Ausbauasphalt: maximal 4 %;
- > Betonabbruch: maximal 4 %;
- > Mischabbruch: maximal 1 %;
- > Fremdstoffe: maximal 0,3 %

**Recycling Kiessand A:**

- > Kiessand (Hauptgemengteil): mindestens 80 %;
- > Ausbauasphalt: maximal 20 %;
- > Betonabbruch: maximal 4 %;
- > Mischabbruch: maximal 1 %;
- > Fremdstoffe: maximal 0,3 %

**Recycling Kiessand B:**

- > Kiessand (Hauptgemengteil): mindestens 80 %;
- > Betonabbruch: maximal 20 %;
- > Ausbauasphalt: maximal 4 %;
- > Mischabbruch: maximal 1 %;
- > Fremdstoffe: maximal 0,3 %

**Betongranulat:**

- > Kiessand und Betonabbruch (als Summe): mindestens 95 % (Kiessand bei der Betongranulat-herstellung entstanden und nicht zugemischt);
- > Ausbauasphalt: maximal 3 %;
- > Mischabbruch: maximal 2 %;
- > Fremdstoffe : maximal 0,3 %

**Mischabbruchgranulat:**

Der Feinanteil des Mischabbruchs von <8mm ist vor dem Brechen abzusieben. Dieser ist entweder zu behandeln und eventuell zu verwerten oder nach VVEA zu lagern.

- > Kiessand und Betonabbruch und Mischabbruch (als Summe und Kiessand nicht zugemischt): mindestens 97 %;
- > Ausbauasphalt: maximal 3 %;
- > Fremdstoffe (ohne Gips): maximal 0,3 %;
- > Gips: maximal 1 %;
- > Glas: maximal 1 %

Die Recyclingbaustoffe müssen die geforderte Qualität erreichen, damit eine Zumischung von anderen Materialien (z.B. Kies) zum Erreichen bestimmter bautechnischer Eigenschaften zulässig ist. Dies trifft vor allem für die Herstellung von Beton und Asphaltbelägen zu. **Asphaltgranulat darf aber nicht mit Kies zu Recycling-Kiessand A gemischt werden.**

Ist die erforderliche Qualität nicht erreicht, muss das Material entweder weiteren Aufbereitungsschritten zugeführt und die Qualität vor der Verwendung erneut beurteilt werden, oder es ist TVA-konform zu entsorgen.

*Die zuständige kantonale Fachstelle kann für Recycling-Kiessand A im Einzelfall einen Ausbauasphaltanteil von 30 Massenprozenten zulassen, wenn sichergestellt ist, dass weder Ausbauasphalt noch Asphaltgranulat zugemischt wurden.*

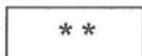
Wenn die sechs Recyclingbaustoffe die geforderte Qualität erfüllen, dürfen sie ohne weitere Abklärungen für die unter Fig. 5 aufgeführten Verwendungen eingesetzt werden.

**Abb. 5 > Verwendungsmöglichkeiten der sechs Recyclingbaustoffe.**

Verwendungsmöglichkeiten Recyclingbaustoffe	Einsatz in loser Form		Einsatz in gebundener Form	
	ohne Deckschicht	mit Deckschicht	hydraulisch gebunden	bituminös gebunden
Asphaltgranulat	*	* *		
Recycling-Kiessand P				
Recycling-Kiessand A				
Recycling-Kiessand B				
Betongranulat				
Mischabbruchgranulat				



Verwendung möglich



Verwendung möglich mit der Einschränkung:  
als Planiematerial unter bituminöser Deckschicht



Verwendung nicht zugelassen



Verwendung nur möglich, wenn die Schichtstärke maximal 7cm beträgt  
und das Asphaltgranulat gewalzt wird

BAFU (2006), Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle (Abb. 5)

Eine qualitativ hochwertige Verwertung der sechs Recyclingbaustoffe ist anzustreben, damit die materialspezifischen Eigenschaften bestmöglich genutzt werden und die Möglichkeiten für ein erneutes Recycling gewahrt bleiben. In der Regel ist ein Einsatz der Recyclingbaustoffe zu gleichen Zwecken wie bei der erstmaligen Verwendung anzustreben.

Aus diesen Gründen darf bitumenhaltiges Material nicht hydraulisch gebunden werden. Ebenso verhält es sich mit betonhaltigen Materialien, die nicht bituminös gebunden werden dürfen.

Die Recyclingbaustoffe können zudem in loser Form, als Granulat, mit oder ohne Deckschichten eingesetzt werden. Als Deckschichten gelten bindemittelgebundene Schichten (Asphaltbelag, Betonbelag), welche die Durchsickerung des gesamten Recyclingmaterials mit Niederschlägen verhindert. Ist eine Deckschicht im Sinne der **Richtlinie des BAFU** notwendig, so muss diese innerhalb von 3 Monaten eingebracht werden.

Kalt eingebrachtes und gewalztes Asphaltgranulat ist dem Verwerten «in gebundener Form» nicht gleichgestellt.

Mineralische Bauabfälle wie abgefräster Asphaltbelag oder Kies aus dem Strassenaufbruch, die ohne Aufbereitung als Recyclingbaustoffe anfallen, müssen die Qualitätsanforderungen der vorliegenden

technischen Wegleitung erfüllen.

**Ausbauasphalte aus Strassen-, Gehsteig-, Platz- sowie analogen Flächenabbrüchen sind vorrangig in einer Mischgut-Aufbereitungsanlage zu verwerten, damit sie für ihren ursprünglichen Zweck wieder verwendet werden können.**

Sollte sich dies als besonders schwierig erweisen, oder wenn die Mischgut-Quantitäten klein sind, erfolgt deren Verwertung über die üblichen Behandlungen und diese Materialien werden spezifisch als Recycling-Kiessand behandelt.

## **7. MINIMAL EINZUHALTENDE ANFORDERUNG ANGESICHTS DER VORAUS-SICHTLICHEN VERWENDUNG DER SECHS RECYCLINGBAUSTOFFE**

Entspricht ein Recycling-Kiessand einem der sechs Recyclingmaterialien, die in der Fig. 4 „Qualitätsanforderungen an die sechs Recyclingbaustoffe“ definiert sind, kann dieser für die in der Fig. 5 „Verwendungsmöglichkeiten der sechs Recyclingbaustoffe“ der BAFU-Richtlinie eingesetzt werden.

Der Hersteller muss mittels einer Werkstoffanalyse die verlangte erforderliche Qualität des Recyclingmaterials belegen. Zu diesem Zweck wird er eine Analyse der Haupt- und Nebengemengteile entsprechend den in den besonderen Bestimmungen sowie den Schweizer Normen aufgeführten Methoden vornehmen.

Die Test-Anforderungen, denen der Kiessand genügen muss, ist abhängig von der vorgesehenen Einsatzmöglichkeit.

Recyclingkiessand, das für Anwendungen vorgesehen ist, für welche die Verkehrslasten oder andere nicht ausschlaggebend sind, bildet die Klassifizierung der Komponenten die einzige Konformitätsanforderung.

Die Ergebnisse dieser Klassifikation müssen die Bedingungen der Norm SN 670 119-NA / EN 13242 / EN 13285 einhalten,

- Tab. 1 «Anforderungen an die Bestandteile von rezyklierten Gesteinskörnungen und Gesteinskörnungsgemischen»

Diese Werte sind ebenfalls in der Beilage C, Tabelle «Zusammensetzung der Recyclingbaustoffe» aufgeführt.

*Obwohl gewisse Werte in der Tab. 1 der Norm SN 670 119-NA / EN 13242 / EN 13285 detaillierter als in der Fig. 4 der BAFU-Richtlinie (siehe Kap. 6 der vorliegenden technischen Wegleitung) aufgeführt sind, wird die Analyse gemäss der einen oder anderen Formulierung für die Qualitätsdefinition der Verwertungs-Materialien angenommen. Die Anforderungen der Richtlinie des BAFU müssen jedoch immer eingehalten werden.*

Beispiele von Klassifizierungsprotokollen der Recycling-Kiessandbestandteile sind in den Beilagen D enthalten.

**Recycling-Kiessande sind für die Anwendungen bestimmt, welche in den nachstehenden Dokumenten aufgeführt sind (Beilage zur Praxishilfe):**

- Tabelle der Norm SN 640 302b (Beilage A zur Praxishilfe);
- Katalog der Bauelemente unter Nr. 3 / 4 / 5 / 6 (Beilage C).

Für Recyclingkiessand, welcher für Tragschichten, Foundationsschichten oder verbesserten Untergrund (Stabilisierung) verwendet werden soll, sind sämtliche in den Normen vorgesehenen Analysen vorzunehmen, die es erlauben, dass er als **RC Kiessand P 0/45**, **RC Kiessand A 0/45**, **RC Kiessand B 0/45** und **RC Kiessand aus Betongranulat** zu bezeichnen ist, wie es in den Normen SN 670 119-NA und weitere und insbesondere die in der Tabelle 2 «Geometrische, physikalische und chemische Anforderungen, Referenz zur SN EN 13242» und in der Tabelle 3 «Eigenschaften und Anforderungen für ungebundene Gemische» aufgeführt ist.

Ein Beispiel eines Konformitätsdossiers wie auch verschiedener Prüfprotokolle sind in den Beilagen E zu finden.

## **8. GENERELLE EINSCHRÄNKUNGEN, WELCHE DEN EINSATZ MINERALISCHER RECYCLINGBAUSTOFFE FÜR DEN SCHUTZ DER GEWÄSSER BESCHRÄNKEN**

- a. Mineralische Recyclingbaustoffe dürfen in loser Form in Grundwasserschutzzonen und –arealen nur mit Bewilligung der zuständigen kantonalen Fachstelle eingesetzt werden. Diese darf die Bewilligung nur erteilen, wenn sichergestellt ist, dass die Recyclingbaustoffe die Anforderungen der BAFU-Richtlinie erfüllen und die geltenden Gewässerschutzvorschriften eingehalten sind.
- b. **Recyclingbaustoffe dürfen für die Verwendungen, bei denen ein direkter Kontakt mit Grundwasser nicht auszuschliessen ist, nicht eingesetzt werden. Dies entspricht in der Regel einem Mindestabstand vom Grundwasser von 2.0 m. So ist vor allem die Verwendung von mineralischen Recyclingbaustoffen für Sicker- und Drainageschichten nicht gestattet.**
- c. Mit Ausnahme von Recycling-Kiessand P sind Damm- und Geländeaufschüttungen mit mineralischen Recyclingbaustoffen verboten. Für solche Bauarbeiten sollen unverschmutztes Aushubmaterial verwendet.
- d. Mit Ausnahme von Recycling-Kiessand P darf beim Einbau von Recyclingbaustoffen die Schichtstärke 2 m nicht übersteigen.

## **9. KONTROLLEN**

### **Qualitätskontrollen**

Häufigkeit und Umfang der Qualitätskontrollen der Recyclingbaustoffe sind in der Norm SN 670 119 – EN 13242 und 13285 festgelegt.

### **Eigenkontrolle**

Der Hersteller gewährleistet die erforderliche Qualität der abgegebenen Recyclingbaustoffe und kontrolliert diese regelmässig und zwar wie folgt:

- > durch visuelle Kontrollen im Normalbetrieb;
- > mit einer Materialanalyse gemäss Anhang A1 der BAFU-Richtlinie für die Verwendung mineralischer Bauabfälle).

Bei der Betriebsaufnahme der Anlage und jeweils nach der Produktion von 3'000 m<sup>3</sup> eines Recyclingbaustoffes, jedoch mindestens einmal jährlich, führt er die Kontrolle selber durch oder beauftragt eine Prüfstelle damit.

**Mindestprüfhäufigkeiten für ungebundene Gemische (EN 13285 :2010, Tabelle C1 Seite 27)**

Eigenschaft der Gesteinskörnung	Ab-schnitt	Anmerkungen	Prüf-verfahren	Mindestprüf-häufigkeit
Gesteinskörnung	4.2	Nach EN 13242	-	-
Feinanteil	4.3		EN 933-1	1 par wöchentlich
Korngrössenverteilung	4.4	Eine Bewertung der Übereinstimmung mit den verschiedenen Kriterien erfolgt zur Einhaltung der Kategorien, die in den vom Kunden aufgestellten Spezifikationen gefordert werden.	EN 933-1	1-mal wöchentlich oder 1-mal je 5'000 t (je nachdem, was häufiger auftritt)
Trockendichte, optimaler Wassergehalt	5.3			1-mal jährlich
Gehalt an wasserlöslichen Sulfaten	5.4		EN 1744-1	1-mal jährlich
Frostempfindlichkeit	4.5		-	-
Durchlässigkeit			-	-
Auslaugung			-	-

**Fremdkontrolle**

Regelmässig, jedoch nach der Produktion von 20'000 m<sup>3</sup> eines Recyclingbaustoffes an einem Standort und mindestens einmal jährlich, ist eine unabhängige Fachinstanz mit der Durchführung einer Materialanalyse, wie im Anhang der BAFU-Richtlinie beschrieben, zu beauftragen.

Im Rahmen ihrer Überwachungsaufgabe kann die kantonale zuständige Fachstelle zusätzliche Kontrollen verordnen oder durchführen lassen.

## 10. Normreferenzen

- ✓ Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen VVEA (Stand 4. Dezember 2015)
- ✓ Richtlinie über die Verwertung mineralischer Bauabfälle, BAFU 2006 (UV-0631)
- ✓ SN 640 302b, Strasse und Gleiskörper : Terminologie
- ✓ SN 640 320, Dimensionierung des Strassenaufbaus : Äquivalente Verkehrslast
- ✓ SN 640 324, Dimensionierung des Strassenaufbaus Unterbau und Oberbau
- ✓ SN 640 430, Walzasphalt: Konzeption, Ausführung und Anforderungen an die eingebauten Schichten
- ✓ SN 640 430b, Walzasphalt: Konzeption, Ausführung und Anforderungen an die eingebauten Schichten
- ✓ SN 640 585b, Verdichtung und Tragfähigkeit
- ✓ SN 670 050, Gesteinskörnungen
- ✓ SN 670 071, Recycling
- ✓ SN 670 103b, Gesteinskörnungen für Asphalte und Oberflächenbehandlungen für Strassen, Flugplätze und andere Verkehrsflächen
- ✓ SN 670 119-NA, Gesteinskörnungen für ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische für Ingenieur- und Strassenbau
- ✓ SN 640 431-8a-NA, Asphalt Mischgut, Teil 8: Ausbauasphalt
- ✓ SN 640 492, Foundationsschichten aus Asphaltbeton in Kaltbauweise (AFK)
- ✓ SN 640 496-NA, Zementgebundene Gemische, Anforderungen
- ✓ SN 640 506a, Stabilisierungen mit bituminösen Bindemittel (KMF)
- ✓ SN 640 741, Verkehrsflächen mit ungebundenem Oberbau: Grundnorm
- ✓ SN 640 744, Verkehrsflächen mit ungebundenem Oberbau: Ausführung und Erhaltung
- ✓ SN 670 902-11-NA, Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen

## 11. Anhänge

- A. Aufbau einer Strasse gemäss SN 640302b
- B. Recyclingbaustoffe VS RECYCLING
- C. Bauteilkatalog, Kanton Wallis
- D. 01 Einteilung der Bestandteile in grober rezyklierter Gesteinskörnung (Prüfbericht IMM SA)  
02 Einteilung der Bestandteile in rezykliertem Kiessand (Prüfbericht Labco)
- E. 01 Labco Eignungsdossier für ungebundenes Gemisch  
02 Labco Korngrößenverteilung - Siebverfahren  
03 Labco Bestimmung der Kornform - Plattigkeitskennzahl  
04 Labco Bestimmung des Anteils an gebrochenen Körnern in groben Gesteinskörnungen  
05 Labco Widerstand gegen Zertrümmerung, Los Angeles Verfahren auf Korngruppen 4-8 und 11-16 eines ungebundenen Gemisches  
06 Labco Frostbeständigkeit (CBR-Versuch)  
07 Labco Einteilung der Bestandteile eines rezyklierten Kiessandes (ungebundenes Gemisch)
- F. NPK Bau, Kap. 221 D/10 (V2015) Foundationsschichten für Verkehrsanlagen



6. Begriffe und Beispiele

D	Schichten	Flächen	Beispiele gebräuchlicher Materialien
B Oberbau	B3 Deckschicht	b3 Fahrbahnoberfläche	- Bituminöses Mischgut - Beton - Pflastersteine
	B2 Bindeschicht	b2 Planie der Tragachicht	- Bituminöses Mischgut - Stabilisierung - Kessand gebrochen
	B1 Fundations-schicht	b1 Planie der Fundations-schicht	- Kiessand 1, 2 - Stabilisierung
A Unterbau	B0 Übergang-schicht	a Planum	- Sand - Geotextil
	A3 Verbesserter Untergrund		- Verdichteter Untergrund - Stabilisierung - Erdsatzmaterialien
	A2 Damm		
A1 Untergrund			

9. Termini tecnici ed esempi

F	Couches	Surfaces	Exemples de matériaux usuels
B Chaussées	B4 Couche de roulement	b3 Surface de roulement	- Enrobé bitumineux - Béton - Pavés
	B3 Couche de liaison	b2 Surface de la couche de base	- Enrobé bitumineux - Stabilisation - Grave concassée
	B2 Couche de base	b1 Surface de la couche de fondation	- Grava 1, 2 - Stabilisation
A Sol de fondation	B1 Couche de fondation	a Plate-forme	- Sable - Géotextile
	B0 Couche de transition		- Sol compacté - Stabilisation - Matériaux de substitution
	A3 Couche de forme		
A2 Remblai			
A1 Terrain naturel			

6. Technical terms and examples

F	Course	Surfaces	Examples of usual materials
B Pavement	B4 Wearing course	b3 Road surface	- Coated materials - Concrete - Set paving
	B3 Base course	b2 Surface of the road base	- Coated material - Stabilization - Crushed material
	B2 Road base	b1 Surface of the subbase	- Graded aggregates 1, 2 - Stabilization - Sand - Geotextiles
A Subgrade	B1 Subbase	a Formation level	- Compacted soil - Stabilization - Substitute material
	B0 Transition base		
	A3 Capping layer		
A2 Embankment			
A1 Natural ground			

Anmerkungen

Der internationale Sprachgebrauch verwendet den Begriff «Decke», der neu bei flexiblen Aufbauten aus einer oder zwei Schichten besteht, d.h. der «Deckschicht» und allenfalls der «Bindeschicht».

In der internationalen technischen Terminologie wird der Begriff «Belag» vor allem für Beton- und Brückenbeläge verwendet.

Remarques

La nomenclature en usage au niveau international utilise le terme de «couche de surface», elle-même constituée d'une ou de deux couches, c.-à-d. de la «couche de roulement» et éventuellement de la «couche de liaison».

Dans la terminologie technique internationale, on utilise le terme de revêtement surtout pour les revêtements en béton et les revêtements de ponts.

Osservazioni

La nomenclatura internazionale utilizza il termine «manto» costituito da uno o due strati e cioè lo «strato di usura» e eventualmente lo «strato di collegamento».

Nella terminologia tecnica internazionale i termini «Belag» e «revêtement» hanno dei significati precisi. In italiano i termini corrispondenti «rivestimento» e «pavimentazione» non conoscono limitazioni particolari e vengono usati come sinonimi.

auf Damm  
sur remblai  
su rilevato

im Einschnitt  
en déblai  
in trincea

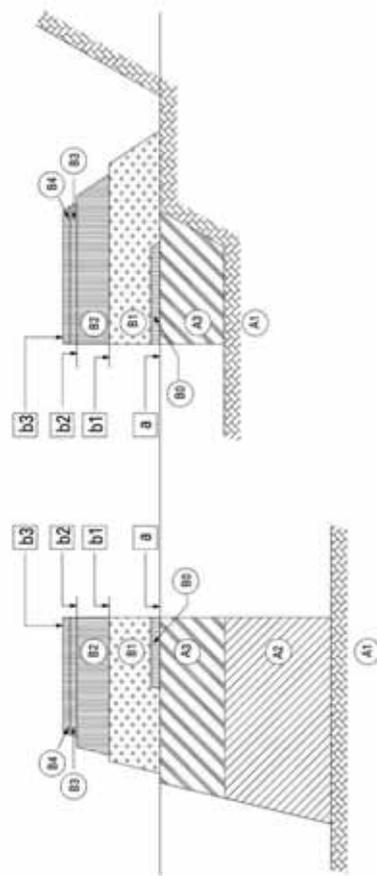


Abb.1 Aufbau einer Strasse

Fig.1 Structure de la route

Fig.1 Struttura della strada

Fig.1 Structure of the road

# Recyclingbaustoffe VS-RECYCLING

v. 4, 28.01.2016

B

DEFINITIONEN		SN 670 071
<b>Bauschutt</b>	- Material, das zumindest 95 Volumen-% aus Steinen oder gesteinsähnlichen Bestandteilen (Beton, Ziegel, Glas Mauerabbruch, Strassenaufbruch oder -fräsgut) besteht und kein Aushub- oder Bodenmaterial ist.	
<b>Bauschuttfraktionen</b>	- Ausbausphal, Kiesmaterial, Betonabbruch, Mischabbruch	
<b>Recyclingbaustoffe</b>	- Aus den Bauschuttfraktionen hergestellte Baustoffe.	
<b>Industrielle Nebenprodukte</b>	- Bei industriellen Prozessen anfallende Nebenprodukte, welche zu mindestens 95% aus gesteinsähnlichen Bestandteilen bestehen. Die Gehalte an Schadstoffen erfüllen die Anforderungen an Inert Stoffe gemäss TVA (gemäss neuer VVEA).	

GEWINNUNG UND VERWENDUNG VON RECYCLINGBAUSTOFFEN		
Bauschuttfraktionen	Herkunft / Gewinnung	Recyclingbaustoffe
Ausbausphal	Aufbrechen / Fräsen von Asphaltsschichten	<b>ungebundene Anwendung:</b> - RC-Asphaltgranulatgemisch; SN 670-119 NA <b>gebundene Anwendung</b> - Ausbausphal im Mischgut; SN 640 431-8a-NA - bituminöse Stabilisierung; SN 640 506
Kiesmaterial	Material aus ungebundenen unverschmutzten Gesteins-Körnungen (Fundations-schichten)	<b>ungebundene Anwendung:</b> -RC-Kiesgemisch P -RC-Kiesgemisch B -RC-Kiesgemisch A <b>gebundene Anwendung:</b> -hydraulisch gebundene Gemische; SN 640 496-NA
Betonabbruch	Aufbrechen / Fräsen von unbewehrten oder bewehrten Betonkonstruktionen	<b>ungebundene Anwendung:</b> -RC-Betongranulatgemisch -RC-Kiesgemisch B <b>gebundene Anwendung:</b> -Betongranulat; SN 640 102-NA -RC-Beton-C; SN EN 206-1
Mischabbruch	Entsorgung von Baustellen im Hoch- und Tiefbau. Gemisch aus Beton, Backstein, Kalksandstein und Natursteinmauerwerk.	<b>ungebundene Anwendung:</b> -RC-Mischgranulat ; SN 670 119-NA <b>gebundene Anwendung:</b> -Mischgranulat; SN 640 102-NA -RC-Beton M ; SN EN 206-1

ZUSAMMENSETZUNG VON RECYCLINGBAUSTOFFEN								SN 670 119-NA, Tab. 1
Max. Anteile in Masse- %	Asphalt $R_a$	Ziegel-Mauersteine $R_b$	Beton $R_c$	Kies / Sand $R_u$	Glas $R_g$	Schwimmbares FL(%-vol)	sonstiges X	
RC- Asphaltgranulatgemisch	>80%	<2%		<20%	<2%	<5%	<0.3%	
RC- Betongranulatgemisch	<4% (<3%)	<2%	>30%	<70%	<2%	<5%	<0.3%	
RC-Mischgranulatgemisch	<4% (<3%)		>95% (>97%)		<2%	<5%	<1%	
RC-Kiesgemisch P	<4%	<1%	<4%	>95%	<2%	<5%	<0.3%	
RC-Kiesgemisch A	<30% (<20%)*	<1%	<4%	>70% (>80%)*	<2%	<5%	<0.3%	
RC-Kiesgemisch B	<4%	<1%	<30% (<20%)*	>70% (>80%)*	<2%	<5%	<0.3%	

\* gemäss Richtlinie BAFU : Verwertung mineralischer Bauabfälle (UV-0631-D)

VERWENDUNGSMÖGLICHKEITEN DER SECHS RECYCLINGBAUSTOFFE					Richtlinie BAFU UV-0631, Abb. 5
	in loser Form ohne Deckschicht	in loser Form mit Deckschicht	hydraulisch stabilisiert	bituminös stabilisiert	
Asphaltgranulat	teilweise ok*	ok, mit Einschränkung **	nicht zulässig	ok	
Recycling-Kiessand P	ok	ok	ok	ok	
Recycling-Kiessand A	nicht zulässig	ok	nicht zulässig	ok	
Recycling-Kiessand B	ok	ok	ok	nicht zulässig	
Betongranulat	nicht zulässig	ok	ok	nicht zulässig	
Mischabbruch	nicht zulässig	ok	ok	nicht zulässig	

\* möglich falls Schichtdicke  $\leq 7$  cm und Ausbausphal gewalzt wird.

\*\* Verwendung möglich mit Einschränkung : als Planiermaterial unter bituminöser Deckschicht

### Ungebundene fundationsschichten, Schüttungen

Kann angenommen werden, dass die Mineralstoffe vor der ursprünglichen Verwendung geprüft wurden, kann auf eine erneute Eignungsprüfung verzichtet werden (SN 670062). Bei Zusammensetzungen ausserhalb der Norm und bei industriellen Nebenprodukten: Gewässerschutz wichtig, Auswaschversuche.

Zulässige Zugabemengen von Ausbausphal				SN 640 431-1-NA, Tab. 3
Mischgutsorten	Kaltzugabe	Warmzugabe		
AF K	85%-100%		Fundationsschichten aus Asphaltbeton in Kaltbauweise SN 640 492:2014	
AC F	$\leq 30\%$	$\leq 70\%$	Fundationsschichten	
AC S, AC H, AC MR	0%	0%	Deckschichten	
AC B, AC EME, AC N, AC L	$\leq 15\%$ * $\leq 25\%$	$\leq 30\%$	Hochmodul und Binderschichten *mit Einverständnis des Bauherrn	
AC T, AC RAIL	$\leq 25\%$	$\leq 60\%$	Trag- AC T und Sperrschichten im Geleisebau AC Rail	

Recyclingbeton		SIA Merkblatt 2030/SN EN 206-1
Recyclingbeton RC-C	-Beton nach SIA 206-1, dessen Gesteinskörnung zu mindest 25 Masse % aus $R_c$ besteht	
RecyclingbetonRC-M	-Beton nach SIA 206-1, dessen Gesteinskörnung $>4$ mm zu mindest 25 Masse % aus $R_c+R_b$ sowie $> 5$ Masse % $R_b$ besteht.	

Einsatz von Recyclingbeton						SIA Merkblatt 2030/SN EN 206-1
Recyclingbeton	Expositionsklasse					
**nach entsprechender Voruntersuchung zulässig	X0	XC1 trocken	XC1 nass XC2, XC3	XC4	XD, XF XA1-3	
RC-C $R_c \geq 25$ M.-% / $R_b < 5$ M.-%	zulässig, entspricht NPK O, NPK A und NPK B					NPK C**
RC-M $5$ M.-% $\leq R_b \leq 25$ M.-% und $R_c+R_b \geq 25$ M.-%	zulässig			**	nicht zulässig	
$R_b > 25$ M.-%	zulässig			**		

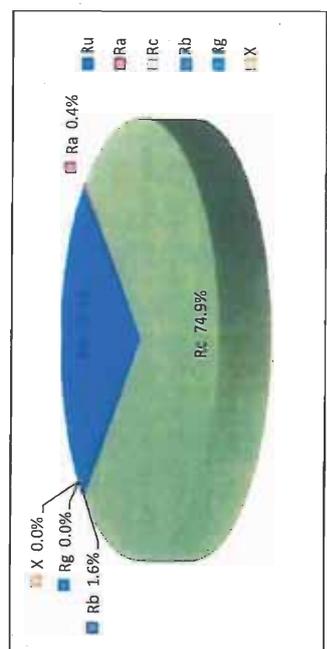


Normes: SN EN 933-11 / SN 670 119a-NA

**CONSTITUANTS DES GRAVILLONS RECYCLÉS**

Client:	Essais sur grave		
Projet:	Essais sur grave		
Origine:	Essais sur grave		
Dénomination:	Essais sur grave		
Description:	Essais sur grave		
Prélèvement:	env. 30 kg prélevés par la Maître d'ouvrage		
Livraison:	18.06.2015		
Date d'essai:	23.06.2015		
Technicien:	Essais sur grave		

CONSTITUANTS DES GRAVILLONS			
CONSTITUANTS et VALEURS LIMITES [%]			
Ru	[≥ 70]	Graves non traitées, pierre naturelle	Masse [%] 23.1
Ra	[≤ 30]	Matériaux bitumineux	0.4
Rc	[≤ 4]	Béton, produits à base de béton, mortier	74.9
Rb	[≤ 1]	Éléments en terre cuite, éléments de maçonnerie en silicate de calcium	1.6
Rg	[≤ 2]	Verre	0.0
X	[≤ 0.3]	Autre (métaux, bois, plastique, caoutchouc (non-flottant) gypse)	0.0
FL	[≤ 5]	Matériaux flottants (en volume)	2.4 [cm <sup>3</sup> /kg]
Définition			



Désignation:	RC-Grave A
Évaluation de conformité:	Pas conforme

Notes:

(Procédure interne: AG-21)

Les résultats se réfèrent aux échantillons analysés. Seulement la version originale, signée et limée est légalement contraignante. La reproduction, aussi partielle, et l'usage non autorisé à des fins publicitaires sont interdits.

Commentant	Chantier / objet	date
Valais	Gravière du Valais Grave recyclée	04.09.15

**Essai de classification des constituants des gravillons recyclés**

Procès-verbal N° 2015f  
selon SN 670902-11-NA et EN 933-11:2009/AC:2009 + directive OFEV 3106

<b>Granulat:</b>	<b>Grave recyclée</b>	<b>Echantillon</b>
provenance:	Gravière du Valais	numéro:
usage:	Grave pour couche de fondation	prélevé par:
granularité:	0/45	date de prélèvement:
indicateurs du fournisseur / fournisseur		mode de prélèvement:
		date de réception:
		remarque:

**Résultats**

température de séchage t: 40 [°C] | date d'essai: 01-02-09-15

Constituant	Description	Proportions [cm <sup>3</sup> /kg]
FL	Matériaux flottants	0
Constituant	Description	Proportions [% massique]
Rc	Béton, produits à base de béton, mortier Éléments de maçonnerie en béton	0.1
Ru	Graves non traitées, pierre naturelle Granulats traités aux liants hydrauliques	82.7
Rb	Éléments en terre cuite (briques, tuiles, ...) Éléments de maçonnerie en silicate de calcium Béton cellulaire non-flottant	0.0
Ra	Matériaux bitumineux	17.2
Rg	Verre	0.0
X	Autre (ex.: cohésif (argile, sols), métaux, bois, plâs-tique, caoutchouc non-flottant, gypse, plâtre, ...)	0.0

Remarques: analyse effectuée sur la fraction 8/63  
Le chef du laboratoire

Les valeurs obtenues ne concernent que les objets soumis aux essais.  
Ce procès-verbal ne peut être reproduit que dans son intégralité.

Commentaire	Chantier / objet	date
Valais	Dossier de conformité Gravière du Valais Graves non traitées 0/45	04.09.15
		1/3

Dossier de conformité Gravière du Valais 04.09.15

Exigences géométriques, physiques et chimiques relatives aux **granulats**  
selon SN 670/119-NA tableau 2

**Analyse granulométrique**

selon SN EN 933-1

Procès-verbal N° 2015

**Granulat : Grave non traitée 0/45**

provenance : Gravière du Valais  
usage : grave pour couche de fondation  
granularité : 0/45

**Echantillon**

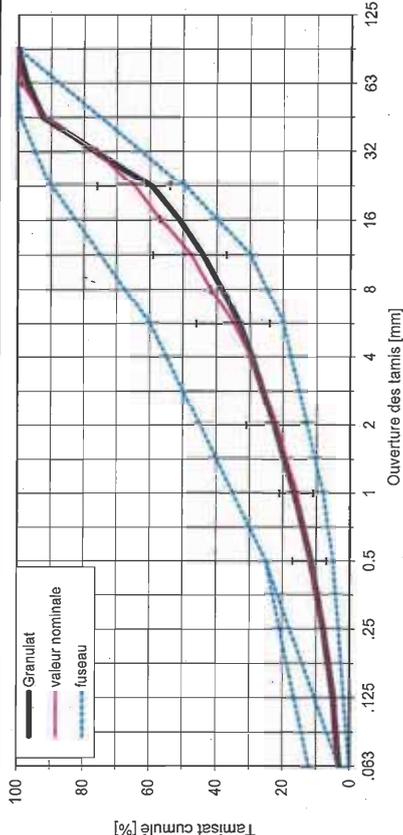
numéro : 15/1 → PV 2015a  
Labo :  
prélevé par : 07.08.15 semaine 32  
date de prélèvement :  
mode de prélèvement :  
date de réception : 07.08.15  
remarque : production 2015  
valeur nominale selon  
moyenne 2014

**Résultats**

masse sèche de la prise d'essai : 12'351 g.  
teneur en eau : --- %  
teneur en fine (<0,063 mm) : 3,1 %

méthode : lavage et tamisage à sec  
dates d'essais : 07-10.08.15  
opérateur : Labo  
remarque : fuseau Grave Gc 0/45

ouverture [mm]	.063	.125	0.25	0.5	1.0	2.0	4.0	5.6	8.0	11.2	16.0	22.4	31.5	45.0	63	90
refus tamisé [g]	11964	11760	11382	10917	10392	9548.3	8716.7	8248	7615.1	6927.1	6075	5025.2	2920.3	954.5	368.93	0
Tamisé cum [%]	3.1	5	8	12	17	23	29	33	38	44	51	59	76	92	97	100
valeur nominale [%]	3.4	5	8	12	16	22	30	35	42	48	57	65	76	92	99	100
tolérance [%]	...	...	...	-5/+6	-5/+6	-9/+9	...	...	-1/+1	...	-1/+1	...	...	...	...	...



Le chef du laboratoire

Les valeurs obtenues ne concernent que les objets soumis aux essais.  
Ce procès-verbal ne peut être reproduit que dans son intégralité.

Caractéristiques	selon EN 13242:2002/A1:2007	Exigences (catégorie)		Résultats
		Pour graves traitées aux liants hydrauliques	Pour graves non traitées	
Granularité (graves)	Tableau 2	G <sub>A</sub> 75		conforme
Coefficient d'aplatissement (4/8, 8/16, 16/31.5, 31.5/max)	Tableau 5	F <sub>05</sub>		F <sub>05</sub> → conforme PV 2015b
Grains concassés (4/8, 8/16, 16/31.5, 31.5/max)	Tableau 7		à déclarer	C <sub>5000</sub> PV 2016c
Teneur en fines (graves)	Tableau 8		à déclarer	Teneur en fines: 3,1% → f5
Qualité des fines (graves)	Annexe A		selon paragraphe a, d	f3 → non notée selon paragraphe d
Résistance à la fragmentation LA (4/8, 11/16)	Tableau 9		LA <sub>40</sub>	LA <sub>30</sub> -LA <sub>30</sub> → conforme PV 2016d
Masse volumique réelle	Chiffre 5.4		à déclarer	non requis
Coefficient d'absorption d'eau	Chiffre 5.5		à déclarer	non requis
Classification des constituants (gravillons et graves recyclés)	Tableau 12		catégories à déclarer	non requis
Sulfates solubles dans l'acide	Tableau 13		AS <sub>0,8</sub>	non requis
Soufre total	Tableau 14		S <sub>1</sub>	non requis
Sulfates solubles dans l'eau	Chiffre 6.4		à vérifier en cas de doute	non requis
Constituants influençant la prise et le durcissement	Chiffre 6.5.1		selon chiffre 6.5.1	non requis
Impuretés	Chiffre 6.5.4		aucune visible	conforme

Le chef du laboratoire

Caractéristiques et exigences relatives aux graves non traitées selon SN 670/119-NA tableau 3

Caractéristiques	selon	Exigences (catégorie)		Résultats
		0/16	0/22	
Désignation de la grave (d/D)	Tableau 1 EN 12285:2010	0/16	0/22	0/45
Teneur maximale en fines (d/D)	Tableau 2 EN 12285:2010	LF <sub>12</sub>		Teneur en fines: 3.1% UF 5
Teneur minimale en fines	Tableau 3 EN 12285:2010	LF <sub>16</sub>		non requis
Dimension maximale des granulats (2D)	Tableau 4 EN 12285:2010	OC <sub>75</sub>		conforme
Tamis d'analyse	Tableaux 4 et 5 EN 12285:2010	0/16	0/22	0/45
Plages granulométriques	Tableau 6 EN 12285:2010	G <sub>16</sub>		conforme
Granularité des lots individuels	Tableaux 7 et 8 EN 12285:2010	G <sub>16</sub>		conforme
Résistance au gel (si teneur en fines >3% masse)	SN 670/221, SN 670/330-47 EN 12286-47	CBR <sub>5</sub> / CBR ≥ 0.5 CBR <sub>10</sub> / CBR ≥ 0.5		0.89 - 0.77 PV 2015e
Masse volumique sèche P <sub>opt</sub> et Teneur en eau optimale w <sub>opt</sub>	Chêne 6.3 EN 12286:2010	à déclarer		2290 [kg/m <sup>3</sup> ] 5.1 [%] PV 2015e
Portance	SN 670/230-47 EN 12286-47	indice CBR à déclarer		50.7 [%] PV 2015e
Classification des constituants (graves recyclés)	Tableau 12 EN 12282:2002/A1:2007	selon tableau 1 SN 670/119-NA		non exigée

**Conclusion:**  
La grave pour couche de fondation provenant de la Gravière du Valais à Valais, prélevée le 07.08.15, présente toutes les caractéristiques de conformité à la norme SN 670/119-NA.

Le chef du laboratoire

Client/objet	date
Valais Gravière du Valais Graves non traitées 0/45	04.09.15
	1/3

**Analyse granulométrique**

selon SN EN 933-1

**Procès-verbal N° 2015a**

**Granulat:** Grave non traitée 0/45  
**provenance:** Gravière du Valais  
**usage:** grave pour couche de fondation  
**granularité:** 0/45

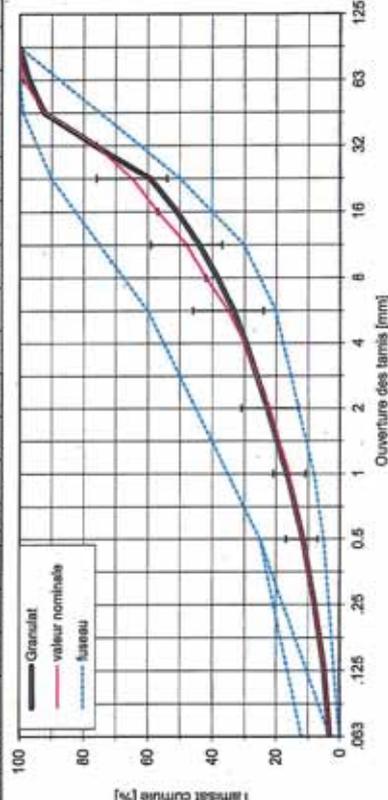
**Echantillon**  
 numéro: 15/1  
 prélevé par: Labo  
 date de prélèvement: 07.08.15 semaine 32  
 mode de prélèvement:  
 date de réception: 07.08.15  
 remarque: production 2015  
 valeur nominale selon  
 moyenne 2014

**Résultats**

masse sèche de la prise d'essai: 12351 g  
 teneur en eau: --- %  
 teneur en fine (<0.063 mm): 3.1 %

méthode: lavage et tamisage à sec  
 dates d'essais: 07-10.08.15  
 opérateur: Labo  
 remarque: fumeau Grave Gc 0/45

Ouverture [mm]	0,063	0,125	0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	8,0	16,0	31,5	63	90				
refus tamis [g]	1194	1190	1182	10917	10202	95483	87167	8348	81511	60221	6075	50233	20053	9543	18899	0
Tamisé cumulé [%]	3,1	5	8	12	17	23	29	33	38	44	51	59	76	92	97	100
valeur nominale [%]	3,4	5	8	12	16	22	30	35	42	49	57	65	76	92	99	100
tolérance [%]	---	---	---	-0,8	-0,9	---	---	-10,1	---	-10,1	---	---	---	---	---	---



Les valeurs obtenues ne concernent que les objets soumis aux essais.  
 Ce procès-verbal ne peut être reproduit que dans son intégralité.

Le chef du laboratoire

Commentant	Chantier / objet	date
Valais	Gravière Valais Grave non traitée 0/45 semaine 32 - août 2015	12.08.15

### Coefficient d'aplatissement FI

selon SN 670902-3a (EN 933-3: 1997 / A1: 2003)

### Procès-verbal N° 2015b

**Granulat :** Grave non traitée 0/45  
 fournisseur : Gravière du Valais  
 usage : granulat pour grave  
 type :  
 autres info : 0/45

### Prélèvement

N° d'échantillon : 15/1  
 prélevé par : Labo  
 date : 07.08.15 semaine 32  
 méthode :  
 date de réception : 07.08.15  
 remarque : production 2015

### Paramètres d'essai

mode d'échantillonnage : quartage

masse de l'échantillon : 14246,0 g  
 date d'essai : 11.08.15

### Résultats

Granulat élémentaire d <sub>i</sub> / D <sub>i</sub> [mm]	Masse de la fraction [g]	Ecartement des fentes [mm]	Passant sur la grille [g]	Aplatissement FI [-]	Par fraction pour les graves
63 / 80	556.2	40	0.0	-	-
50 / 63	186.9	31.5	0.0	-	-
40 / 50	2177.0	25	98.5	5	31.5 / max
31.5 / 40	2619.9	20	171.0	7	6
25 / 31.5	1448.3	16	106.7	7	-
20 / 25	1684.1	12.5	147.7	9	16 / 31.5
16 / 20	1022.1	10	209.6	21	11
12.5 / 16	985.0	8	186.8	19	-
10 / 12.5	802.4	6.3	129.7	16	8 / 16
8 / 10	763.4	5	108.6	14	17
6.3 / 8	714.5	4	108.0	15	-
5 / 6.3	646.1	3.15	78.2	12	4 / 8
4 / 5	618.5	2.5	53.1	10	13

Remarque :

Coefficient d'aplatissement FI 10

Fl<sub>30</sub>

catégorie selon la norme SN 670119

< 35

exigence selon la norme SN 670119

Le chef du laboratoire

Les valeurs obtenues ne concernent que les objets soumis aux essais.  
 Ce procès-verbal ne peut être reproduit que dans son intégralité.

Commentant	Chantier / objet	date
Valais	Gravière Valais Grave non traitée 0/45 semaine 32 - août 2015	12.08.15

### Pourcentage de surface cassées dans les gravillons

Procès-verbal N° 2015c

selon SN EN 933-5:1998/A1:2004

### Granulat :

**Grave non traitée 0/45**  
 provenance : Gravière du Valais  
 usage : granulats pour grave  
 granularité : 0/45

### Echantillon

numéro : 15/1  
 Labo  
 date de prélèvement : 07.08.15 semaine 32  
 mode de prélèvement :  
 date de réception : 07.08.15  
 remarque : production 2015

### Résultats

date d'essai : 11.08.15  
 procédé d'échantillonnage : diviseur à couloir  
 opérateur(s) : Labo

masse de l'échantillon : M<sub>0</sub> 14246 g

Classe granulatoire d/D [mm]	Echantillon tamisé		analysée	Masse [g]		totalment concassé (γ compris tr)	semi roulé (γ compris tr)	totalment roulé
	M <sub>1,i</sub> [g]	V <sub>i</sub> [%]		M <sub>1c</sub>	M <sub>1r</sub>			
4/8	1804.6	12.7	100.4	54.4	74.9	25.3	18.9	
8/16	2453.5	17.3	2453.5	603.2	1644.8	808.5	147.2	
16/32	4341.3	30.6	4341.3	2868.9	3514.8	799.5	434.5	
32/max	5573.0	39.3	5573.0	2000.7	2810.4	2761.1	846.2	
	14172.4	100.0						

pourcentage de grains totalement concassés C<sub>1c</sub> 46 %

pourcentage de grains semi-concassés C<sub>c</sub> 66 %

pourcentage de grains semi-roulés C<sub>r</sub> 34 %

pourcentage de grains totalement roulés C<sub>1r</sub> 12 %

classification de la grave non traitée selon EN 13242:2002/A1:2007 : C<sub>50/30</sub>

Le chef du laboratoire

Les valeurs obtenues ne concernent que les objets soumis aux essais.  
 Ce procès-verbal ne peut être reproduit que dans son intégralité.

Commentant Valais	Chantier / objet Gravière Valais Graves non traitées Grave 0/45	date 12.08.15
----------------------	--	------------------

**Procès-verbal N° 2015/d**

**Résistance à la fragmentation  
méthode Los Angeles**  
selon EN 1097-2:2010

**Granulat : graves non traitées 0/45**

provenance : gravière Valais  
usage : grave pour couche de fondation  
granularité : 0/45

**Echantillon**

numéro : 15/1  
prélevé par : Labo  
date de prélèvement : 08.07.15  
mode de prélèvement :  
date de réception : 08.07.15  
remarque : production 2015

Résultats

Coefficient Los Angeles LA		
Exigences	Résultats	Evaluation
Fraction 4/8 LA <sub>40</sub>	24	conforme
Fraction 11/16 LA <sub>40</sub>	26	conforme

extrait du P.V. xx x xxx-xx du 12.08.15

Remarque :

Le chef du laboratoire

Les valeurs obtenues ne concernent que les objets soumis aux essais.  
Ce procès-verbal ne peut être reproduit partiellement sans l'approbation écrite du laboratoire d'essai.  
Sauf demande expresse, les échantillons sont diminués après les essais.

Commentant Valais	Chantier / objet Gravière du Valais Graves non traitées 0/45	date 01.09.15
----------------------	--	------------------

**Caractéristiques techniques  
sur graves non traitées**

**Procès-verbal N° 2015e**

**Granulat : Grave non traitée 0/45**

provenance : Gravière du Valais  
usage : grave pour couche de fondation  
granularité : 0/45

**Echantillon**

numéro : 15/1  
prélevé par : Labo  
date de prélèvement : 07.08.15 semaine 32  
mode de prélèvement :  
date de réception : 07.08.15  
remarque : production 2015

**Masse volumique sèche  $\rho_d$  opt**  
selon SN 670'330

$\rho_d$  opt : 2.29 [t/m³]

**Teneur en eau optimale  $w_{opt}$**   
selon SN 670'330

$w_{opt}$  : 5.1 [%]

**Résistance au gel**  
selon SN 670'321, SN 670'320b

CBR<sub>2</sub> / CBR : 0.89 [-]

CBR<sub>F</sub> / CBR : 0.77 [-]

**Portance**  
selon SN 670'320b

CBR : 50.7 [%]

Remarque : selon la norme SN 670'119a-NA, cette grave est considérée comme résistante au gel car CBR<sub>2</sub> / CBR et CBR<sub>F</sub> / CBR > 0.5.

extrait du P.V. xxx du xx du 01.09.15.

Le chef du laboratoire

Les valeurs obtenues ne concernent que les objets soumis aux essais.  
Ce procès-verbal ne peut être reproduit que dans son intégralité.

Commentant	Chantier / objet	date
Valais	Gravière du Valais Grave recyclée	04.09.15

### Essai de classification des constituants des gravillons recyclés

selon SN 670902-11-NA et EN 933-11:2009/AC:2009  
+ directive OPEV 3106

### Essai de classification des constituants des gravillons recyclés

selon SN 670902-11-NA et EN 933-11:2009/AC:2009  
+ directive OPEV 3106

<b>Granulat :</b> Grave recyclée	<b>Echantillon</b>
provenance : Gravière du Valais	numéro : 15/1
usage : grave pour couche de fondation	prélevé par : Labo
granularité : 0/45	date de prélèvement : 07.08.15
	mode de prélèvement : -
	date de réception : 07.08.15
	remarque : -

<b>Granulat :</b> Grave recyclée	<b>Echantillon</b>
provenance : Gravière du Valais	numéro : 15/1
usage : grave pour couche de fondation	prélevé par : Labo
granularité : 0/45	date de prélèvement : 07.08.15
	mode de prélèvement : -
	date de réception : 07.08.15
	remarque : -

#### Résultats

température de séchage t : 40 [°C]

date d'essai : 01-02.09.15

Constituant	Description	Proportions [cm <sup>3</sup> /kg]
FL	Matériaux flottants	0
Constituant	Description	Proportions [% massique]
R <sub>c</sub>	Béton, produits à base de béton, mortier Éléments de maçonnerie en béton	0.1
R <sub>u</sub>	Graves non traitées, pierre naturelle Granulats traités aux liants hydrauliques	82.7
R <sub>b</sub>	Éléments en terre cuite (briques, tuiles, ...) Éléments de maçonnerie en silicate de calcium Béton cellulaire non-flottant	0.0
R <sub>a</sub>	Matériaux bitumineux	17.2
R <sub>g</sub>	Verre	0.0
X	Autre (ex : cohésif (argile, sols), métaux, bois, plâs-tique, caoutchouc non-flottant, gypse, plâtre, ...)	0.0

Remarques : analyse effectuée sur la fraction 8/63

Le chef du laboratoire

Les valeurs obtenues ne concernent que les objets soumis aux essais.  
Ce procès-verbal ne peut être reproduit que dans son intégralité.

Commentant	Chantier / objet	date
Valais	Gravière du Valais Grave recyclée	04.09.15

### Essai de classification des constituants des gravillons recyclés

selon SN 670902-11-NA et EN 933-11:2009/AC:2009  
+ directive OPEV 3106

<b>Granulat :</b> Grave recyclée	<b>Echantillon</b>
provenance : Gravière du Valais	numéro : 15/1
usage : grave pour couche de fondation	prélevé par : Labo
granularité : 0/45	date de prélèvement : 07.08.15
	mode de prélèvement : -
	date de réception : 07.08.15
	remarque : -

#### Résultats

température de séchage t : 40 [°C]

date d'essai : 01-02.09.15

Constituant	Proportions [% massique]					
	selon norme SN EN 933-11		selon directive OPEV 3106			
	Fraction 8/63	Fraction 8/16	Fraction 16/32	Fraction 32/63	Fraction 63/100	Fraction 8/100
R <sub>c</sub>	0.1	0.3	0.2	0.0	---	0.1
R <sub>u</sub>	82.7	72.0	89.4	82.5	---	82.7
R <sub>b</sub>	0.0	0.0	0.0	0.0	---	0.0
R <sub>a</sub>	17.2	27.7	10.4	17.5	---	17.2
R <sub>g</sub>	0.0	0.0	0.0	0.0	---	0.0
X	0.0	0.0	0.0	0.0	---	0.0

Le chef du laboratoire

Les valeurs obtenues ne concernent que les objets soumis aux essais.  
Ce procès-verbal ne peut être reproduit que dans son intégralité.

# 221 D/2010

## V2013 Foundationsschichten für Verkehrsanlagen

---

### 2 000 Bedingungen

- 2 010 Vergütungsregelungen
- 3 020 Ausmassbestimmungen
- 4 030 Begriffe, Abkürzungen
- 5 040 Bauausführung

### 6 100 Lieferungen

- 6 110 Gesteinskörnungen für ungebundene Gemische
- 24 120 Hydraulisch gebundene Gemische
- 26 130 Asphaltbeton für Foundationsschichten in Kaltbauweise  
AFK
- 27 140 Bindemittel, Zusatzstoffe und Zusatzmittel

### 28 200 Transporte

- 28 210 Auflad
- 29 220 Transporte
- 34 230 Lagergebühren
- 35 240 Bearbeitung von Material in Lager

### 36 300 Geokunststoffe und Dämmungen

- 38 310 Geokunststoffe
- 39 320 Dämmungen

### 42 400 Ungebundene Schichten

- 42 410 Einbau
- 45 420 Planie

### 47 500 Hydraulisch gebundene Schichten

- 47 510 Einbau
- 52 520 Nachbehandlung

### 52 600 Foundationsschichten aus Asphaltbeton in Kaltbauweise

- 52 610 Einbau

### 57 700 Gebundene Schichten an Ort hergestellt

- 57 710 Vorarbeiten
- 58 720 Herstellung von gebundenen Schichten
- 58 730 Bearbeitung der Oberfläche
- 59 740 Nachbehandlung

### 59 800 Zusatzarbeiten und Erschwernisse

- 59 810 Zusatzarbeiten
- 60 820 Spannungsabbauende Zwischenschichten
- 60 830 Vergütung für Erschwernisse beim Einbau von  
Fundations

# Praxishilfe zur Verwendung mineralischer Recyclingbaustoffe

## Kapitel « Recyclingbeton »

Arbeitsgruppe « Beton »





# Recyclingbeton

---

Technische Praxishilfe

## Inhaltsverzeichnis

1.	VORWORT	59
2.	NORMEN, RICHTLINIEN, UND FACHLITERATURHINWEISE	60
3.	GENERELLE EIGENSCHAFTEN VON RECYCLIERTEM FRISCH- UND FESTBETON	61
4.	FACHAUSDRÜCKE – DEFINITIONEN	63
5.	EINSATZ VON RECYCLINGBETON : VORGEHEN, ROLLEN, AUFGABEN DER BETEILIGTEN	65
6.	ANWENDUNG VON RECYCLINGBETON	65
7.	SPEZIELLE BEDINGUNGEN FÜR DAS PFLICHTENHEFT DER ARBEITSAUSSCHREIBUNG	69
8.	ARTIKEL DER ARBEITSAUSSCHREIBUNG	70
9.	ZERTIFIZIERUNGEN UND ZERTIFIKATE	71
10.	BEILAGE : AUSSCHREIBUNGSVORLAGE	72

# 1. Vorwort

Die **Ziele** und **Herausforderungen** für die Verwendung von Recyclingmaterial in der Betonherstellung resp. Herstellung von Recyclingbeton sind mehrfach und tragen hauptsächlich dazu bei:

- Den Abbau der natürlichen Reserven von Kiessand-Material, der für die Betonherstellung verwendet wird, zu verlangsamen und demzufolge die vorhandenen Ressourcen zu schonen.
- Einen Beitrag an die Beseitigung der Bauabfälle zu leisten, indem sie, selbst wenn auch nur teilweise, verwertet werden.

Man schätzt, dass 2015 ungefähr 7 % der gesamten schweizerischen Betonproduktion (d.h. ca. 1 Million m<sup>3</sup>) Recyclingmaterial enthält. Diese Praxis, z.B. in der Region Zürich bereits gut verankert, ist in stetem Wachstum und wird sich, mit grosser Wahrscheinlichkeit, zusehends verstärken.

Im Zusammenhang mit der in der Schweiz gültigen Normen unterscheidet man zwischen:

- **Beton « normaler Beton » genannt, welcher einen Anteil an Recyclingmaterial unter 25 % aufweist.**
- **dem sogenannten « Recyclingbeton » (oder Recycling-Betonsorten), welcher einen Anteil an Recyclingmaterial (Recyclinggranulat oder Mischgranulat) gleich oder über 25 % enthalten.**

Die **Rahmenbedingungen** sowie die auf dem **Spiel stehenden technischen und wirtschaftlichen Aspekte** für eine systematischerer Verwendung und eine Aufweitung der Verwertung von Recyclingbeton sind vielfach und u.a. die folgenden:

- a) Welche Volumen an Recycling-Kiessand sind lokal vorhanden (= Umfang von Rückbauvorhaben), ohne dass man auf grosse (zu grosse) Transportdistanzen zurückgreifen muss.
- b) In welchem Mass sind die Kosten von Recyclingbeton, z.Z. höher als diejenigen mit naturalischem Kiessandmaterial, in Zukunft konkurrenzfähig?  
Bemerkung: - Die höheren Kosten sind insbesondere auf die Aufbereitung des Mischabbruches sowie auf die Kosten für die Zementmehrdosierung und Zusatzstoffe zurückzuführen. Fortschritte in der Vorbereitung der „Rohstoffe“ können die Kosten senken (Beispiel: technische Optimierung der Verfahren, Minderung der zu entsorgenden Schlämme (siehe auch „d“ nachstehend).  
- Um einen wirklichen Kostenvergleich vornehmen zu können, müssen sämtliche anfallenden Kosten berücksichtigt werden. Rück- und Neubau der Konstruktion inkl. die Entsorgungskosten (konstant steigend) sowie die Transportkosten.
- c) Die Anforderungen gegenüber den Recyclingmaterialien resp. dem Recyclingbeton müssen einerseits so hoch wie erforderlich, aber andererseits so tief wie möglich gehalten werden, um nicht zu stark einschränkend und in Reichweite der Unternehmungen zu sein.
- d) *Beherrschung der Risiken in Zusammenhang mit der gleichbleibenden Qualität der Produkte (Recyclingbeton):*  
Um eine konstante Qualität und demzufolge eine „Routine-Produktion“ des Recyclingbetons erreichen zu können, ist eine einwandfreie Vorbereitung der Recyclingmaterialien zwingend. Um dies zu erreichen, müssen noch billigere Aufbereitungsverfahren entwickelt werden.
- e) Die *Herstellung von Recyclingbeton* erfordert seitens der Lieferanten der « Rohstoffe » und der Betonhersteller zusätzliche Ausrüstungen, d.h. logistische Anpassungen (z.B. zusätzliche Materialsilos) und somit zusätzliche Investitionen.
- f) Insofern die Feinanteile anlässlich der Aufbereitung der Granulate getrennt werden, können gewisse Feinanteile zu Problemen bezüglich ihrer Chromaten-Anteile führen.
- g) *Einsatzgebiete des Recyclingbetons:*  
Es wird empfohlen, Recyclingbeton lediglich für den Einsatz als Magerbeton, Füllbeton oder für Strukturen, die nicht der Witterung ausgesetzt sind, zu verwenden. Da die mechanischen Eigenschaften (Festigkeit, Module) reduziert sind, soll Recyclingbeton lediglich für nicht stark beanspruchte Strukturen eingesetzt werden, d.h. für solche, die nicht sehr hohe Widerstandswerte erfordern. Zudem ist Recyclingbeton nicht für frostbeständige und tausalzbeständige Strukturen geeignet.

**Um die obengenannten dargelegten Ziele bestmöglich erreichen zu können, ist die Unterstützung und das Engagement der Kantonalen und Kommunalen Behörden, sowie generell der Bauherren und der Planer, wie auch der Unternehmer und Lieferanten erforderlich.**

## 2. Normen, Richtlinien und Fachliteraturhinweise

SN EN 206:2013 (2. Auflage) Beton – Festlegungen, Eigenschaften, Herstellung und Konformität  
Gültig ab 01. Januar 2016

Wird in der Folge die SN EN 206:2013 erwähnt, handelt es sich jeweils um die 2. Ausgabe.

Die obgenannte Norm ersetzt nachstehende Normen: SN EN 206-1:2000, SN EN 206-1/NE:2013, SN EN 206-1/A1:2004, SN EN 206-1/A2:2005 und SN EN 206-9:2010, sowie die erste Ausgabe der SN EN 206:2013 (Juli 2014).

Merkblatt SIA 2030 Recyclingbeton

Anlässlich der Sitzung der Zentralkommission für Normen des SIA vom 03. September 2013 hat diese die Gültigkeit des SIA-Merkblattes 2030:2009 um 3 Jahre verlängert (das Merkblatt wird z.Z. überarbeitet).

Norm SN 670 071	Recycling - Grundnorm
Norm SIA 262	Betonbau
Norm SIA 262/1	Betonbau - Ergänzende Festlegungen
SN EN 12620:2002/A1:2008	Gesteinskörnungen für Beton
Norm SN 670 102b-NA	Gesteinskörnungen für Beton - nationales Vorwort / nationaler Anhang
Norm SN 670 115	Gesteinskörnungen, qualitative und quantitative Mineralogie und Petrographie
Norm SIA 430	Entsorgungen von Bauabfällen
Richtlinie BAFU UV-0631-F	Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle
VVEA	Verordnung für die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen, Inkrafttretung : 1. Januar 2016

**Prüfungen für Festbeton und Gesteinskörnungen sowie für Recyclingbeton** sind im SIA Markblatt 2030 0.2 *Verweisungen* resp. unter Ziff. 6 *Prüfungen und Kontrollen* aufgeführt.

### Fachliteraturhinweise

- [1] Guide technique des applications recommandées dans le cadre du projet ECOMAT<sup>GE</sup> (GE)
- [2] Norm SN 670 071
- [3] KBOB Empfehlung « Beton aus recycelter Gesteinskörnung » 2007/2
- [4] Grundlagen für die Verwendung von Recyclingbeton mit Mischgranulat (CemSuisse - Projekt 200602 - September 2011)
- [5] Korrosionsbeständigkeit eines nichtrostenden Chromstahls in karbonisiertem Normal-, Leicht- und Recyclingbeton (Beton- und Stahlbetonbau 105, Heft 12, Hunkeler F. und Baurle (2010).

### 3. Generelle Eigenschaften von recyceltem Frisch- und Festbeton [1], [4]

#### Konsistenz – Verarbeitbarkeit – Nachbehandlung

Die recyklierten Gesteinskörnungen weisen **eine sehr hohe Wasseraufnahme** auf, insbesondere wenn es sich um ein Recyclingmaterial von *geringer Rohdichte und höherer Porosität gegenüber natürlicher Gesteinskörnungen* handelt.

Diesen technischen Nachteilen fügen sich die grossen Variationen in der Zusammensetzung und der Eigenschaften der Granulate hinzu. Um eine vernünftige Verarbeitbarkeit des eingebauten Frischbetons gewährleisten zu können, müssen die Dosierungen an Wasser, Zement und Fließmittel sehr oft erhöht werden.

Da der Recyclingbeton gegenüber normalem Beton **ein höheres Ansteifverhalten** aufweist, ist es erforderlich, die Konsistenz des Betons zu meistern. Mit Hilfe von Fließmitteln ist es möglich, einen Recyclingbeton mit einem tiefen W/Z-Faktor und einer Konsistenz herzustellen, die eine gute Verarbeitbarkeit ermöglicht.

Die Nachbehandlung von Recyclingbeton ist ebenso wichtig wie bei einem normalen Beton.

#### Elastizitätsmodul

Das *Elastizitätsmodul* des Betons wird durch das dasjenige der Gesteinskörnung und des Zementleims (Wasser, Zement + Luft) bestimmt. Recyclinggranulat und insbesondere Mischgutgranulat weisen ein tieferes Modul als dasjenige der natürlichen Körnungen auf. Es resultiert daraus ein *tieferes Elastizitätsmodul des Recyclingbetons* (ca. 10 bis 20 %) im Vergleich zu einem normalen Beton. Diese Reduktion wird direkt vom Typ (Rc oder Rb) abhängig und vom Volumenanteil an Recyclinggranulat im Recyclingbeton sein. Die mögliche Volumenerhöhung an Zementleim beim Recyclingbeton wird diese Modulreduktion zusätzlich erhöhen.

#### Fliesen und Schwinden

*Das Fliesen und Schwinden des Recyclingbetons, gemessen an Betonproben gemäss SIA 261/1 ist höher als Fliesen und Schwinden von normalem Beton* bestehend aus natürlicher Gesteinskörnung. Diese Feststellungen sind einerseits auf das Zementleimvolumen des Recyclingbetons und andererseits auf die tieferen Elastizitätsmodule der Recyclinggranulate zurückzuführen. Angesichts der höheren Schwindmasse und des tieferen Elastizitätsmodul sind die Verformungen infolge Schwindens bei gleichen Druckfestigkeiten grösser als diejenigen eines normalen Betons.

#### Anwendungsbereiche

Angesichts der grösseren Wasserzugabe für Recyclingbeton ist es sehr schwierig, die in der Tabelle NA6 der Norm SN EN 206:2013 (2. Ausgabe, Inkrafttreten am 01. Januar 2016) vorgeschriebenen W/Z-Faktoren für strenge Expositionsklassen zu garantieren, ohne die Zementquantitäten zu erhöhen oder die Volumenanteile an Recyclinggranulat zu senken.

Es wird daher empfohlen, Recyclingbeton lediglich als Magerbeton, Füllbeton oder für von der Witterung geschützte Konstruktionselemente zu verwenden (Klassen XC1, XC2 und evtl. XC3).

*Da die mechanischen Eigenschaften (Druckfestigkeit, Module) reduziert sind, sollte die Anwendung von Recyclingbeton logischerweise auf die nicht stark beanspruchten Strukturen, welche keine grossen Widerstandswerte erfordern, begrenzt werden.*

*Zudem ist Recyclingbeton nicht für Strukturen geeignet, die widerstandsfähig gegenüber Frost und Tau Salz sein müssen.*

## **Karbonatation**

Im Vergleich zu einem normalen Beton und aufgrund der Ergebnisse von Forschungsprojekten [4], [5], sollte die Widerstandsfähigkeit gegenüber der Karbonatation eines Recyclingbetons RC-M sinken und somit das Risiko von Korrosionsschäden steigen.

Gemäss demselben Projekt könnte das Karbonatationsrisiko mit einer Reduktion des Klinkers im Zementgehalt und mit entsprechenden Massnahmen bei der Projektierung gesenkt werden (z.B. Verwendung von nichtrostenden Chromstählen, Erhöhung der Überdeckungen).

## **Volumendichte**

Die Volumendichte eines Recyclingbetons ist leicht tiefer als diejenige eines normalen Beton und liegt bei ca. 2'350 kg/m<sup>3</sup>.

## **Allgemeine Bemerkungen**

Im Rahmen der Anwendungen von aufbereitetem Mischabbruch stellt man fest, dass die Feianteile von Mischabbruchgranulat zu viele problematische *Verunreinigungen* beinhalten. Diese unkontrollierten Substanzen führen zu grossen Fluktuationen bezüglich Qualität und zu einer hohen Wasseraufnahme. Da die Wasseraufnahme von Recyclinggranulat ca. 4-mal grösser als die der natürlichen Gesteinskörnungen ist, ist es erforderlich, die Feuchtigkeit der Recyclinggranulate zu bewirtschaften. Das Entfernen der Körnungsfraction 0/4 erlaubt eine bessere Bewirtschaftung der Wasseraufnahme der Recyclinggranulate durch die Reduktion der Feianteile und der Mehlkörner. Im Rahmen der Möglichkeiten ist es empfehlenswert, eine vorgängige Befeuchtung vorzusehen.

Eine Zement-Mehrdosierung für den Recyclingbeton wird durch die Anwesenheit von gebrochenem Recyclinggranulat gegenüber einem normalen Beton mit natürlichen Gesteinskörnungen erforderlich.

Die *Mischdauer* eines Recyclingbetons ist die gleiche wie für einen Normalbeton.

Es ist festzuhalten, dass die VVEA (Verordnung über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen, seit 01. Januar 2016 in Kraft), welche die TVA (Technische Verordnung über Abfälle) ersetzt, im Anhang 4, Kapitel 3, die Einsatzmöglichkeiten von Abfällen als Zumahl- und Zuschlagsstoffe im Beton von jetzt an behandelt.

## 4. Fachausdrücke – Definitionen

Laut SIA-Merkblatt 2030

<p><b>Recyclingbeton</b></p> <p>Beton gemäss SN EN 206:2013, dessen Granulatanteil &gt; 4 mm mindestens 25 % M (Volumenanteil) Recyclinggranulat enthält</p>	<p><b>Granulat</b></p> <p>Im Bau verwendete Materialkörnung. Ein <b>Granulat</b> kann <b>natürlich</b> oder <b>recyclet</b> sein gemäss SN EN 12620</p>	<p><b>Normalbeton</b></p> <p>Beton mit einer Volumendichte (nach Trocknung im Trockenschrank) grösser als 2'000 kg/m<sup>3</sup>, jedoch kleiner oder gleich gross wie 2600 kg/m<sup>3</sup>, gemäss SN EN 206:2013</p>
<p><b>RC-C</b></p> <p>Beton gemäss SN EN 206:2013 mit einem Granulatanteil &gt; 4 mm mit mindestens 25 % <b>M Recyclinggranulat</b> <math>R_c</math></p>	<p><b>Recyclet</b></p> <p>Körner aus Recyclingmaterial aus inorganischem Material aus früheren Anwendungen im Baugewerbe, gemäss SN EN 12620</p>	<p><b>Natürlich</b></p> <p>Natürliche Körnung mineralischer Herkunft, welche keiner weiteren Behandlungen als einer mechanischen unterzogen wurde, gemäss SN EN 12620</p>
<p><b>RC-M</b></p> <p>Beton gemäss SN EN 206:2013 mit einem Granulatanteil &gt; 4 mm von <b>Mischgranulat</b>:  <math>5\% M \leq R_b \leq 25\% M</math>  <math>et R_c + R_b \geq 25\% M</math></p>	<p><b>aus Beton C</b></p> <p>Recyclinggranulat aus der Verwertung von Abbruchbeton</p>	<p><b>aus Mischbruch M</b></p> <p>Recyclinggranulat aus der Verwertung von Mischabbruch</p>
<p><math>R_c</math> : Körner aus Beton, Betonprodukte, Mörtel und Mauerwerk aus Betonsteinen  <math>R_b</math> : Körner aus Mauer- und Dachziegeln aus gebranntem Ton, Kalksandsteinen, Porenbetonsteinen (nicht schwimmend)</p>	<p><b>Betonabbruch</b> ist ein durch Abbruch, Fräsen von armiertem oder unarmiertem Beton oder Betonbelägen gewonnenes Material gemäss BAFU UV-0631-D</p>	<p>Ein Beton, dessen Zusammensetzung weniger als 25 % M Recyclingmaterial enthält, ist ebenfalls ein <i>normaler Beton</i>.</p>

## Rückbaubeton

Die Aufbereitung von Abbruchbeton erlaubt es, die folgenden Recyclingbaustoffe zu gewinnen :

Verwendung in gebundener Form

Betongranulat	SN 670 102-NA, SN EN 12620
Beton RC-C	SN EN 206:2013

Granulat: gewonnen durch Aufbereitung von Abbruchbeton (Betongranulat C).  
Kornform: gebrochen  
Qualität: Im Bereich der Qualität eines normalen Betons aus gebrochenem Material

## Mischabbruch / unsortiertes Abbruchmaterial

Die Aufbereitung von unsortiertem Abbruchmaterial erlaubt es, die folgenden Recyclingbaustoffe zu gewinnen:

Verwendung in gebundener Form:

Mischabbruchgranulat	SN 670 102-NA, SN EN 12620
Beton RC-M	SN EN 206:2013

Granulat: gewonnen durch Aufbereitung von unsortiertem Abbruchmaterial (Mischgranulat M).  
Kornform: gebrochen  
Qualität: starkes Schwinden und Kriechen, grössere Verformungen als bei üblichem Beton

## **5. Einsatz von Recyclingbeton: Vorgehen, Rollen, Aufgaben der Beteiligten**

Das Vorgehen, die Rollen und die Aufgaben der verschiedenen Beteiligten sind in der generellen Tabelle aufgeführt (siehe Dokumentanfang).

## **6. Anwendungen von Recyclingbeton**

Die Einsatzbereiche in den verschiedenen Bauelementen sind in der Tabelle *'Bauteilkatalog Kanton Wallis'* (siehe Dokumentanfang) enthalten.

Die Tabelle *'Eigenschaften und empfohlene Anwendungen von Recyclingbeton'* der folgenden Seiten beschreiben die empfohlenen Einsatzbereiche in Abhängigkeit zu den Expositionsclassen der betroffenen Bauwerksteile.

## Eigenschaften und empfohlene Anwendungen von Recyclingbeton

Recyclingbeton		Expositionsklassen				
	X0(CH) (Beton unarmiert)	XC1(CH) (in trockener Umgebung)	XC1(CH) (in feuchter Umgebung) XC2(CH) XC3(CH)	XC4(CH)	XD(CH) XF(CH) XA1(CH) bis XA3(CH)	
<b>RC-C</b>	Massen-Anteile [%]					
	$R_c \geq 25\%$ $R_b < 5\%$	zugelassen				Zugelassen im Anschluss an entsprechende Vorversuche
<b>RC-M</b>	$5\% \leq R_b \leq 25\%$ (et $R_c + R_b \geq 25\%$ )	zugelassen				Zugelassen im Anschluss an entsprechende Vorversuche
	$R_b > 25\%$	zugelassen	Zugelassen im Anschluss an entsprechende Vorversuche		nicht zugelassen	

**R<sub>c</sub>** : Betongranulat, Granulat aus Betonprodukten, Mörtel und Betonmauerwerk gemäss SN EN 933-11

**R<sub>b</sub>** : Körner aus Mauer- und Dachziegeln aus gebranntem Ton, Kalksandstein, Porenbeton (nicht schwimmend) gemäss SN EN 933-11

### Expositionsklassen :

- X0 kein Korrosions- oder Angriffsrisiko
- XC1 trocken oder ständig nass
- XC2 nass, selten trocken
- XC3 mässige Feuchte
- XC4 wechselnd nass und trocken

Begrenzung in einer 1. Etappe im Wallis

2. Etappe

Obligatorische Zertifizierung der Rezepturen und der Betonsorten

## Eigenschaften und empfohlene Anwendungen von Recyclingbeton

Basis: SN EN 206:2013, Tabelle NA.5 und 6

Bezeichnung	Sorte 0 (Null)	Sorte A (1)	Sorte B	Sorte C	Sorte D (T1) 2, 3)	Sorte E (T2) 3)	Sorte F (T3) 4)	Sorte G (T4) 4)
Grundlegende Anforderungen	Beton nach SN EN 206	Beton nach SN EN 206	Beton nach SN EN 206	Beton nach SN EN 206				
Übereinstimmung mit dieser Norm	C12/15	C20/28	C25/30	C30/37	C25/30	C25/30	C30/37	C30/37
Druckfestigkeitsklasse	X0(CH)	XC2(CH)	XC3(CH)	XC4(CH), XF1(CH)	XC4(CH), XD1(CH), XF2(CH)	XC4(CH), XD1(CH), XF4(CH)	XC4(CH), XD3(CH), XF2(CH)	XC4(CH), XD3(CH), XF4(CH)
Expositionsklasse (Kombination der aufgeführten Klassen)	D <sub>max</sub> 32	D <sub>max</sub> 32	D <sub>max</sub> 32	D <sub>max</sub> 32				
Nennwert des Grösstkorns	Cl 0, 10	Cl 0, 10	Cl 0, 10	Cl 0, 10				
Chloridgehaltsklasse	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3
Konsistenzklasse								

Empfohlene Anwendungen auf schweiz. Ebene  
 Mögliche Anwendungen unter bestimmten  
 Voraussetzungen (siehe vorherige Tabelle)

Begrenzung in  
 einer 1. Etappe  
 im Wallis

2. Etappe

Obligatorische Zertifizierung  
 der Rezepturen und der  
 Betonsorten

Bezeichnung Anforderung	Sorte 0 (Null)	Sorte A	Sorte B	Sorte C	Sorte D (T1)	Sorte E (T2)	Sorte F (T3)	Sorte G (T4)
Expositionsklasse	X0(CH)	XC2(CH)	XC3(CH)	XC4(CH), XF1(CH)	XC4 (CH), XD1(CH), XF2(CH)	XC4 (CH), XD1(CH), XF4(CH)	XC4 (CH), XD3(CH), XF2(CH)	XC4 (CH), XD3(CH), XF4(CH)
Maximaler W/Z-Wert bzw. W/Z <sub>eq</sub> -Wert [-]	-	0.65	0.60	0.50	0.50	0.50	0.45	0.45
Mindestzementgehalt (kg/m <sup>3</sup> )	-	280	280	300	300	300	320	320
Dauerhaftigkeitsgehalt	Keine	Keine	WL, KW	KW	KW, FT	KF, FT	GW, FT	GW, FT
Andere Anforderungen	SN EN 12620 enthält Anforderungen an die Gesteinkörnungen.							

 Empfohlene Anwendungen auf schweiz. Ebene  
 Mögliche Anwendungen unter bestimmten Voraussetzungen (siehe vorherige Tabelle)



## 7. Spezielle Bedingungen für das Pflichtenheft der Arbeitsaus-schreibung

Wird vom Bauherrn die Verwendung von Recyclingbeton für die Realisierung eines bestimmten Bauwerkes verlangt, oder dessen Verwendung offen gelassen, so müssen die speziellen Bedingungen des Pflichtenheftes alle einschlägigen nützlichen Vermerke beinhalten.

### **Beispiel:**

#### ***Füllbeton – Magerbeton (Beton Typ 0, Typ RC-C und Typ RC-M)***

*Für bestimmte Bauelemente, die keine speziellen Betonqualitäten erfordern, wird ein Recyclingbeton gemäss Expositions-klasse X0 vorgeschrieben. Dieser Betontyp muss einen Zementgehalt von mindestens 280 kg Zement/m<sup>3</sup> Beton (Füllbeton), resp. 150 kg Zement/m<sup>3</sup> Beton (Magerbeton) und einen W/Z-Faktor von maximal 0.65 aufweisen. Es bestehen keine Beschränkungen, was den verwendeten Zementtyp betrifft.*

## 8. Artikel der Arbeitsausschreibung

### Anwendung der Normposition gemäss NPK 241 «Ortsbetonbau»

Unterkapitel 060 Beton

R062.100 Recyclingbeton gemäss SIA Norm SN EN 206:2013 und Merkblatt SIA 2030, Typ RC-C  
Kenndaten

.....  
.....  
.....

R062.200 Recyclingbeton gemäss SIA Norm SN EN 206:2013 und Merkblatt SIA 2030, Typ RC-M  
Kenndaten

.....  
.....  
.....

Für den Einbau, die Lieferung und die Verdichtung sind die Normenpositionen zu verwenden:

Beispiel « Sauberkeitsbeton »

121 Unterlagsbeton für Planum liefern, einbringen und verdichten

.100 Horizontal oder einseitig geneigt bis 5 %

R.120 Beton, CEM kg/m<sup>3</sup> 150, Recyclinggranulat. Maximale Kerngrösse D\_Max 32

.111 Stärke bis mm 50

Typ : ..... (entweder RC-C oder RC-M) M2 .....

Siehe auch: Beispiel von NPK-Position für Recyclingbeton (siehe Anhang)

## 9. Zertifizierungen und Zertifikate

### Materialzertifizierung

Technische Konformität : ASMP, S-Cert  
Umweltkonformität : Label ASR

### Zertifizierung des Recyclingbetons

#### A. Recyclingbeton (> 25 % Recyclinggranulat):

##### a) Sorten 0, A und B :

Alle üblichen Prüfungen sind durchzuführen.

Das Betonwerk haftet auf alle Fälle für das gelieferte Produkt.

##### b) Sorte C :

Obligatorische Zertifizierung der Rezepturen und der Betonsorten.

#### B. Normalbeton (< 25 % Recyclinggranulat):

Der Bauherr (BH) lässt die Möglichkeit offen, vom Unternehmer / Lieferanten die Rezeptur des gelieferten Betons, insbesondere den %-Anteil an rezykliertem Granulat, das dieser beinhaltet sowie das Bauelement, das durch die Lieferung betroffen ist, bekannt zu geben.

### Zertifizierung einer internen Werkskontrolle

Ein Zertifikat der eigenen Werkskontrolle (WK) kann Gegenstand der durch den BH verlangten Unterlagen sein, die mit der Offerthinterlegung durch den Unternehmer abgegeben werden können. Die Abgabe dieser Unterlagen kann der Glaubwürdigkeit des Angebotes dienen.



Departement für Verkehr, Bau und  
Umwelt  
Dienststelle für Strassen, Verkehr  
und Flussbau  
Kreis 1 - Oberwallis  
PF 80, 3902 Brig-Glis

## Ausschreibung und Angebot Los Nr. 339998

---

Projekt: **339998**  
Recyclingbeton

---

### Recyclingbeton

**Eingabesumme Netto**

**Fr. ....** inkl. MWST

Angebotöffnungsort:

DVBU, Kantonsstrasse 275, 3902 Glis, Konferenzzimmer 3. OG

Name: .....

Strasse: .....

PLZ, Ort: .....

Telefon: .....

Ort, Datum: .....

Fax: .....

Sachbearbeiter: .....

Unterschrift: .....

## Ausschreibung und Angebot Los Nr. 339998

	Brutto	Netto
<b>Zusammenstellung nach Los, Objekt</b>		
<b>339998 Recyclingbeton</b>		
002 Bauarbeiten	.....	.....
<b>Total</b>	.....	.....

### Konditionen

Bezeichnung	Eingabesumme	Revidiert
Brutto	.....	.....
Rabatt	..... % .....	.....
Zwischentotal 1	.....	.....
MWST	8.00 % .....	.....
Netto	..... .....	..... .....

## Ausschreibung und Angebot Los Nr. 339998

---

### 339998 Recyclingbeton 002 Bauarbeiten

---

#### 000 Bedingungen

---

. Reservepositionen: Positionen, die nicht dem Originaltext NPK entsprechen, dürfen nur in den dafür vorgesehenen Reservefenstern erstellt werden und sind mit dem Buchstaben R vor der Positionsnummer zu bezeichnen (siehe "NPK Bau - Informationen für Anwender", Ziffer 6).

. Kurztex-Leistungsverzeichnis: Es werden nur die ersten zwei Zeilen von Haupt- und geschlossenen Unterpositionen übernommen. Es gilt in jedem Fall die Volltextversion des NPK (siehe "NPK Bau - Informationen für Anwender", Ziffer 10).

.200 Angaben zu Vergütungsregelungen, Ausmassbestimmungen und Begriffsdefinitionen finden sich im Reserve-Unterabschnitt 090. Sie enthalten nicht die im NPK vorgegebenen Aussagen, sondern sind projektspezifisch formuliert.

#### 060 Beton

---

062 Beton nach Eigenschaften (2). Von vornherein definierte Eigenschaften des Betons sind mit dieser Position zu beschreiben.

.100 Beton Recyclingbeton nach Norm SIA SN EN 206: 2013 und SIA Merkblatt 2030.  
Typ RC-C  
Druckfestigkeitsklasse C 12/15  
Expositionsklasse X0  
Nennwert Grösstkorn D\_max 32  
Klasse des Chloridgehalts Cl 0.10  
Konsistenzklasse C3

.200 Beton Recyclingbeton nach Norm SIA SN EN 206: 2013 und SIA Merkblatt 2030.  
Typ RC-M  
Druckfestigkeitsklasse C 12/15  
Expositionsklasse X0  
Nennwert Grösstkorn D\_max 32  
Klasse des Chloridgehalts Cl 0.10  
Konsistenzklasse C3

#### 100 Vorarbeiten

---

100	Betreffend Vergütungsregelungen, Ausmassbestimmungen und Begriffsdefinitionen gelten die Bedingungen in Pos. 000.200.			
120	Unterlags-, Füll- und Negativbeton	-----		
121	Unterlagsbeton für Planum liefern, einbringen und verdichten.			
	.100 Horizontal oder einseitig geneigt bis % 5,0.			
	.121 Gesteinskörnung Recyciert Nennwert Grösstkorn D_max 32 CEM kg/m3 150 d mm 50 Typenbezeichnung RC-C	per	m2	.....
	.122 Gesteinskörnung Recyciert Nennwert Grösstkorn D_max 32 CEM kg/m3 150 d mm 50 Typenbezeichnung RC-M	per	m2	.....
122	Füll- und Negativbeton liefern, einbringen und verdichten.			
	.201 Gesteinskörnung Recyciert Nennwert Grösstkorn D_max 32 CEM kg/m3 280 LE = m3 Typenbezeichnung RC-C	per	LE	.....
<b>002</b>	<b>Total Bauarbeiten</b>			----- .....

# Folgende Personen haben an der Redaktion dieses technischen Führers teilgenommen :



Departement für Verkehr, Bau und Umwelt (DVBU)  
**Dienststelle für Strassen, Verkehr und Flussbau (DSVF)**

Hr. Jean-Christophe Putallaz  
Hr. Loris Chittaro  
Hr. Lucien Pignat

Departement für Verkehr, Bau und Umwelt (DVBU)  
**Amt für Nationalstrassenbau (ANSB)**

Hr. Martin Hutter  
Hr. Stefan Aebersold



Hr. Raoul Zengaffinen  
Hr. Jean-Michel Melly  
Hr. Guy Sneiders  
Hr. Roland Vonlanthen



Hr. Luis Riccardo  
Hr. Lionel Lathion  
Hr. Didier Aeby

## **Arbeitsgruppe Asphaltmischgut**

Hr. Stefan Aebersold  
Hr. Frédéric Chambovey  
Hr. Andreas Schmid  
Hr. Glenn Giroud

## **Arbeitsgruppe Kies**

Hr. Loris Chittaro  
Hr. Lionel Lathion  
Hr. Guy Sneiders

## **Arbeitsgruppe Beton**

Hr. Jean-Christophe Putallaz  
Hr. Jacky Aymon  
Hr. Martin Volken  
Hr. François Glassey

**Am 10. Februar 2016 durch die Subkommission  
"Mineralische Ressourcen" validiert.**