

## Projektbericht: Aschenverwendung in der Zementindustrie – Praxistest

Projektverfasser: IG Holzenergie Nordwestschweiz; Michael Tobler  
Holcim (Schweiz) AG; Dr. Peter Kruspan

Projektpartner: Verband Holzenergie Schweiz  
Schweizerischer Verband für Umwelt Technik (SVUT)



Bild zeigt die Entnahme einer Aschenprobe in einem Aschencontainer. (Bild: Tobler Holz & Forst Consulting)

Die Projektleistungen der IG Holzenergie Nordwestschweiz wurden im Auftrag bzw. mit Unterstützung des Bundesamtes für Umwelt, Forschungskonzept Abfall- und Rohstoffmanagement Ressourceneffizienz und nachhaltige Rohstoffnutzung finanziert. Die Leistungen von Holcim (Schweiz) AG sind vollständig in Eigenleistungen erfolgt.

## 1. Zusammenfassung und Diskussion

Mit dem Projekt ist ein erster und wichtiger Schritt zur differenzierten Betrachtung von Aschen aus der thermischen Behandlung von Holzbrennstoffen gelungen. Dabei konnte dokumentiert werden, welche Kriterien und Eigenschaften sich für eine potentielle Wiederverwertung in der Zementindustrie eher eignen und welche Fraktionen ausgeschlossen werden müssen. Ebenfalls eröffneten sich zusätzliche Fragestellungen im Zusammenhang mit der Entstehung von Ascheneigenschaften im thermischen Prozess.

Eine generelle Umleitung der Holzaschen-Stoffströme von der Deponie hin zu der Zementindustrie ist zum heutigen Zeitpunkt ausgeschlossen. Bis zur Schliessung von zuverlässigen und nachhaltigen Materialkreisläufen müssen einige Anstrengungen in der ganzen Prozesskette von der Quelle bis zum Produkt vollbracht werden.

Folgende Punkte sind Voraussetzungen für die Verwendung von qualitativ geeigneten Holzaschen:

- a) Die Holzaschen müssen trocken und getrennt nach Rost-, und Flugaschen (Zyklon- und Filteraschen) gelagert und entsorgt werden können.
- b) Die Betriebs- und Verbrennungsqualität muss dem Brennstoff entsprechen. Aschen müssen vollständig ausgebrannt sein. Der Anspruch besteht ebenfalls in der Verbesserung der Transferkoeffizienten, respektive der Trennschärfe der verschiedenen Aschentypen, welche durch betriebliche Massnahmen verbessert werden kann.
- c) Fremdanteile und Verunreinigungen des Brennstoffes respektive der Aschen müssen vermieden werden. Verunreinigungen müssen durch eine Siebung entfernt werden.

Die Etablierung von neuen Produkten und die Einbindung von neuen Stoffen in Industrieprozesse ist ein mehrjähriger Prozess, der bis zu zehn Jahre dauern kann. Insofern ist mit vorliegender Arbeit ein erster Schritt in Richtung Wiederverwertung von Aschen erfolgt. Mit dem Ziel die Kreislaufwirtschaft im Bereich Aschen voranzutreiben, bestehen bei beiden am Projekt beteiligten Branchen weitere Herausforderungen und Innovationsgeist.



Bilder zeigen ein Beispiel einer getrennten Aschenentsorgung nach Aschentypen. (Bilder: Tobler Holz & Forst Consulting)

## 2. Einleitung und Projekt

Die Verwendung von Aschen aus der thermischen Behandlung von Holzbrennstoffen ist in der Zementindustrie bis heute wenig verbreitet. In der Schweiz gibt es nur ein zugelassenes Nischenprodukt, in dem Holzaschen verwendet werden. Für eine Steigerung der Anwendungen in der Industrie, besteht Bedarf an weiteren Forschungsarbeiten und Praxiserfahrungen. Mit den Aktivitäten in diesem Bereich werden den Regelungen der Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA) Rechnung getragen, die im Artikel 13 besagt, dass Abfälle und somit auch die Holzaschen nach dem Stand der Technik zu entsorgen und nach umweltverträgliche Lösungen für die Verwertung zu suchen sind.

## 3. Ausgangslage, Zielsetzung

Ziel dieser Arbeit ist die Durchführung von Praxistests für die Verwendung von Holzaschen in der Zementindustrie. Die spätere Übertragung auf Industrie-Prozesse ist das eigentliche Hauptziel. Die angelieferten Aschen werden aufbereitet und dem Zement beigemischt. Mit dieser Mischung werden reale Objekte für Langzeittest produziert.

Zielsetzung: Anwendung von realen Aschemengen (> 60t) im Praxiseinsatz, die Erarbeitung von Grundlagen für die Aufbereitung der Holzaschen und die Prüfung der notwendigen Logistik.

## 4. Vorgehen / Methodik

Die Projektausarbeitung fand in verschiedenen Projektschritten statt:

Die Qualität der Aschen ist ausschlaggebend für die Eignung zur Verwendung in industriellen Prozessen. Für den Praxistest wurden folgende Qualitätsanforderungen festgelegt:

- Anfall von (nachweislich) reinen Bett-, Rostaschen (Inputmaterial, Holz-, und „nicht Holz“-Brennstoffe nach LRV sind geeignet)
- Trockene Asche
- Bereitschaft zur Abgabe der Aschen maximal zu Preisen der bisherigen Entsorgungskosten

Zur Sicherstellung der benötigten Aschenqualität, wurden alle Aschen der Anlagenbetreiber, welche an den Forschungsarbeiten partizipieren, einem Qualitätstest unterzogen. Pro Anlage und Aschenprobe wurden mindestens 3 Einzelproben aus unterschiedlichen Bereichen des Probekörpers entnommen, um einen möglichst umfassenden Querschnitt, der zu diesem Zeitpunkt vorliegenden Materialqualität, zu erhalten.

Die Freigabe, respektive Aufnahme der Betreiber mit geeigneten Aschen am Programm, erfolgte durch die Zementindustrie. Die Kriterien sind spezifische, für die nachträgliche Verwendung entscheidende Eigenschaften, wie kritische Leitelemente, verschiedene Salze, hoher Anteil an TOC400 und LOI aufgrund schlechtem Ausbrand, sowie Elastizität, Volumenstabilität und Formbarkeit der Aschen. Alle Aschenproben wurden einzeln gesiebt und die Menge, sowie Charakteristik des Grobanteils individuell bestimmt.

Es bestanden folgende Vorgaben zur Beschaffung der erforderlichen Mengen und den qualitativen Eigenschaften der Aschen:

- > 60 t Aschen für den Praxistest
- Primär sortenreine sowie trocken ausgetragene Bett- und (Unter-) Rostaschen, gesiebt vorzugsweise auf 4mm Sieb.
- Für die Gewährleistung der Mengen sind mindestens Aschen aus 10 Anlagen notwendig

Zeitlich mussten die vorgegebene Aschemenge von >60 t bis spätestens März 2020 im Zementwerk angeliefert worden sein.

Beschaffung der Aschen: Insgesamt wurden 56 Holzenergieanlagen in den Kantonen AG, BE, BL, BS, LU, SG, TG, UR, ZG, ZH mit Leistungen zwischen 300 bis 7300 kW in der Deutschschweiz besucht und die Aschen einem Qualitätstest unterzogen. Dabei wurden total 156 Proben für die Labor-Untersuchungen entnommen.

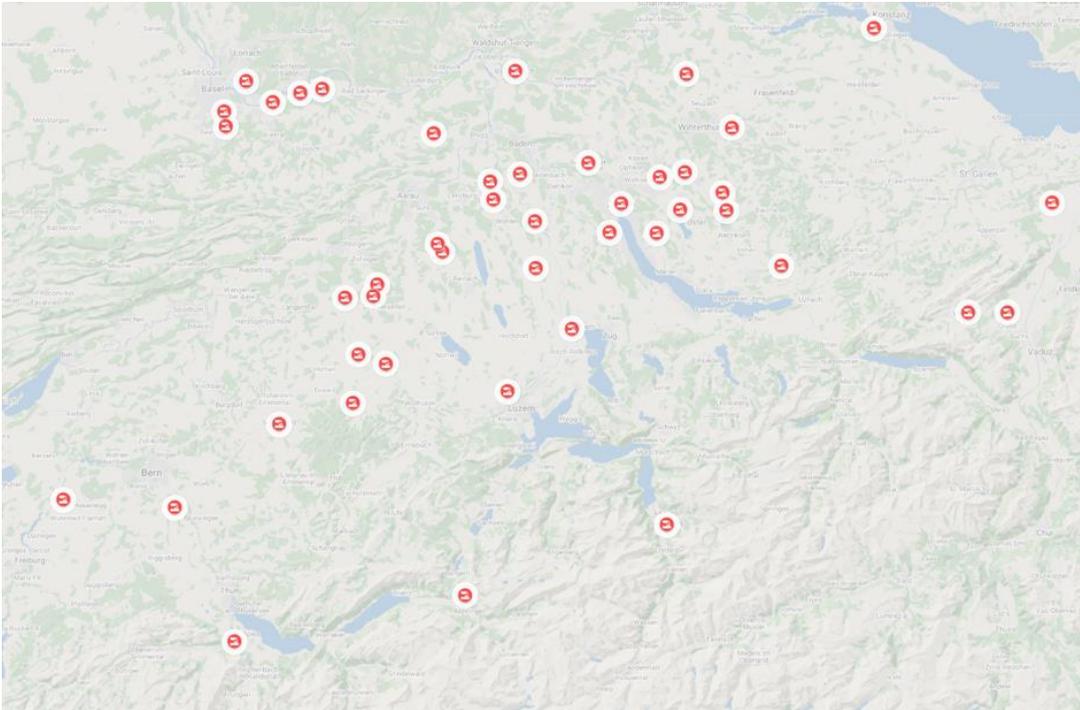


Bild zeigt die Standorte der beprobten Anlagen.

Diese Anlagen beinhalteten Öfen von unterschiedlichen Herstellern – AGRO, KÖB (Viessmann), Kohlbach, MAWERA, Müller (Viessmann), Schmid – mit einer thermischen Leistung von durchschnittlich etwa 1'000 kW (Anlagegrößen von min. 240 kW bis max. 4'000 kW). Um die Komplexität gering zu halten, wurden vornehmlich Anlagen mit 100% Waldholz-Trockenschnitzel-Feuerung berücksichtigt. Zu Vergleichszwecken wurden zusätzlich auch Feuerungen mit 80% Waldholz + 20% Altholz, 2/3 Waldholz + 1/3 Altholz, 50% Waldholz + 50% Landschaftspflegeholz, 50% Waldholz + 50% Altholz (A1) sowie 40% Waldholz + Sägerei-Reststoffe + Rindenanteile + 40% Altholz beprobt.

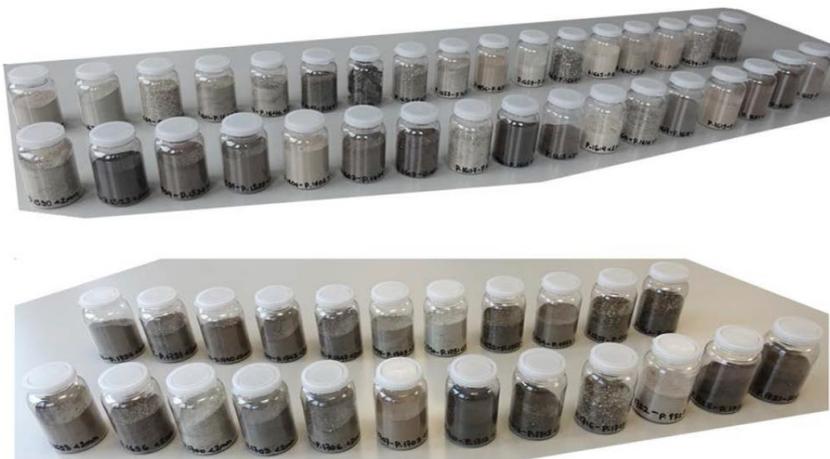


Bild zeigt 57 Mischproben (aus 165 Einzelproben). Aus der Analytik ist allgemein eine sehr grosse Variabilität der Aschequalität ersichtlich. Dies ist bereits makroskopisch sichtbar.  
(Bild: Dr. sc. Nat. ETH, P. Kruspan Holcim (Schweiz) AG)

## 5. Resultate

Aschen aus 20 Anlagen (36%) erfüllen die geforderten Qualitätsbedingungen für die Wiederverwendung in der Zementindustrie. Innerhalb dieser 20 Anlagen wurde eine Qualitätspriorisierung von 1-3 vorgenommen. 10 Aschen-Quellen erreichten die erste Qualifizierung, 10 Aschen-Quellen konnten der zweiten und 5 Quellen der dritten Priorisierung zugeordnet werden.



Bild zeigt Zement mit 30% qualitativ geeignete Bett-, Rostaschen.  
(Bild: Dr. sc. Nat. ETH, P. Kruspan Holcim (Schweiz) AG)

Von diesen Anlagen konnte per Ende März 2020 rund 60 t sortenreine Rostaschen eingesammelt werden. Der Aschentransport stellte sich als grösste Herausforderung dar. Bei der Absaugung ereigneten sich zahlreiche Verstopfungen der Förderwege aufgrund unzähliger Fremdkörper wie groben Steinen, Drähten, Kabelbindern und Plastikobjekten. Für künftige Aschenanlieferungen müssen Vorgaben von einer Korngrösse von  $\leq 2$  mm eingehalten werden.

Aschen aus 36 Anlagen (64%) erfüllen die Qualitätsbedingungen nicht. Gründe weshalb die Qualitätsbedingungen nicht eingehalten worden sind:

- Zu hoher Anteil ( $\text{TOC}_{400}$  und LOI) aufgrund schlechtem Ausbrand
- Grenzwertüberschreitungen von kritischen Leitelementen wie  $\text{SO}_3$ , Alkalien und  $\text{P}_2\text{O}_5$ .
- Elastizität der Aschen
- Volumenstabilität und Formbarkeit



Bild zeigt Zement mit 30% qualitativ nicht geeignete Bett-, Rostaschen.  
(Bild: Dr. sc. Nat. ETH, P. Kruspan Holcim (Schweiz) AG)

Die Schwankungsbreiten charakteristischer chemischer Parameter sind sogar innerhalb eines Aschentyps (Rostaschen) und des Anlagentyps (Rostfeuerung) bei der Verbrennung von reinen Waldholz immens.

Leider ist es nicht auszuschliessen, dass auch die Aschen mit passablen Qualitäten trotzdem eine anschliessende Veränderung (also Verschlechterungen) der Aschequalität aufweisen können. Dies wurde bei industriellen Mahlversuchen festgestellt. Massnahmen müssten in diesem Fall mit den Lieferanten direkt diskutiert werden.

Weshalb die chemischen Parameter derart stark schwanken, wurde in vorliegender Arbeit nicht eruiert. Erkennbar sind jedoch teilweise Defizite in der Aschenqualität aufgrund unzureichender Betriebsweise, resp. Einstellungen an der Anlage oder Einsatz von Brennstoffen, welche nicht auf die Anlage abgestimmt sind.

Mit den vorliegenden Resultaten konnte die industrielle Herstellung, respektive eine mögliche Verwendung von Holzaschen dokumentiert werden. Die Prozesskette von der Quelle bis zum Produkt weist noch etliche Lücken auf. Bis zu einer grossflächigen Verwendung von Aschen in der Baustoffindustrie braucht es entsprechend weitere Anstrengungen.