

Einsatz von mineralischen Sekundärrohstoffen zur Herstellung von Zement und Betonzusatzstoffen

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Klima- und Umweltschutz, Regionen
und Wasserwirtschaft, Stubenring 1, 1010 Wien

Wien, 2026. Stand: 24. August 2026

Copyright und Haftung:

Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet, alle sonstigen Rechte sind
ohne schriftliche Zustimmung des Medieninhabers unzulässig.

Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger
Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung des Bundesministeriums und der
Autorin / des Autors ausgeschlossen ist. Rechtausführungen stellen die unverbindliche
Meinung der Autorin / des Autors dar und können der Rechtsprechung der unabhängigen
Gerichte keinesfalls vorgreifen.

Technische Grundlagen für den Einsatz von mineralischen Sekundärrohstoffen zur Herstellung von Zement und Betonzusatzstoffen

Diese Technischen Grundlagen gelten für den Einsatz von mineralischen Sekundärrohstoffen – als Abfall oder Nebenprodukt – zur Herstellung von Zement und Betonzusatzstoffen für die Verwendung gem. ÖNORM B 4710-1 „Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung, Verwendung und Konformität, Teil 1: Regeln zur Umsetzung der EN 206 für Normal- und Schwerbeton“, ausgegeben am 1. Jänner 2018, sowie alternativen mineralischen Bindemitteln (beispielsweise Geopolymere).

Erstuntersuchung

1. Sekundärrohstoffe sind getrennt nach Art und Herkunft einer Erstuntersuchung zu unterziehen. Die Erstuntersuchung ist an einer gemäß dem Stand der Technik repräsentativ beprobten Teilmenge (z. B. gemäß ÖNORM S 2127 „Grundlegende Charakterisierung von Abfallhaufen oder von festen Abfällen aus Behältnissen und Transportfahrzeugen“, ausgegeben am 15. Juli 2024) durchzuführen. Im Rahmen dieser Erstuntersuchung sind mindestens folgende Parameter zu untersuchen: Sb, As, Pb, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Mo, Ni, Hg, Tl, V, Zn, Sn, Chlor und TOC. Besteht auf Grund der Art des Sekundärrohstoffs, der Herkunft oder sonstiger vorliegender Informationen ein begründeter Verdacht auf das Vorhandensein zusätzlicher relevanter Parameter (z.B. (hoch-)toxische organische Bestandteile wie z.B. POP) ist der Untersuchungsumfang um diese Parameter zu erweitern. Bei Verdacht auf das Vorhandensein relevanter leichtflüchtiger¹ organischer Substanzen ist ein qualitatives Screening auf leichtflüchtige organische Verbindungen mittels Headspace-Gaschromatographie (GC-MS) durchzuführen. Flüchtige

¹ Die Abgrenzung zwischen leicht- und mittelflüchtigen Substanzen liegt hier im Bereich von Di- und Trichlorbenzol (Dichlorbenzol/Headspace-GC-MS, Trichlorbenzol/GC-MS).

aromatische Kohlenwasserstoffe, Halogenkohlenwasserstoffe und ausgewählte aliphatische Ether werden im Methanolextrakt der Festproben gemäß ÖNORM EN ISO 22155 „Bodenbeschaffenheit - Gaschromatographische Bestimmung flüchtiger aromatischer Kohlenwasserstoffe, Halogenkohlenwasserstoffe und ausgewählter Ether - Statisches Dampfraum-Verfahren“, ausgegeben am 15. Juni 2016, mittels Headspace-GC-MS im qualitativen (Scan-Modus) erfasst und durch Vergleich mit der geräteinternen Spektrenbibliothek identifiziert. Bei Bedarf wird die Quantifizierung der flüchtigen organischen Substanzen in den Methanolextrakten gemäß ÖNORM EN ISO 22155 durchgeführt.

Bei Verdacht auf das Vorhandensein relevanter mittelflüchtiger organischer Substanzen ist ein semiquantitatives Screening mittels Gaschromatographie mit Massenspektrometrie (GC-MS) nach Extraktion der Proben mittels organischem Lösungsmittel bei unterschiedlichen pH-Werten und Abgleich mit Datenbanken durchzuführen. Als Grundlage dafür dienen die Verfahren EPA Methode 3550C (Ultraschall-Extraktion), Methode 3640a (Gel-Permeation Cleanup), 3650B (Acid-Base Partition Cleanup) sowie Methode 8270E (GC-MS)².

Organische Schadstoffe

2. Der Einsatz von Sekundärrohstoffen mit einem relevanten Gehalt an flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) hat so zu erfolgen, dass die entstehenden Abgase kontrolliert, gleichmäßig und selbst unter den ungünstigsten Bedingungen für mindestens zwei Sekunden auf eine Temperatur von mindestens 850 °C erhitzt werden. Wenn gefährliche Abfälle mit einem Gehalt von mehr als einem Gewichtsprozent an halogenierten organischen Stoffen, berechnet als Chloride, als Sekundärrohstoffe eingesetzt werden, muss die Temperatur für mindestens zwei Sekunden auf 1.100 °C erhöht werden.
Die Relevanz des VOC-Gehalts ist auf Grund der Ergebnisse der Erstuntersuchung zu beurteilen.
Für den Einsatz von Sekundärrohstoffen in Anlagen zur Zementerzeugung kann der Gehalt an flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) auch mit einem Ausgasungsversuch bestimmt werden. Für diesen Ausgasungsversuch ist eine qualifizierte Stichprobe heranzuziehen und eine Doppelbestimmung durchzuführen,

² An der Prüfstelle am Umweltbundesamt wurde auf Grundlage der EPA-Methoden eine Screening-Methode mittels GC-MS (semiquantitativ) erarbeitet und im Zuge eines Projektes im Auftrag des BMLUK für ausgewählte Ersatzrohstoffe getestet.

wobei gemäß der Arbeitsanweisung zur Durchführung von Ausgasungsversuchen (Umweltbundesamt, 2017)³ vorzugehen ist.

3. Der Einsatz von Sekundärrohstoffen, die auf Grund der Art oder Herkunft einen relevanten Gehalt der in Anhang IV der Verordnung (EU) Nr. 2019/1021⁴ aufgelisteten Stoffe aufweisen, hat so zu erfolgen, dass die entstehenden Abgase kontrolliert, gleichmäßig und selbst unter den ungünstigsten Bedingungen für mindestens zwei Sekunden auf eine Temperatur von mindestens 1.100 °C erhitzt werden. Die Relevanz des Gehalts der in Anhang IV der Verordnung (EU) Nr. 2019/1021 aufgelisteten Stoffe ist auf Grund von Untersuchungsergebnissen (insbesondere der Ergebnisse der Erstuntersuchung gemäß Punkt 1) zu beurteilen. Ein relevanter Anteil liegt jedenfalls vor, wenn die in Anhang IV der Verordnung (EU) Nr. 2019/1021 angeführten Konzentrationsgrenzen erreicht oder überschritten werden. Erforderlichenfalls ist gemäß Punkt 5 vorzugehen.

Anmerkung: Darunter sind Sekundärrohstoffe zu verstehen, bei denen auf Grundlage der Erstuntersuchung konkrete Hinweise auf eine relevante Kontamination mit in Anhang IV der Verordnung (EU) Nr. 2019/1021 aufgelisteten Stoffen (POP) vorliegen, die aber nicht auf die ubiquitäre Verteilung von POP (Hintergrundbelastung) zurückzuführen ist.

4. Bei Einhaltung des Grenzwertes für den Tagesmittelwert für die Emissionen von gas- und dampfförmigen organischen Stoffen in die Luft gemäß Anhang 1 zur AVV 2024 ist eine Abweichung von den Vorgaben gemäß Punkt 2 und 3 zulässig. Erforderlichenfalls ist gemäß Punkt 5 vorzugehen.
5. Auf Grund der Ergebnisse eines Probe- oder Versuchsbetriebs oder von Forschungstätigkeiten, Entwicklungsmaßnahmen oder Zukunftstechniken ist eine Abweichung von den Vorgaben gemäß Punkt 2 und 3 zulässig, sofern durch den Einsatz eines spezifischen Sekundärrohstoffes keine Erhöhung des Emissionsniveaus von relevanten organischen Schadstoffen stattfindet. Für diesen Nachweis sind im Rahmen des Probe- oder Versuchsbetriebs oder der Forschungstätigkeiten, Entwicklungsmaßnahmen oder Zukunftstechniken die relevanten organischen Schadstoffe unter den für die Luftreinhaltung voraussichtlich ungünstigsten Betriebsbedingungen und unter schrittweiser Erhöhung der Einsatzmenge des spezifischen Sekundärrohstoffes bis zur geplanten maximalen Menge im Abgas der

³ UMWELTBUNDESAMT (2017): Denner, M.: Arbeitsanweisung zur Durchführung von Ausgasungsversuchen für Ersatzrohstoffe zur Bestimmung des Gehaltes an flüchtigen organischen Verbindungen (VOC). Reports, Bd. REP-0627. Umweltbundesamt, Wien.

⁴ Verordnung (EU) Nr. 2019/1021 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Juni 2019 über persistente organische Schadstoffe idgF.

thermischen Behandlungsanlage zu messen.

Eine Abweichung ist beispielsweise bei Vorliegen und kontinuierlichem Betrieb einer Abgasreinigungsanlage (z. B. einer thermischen Abgasreinigungsanlage), die geeignet ist, die Emissionen von organischen Schadstoffen in die Luft zu verringern, zulässig.

6. Werden Sekundärrohstoffe einer thermischen Behandlung zugeführt, sind der genaue Einsatzort jedes Sekundärrohstoffes und die einzuhaltende Temperatur festzulegen.
7. Die Einhaltung der mindestens erforderlichen Temperatur gemäß den Punkten 2 und 3 ist einmalig durch eine Netzmessung und danach kontinuierlich an einer repräsentativen Stelle des Brennraums nachzuweisen.
8. Die Verweilzeit ergibt sich als Quotient aus dem Volumen des Reaktionsraums und dem Betriebsvolumenstrom im Reaktionsraum.
9. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Erstuntersuchung gemäß Punkt 1 und in Abhängigkeit von dem geplanten Einsatzort sind beim Vorliegen eines relevanten Gehaltes von organischen Verbindungen (beispielsweise Dioxine/Furane, PFAS, PAK) erforderlichenfalls Grenzwerte festzulegen und die Einhaltung regelmäßig nachzuweisen.

Anorganische Schadstoffe

10. Sekundärrohstoffe haben folgende Grenzwerte einzuhalten:

Parameter	Schadstoffgehalt in mg/kg TM
Sb	30
As	30
Pb	500
Cd	5
Cr	500
Co	250
Ni	500
Hg	0,7
Tl	3

Auf Grund der Art und Herkunft eines Sekundärrohstoffes oder auf Grund der Ergebnisse der Erstuntersuchung gemäß Punkt 1 kann es im Einzelfall – beispielsweise bei Verdacht auf eine Kontamination – erforderlich sein, weitere Parameter zu untersuchen und zu begrenzen.

11. Die Einhaltung der Grenzwerte gemäß Punkt 10 ist einmal pro Quartal nachzuweisen. Die Sekundärrohstoffe sind dafür – getrennt nach Art und Herkunft – gemäß ÖNORM S 2127 zu beproben. Der maximale Beurteilungsmaßstab beträgt 500 t. Die im Rahmen der Erstuntersuchung gemäß Punkt 1 beprobte und untersuchte Teilmenge kann für diese Verpflichtung verwendet werden. Beträgt die Menge des Sekundärrohstoffes weniger als 500 t pro Quartal, so sind die Untersuchungen erst bei Erreichen der 500 t aber mindestens einmal pro Kalenderjahr durchzuführen. Die Bestimmungsverfahren gemäß Anhang 8 Kapitel 2.10 zur AVV 2024 sind anzuwenden.
12. Von allen Laborproben gemäß Punkt 11 sind Rückstellproben herzustellen und mindestens sechs Monate aufzubewahren. Die Erfordernisse für die Mindestprobenmenge sind dabei zu beachten.
13. Die Punkte 10 bis 12 gelten nicht, wenn die nachfolgenden Schadstoffgehalte im Zement oder Betonzusatzstoff nicht überschritten werden:

Parameter	Schadstoffgehalte in mg/kg TM
Sb	15
As	15
Pb	200
Cd	4
Cr	300
Co	50
Ni	200
Hg	0,5
Tl	2

Die Einhaltung ist pro Zementart und Betonzusatzstoff einmal pro Quartal nachzuweisen, wobei die Beprobung gemäß ÖNORM S 2127 durchzuführen ist und der maximale Beurteilungsmaßstab 500 t beträgt. Beläuft sich die Menge auf weniger als 500 t pro Quartal, so sind die Untersuchungen erst bei Erreichen der 500 t aber mindestens einmal pro Kalenderjahr durchzuführen. Alternativ können bei Zement auch jene Proben, die im Rahmen der internen Überwachungsprüfung zur Beurteilung der Konformität der Zementarten gemäß ÖNORM EN 197-1 „Zement – Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement“, ausgegeben am 15. Oktober 2011, gezogen wurden, untersucht werden. Die Bestimmungsverfahren gemäß Anhang 8 Kapitel 2.10 zur AVV 2024 sind anzuwenden.

14. Die Punkte 10 bis 13 gelten nicht, wenn die nachfolgenden Grenzwerte für die kumulative flächenbezogene Freisetzung über 64 Tage nicht überschritten werden,

wobei die Auslaugprüfungen gemäß den Vorgaben der Verfahrensanweisung „Industrielle Sekundärrohstoffe als Betonzusatzstoffe“ durchzuführen sind.⁵

Parameter	kumulative flächenbezogene Freisetzung über 64 Tage in mg/m ²
Sb	0,9
As	0,8
Pb	0,1
Cr	7
Mo	0,4
Chloride	1.500
Sulfate	2.900

Im Rahmen der Erstprüfung sind an zwei Prüfkörpern zumindest die Parameter Sb, As, Pb, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Mo, Ni, Hg, Tl, V, Zn, Sn, Fluoride, Chloride, Sulfate und TOC zu untersuchen. Alle hergestellten acht Eluate pro Prüfkörper sind zu untersuchen und daraus ist die kumulative flächenbezogene Freisetzung über 64 Tage zu berechnen und der Freisetzungsmechanismus zu bestimmen.

Im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle ist an zwei Prüfkörpern einmal pro Kalenderjahr zumindest für die Parameter Sb, As, Pb, Cr, Mo, V, Fluoride, Chloride, Sulfate die kumulative flächenbezogene Freisetzung über 64 Tage zu bestimmen, wobei eine Mischung der Eluate eins bis acht pro Prüfkörper zulässig ist. Alternativ kann pro Quartal eine verkürzte Auslaugprüfung und Mischung der Eluate sowie die Hochrechnung auf 64 Tage gemäß Anhang B.9 der ÖNORM EN 16637-2 auf Basis des im Rahmen der Erstprüfung bestimmten Freisetzungsmechanismus durchgeführt werden. Kann der Freisetzungsmechanismus nicht eindeutig bestimmt werden, ist der Freisetzungsmechanismus für niedrige Gesamtkonzentrationen bzw. Diffusion gemäß Tabelle B.3 der ÖNORM EN 16637-2 heranzuziehen. Im Kalenderjahr der Erstprüfung muss keine werkseigene Produktionskontrolle durchgeführt werden.

Zur Überprüfung der Einhaltung der Grenzwerte sind die Mittelwerte der Ergebnisse der Untersuchungen der jeweils zwei Prüfkörper heranzuziehen.

Auf Grund der Art und Herkunft eines Sekundärrohstoffes oder auf Grund der Ergebnisse der Erstprüfung kann es im Einzelfall – beispielsweise bei Verdacht auf eine Kontamination – erforderlich sein, weitere Parameter zu untersuchen oder zu begrenzen.

⁵ UMWELTBUNDESAMT (2025): Denner, M., Schöpf, M.: Industrielle Sekundärrohstoffe als Betonzusatzstoffe – Verfahrensanweisung. Umweltbundesamt, Wien.

Externe Überwachung

15. Einmal pro Kalenderjahr ist durch eine externe befugte Fachperson oder Fachanstalt die Einhaltung der Vorgaben hinsichtlich des Einsatzes von Sekundärrohstoffen zu kontrollieren, wobei die Durchführung von eigenen Untersuchungen nicht erforderlich ist. Über jede Prüfung ist ein Bericht zu erstellen, aus dem insbesondere der Umfang und der Inhalt der Prüfung hervorgehen. Dieser Bericht ist mindestens sieben Jahre aufzubewahren und auf Verlangen der Behörde vorzulegen. Werden im Rahmen der Prüfung Mängel oder Abweichungen vom konsensgemäßen Zustand festgestellt, hat der Bericht entsprechende Vorschläge samt angemessenen Fristen für die Behebung der Mängel oder für die Beseitigung der Abweichungen zu enthalten. In diesem Fall ist unverzüglich eine Ausfertigung dieses Berichts sowie eine diesbezügliche Darstellung der getroffenen und zu treffenden Maßnahmen der zuständigen Behörde zu übermitteln.

