

Verwertung von Elektroofenschlacke (EOS)

Ein Modul der Vollzugshilfe zur Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA)



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

Verwertung von Elektroofenschlacke (EOS)

Ein Modul der Vollzugshilfe zur Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA)

Impressum

Rechtliche Bedeutung

Diese Publikation ist eine Vollzugshilfe des BAFU als Aufsichtsbehörde und richtet sich primär an die Vollzugsbehörden. Sie konkretisiert die bundesumweltrechtlichen Vorgaben (bzgl. unbestimmten Rechtsbegriffen und Umfang/Ausübung des Ermessens) und soll eine einheitliche Vollzugspraxis fördern. Berücksichtigen die Vollzugsbehörden diese Vollzugshilfe, so können sie davon ausgehen, dass sie das Bundesrecht rechtskonform vollziehen; andere Lösungen sind aber auch zulässig, sofern sie rechtskonform sind.

Herausgeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU)
Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

Autor

David Hiltbrunner, Abteilung Abfall und Rohstoffe, BAFU

Begleitung

David Wittwer (Amt für Umwelt, Kanton Solothurn), Martin Moser (Amt für Wasser und Abfall, Kanton Bern), Oliver Steiner (Amt für Wasser und Abfall, Kanton Bern), Robert Schnyder (Umwelt und Energie, Kanton Luzern), Beat Calonder (Amt für Natur und Umwelt, Kanton Graubünden), Christoph Zeltner (Stahl Gerlafingen AG, Gerlafingen), Eugen Niederberger (Swiss Steel AG, Emmenbrücke), Berenice Iten (Abteilung Recht, BAFU)

Zitierung

BAFU (Hrsg.) 2018: Verwertung von Elektroofenschlacke (EOS). Ein Modul der Vollzugshilfe zur Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1826: 13 S.

Layout

Cavelti AG, Marken. Digital und gedruckt, Gossau

Titelbild

Flüssige Elektroofenschlacke aus dem Schmelzofen, Swiss Steel AG
© Swiss Steel

PDF-Download

www.bafu.admin.ch/uv-1826-d
(eine gedruckte Fassung liegt nicht vor)

Diese Publikation ist auch in französischer und italienischer Sprache verfügbar. Die Originalsprache ist Deutsch.

© BAFU 2018

Inhaltsverzeichnis

Abstracts	5
------------------	----------

Vorwort	6
----------------	----------

1	Einleitung	7
----------	-------------------	----------

2	Ausgangslage	8
2.1	Zweck und Adressaten des Moduls	8
2.2	Rechtliche Grundlagen	8
2.3	Anwendungsbereich des Moduls	8
2.4	Begriffe	9

3	Verwertung im Rahmen von Bauarbeiten	10
3.1	Zustimmung des Kantons	10
3.2	Anforderungen an die Verwertung	10

4	Qualitätssicherung	12
----------	---------------------------	-----------

5	Verzeichnis	13
----------	--------------------	-----------

Abstracts

In Switzerland, approximately 170,000 tonnes of electric furnace slag are produced each year in the course of steel recycling. This module of the enforcement aid for the Ordinance of 4 December 2015 on the Avoidance and Disposal of Waste (Waste Ordinance, VVEA; SR 814.600) defines the environmental requirements for the use of electric furnace slag in the building industry. In this way, high-quality, environmentally sound recycling of electric furnace slag should be achieved.

In der Schweiz fallen beim Stahlrecycling im Elektroofen jährlich rund 170 000 Tonnen Elektroofenschlacke (EOS) an. Das vorliegende Modul der Vollzugshilfe zur Verordnung vom 4. Dezember 2015 über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA, SR 814.600) legt die ökologischen Anforderungen für den Einsatz der EOS in der Bauwirtschaft fest. Damit soll eine hochwertige, umweltverträgliche Verwertung von EOS erreicht werden.

Près de 170 000 t de laitiers d'aciérie électrique (ou laitiers d'aciérie de four électrique, LAFE) sont générés chaque année en Suisse dans le cadre du recyclage de l'acier dans des aciéries électriques. Le présent module de l'aide à l'exécution relative à l'ordonnance du 4 décembre 2015 sur la limitation et l'élimination des déchets (ordonnance sur les déchets, OLED, RS 814.600) fixe les exigences écologiques en matière d'utilisation des LAFE dans le secteur de la construction afin d'obtenir une valorisation de qualité et respectueuse de l'environnement.

In Svizzera, ogni anno il riciclaggio di acciaio in forni elettrici produce circa 170 000 tonnellate di scorie. Il presente modulo dell'aiuto all'esecuzione relativo all'ordinanza del 4 dicembre 2015 sulla prevenzione e lo smaltimento dei rifiuti (ordinanza sui rifiuti, OPSR, RS 814.600) stabilisce i requisiti ecologici per l'utilizzo delle scorie di forni elettrici (SFE) nell'edilizia. L'obiettivo è un riciclaggio di qualità e rispettoso dell'ambiente delle SFE.

Keywords:

steel recycling, electric furnace, electric furnace slag, recycled construction material, recycling requirements

Stichwörter:

Stahlrecycling, Elektroofen, Elektroofenschlacke, Recyclingbaustoff, Anforderungen Verwertung

Mots-clés :

recyclage de l'acier, four électrique, laitier d'aciérie électrique, matériau de recyclage, exigences en matière de valorisation

Parole chiave:

riciclaggio dell'acciaio, forno elettrico, scorie di forni elettrici, materiali da costruzione riciclabili, requisiti, riciclaggio

Vorwort

Die Verordnung über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen (VVEA, SR 814.600) ist ein wichtiger Meilenstein im Schweizer Abfallrecht. Dieser im Jahr 2015 totalrevidierte Erlass ist in den konkreten Inhalten ein innovativer und mutiger Schritt, der einerseits bewährte Prozesse beibehält und weiter optimiert, gleichzeitig aber auch neue, in die Zukunft reichende Regelungen aufführt und damit Weichen für eine zukunftsfähige Schweiz stellt.

Der strategische Ansatz der Abfallverordnung ist die Betrachtung der Abfälle als Rohstoffquelle und damit auch als Rohstoffe in einem qualitativ hochstehenden Kreislauf. Der Vollzug dieser neuen Verordnung wirft aber auch Fragen auf und stellt die Behörden vor verschiedene Herausforderungen. Die vorliegende Vollzugshilfe dient der Bewältigung und Harmonisierung dieser anspruchsvollen aber eminent wichtigen Vollzugsaufgaben.

Die Vollzugshilfe zur VVEA wurde in Zusammenarbeit mit den Kantonen, Branchenverbänden der Wirtschaft sowie anderen Bundesämtern erarbeitet und ist modular aufgebaut: In jedem Modul werden konkretisierende Rahmenbedingungen zu einem spezifischen Thema beschrieben (z. B. Bauabfälle, Deponien, Berichterstattung). Die Module sind teilweise zusätzlich in thematische Teile untergliedert. Die Publikationen der Vollzugshilfe sind in deutscher, französischer und italienischer Sprache elektronisch unter www.bafu.admin.ch/vollzug-vvea verfügbar.

Mit Inkrafttreten der VVEA wird die Verwertung von Elektroofenschlacke (EOS) als Recyclingbaustoff explizit ermöglicht. Es braucht jedoch klare Kriterien für den Einsatz von EOS, welche die Kantone ihrer Zustimmung zugrunde legen können. Mit der Festlegung von ökologischen Anforderungen sollen allfällige Unsicherheiten beim Einsatz dieses bis anhin relativ unbekanntes Recyclingbaustoffs ausgeräumt werden.

Karine Siegwart
Vizedirektorin
Bundesamt für Umwelt (BAFU)

1 Einleitung

In der Schweiz fallen beim Stahlrecycling im Elektroofen jährlich rund 170 000 Tonnen Elektroofenschlacke (EOS) als Produktionsabfall an. Wenn die EOS aus der Produktion von un- und niedriglegierten Stählen stammt, ist sie in ihren chemischen und technischen Eigenschaften dem mineralischen Bauabfall Betonabbruch sehr ähnlich. EOS weist zwar einen bedeutend höheren Chromgehalt als Betongranulat auf. Das Chrom ist jedoch nicht mobil, weil es fest in der EOS eingebunden ist. Aufbereitete EOS (EOS-Granulat) hat gute bautechnische Eigenschaften, die bei der Verwertung z.B. als Koffermaterial oder in Bodenplatten entsprechend genutzt werden sollen.

2 Ausgangslage

2.1 Zweck und Adressaten des Moduls

Um eine umweltverträgliche Verwertung von EOS zu gewährleisten, legt dieses Vollzugshilfemodul Anforderungen an die Qualitätsüberwachung der EOS fest und definiert die Einsatzmöglichkeiten und Entsorgungswege. Damit werden klare Bedingungen für die Verwendung von EOS als Baumaterial geschaffen, welche den kantonalen Behörden als Grundlage für die erforderliche Zustimmung dienen können.

2.2 Rechtliche Grundlagen

Gemäss Artikel 30 Absatz 3 des Umweltschutzgesetzes vom 7. Oktober 1983 (USG, SR 814.01) müssen Abfälle umweltverträglich und, soweit möglich und sinnvoll, im Inland entsorgt werden. Sie müssen soweit möglich verwertet werden (Art. 30 Abs. 2 USG). Konkretisierend dazu legt die Verordnung vom 4. Dezember 2015 über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA, SR 814.600) in Artikel 12 fest, dass Abfälle stofflich oder energetisch zu verwerten sind, wenn eine Verwertung die Umwelt weniger belastet als eine andere Entsorgung und die Herstellung neuer Produkte oder die Beschaffung anderer Brennstoffe. Die Verwertung muss dabei nach dem Stand der Technik erfolgen.

Mit Artikel 23 enthält die Abfallverordnung zudem eine spezifische Vorschrift zur Verwertung von EOS. EOS darf demnach nur verwertet werden, wenn die Verwertung im Rahmen von Bauarbeiten entweder in hydraulisch oder bituminös gebundener Form oder unter einer wasserundurchlässigen Oberfläche geschieht und wenn die EOS aus der Herstellung von un- oder niedriglegierten Stählen nach 1989 stammt. Die bauliche Verwertung bedarf der Zustimmung der kantonalen Behörde.

Gemäss der Zulassung zum Einsatz von EOS in gebundener Form erlaubt Artikel 23 Absatz 1 i.V.m. Anhang 4 Ziffer 3.1 Bst. g VVEA den Einsatz von EOS aus der Herstellung von un- oder niedriglegierten Stählen nach 1989

als Zumahl- und Zuschlagstoff bei der Herstellung von Zement und Beton.

Artikel 6 Absatz 1 des Gewässerschutzgesetzes vom 24. Januar 1991 (GSchG, SR 814.20) verbietet es, Stoffe, die Gewässer verunreinigen können, mittelbar oder unmittelbar in ein Gewässer einzubringen oder versickern zu lassen. Es ist auch verboten, solche Stoffe ausserhalb eines Gewässers abzulagern oder auszubringen, wenn dadurch die konkrete Gefahr einer Gewässerverunreinigung entsteht (Art. 6 Abs. 2 GSchG). Gemäss Artikel 31 Absatz 1 i.V.m. Anhang 4 Ziffer 211 der Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (GSchV, SR 814.201) dürfen in den Gewässerschutzbereichen A_U und A_o keine Anlagen erstellt werden, die eine besondere Gefahr für die Gewässer darstellen.

2.3 Anwendungsbereich des Moduls

Dieses Vollzugshilfemodul regelt ausschliesslich die Entsorgung von EOS aus Schweizer Stahlwerken, welche bei der Produktion von un- und niedriglegierten Stählen nach 1989 anfällt. Die Zusammensetzung dieser EOS ist genau bekannt und wird im Rahmen eines regelmässigen Monitorings überprüft.

Nicht weiter konkretisiert wird in diesem Vollzugshilfemodul die Entsorgung von EOS, welche aus der Produktion von Stählen vor 1989 stammt und im Rahmen von Sanierungs- oder Rückbauarbeiten von Bauwerken anfällt. Diese Schlacken müssen unter Einhaltung der entsprechenden Grenzwerte gemäss Anhang 5 der VVEA abgelagert werden.

2.4 Begriffe

Stahlproduktion: In der Schweiz werden heute ausschliesslich un- und niedriglegierte Stähle aus Stahlschrott im Elektroofenverfahren hergestellt. Eine Produktion von Stahl aus Eisenerz existiert in der Schweiz nicht. Die Schweizer Stahlwerke spielen deshalb für das inländische Stahlrecycling eine wichtige Rolle.

Elektroofenverfahren: Im Elektroofen wird der Stahlschrott mit Hilfe eines Lichtbogens und fossilen Energieträgern bei Temperaturen von rund 1600 °C eingeschmolzen.

Elektroofenschlacke (EOS): Im Elektroofenverfahren bildet sich auf dem flüssigen Rohstahl die sogenannte Elektroofenschlacke, welche sich aus mineralischen Rückständen im Stahlschrott, mineralischen Zusatzstoffen (gebranntem Kalk/Magnesiumoxid), Oxiden der Legierungsstoffe und dem Verschleiss der Feuerfest-Auskleidung des Elektroofens zusammensetzt. Während des Schmelzprozesses hat die flüssige EOS die Aufgabe, unerwünschte Bestandteile der Stahlschmelze zu binden und das Stahlbad vor weiteren Oxidationen und Wärmeverlusten zu schützen. Infolge der hohen Temperaturen, der Reduktionswirkung der Stahlschmelze und der definierten Prozessführung hat die EOS eine vollständig homogene, gesteinsähnliche Zusammensetzung. Durch den Eintrag von Chromstahl im Stahlschrott weist die EOS einen hohen Chromgehalt (ca. 1 %) auf. Das Chrom ist jedoch mehrheitlich im Mineral Spinell gebunden und somit sehr schwer löslich. Zudem liegt es aufgrund des reduktiven Milieus praktisch vollständig als Cr (III) und nicht in der toxischen Form Cr (VI) vor.

EOS-Granulat: Nach der Abkühlung wird die EOS zum Recyclingbaustoff EOS-Granulat aufbereitet (Brechen, Sieben, Abtrennung der Stahlrückstände). EOS-Granulat hat ähnliche technische Eigenschaften wie Betongranulat und eignet sich dementsprechend als Koffermaterial oder als Zuschlagstoff für die Beton- und Asphaltproduktion.

3 Verwertung im Rahmen von Bauarbeiten

3.1 Zustimmung des Kantons

EOS-Granulat darf nur mit der Zustimmung der Umweltfachstelle des Kantons, in welchem das Bauprojekt durchgeführt wird, eingesetzt werden. Grundsätzlich sind dabei die folgenden zwei Verfahren der Zustimmung möglich:

1. Die kantonale Behörde prüft und bewilligt den Einsatz von EOS-Granulat für jedes einzelne Bauprojekt.
2. Die kantonale Behörde schreibt die Einhaltung der Einsatzbedingungen dieser Vollzugshilfe in generell-abstrakter Weise verbindlich für den Einsatz von EOS-Granulat im Rahmen von Bauprojekten vor. Sie legt fest, dass von einer Zustimmung der kantonalen Behörde zum Einsatz von EOS-Granulat ausgegangen werden kann, wenn die Einsatzbedingungen vollständig einhalten werden. Die Prüfung der Einhaltung der Anforderungen erfolgt im Rahmen des jeweiligen Baubewilligungsverfahrens.

Die Art der Zustimmung fällt in die Kompetenz der einzelnen Kantone, wobei ein Kanton nicht verpflichtet ist, den Einsatz von EOS-Granulat zuzulassen.

3.2 Anforderungen an die Verwertung

Vor der Verwertung als Baustoff muss die EOS zu EOS-Granulat aufbereitet werden. Eine direkte Verwertung von Rohschlacke ist in Analogie zu Betonabbruch nicht zulässig. EOS-Granulat soll bei Bauarbeiten so eingesetzt werden, dass die Umwelt dadurch nicht gefährdet wird, dass die materialspezifischen Eigenschaften bestmöglich genutzt werden und dass die Möglichkeiten eines erneuten Recyclings gewahrt bleiben. Der Einsatz ist sowohl in loser als auch in gebundener Form möglich. Für den Einsatz in loser Form sind die nachfolgenden Anforderungen einzuhalten.

a. Einsatz in loser Form

1. Folgende Anforderungen und Verwendungseinschränkungen gelten für den Einbau von EOS-Granulat in loser Form aus Gründen des Gewässerschutzes (Art. 6 GSchG, Art. 31 GSChV):
 - EOS-Granulat darf – z. B. als Foundationsschicht oder Koffermaterial – nur unter einer wasserundurchlässigen Deckschicht eingebaut werden. Als solche gelten bindemittelgebundene Schichten (Asphaltbelag, Betonbelag), welche die Durchsickerung des gesamten eingebauten EOS-Granulats verhindert. Die Deckschicht muss innerhalb von 6 Monaten eingebracht werden.
 - EOS-Granulat darf in Grundwasserschutzzonen und -arealen nicht eingesetzt werden.
 - EOS-Granulat soll nur eingesetzt werden, wenn ein direkter Kontakt mit dem Grundwasser auszuschliessen ist. Dies bedingt in der Regel einen Mindestabstand von 2 Metern zum Grundwasserhöchstspiegel. Im Einzelfall kann dieser Mindestabstand mit Zustimmung der kantonalen Fachstelle unterschritten werden, wenn sichergestellt werden kann, dass keine Gefährdung des Grundwassers besteht.
 - EOS-Granulat soll nicht in Sicker- und Drainageschichten eingesetzt werden.
 - EOS-Granulat soll nicht für den Dammbau und für den Pistenbau in Kies- und Tongruben sowie in Steinbrüchen eingesetzt werden.
2. Folgende Anforderungen an den Einbau sollen sicherstellen, dass das EOS-Granulat nach dem Rückbau wieder als Baustoff eingesetzt werden kann:
 - EOS-Granulat soll so weit wie möglich in reiner Form eingesetzt werden. Wenn es aufgrund von bautechnischen Anforderungen erforderlich ist, darf das EOS-Granulat auch mit Betongranulat gemischt werden.
 - Beim Einbau als Koffer- oder Foundationsschicht sollen EOS-Granulat oder Gemische, welche EOS-Granulat enthalten, von anderen Baustoffen

abgetrennt werden. Dies wird beispielsweise durch die Verwendung eines Vlieses gewährleistet.

3. Die Schichtstärke für den Einbau von EOS-Granulat ist gemäss den bautechnischen Anforderungen zu dimensionieren. Sie soll jedoch 2 m nicht überschreiten.

b. Einsatz in gebundener Form

EOS-Granulat kann als Zumahl- oder Zuschlagstoff für die Beton- und Asphaltproduktion eingesetzt werden, wenn dies aufgrund der bautechnischen Eigenschaften zweckmässig ist. Es gelten keine weiteren Anforderungen als dass die EOS aus der Herstellung von un- oder niedriglegierten Stählen nach 1989 stammt.

4 Qualitätssicherung

a. Probenahme und Analyse

Die Standortkantone der Stahlwerke sollen sicherstellen, dass sich die Qualität von EOS im Hinblick auf eine Verwertung nicht verschlechtert. Dafür wird empfohlen, dass sie die Stahlwerke beauftragen, dafür zu sorgen, dass:

1. einmal monatlich aus der gebrochenen EOS (EOS-Granulat) eine repräsentative Menge der kleinsten hergestellten und vertriebenen EOS-Korngrösse (bei einer Korngrösse von 0-45 mm entspricht dies 25 kg) beprobt und zurückgestellt wird.
2. eine repräsentative Menge der kleinsten hergestellten und vertriebenen EOS-Korngrösse (bei einer Korngrösse von 0-45 mm entspricht dies 25 kg) analysiert wird, wenn ein Prozess bei der Stahlproduktion geändert wird, welcher einen Einfluss auf die Zusammensetzung der EOS haben kann.

Für die Analyse im Labor wird folgendes empfohlen:

1. Aus den monatlichen Rückstellproben des Stahlwerks soll mindestens halbjährlich eine repräsentative Mischprobe gemäss den Vorgaben des Moduls Probenahme fester Abfälle der *VVEA-Vollzugshilfe* erstellt und analysiert werden. Die Herstellung der Mischprobe und die Analyse sind von einem unabhängigen Labor durchzuführen.
2. Die Proben sollen gemäss den Vorgaben der Vollzugshilfe Messmethoden im Abfall- und Altlastenbereich (BAFU, 2017) aufbereitet und analysiert werden. Dabei sollen mindestens folgende Schwermetalle bestimmt werden:
 - Gesamtgehalt: Pb, Zn, Cr gesamt, Cr (VI), Cu, Ni
 - Eluat: Pb, Zn, Cr gesamt, Cr (VI), Cu, Ni, F, pH, lösliche Salze

b. Information

Die Resultate der Analysen sollen von den Stahlwerken an die Standortkantone weitergeleitet werden. Es wird empfohlen, dass die Standortkantone eine jahrelange Messreihe über die Zusammensetzung der EOS führen, welche sie regelmässig aktualisieren und den anderen Kantonen auf Anfrage zur Verfügung stellen.

Die Stahlwerke sollen Änderungen in der Produktion, welche Auswirkungen auf die Qualität, die Zusammensetzung oder die Eigenschaften der EOS haben können, dem zuständigen Standortkanton vorgängig mitteilen.

5 Verzeichnis

Literaturverzeichnis

BAFU (Hrsg.) 2017: Messmethoden im Abfall- und Altlastenbereich. Stand 2017. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1715: 82 S.