



Lehrplanverortung

Stoffe und Stoffeigenschaften/Energetische Verwertung/Energieumsatz bei Stoffveränderungen



Fächer

Arbeitslehre/Technik/Wirtschaft
Naturwissenschaften/Physik/Chemie



Klassen/Jahrgangsstufen

5–7



Fachliche Voraussetzungen

Die Lernenden kennen die Bedeutung von Verbrennungsprozessen für die Energiebereitstellung.

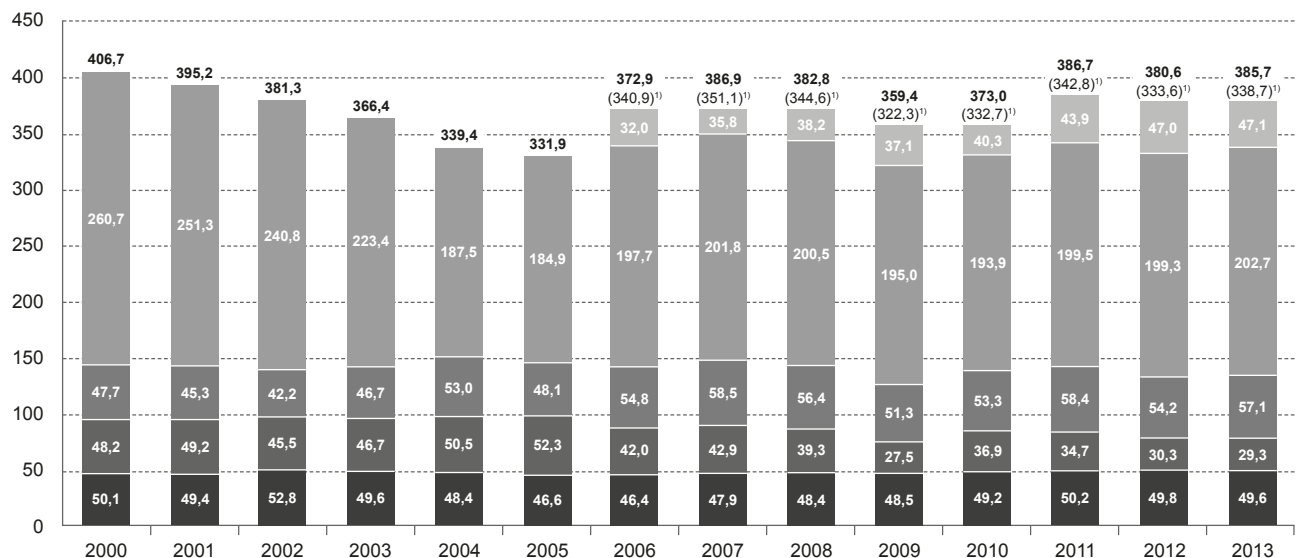
Abfallverbrennung ist alles andere als das Nonplusultra

Es gibt international gültige Leitsätze, die vorgeben, wie mit Abfällen verfahren werden soll. Die Abfallverbrennung kommt laut dieser Rangliste erst an vierter Stelle hinter Abfallvermeidung (1), Wiederverwendung (2) und Recycling (3). Das ist insofern logisch, als es sich bei der Energiegewinnung durch Verbrennen um einen einmaligen Effekt handelt. Was energetisch verwertet wurde, kann nicht mehr in den Stoffkreislauf zurückgeführt werden. Deshalb ist der oft verwendete Begriff des thermischen Recyclings ein irreführender. Als echtes Recyclingprodukt fällt in Abfallverbrennungsanlagen lediglich Schlacke an. Sie macht ca. 30 Prozent des verbrannten Abfalls aus und kann für den Straßenbau als Ersatzbaustoff aufbereitet werden.

Von der Restabfalltonne zur Abfallverbrennungsanlage

In der Regel wird in Deutschland all das thermisch verwertet, was im Restabfall landet. Das zeigt, wie wichtig korrekte Abfalltrennung in Privathaushalten und in der Industrie ist. Denn nur das Getrenntsammeln von Wertstoffen wie Glas, Kunststoffverpackungen, Kleinschrott, Papier, Holz oder auch Bauschutt ermöglicht deren Aufbereitung. In der Abfallverbrennungsanlage selbst können Wertstoffe nicht mehr im großen Stil aussortiert werden. Einmal angeliefert werden die Abfälle durchmisch, um einen gleichbleibenden Brennwert zu erzielen.

Abfallaufkommen (einschließlich gefährlicher Abfälle)



- Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen²⁾
- Bau- und Abbruchabfälle (einschließlich Straßenaufbruch)
- Übrige Abfälle (insbes. aus Produktion und Gewerbe)
- Abfälle aus Gewinnung und Behandlung von Bodenschätzen; alle Abfallarten des Abfallkapitels 01 EAV³⁾
- Siedlungsabfälle

¹⁾ Nettoabfallaufkommen, ohne Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen; 2006 erstmals als Bestandteil des Abfallaufkommens erhoben

²⁾ Ohne Abfälle aus Abwasserbehandlungsanlagen (EAV 1908), Abfälle aus der Zubereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch oder industriellem Brauchwasser (EAV 1909), Abfälle aus der Sanierung von Böden und Grundwasser (EAV 1913) und Sekundärabfälle, die als Rohstoffe/Produkte aus dem Entsorgungsprozess herausgehen

³⁾ Abfälle aus Gewinnung und Behandlung von Bodenschätzen

Quelle: Statistisches Bundesamt, Abfallbilanz, Wiesbaden, verschiedene Jahrgänge

Wenn verbrennen, dann sauber

So sehr sich Abfallmengen durch konsequentes Sortieren und Recyceln auch verringern lassen, wird es auch in Zukunft nicht ohne Abfallverbrennung gehen. In Deutschland werden relativ konstant um die 380 Millionen Tonnen Abfall im Jahr produziert. 46,1 Millionen Tonnen (Stand 2013) davon werden thermisch verwertet. Hierbei sind strenge Umweltauflagen einzuhalten. Sämtliche in Deutschland betriebenen Abfallverbrennungsanlagen verfügen über eine moderne Rauchgasreinigung, die den Ausstoß von Emissionen auf ein Minimum reduziert.

Emissionsgrenzwerte für Abfallverbrennungsanlagen (Tagesmittelwerte)

Gesamtstaub	5 mg/m ³
Organische Stoffe, angegeben als Gesamtkohlenstoff	10 mg/m ³
Gasförmige anorganische Chlorverbindungen, angegeben als Chlorwasserstoff	10 mg/m ³
Gasförmige anorganische Fluorverbindungen, angegeben als Fluorwasserstoff	1 mg/m ³
Schwefeldioxid und Schwefeltrioxid, angegeben als Schwefeldioxid	50 mg/m ³
Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid, angegeben als Stickstoffdioxid	150 mg/m ³
Quecksilber und seine Verbindungen, angegeben als Quecksilber	0,03 mg/m ³
Kohlenmonoxid	50 mg/m ³
Ammoniak, sofern zur Minderung der Emissionen von Stickstoffoxiden ein Verfahren zur selektiven katalytischen oder nichtkatalytischen Reduktion eingesetzt wird	10 mg/m ³

Quelle: Siebzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Fassung vom 02.05.2013)

Die Prozesse in Abfallverbrennungsanlagen

Auf dem Weg von der Anlieferung bis zur energetischen Verwertung durchläuft der Abfall mehrere Stationen, die in allen Abfallbehandlungsanlagen mehr oder weniger gleich sind. Nach der Lagerung und Durchmischung im sogenannten Bunker gelangt das Material in den Verbrennungsofen. Durch die Verfeuerung wird Wasser erhitzt und in Wasserdampf verwandelt. Die Verbrennungsgase werden anschließend gereinigt und abgeführt. Der Wasserdampf strömt in die Turbinen und treibt diese an. Elektrischer Strom entsteht und wird ins öffentliche Netz eingespeist. Die beim Verbrennen entstandene Restwärme wird zum Heizen genutzt.

Aufgabe: Was passiert bei der Abfallverbrennung?

Generelle Zielsetzung

Die Lernenden erfahren, dass die energetische Verwertung von Abfällen ein wichtiges Element von Entsorgung und Recycling darstellt und wie dies technisch realisiert wird.

Aufgabenstellung

Die Schülerinnen und Schüler formulieren anhand einer Abbildung zur Abfallverbrennung mit Unterstützung durch ein Wortgeländer Aussagen zu den technischen Vorgängen in einer entsprechenden Anlage.

Methodische Hinweise

Ein Wortgeländer ist ein Grundgerüst aus vorgegebenen Wortelementen, mit denen ein Text, zum Beispiel zu einem technischen Vorgang oder einem Experiment, konstruiert werden soll. Unterstützt werden so die Einführung typischer Satzstrukturen, das zusammenhängende Sprechen und das Verständnis des betreffenden Prozesses. Im konkreten Fall sollen die Abläufe in einem Müllheizkraftwerk bzw. einer Müllverbrennungsanlage erschlossen werden. Dem Einsatz des Arbeitsblattes kann die Vorführung eines Videos zum Thema vorausgehen oder die Auseinandersetzung mit einem geeigneten Text. Eventuell bietet sich auch die reale Besichtigung einer Anlage in der Nähe des Schulstandortes an.

Hinweise zur Differenzierung

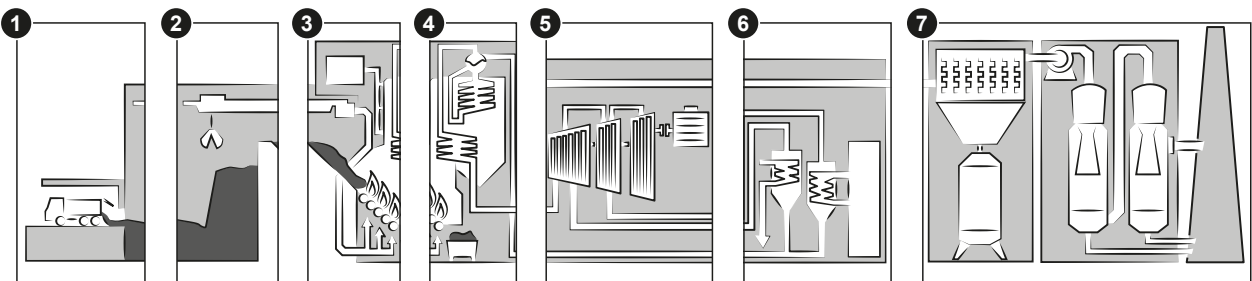
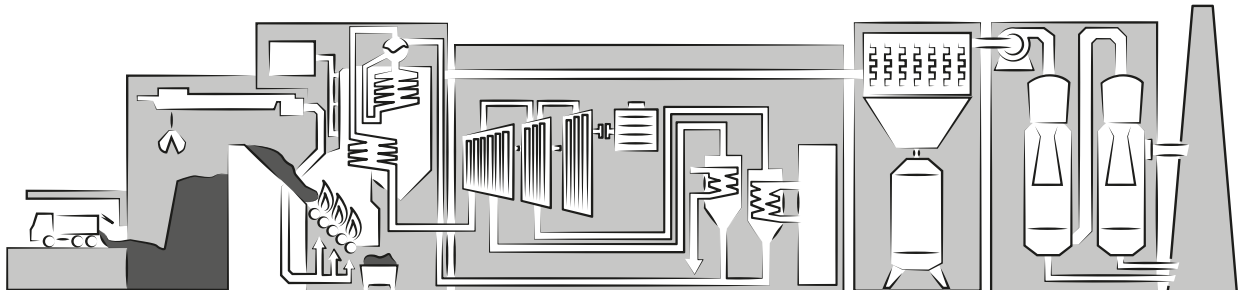
Die mit den Wörtern auf dem Aufgabenblatt zu bildenden Aussagen zur Abfallverbrennungsanlage sind ungeordnet und müssen noch in die richtige Reihenfolge gebracht werden. Um die Anforderungen an die Lernenden zu verringern, können folgende Hilfestellungen gegeben werden:

- Die Satzelemente können von Anfang an in der korrekten Abfolge vorgegeben werden.
- Als zusätzliche Hilfe kann die Zuordnung zu den jeweiligen Teilen der Skizze markiert werden, etwa durch Vorstellen der Bezeichnungen der Anlagenteile (Abfallanlieferung: ...).
- Die Aufgabe kann sprachlich vereinfacht werden, indem bestimmte Begriffe durch einfachere (aber weniger präzise) ersetzt werden.

Lösung

siehe Folgeseite

Lösung



1. In der **Abfallanlieferung** wird die Ladung der Lkws kontrolliert und gewogen.
Der Abfall wird in den Abfallbunker gekippt.
2. Im **Abfallbunker** mischen Kräne mit großen Greifern den Abfall.
Mit dem Greifer wird der Einfülltrichter für den Verbrennungssofen beladen.
3. Im **Fuerraum** wird der Abfall auf einem Rost verbrannt.
4. Die heißen Verbrennungsgase erhitzen im **Dampferzeuger** Wasser.
5. Die **Verbrennungsgase** werden mit Filtern gereinigt, damit keine Schadstoffe in die Luft gelangen.
6. Der heiße Wasserdampf treibt **Turbinen** an und erzeugt so elektrischen Strom.
7. Die **Restwärme** kann zum Heizen genutzt werden.

Die aus dem Satzgeländer entwickelten Aussagen können in gewissem Umfang variieren.

Beispiele:

- Die heißen Verbrennungsgase erhitzen im Dampferzeuger Wasser.
- Im Dampferzeuger wird mit Verbrennungsgasen Wasser erhitzt.