

# Rieselkörper-Recycling

Stoffliche Verwertung von Kühlturmeinbauten als wirtschaftliche Alternative



Ingo Hartmann, Karl-Heinz Dorn, Joachim Schenk, Björn Huck, Rainer Stich, Timo Jobst, Kay-Uwe Droll, Raik Döhler, Hans-Georg Jäckel, Thomas Zschoge

Von der Arbeitsgruppe Umwelttechnik der HTWK Leipzig (FH) werden seit 2006 in Kooperation mit zwei Praxispartnern Untersuchungen zum werkstofflichen Recycling von Rieselkörperabfällen aus Kraftwerkskühltürmen durchgeführt. Seit 2005 ist eine Deponierung ohne vorherige Aufbereitung aufgrund des vergleichsweise hohen organischen Anteils dieser Abfälle nicht mehr möglich. Die mechanische Aufbereitung mit anschließender werkstofflicher Wiederverwertung des Kunststoffanteils der Abfälle kann unter bestimmten Umständen eine wirtschaftliche Alternative sein.

**Autoren:** Dr. rer. nat. I. Hartmann, Dipl.-Chem. K.-H. Dorn, Prof. Dr.-Ing. J. Schenk, Dipl.-Ing. B. Huck, Prof. Dr. rer. nat. R. Stich, Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig (FH), Markkleeberg; Dipl.-Ing. T. Jobst, Dipl.-Ing. K.-U. Droll, UGT 2000 Umwelt- und Gebäudetechnik GmbH, Bad Lausick; R. Döhler, Kunex GmbH, Chemnitz; Dr.-Ing. H.-G. Jäckel, Dipl.-Ing. T. Zschoge, Technische Universität Bergakademie Freiberg, Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik, Freiberg

In Kraftwerkskühltürmen werden Rieselkörper mit einem Volumen von 5000 m<sup>3</sup> (100 t) und mehr eingebaut, um eine bessere Rückkühlung des Kreislaufwassers zu erzielen. Auf diesen aus Kunststoffen wie PVC oder PP bestehenden Einbauten lagert sich im Laufe der Zeit eine Schicht aus anorganischen und organischen Verbindungen ab. Dadurch wird eine bestimmungsgemäße Verrieselung verhindert, sodass die Kühlturmeinbauten (KTE) in Abständen von 10 bis 15 Jahren erneuert werden müssen. Der durch Analysen bestimmte Gewichtsanteil der wieder verwertbaren Kunststofffraktion

beträgt etwa 10 Gew.-%. Eine Deponierung der Abfälle ohne Aufbereitung ist durch die Gesetzgebung (KrW-/AbfG, TASI) nicht möglich, da der organische Anteil der Abfälle die Zuordnungswerte für die Deponieklasse II (TOC > 3 Gew.-% bzw. Glühverlust > 5 Gew.-%) überschreitet. Auch eine Ausnahme von der Deponiezuordnung ist seit 1. Juni 2005 nicht mehr zulässig (Abschnitt 12.1 TASI). Dadurch kommen auf die Kraftwerksbetreiber und Sanierungsunternehmen höhere Kosten zur Entsorgung zu, sodass eine Aufbereitung und Wiederverwertung der sortenrein vorliegenden Kunststofffraktion als wirtschaftliche Alternative möglich erscheint. Aufgrund des hohen Anteils der inerten anorganischen Fraktion ist eine energetische Verwertung von vornherein durch das KrW-/AbfG ausgeschlossen. Die verunreinigten, aber sonst sortenreinen Kunststoffabfälle müssen deshalb durch geeignete Maßnahmen aufbereitet werden. Eine werkstoffliche Verwertung ist dabei anzustreben. Gemeinsam mit zwei Praxispartnern – einem Kunststoffverarbeiter (Kunex GmbH) und einem Umwelttechnikdienstleister (UGT 2000 GmbH) – wurden dazu praxisnahe Untersuchungen durchgeführt.

## Stoffliche Zusammensetzung der untersuchten Abfälle

Bei der Sanierung eines Kühlturms eines Braunkohlekraftwerkes fielen ca. 1000 t an KTE-Abfällen an, die ca. 10 % PVC enthielten. Die restlichen 90 Gew.-% bestanden zum Großteil aus Kalziumkarbonat und in geringerem Maße aus Silikat. Zudem wurden geringe Spuren an Cu-Verbindungen detektiert. Die Eluatkriterien zur Deponierung der Verschmutzungen wurden aber deutlich unterschritten. Hochtoxische Schwermetallverbindungen oder organische Schadstoffe, sowohl im Kunststoff (Stabilisatoren, Zuschläge usw.) als auch in den Ablagerungen wurden nicht gefunden.

## Untersuchungen zur chemischen Aufbereitung

Da die Ablagerungen vorwiegend aus Kalk (CaCO<sub>3</sub>) bestanden, wurde zunächst untersucht, ob nach vorheriger mechanischer Grobabtrennung eines Großteils der Ablagerungen eine nasschemische Reinigung mit biologisch abbaubaren Hydroxycarbonsäuren möglich ist. Dazu wurden die Einbauten mit einem Hammerbrecher prob

zerkleinert, zur Vorsortierung gesiebt, mit einer Schneidmühle nachzerkleinert und anschließend mit verschiedenen wässrigen Lösungen dieser Säuren gewaschen. Bezüglich der Wirtschaftlichkeit und Ökologie war die Regenerierung der unterschiedlichen Säuren von entscheidender Bedeutung. Diese war zu ca. 70 % möglich. Zur Regenerierung lässt sich z. B. vergleichsweise kostengünstige Salzsäure verwenden. Als Reaktionsprodukt würde  $\text{CaCl}_2$  entstehen, das problemlos entsorgt werden könnte. Ein Einsatz der Salzsäure ist wegen der hohen Aggressivität dieser Substanz problematisch, da dies die Anforderungen an die Anlagen- und Umweltsicherheit des Aufbereitungsverfahrens drastisch erhöhen würde. Eine Behandlung der verbrauchten organischen Säure durch chemische Regenerierung ist nur von Spezialbetrieben zulässig.

### Mechanische Aufbereitung

Da eine chemische Aufbereitung in der Praxis mit hohen Aufwendungen bezüglich des Umweltschutzes verbunden wäre und eine Regenerierung nur zu 70 % möglich ist, wurde untersucht, ob ein Verfahren auf der Basis von mechanischen Aufbereitungsschritten möglich ist. Folgende Produktqualitäten wurden als Zielvorgaben definiert:

- Anteil PVC im Recyclat:  $x_{\text{PVC}} > 95$  Gew.-%
- Anteil Kalk in der Deponiefraction:  $x_{\text{Kalk}} > 95$  Gew.-%

Da die notwendigen kleintechnischen Ausrüstungen an der HTWK Leipzig (FH) nicht in ausreichendem Maße zur Verfügung standen, wurden die entsprechenden Experimente am Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik der TU Bergakademie Freiberg durchgeführt.

### INFO Projektförderung

Gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft (BMWi) im Rahmen des Programms PRO INNO II; Projektträger ist die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V. (AiF)

Die Auswertung der durchgeführten Aufbereitungsversuche hat gezeigt, dass durch eine Aufbereitung mithilfe einer Kombination der mechanischen Grundoperationen Zerkleinerung, Klassierung und Sortierung die geforderten Produktqualitäten hinsichtlich Verwertung (Grobgut: PVC-Recyclat) bzw. Deponierung (Schwer- und Feingut: mineralische Restfraktion) eingehalten werden können. Dabei wurden die unterschiedlichen Stoffeigenschaften optimal ausgenutzt. Durch den hohen Zähigkeitsunterschied (Kalkstein: relativ spröde, PVC: eher elastisch) wurde der eher spröde brechende Mineralanteil selektiv in sehr viel kleinere Teilchen zerkleinert als das PVC, wobei ein Verbundaufschluss erfolgte. Bei einer Aerostromsortierung mittels Zick-Zack-Sichter wurde versucht, den großen Dichteunterschied (Kalk: ca.  $2,7 \text{ t/m}^3$ , PVC: ca.  $1,3 \text{ t/m}^3$ ) auszunutzen. Da aber eine Sichtung sowohl durch Sortierungs- als auch durch Klassierungsmerkmale erfolgte, war wegen der Korngrößenunterschiede der Komponenten eine ausreichende Trennung alleine durch Sichtung nicht möglich. Bei einer bestimmten Strömungsgeschwindigkeit im Windsichter bestand das Leichtgut aus großen PVC-Teilchen und relativ kleinen Mineralkörnern, sodass optimale Partikelgrößenverteilungen für eine nachfolgende Siebklassierung vorlagen.

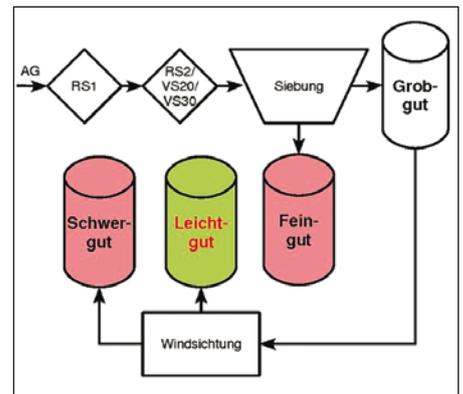
### Fazit

Die Rückgewinnung von PVC-Recyclat mit den für die Verarbeitung geforderten Reinheiten aus Abfällen von KTE ist durch Anwendung bestimmter mechanischer Grundoperationen technisch realisierbar. Derzeit werden dazu Wirtschaftlichkeitsanalysen durchgeführt. Da der Kunststoffanteil relativ gering ist, kann alleine durch den Wiederverwertungserlös des Recyclats ein wirtschaftlicher Betrieb einer Aufbereitungsanlage für KTE nicht aufrecht erhalten werden.

Unter Einbeziehung der erforderlichen und aufgrund der neuen gesetzlichen Bestimmungen (KrW-/AbfG, TASI) stark gestiegenen Entsorgungskosten erscheint ein wirtschaftlicher Betrieb unter bestimmten Randbedingungen dennoch möglich.



Verschmutzte Kühlturmeinbauten



Verfahrensschema zur mechanischen Aufbereitung der Kunststofffraktionen

Das zurück gewonnene PVC-Granulat neigt durch die chemischen Eigenschaften der Makromoleküle bei in Extrudern vorkommenden Verarbeitungstemperaturen zur schnellen thermischen Zersetzung mit gleichzeitiger Bildung von HCl-Gas. Deshalb muss das Regranulat durch geeignete Maßnahmen nachstabilisiert werden.

Die oben beschriebenen Untersuchungen befinden sich derzeit in der Phase des kleintechnischen Maßstabes. Demnächst sollen Praxistests direkt vor Ort an einem zu sanierenden Kühlturm erfolgen, sodass mittel- bzw. langfristig nach erfolgreichem Verlauf ein marktreifes Verfahren zur Aufbereitung von verschmutzten Kühlturmeinbauten zur Verfügung stehen soll.

HTWK  
2925400

WWW  
www.vfvf.de/#2925400

**Kleiner Klick, große Wirkung.**  
www.industrie-service.de