

# 11. Restprodukte

Stroh enthält typisch 3-5% Asche. Ein Teil der Asche kann am Boden des Kessels entnommen werden und wird als **Bodenasche** bezeichnet. Der Rest wird mit der Verbrennungsluft im Kessel verwirbelt und gelangt ins Rauchgasreinigungssystem. Dieser Teil der Asche wird als **Flugasche** bezeichnet. Im Rauchgasreinigungssystem wird der größte Teil der Flugasche aufgefangen, der letzte Rest gelangt als Partikelemission durch den Schornstein in die Atmosphäre. Die Kapitel 7 und 8 enthalten eine nähere Beschreibung der Rauchgasreinigungssysteme.

Boden- und Flugasche aus strohbeheizten Anlagen gelten als **Abfallprodukt** und müssen gem. dem **dänischen Umweltschutzgesetz** sicher entsorgt werden. Das Entsorgen kann die **Wiederverwendung oder Deponierung** umfassen.

## Asche

### Wiederverwendung auf landwirtschaftlichen Nutzflächen

Strohasche enthält Nährstoffe, hauptsächlich Kalium sowie andere bodenverbessernde Stoffe wie Magnesium, Phosphor und Kalzium. Sie kann daher als Dünger auf landwirtschaftlichen Nutzflächen verwendet werden. Dazu bedarf es allerdings einer Genehmigung durch die zuständige Behörde des jeweiligen Kreises. Die Anträge werden nach der Richtlinie Nr. 823 vom 16. September 1996 des dänischen Umwelt- und Energieministeriums über die Anwendung von Abfallprodukten für landwirtschaftliche Zwecke bearbeitet. Das heißt u.a., daß der Schwermetallgehalt der Asche die in der Richtlinie angeführten Grenzwerte nicht übersteigen darf. Die dänische Umweltbehörde kann allerdings eine Ausnahmegenehmigung erteilen. Es kann frei gewählt werden, ob der Schwermetallgehalt der Asche im Verhältnis zu ihrem Trockenstoff- oder Phosphorgehalt ermittelt wird.

Anfang 1998 läuft eine Untersuchung, die klären soll, ob sich Schwermetalle durch eine Trennung des Aschestroms von Rost, Zyklon und Filtersektionen in einigen kleineren Aschefractionen konzentrieren lassen. Dies würde zu einem geringeren Gehalt an Schwermetallen, insbesondere Cadmium, in einigen Fraktionen der Asche führen.

	Grenzwerte, geltend vom 01.10.1996 - 30.06.2000		Grenzwerte, geltend ab 01.07.2000	
	mg pro kg Trockensubstanz	mg pro kg ge. Phosphor	mg pro kg Trockensubstanz	mg pro kg ge. Phosphor
Schwermetalle				
Kadmium	0,8	200	0,4	100
Quecksilber	0,8	200	0,8	200
Blei	120	10.000	120	10.000
Nickel	30	2.500	30	2.500
Chrom	100		100	
Zink	4.000		4.000	
Kupfer	1.000		1.000	

Tabelle 11: Grenzwerte für Schwermetalle. u.a. in Asche für Landwirtschaftszwecke (vgl. die dänische Verordnung Nr. 823 vom 16. September 1996).

ren. Untersucht wird außerdem, wie sich die Nährstoffe der Asche auf die Aschefractionen verteilen. Die dänische Umweltbehörde arbeitet an einer neuen Richtlinie, die u.a. die Verwendung von Stroh- und Strohasche für landwirtschaftliche Zwecke umfaßt.

### Wiederverwendung in Zement und Beton

In Dänemark wird ein großer Teil der herkömmlichen Restprodukte (Flugasche aus der Kohleverbrennung) aus der Energieerzeugung in der Zement- und Betonindustrie verwendet. Die Anforderungen für Flugasche in Beton gehen aus (23) hervor. Strohasche führt zu einem zu hohen Alkalimetallgehalt (Kalium, Natrium) und Chlorid in Zement. Die Alkalimetalle stellen ein Problem dar, weil sie mit den Feuersteinpartikeln in dem Steinmaterial reagieren können, mit dem der Zement bei der Betonherstellung gemischt wird. Hierdurch können Verbindungen entstehen, die Wasser aus der Umgebung aufnehmen. Dadurch kommt es zu Volumenausdehnungen, Rißbildungen und Problemen bei Frost und Tauwetter. Ein zu hoher Chlorgehalt ist problematisch, weil es dadurch zu Korrosion an den Armierungseisen kommen kann.

### Schlacken und Beläge

Generell neigt Stroh stark zur Schlackenbildung, d.h. einer Versinterung oder einem Schmelzen der Asche. Schlackenbildung kann z.B. auf dem Rost bei Rostbefeuerung oder im Feuerraum auftreten, wenn die Temperatur so hoch ist, daß die Asche ganz oder teilweise schmilzt. Die harte, glasartige Schlacke kann sehr schwer zu entfernen sein. Daß Stroh zur Schlackenbildung neigt,

hängt mit dem relativ hohen Kaliumgehalt zusammen, der bewirkt, daß Stroh (boden)asche typisch bereits bei Temperaturen von 800-900°C zu schmelzen beginnt. Die Neigung zur Schlackenbildung kann aber stark schwanken, je nach Strohart und Anbaubedingungen. Ein Großteil des Kaliumgehaltes von Stroh wird entfernt (ausgewaschen), wenn das Stroh nach der Ernte auf dem Feld liegenbleibt und Regen ausgesetzt ist. Ausgewaschenes Stroh neigt wesentlich weniger zur Schlacken- und Belagbildung (33).

Von den Energieversorgungsunternehmen wurden zusammen mit Beratern gelungene Experimente durchgeführt, bei denen das Stroh einem kontrollierten Waschvorgang unterzogen wurde, so daß es bei der nachfolgenden energetischen Nutzung trotz eines erhöhten Feuchtegehalts des gewaschenen Strohs nicht zu wesentlichen Energieverlusten kam.

Bei der Verbrennung von Stroh wird ein Teil des Kaliumgehaltes im Stroh und der größte Teil des Chlor- und Schwefelgehaltes in den Rauchgasen freigesetzt. Bei der späteren Abkühlung der Rauchgase bilden sich gräuliche Beläge, die immer dicker werden und die Wärmeübertragung in den Heizflächen herabsetzen. Diese Belagbildung kann so stark werden, daß die Heizflächen regelmäßig gereinigt werden müssen. Außerdem bilden sich submikrone Partikel (weniger als 1/1000 mm Durchmesser) aus Kaliumchlorid und Kaliumsulfat, die mit den Rauchgasen zur Partikelfiltrierung geführt werden. Das Kesseldesign (Plazierung der Überhitzer, Abstand zwischen Rohren u.a.) kann diese Beeinträchtigungen aber zum Teil verhindern.