

Zukunft Bau

STRUKTUR / GLIEDERUNG KURZBERICHT

LifeCycle künstlicher Mineralfaserdämmstoffe (KMF)

Optimierung der Stoffströme im Lebenszyklus von Bauprodukten aus künstlichen Mineralfaserdämmstoffen

1. Anlass/ Ausgangslage

In den vergangenen Jahrzehnten sind durch die Klimaschutzziele die Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz von Gebäuden kontinuierlich gestiegen. Mithin wurden zunehmend Dämmstoffe zur Minimierung des Energiebedarfs verbaut. Aufgrund der Eigenschaften im Hinblick auf den Brand-, Wärme- und Schallschutz findet Mineralwolle in nahezu sämtlichen Baukonstruktionen der wärmeübertragenden Gebäudehülle und des Innenausbaus sowie zur Dämmung von Komponenten der technischen Gebäudeausrüstung Anwendung, so dass der heutige Marktanteil am Gesamtdämmstoffmarkt ca. 54% beträgt.

Es kann davon ausgegangen werden, dass jährlich etwa 160 Tsd. Tonnen Mineralwolle als Abfall deponiert werden. Die Menge wird in den nächsten 50 Jahren kontinuierlich anwachsen.

Derzeit existieren keine Recyclingverfahren, die eine mengenmäßig relevante Rückführung der Mineralwolle in den Produktionsprozess gewährleisten können.

Im Forschungsvorhaben LifeCycle KMF wurde ein vollständig geschlossener Recyclingkreislauf für Mineralwolle - beginnend mit dem Rückbau, über die Aufbereitung sowie die Verpackung und den Transport bis zur Rückführung in den Herstellungsprozess - systematisch entwickelt und allgemeine Anforderungen sowie Randbedingungen dafür definiert.

2. Gegenstand des Forschungsvorhabens

Im Zuge des Forschungsvorhabens ist in einem ersten Schritt der derzeitige Lebenszyklus von Bauprodukten aus Mineralwolle analysiert worden. Insbesondere ist der Schwerpunkt der Analyse des derzeit angewandten mineralwolle-bezogenen Sachsystems auf die Herstellung, die Anwendung im Bauwerk, die Abfallentstehung und die Entsorgung gelegt worden, um die Anforderungen für die Entwicklung eines vollständig geschlossenen Recyclingkreislaufs definieren zu können. Im Folgenden wurden die Bausubstanzerkundung, der selektive Rückbau, die Sammlungs-, Aufbereitungs- und Transportprozesse sowie die Rückführung in den Produktionskreislauf detaillierter untersucht, um eine hohe Recyclingrate zu ermöglichen.

2.1 Bausubstanzerkundung

Je eher eine Unterscheidung zwischen Glas- und Steinwolle als auch zwischen – vom Verdacht auf karzinogene Wirkung – freigezeichneter („neuer“) und nicht freigezeichneter („alter“) Wolle im Rückführungsprozess getroffen wird, desto effizienter kann der notwendige Aufwand im Rückführungsprozess gesteuert werden. Es wird empfohlen, eine Bestandsaufnahme unter Nutzung eines Katasters auf der Baustelle durchzuführen und die Mineralwolle z.B. durch Bauakten oder chemische Analysen zu identifizieren. Zur Unterscheidung zwischen Stein- und Glaswollen können auch die Röntgenfluoreszenzanalyse und die Nahinfrarot-Spektroskopie – bestätigt durch erste Versuche – herangezogen werden. Wenn die Forschung zur Analyse von Mineralwolle mittels Nahinfrarot-Spektroskopie weitergeführt wird, ist es in Zukunft möglich, mit Handmessgeräten die Analyse in situ kostengünstig vorzunehmen.

Abb. 1: erforderliche Differenzierung

2.2 selektiver Rückbau

Zur Minimierung von Störstoffen im Materialstrom von Mineralwolle, die zu erheblichen Folgen für Behandlungs- und Aufbereitungsverfahren führen können, bietet sich ein selektiver Rückbau an. Die Güte des Materialstroms variiert je nach Einbausituation und Produktmerkmalen und ist teilweise verbunden mit Verunreinigungen der zu separierenden Mineralwolle, wie beispielsweise durch Putz, keramische Riemchen, aber auch Metallschrauben und Kunststoffdübelhülsen, sowie das Glasfaserarmierungsgewebe.

In der Regel wird bei Dächern und nichttragenden Innenwänden ein sehr guter Trennschnitt der Mineralwolle erreicht werden können. Bei Außenwänden – abgesehen von vorgehängten hinterlüfteten Bekleidungen und Vorhangfassaden – ist dagegen ein höheres Maß an Verunreinigungen zu erwarten. Insbesondere der Rückbau von verklebten und gedübelten WDVS erweist sich bei Einsatz von Schlagdübeln mit metallischem Nagel sowie von Schraub- oder Setzdübeln bei denen zusätzlich durch das Gewebe hindurch gedübelt wurde als aufwendig.

Bei Füllziegeln ist kein sortenreiner Rückbau möglich. Diese müssen zunächst vollständig, also als Mischung von Dämmstoff, Putz und Mauerwerk, zurückgebaut und anschließend einer Aufbereitung zugeführt werden. Gleiches gilt für Dämmungen von Aggregaten der technischen Gebäudeausrüstung und ähnlichen Bauteilen.

Beim Umgang mit Mineralwolle sollte eine Stauffreisetzung so weit wie möglich vermieden werden. Insbesondere bei „alter“ Mineralwolle wird der Rückbau nur kleinteilig mit Handgeräten erfolgen können.

2.3 Transport, Sammeln und Aufbereiten

Der Transport von zurückgebauter Mineralwolle erfolgt in staubdichten Verpackungen. Es empfiehlt sich die Verwendung von BigBags, die insbesondere bei „alter“ Mineralwolle entsprechend gekennzeichnet sein müssen.

Aufgrund des zu erwartenden relativ geringen georeferenzierten Mineralwolleaufkommens sind im Transportsystem Sammel- und

Umschlagknoten notwendig. Es wird erwartet, dass sich das zurückzubauende Mineralwolleaufkommen in den nächsten 30 Jahren mehr als verdoppelt. Derzeit ist es empfehlenswert, den Transport zum Hersteller in die von der Abfallwirtschaft vorgehaltene Entsorgungsinfrastruktur für Bauabfälle zu integrieren. Dabei wird je nach Einzugsgebiet der Sammel- und Lagerplätze mit Pufferzeiten zu rechnen sein, denn aus wirtschaftlicher und ökologischer Sicht ist die Auslastung des Transportmittels zu maximieren. Eine denkbare Komprimierung der Mineralwolleabfälle zur Maximierung der Transportmittelauslastung kann aufgrund der vorzuhaltenden Pressen je nach Länge des Entsorgungsweges und Abfallaufkommen wirtschaftlich sein. Bei den derzeit vorhandenen Komprimierungsanlagen ist bei Wegstrecken unter 85 km eine Verdichtung der Abfälle für den Transport nicht wirtschaftlich (vgl. Abb. 2).

Abb. 2: Wirtschaftlichkeit des massebezogenen Transports von Mineralwolleabfällen

Derzeit würde es in Deutschland aufgrund des rückzuführenden Mineralwolleaufkommens einer zentralen Aufbereitungsanlage jeweils für Stein- und Glaswolle – vorzugsweise in Nähe eines Herstellerwerkes – bedürfen.

Ausgehend von zurückgeführten Mineralwolleabfällen, die komprimiert sind, ergeben sich technologischen Schritte zur Entfernung der Störstoffe und zur Wiedereinspeisung des Materials in den Herstellungsprozess. Als erstes wird die Transportverpackung entfernt und der Mineralwolleballen aufgefördert. Die Mineralwolle ist im Folgenden zu zerkleinern und dabei von zu separierenden Metallen, Kunststoffteilen und –folien sowie mineralischen Fraktionen zu trennen. Zur Förderung von Mineralwolleflocken und zur Trennung von Störstoffen scheinen Schredderanlagen mit zusätzlichen vor- und nachgeschalteten Technologien geeignet zu sein. Die Technologie, bei der auf Verfahrenstechniken aus der Textilindustrie zurückgegriffen werden kann, sollte für die Anwendung in einer Pilotanlage erprobt werden.

Mauersteine mit Mineralwollefüllung sollten gesondert gesammelt werden und in einem erprobten separaten Verfahren voneinander getrennt werden.

2.4 Rückführung in den Herstellungsprozess

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde die Rückführung in den Herstellungsprozess basierend auf der Herstellung von Steinwolle im Kupolofen untersucht.

Abb.3: Herstellung von Steinwolle

Für die Herstellung von Steinwolle werden Koks und Erdgas als Brennstoffe sowie natürliche Gesteine (z.B. Basalt, Diabas und Dolomit) und mineralisch gebundene Formsteine als Ausgangsstoffe eingesetzt. Formsteine sind gepresste Körper aus gemahlener Mineralwolle und Zement als Bindemittel, in denen derzeit zwischen

ca. 10 Masse-% und maximal ca. 40 Masse-% gemahlene Steinwolle-Abfälle eingebunden werden können.

Mit Erhöhung der Rückführungsquote bedarf es eines höheren Rezyklat-Anteils. Die Versuche im Forschungsprojekt wiesen nach, dass ein Rezyklat-Anteil von 75 Masse-% unter Beibehaltung des derzeitigen technologischen Konzeptes möglich ist. Als Bindemittel sind sowohl gängige Portlandzemente mit hoher Frühfestigkeit als auch Geopolymerbinder geeignet. Je nach Verunreinigung und chemischer Zusammensetzung der rückgeführten Mineralwolle können neben den Rezyklatformsteinen zusätzliche Rezepturformsteine erforderlich werden, um im Ergebnis eine freigezeichnete Rezeptur des Neuprodukts zu erreichen.

2.5 Wirtschaftliche und Ökobilanzielle Bewertung

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde die Wirtschaftlichkeit der Rückführung der Steinwolle in den Herstellungsprozess im Vergleich zur Deponierung untersucht. Die in der Untersuchung gewählten Recycling-Szenarien stellen sich bereits gegenüber der kostengünstigsten Deponierung (im Rahmen der Studie ermittelter niedrigster Deponiepreis 60 €/t bzw. 74,09 €/t mit Transport) als wirtschaftlich besser dar. Regionale Aufbereitungsanlagen weisen – unter den berücksichtigten Annahmen – keine wirtschaftlichen Vorteile gegenüber einer werksnahen bzw. -internen Aufbereitung auf, da zusätzliche Be- und Entladungsprozesse sowie Lagerhaltungskosten anfallen. Die Einsparung der Rohstoffkosten auf Herstellerseite liegt unterhalb der für die Annahme und Aufbereitung anzusetzenden Kosten.

Weiterhin wurde eine ökologische Bewertung der Herstellungs- und Entsorgungsphase anhand der Umweltwirkungen globalen Erwärmungspotenzial (GWP), dem Ozonabbaupotenzial (ODP), Versauerungspotential (AP), Überdüngungspotential (EP), Ozonbildungspotential (POCP), nicht erneuerbare Primärenergie (PENRT) und erneuerbare (PERT) durchgeführt (vgl. Abb. 4).

Abb.4: Vergleich der Umweltwirkungen Deponierung - Recycling

Bei fünf Umweltwirkungen (EP, POCP, AP, PENRT, PE) schneidet das Recycling besser als die Deponierung ab. Bei den anderen drei untersuchten Indikatoren (GWP, ODP, PERT) hingegen erweist sich das Recycling als ökologisch schlechtere Variante.

3. Fazit

Mit der vorgelegten Studie konnten allgemeine Anforderungen an einen Recyclingprozess erarbeitet und ein Recyclingverfahren aufgezeigt werden, dass eine volumenrelevante Rückführung von künstlichen Mineralfaserdämmstoffen in den Produktionsprozess gewährleistet. Damit der Kreislauf in der Praxis geschlossen werden kann, müssen weitere Forschungen insbesondere bezüglich der Verfahrenstechnik mittels Pilotanlagen erfolgen und verschiedene Hemmnisse abgebaut

werden. Aus ökonomischer Sicht erscheint das Recycling wirtschaftlich und ist durch monetäre Anreizsysteme steuerbar.

Die Frage nach der ökologischen Vorteilhaftigkeit muss dagegen je nach Schwerpunktlegung auf die untersuchten Umweltwirkungen und weitere Einflussfaktoren (z.B. Beeinträchtigung der Umwelt durch Deponien) beantwortet werden.

Eckdaten

Kurztitel: LifeCycle KMF

Forscher / Projektleitung: Frank U. Vogdt, Diana Fischer, Falk Schaudienst, Michael Schober

Gesamtkosten: 232.866,85 €

Anteil Bundeszuschuss: 103.250,60 €

Projektlaufzeit: 2014 - 2019