

Vollzugshinweise zur Abfallwirtschaft für Rückstände aus Holzvergasungsanlagen

1 Einleitung

Unter der Vergasung von Holz versteht man dessen thermische Umsetzung bei unterstöchiometrischer Sauerstoffversorgung in ein brennbares Gas (sogenanntes Holz- oder Produktgas). Ein Holzvergasungssystem besteht aus den Komponenten Brennstoffzufuhr, Gaserzeugung im Vergaserreaktor, anschließender Gasaufbereitung (Reinigung und Kühlung) und der Gasnutzung. Die im niedrigen Leistungsbereich häufigste Variante der Gasnutzung ist derzeit die Erzeugung von Strom und Wärme in einem Blockheizkraftwerk mit Verbrennungsmotor.

Im Betrieb von Holzvergasungsanlagen entstehen Rückstände im Vergaserreaktor und/oder bei der nachfolgenden Produktgasaufbereitung. Untersuchungen von Rückstandsproben zeigten in vielen Fällen eine Schadstoffbelastung. Mit den folgenden Ausführungen sollen Hinweise zur Art, Einstufung und Entsorgung der anfallenden Rückstandfraktionen gegeben werden.

Es wird davon ausgegangen, dass als Brennstoff ausschließlich naturbelassenes Holz (entsprechend § 2 Nr. 9 der Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen (1. BImSchV)), z. B. in Form von Waldhackschnitzeln, Restholz aus Sägereibetrieben oder Pellets (nach DIN 51731) zum Einsatz kommt.

2 Art und Eigenschaften

Die Praxis ist durch eine Vielfalt an Verfahrens- und Betriebsvarianten geprägt. Außerdem wird versucht, den Prozess durch Brennstoffwahl, Vergasungsbedingungen oder anlagentechnische Weiterentwicklung zu optimieren. Dies führt zu einer variierenden Zusammensetzung der anfallenden Rückstände. Es können Anhaltspunkte gegeben werden, eine pauschale Aussage über die Zusammensetzung der Rückstände ist jedoch nicht möglich. Die Beurteilung muss im Einzelfall auf der Grundlage analytischer Untersuchungen erfolgen.

2.1 Feste Rückstände

Die im Betrieb der Vergasungsanlage entstehenden festen Rückstände werden unterschieden in den sogenannten Vergaserrückstand, der (bei bestimmten Bauarten) durch unvollständige Umsetzung des Brennstoffes im Vergaserreaktor anfällt, und Filterstaub aus der Produktgasreinigung (keramische Filter, Gewebefilter).

Feste Rückstände aus Holzvergasungsanlagen können verfahrensbedingt hohe organische Anteile aufweisen. Damit verbunden sind entsprechend hohe Heizwerte (bis zu 30.000 kJ/kg) sowie hohe Werte für Glühverlust (bis zu 95 %) und TOC (bis zu 70 %). Teilweise wird anlagenintern eine thermische Nachbehandlung vorgenommen (siehe Kap. 4.4), um den organischen Anteil zu reduzieren.

Untersuchungen des LfU zeigen eine Belastung der Rückstände mit Schwermetallen und organischen Schadstoffen. Filterstäube sind im Allgemeinen höher belastet als Vergaserrückstände, da bei hohen Temperaturen im Vergaserreaktor in die Gasphase übergegangene Verbindungen auf dem Produktgasweg auskondensieren. Anorganische Schadstoffe spielen beim Einsatz von naturbelassenem Holz eher eine untergeordnete Rolle. Dennoch findet durch den Vergasungsprozess eine Aufkonzentration der natürlichen Schwermetallgehalte von Holz statt. Weiterhin ist der Eintrag von Stoffen aus Reaktor- und Leitungsmaterialien durch Korrosionsvorgänge möglich.

Da es sich bei der Vergasung um eine unvollständige Verbrennung handelt, ist verfahrensbedingt mit einer vermehrten Bildung längerkettiger und aromatischer Kohlenwasserstoffe zu rechnen. Besondere Beachtung ist polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) und Benzol beizumessen, die als krebserregend eingestuft sind. PAK bilden zum Teil zähflüssige Rückstände in Form von Teeren, die neben ihrer Umweltrelevanz auch zu anlagentechnischen Problemen führen können.

Die vom LfU untersuchten Vergaserrückstände wiesen PAK-Gehalte (nach EPA) zwischen 8 und 53 mg/kg auf, die untersuchten Filterstäube lagen zwischen 1.500 und 8.700 mg/kg PAK.

2.2 Flüssige / schlammige Rückstände

Für die Produktgasaufbereitung kommen grundsätzlich auch Nassverfahren (Quenche, nasse Gasreinigung) in Frage, bei denen flüssige oder schlammige Rückstände anfallen. Diese Rückstände weisen ein hohes Geruchspotenzial auf. Deren Konsistenz und Wasseranteil erschweren die Entsorgung. Inwieweit hier Nassverfahren dem Stand der Technik entsprechen, wird in Fachkreisen diskutiert.

An den Stellen der Gasführung in der Anlage (z. B. im Wärmetauscher), an denen der Taupunkt unterschritten wird, fällt Kondensat an. Die vom LfU untersuchten Kondensate wiesen hohe Werte für den chemischen Sauerstoffbedarf (CSB) von über 100.000 mg/l sowie für den Phenolindex von über 900 mg/l auf.

Für flüssige und schlammige Rückstände, die in Behältern gefasst entsorgt werden, sind die nachfolgenden Ausführungen entsprechend anzuwenden.

Werden Kondensate sowie die oben genannten flüssigen Rückstände aus der nassen Gasreinigung als Abwässer in Gewässer oder Abwasseranlagen eingeleitet, unterliegen sie nicht dem Regelungsbereich der Abfallwirtschaft. Die entsprechenden Anforderungen sind unter Beachtung der kommunalen Entwässerungssatzung in Absprache mit dem Kläranlagenbetreiber und gegebenenfalls der unteren Wasserbehörde zu klären.

3 Abfallrechtliche Einstufung

3.1 Einstufung als Abfall / Produkt

Da angenommen wird, dass der Zweck des Betriebes der Holzvergasungsanlage auf die Erzeugung von Energie gerichtet ist, sind die anfallenden Rückstände zunächst als Abfälle im Sinne des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) anzusehen.

Unter den Voraussetzungen des § 4 KrWG kann jedoch ein Stoff, der bei einem Herstellungsverfahren anfällt, dessen hauptsächlicher Zweck nicht auf die Herstellung dieses Stoffes gerichtet ist, als Nebenprodukt angesehen werden. Auch kann ein Stoff, der Abfall ist, diese Eigenschaft unter bestimmten Voraussetzung verlieren und zum Produkt werden (§ 5 KrWG). Zu prüfen ist (analog der Kriterien für Nebenprodukte) vor allem, ob der Stoff alle für seine jeweilige Zweckbestimmung geltenden Rechtsvorschriften und Normen erfüllt sowie seine Verwendung insgesamt nicht zu schädlichen Auswirkungen auf Mensch oder Umwelt führt. Hierbei ist insbesondere im Sinne einer vergleichende Sicherheitsbetrachtung zu prüfen, inwieweit der Abfall, der zum Produkt werden soll, dieselben Eigenschaften hat wie das eigentliche Produkt und unter den gleichen Vorsichtsmaßnahmen für die Umwelt verwendet werden kann. Bei dieser Prüfung können diejenigen Rechtsvorschriften für das Produkt und diejenigen Rechtsvorschriften für den Stoff, wenn er weiterhin Abfall wäre, gegenübergestellt und miteinander verglichen werden. Enthält das bestehende Recht Schutzlücken oder sind ausreichende Kenntnisse für eine Beurteilung der Auswirkungen auf Mensch und Umwelt nicht vorhanden, spricht dies gegen die Einstufung als Produkt.

Zu beachten ist, dass bei einer Einstufung als Produkt das Material zwar aus dem Abfallregime entlassen wird, dann aber Produktpflichten einschlägig werden. Vor allem die Pflichten aus der EG-Verordnung über die Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH) wären zu prüfen.

Filterstäube weisen Schadstoffe in angereicherter Form auf, sie fallen unerwünscht und unvermeidbar bei der Reinigung des Produktgases an. Aus fachlicher Sicht sind Filterstäube und sonstige Rückstände aus der Produktgasreinigung im Allgemeinen als Abfall einzustufen.

3.2 Zuordnung nach der Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV)

Für die Zuordnung der Rückstände aus Holzvergasungsanlagen stehen in der AVV keine direkt passenden Abfallschlüssel zur Verfügung. Hilfsweise kommen folgende Abfallschlüssel in Frage:

- | | |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10 01 01 | Rost- und Kesselasche, Schlacken und Kesselstaub mit Ausnahme von Kesselstaub, der unter 10 01 04 fällt |
| 10 01 03 | Filterstäube aus Torffeuerung und Feuerung mit (unbehandeltem) Holz |
| 10 01 18* | Abfälle aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten |
| 10 01 19 | Abfälle aus der Abgasbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 01 05, 10 01 07 und 10 01 18 fallen. |

Die mit einem Sternchen (*) versehene Abfallarten im Abfallverzeichnis sind gefährliche Abfälle, an deren Überwachung und Entsorgung besondere Anforderungen zu stellen sind.

Die Einstufung als gefährlicher oder nicht gefährlicher Abfall erfolgt nach § 3 Abs. 2 der AVV in Verbindung mit den Hinweisen des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) zur Anwendung der AVV vom 09. August 2005. Bei Rückständen aus Holzvergasungsanlagen sind insbesondere die Gehalte an organischen Inhaltsstoffen (gefahrenrelevante Eigenschaft H7 – krebserregend), nach bisherigen Erfahrungen vor allem PAK und Benzol, außerdem die Gehalte an Schwermetallen (gefahrenrelevante Eigenschaft H6 – giftig und H7 – krebserregend) und die Auslaugbarkeit (gefahrenrelevante Eigenschaft H 13) zu prüfen.

Die Zuordnung zu dem Abfallschlüssel 10 01 01 oder 10 01 03 ist nur möglich für Abfälle, für die die Regelvermutung gilt, dass sie keine gefährlichen Abfälle darstellen. Das heißt, dass ohne Prüfung (gefahrenrelevanter Eigenschaften) angenommen werden kann, dass keine Gefährlichkeit vorliegt. Filterstäube und sonstige Rückstände aus der Produktgasreinigung sind, sofern keine Analysen vorliegen, die die Ungefährlichkeit belegen, dem AVV-Schlüssel 10 01 18* zuzuordnen.

4 Entsorgung

4.1 Allgemeine Hinweise

Bei jeder Anlieferung von Brennstoffen ist eine Eingangskontrolle durchzuführen. Lieferungen, die nicht den Anforderungen zu Art und Qualität der Brennstoffe entsprechen, sind abzuweisen.

Die an verschiedenen Orten der Anlage anfallenden und im Allgemeinen unterschiedlich belasteten Rückstände (Vergaserrückstände, Filterstäube) sind getrennt zu erfassen. Bei der Festlegung des Entsorgungsweges ist jeder einzelne Abfall für sich, das heißt, getrennt nach Anfallort zu betrachten.

Vor der ersten Entsorgung sind die anfallenden Rückstände im Hinblick auf die Zuordnung zu Abfallschlüsseln (im Falle der Spiegeleinträge 10 01 18*/10 01 19) und auf die Zuordnung zu Entsorgungswegen untersuchen zu lassen.

Bei Untersuchungen des LfU von Rückstandsproben auf PAK hat sich gezeigt, dass die üblicherweise angewandten Extraktionsmethoden (z. B. DIN ISO 18287) für diese Probenmatrix mit hoher spezifischer Oberfläche zu schwach sind, um die adsorbierten Schadstoffe vollständig herauszulösen. Die Bestimmbarkeit der enthaltenen PAK setzt eine Extraktion über ein Heißverfahren voraus. Bei Anwendung von Kaltextraktionsverfahren muss mit systematischen Minderbefunden gerechnet werden.

Aus fachlicher Sicht ist die Untersuchung von PAK in Holzvergasungsrückständen unter Anwendung der DIN ISO 13877 mit ausdrücklichem Hinweis auf die Extraktionsvariante Toluol-/Soxhletextraktion und anschließender Bestimmung mittels GC-MS durchzuführen.

Sonstige Untersuchungen sind nach den für den jeweiligen Entsorgungsweg einschlägigen Rechts- und Analysevorschriften durchzuführen.

Sofern keine spezielle Probenahme- und Analysevorschrift vorgeschrieben ist, ist die Anwendung der Probenahmevorschrift LAGA PN 98 einschlägig. Als Analyseumfang werden dann die Parameter der Tabellen II 1.2-2 (Feststoffgehalte) und 1.2-3 (Eluatkonzentrationen) der Technische Regeln der LAGA für die Verwertung von Bodenmaterial (TR Boden) empfohlen.

Für Rückstände, die gefährliche Abfälle darstellen, ist die Zulässigkeit der vorgesehenen Entsorgung entsprechend der Nachweisverordnung (NachwV) zu klären und die ordnungsgemäße Entsorgung zu belegen. Für gefährliche und nicht gefährliche Abfälle sind die Entsorgungsvorgänge durch Führung eines Registers zu dokumentieren.

4.2 Stoffliche Verwertung

Sollen Rückstände landwirtschaftlich verwertet werden, sind die Vorschriften des Düngemittelrechts, insbesondere der Düngemittelverordnung (DüMV) zu beachten. Sind bestimmte Sachverhalte nicht durch das Düngemittelrecht geregelt, werden zusätzlich allgemeine Vorschriften anderer Rechtsbereiche, vor allem die Vorgaben des Bodenschutzes (z. B. Vorsorgewerte der BBodSchV für PAK) herangezogen.

Die landwirtschaftliche Verwertung setzt einen entsprechenden Nutzen (als Düngemittel, Bodenhilfsstoffe, Kultursubstrat oder Pflanzenhilfsmittel) voraus. Zugleich dürfen durch die Verwendung die Fruchtbarkeit des Bodens sowie die Gesundheit von Menschen, Tieren und Nutzpflanzen nicht geschädigt und der Naturhaushalt nicht gefährdet werden.

Als zulässiger Ausgangsstoff für Kultursubstrate wird in der DüMV (Anlage 2 Tabelle 7 Nr. 7.1.10) „Holzkohle aus chemisch unbehandeltem Holz“ genannt. Ob Rückstände aus Holzvergasungsanlagen „Kohlen“ im Sinne der DüMV darstellen, einen anerkannten Nutzen in Bezug auf die landwirtschaftliche Verwertung besitzen sowie etwaige weitere Anforderungen sind mit der zuständigen Behörde der Landwirtschaftsverwaltung zu klären.

Für Rückstände, die bei der Produktgasreinigung anfallen, ist eine landwirtschaftliche Verwertung im Allgemeinen wegen der hohen Schadstoffbelastung ausgeschlossen.

4.3 Energetische Verwertung

Aufgrund der meist hohen Heizwerte von Holzvergasungsrückständen ist die energetische Verwertung eine vorrangige Option. Die Feuerungsanlage, in der die Rückstände eingesetzt werden sollen, muss dafür technisch geeignet und der Einsatz dieses (Ersatz-) Brennstoffes nach Immissionsschutzrecht zulässig sein.

Filterstäube und sonstige Rückstände aus der Produktgasreinigung sind im Allgemeinen als Abfall einzustufen (siehe Abschnitt 3.1). Sie stellen aufgrund ihrer Schadstoffbelastung auch keinen Regelbrennstoff dar. Deren Einsatz ist ausschließlich in Anlagen zulässig, die den Anforderungen der Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen (17. BImSchV) unterliegen.

Bei einer Einstufung von Rückständen als Regelbrennstoff wäre beispielsweise auch der Einsatz in einer Feuerungsanlage nach 4. BImSchV möglich. Dies ist für gering belastete Vergaserrückstände denkbar.

4.4 Anlageninterne Rückführung / Nachbehandlung

Durch die anlageninterne Rückführung und/oder Nachbehandlung von im Prozess anfallenden Rückständen können Mengen und Schadstoffgehalte reduziert werden. Beispielsweise werden Rückstände bei der Brennstoffaufgabe oder direkt in den Vergaserreaktor erneut eingebracht oder in einer gesonderten Einheit thermisch nachbehandelt.

Die Rückführung und/oder Nachbehandlung der Rückstände muss im Rahmen der Anlagengenehmigung rechtlich und fachlich beurteilt werden. Wird eine Anlage derartig nachgerüstet, muss dies der zuständigen Behörde ebenfalls zur rechtlichen und fachlichen Prüfung mitgeteilt werden; bei immissionschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen Anlagen ist mindestens ein Anzeigeverfahren nach § 15 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) erforderlich.

Zur Prüfung und Beurteilung sind vor allem folgende Angaben notwendig:

- Mengen, Art, Anfallstellen, Zusammensetzung der Rückstände, Ergebnisse analytischer Untersuchungen zur Schadstoffbelastung
- Beschreibung der Rückführung (z. B. Fördereinrichtung, Zwischenspeicherung, Entnahme aus der Anlage) oder Nachbehandlungseinheit, Verfahrensschema

- Erläuterung, wie die Zerstörung der in den Rückständen enthaltenen Schadstoffe oder deren Ausschleusung aus dem Prozess gewährleistet wird, mit entsprechenden Nachweisen (z. B. Emissionsmessberichte, Temperaturprotokolle, Berechnungen, Stoffstromanalysen).

Es ist zu prüfen, inwieweit infolge der Rückführung eine thermische Behandlung von Abfällen stattfindet und die 17. BImSchV anzuwenden ist.

4.5 Beseitigung

Nicht verwertbare Rückstände sind so zu beseitigen, dass das Wohl der Allgemeinheit nicht beeinträchtigt wird. Die Ablagerungsfähigkeit auf einer Deponie bemisst sich nach den Vorgaben der Deponieverordnung (DepV). Sind die entsprechenden Werte für eine Ablagerung überschritten, kommt nur eine thermische Behandlung in dafür zugelassenen Anlagen in Frage.

Im Falle einer Beseitigung sind die jeweils geltenden Andienungs- und Überlassungspflichten gegenüber kommunalen Körperschaften sowie bei gefährlichen Abfällen gegenüber der GSB Sonderabfall-Entsorgung Bayern GmbH zu beachten.

5 Dokumentation

Der zuständigen Behörde sind regelmäßig, z. B. in Form eines Jahresberichts, folgende Angaben schriftlich mitzuteilen:

- Art, Menge und Anfallstellen entstehender Rückstände
- Ergebnisse analytischer Untersuchungen
- zugeordnete Abfallschlüssel
- Art der Verwertung oder Beseitigung
- Adressen der Entsorger
(bei landwirtschaftlicher Verwertung: Name und Anschrift des Abnehmers und sofern hiervon abweichend des Bewirtschafters der Ausbringungsfläche)
- Ort der Verwertung oder Beseitigung, z. B. Standort der Entsorgungsanlage (bei landwirtschaftlicher Verwertung mit Angabe der Fl. Nr. und Gemarkung)
- Angabe der jeweils abgegebenen Mengen.

6 Transport und Lagerung

Anlagenteile (z. B. zum Transport oder Austrag feinkörniger Rückstände), bei denen Stäube entstehen können, sind geschlossen auszuführen.

Die anfallenden Rückstände sind in geschlossenen Behältern zu sammeln, zu lagern und zu transportieren.

Impressum:

Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg

Bearbeitung:

Ref. 31 „Strategien und Systeme der Kreislaufwirtschaft“
Elke Reichle

Oktober 2013

Telefon: 0821 9071-0

Telefax: 0821 9071-5556

E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de

Internet: <http://www.lfu.bayern.de>

Postanschrift:

Bayerisches Landesamt für Umwelt
86177 Augsburg

Diese Publikation wird kostenlos im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Sie darf weder von den Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zweck der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Publikation nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Publikation zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden. Bei publizistischer Verwertung – auch von Teilen – wird um Angabe der Quelle und Übersendung eines Belegexemplars gebeten.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Die Broschüre wird kostenlos abgegeben, jede entgeltliche Weitergabe ist untersagt. Diese Broschüre wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Für die Inhalte fremder Internetangebote sind wir nicht verantwortlich.



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Tel. 089 122220 oder per E-Mail unter direkt@bayern.de erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.