

AsbEx-Studie des UMTEC hat untersucht:

# WIE SICH ASBESTFASERN IN KEHRICHT- VERBRENNUNGSANLAGEN VERHALTEN

Das Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik (UMTEC) hat in der vom Verband der Schweizer Abfallbehandlungsanlagen (VBSA) zusammen mit der Konferenz der Vorsteher der Umweltschutzämter (KVA) sowie dem Bundesamt für Umwelt (BAFU) in Auftrag gegebenen Studie «AsbEx» den Verbleib von Asbestfasern unter KVA-Bedingungen genauer untersucht.

Andreas Gauer

In der Schweiz sind asbesthaltige Abfälle, die vor allem im Rückbau anfallen, separat zu sammeln. Stand der Entsorgung ist die Deponierung. Asbestzement wird als mineralischer Abfall auf Deponien Typ B verbracht. Brennbare asbesthaltige Abfälle gelten als Sonderabfall und werden aktuell in Deponien E abgelagert. Das Einbringen von organischem Material in Deponien widerspricht jedoch den Zielen der Schweizer Abfallwirtschaft. Zudem ist der Deponieraum knapp und der eingebrachte Asbest mit freisetzbaren Fasern könnte bei allfälligen späteren Deponiesanierungen zur Altlast werden.

Um eine alternative Entsorgungsmöglichkeit für brennbare Asbestabfälle zu erproben, wurden 2017 an der Kehrichtverwertungsanlage (KVA) Trimmis GR Grossversuche durchgeführt. Damals konnten in den Verbrennungsrückständen, also in der Flugasche, dem Rauch-

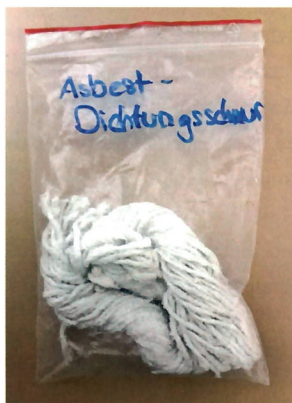
gas und der Schlacke keine Asbestfasern nachgewiesen werden. Daraufhin wurde gemutmasst, dass die Fasern entweder thermisch oder durch sehr aggressive Gase im Ofen zerstört wurden. Das Ziel der Studie AsbEx war es, den Verbleib von Asbestfasern unter KVA-Bedingungen genauer zu untersuchen und den beobachteten «Asbestschwund» in der KVA Trimmis zu erklären. Auftraggeber der Studie waren der Verband der Schweizer Abfallbehandlungsanlagen VBSA, die Konferenz der Vorsteher der Umweltschutzämter KVA und das Bundesamt für Umwelt BAFU.

## Dem Asbest auf der Spur

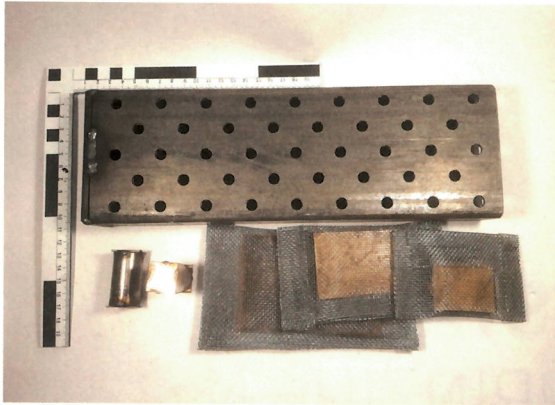
Asbest ist eine Sammelbezeichnung für natürlich vorkommende, faserartige Silikatminerale, die in zahlreichen Bauprodukten Anwendung fanden. Im Fokus des Projektes stand Chrysotil (Weissasbest), das 95 Prozent des verwendeten Asbests

ausmacht. Die restlichen fünf Prozent entfallen auf Amphibolasbeste, die aufgrund ihrer Seltenheit im Projekt nicht prioritär behandelt wurden. Asbestfasern gelten zwar allgemein als feuerfest, aber beim Erhitzen von Chrysotil über 700° Celsius gehen die flexiblen Fasern in eine wasserfreie Mineralphase über und es findet eine Umwandlung zu sprödem Forsterit statt. Forsterit lässt sich einfach zu Pulver zerreiben, hat keine faserigen Eigenschaften und wird in der Literatur als nicht gesundheitsgefährdend beschrieben.

Amphibolasbeste wandeln sich thermisch zu Quarz oder Hämatit um. Ihre Umwandlungstemperaturen liegen in der Regel etwas höher als bei Chrysotil, jedoch immer noch im KVA-typischen Bereich. Bei der Studie wurden zuerst Tastversuche mit kleinen Mengen an ungebundenen Chrysotilfasern aus Dichtschnur in Tiegeln durchgeführt, die im Muffelofen auf Temperaturen zwischen 500 und 1100° Celsius erhitzt wurden. Hierbei kamen auch unterschiedliche chemische Zusätze, unter anderem Chloridsalze und PVC, wie sie auch im Abfall zu finden sind, zum Einsatz. Anschliessend wurden Proben von Chrysotil Dichtschnur und chrysotilhaltigem Cushion-Vinyl Boden (Abbildung links) zusammen mit KVA-Schlacke im Labor-Drehrohrofen am UMTEC erhitzt. Mit dieser Vorrichtung liess sich das «Schürverhalten», also die Umwälzung des Materials auf einem KVA-Ofenrost, simulieren.



Versuchsmaterialien. Links Chrysotildichtschnur und rechts Cushion-Vinyl Boden. (Bild zvg)



Stahlkäfig für die KVA-Versuche mit asbesthaltigem Bodenbelag und Stahlhülse mit Metallstücken zur Bestimmung der Spitzentemperaturen, denen das Material exponiert wurde. (Bild zvg)



Aufgerollte und mit Draht umwickelte Bahn aus asbesthaltigem Bodenbelag («Asbestroulade»). (Bild zvg)

### Feldversuche unter realistischen Bedingungen

Der zweite Teil der Studie bestand aus Feldversuchen unter realistischen Bedingungen an einer produzierenden KVA. Stücke von asbesthaltigem Bodenbelag wurden in Stahlkäfige (Abbildung oben links) eingeschweisst und ganze Bahnen von Bodenbelag dicht zusammengerollt und mit Draht umwickelt («Asbestrouladen», Abbildung oben rechts). In den Stahlkäfigen und Asbestrouladen für den Feldversuch wurden zusätzlich Metallstücke mit unterschiedlichen Schmelzpunkten verbaut, um die Spitzentemperatur zu ermitteln, denen die Proben ausgesetzt waren. Die Stahlkäfige und die Asbestrouladen wurden in die KVA eingeworfen und deren Reste nach dem Austrag aus dem Ofen wieder aus der Schlacke gefischt.

Die Umwandlung des thermisch behandelten Probematerials wurde optisch durch Mikroskopie und mineralogisch durch Analysen mit Röntgendiffraktion XRD beurteilt. Nebst der genauen Bestimmung, ob es sich beim Probenmaterial um Chrysotil oder Forsterit handelt, ermöglicht XRD auch die Bestimmung von Faserbruchstücken, ohne dass diese als Faser unter dem Mikroskop erkannt würden. Zudem wurde das Zerkleinerungsverhalten der Proben durch Mörsern qualitativ beurteilt.

### Erkenntnisreiche Versuche

Die Laborversuche ergaben, dass Chrysotil bei 850°C nach 15 Minuten bereits vollständig zu Forsterit umgewandelt war, der sich leicht zerreiben liess. Entscheidend für die Umwandlung sind die Temperatur und Expositionsdauer. Die zugegebenen Chemikalien hatten keinen messbaren

Einfluss auf die Umwandlung. In Tastversuchen mit den seltenen Amphibolabestanden konnten die erwarteten Umwandlungsprodukte zwar nicht zweifelsfrei mineralogisch nachgewiesen werden, die Fasern waren aber auch versprödet. Im Feldversuch waren die Probenmaterialien in den Stahlkäfigen nach dem Ofen vollständig ausgebrannt und die Fasern völlig umgewandelt. Die Asbestrouladen verbrannten ebenfalls weitestgehend und die gefundenen Fasern in den noch unverbrannten Kernen bestanden bis auf eine Ausnahme aus Forsterit. Kupfer in den Indikatorhülsen war geschmolzen, somit waren die Stahlkäfige und Rouladen zumindest kurzzeitig Temperaturen von mehr als 1'080°C ausgesetzt.

Mit diesen Ergebnissen lässt sich der in der KVA Trimmis beobachtete Asbestschwund folgendermassen erklären: Chrysotil wird in der KVA thermisch zu Forsterit umgewandelt. Der spröde Forsterit wurde teilweise schon durch die Materialumwälzung im Ofen zerkleinert. Die Schlacke fällt nach dem Ofen in ein Wasserbad und mit dem Wasserkontakt setzen Mineralneubildungen ein. In der Schlacke vorhandene Forsteritfasern wurden in die sich bildende Mineralmatrix eingebunden. Werden nun Schlackenpartikel zerkleinert, um zu untersuchen, ob sie eingebundene Asbestfasern enthalten, scheren die Fasern an den Bruchflächen der sie umschliessenden Mineralpartikel ab. Aus abgebundener Schlackenmatrix, die Forsteritfasern enthält, sind diese Fasern durch Zerkleinerungsprozesse nicht mehr freisetzbar und folglich konnten sie unter dem Mikroskop auch nicht gefunden werden. Und selbst wenn man sie finden könnte, wären sie ungefährlich.

### Zweischneidiger Stand der Technik

Es besteht Anlass zur Annahme, dass eine aktive Entsorgung von organisch gebundenen Asbestabfällen in KVA technisch möglich ist, sofern diese Abfälle nicht in dicken Paketen oder Rollen, sondern in vereinzelter Form eindosiert werden. Mineralisch gebundene Asbestabfälle sollten hingegen nicht aktiv in KVA eingeschleust werden. Der Asbestzement wirkt stark isolierend, sodass kein Ausbrand stattfindet und die Umwandlung der Asbestfasern nicht im direkten Kontakt mit der Flamme, sondern allein durch die Wärmeleitung in der gut isolierenden Mineralmatrix geschieht.

Zur Beurteilung der Sinnhaftigkeit einer KVA-seitigen Entsorgung von organikgebundenem Asbest, muss auch die Alternative einbezogen werden, also das «Basiszenario» der Ablagerung auf Deponien E oder die Verbrennung als Sonderabfall. In der KVA wird Asbest weitgehend zerstört, aber es besteht das Risiko, dass einzelne unausgebrannte Materialstücke Fasern bei der Schlackenaufbereitung freisetzen (Arbeitsschutz). Die Deponierung ist eine sichere Entsorgungsmöglichkeit, sofern der Deponieinhalt niemals mehr umgelagert werden muss, zum Beispiel bei einer zukünftigen Deponiesanierung. Die Sondermüllverbrennung hingegen zerstört zwar den Asbest, aber die Kosten sind exorbitant hoch und die Betreiber nehmen Asbest in der Regel nicht an. Es liegt nun an den Umweltbehörden, diese Beurteilung aufgrund der Ergebnisse des Grossversuches Trimmis und der im Projekt AsbEx gelieferten Erklärung dazu vorzunehmen. Das BAFU wird die KVA-seitige Entsorgung von brennbaren Asbestabfällen voraussichtlich als «Stand der Technik» postulieren. ●

### Zum Autor:

Andreas Gauer ist Umweltnaturwissenschaftler und forscht in der Fachgruppe Rohstoffe und Recycling am UMTEC der OST im Bereich der thermischen Abfallbehandlung.