

Kohlenmonoxid bei Transport und Lagerung von Holzpellets im gewerblichen Gebrauch

Einführung

Holzpellets sind ein international gehandelter Brennstoff für die Energiegewinnung aus nachwachsenden Rohstoffen und werden auf Grund ihrer CO₂-Neutralität sowohl bei Privat- als auch gewerblichen Kunden zunehmend eingesetzt. Die jährlichen Transportmengen betragen weltweit 14 Mio Tonnen. Den chemischen Eigenschaften dieses relativ neuen Brennstoffes wurde hinsichtlich seines Verhaltens bei der Lagerung in der Vergangenheit keine besondere Aufmerksamkeit geschenkt.

Seit 2002 ereigneten sich in Europa mehrere tödliche Kohlenmonoxid-Vergiftungen, die im unmittelbaren Zusammenhang mit Tätigkeiten bei Transport und Lagerung von Holzpellets stehen. Nachdem in Lagern bisher Rückströmungen von Rauchgasen aus der Heizung in den Lagerraum als Ursache für Kohlenmonoxid-Vergiftungen bekannt waren, zeigen neuere Forschungsergebnisse, dass auch die Reaktion von Holzinhaltstoffen mit dem umgebenden Luftsauerstoff dafür verantwortlich sein kann. Messungen im Bereich von Pelletlagern belegen, dass entlang der gesamten Logistikkette bei der Lagerung von Holzpellets in abgeschlossenen Räumen lebensbedrohliche Konzentrationen von Kohlenmonoxid (CO) entstehen können. Genauere Untersuchungen werden durch die Unfallversicherungsträger durchgeführt, Ergebnisse liegen derzeit noch nicht vor.

Toxische Wirkung von Kohlenmonoxid (CO)

Kohlenmonoxid ist ein farb-, geruch- und geschmackloses giftiges Gas ohne Reizwirkung von etwa gleichem spezifischen Gewicht wie Luft. Es entsteht bei der unvollständigen Oxidation von kohlenstoffhaltigen Substanzen. Kommt CO über die Atmung ins Blut, bindet es sich sehr fest an den roten Blutfarbstoff Hämoglobin, der eigentlich Sauerstoff transportieren sollte. Die Verbindung aus CO und Hämoglobin wird als Carboxyhämoglobin (CO-Hb) bezeichnet. Ab einem Anteil von ~60% CO-Hb im Blut ist der Sauerstofftransport des Blutes im Körper so stark gehemmt, dass der Tod durch Erstickung eintritt. Der Anteil von CO-Hb im Blut und damit der Grad der Vergiftung mit Kohlenmonoxid ist u.a. abhängig von der Dauer der Exposition und von der Höhe der Konzentration an CO in der Umgebungsluft.

Exposition		Auswirkung
100 ppm	über 3 h	Kopfschmerzen, Schwindel und Übelkeit
300 ppm	über 1 h	Kopfschmerzen, Schwindel und Übelkeit
	über 3 h	Bewusstlosigkeit
800 ppm	über 45 min	Kopfschmerzen, Schwindel und Übelkeit
	über 1 - 2 h	Bewusstlosigkeit
	über 2 - 3 h	Tod
3.200 ppm	über 5 - 10 min	Kopfschmerzen, Schwindel und Übelkeit
	über 10 - 20 min	Bewusstlosigkeit
	über 1 h	Tod

Tabelle 1: Toxische Wirkungen von CO auf den menschlichen Organismus

Arbeitsplatzgrenzwert für CO

Für CO gibt es in der Technischen Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte“ folgenden Arbeitsplatzgrenzwert (AGW):

Arbeitsplatzgrenzwert		
30 ppm	8 h	AGW
60 ppm	Maximal 4-mal 15 Minuten pro Arbeitstag (8 h)	Kurzzeitwert des AGW

Tabelle 2: Arbeitsplatzgrenzwert von CO

Mechanismus der CO-Entstehung

Für die Produktion von Holzpellets werden sowohl Rundholz als auch Sägespäne oder Hackschnitzel aus Sägewerken, überwiegend von Nadelhölzern, verwendet. Diese werden getrocknet, zerkleinert, um dann - nach eventueller Zugabe von Zuschlagstoffen - unter hohem mechanischen Druck und hoher Temperatur in Pressen zu Pellets komprimiert zu werden. Dabei verändern sich die im Holz vorhandenen Strukturen und die eingeschlossenen Fettsäuren können verstärkt mit Luftsauerstoff in Kontakt kommen und reagieren. Bei diesen u.U. über mehrere Wochen und Monate ablaufenden Reaktionen zwischen Holzinhaltstoffen und umgebendem Luftsauerstoff entstehen verschiedene Kohlenstoffverbindungen, insbesondere CO. Die Reaktionsgeschwindigkeit und damit die Emission ist von der Temperatur abhängig. Hohe Extraktstoffgehalte im Ausgangsmaterial (z.B. Kiefer) und hohe Lagertemperaturen (ab 40°C) begünstigen diesen Autoxidationsprozess.

Was ist zu tun?

Im Rahmen der betrieblichen Gefährdungsbeurteilung ist sicherzustellen, dass Mitarbeiter keinen gefährlichen CO-Konzentrationen ausgesetzt werden. Durch geeignete Messverfahren sind daher Bereiche mit erhöhter CO-Konzentration zu identifizieren und nach Gefahrstoff-Verordnung zu kennzeichnen (Bild 1).



Kohlenmonoxid (CO)
 Giftig beim Einatmen
 Schädigt die Organe bei längerer oder wiederholter Exposition
 Vor dem Betreten für ausreichende Lüftung sorgen

Bild 1: Kennzeichnung von Bereichen mit erhöhter CO-Konzentration



Bild 2: Ventilator, ca. 10.000m³/h

Der Betrieb hat sicherzustellen, dass Belüftungseinrichtungen und -verfahren zum effizienten Belüften zur Verfügung stehen. In Lagern bis etwa 10t reicht in der Regel eine natürliche Lüftung (z.B. belüftende Deckel) aus. Ansonsten, insbesondere in Erdlagern oder bei ungünstiger Lage, ist eine technische Lüftung erforderlich.

Die Belüftung soll durch Einblasen erfolgen, um zu vermeiden, dass Rauchgase/CO aus einer evtl. vorhandenen Heizung angesaugt werden. Beim Einblasen ist eine weitere Öffnung für den Druckausgleich erforderlich.

Häufig wird eine Lüftungsdauer von mindestens 15 Minuten genannt. Dabei ist zu beachten, dass die tatsächlich erforderliche Belüftungsdauer von verschiedenen Faktoren und Randbedingungen abhängt, z.B. Lagervolumen, Füllstand, Lager- und Umgebungstemperatur, Lagerdauer und Leistung des Ventilators, und damit länger sein kann.

Freigabeverfahren vor Betreten von Bereichen mit erhöhter CO-Konzentration

Für sämtliche Tätigkeiten (z. B. Kontrollgänge, Reparaturen, Reinigung) innerhalb dieser Bereiche ist für die Mitarbeiter ein betriebliches Freigabeverfahren zu etablieren:

- Vor Betreten sind Lüftungsmaßnahmen so lange durchzuführen, bis der Arbeitsplatzgrenzwert für CO im Lagerraum und in kommunizierenden Räumen unterschritten ist (Freimessen).
- Bereitstellung und Mitnahme tragbarer Personenwarngeräte für CO für Instandhalter, Reinigungskräfte, etc.
- Bei Erdlagern ist ein Sicherungsposten außerhalb des Gefahrenbereichs vorzuhalten, der während der gesamten Aufenthaltsdauer im Gefahrenbereich (Sicht-)Kontakt zu den einfahrenden Mitarbeitern hält und im Notfall Rettungsmaßnahmen einleiten kann. Der Sicherungsposten und die einfahrenden Mitarbeiter sind zu unterweisen.
- Bei anderen Lagern ist eine weitere Person als zusätzliche Sicherung zu empfehlen. Diese sollte zumindest über Maßnahmen zum Eigenschutz informiert werden.

Quellen

Waltraud Emhofer, Lagertechnik und Sicherheit bei der Pelletslagerung, 20.09.2009

BGI/GUV-I 8684 Sicherheit beim Betreiben von Wasserkraftwerken

Abschlussbericht zur Sonderaktion „Lagerung von Holzpellets“, Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr des Freistaates Sachsen, Februar-Mai 2013

Merkblatt zur BK Nr. 1201: Erkrankungen durch Kohlenmonoxid, Merkblatt zu BK Nr. 11 der Anl. 1 zur 7. BKVO (Bek. des BMA v. 28.10.1963, BArbBl. 1963, 282f)

Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen

Bildnachweis

Die in dieser DGUV-Information des FB HL gezeigten Bilder wurden freundlicherweise zur Verfügung gestellt von:

Bild 2, AnitaE – Fotolia.com

Herausgeber

Fachbereich Handel und Logistik der DGUV
Sachgebiet Fördern, Lagern, Logistik im Warenumsatz
c/o Berufsgenossenschaft Handel und Warendistribution
68145 Mannheim