



Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept. Okt. 2021

Fahrschulung
im Auftrag des
Deutschen Pelletinstituts GmbH
(DEPI)


 1
 ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept. Okt. 2021



Urheberrechte / Downloadbereich / Schulungsunterlagen
 1. Die vom Schulungsleiter (Holz-Energie-Zentrum) den Teilnehmern zur Verfügung gestellten Unterlagen sowie die im Downloadbereich abrufbaren Unterlagen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Nutzung unterliegt den geltenden Urheberrechts- und Schutzgesetzen. Der Teilnehmer/Nutzer verpflichtet sich, diese anzuerkennen und zu einzuhalten. Dazu gehört insbesondere das Verbot der Vervielfältigung und Nutzbarmachung der Materialien für Dritte. Dieses Verbot schließt auch den elektronischen Versand an Dritte sowie die Bereitstellung der Inhalte im Internet ein. Zuwiderhandlungen können Schadensersatzforderungen nach sich ziehen.
 2. Ein Mitschnitt der Veranstaltung, z.B. auf Ton- oder Videobänder, und/oder eine digitale Speicherung und deren Verbreitung durch den Teilnehmer ist nicht zulässig.

Haftungsausschluß
 Die Inhalte unserer Schulungsunterlagen wurden mit größter Sorgfalt erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte können wir jedoch keine Gewähr übernehmen.


 2
 ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept. Okt. 2021



Allgemeine Informationen


 3
 ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept/Okt. 2021

• **Eigenschaften von A1-Pellets**



Qualitätsanforderungen
ENplus A1

Abriebfestigkeit $\geq 98\%$

Länge 3,15 mm – 40 mm (1% max. 45 mm)

Feinanteil nach der Verladung $< 1\%$

Presshilfsmittel/Additive $\leq 2\%$

Heizwert $\geq 16,5$ MJ/kg



Wassergehalt $\leq 10\%$

Asche $\leq 0,7\%$

Ascheerweichung $\geq 1.200\text{ °C}$

Schüttdichte zwischen 600 und 750 kg/m³


 4
 ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept/Okt. 2021

• **Qualifikation Fahrpersonal**



Der Fahrer ist die Visitenkarte des Händlers beim Kunden!

Durch sein Auftreten und Verhalten wird das Unternehmen repräsentiert. Kein Mitarbeiter des Unternehmens hat sonst einen visuellen Kontakt zum Kunden.
Ein kompetentes und professionelles Auftreten beim Kunden ist unerlässlich.

Anforderungen an den Fahrer des Pelletsilo-Lkw :

- Fähigkeit einen Lkw zu führen
- höflich und korrekt gegenüber dem Kunden auftreten
- Individuell angepasste Einblaseinstellungen vornehmen zu können
- regelmäßige Fahrerschulungen
- mit dem Kunden kommunizieren können
- Dokumentationspflichten erfüllen

5
 ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept./Okt. 2021

• **Anliefervorgang (1)**



Anfahrt

- Anruf beim Kunden ca. 1 Stunde vor Anknunft und Ankündigung der Anknunftszeit. Hinweis zum Ausstellen der Heizungsanlage.

Anknunft beim Kunden

- Vorstellung beim Kunden mit Namen und Nennung des Unternehmens (Handschlag).
- Prüfung mit dem Kunden, ob es noch einen besseren Stellplatz für den Lkw gibt.
 - kleinere Höhenunterschiede - kürzeren Einblasweg
- Vor Betreten des Hauses – Schuhe sauber?

Heizung und Lager

- Prüfung, ob die Heizungsanlage abgeschaltet ist.
- Prüfung des Pelletlagers und Dokumentation des Lagerzustandes und der Restmengen auf dem Anlieferbeleg.
- Wenn das Pelletlager betreten werden muss, bei Betreten die CO-Konzentration messen.
- **Kunde auf Mängel und Gefahren aufmerksam machen. Bestehen Abweichungen im Lagerbau, die Sie nicht vertreten können, halten Sie Rücksprache mit Ihrem Unternehmen; im Zweifel verzichten Sie auf die Anlieferung oder liefern nur eine Teilmenge.**
- Siehe „Lagerbroschüre für Holzpellets“ des DEP.V.
- Lage der Stützen merken, damit nicht Einblas- und Absaugstutzen verwechselt wird.

6
 ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept./Okt. 2021

• **Anliefervorgang (2)**



Allgemeine Informationen

- Bei fehlenden Belüftungsdeckeln – Hinweis an den Kunden auf die Notwendigkeit des Einbaus dieser Deckel – Verkauf der Deckel.
- Prüfung der Installation der Befüll- und Absaugstutzen, deren Sitz und horizontaler Einbau. Insbesondere bei Sacksilos.
- Bei Erstbefüllung; Erläuterung für den Kunden über den Abladevorgang.

Vorbereitung des Einblasvorgangs

- Legen der Schläuche und Aufstellung des Absauggebläses.
- Festlegen der Befüllstrategie für den Einblasvorgang (Druck, Luftmenge, Massenstrom).
- Tarieren des Wiegesystems vor dem Beginn des Einblasvorgangs.
- Anschalten des Absauggebläses **Prüfung: Funktion, Filtersack**
- **Sofortiger** Beginn des Einblasvorgangs

Einblasvorgang

- Pendeln während des Einblasvorgangs zwischen Fahrzeug und Lager (sofern Fernbedienung vorhanden).
- Kontrollieren des Lagerraums und angrenzender Räumlichkeiten während des Einblasvorgangs auf Unregelmäßigkeiten.
- Prüfen von Druck, Förder-/Treibluft und Pelletmassenstrom am Lkw und gegebenenfalls Anpassung.
- Kontrolle der Abgabemenge über das Wiegesystem und errechnen, wann ein Kammerwechsel erfolgen muss (Kammer nicht komplett leer blasen).

7
 ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept./Okt. 2021

• **Anliefervorgang (3)**



Beenden des Einblasvorgangs

- Beenden des Einblasvorgangs und **vorsichtiges** Ausblasen der Schläuche. Alle vorhandenen Stützen öffnen, um einen Überdruck im Lager zu vermeiden.
- Tarieren des Wiegesystems nach dem Ende des Einblasvorgangs (**gleicher Zustand wie bei der Erstarierung**).
- Feststellen des Gewichtes und Eintragung auf den Lieferschein/Anlieferbeleg, Dokumentieren des Einblasvorgangs mit Einblaszeit und Druck im Anlieferbeleg.

Abschluss der Lieferung

- Abbau der Schläuche und anderer Aufbauten und Verstauen im Fahrzeug.
- Begehung der angrenzenden Räume des Pelletlagers mit dem Kunden (Unregelmäßigkeiten?) und Unterschreiben des Lieferscheins/Anlieferbeleges vom Kunden.
- Freundliche Verabschiedung vom Kunden.

8
 ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept./Okt. 2021

• **Ausschalten der Heizung und Anwesenheit einer Übergabeperson**

Der Kunde muss die Heizung rechtzeitig vor der Pelletlieferung abschalten. Der genaue Zeitpunkt ist den Unterlagen des Kesselherstellers zu entnehmen. Ansonsten darf der Pelletlieferant aus rechtlichen Gründen das Lager nicht befüllen.

Ausnahme: Der Kunde bestätigt schriftlich, dass eine Freigabe des Kesselherstellers für eine Lagerbefüllung ohne Kesselabschaltung besteht.

Der Kessel ist vom Betreiber (Kunde) außer Betrieb zu nehmen und nicht vom Fahrer!

Sollte der Betreiber oder ein Vertreter nicht anwesend sein, darf das Lager nicht befüllt werden.

Die Anschlusskästen, die bei Nutzung der Steckdose den Kessel abschalten, entbinden nicht von der Kontrollpflicht oder dem Vorliegen einer schriftlichen Erklärung des Kunden



9
ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept./Okt. 2021

• **Absaugvorrichtung der Förderluft**

Wenn der Fahrer feststellt, dass während des Liefervorgangs Staub aus dem Lager austritt, so ist der Staubsack bzw. das Gebläse und ggf. die Treib/Förderluftpumpe zu prüfen ggf. der Staubsack zu reinigen bzw. trockener Sack zu montieren.



Wenn es weiter aus dem Lager staubt ist das Lager nicht dicht konstruiert.

Dichtigkeitstest Lagerraum – nur wenn keine Glut mehr in der Feuerung vorhanden ist
Um Undichtigkeiten an Kundenlagerräumen zu erkennen (individuell erstellte Lagerräume), sollte der Fahrer vor Beginn des Einblasvorgangs bei laufendem Absauggebläse die angrenzenden Räumlichkeiten des Holzpelletlagers begehen und prüfen, ob Undichtigkeiten vorliegen. Die Undichtigkeiten lassen sich durch Unterdruck im Lagerraum an den Sauggeräuschen der Luft schnell und problemlos lokalisieren.
Bei Undichtigkeiten am Lagerraum ist der Kunde auf diese hinzuweisen.
Bei starker Undichtigkeit kann die Falschlufmenge so groß werden, dass ein Staubaustritt durch den Einblasvorgang nicht verhindert werden kann. Sollte diese Möglichkeit bestehen, so ist der Kunde aufzufordern, die Undichtigkeiten zu beseitigen. Ggf. darf nicht eingeblasen werden.



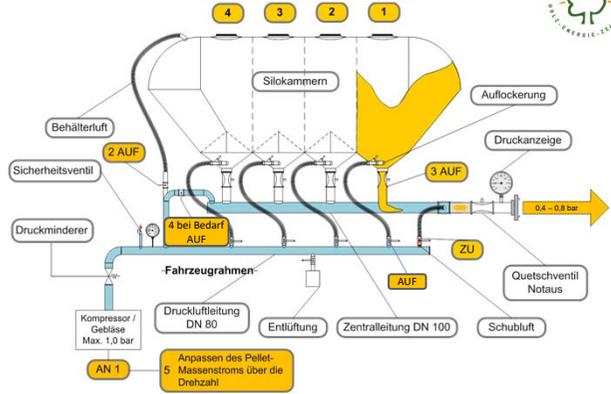
10
ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept./Okt. 2021

Fahrzeugtechnik



11
ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept./Okt. 2021

• **Schema eines Siloaufbaus**



12
ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept./Okt. 2021

• Austragsunterschiede Silofahrzeuge

Je nach Hersteller des Siloaufbaus

- Flacher oder steiler Euterboden
- Fluidisieren der unteren Schicht mit Auflockerungsluft
- Manuelle Klappen – pneumatische Schieber/Ventile

➔ Unterschiede in der Bedienung der Siloaufbauten

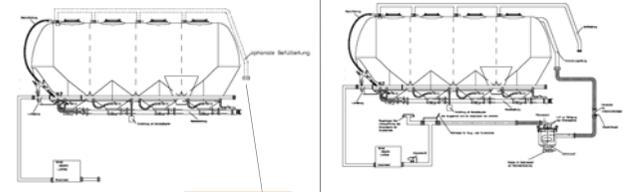


13

ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept./Okt. 2021

• Fahrzeuge und Aufbau

Siloaufbau ohne Saugfunktion **Siloaufbau mit Saugfunktion**



Nicht zulässig (ENplus)
Grund:
Kein Umschlag der Pellets ohne Abseibung
Max. Feinanteil 1 % nach Verladung

14

ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept./Okt. 2021

• Ausrüstung auf dem Fahrzeug

- mind. 3 Pylonen
- Erdungsspieß mit Erdungstrommel
- Staubmaske/Unterlegkeile/Warnweste
- CO-Warner kalibriert
- Bogen 90° lang (5D), Bogen kurz (2D), Bogen 45°
- Übergangskupplungen
- Absaugventilator mit Staubsack (mind. 1 Ersatz-Staubsack)
- Kabeltrommel
- Belüftende Deckel
- 30 m beschichtete Schläuche
- 10 m Rollschlauch
- 6 m Luftabsaugschlauch (150 mm)

Informationsmaterial im Fahrzeug mitführen:

- Lagerbroschüre DEP/ENplus
- Informationsblätter DEP/ENplus
- Sicherheitshinweise (Aufkleber Lagerraum)
- Merkblatt belüftende Deckel

15

ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept./Okt. 2021

• Fahrzeuge und Ausstattung

Kleine Druckänderungen haben große Auswirkungen auf die Wände des Lagers.

Druckdifferenz 0,1 bar entspricht 1 Tonne je m²

Sobald sich das Verhältnis zwischen eingblasener und abgesaugter Luftmenge so ändert, dass die eingblasene Luftmenge größer als die abgesaugte Luftmenge ist, müssen diese Kräfte von den Wänden des Lagers aufgenommen werden.

➔ Luftschwall beim Kammerwechsel sollte vermieden werden (Restmengenüberwachung)



Restmengenüberwachung im Euterboden.

- Die Umschließungswände des Lagers müssen den statischen Anforderungen der Gewichtslast durch die Pellets standhalten (Schüttgewicht bis 730 kg/m³).
- Zusätzlich müssen sie auch der Belastung von kurzzeitigen Druckschwankungen (bis ca. 0,03 bar = 300kg/m²) während der Befüllung standhalten.

Ein Berechnungstool zur Statik von Lagerräumen (auch als neutraler I-Frame einbindbar)
<https://www.holzpellet.com/konfigurator-pelletlager.html>

16

ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept./Okt. 2021



Einblasvorgang


ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept./Okt. 2021
17



Einblasvorgang

- Einblasvorgang

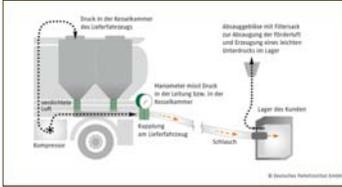
Einblasen in Lagerräume:

- ✓ Kesseldruck ca. 0,4–0,8 bar
- ✓ Luftmenge/Pelletmenge regeln
- ✓ Kontrolle Prasselgeräusch

Zusätzlich bei Gewebetanks:

- ✓ Bei manchen Gewebetanks ohne Absaugung vorher aufblasen
- ✓ Die maximale Druckangabe für das Silofahrzeug auf den Einblasanleitungen ist meist Unsinn!

Schonendes Einblasen: wenig Förderluft und viele Pellets!




ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept. Okt. 2021
18



Einblasvorgang

Druckverlauf und Geschwindigkeiten

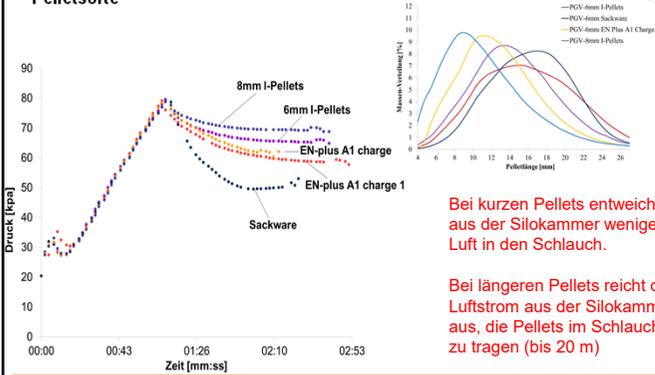
- ✓ Kesseldruck trägt Pellets aus und beschleunigt sie mit der entweichenden Luft aus der Kammer
- ✓ Treibluft/Förderluft beschleunigt weiter
- ✓ Bei einem Druck auf dem Silokessel von 0,7 bar ist der Druck am Stutzen des Lagers: < 0,1 bar (Druckverlust Schlauch)
- ✓ Fördermenge: je nach Schlauchlänge ca. 150–300 kg/min (3–7 Min./t)
 Waage hat 20 kg Schritte – Pelletmassenstrom bestimmbar über Zählen der Sekunden von einem 20 kg Schritt zum Nächsten
 3 Sekunden je 20 kg -> 400 kg/min -> 2,5 Minuten je Tonne
 5 Sekunden je 20 kg -> 240 kg/min -> 4,2 Minuten je Tonne
 8 Sekunden je 20 kg -> 150 kg/min -> 6,6 Minuten je Tonne


ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept. Okt. 2021
19



Ergebnis der Einblasversuche

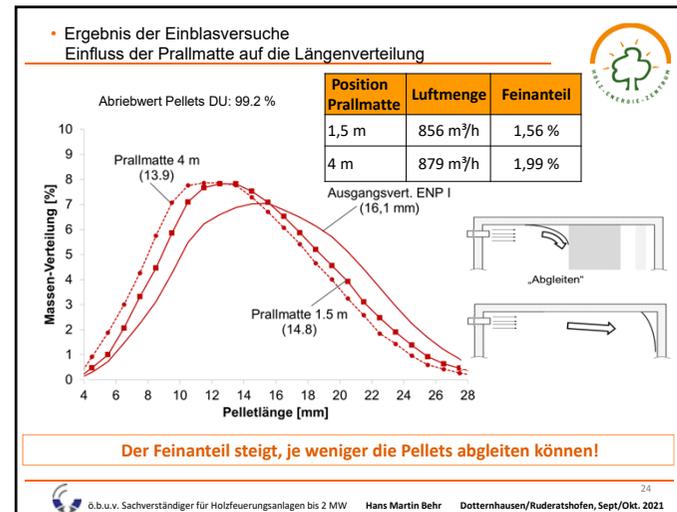
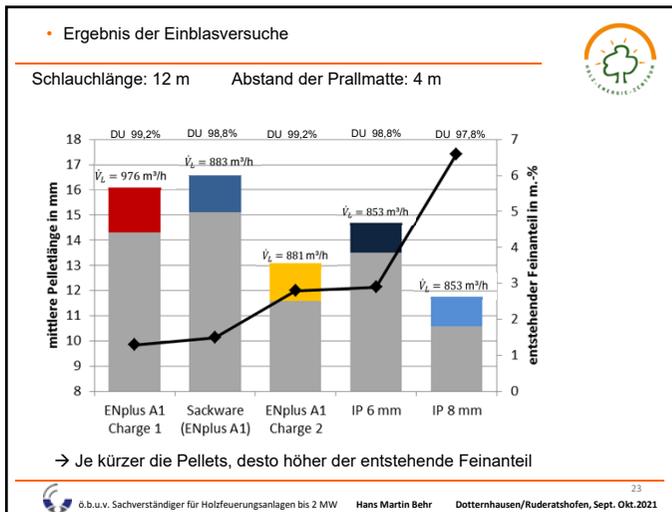
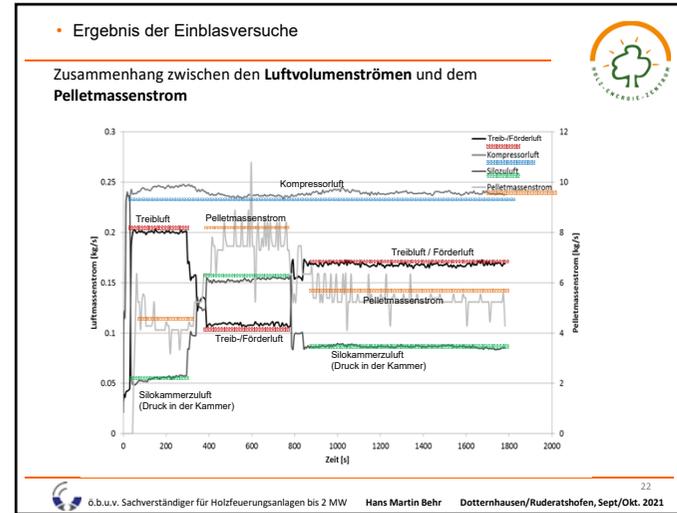
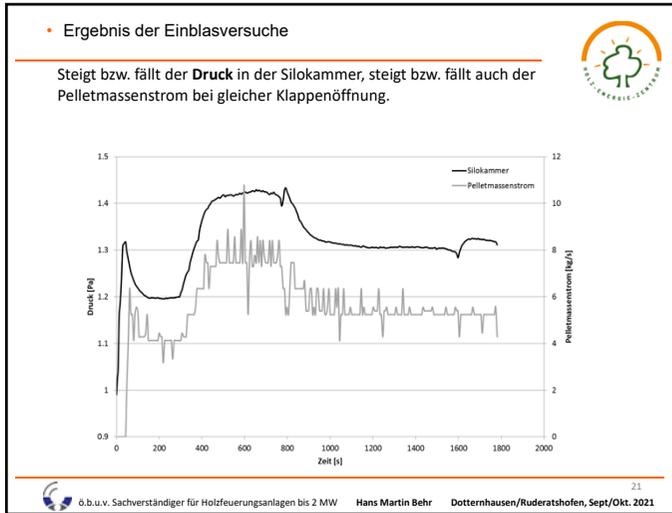
Druckverlauf in Abhängigkeit von der Pelletsorte

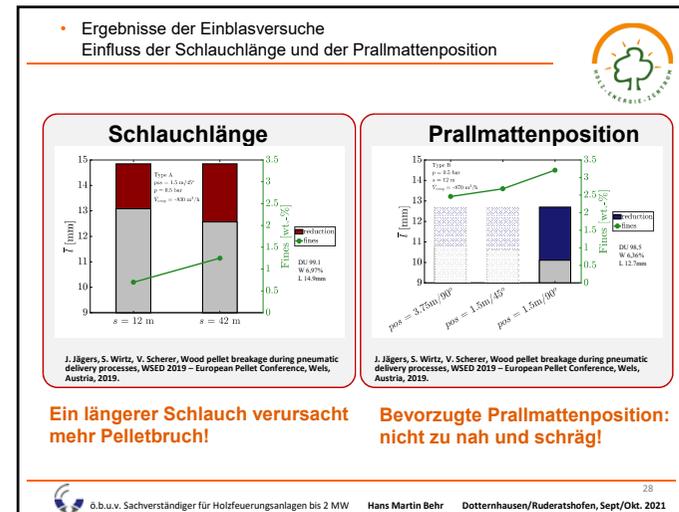
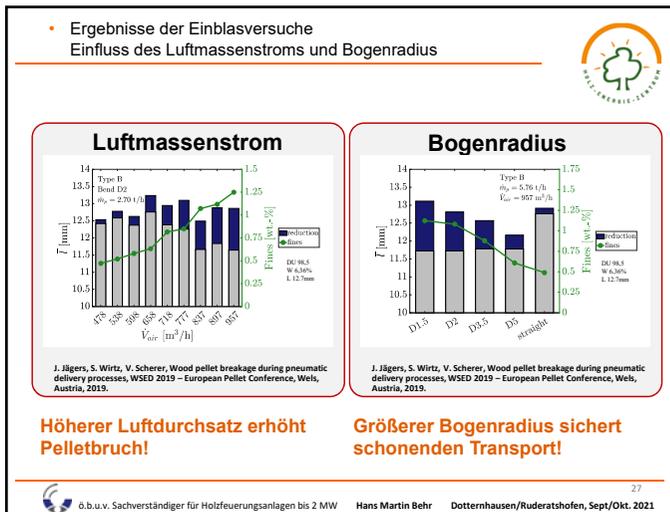
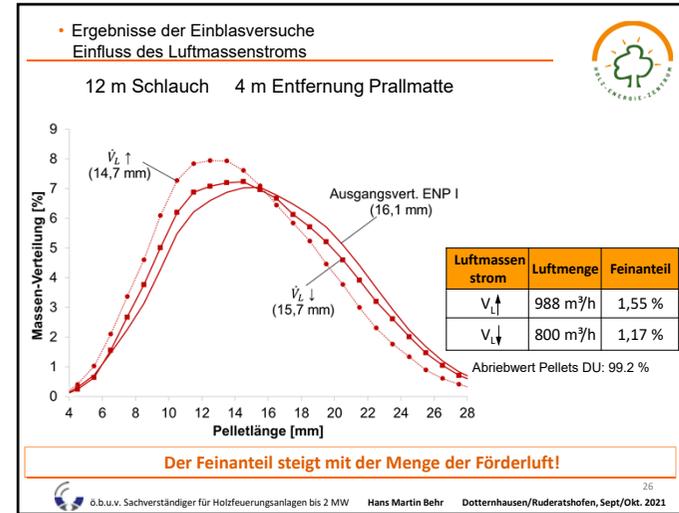
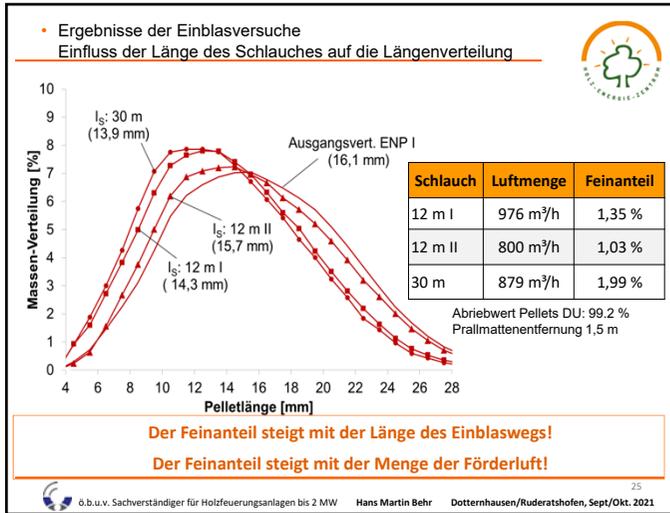


Bei kurzen Pellets entweicht aus der Silokammer weniger Luft in den Schlauch.

Bei längeren Pellets reicht der Luftstrom aus der Silokammer aus, die Pellets im Schlauch zu tragen (bis 20 m)


ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept. Okt. 2021
20





• Ergebnisse der Einblasversuche
Einfluss des Luftvolumenstroms und des Silokammervordrucks

Förderluft/Treibluft

$V_{\text{Luft}} = 90 \text{ m}^3/\text{h}$ $V_{\text{Luft}} = 170 \text{ m}^3/\text{h}$ $V_{\text{Luft}} = 452 \text{ m}^3/\text{h}$

Silokammervordruck

$p = 0.33 \text{ bar}$ $p = 0.48 \text{ bar}$ $p = 0.79 \text{ bar}$

J. Jägers, S. Wirtz, V. Scherer, Wood pellet breakage during pneumatic delivery processes, WSED 2019 – European Pellet Conference, Wels, Austria, 2019.

Ein höherer Luftvolumenstrom verursacht mehr Bruch und Feinanteil als ein höherer Silokammervordruck!

29

ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhäuser/Ruderathshofen, Sept./Okt. 2021

• ENplus-Informationsblätter

Holzpellets richtig in das Lager einblasen

Holzpellets werden mit großer Geschwindigkeit durch die Luft in das Lager geblasen. Dabei können sie durch die Luft in das Lager eingedrückt werden und so zu Bruch kommen. Dies führt zu einem erhöhten Feinanteil und Staubgehalt. Um dies zu vermeiden, sollten die Einblasgeschwindigkeit und der Silokammervordruck kontrolliert werden. Ein Silokammervordruck von 0,3 bis 0,5 bar ist empfehlenswert.

Wie entsteht Feinanteil im Pelletlager?

Feinanteil entsteht durch mechanische Beanspruchung der Pellets. Dies kann durch zu hohe Einblasgeschwindigkeiten, zu hohe Silokammervordrücke oder durch die Lagerstruktur verursacht werden. Ein Feinanteil von über 1% ist ein Hinweis auf Probleme im Lager.

ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhäuser/Ruderathshofen, Sept./Okt. 2021

Geruch und CO

31

ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhäuser/Ruderathshofen, Sept./Okt. 2021

• Geruchsentwicklung

- Holzpellets können je nach verwendeter Holzart einen Eigengeruch entwickeln. Der Grund hierfür liegt in den Extraktstoffen, holzeigenen Öle, Fetten und Harzen, die während des Pressvorgangs aktiviert werden und in den Folgewochen langsam entweichen bzw. sich im Kontakt mit der Luft zersetzen. Im Vergleich zu anderen Holzprodukten haben Holzpellets eine sehr große Oberfläche und sind in ihrer Zellstruktur durch den Pressvorgang stark beansprucht worden.
- Freisetzung der flüchtigen Bestandteile erfolgt schneller, besonders bei **frischen Pellets** und **hohen Umgebungstemperaturen**.
- Die Emissionen lassen in der Regel nach wenigen Wochen nach und der damit verbundene Geruch verflüchtigt sich vollständig.

32

ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhäuser/Ruderathshofen, Sept./Okt. 2021

• Freisetzung von CO und VOC

Die Emissionen von Holzpellets bestehen aus flüchtigen organische Verbindungen (VOCs), Kohlenmonoxid (CO) und Kohlendioxid (CO₂). Zu den VOCs zählen z.B. die sogenannte Terpene. Diese sind für einen in seltenen Fällen kurzzeitig auftretenden „chemischen“ Geruch (wie Terpentin) verantwortlich. Andere Bestandteile wie Aldehyde und Kohlenmonoxid können eine gesundheitsgefährdende Wirkung entfalten und sollten deshalb nicht in den Wohnbereich gelangen. Um jegliche Gefährdung auszuschließen, sind zwei einfache Grundsätze zu beachten:

1. Der Lagerraum, bzw. der Aufstellraum des Fertiglagers, muss gegenüber dem Wohnbereich abgedichtet sein.
2. Die Lagerraumbelüftung sollte direkt über Öffnungen ins Freie erfolgen oder, wenn dies nicht möglich ist, auch durch Öffnungen in einen seinerseits gut belüfteten Raum



33
 ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept./Okt. 2021

• Kohlenmonoxid CO im Lagerraum

- Lagerräume grundsätzlich nur mit CO-Warngeräten betreten.
- Lagerräume erst nach einer Querlüftung zwischen Einstiegstür und Lüftungsöffnung über einen Zeitraum von 15 Minuten betreten.
- Lagerräume nur mit 2. Person außerhalb des Lagers betreten.
- Expositionszeit entscheidend für die Auswirkung auf den Menschen, nicht nur die Konzentration.

Expositionskonzentration	Expositionsdauer	Auswirkung
30 ppm	über 8 h	keine Auswirkung
100 ppm	über 3 h	Kopfschmerzen, Schwindel und Übelkeit
300 ppm	über 1 h über 3 h	Kopfschmerzen, Schwindel und Übelkeit Bewusstlosigkeit
800 ppm	über 45 min über 1 h bis 2 h über 2 h bis 3 h	Schwindel, Übelkeit und Krämpfe Bewusstlosigkeit Tod
3.200 ppm	über 5 min bis 10 min über 10 min bis 20 min über 1 h	Kopfschmerzen, Schwindel und Übelkeit Bewusstlosigkeit Tod

34
 ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept./Okt. 2021

• Belüftung von Lagerräumen



Belüftende Deckel zulässig bis 40 Tonnen Fassungsvermögen des Lagers



Wenn der Befüllstutzen in einen nicht belüfteten Raum mündet, ist eine Lüftungsöffnung einzuplanen

35
 ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept./Okt. 2021

• Belüftung von Lagerräumen



Die Lüftung kann in ausreichend belüftete Räume erfolgen



Bei Lagervolumen < 10.000 l (6,5 Tonnen) kann das Lager im Aufstellraum der Heizung sein .

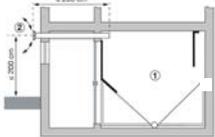
36
 ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept./Okt. 2021

- Belüftung von Lagerräumen bis zu 10 Tonnen

Distanz	Anforderungen an die Belüftung von Pelletlagerräumen ins Freie (1)
0 – 2 m	Belüftende Deckel an mind. 2 Kupplungen mit einer gesamten freien Querschnittsfläche von $\geq 4 \text{ cm}^2/\text{t}$ Fassungsvermögen; Außenöffnung auf gleicher Höhe wie oder max. 50 cm höher als Innenöffnung. Sonderfall: Belüftung eines Lagers ($\leq 15 \text{ t}$) über einen anderen Raum im Nicht-Wohn-/Arbeitsbereich des Hauses



Belüftung über Befüllstutzen



Beispiel

- **2 belüftende Deckel** mit je **20 cm²** freiem Querschnitt
- ⇒ bis **max. 10 t** Fassungsvermögen

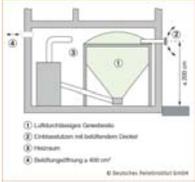
37

ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept/Okt. 2021

- Belüftung von Lagerräumen bis zu 10 Tonnen

Kleines Gewebesilo:

- Aufstellung im Heizungsraum oder gut belüfteten Lagerraum
- $\leq 15 \text{ t}$:
 - ⇒ Belüftungsöffnung vom Aufstellraum ins Freie
 - ⇒ freie Querschnittsfläche von mind. 15 cm^2 pro Tonne Fassungsvermögen
 - ⇒ 4-mal größeres Volumen des Aufstellraums, wenn Aufstellung außerhalb vom Heizraum

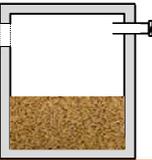


38

ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept/Okt. 2021

- Belüftung von Lagerräumen über Belüftungsöffnung/ Leitung

Distanz	Anforderungen an die Belüftung von Pelletlagerräumen ins Freie (2)
0 m	Belüftungsöffnung mit freier Querschnittsfläche $\geq 10 \text{ cm}^2/\text{t}$ Fassungsvermögen (mind. $\geq 150 \text{ cm}^2$). Freie Querschnittsfläche des Gitters: $\geq 8 \text{ cm}^2/\text{t}$ Fassungsvermögen Sonderfall Gewebetank $\leq 15 \text{ t}$ aufgestellt im Nicht-Wohn-/Arbeitsbereich des Gebäudes ($15 \text{ cm}^2/\text{t}$ bzw. 4-mal größeres Volumen des Aufstellraums)
$\leq 5 \text{ m}$	Abluft: Rohre auf gleicher Höhe oder $\leq 50 \text{ cm}$ höher als die Öffnung auf der Innenseite; Gesamtquerschnittsfläche: $\geq 100 \text{ cm}^2$, $\geq 5 \text{ cm}^2/\text{t}$ Fassungsvermögen; Zuluft: Rohre auf gleicher oder geringerer Höhe als Öffnung auf der Außenseite Öffnung Außenseite - Querschnittsfläche von $\geq 75 \text{ cm}^2$, $\geq 5 \text{ cm}^2/\text{t}$ Fassungsvermögen; Gesamtquerschnittsfläche darf Befüllstutzen mit belüftenden Deckeln an den Außenkupplungen einschließen

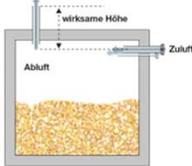



39

ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept/Okt. 2021

- Belüftung über Lüftungsleitung $> 5 \text{ m}$

Distanz	Anforderungen an die Belüftung von Pelletlagerräumen ins Freie (3)
$> 5 \text{ m}$	Individuelle Berechnung der erforderlichen Lüftungsquerschnitte in Abhängigkeit von der Höhendifferenz zwischen der höher liegenden äußeren Abluftmündung und der Zuluftmündung im Lager ⇒ Hinweis: Berechnung erforderlich

<https://www.holzpellet.com/konfigurator-pelletlager.html>
https://www.holzpellet.com/belueftung_pelletlager.html

40

ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept/Okt. 2021

- Belüftung von Lagerräumen bis zu 10 Tonnen



Distanz	Anforderungen an die Belüftung von Pelletlagerräumen ins Freie (4)
alle	<p>Mit Ventilator im Abluftrohr oder -kanal nur ins Freie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bei Luftaustauschrate $\geq 3/h$ des Gesamtvolumens des Lagers ⇒ Ventilator nur in Betrieb, wenn Tür geöffnet • Bei Luftaustauschrate $\geq 3/d$ zur dauerhaften oder zwischenzeitlichen Belüftung ⇒ getrennte Luftzufuhr mit einer freier Querschnittsfläche von $\geq 75 \text{ cm}^2$ notwendig



Bildquelle: Helios Ventilatoren

41

ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept./Okt. 2021

- **Gesundheitsschutz und Arbeitssicherheit**



- Austragung und bewegte Teile im Lager müssen ausgeschaltet sein.
- Lager darf nur mit einer zweiten eingewiesenen Person außerhalb des Lagers betreten werden.
- Lager darf erst nach einer zusätzlichen Belüftung durch die Lagerraumtüre von mind. 15 Minuten betreten werden.
- Betreten von Lagerräumen mit einem Fassungsvermögen von **mehr als 10 t** oder bei **erdvergrabenen Lagern** oder **abhängig Beschäftigten** nur nach vorheriger Messung des CO-Gehaltes:
 - Gemäß des Arbeitsplatzgrenzwertes der TRGS 900 darf das Lager erst bei einem Wert $< 30 \text{ ppm}$ betreten werden (Kurzzeitwert $< 60 \text{ ppm}$ max. 30 Min.). Während des Lageraufenthaltes ist eine mobile Überwachungs- und Warneinrichtung am Körper zu tragen.
- Sofern ein Lager < 10 Tonnen in den ersten 4 Wochen nach der Befüllung betreten werden muss oder eine mechanische Belüftung installiert ist, gelten die Vorgaben wie bei einem Lager > 10 Tonnen.



Beispiel eines mobilen Überwachungsgerätes

42

ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept./Okt. 2021

- **Weitere Ursachen für Kohlenmonoxid im Lagerraum**



- Rauchgase aus der Brennkammer, die in das Lager strömen, wenn die Ableitung durch den Kamin eingeschränkt ist.
- Rückbrand in das Lager
- Rauchgasrücksaugungen in den Lagerraum durch den Absaugventilator bei der Anlieferung. Ein Absauggebläse kann einen Unterdruck im Lagerraum von bis zu 1.500 Pa erzeugen. Deswegen müssen Lagerraum und Feuerung entsprechend getrennt sein.



43

ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept./Okt. 2021

- **Gesundheitsschutz**



- Für über Reichhöhe gelegenen Befüllkupplungen eine geeignete Aufstiegshilfe bereithalten.
 - Befüllkupplung nicht höher als 2 m
 - Ansonsten wird die Montage eines Podests erforderlich, um dem Lieferanten ein gefahrloses Anbringen der Befüllschläuche zu ermöglichen
 - Für Abstiege in Vertiefungen fest installierte Leitern vorsehen
- Vor Betreten des Lagers die Pelletheizung und Fördereinrichtung abschalten und gegen unbefugtes Einschalten sichern
 - z. B. Reparaturschalter oder Hinweisschild
- Zugang des Pelletlagers mindestens eine Viertelstunde vorher öffnen und bei der Begehung des Lagers geöffnet lassen.
- Generell nur mit zweite Person außerhalb des Lagers
- Messung der CO-Konzentration
- Vor den Wartungs-, Reinigungs- oder Inspektionsarbeiten bei einem Förderschneckensystem die drehenden Teile abdecken, z. B. mit Holzbohlen

44

ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept./Okt. 2021

- Beratungspflicht des Lagerlieferanten/Installateurs

- Der Lagerlieferant bzw. der Heizungsinstallateur hat den Betreiber des Lagers über den ordnungsgemäßen Betrieb im Hinblick auf Gesundheits- und Sicherheitsaspekte zu beraten. Die Beratung muss Informationen zu folgenden Punkten enthalten:
 - Wartung, Bedienung, Reinigungsintervalle
 - Gefahrenhinweise (z. B. Gefährlichkeit von CO)
 - Erforderliche Vorsichtsmaßnahmen beim Begehen des Lagers (z. B. Lüften, CO-Warntmelder tragen) gemäß der Warnschilder im Anhang A
 - Einfluss der Pelletqualität auf das Emissionsverhalten und den Feinanteil
- Bereitstellung der Einblasanleitung für den Pelletlieferanten
- Ein Übergabeprotokoll für den Lagerraum bestätigt für den Betreiber der Anlage die Einhaltung der in dieser Richtlinie gegebenen Vorgaben.
- Sicherheitshinweise (Aufkleber) sind gut sichtbar an geeigneter Stelle unverdeckbar anzubringen. Sie müssen auch z. B. bei geöffneten Zugangstüren sichtbar bleiben.



45
 Ö.B.U.V. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept./Okt. 2021

- Übergabeprotokoll Lager

- Zweiseitig (in der Anlage der VDI 3464 und den DEPV-Empfehlungen zum Lagerbau enthalten), u. a. mit diesen Fragen:

Lagerlüftung:

Lüftungsöffnung: in ausreichend und ständig belüfteten Raum ins Freie

Lüftungsart: belüftende Verschlussdeckel (Befüllleitung < 2 m) Lüftungsleitung < 5 m

mechanische Belüftung Lichte Öffnungsfläche: _____ cm²

Bei mech. Belüftung: Luftwechselrate > 3/h drückend saugend

Tür gekoppelt

Das Eindringen von Wasser, Insekten und anderer fremder Stoffe ist verhindert

Befüllanlage: hängt aus Wo? _____

Reinigungsanleitung: schriftlich mündlich

Einweisung in Handhabung Lager/Entnahmesystem erfolgt? Ja

Aufkleber mit Warnhinweisen angebracht? Ja

Es werden alle Vorgaben der VDI 3464 eingehalten? Ja

(Ort und Datum) _____ (Installateur) _____ (Kunde) _____



46
 Ö.B.U.V. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept./Okt. 2021

- Lagersicherheit

Keine Lagersicherheit ohne informierte Verbraucher!

Sicherheitshinweise für Pelletlager

-  Dauerhafte Beschichtung nach außen sicherstellen, z.B. über beschützende Deckel oder Öffnung
-  Zutritt für Unbefugte verboten, Tür verschlossen halten!
-  Rauchen, offenes Feuer und andere Zündquellen verboten!
-  Gefahr durch schädliche CO-Konzentration möglich in den ersten 4 Wochen nach Beibehaltung nicht beheizen!
-  Vor dem Beheizen mindestens 30 Minuten zwischen beschützenden Deckel/Öffnung und Einsteigrohr querschneiden, während des Aushaltens die Tür geöffnet halten!
-  Ausrüstung nur unter Aufsicht einer außerhalb des Lagerraums stehenden Person! Bei Unfällen sofort den Rettungsdienst unter der Telefonnummer 112 anrufen!
-  Lager > 10 t und erdwegbare Lager nur mit mobilen CO-Warntmälern beheizen!
-  Vor dem Beheizen und/oder Beibehalten Heizung ausschalten!
-  Verletzungsgefahr durch bewegliche Bauteile, z.B. Fördererrollen oder Rollwerke!

Weiterführende Informationen: www.oebv.at
 Österreichischer Sachverständigenrat für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW



47
 Ö.B.U.V. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept./Okt. 2021

Brandschutz Explosionsschutz



48
 Ö.B.U.V. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept./Okt. 2021

• Brand und Explosionsgefahren

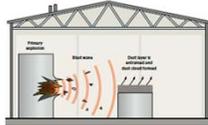
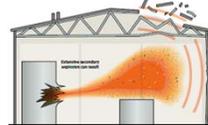




- Für einen Brand müssen folgende Faktoren zusammenkommen:
 - Brennstoff
 - Sauerstoff
 - Zündquelle (Funke oder Hitze)
- Für eine Staubexplosion müssen folgende Faktoren zusammenkommen:
 - Explosionsfähiger Brennstoffstaub (< 0,5mm)
 - Geschlossener Baukörper
 - Mischung aus Luft und Staub
 - Sauerstoff
 - Zündquelle (Funke oder Hitze)

49
 ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept./Okt. 2021

• Staubexplosionen

- Staub setzt sich auf waagrechten Oberflächen ab
- Mit dem Einblasprozess oder Umlagerungsvorgängen wird er aufgewirbelt
- Eine Zündquelle (hohe Temperatur oder Funke) entzündet den aufgewirbelten Staub.
- Eine Primärexplosion findet statt
- Staubschichten in der Umgebung werden durch die Druckwelle aufgewirbelt und entzündet
- Eine Sekundärexplosion findet statt

50
 ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept./Okt. 2021

• Brand- und Explosionsgefahren



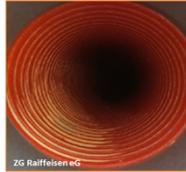
Verpuffungen, Staubexplosionen

- Durch Abrieb, Staubanreicherungen oder Kohlenmonoxid aus einer unvollständigen Verbrennung kann sich in Ausnahmefällen eine explosive Atmosphäre bilden
 - primärer Explosionsschutz**
 - ✓ Befüllvorgang nur mit zertifizierten Pellets der Qualitätsklassen A1 und A2
 - ✓ Lager regelmäßig reinigen
- Durch Funkenbildung könnte die Explosionsatmosphäre entzündet werden
 - sekundärer Explosionsschutz**
 - ✓ Beim Pelletumschlag und bei der Reinigung von Pelletlagern müssen Zündquellen ausgeschlossen werden
 - ✓ Einbauten, die eine wirksame Zündquellen darstellen können, sind in Lagern nicht zulässig (elektrische Bauteile im Lager min. IP 54, Leuchten mit Zulassung ATEX Zone 22)
 - ✓ Befüllleitung und auch interne Saugleitungen müssen ableitfähig sein und sind zu erden (entweder mit der Hausinstallation oder mit dem Erdungsspieß des Lkw bei der Befüllung des Lagers).

Maßnahmen des vorbeugenden Explosionsschutzes sind ausreichend, kein konstruktiver Explosionsschutz erforderlich!

51
 ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept./Okt. 2021

• Schläuche/Kupplungen DN 100

- Durch das abrasive Verhalten der Pellets beim Transport werden die Schläuche innen rau und der Feinanteil im Kundenlager erhöht sich.
- Zur Sicherheit des Fahrers und der Kundenanlage ist es zwingend erforderlich, dass die Pelletschläuche leitfähig sind.
- Absauggebläse mit Filtersack nicht im Keller oder geschlossenen Gebäuden betreiben
- Erdungsspieß nutzen, bzw. Kontakt zum Potentialausgleich des Hauses schaffen.

52
 ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept./Okt. 2021

• Schläuche / Kupplungen DN 100



ZG Rafffelsen eG

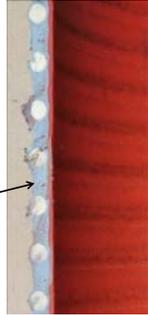
53

ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept/Okt. 2021

• Ableitfähige Schläuche und Befüllleitungen

Regelmäßige Prüfung der Leitfähigkeit der Befüllleitung, um Funkenentladungen in den Schlauch sicher zu vermeiden.

Ableitungswiderstand der Schläuche von Kupplung zu Kupplung mit Multimeter oder Durchgangsprüfer regelmäßig untersuchen



Kupferlitze
Isolationswiderstand
 $R_E < 10^9$

54

ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept/Okt. 2021

Anlieferbeleg

Dokumentation von Mängeln beim Lager

55

ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept/Okt. 2021

• Lagerkontrolle und Anlieferbeleg

Anlieferungsbeleg

Kunde: _____
 Straße: _____
 Ort: _____

Bestellmenge: _____ KFZ-Kennzeichen UKW: _____
 Pellet ENplus A1 zertifiziert 6mm ID Nr: DE 301 und DE 303 DE 304 DE ____
 Pellet DINplus zertifiziert 6 mm Registriernummer Rückstellprobe _____

Bunkertyp: massiv Sack Behälter Erdsilo
 sonstiges _____

Bunkerkontrolle innen: ja nein warum: _____

Lagerraum absolut trocken: ja nein

Bunker: leer Restmenge: _____ t.

Feinanteil der Restmenge: wenig mittel viel

Heizung nach Aussage des Kunden rechtzeitig abgestellt: ja Nein

Wenn der Lagerraum nicht zu inspizieren ist, dann kann auch keine Restmenge oder Lagerraum „OK“ angekreuzt werden!

56

ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept/Okt. 2021

• Lagerkontrolle



- Stutzenlage 20 cm unter der Decke
- Glatte feste Oberfläche der Decke
- Füllstrahl muss auf Prallmatte treffen

Vermerk auf dem Anlieferbeleg!



61
ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept/Okt. 2021

• Maulwurf



Hochhängen des Maulwurfs vor dem Befüllvorgang nicht vergessen!

Die Feinanteilschlieren am Kraterraum sind nur oberflächlich und kein Indiz für schlechte Pellets.



62
ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept/Okt. 2021

• Gewebesilo und elektrische Lampe



Beim Einblasen legt sich das Gewebe des Sacksilos um die Lampe. Wenn diese eingeschaltet wird und länger brennt, kann es zu einer Temperaturerhöhung kommen, die zu einem Brand führen kann.



63
ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept/Okt. 2021

• Staub-Reklamationen



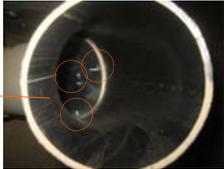
Überdruck im Lagerraum während des Einblasens

Vermerk auf dem Anlieferbeleg!



64
ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept/Okt. 2021

• Lagerkontrolle

Offensichtliche Abweichungen, die notiert werden müssen:

- Mindestens 50 cm Beruhigungsstrecke am Ende als gerades Rohr nach dem Bogen!
- Abwasserleitung im Lagerraum
- Elektroleitung ungeschützt im Lagerraum
- Restmenge mit erhöhtem Feinanteil
- Wassereintritt in den Lagerraum

Versteckte Abweichungen:

- Schraubenenden in der Einblasleitung

65
 ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept./Okt. 2021

• Entnahmeverhalten Pellets



- Feinanteil entmischt sich nach unten
- Entnommen werden Pellets wie in einer Sanduhr
- Kernfluss
- erst ab 60° Massenfluss
- Akkumulation des Feinanteils auf den Schrägen
- Je höher der Feinanteil, desto steiler der Schüttwinkel

<https://www.youtube.com/user/PowerPelletsDe/videos>

66
 ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept. Okt.2021

Einblasanlagen

67
 ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept./Okt. 2021

• Befüllanleitungen

Gewebesilos

Zwei Typen:

Luftdurchlässiges Gewebe:

- der Aufstellraum benötigt für den Druckausgleich eine Öffnung nach draußen (geöffnetes Fenster während des Einblasvorgangs)
- Vorher aufblasen

Gewebesilo mit festem Boden:

- Dieser Typ (Geoplast) ist während des Einblasvorgangs unbedingt abzusaugen!



68
 ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderatshofen, Sept./Okt. 2021

• Befüllanleitungen

Unsinnige Vorgaben auf der Einblasanleitung

8.1 Richtige Befüllung

Der Tank muss mit Unterdruck befüllt werden, d.h. bei der Einblasung der Pellets wird gleichzeitig abgesaugt. Somit ist eine nahezu staubfreie Befüllung gewährleistet.

Bei Erstbefüllung müssen ca. 300kg drucklos in den Behälter geblasen oder händisch (Sackware) hineingelegt werden, um einen reibungslosen Betrieb zu gewährleisten

Arbeitsablauf:

- 1) Befüll- und Absaugleitungen anschließen
- 2) Die Absaugung muss auf volle Leistung aufgedreht werden
- 3) Danach mit dem Pellets - Einblasvorgang langsam beginnen

!!! Der Tank darf maximal mit 0,2 bar befüllt werden !!!

Ein kleiner Tipp für eine optimale Befüllung des Tankes

Nach der Befüllung die Schläuche austauschen (Befüllschlauch auf Absaugschlauch stecken und umgekehrt) und nochmals einblasen
 (1 dadurch kann der Schlützwinkel gering gehalten werden (bis zu 300kg mehr Pellets möglich))

- Drucklos 300 kg einblasen??
 - Maximal 0,2 bar??
 - Befüll- und Absaugschlauch sollen getauscht werden.
 - Gleichzeitig soll aber im Unterdruck befüllt werden??



69
 ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderathshofen, Sept./Okt. 2021

• Befüllanleitungen Federrührwerke

Feder-Schneckenaustragung/Federrührwerke

Als Beispiel die Empfehlungen von KWB

Es wird beim Befüllen des Lagerraums empfohlen das Rührwerk nur bis zu einer Überhöhung von max. 1,5 m (eher weniger) zu beladen. Im Anschluss ist der Befüllvorgang zu stoppen und das Rührwerk für ca. 1 – 2 Umdrehungen in Betrieb zu setzen. Im Anschluss daran kann der Lagerraum vollständig befüllt werden. Ansonsten kann es bei voller Beladung im komplett ausgefahrenen Zustand zu einer Schwergängigkeit oder gar Blockade des Rührwerks kommen.

→ Schalten Sie die Anlage über die Regelung aus (**Anlage Ein/Aus ► 38**).

→ Füllen Sie den Lagerraum maximal **1,5 m hoch** **Nur bei leerem Lagerraum und ausgefahrenen Federblättern**

→ Schalten Sie die Anlage über die Regelung wieder ein.

→ Stellen Sie sicher, dass der Kessel in den Modus „Betrieb“ wechselt und sich das Rührwerk dreht. **1-2 Umdrehungen, da sonst Schneckenstopfer oder Brennraum zu voll**

↳ Somit ziehen sich die Rührwerksarme ein.

→ Schalten Sie die Anlage über die Regelung aus.

↳ Nun können Sie den Lagerraum vollständig befüllen.



70
 ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderathshofen, Sept./Okt. 2021

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!
 Gute Fahrt!

Holz-Energie Zentrum Olsberg GmbH
 Carls-Aue-Str. 91
 D- 59939 Olsberg
 Tel.: 0049-2962 802471
 E-Mail: info@holz-energie-zentrum.de
www.holz-energie-zentrum.de



Alle nicht gekennzeichneten Fotos haben die Quelle DEPI, PPV oder HEZ.

71
 ö.b.u.v. Sachverständiger für Holzfeuerungsanlagen bis 2 MW Hans Martin Behr Dotternhausen/Ruderathshofen, Sept. Okt. 2021