Lagerung von Holzpellets

EN*plus*-konforme Lagersysteme

Sechste komplett überarbeitete **Auflage**

DEPV Deutscher Energieholz- und Pellet-Verband e.V.

EN plus

DEPI DEUTSCHES PELLETINSTITUT

Anzeige

Verpassen Sie keine heißen News!

Bestellen Sie den kostenlosen Newsletter des Deutschen Pelletinstituts (DEPI). 4 x im Jahr werden Sie immer bestens informiert: Neuigkeiten rund um die kleinen Presslinge sowie alles Wichtige aus der Branche. depi.de/newsletter

DEPI DEUTSCHES PELLETINSTITUT

BESSER MIT PELLETS
besser-mit-pellets.de | depi.de

Inhalt

Vorwort 4

1 Einführung 5
1.1 Verwendung und Inhalt 5
1.2 Normative Verweise 5

2 Holzpellets – ein moderner Brennstoff 6
2.1 Brennstoffqualität 6
2.2 Anlieferung 8

3 Planung eines Pelletlagers 11
3.1 Lagertyp 11
3.2 Größe 11
3.3 Lage, Zugänglichkeit und Befüllsystem 14
3.4 Austrags- und Fördersystem 16
3.5 Füllstandsüberwachung 16
3.6 Statische Anforderungen 17
3.7 Belüftung 17
3.8 Brand- und Explosionsschutz 18
3.9 Feuchtigkeit und Nässe 19

4 Vorgefertigte Lagersysteme 20
4.1 Bauarten 20
4.2 Aufstellung 22
4.3 Belüftung 22

5 Erdlager 25

6 Lagerräume 26
6.1 Auswahl und Errichtung 26
6.2 Ausbau zum Pelletlager 26
6.3 Belüftung 34

7 Betrieb eines Pelletlagers 38
7.1 Kennzeichnung 38
7.2 Betreten des Lagers 38
7.3 Pelletlieferung 38
7.4 Reinigung und Wartung 40
7.5 Vorgehen bei Störungen 40
7.6 Vorgehen im Brandfall 40

8 Größere Lager 42
8.1 Größe 42
8.2 Befüllsystem 44
8.3 Austragssystem 44

9 Übergabeprotokoll Pelletlager 46

10 Branchenverzeichnis 49
Abkürzungsverzeichnis 51
Glossar 52
Impressum 54

Sehr geehrte Leserinnen und Leser dieser Broschüre, liebe Freundinnen und Freunde des Heizens mit Pellets!

Wie kaum ein anderes Werk repräsentiert die Broschüre „Lagerung von Holzpellets" des Deutschen Energieholz- und Pellet-Verbandes (DEPV) die Entwicklung vom Heizen mit Pellets in Deutschland. Seit der Erstauflage sind mittlerweile fast 20 Jahre vergangen. Damals stand in der Einleitung, die Broschüre sei „das Ergebnis ehrenamtlicher Gemeinschaftsarbeit der DEPV-Mitglieder". Das klingt nach Gründerzeit – zeigt aber erstens, damals wie heute, den großen Bedarf an Verbesserung und Entwicklung, und zweitens, dass Mitgliedsunternehmen im DEPV bereit sind, sich einzubringen. Koordiniert vom Deutschen Pelletinstitut (DEPI) dokumentiert auch das aktuelle Werk die konsequente Arbeit der Branche für Qualitätssicherung.

Wie sonst im Leben, ist auch hier der Weg das Ziel. Professionalisierung ist eine Daueraufgabe der Pelletbranche. Sie ist gerade im Lagerbereich unverzichtbar – die Entwicklung findet vielleicht nicht mehr in der früheren Geschwindigkeit statt, aber weiterhin mit gleich ambitionierter Konsequenz. Auch dafür ist die Lagerbroschüre ein gutes Beispiel.

Heizen mit Pellets ist eine zeitgemäße Form der Wärmegewinnung aus Holz. So schön der Energieträger Holz ist, so kom-plex ist seine Verwendung. Holzenergie ist komfortabel und breit einsetzbar. Sie funktioniert als System aber nur im Ganzen, im abgestimmten Zusammenspiel von Energieträger, Heiztechnik und Lagerraum. Es reicht daher nicht aus, hochwertige Pellets einer Hightech-Heizung zuzuführen – ein funktionierendes Lager ist entscheidend.

Neben der technischen Funktion ist die Sicherheit des Lagers ein wichtiges, heutzutage mit Vorschriften geregeltes, Thema. Das belegen die VDI-Richtlinie 3464-1 und die DIN EN ISO 20023, die den richtigen Umgang und die sichere Lagerung von Pellets zum Inhalt haben. Mit mittlerweile mehr als 300.000 verteilten Sicherheitsaufklebern hat der DEPV das Bewusstsein beim Verbraucher hierfür gestärkt. Ein Pelletlager muss mit entsprechenden Belüftungsmaßnahmen gesichert sein. Das soll künftig auch vom Schornsteinfeger überprüft werden.

Die aktuelle Lagerbroschüre richtet sich neben den Hausbesitzern auch an Personen, die Pelletlager professionell errichten oder ausstatten, vor allem Heizungsbauer und Planer. Die Broschüre ist über die letzten beiden Jahrzehnte die wichtigste Informationsquelle zur Lagerung von Holzpellets im deutschsprachigen Raum geworden. Die empfohlenen Ausführungsvarianten stehen in Einklang mit den gültigen Normen. Daneben gelten bindend weiterhin die jeweiligen Landesbauordnungen (LBauO) sowie die gesetzlichen Brandschutzbestimmungen für Heizungsanlagen, wie sie in den Landesfeuerungsverordnungen (LFeuVO) geregelt sind. Darüber hinaus ersetzt die Broschüre ausdrücklich nicht das Einbeziehen von Fachleuten bei Planung und Errichtung von Pelletlagern!

In diesem Sinne gilt unser Dank all denen, die bei der Erstellung mitgearbeitet haben, sowie den für den Inhalt zuständigen fachlichen Mitarbeitern sowie dem Redaktionsteam, die im Impressum benannt sind. Dem Leser wollen wir eine informative Hilfe als Grundlage für ein funktionierendes Lager zur Verfügung stellen und damit zum hohen Komfort der Pelletheizung beitragen.

Berlin, im Dezember 2024

Herzlich Ihr

Martin Bentele

Martin Bentele, Geschäftsführer DEPV und DEPI

1. Einführung

1.1 Verwendung und Inhalt

Diese Broschüre wird vom Deutschen Energieholz- und Pellet-Verband e. V. (DEPV) und von dessen Tochterunternehmen, dem Deutschen Pelletinstitut GmbH (DEPI), herausgegeben. Die Empfehlungen richten sich an Fachleute und Privatpersonen, die Pelletlager planen, errichten und ausstatten wollen. Die Anwendung ist rechtlich nicht bindend. Der DEPV empfiehlt Privatpersonen ausdrücklich, Fachleute bei Planung und Errichtung von Pelletlagern hinzuzuziehen. Die Broschüre greift viele Regelungen der einschlägigen Normen und Verordnungen auf und unterlegt sie mit Empfehlungen, dennoch ist für Fachleute die genaue Kenntnis der Normen (VDI 3464-1, DIN EN ISO 20023) sowie Brandschutz- (LFeuVO) und Bauvorschriften (LBauO) unverzichtbar.

Die vorliegenden Empfehlungen beinhalten sowohl Anforderungen an die technische Ausführung, als auch Hinweise zum sicheren und fachgerechten Betrieb von Pelletlagern, ersetzen jedoch keine firmenspezifischen Montage- oder Verarbeitungsvorschriften. Zusätzlich sind Planungshilfen und Befüllvorschriften der Hersteller von Entnahmesystemen und Pelletkesseln zu beachten.

Die Broschüre gliedert sich in mehrere Teile. Im Kapitel „Holzpellets – ein moderner Brennstoff" werden die wichtigsten qualitäts- und sicherheitsrelevanten Pelleteigenschaften wie auch die Anlieferung beschrieben. Anschließend bietet das Kapitel „Planung eines Pelletlagers" einen Überblick über alle wesentlichen Anforderungen, die bei der Entscheidung für einen bestimmten Lagertyp und dessen Gestaltung zu beachten sind.

In den Kapiteln „Vorgefertigte Lagersysteme" und „Erdlager" wird über die verschiedenen Bauarten von Lagerbehältern informiert und Empfehlungen zu deren Installation gegeben, einschließlich der damit verbundenen Belüftungslösungen gemäß VDI 3464-1 und DIN EN ISO 20023.

Im Kapitel „Lagerräume" wird detailliert auf die Errichtung, bzw. den Ausbau eines Raums zum Pelletlager eingegangen. Die darin enthaltenen Empfehlungen schließen auch normgerechte Belüftungslösungen ein.

Den für einen dauerhaft sicheren und störungsfreien Betrieb eines Pelletlagers notwendigen Tätigkeiten widmet sich Kapitel 7. Neben den Sicherheitsmaßnahmen zum Betreten des Lagers werden hier die Themen Befüllung, Reinigung und Wartung behandelt.

Die besonderen Anforderungen für →größere Lager werden in einem weiteren Kapitel zusammengefasst. Sie sind als Ergänzung zu verstehen. Bei Lagern mit mehr als 30 t →Fassungsvermögen kommen teilweise →Befüll- und →Austragssysteme zum Einsatz, die für →kleine Lager nicht sinnvoll oder verfügbar sind.

Kapitel 9 zeigt exemplarisch ein Übergabeprotokoll mit allen notwendigen Informationen zum Lager, wie es VDI 3464-1 und DIN EN ISO 20023 für neu errichtete Pelletlager vorschreiben. Es dokumentiert dessen fachgerechte Errichtung und Ausstattung durch den Heizungsbauer. Das ausgefüllte Übergabeprotokoll sollte auch dem Pelletlieferanten zur Verfügung gestellt werden, damit dieser den Liefervorgang auf die örtlichen Gegebenheiten abstimmen kann.

Am Ende der Broschüre befindet sich ein Branchenverzeichnis der Anbieter von Pelletfeuerungen, vorgefertigten Lagersystemen und Lagerzubehör sowie ein Abkürzungsverzeichnis und ein Glossar (Begriffe, die im Glossar erklärt werden, sind bei der erstmaligen Nennung im Kapitel mit einem → versehen).

1.2 Normative Verweise

- DIN EN ISO 17225-2: Biogene Festbrennstoffe – Brennstoffspezifikationen und -klassen – Teil 2: Klassifizierung von Holzpellets, September 2021
- EN*plus* ST 1001: EN*plus*-Holzpellets – Anforderungen an Unternehmen, Oktober 2022
- Musterfeuerungsverordnung (MFeuV), Stand 27.09.2017
- VDI-Richtlinie 3464-1: Lagerung von Holzpellets beim Verbraucher, September 2023
- DIN EN ISO 20023: Biogene Festbrennstoffe – Sicherheit von biogenen Festbrennstoffen – Sicherer Umgang und Lagerung von Holzpellets in häuslichen und anderen kleinen Feuerstätten, Februar 2019

2. Holzpellets – ein moderner Brennstoff

2.1 Brennstoffqualität

Pellets sind ein moderner Holzbrennstoff. Sie werden in Deutschland überwiegend aus nahezu rindenfreien Holzspänen hergestellt. Im Sägewerk fallen bei der Schnittholzherstellung erhebliche Mengen an Reststoffen wie Sägespäne oder Hackschnitzel an. Diese werden getrocknet, homogenisiert und zu Holzpellets gepresst. Die Festigkeit der Pellets wird durch das im Holz enthaltene Lignin erreicht, unterstützt durch die geringfügige Zugabe pflanzlicher Bindemittel, wie beispielsweise Stärke. Holzpellets können lose per Lkw oder auf Paletten in Säcken geliefert werden. Diese Sackware ist für Pelletkaminöfen und kleine Kessel mit einem Jahresbedarf von bis zu zwei Tonnen Pellets geeignet. Bei höherem Bedarf sollte lose Ware bezogen werden, die in der Regel mit einem Silofahrzeug geliefert und in das Lager eingeblasen wird.

ZERTIFIZIERUNG EN*plus*

Um sicherzugehen, dass die Pellets auch den Anforderungen der Heizung entsprechen, sollten nur EN*plus*-zertifizierte Pellets eingesetzt werden. EN*plus* hat strengere Anforderungen an die Pelletqualität und deckt – im Unterschied zu anderen Zertifikaten – die gesamte Lieferkette ab. Sowohl der Produzent, als auch der Lieferant der Pellets müssen zertifiziert sein, um EN*plus*-Pellets in loser Form anbieten zu können.

EN*plus*-zertifizierte Pellethändler müssen regelmäßig Schulungen besuchen, geeignete –› Austragssysteme an ihren Fahrzeugen nachweisen und Kundenbeschwerden geordnet bearbeiten. Zur Kennzeichnung der Ware erhalten sie individuelle Zertifizierungs- und Qualitätszeichen mit einer eindeutigen Identifikationsnummer, die auf dem Lieferschein stehen muss. Damit wird die Rückverfolgbarkeit der Pellets sichergestellt. Es werden bei jeder Verladestation pro Tag 1,5 kg Rückstellproben mit den Verladungen genommen, die im Fall von Reklamationen als Referenzprobe dienen können.

Hersteller und Lieferanten hochwertiger Holzpellets sowie weiterführende Informationen finden Sie unter **www.enplus-pellets.de**

QUALITÄTSKLASSEN

Holzpellets sind standardisiert in mehreren Qualitätsklassen verfügbar. In der im Jahr 2021 überarbeiteten internationalen Produktnorm DIN EN ISO 17225-2 werden die physikalisch-chemischen Eigenschaften von Holzpellets für die drei Qualitätsklassen A1, A2 und B grundlegend beschrieben. Die Norm lässt dabei einen gewissen Spielraum. Die darauf basierenden Grenzwerte der EN*plus*-Zertifizierung verschärfen sie im Sinne des Verbraucherschutzes.

Für Pelletkaminöfen und Pelletheizungen im privaten und gewerblichen Bereich bis Nennleistungen von ca. 100 kW sollten nur Pellets der Qualität EN*plus* A1 verwendet werden. EN*plus* A1 garantiert den geringsten Aschegehalt, die höchste mechanische Festigkeit sowie den geringsten Gehalt an Stickstoff, Schwefel und Chlor. EN*plus* geht über die Anforderungen der DIN 17225-2 hinaus und fordert, dass auch der Anteil sehr kurzer Pellets ≤1cm und die –› Rohdichte der Pellets angegeben werden.

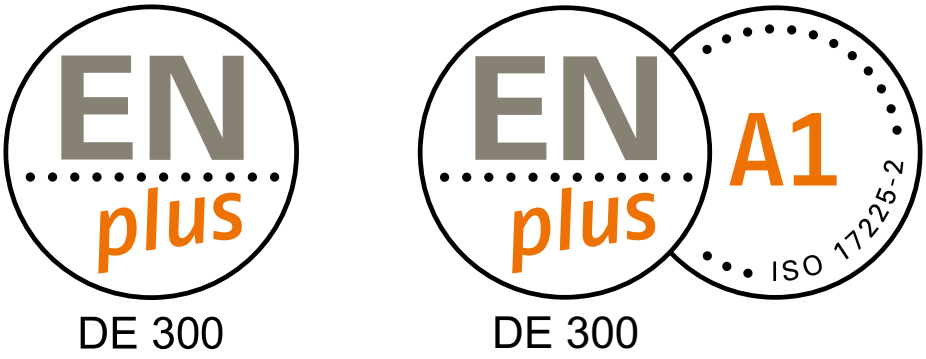


Abb. 1: EN*plus*-Zertifizierungszeichen (links) und Qualitätszeichen EN*plus* A1 (rechts) mit ID-Nummer eines zertifizierten deutschen Pellethändlers

Tabelle 1: Brennstoffeigenschaften von Holzpellets (Prozentangaben sind massebezogen)

Eigenschaften	Qualität EN*plus* A1	Qualität EN*plus* A2
Durchmesser (mm)	6 mm (8 mm erlaubt, aber unüblich)	
Länge (mm)	3,15 bis 40[a)]	
Anteil der Pellets mit Länge < 10 mm (im Anlieferzustand) Kategorie L < 20 %, 20 % ≤ M ≤ 30 %, S > 30 %	Wert und Kategorie müssen angegeben werden	
Feinanteil (bei der Verladung)	≤ 1 %	
Schüttdichte	600 kg/m³ bis 750 kg/m³	
Wassergehalt	≤ 10,0 %	
Heizwert	≥ 4,6 kWh/kg	
Aschegehalt	≤ 0,70 %	≤ 1,20 %
Ascheerweichungstemperatur	≥ 1.200 °C	≥ 1.100 °C
Mechanische Festigkeit	≥ 98 %	≥ 97,5 %
Stickstoffgehalt	≤ 0,3 %	≤ 0,5 %
Chlorgehalt	≤ 0,02 %	
Schwefelgehalt	≤ 0,04 %	

a) Maximal 1 % der Pellets darf zwischen 40 und 45 mm lang sein. Kein Pellet darf länger als 45 mm sein.

Für große kommunale oder gewerbliche Heizungsanlagen ist auch die Qualität EN*plus* A2 geeignet, die einen höheren Aschegehalt, eine geringere mechanische Festigkeit und eine geringere Ascheerweichungstemperatur als EN*plus* A1 aufweisen darf. EN*plus* A2 kann für Kessel über 100 kW genutzt werden, sofern eine Freigabe des Kesselherstellers vorliegt. Andere Qualitäten können nach Freigabe des Heizungsherstellers eingesetzt werden.

SCHÜTTDICHTE

Die →Schüttdichte (auch Schüttgewicht) gibt an, wieviel Kilogramm Pellets bei freier Schüttung in einen m³ Rauminhalt passen. Sie ist abhängig von der Längenverteilung, dem Wassergehalt und der Rohdichte der Pellets. EN*plus* erlaubt 600 bis 750 kg/m³. In ein Lager mit einem effektiv nutzbaren Volumen von 10 m³ können also ca. 6 bis 7,5 t Pellets eingeblasen werden – je nach Schüttdichte.

FEINANTEIL UND STAUB

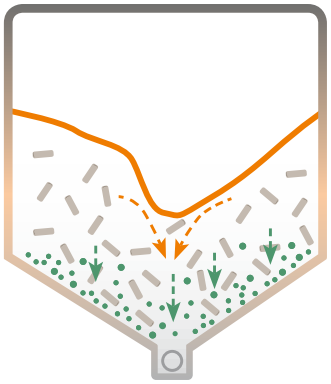
→Feinanteile sind gemäß Definition Bruchstücke von Pellets, die durch ein Sieb mit einer Lochung von 3,15 mm Durchmesser fallen. Staub entsteht durch Abrieb der Oberfläche, vor allem an den Bruchkanten der Pellets. Der Feinanteil aus gröberen Partikeln ist eingemischt zwischen den Pellets. Der luftgetragene Staub hingegen besteht aus sehr kleinen Partikeln. Diese setzen sich nur langsam aus der Luft ab. Durch die mechanische Beanspruchung der Pellets beim Transport, beim Einbringen in das Lager und bei der Austragung zum Heizkessel ist grundsätzlich mit Feinanteil und Staub zu rechnen. Hierbei spielen die Festigkeit der Pellets, die Beanspruchung beim Einblasen und das Austragssystem eine entscheidende Rolle.

Pellets gemäß EN*plus* A1 dürfen als lose Ware beim Beladen des Lieferfahrzeugs maximal ein Prozent Feinanteil enthalten. Beim Einblasvorgang entsteht zusätzlicher Feinanteil, der mit der Länge der Einblasstrecke und vor allem mit der Zahl der Bögen in der Einblasleitung steigt. Untersuchungen haben gezeigt, dass ein Bogen (zweifacher Durchmesser) so viel Feinanteil wie eine 20 m lange gerade Schlauchstrecke entstehen lässt. EN*plus*-zertifizierte Lieferanten erkennen Reklamationen wegen eines Feinanteils von mehr als vier Prozent im Lager unter folgenden Bedingungen an:

- Einhaltung der Vorgaben dieser Broschüre
- Einblasstrecke (inklusive →Befüllleitung) ≤ 40 m bei einem max. Schlauchweg von 30 m (s. Anforderungen an Anerkennung von Reklamationen in EN*plus* ST 1001)
- Max. zwei D3-Bögen oder einen D2-Bogen; bei jedem weiteren Bogen reduziert sich die zulässige Einblasstrecke von 40 m um jeweils 10 m
- Restmenge vor Befüllung < 10 % der Lagerkapazität (Lager zu mind. 90 % der maximalen Kapazität entleert)
- Max. 20 % der zuletzt gelieferten Pellets verbraucht
- Komplettentleerung des Lagers alle zwei Jahre

Hinweis: Ein 90°-Bogen erzeugt ähnlich viel Abrieb und Bruch wie ein 45°-Bogen. Positiv wirkt der Bogenradius: Ein Bogen mit einem Radius gleich dem fünffachen Durchmesser (D5) ist wesentlich schonender für die Pellets als ein Bogen mit dem Radius gleich dem zweifachen Durchmesser (D2).

Durch Entmischungsvorgänge beim Austrag der Pellets (siehe Abb. 2) konzentriert sich der Feinanteil im Laufe der Zeit im unteren Bereich des Lagers. Ohne Angaben zu Entleerungs- und Reinigungsintervall sollte die komplette Entleerung alle zwei Jahre erfolgen und bei Bedarf eine Reinigung vorgenommen werden. Große Lager mit



Anreicherung von Feinanteil bei der Entnahme von Pellets
- Entmischung beim Austrag
- **Feinanteil** rieselt nach unten
- **Kernfluss**: Randbereich wird zuletzt ausgetragen

Folge: Die Pellets im unteren Bereich enthalten viel Feinanteil, der sich ohne vollständige Entleerung des Lagers mit jeder Lieferung erhöht.

© Deutsches Pelletinstitut GmbH

Abb. 2: Entmischung und Anreicherung von Feinanteil im Lager

mehrmaliger unterjähriger Befüllung sind jährlich zu entleeren und bei Bedarf zu reinigen.

GERUCH UND EMISSIONEN

Pellets können und dürfen je nach verwendeter Holzart Eigengeruch entwickeln. Der Grund hierfür liegt in den sogenannten Extraktstoffen – holzeigenen Ölen, Fetten und Harzen – die bei hohen Temperaturen während des Pressvorgangs aktiviert werden. Flüchtige Anteile werden an die Umgebungsluft abgegeben und zersetzen sich mit der Zeit im Kontakt mit Luftsauerstoff. Im Vergleich zu anderen Holzprodukten haben Pellets eine große Oberfläche und sind in ihrer Zellstruktur durch den Pressvorgang stark beansprucht worden. Das führt zur vergleichsweisen schnellen Freisetzung der flüchtigen Bestandteile – insbesondere bei frischen Pellets und hohen Umgebungstemperaturen.

Die Emissionen von Holzpellets bestehen aus flüchtigen, organischen Verbindungen (VOC), Kohlenstoffmonoxid (CO) und Kohlenstoffdioxid (CO_2). Zu den VOCs zählen z. B. Terpene, die für den, in seltenen Fällen auftretenden, „chemischen", terpentinartigen Geruch verantwortlich sind. Einige Bestandteile wie Aldehyde und Kohlenmonoxid haben eine gesundheitsgefährdende Wirkung und dürfen deshalb nicht in den Wohnbereich gelangen. Ein starker Geruch innerhalb des Gebäudes weist auf eine ungenügende Abdichtung von Lager und Heizraum hin. Um eine Gefährdung auszuschließen, sind für das Pelletlager drei einfache Grundsätze zu beachten:

- Abdichtung gegenüber dem Wohn- und Arbeitsbereich
- Fachgerechte Belüftung (vgl. Abschnitt 3.7)
- Betreten nur unter Einhaltung der Sicherheitshinweise (vgl. Abschnitt 7.2)

Der Eigengeruch der Pellets und das Risiko von Kohlenstoffmonoxidbildung sind unmittelbar nach der Befüllung des Lagers am höchsten, u. a. wegen der Erwärmung der Pellets beim Einblasen.

SONDERFALL SACKWARE

Abgesackte Pellets sind hinsichtlich Geruch und Emissionen unbedenklich, da sie bereits einige Zeit gelagert wurden und die Folie die Freisetzung von Emissionen vermindert. Es sollten aber nur Säcke geöffnet werden, die unmittelbar für den Verbrauch bestimmt sind.
Es empfiehlt sich, Sackware auf Paletten in einem belüfteten Raum in Keller, Garage oder Schuppen zu lagern, so dass sie vor Nässe und UV-Strahlung geschützt ist.

2.2 Anlieferung

Holzpellets werden in der Regel mit Silofahrzeugen angeliefert und in das Lager eingeblasen. Nur bei dafür ausgelegten größeren Lagern ist auch eine Lieferung mit Kipper oder Schubbodenfahrzeugen möglich, aus denen die Pellets abgeschüttet werden. Diese Lieferart eignet sich am besten für lärmsensible Gebäude wie Krankenhäuser und Pflegeeinrichtungen.

Das Silofahrzeug verfügt über einen Kompressor/Gebläse, der die Förderluft für den Einblasvorgang erzeugt. Zudem besitzt es ein geeichtes On-Bord-Wiegesystem, innen beschichteten Schläuchen zur Minimierung der Reibung beim Einblasen der Pellets sowie einem mobilen Absauggebläse mit Staubsack. Die genannten Fahrzeugteile werden bei EN*plus*-zertifizierten Lieferanten ebenso überprüft, wie die regelmäßige Teilnahme der Fahrer an Schulungen zur qualitätsschonenden Lieferung. Der Kunde erhält bei der Anlieferung von EN*plus*-Pellets ein Lieferprotokoll, in dem alle wichtigen Angaben zu den Pellets, dem Einblasvorgang und dem Status des Lagers enthalten sind.

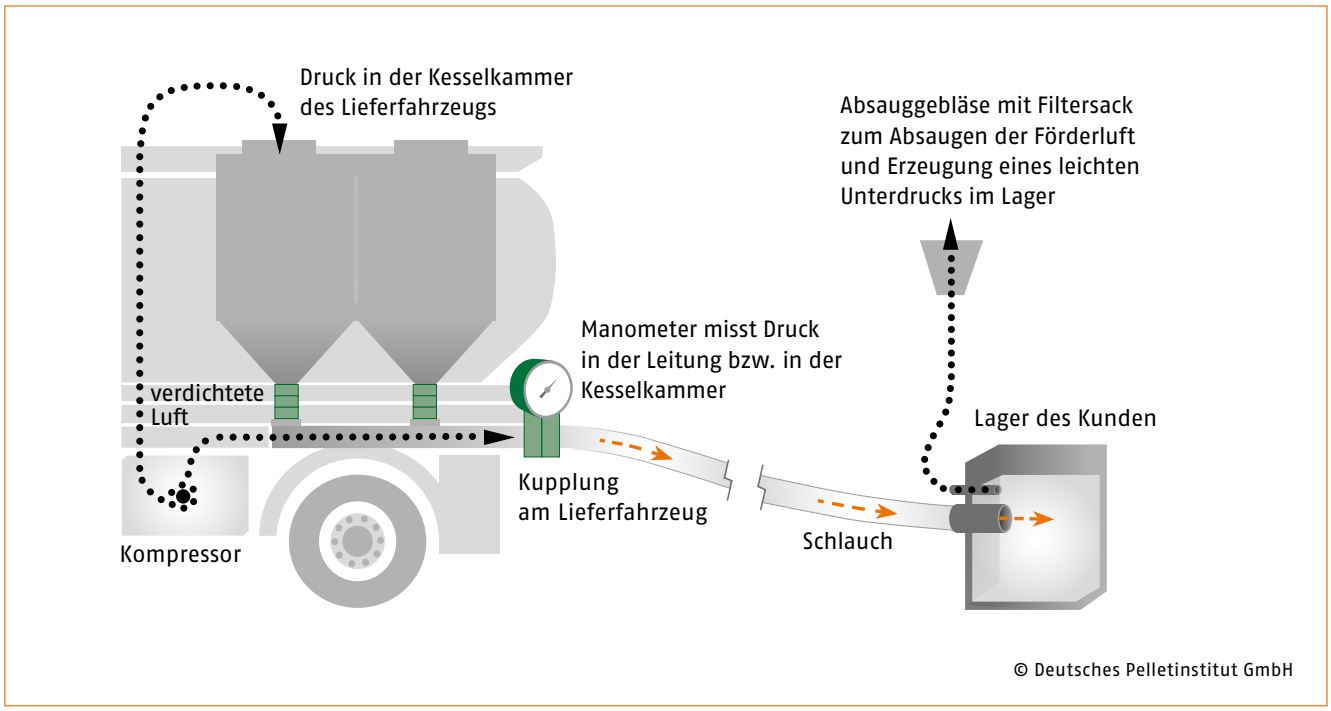


Abb. 3: Einblasen von Holzpellets

Beim Einblasen mit einem Silofahrzeug wird ein Teil der verdichteten Luft in die Kesselkammern geleitet, um die Pellets aus dem Fahrzeugsilo zu drücken. Der andere Teil dient der weiteren Beschleunigung der Pellets (s. Abb. 3). Grundsätzlich sollten die Pellets mit wenig Förderluft eingeblasen werden. Ein geringer Druck in der Kesselkammer des Lkw führt in der Regel – durch den höheren Förderluftanteil – zu einer höheren Geschwindigkeit der Pellets im Schlauch und damit zu mehr Feinanteil. Der Fahrer wählt abhängig von den Gegebenheiten vor Ort die geeignete Einstellung für den Druck in der Kesselkammer und die Menge der Förderluft.

Für ein sicheres Einblasen der Pellets muss der Betreiber die Heizungsanlage abhängig von den Herstelleranweisungen rechtzeitig abschalten. Dies führt dazu, dass die Sperreinrichtung während des Einblasvorgangs geschlossen ist und somit keine Zündquelle in den Vorlagebehälter oder das Lager gezogen werden kann. Während des Einblasens wird bei vielen Lagertypen mit dem Absauggebläse (s. Abb. 4) ein leichter Unterdruck erzeugt, um die Förderluft und einen Teil des entstehenden sowie aufgewirbelten Staubs über einen Filtersack abzuführen. Dafür wird eine mit 16 A abgesicherte 230-V-Steckdose benötigt. Wenn das Lager undicht ist, kann der Unterdruck nicht aufgebaut werden. Der Pelletlieferant haftet nicht für die von einem undichten Lager ausgehenden Schäden bzw. Verunreinigungen.

Bei den meisten Gewebesilos muss die Förderluft, entsprechend der Befüllanleitung des Herstellers, nicht abgesaugt werden. Die Luft entweicht durch das Silogewebe. In diesem Fall ist darauf zu achten, dass die Förderluftmenge (bis zu 1.200 m^3/h) durch Fenster, Türen oder andere Außenöffnungen des Aufstellraums nach Außen gelangen kann. Bei diesen Lagertypen ohne Absaugung der Förderluft ist ein Abschalten der Heizanlage in der Regel nicht notwendig. Dies muss auf den Sicherheitshinweisen und im Übergabeprotokoll vermerkt sein.

Abb. 4: Absaugventilator mit Staubsack

3. Planung eines Pelletlagers

3.1 Lagertyp

Die Entscheidung für Lagerort und Lagertyp wird von den örtlichen Gegebenheiten bestimmt. Vorgefertigte Lager sind in vielfältigen Größen und Abmessungen verfügbar. Es gibt sie für den Aufbau im Gebäude, ebenso wie für den Außenbereich oder die Lagerung im Erdreich. Räume im Gebäude können aber auch direkt als Pelletlager genutzt werden. Dies erfordert jedoch einige Umbaumaßnahmen (Informationen dazu in Kapitel 6).

Das Lager sollte die richtige Größe haben und nach dem Prinzip der kurzen Wege (vom Lieferfahrzeug zum Lager, vom Lager zum Kessel) geplant werden. Anforderungen an Statik, Brandschutz und Belüftung sind zu berücksichtigen. Bei der Entscheidung für ein bestimmtes Lagersystem sollten neben der Anbindung an den Heizungskessel die folgenden Gesichtspunkte im Vordergrund stehen:

- Kurzer und qualitätsschonender Einblasweg zwischen Silofahrzeug und Lager
- Kurzer und qualitätsschonender Förderweg zwischen Lager und Feuerung
- Ausreichende Lagerbelüftung
- →Staubdichte Trennung zum Wohn- und Arbeitsbereich
- Gute Zugänglichkeit bei Störungen und zur Reinigung
- Ausreichendes →Fassungsvermögen

Der DEPV empfiehlt für Privatkunden die Verwendung von vorgefertigten Lagern als Komplettlösung. Sie beinhalten in der Regel neben dem eigentlichen Lagerbehälter auch bereits das lagerseitige Befüll- und →Austragssystem. Auf diese Weise kann der Planungs- und Montageaufwand gegenüber dem selbstgebauten Lager deutlich reduziert werden. Darüber hinaus wird die statische Festigkeit, ebenso wie die fachgerechte Abdichtung gegen Staubaustritt durch den Lagerhersteller sichergestellt.

Vorgefertigte Lager werden in verschiedenen Ausführungen für den Innen- und Außenbereich angeboten. Für Innen gibt es luftdurchlässige Gewebesilos oder luftundurchlässige Kunststoff- oder Metallbehälter. Außen kommen erdvergrabene Lager aus Beton oder Kunststoff sowie Silos aus Kunststoff oder Metall zum Einsatz. Die Vorteile von individuell errichteten Lagerräumen zeigen sich insbesondere bei größerem Pelletverbrauch und ungünstiger Raumgeometrie, da der Raum gut ausgenutzt werden kann.

Abb. 5: Pelletfachbetriebe beraten kompetent zur Pelletlagerung

Der Bau sollte grundsätzlich von Fachleuten geplant und durchgeführt werden. Eine kompetente Beratung zu Pelletlagern bieten die vom DEPI zum „Pelletfachbetrieb" geschulten Heizungsbauer. Auf **www.pelletfachbetrieb.de** gibt es eine komfortable Suchfunktion nach Postleitzahlen.

3.2 Größe

Für kleine Pelletheizungen im Ein-, Zwei- und kleinen Mehrfamilienhaus sollte das Lager so ausgelegt werden, dass es mind. einen kompletten Jahresbedarf an Pellets fasst. Damit wird die Anzahl der Anlieferungen reduziert. 2 Tonnen Fassungsvermögen sollten für die Belieferung mit einem Silofahrzeug nicht unterschritten werden. In solchen Fällen ist es empfehlenswert stattdessen auf Sackware zurückzugreifen.

Die Größe des benötigten Lagerraums hängt vom Wärmebedarf des Gebäudes ab. Bei der Heizungsumstellung von Öl auf Pellets lässt sich der Pelletbedarf vom bisherigen Ölverbrauch ableiten: Bei gleicher Effizienz der Heizungsanlage wird der Ölverbrauch in l mit dem Faktor zwei multipliziert, um den Pelletbedarf in kg zu erhalten. Beim Ersatz einer ineffizienten Ölheizung kann der Pelletverbrauch um bis zu 20 Prozent niedriger sein. Bei Gasheizungen entsprechen 1 m³ Gas etwa 2 kg Pellets. Alternativ kann die Lagerraumgröße, insbesondere bei Neubauten, dem Gebäudeenergieausweis entnommen werden.

Tabelle 2: Empfohlene Lagergrößen für Pelletheizungen in Abhängigkeit vom Wärmebedarf

Wärmebedarf im Jahr	8.000 kWh	15.000 kWh	30.000 kWh	100.000 kWh
Bisheriger Heizölverbrauch im Jahr	1.000 l	1.875 l	3.750 l	12.500 l
Jahresbedarf Pellets	2.000 kg	3.750 kg	7.500 kg	25.000 kg
Benötigtes effektiv befüllbares Lagervolumen	3 m^3	5,8 m^3	11,5 m^3	38 m^3
Empfohlene Raumgröße für Schrägbodenlager (2,2 m Raumhöhe)	2,5 m^2	4 m^2	8 m^2	28 m^2

Dazu muss der dort angegebene spezifische Endenergiebedarf (s. Abb. 6) für Heizung, Warmwasser und Lüftung addiert und dann mit der Wohnfläche multipliziert werden.

Der Jahresbedarf an Pellets (Gewicht in kg) entspricht etwa einem Viertel des Wärmebedarfs (kWh). Für diese Rechnung wird ein angenommener Heizwert von ca. 5 kWh/kg Pellets multipliziert mit einem Jahresnutzungsgrad der Heizung von 0,8 angesetzt. Das Fassungsvermögen eines Pelletlagers in t

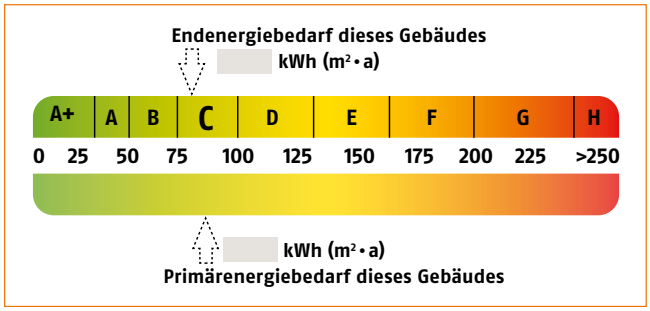


Abb. 6: Darstellung des Energiebedarfs im Energieausweis für Wohngebäude

wird außerdem von der –› Schüttdichte der Pellets (vgl. Abschnitt 2.1) beeinflusst, die i. d. R. zwischen 630 und 720 kg/m^3 liegt und sich von Lieferung zu Lieferung unterscheiden kann.

FAUSTFORMEL

Lagervolumen eines –› Schrägbodenlagers in t entspricht bei normaler Raumhöhe von 2,2 m circa den Quadratmetern der Grundfläche des Raumes.

Wegen des Abstands der –› Einblasstutzen zur Decke und den Fließeigenschaften der Pelletschüttung kann das Volumen eines Lagerraums nie vollständig genutzt werden. Bei Schrägbodenlagern stehen je nach Geometrie des Raums und Anzahl der Einblasstutzen nur knapp zwei Drittel des Raumvolumens für die Lagerung zur Verfügung.

In Tabelle 2 wird das Verhältnis des Wärmebedarfs zum Brennstoffverbrauch dargestellt. In den Auslegungsbeispielen wird ein Jahresnutzungsgrad von 0,8 angenommen.

Pelletlager sollten so konzipiert werden, dass sie für eine vollständige Entnahme nicht betreten werden müssen.

3.3 Lage, Zugänglichkeit und Befüllsystem

Der Lagerraum sollte nach dem Prinzip der kurzen Wege ausgewählt werden (s. Abb. 7). Sowohl die Strecke vom Lieferfahrzeug ins Lager als auch der Austragsweg vom Lager zum Kessel soll so kurz (und gerade) wie möglich gehalten werden. Hierdurch wird die Entstehung von Staub und → Feinanteil vermindert. Einblas- und → Absaugstutzen müssen für das Lieferpersonal mit ausreichender Montagefreiheit zum Ankuppeln der Schläuche versehen und gefahrlos erreichbar sein.

Darüber hinaus muss eine ausreichende Lagerbelüftung realisierbar und ein einfacher Zugang zum Lager (Reinigung, Prüfung vor der Befüllung) gegeben sein. Die Bestimmungen der VDI-Richtlinie 3464-1 und der DIN EN ISO 20023 zur Lagerung von Holzpellets beim Verbraucher sowie die Brandschutzanforderungen der jeweiligen Landesfeuerungsverordnung sind zu beachten. Die Zugänglichkeit zum Lager sollte unter den folgenden Gesichtspunkten geplant werden:

STELLPLATZ LIEFERFAHRZEUG

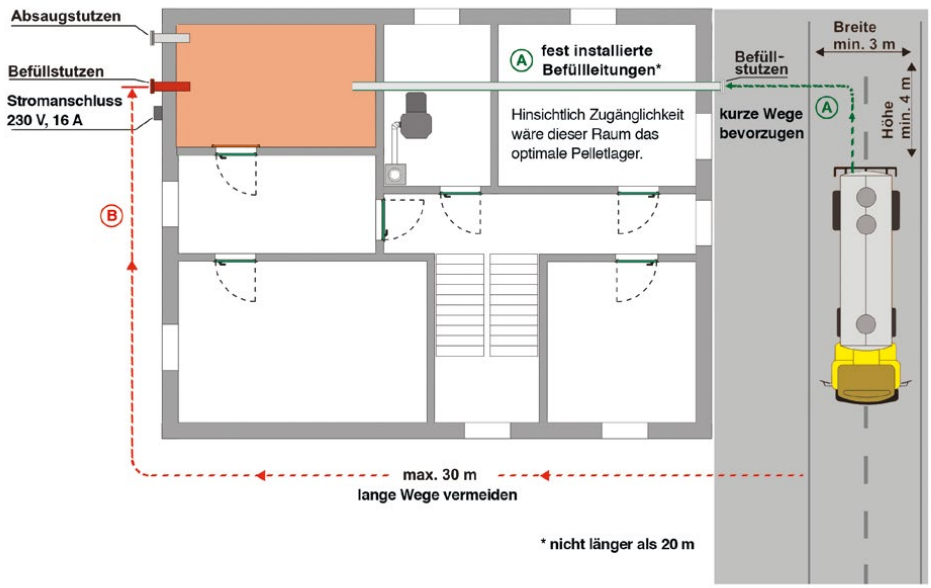
- Geeigneter Stellplatz für das Lieferfahrzeug: Belastbar bis 10 t Achslast, möglichst eben, keine halbhohen Pflanzen vor dem Auspuff (Motor läuft beim Einblasen!), keine Behinderung des fließenden Verkehrs.
- Geeignete Zufahrt: Wegbreite mind. 3 m, Durchfahrtshöhe 4 m, Gewicht und Wenderadius beachten!
- Kurze → Einblasstrecke, max. 40 m Länge zur Einblasmündung im Lager (→ Schlauchweg inkl. fest installierter → Befüllleitung).

Das Einblasen von 6 t Pellets dauert ohne Auf- und Abbau ca. 20 Min. In dieser Zeit laufen sowohl der Motor des Lkw, als auch der Kompressor. Deshalb sollten ggf. Lärmschutzaspekte beachtet werden.

BEFÜLLSYSTEM

Das → Befüllsystem hat die Aufgabe, einen qualitätsschonenden Transport der Pellets von den Einblasstutzen bis ins Lager zu ermöglichen. Die Stutzen des Befüllsystems (→ Kupplungstyp „Storz Typ A", DN 100) sollten unter Verwendung fest installierter Befüllleitungen möglichst ohne Bögen nach außen geführt werden. Die Befüllleitungen sind geeignet zu fixieren, sodass während des Einblasvorgangs und eventuell bei auftretenden Druckstößen keine Schwingungen auftreten, die die gesteckte Verbindung verschieben. Eine Fixierung der Leitungsteile untereinander mit Schrauben, die in den inneren Leitungsquerschnitt ragen, ist nicht zulässig. Klebeband ist nur ein Provisorium und nicht geeignet. In jedem Fall muss sichergestellt werden, dass jedes Segment der Befüllleitung fachgerecht geerdet ist.

Die Stutzen des Befüllsystems müssen ausreichend fixiert sein, damit ein Mitdrehen während des Anschließens eines Befüllschlauchs ausgeschlossen ist. Das Einschäumen der Stutzen genügt nicht. Sie müssen fest eingemauert oder mit Flanschplatten in Position gehalten werden.



A Durch eine fest installierte Befüllleitung wird der Einblasweg kurz und gerade gehalten. Absaugstutzen und Steckdose für das Absauggebläse sollten in jedem Fall direkt an einer Außenwand des Lagers sein.

B Ein langer Schlauchweg mit Richtungsänderungen erhöht den Feinanteil beim Befüllen und sollte vermieden werden.

© Deutsches Pelletinstitut GmbH

Abb. 7: Lage und Zugänglichkeit des Lagers für ein qualitätsschonendes Einblasen (Draufsicht)

Die Anzahl der Einblasstutzen ist abhängig von der Breite und Tiefe des Lagers. Zusätzlich ist eine gesonderte, möglichst kurze Absaugleitung (max. 6 m lang) mit Storz-A-Stutzen vorzusehen, um den Unterdruck während des Einblasvorgangs sicherzustellen. Ein Einblasen durch die Absaugleitung ohne aktive Absaugung sollte nicht erfolgen, da ein Überdruck im Lager entsteht. **Hinweis:** Bei längeren Absaugleitungen >15 m kann durch das Absauggebläse nur ein unzureichender Unterdruck aufgebaut werden (erhöhter Druckverlust der Leitung). Detaillierte Empfehlungen zur Ausführung des Befüllsystems sind Abschnitt 6.2 zu entnehmen.

ZUGÄNGLICHKEIT BEFÜLLSYSTEM:

- Keine Hindernisse (Zäune, Blumenbeete) im Schlauchweg vom Stellplatz des Lieferfahrzeugs zu den → Befüllstutzen.
- Gekennzeichnete Einblas- und Absaugstutzen sind in der Außenwand montiert. Bei vorgefertigten Lagerbehältern fest installierte Befüllleitungen wenn möglich nach außen führen. Wenn die Einblas- und Absaugstutzen im Gebäude sind, sollten diese nicht weiter als 3 m (halbe Länge eines Schlauchsegments) von einer ausreichend großen Öffnung nach außen entfernt sein.
- Einzeln abgesicherter Stromanschluss (230 V, 16 A) in der Nähe des Absaugstutzens für das Absauggebläse des Lieferfahrzeugs. Max. 6 m Schlauchweg vom Absaugstutzen zum Standort des Gebläses.
- Befüllstutzen auf max. 2 m Höhe. Alternativ: sicherer Zugang über Podest oder Rampe.
- Befüllstutzen in Lichtschacht 45° nach oben ansteigend. Abstand der Stutzen zur Geländeoberkante max. 25 cm. Ausreichende Montagefreiheit zum Anschluss der Einblas- und Absaugschläuche! **Achtung:** Im Lichtschacht mit Trittgitter muss über jeden Stutzen, der mit einem → belüftenden Deckel verschlossen ist, ein Blech zum Schutz vor Regen montiert werden. Belüftende Deckel sind bei der vertikalen und horizontalen Anwendung regendicht, bei der Anwendung im Winkel von 45° hingegen nicht!
- Um innenliegende Befüllstutzen einen Arbeitsraum von mind. 50 cm vorsehen.

ZUGANG ZUM LAGER

- Zugänglichkeit für Wartungs- und Reinigungsarbeiten sowohl im leeren als auch im teilgefüllten Zustand vorsehen. Nicht hinter der Prallmatte!
- Zugangstür von 200 cm x 80 cm oder Zugangsöffnung von mind. 80 cm x 80 cm.
- Nach außen öffnende Zutrittstür und Einstiegsöffnung, Brandschutzanforderung abhängig von regionaler Feuerungsverordnung, Abdichtung gegen Staub- und Raumluftaustritt, Druckentlastung auf der Innenseite des Türrahmens mit → Einlegebrettern aus geeignetem Material.
- Ein oder mehrere kleine Sichtfenster aus transparentem Kunststoff zur optischen Füllstandskontrolle in die Einlegebretter hinter der Tür (s. Abschnitt 3.5). Wenn die Anforderungen an Zugänglichkeit und Belüftung innerhalb des Gebäudes nicht erfüllt werden können, sollte eine Außenlagerung (Silo, Erdtank) erwogen werden.
- **Hinweis:** Diese Öffnung mit möglichst großem Abstand zur Einblasleitung / Lüftungsleitung platzieren, damit vor

Tabelle 3: Austrags- und Fördersysteme für kleinere und mittlere Pelletlager

Pelletaustrag	Fördersystem	Verwendung / Eigenschaften
Schnecke	Schnecke	• Für Schrägbodenlager, Trog,- Feder- und konische Silos mit der Austragsseite in kurzer, gerader Entfernung zum Kessel • Robuster und geräuscharmer Betrieb (Schallentkopplung vorausgesetzt)
	Pneumatisch	• Für Schrägbodenlager, Trog-, Feder- und konische Silos • Förderlängen bis 25 m und Förderhöhen bis 5 m
Rührwerk	Pneumatisch und/ oder starre Schnecke	• Für quadratischen Lagerraum, rechteckigen Lagerraum mit Schrägboden an langer Seite und Flachbodensilos sowie große Erdlager • Gute Raumausnutzung
Saugentnahme von oben (z. B. Pellet-Maulwurf)	Pneumatisch	• Für Flachlager, Erdlager und Flachbodensilos • Gute Raumausnutzung, flexible Zuleitung der Saugleitung
Saugsonden am Boden	Pneumatisch	• Für Schrägbodenlager und vorgefertigte Silos • Ohne Schrägböden: nicht nutzbare Restmenge und Anreicherung von Feinanteil zwischen den Saugsonden (nicht zu empfehlen)

dem und während des Betretens des Lagers quergelüftet werden kann.

- **Hinweis:** Das Austragssystem →Schnecke entleert den Bereich des Lagers zuerst, der dem Motor gegenüber liegt. Damit entsteht dort zuerst eine Eintrittsmöglichkeit.

Tabelle 4: Kennwerte zur Berechnung der Wand- und Bodenlasten

Eigenschaft	Wert	Bemerkung
Schüttdichte	750 kg/m³	Wert gemäß DIN EN ISO 20023
Winkel der inneren Reibung (ϕ)	35°	Typischer Wert
Überdruckspitze	0,03 bar	Wert gemäß DIN EN ISO 20023

3.4 Austrags- und Fördersystem

BAUARTEN

Als Austrags- und →Fördersystem wird die technische Einrichtung bezeichnet, welche die Pellets im Lager aufnimmt und zum Heizkessel transportiert. Sie sollte die Pellets störungsarm und möglichst schonend befördern und gut zugänglich sein, um eine Störung auch bei gefülltem Lager beheben zu können.

Austrags- und Fördersysteme lassen sich in mechanisch arbeitende Förderschnecken und pneumatische Saugförderungen unterscheiden (Tabelle 3). Die Wahl des Austragssystems richtet sich dabei nach der Art des Pelletlagers und dem Standort des Kessels. Die am häufigsten genutzten Systeme sind:

- Rein mechanische Systeme mit Förderschnecke und Schrägböden oder →Rührwerk zur Unterstützung der Entnahme.
- Rein →pneumatische Systeme mit geschlossenem Luftkreislauf, welche die Pellets mit einem beweglichen →Saugkopf von oben (z. B. Pellet-Maulwurf) oder über fest installierte →Saugsonden mit Schrägböden unten aufnehmen.
- Pneumatisch-mechanische Kombinationssysteme, bei denen ein mechanischer Austrag (Schnecke) mit einer Saugförderung zum Kessel kombiniert wird.

Bei pneumatischen Fördersystemen kann es sinnvoll sein, Staub über einen Zyklon in der Rückluftleitung abzuscheiden, damit die Rieselfähigkeit der Pellets im Lager nicht beeinträchtigt wird. Die Saugschläuche sind Verschleißteile und sollten für einen eventuellen Tausch zugänglich verlegt werden. Insbesondere in Bögen tritt im Förderschlauch Abrasion (= Abnutzung) auf. Systeme mit Saugsonden auf dem Boden eines Flachlagers sollten vermieden werden, da mit jeder Pelletlieferung eine nicht nutzbare Restmenge an Pellets mit hohem Feinanteil zwischen den Sonden ansteigt und die Störanfälligkeit erhöht.

RÜCKBRAND UND RÜCKSTRÖMENDE GASE

Das Austrags- und Fördersystem verbindet das Pelletlager mit dem Heizungskessel. Es muss ausgeschlossen werden, dass Glut oder Rauchgase aus dem Kessel über das Fördersystem ins Lager gelangen. Hierfür ist die Heizungsanlage mit Sicherheitssystemen auszustatten, wie Zellenradschleusen und Brandschutzklappen, die nach VDI 3464-1 und DIN EN ISO 20023 einem Unterdruck von 20 Pa standhalten müssen. Dieser Schutz ist dann ausreichend, wenn bei der Befüllung des Lagers ein vollständiger Ausbrand durch rechtzeitiges Abschalten der Heizung sichergestellt wird (gemäß Abschnitt 2.2). Dabei ist zu beachten, dass Zellenradschleusen Verschleiß unterliegen und Brandschutzklappen nur dann ihre Aufgaben erfüllen können, wenn die Schließfunktion nicht beeinträchtigt wird. Sicherheitseinrichtungen sind regelmäßig zu warten und auf Funktionsfähigkeit zu prüfen. Wenn die Befüllung des Lagers mit Unterstützung eines Absauggebläses bei laufendem Heizungsbetrieb ermöglicht werden soll, müssen die Schutzeinrichtungen einem Unterdruck von 300 Pa widerstehen. Alternativ muss im Lager eine Öffnung von mind. 2.000 cm² für den Druckausgleich vorgesehen werden.

Eine jährliche Wartung der Heizanlage durch geschultes Fachpersonal, insbesondere der Sicherheitssysteme, ist anzuraten.

3.5 Füllstandsüberwachung

Informationen zum Füllstand des Lagers zu erhalten, ohne dieses betreten zu müssen, ist hilfreich – aus Sicherheitsgründen und zum komfortablen Heizungsbetrieb. Bei individuell gebauten Lagern ist es am einfachsten, hierzu mehrere kleine Bullaugen aus Kunststoff (Plexiglas) in die Einlegebretter zur Druckentlastung der Tür (s. Abb. 19) einzubauen. Diese

sind allerdings aufgrund ihrer elektrostatischen Aufladung nicht geeignet, den Staubanteil im Lager zu beurteilen.
Andere Systeme zur Überwachung des Füllstands sind komplexere technische Lösungen, die den Komfort und die Sicherheit erhöhen oder eine automatisierte Anlagenüberwachung ermöglichen. Dabei werden drei Funktionen unterschieden:

- Erkennen und Melden eines vorgegebenen Minimalfüllstandes, um eine rechtzeitige Nachbestellung zu veranlassen.
- Eine kontinuierliche Füllstandsüberwachung bei großen Lagern (z. B. für Wohnungswirtschaft, Gewerbe, Industrie).
- Bestimmung des Lagerbestands an Pellets für die Heizkostenabrechnung (z. B. in Mehrfamilienhäusern).

Je nach Anforderungen und Art des Pelletlagers kommen für die Füllstandsüberwachung unterschiedliche Messverfahren in Frage. Zur Erkennung des Minimalfüllstands werden häufig Drucksensoren oder kapazitive Sensoren eingesetzt. Einige Kessel können einen Hinweis auf den Füllstand des Lagers durch die Umrechnung der Anzahl der Drehbewegung der Einschubschnecke in den Brennraum angeben. Da mit einer durchschnittlichen Schüttdichte gerechnet wird, ist dies aber nur eine Orientierung. Die kontinuierliche Füllstandsüberwachung und die Bestimmung des Lagerbestandes kann durch Wiegezellen oder Ultraschallsysteme realisiert werden. Für die Bestimmung des Lagerbestands zu Abrechnungszwecken bietet der DEPV ein kostenfreies Microsoft Excel™-Tool zur Heizkostenabrechnung an:
www.depv.de/heizungsbetrieb

3.6 Statische Anforderungen

Das Lager muss sowohl dem Gewichtsdruck der Pellets auf den Boden und die Wände als auch den beim Einblasen entstehenden Über- und Unterdruck auf alle Umschließungsflächen widerstehen können. Die Berechnung der individuellen statischen Anforderungen an ein größeres Pelletlager und der Nachweis der Festigkeit ist eine Aufgabe für qualifizierte Fachleute. Für kleinere Lagerräume – bei max. Raumhöhe von 2,5 m – kann auf eine statische Berechnung verzichtet werden, wenn die in Abschnitt 6.1 beschriebenen Materialien und Wandstärken genutzt werden. Bei vorgefertigten Lagersilos hat der Hersteller den Festigkeitsnachweis bereits erbracht. Hier ist nur zu prüfen, ob der Boden des Aufstellraums der Gewichtsbelastung standhält. Wie bei jeder Schüttung wirkt die Gewichtskraft der Pellets nicht nur senkrecht nach unten (auf den Boden), sondern auf Grund der inneren Reibung auch in horizontaler Richtung auf die Seitenwände. Um die Druckbelastung auf Wände und Boden berechnen zu können, müssen das maximale Schüttgewicht der Pellets, die maximale Füllhöhe und der Winkel der inneren Reibung berücksichtigt werden (s. Tabelle 4). Zusätzlich ist für den Einblasvorgang ein max. Überdruck von 0,03 bar (300 kg/m²) hinzuzurechnen. Außerdem muss das Lager beständig gegen den beim Einblasen auftretenden Unterdruck sein (Ausnahme: Silos aus luftdurchlässigem Gewebe).

3.7 Belüftung

In Pelletlagern kann sich auch durch Freisetzungen aus den Pellets oder Rückströmung aus der Feuerungsanlage eine gesundheitsgefährdende Konzentration von Kohlenstoffmonoxid (CO) bilden. Um dies zu vermeiden, ist eine ausreichende Belüftung vorzusehen. Zudem darf das Lager nur unter Einhaltung der in Abschnitt 7.1 beschriebenen Sicherheitshinweise betreten werden.
Die Belüftung von Lagerräumen und luftundurchlässigen Lagerbehältern sollte über den natürlichen Luftaustausch erfolgen. Wenn dies nicht möglich ist, muss er mechanisch vorgesehen werden. Dabei müssen einige Vorgaben eingehalten werden, damit der Luftaustausch groß genug ist. Deshalb stellen VDI 3464-1 und DIN EN ISO 20023 Anforderungen an den freien Lüftungsquerschnitt, den Durchmesser von Lüftungsrohren bzw. -öffnungen und an die max. Leitungslängen. Für →kleine und mittlere Lager mit kurzen Befüllleitungen (≤ 2 m) ist die Deckellüftung über das Befüllsystem eine sichere und zudem die kostengünstigste Lösung.

In der Regel kann das Lager über Lüftungsleitungen belüftet werden. Für große Lager können Höhenunterschiede zwischen Zuluft und Abluft genutzt werden, um den natürlichen Luftaustausch zu erhöhen.

Die Belüftung kann konform der DIN EN ISO 20023 und VDI 3464-1 im DEPI-Lagerkonfigurator bemessen werden:
www.depi.de/lagerkonfigurator

In den Fällen, in denen eine natürliche Lüftung nicht zu realisieren ist, kann eine mechanische Belüftung mit einem saugenden Ventilator (Zulassung für →ATEX-Zone 22) in

Tabelle 5: Anforderungen an den Brandschutz für Brennstofflagerräume und Heizräume / Aufstellräume der Feuerstätte nach MusterFeuV, Stand 2017

Brennstofflagerung außerhalb von Brennstofflagerräumen ≤ 6,5 t Pellets	Brennstofflagerung in Brennstofflagerräumen > 6,5 t Pellets
• Keine Anforderungen an Wände, Decken und Türen • Nicht zulässig in notwendigen Treppenräumen und Fluren sowie Räumen zwischen diesen und dem Ausgang ins Freie	• Wände und Decken feuerbeständig (F90), soweit sie nicht an den Heizraum grenzen • Türen selbstschließend, nach außen öffnend und feuerhemmend (T30), soweit sie nicht ins Freie oder den Heizraum führen • Trennwand zu Heizraum ohne Anforderung
Aufstellraum der Feuerstätte (≤ 50 kW)	**Heizraum (> 50 kW)**
• Keine Anforderungen an Wände, Decken • Dicht- und selbstschließende Türen • Keine weiteren Öffnungen zu anderen Räumen	• Wände und Decken feuerbeständig (F90) • Türen selbstschließend, nach außen öffnend und feuerbeständig (T30), soweit sie nicht ins Freie oder in das Brennstofflager führen • Trennwand zu Brennstofflager > 6,5 t ohne Anforderungen

einer Entlüftungsleitung vorgesehen werden. Der Ventilator kann im geregelten Intervallbetrieb arbeiten und so einen ausreichenden Luftaustausch sicherstellen. Hierfür **muss zusätzlich** eine entsprechend bemessene Zuluftleitung/-öffnung eingeplant werden, um das Ansaugen von Rauchgasen oder Glut aus dem Kessel auszuschließen! Alternativ kann die Funktion des Ventilators an das Öffnen der Tür gekoppelt werden.

Es besteht keine Verpflichtung einen stationären CO-Warner zu installieren. Wenn dies dennoch erfolgt, sollte der Installationsort in umliegenden Räumen oder im Aufstellraum der Heizung sein, nicht aber direkt an der Türe zum Pelletlagerraum. CO-Warner sollten nicht im Pelletlager selbst installiert werden, da der chemische Sensor durch flüchtige Inhaltsstoffe des Holzes angegriffen wird und die Funktionstüchtigkeit nicht sichergestellt werden kann.

Detaillierte Anforderungen und Empfehlungen zur Ausführung der Belüftung des Aufstellraums eines luftdurchlässigen Gewebesilos finden sich in Abschnitt 4.3, für Lagerräume und luftundurchlässige Lagerbehälter in Abschnitt 6.3.

3.8 Brand- und Explosionsschutz

BRANDSCHUTZ

Die Brandschutzanforderungen für die Lagerung von Holzpellets werden in allen Bundesländern durch gesetzlich bindende LFeuVO definiert, die sich an der deutschen MFeuV orientieren, je nach Bundesland aber unterschiedliche Vorgaben aufweisen können. Die aktuelle Fassung der MusterFeuV und die in den verschiedenen Bundesländern gültigen Landesverordnungen sind im Internet zu finden oder beim jeweiligen Landesinnungsverband der Schornsteinfeger zu erfragen.

An die Trennwand zwischen Brennstofflagerraum und Aufstellraum der Heizung bzw. Heizraum wird keine Anforderung an den Brandschutz gestellt, wenn beide als gemeinsamer Brandabschnitt definiert werden. In diesem Fall ist keine bauaufsichtliche Abschottung für die Wanddurchführung und das Austragssystem notwendig.

Wenn Heizung und Brennstofflagerraum in unterschiedlichen Brandabschnitten liegen, müssen die Wanddurchführungen des Fördersystems mit bauaufsichtlich zugelassenen Feuerschutzabschlüssen versehen werden, bei Kunststoffrohren mit Brandschutzmanschetten. Für Förderschnecken in Stahlkanälen sollte wegen fehlender bauaufsichtlich zugelassener Lösungen feuerdämmendes Material (Mineralwolle) verwendet werden, das auf beiden Wandseiten jeweils 30 cm übersteht.

EXPLOSIONSSCHUTZ

Pelletlager bis zu einem Fassungsvermögen von 100 t benötigen kein Explosionsschutzdokument und auch keinen konstruktiven Explosionsschutz. Eine Gefährdungssituation

liegt nur beim Befüllen des Lagers vor, wenn auf Grund der Staubentwicklung in Ausnahmefällen eine explosionsfähige Staubatmosphäre entstehen kann. Um dieses Risiko auszuschließen, sind die folgenden Maßnahmen erforderlich:

- Verwendung zertifizierter Pellets, um Feinanteil und Staub gering zu halten
- Regelmäßige Komplettentleerung und gegebenenfalls Reinigung des Lagers (s. Abschnitt 7.4)
- fachgerechte Erdung der Befüll- und Austragssysteme mit durchgehender Leitfähigkeit von der Kupplung bis zur Mündung
- Beleuchtung und im Lager befindliche Antriebe des Austragssystems mit Zulassung für ATEX-Zone 22, spannungsfrei während des Befüllvorgangs
- Keine Steckdosen und ungeschützt verlegte elektrische Leitungen im Lager

3.9 Feuchtigkeit und Nässe

Pellets sind hygroskopisch. Das heißt, sie nehmen in Umgebung feuchter Wände Wasser auf, wodurch sie aufquellen und unbrauchbar werden. Feuchte Pellets können darüber hinaus die Fördertechnik blockieren. Deshalb ist Folgendes zu beachten:

- Das Pelletlager muss ganzjährig trocken bleiben. Im Neubau ist darauf zu achten, dass Boden und Wände bereits vollständig getrocknet sind.
- Die relative Luftfeuchtigkeit im Lager darf ganzjährig 80 % nur kurzzeitig überschreiten.
- Bei Gefahr von feuchten Wänden (auch zeitweise) sind vorzugsweise Fertiglager einzusetzen oder ein fachgerechter Feuchteschutz herzustellen.

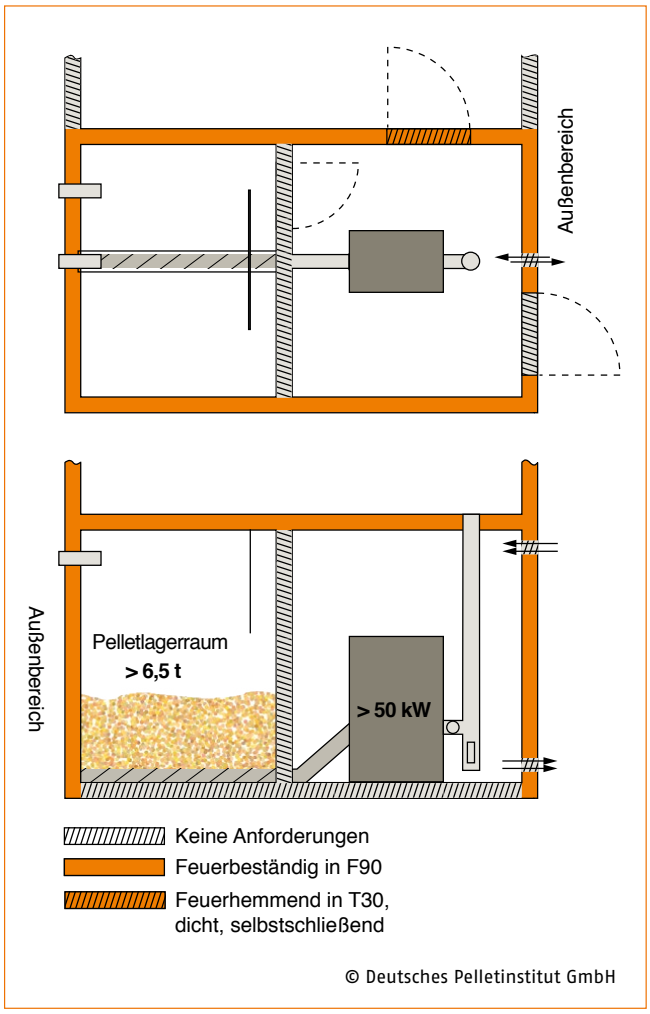


Abb. 8: Brandschutzanforderungen an Heizraum und Pelletlager in einem gemeinsamen Brandabschnitt (Draufsicht und Schnitt)

4. Vorgefertigte Lagersysteme

Die hohen Anforderungen an Pelletqualität und Lagersicherheit haben sich in den letzten Jahren bewährt. Sie werden unter anderem durch vorgefertigte Lagersysteme zuverlässig erfüllt. Dafür müssen diese entsprechend den Herstelleranweisungen fachgerecht aufgebaut und in Betrieb genommen werden. Die Verantwortung dafür liegt beim SHK-Handwerk, das die Gewährleistung für die Funktionseinheit aus Kessel, Entnahmesystem und Pelletlager übernimmt. In einem Übergabeprotokoll gemäß DIN EN ISO 20023 dokumentiert das ausführende Handwerk die verwendeten Bauteile und deren fachgerechte Installation. Sollten die Pellets beim Einblasvorgang mit Pflanzenöl benetzt werden, muss eine Freigabe des Lagerherstellers vorhanden sein.

Vorgefertigte Lagerbehälter lassen sich im Gebäude sowie außerhalb des Gebäudes in Garagen, unter Carports oder z. T. auch frei aufstellen, sofern die Zuführung zum Pelletkessel gewährleistet ist. Die folgenden Abschnitte geben eine Übersicht über die unterschiedlichen Lagersysteme und Hinweise zu deren Aufstellung (Erdlager s. Kapitel 5). Sonderbauformen können bei den im Branchenverzeichnis (s. Kapitel 10) gelisteten Unternehmen erfragt werden.

Auch vorgefertigte Lagersysteme benötigen eine Zugangsmöglichkeit für die Lagerreinigung und zur Störungsbehebung.

4.1 Bauarten

Vorgefertigte Lager werden in unterschiedlichen Materialien und Formen angeboten. Grundsätzlich sind dabei luftdurchlässige Gewebesilos von Lagerbehältern aus luftundurchlässigem Gewebe, Kunststoff, Holz oder Metall zu unterscheiden. Für die Varianten an Fertiglagern bestehen unterschiedliche Anforderungen an das →Befüllsystem und die Belüftung des Aufstellraums. Die meisten Gewebesilos aus luftdurchlässigem Material benötigen keinen →Absaugstutzen, die aus luftundurchlässigem Material schon.

Gewebesilos bestehen aus einem flexiblen, reißfesten und →staubdichten Material, das in einem Metall- oder Holzgestell aufgehängt ist. Sie sind unten häufig mit einem Konus zum Austrag der Pellets ausgestattet (Konussilo). Weitere gängige Ausführungsformen sind Trog-, Feder- und Flachbodensilo. Die Entnahme der Pellets erfolgt je nach Lagertyp von unten mit →Förderschnecken/→Saugsonden oder über eine bewegliche Saugentnahme von oben mittels eines →Saugkopfes (s. Abschnitt 3.4).

Für größere Lagermengen werden vorgefertigte Lager auch in Modulbauweise angeboten. Dabei werden die Entnahmesysteme der einzelnen Silos miteinander verbunden, so dass die automatische Umschalteinheit des Kessels verwendet werden kann.

KONUSSILO

Ein Konussilo kann aus Gewebe, Kunststoff oder Metall bestehen. Das Silo verjüngt sich nach unten (Konusform) zur Entnahmestelle, die sich am tiefsten Punkt des Silos befindet. Die Entnahme erfolgt über Saugsonden oder mit einer kurzen horizontalen Schnecke, die den Anschluss zu einer Saugförderung oder einer Schnecke herstellt. Die Entnahmeschnecke benötigt in der Regel keine Druckentlastung. Für Wartungsarbeiten empfiehlt sich die Möglichkeit der Absperrung bzw. Trennung mit einem Schieber an der Übergabestelle zwischen Silo und Entnahmesystem.

Abb. 9a: Gewebesilo mit Stahlkonus

Abb. 9b: Konussilo in Modulbauweise

Abb. 9c: Konussilo mit Holzrahmen

TROGSILO

Trogsilos sind eine für schmale Räume optimierte Variante des Gewebesilos. Die Entnahme erfolgt entweder per Schnecke, die die Pellets zu einem Absaugpunkt oder direkt zum Pelletkessel befördert, oder mit mehreren Saugsonden.

Abb. 10a: Trogsilo mit Schneckenentnahme und Übergabe an eine Saugleitung

Abb. 10b: Trogsilo mit mehreren Saugentnahmepunkten

FLACHBODENSILO

Flachbodensilos werden in rechteckiger oder runder Form angeboten. Die meisten verfügbaren Modelle haben einen quadratischen Grundriss mit 2 bis 2,5 m Seitenlänge. Speziell für Flachbodensilos entwickelte →Austragssysteme wie der bewegliche Saugkopf für die Entnahme von oben (z. B. Pellet-Maulwurf) oder das →Pellet-Rührwerk mit Austragsschnecke ermöglichen eine weitgehende Entleerung auch ohne Konus oder Auslaufschrägen. Bei einer Entnahme von unten in Flachbodensilos verbleibt eine größere nicht nutzbare Menge von Pellets, in der sich →Feinanteil in der Restmenge anreichert. Diese nicht austragbare Restmenge erhöht sich mit jeder Lieferung.

Es sind auch Flachbodensilos als Fertiglager mit einem Vibrationselement am Entnahmepunkt verfügbar, die den Austrag unterstützen.

Abb. 11: Flachbodensilo mit Saugentnahme von oben

GEWEBESILO MIT HEBEMECHANIK (FEDERSILO)

Gewebesilos mit Hebemechanik vereinen die gute Raumausnutzung eines Flachbodensilos mit den Austragseigenschaften eines Konussilos. Sie sind mit Saug- oder Schneckenentnahme verfügbar. Durch die Hebemechanik kann sich der untere Bereich des Silos bei Belastung absenken und mit zunehmender Entleerung wieder anheben. Dies ermöglicht im gefüllten Zustand einen geringen Abstand zwischen dem Boden des Silos und dem des Aufstellraums. Je leerer das Silo, desto größer wird dieser Abstand. Der entstehende Konus oder Trog unterstützt den Austrag der Pellets und ist je nach Hersteller und Modell unterschiedlich stark ausgeprägt. Bei einem nur schwach ausgebildeten Konus oder Trog kann das Silo mit Unterstützung eines Vibrationselements komplett entleert werden.

Abb. 12: Beispiel eines luftdurchlässigen Gewebesilos mit Hebemechanik (Federsilo) und Saugentnahme von unten

Abb. 13: Ausdehnung eines luftdurchlässigen Gewebesilos im gefüllten und leeren Zustand

4.2 Aufstellung

Fertiglagersysteme werden oft im Keller aufgestellt. Die wichtigste Voraussetzung ist ein tragfähiger waagerechter Untergrund. Andernfalls müssen Unebenheiten mit geeignetem Unterlegmaterial (z. B. Stahlplatten) korrigiert werden. Die Tragfähigkeit des Bodens muss je nach Lagerart für Punkt- oder Flächenlasten ausgelegt sein (s. Abschnitt 3.6).
Die Luftfeuchtigkeit im Aufstellraum eines Gewebesilos darf 80 Prozent nur kurzzeitig überschreiten. Kellerfeuchte Räume sind als Aufstellort geeignet, solange die Luft das Gewebe umströmen kann. Der Raum muss gut belüftet werden, um die Bildung von Kondenswasser zu verhindern (ergänzend gilt Abschnitt 3.9).
Bei der Aufstellung eines luftdurchlässigen Gewebesilos ist dessen Ausdehnung beim Einblasen zu berücksichtigen. Es muss so positioniert werden, dass das Gewebe bei vollständiger Entfaltung nicht an Wänden, Decken oder Gegenständen wie z. B. Lampen, Rohrleitungen oder sonstigen Einbauten anliegt, damit ein frühzeitiger Verschleiß vermieden wird.

Vorgefertigte Lagersysteme benötigen um die →Befüllstutzen eine ausreichende Montagefreiheit. Die Stutzen sollten, wenn möglich, durch fest verlegte →Befüllleitungen ins Freie geführt werden. Sind die Stutzen im Gebäude, sollte die benötigte Schlauchlänge nach außen max. 3 m und der Abstand zwischen Befüllstutzen und Wänden mind. 0,8 m betragen. Generell gilt eine max. Reichhöhe von 2 m. Ansonsten ist eine feste Aufstiegseinrichtung zu installieren, die sicher und freihändig betreten werden kann. Der Befüllstutzen muss so gesichert werden, dass dieser auch bei angekuppeltem Befüllschlauch waagerecht bleibt. Der Einblasstrahl wird sonst das Gewebe im oberen Bereich in kurzer Zeit zerstören.
Das Material des Befüllsystems einschließlich der Befüllleitungen muss ableitfähig sein und ist von einem Elektriker mit einem 4-mm²-Kabel fachgerecht zur Potenzialausgleichsschiene zu erden.
Grundsätzlich lassen sich vorgefertigte Lagersysteme auch außerhalb des Gebäudes aufstellen. Neben den statischen Anforderungen an den Untergrund sind bei der oberirdischen Außenaufstellung Witterungseinflüsse (z. B. Wind, Regen, Schneelast) zu berücksichtigen. Zudem sollte ein Schutz vor UV-Strahlen und Feuchtigkeit vorgesehen werden.

4.3 Belüftung

Die Belüftungsanforderungen an den Aufstellraum vorgefertigter Lagersysteme sind abhängig davon, ob der Lagerbehälter luftdurchlässig oder luftundurchlässig ist. Für Lagerbehälter aus luftundurchlässigem Material gelten die gleichen Belüftungsanforderungen wie für Lagerräume (s. Abschnitt 6.3, Tabelle 7). An dieser Stelle werden daher ausschließlich die Anforderungen an luftdurchlässige Gewebesilos beschrieben.

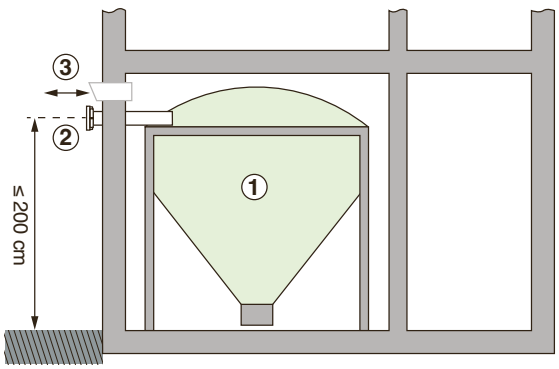
Tabelle 6: Lüftungsanforderungen an den Aufstellraum eines luftdurchlässigen Gewebesilos (nach VDI 3464-1 und DIN EN ISO 20023)

Fassungsvermögen	Anforderungen an die Belüftung des Aufstellraums
≤ 15 t	Belüftungsöffnung ins Freie mit einer freien Öffnung von ≥ 15 cm²/t
> 15 t < 100 t	Belüftungsöffnung ins Freie mit einer freien Öffnung von ≥ 150 cm² und ≥ 8 cm²/t Pellets ***Hinweis:*** *Keine andere Nutzung des Aufstellraums erlaubt.*

Hinweis für beide: *Ein Gewebesilo ohne Absaugstutzen erfordert für den Befüllvorgang zusätzlich eine temporäre Öffnung ins Freie von mind. 400 cm², damit die Förderluft beim Einblasen der Pellets entweichen kann.*

Der Aufstellraum eines luftdurchlässigen Gewebesilos darf nicht als Wohn- und Arbeitsraum genutzt werden und benötigt eine ausreichend große Lüftungsöffnung ins Freie (s. Tabelle 6). Ausnahme: Ist das Raumvolumen des Aufstellraums mindestens 50 Mal größer als das → Fassungsvermögen des Gewebesilos, darf der Aufstellraum als Arbeitsraum genutzt werden. Beim Betreten des Aufstellraums nach der Belieferung mit Pellets sind Sperrfristen zu beachten.

Unabhängig vom Fassungsvermögen des Lagerbehälters muss der Aufstellraum eines Gewebesilos über eine Öffnung mit mind. 400 cm² lichtem Querschnitt verfügen, damit die Förderluft (bis zu 1.200 m³/h) beim Einblasen der Pellets ins Freie entweichen kann. Bei der Positionierung des Silos im Aufstellraum der Feuerstätte kann die Öffnung für die Verbrennungsluft der Feuerstätte für das Erreichen von mind. 400 cm² lichtem Querschnitt hinzugerechnet werden (s. Ausführungsbeispiele). Eine Absaugung der luftdurchlässigen Gewebesilos findet beim Befüllvorgang nicht statt. Aus diesem Grund braucht die Heizanlage währenddessen nicht abgeschaltet werden.

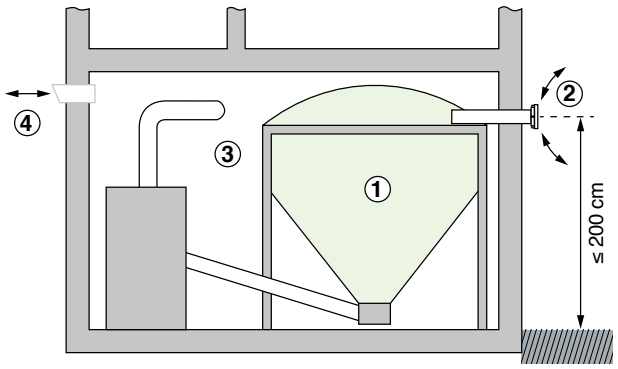


① Luftdurchlässiges Gewebesilo
② Einblasstutzen mit belüftenden Deckeln
③ Belüftungsöffnung (wenn belüftende Deckel nicht ausreichen)

© Deutsches Pelletinstitut GmbH

Abb. 15: Belüftungslösung für luftdurchlässige Gewebesilos ohne Absaugstutzen in einem Aufstellraum mit nach außen geführtem Stutzen

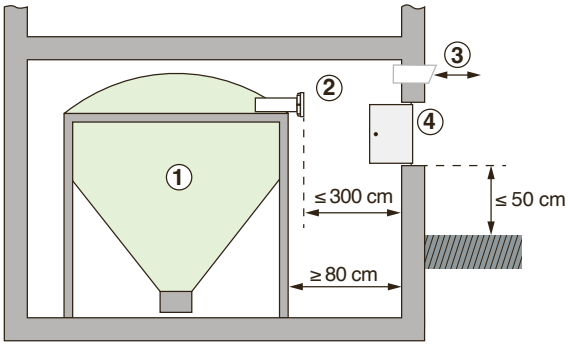
AUSFÜHRUNGSBEISPIELE



① Luftdurchlässiges Gewebesilo
② Einblasstutzen mit belüftendem Deckel
③ Heizraum
④ Belüftungsöffnung ≥ 400 cm²

© Deutsches Pelletinstitut GmbH

Abb. 14: Belüftungslösung für luftdurchlässige Gewebesilos ohne Absaugstutzen im Heizraum mit nach außen geführten Befüllstutzen



① Luftdurchlässiges Gewebesilo
② Einblasstutzen
③ Belüftungsöffnung
④ Fenster oder Tür zur Verlegung des Befüllschlauchs während der Anlieferung

Hinweis: Max. 3 m Schlauchweg im Raum zulässig

© Deutsches Pelletinstitut GmbH

Abb. 16: Belüftungslösung für luftdurchlässige Gewebesilos ohne Absaugstutzen mit Befüllstutzen im Heizraum

5. Erdlager

Erdvergrabene Pelletlager (Erdlager) müssen besondere Anforderungen erfüllen. Aufgrund ihrer Lage müssen sie absolut dicht gegen Feuchtigkeit bzw. eindringendes Wasser sein sowie gegen Auftrieb durch Grundwasser gesichert werden. Ein Erdlager wird über Leerrohre mit dem Gebäude verbunden, in denen die Saug- und Rückluftleitungen des → Fördersystems geschützt verlaufen und jederzeit ausgetauscht werden können. Die Temperaturen im Erdlager verändern sich im Jahresverlauf kaum und liegen die meiste Zeit unterhalb der Umgebungstemperatur, was einen natürlichen Luftaustausch behindert. Vor dem Betreten muss unbedingt mit einem mobilen Gebläse mechanisch belüftet werden. In ein Erdlager darf man nur nach Messung des CO-Gehalts und in Anwesenheit einer eingewiesenen außenstehenden zweiten Person einsteigen (s. auch Abschnitt 7.2)! Während des gesamten Aufenthalts im Erdlager muss ein mobiles CO-Warngerät getragen werden.

Abb. 17: Erdlager aus Kunststoff mit senkrechter Förderschnecke

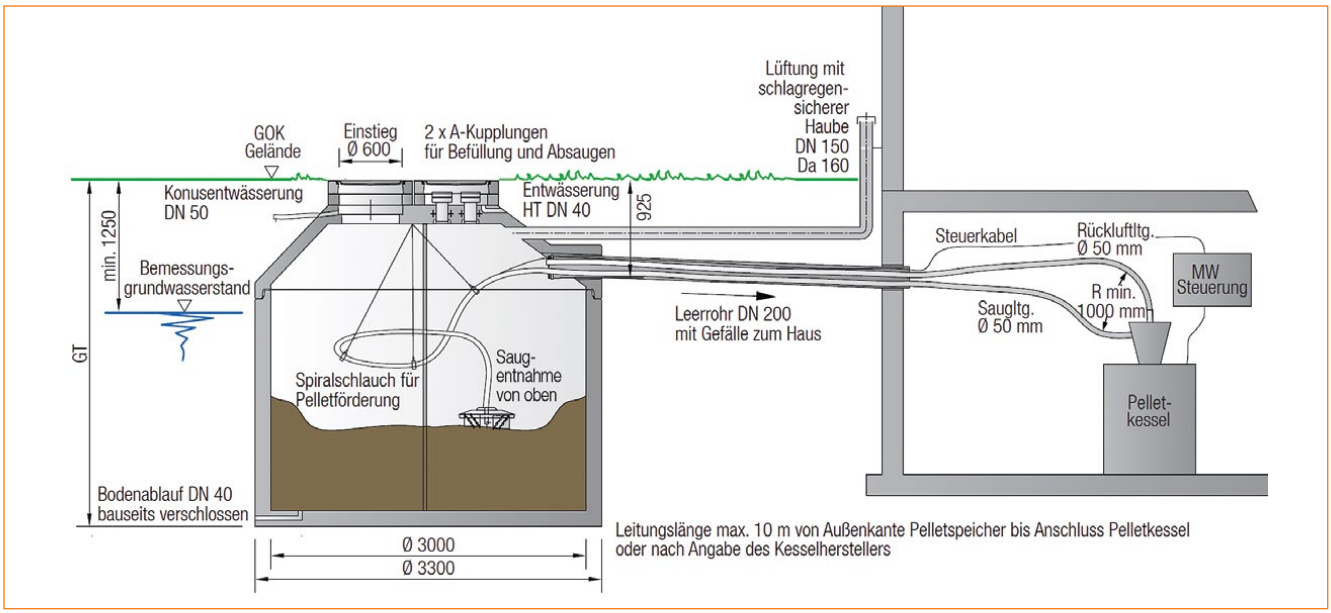


Abb. 18: Erdlager aus Beton mit Saugentnahme von oben

6. Lagerräume

6.1 Auswahl und Errichtung

In der Regel wird für die Lagerung von Holzpellets ein Kellerraum genutzt. Es können aber auch andere Räumlichkeiten, wie z. B. ehemalige Garagen oder Dachböden, als Pelletlager dienen. Die Auswahl oder Errichtung des Raums sollte unter folgenden Gesichtspunkten erfolgen:

- Ausreichende Raumgröße (s. Abschnitt 3.2)
- Kurze Förderwege (s. Abschnitt 3.3)
- Geeignete Statik (s. Abschnitt 3.6)
- Erfüllung Brandschutzanforderungen (s. Abschnitt 3.8)
- Schutz vor Feuchtigkeit und Nässe (s. Abschnitt 3.9)
- Praktikable Belüftungslösung (vorzugsweise →belüftende Deckel, s. Abschnitt 6.3)

In der Praxis hat sich ein rechteckiger Grundriss des Lagerraums als geeignet erwiesen. Die Umschließungswände müssen den statischen Anforderungen standhalten, indem sie fachgerecht errichtet und mit dem umgebenden Mauerwerk an Decke und Boden verbunden werden. Von dem Einbau von Glasfenstern und großflächigen Kunststoffscheiben ist abzusehen, da diese ohnehin mit einer undurchsichtigen Druckentlastung (eingelegte Bretter) kombiniert werden müssen und Splittergefahr besteht. Stattdessen wird eine optische oder sensorbasierte Füllstandsüberwachung (s. Abschnitt 3.5) empfohlen.

Nach Möglichkeit sollte sich der Zugang zum Lager in ausreichendem Abstand zur Mündung der Belüftungsleitung befinden, um eine Querlüftung vor dem Betreten zu ermöglichen (s. Abb. 19). Die Öffnung sollte dabei nicht hinter der Prallmatte sein. Pelletlager sollten grundsätzlich auch im halb befüllten Zustand begehbar bzw. der Zugang zu öffnen sein.

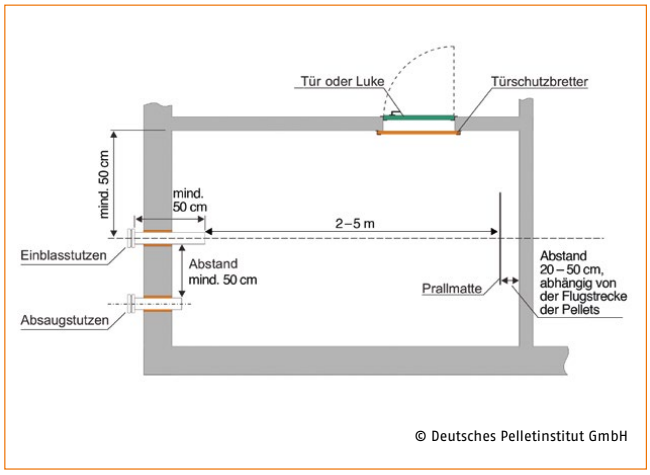


Abb. 19: Grundriss eines Pelletlagerraums (Lüftung über Befüllsystem)

Die Größe der Tür/Luke zum Lager muss einen einfachen Zugang ermöglichen, z. B. zur Reinigung und für die Sichtkontrolle durch den Lieferanten vor der Befüllung.

Bei größeren Pelletlagern ist bezüglich Statik und Brandschutz unbedingt ein Fachmann hinzuzuziehen. Für Lagerräume mit bis zu 10 t →Fassungsvermögen und ca. 2,2 m Raumhöhe haben sich folgende Wandstärken als Tragkonstruktion bewährt:

- Stahlbeton: 10 cm
- Holzkonstruktionen: 12-cm-Balken, Abstand 62 cm, beidseitig mit 15 mm →OSB-Platten beplankt, konstruktiver Anschluss an Decke, Boden und Wände.

Bereits vorhandene tragende Wände aus Mauerziegel mit mind. 17,5 cm Stärke (im Verband gemauert, beidseitig verputzt, Ecken verstärkt und mit der Decke verbunden) sind geeignet. Nicht tragende Wände sind in der Regel nur mit Verstärkungen insbesondere zur Decke nutzbar. Die Eignung sollte individuell geprüft werden. Wände aus Porenbeton sind ohne statischen Nachweis nicht zu empfehlen.

6.2 Ausbau zum Pelletlager

Der Ausbau des Lagerraums umfasst die statische Ertüchtigung, das sorgfältige Abdichten gegen Staubaustritt, die Innenauskleidung, die Installation des Befüll- und →Austragssystems, ggf. eine separate Belüftungslösung und die Montage einer Prallmatte, die für das schonende Einblasen der Pellets unbedingt erforderlich ist. Im Lagerraum dürfen sich keine Elektroinstallationen wie Schalter, Licht, Verteilerdosen etc. befinden. Ausnahmen sind explosionsgeschützte Ausführungen oder z. B. Entnahmesysteme, die speziell für die Anwendung im Pelletlager konzipiert sind. Fest installierte Lampen sollten generell vermieden werden, da sie eine Gefahrenquelle darstellen.

Abwasserleitungen sollten gegen mechanische Beschädigung beim Einblasen geschützt werden. Des Weiteren sollten im Lager eine mit Druck beaufschlagte Leitung für Wasser oder Heizung vermieden werden, da bei Leckagen die Pellets und die Konstruktion beschädigt werden.

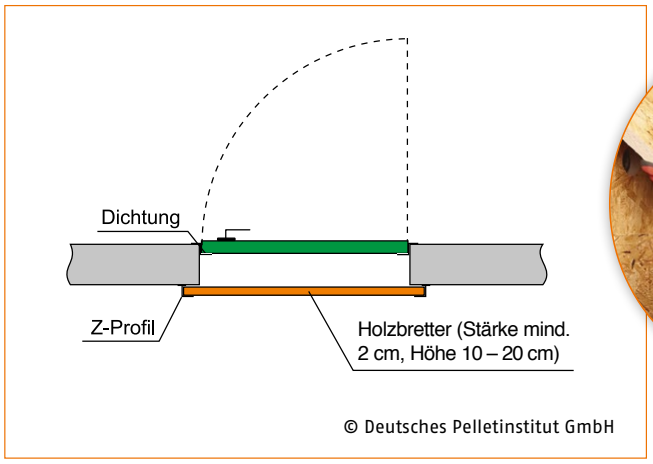


Abb. 20: Druckentlastung der Zugangstür/-luke bzw. Einstiegsöffnung (Draufsicht)

ABDICHTUNG

Zur Vermeidung von Beeinträchtigungen der umliegenden Räume sind Lagerräume und vorgefertigte Lager gegenüber dem Wohn- und Arbeitsbereich fachgerecht abzudichten. Fugen und Anschlüsse auch in darüberliegenden Stockwerken müssen dabei einbezogen werden.

Versorgungsleitungen oder Lüftungsschächte, die den Lagerraum durchqueren, sollten vermieden werden. Andernfalls sind auch diese sorgfältig abzudichten. Lüftungsschächte und -leitungen sind entsprechend der regionalen Brandschutzbestimmungen (LFeuVO) und des Fassungsvermögens feuerbeständig und luftdicht auszuführen. Auch Wanddurchbrüche für das Befüll- und das Austragssystem müssen sorgfältig abgedichtet werden. Zum Schallschutz sind Wanddurchführungen und Befestigungen beweglicher Teile so auszuführen, dass die Übertragung von Körperschall bei der Befüllung und Entnahme der Pellets auf das Bauwerk verhindert wird.

Türen und Zugangsöffnungen sind unbedingt –› staubdicht zu gestalten. Sie müssen nach außen öffnen und mit einer umlaufenden Dichtung versehen sein. Damit die Pellets beim Öffnen der Tür nicht hinausrieseln, müssen auf der Innenseite des Türrahmens –› Einlegebretter angebracht werden (s. Abb. 20). Die Höhe pro Brett sollte 20 cm nicht überschreiten, so dass durch die Herausnahme der oberen Bretter einfach in das Lager geschaut werden kann. Türschlösser sollten an der Innenseite staubdicht verschlossen werden, damit die Schließfunktion nicht durch Pelletstaub beeinträchtigt wird. Fenster müssen für diesen Einsatz zugelassen sein (Sicherheitsglas; Druckspitzen lassen anderes Glas gefährlich splittern).

INNENAUSKLEIDUNG

Oberflächen im Lager sollten trocken und abriebfest sein. Ist dies nicht sichergestellt, kann ein entsprechender Feuchteschutz, z. B. durch eine hinterlüftete Vorwandschalung sinnvoll sein. Horizontale Flächen, auf denen sich Staub ansammeln kann, sind zu vermeiden. Decken und Wände sind so zu gestalten, dass es nicht durch Abrieb oder Ablösungen zur Verunreinigung oder Beschädigung der Pellets kommt.
Bestehende und nicht mit vertretbarem Aufwand entfernbare Rohrleitungen, Abflussrohre etc., die die Flugbahn der Pellets beim Befüllen kreuzen könnten, sind strömungsgünstig und bruchsicher mit Blechen oder Siebdruckplatten zu verkleiden. Alle Wanddurchführungen sind sorgfältig abzudichten. Bei Deckendämmungen sind diese mindestens im Bereich des Pelletstrahls mit glatten abriebfesten Oberflächen zu schützen (Blech, Siebdruckplatten; ungeeignet sind OSB oder Spanplatten).

SCHRÄGBÖDEN

–›Schrägböden führen die Pellets zum Entnahmebereich. Sie ermöglichen dadurch auch eine nahezu vollständige Entleerung des Lagers. Bei der Materialauswahl und der Errichtung der Schrägböden ist Folgendes zu beachten (s. Abb. 21):

- Damit die Pellets zur besseren Entleerung nachrutschen, sollte der Winkel des Schrägbodens vorzugsweise 45° betragen. Kleinere Winkel zwischen 35° und 45° sind nur geeignet, wenn die Oberfläche eine äußerst geringe Reibung aufweist und besonders glatt ist. In der Praxis haben sich Siebdruckplatten und Schrägen mit glatten Laminatauflagen bewährt. Einfache Spanplatten und OSB-Platten sind nur für den Unterbau geeignet, nicht aber als Oberflächenmaterial!

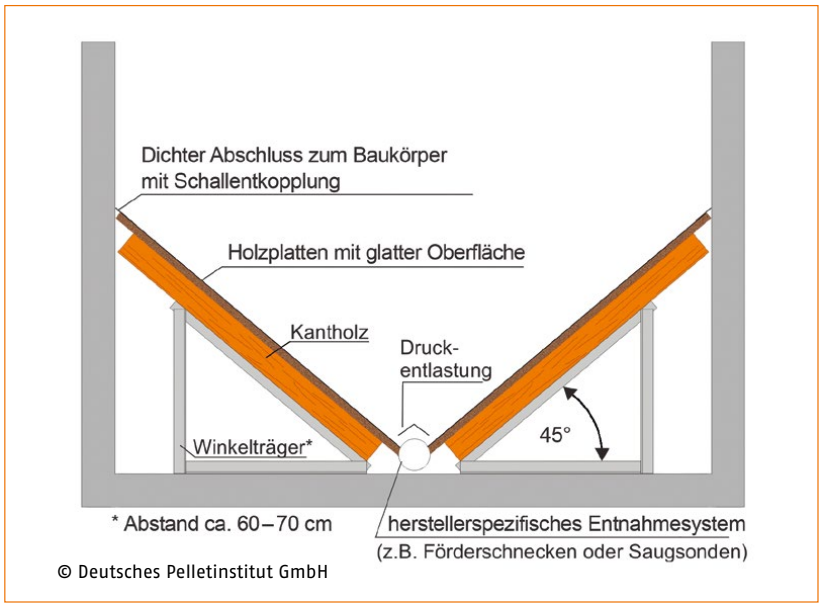


Abb. 21: Ausführungsempfehlung für Schrägböden

- Zum besseren Nachrutschen der Pellets und zur Vorbeugung gegen Staubablagerung sind auch Kanten, Stege und horizontale Auflageflächen zu vermeiden.
- Zur besseren Verteilung des Gewichts hat sich die Kombination von Winkelträgern mit stabilen Kanthölzern als vorteilhaft erwiesen. Die Winkelträger oder Stützen sollten in einem Abstand von ca. 60 bis 70 cm angebracht werden. Die Schrägen sollten unabhängig von der Wand die auftretenden Lasten auf die Bodenplatte abtragen.
- Die Schrägböden sollten zum Anschluss an die Umschließungswände so ausgeführt werden, dass keine Pellets oder Staub in den Leerraum dringen können und gleichzeitig eine Schallentkopplung zwischen Schrägboden und Wand sichergestellt ist, z. B. mit Dichtbändern.

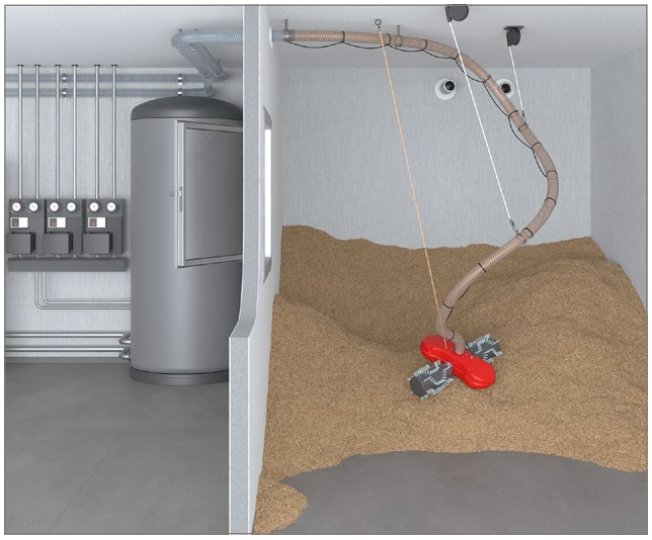


Abb. 22: Flachbodenlager mit Saugentnahme von oben

- Der Anschluss an das Entnahmesystem ist von einem Fachunternehmen und gemäß der Herstelleranleitung auszuführen. Dabei ist auf eine Druckentlastung der Entnahmeeinrichtung gegenüber der Pelletschüttung zu achten. Bei →Entnahmeschnecken dienen Gummiauflagen oder Schwingungspuffer als Schallschutz an den Befestigungsstellen. Auch Befestigungsmaterialien wie Dübel sollten in schallentkoppelnder Ausführung gewählt werden.
- Mit Schrägböden können sowohl →Schnecken als auch →Saugsonden kombiniert werden.

Hinweis: Auch bei Austragung mit Mehrfach-Saugsonden sollten immer Schrägböden zur Unterstützung vorgesehen werden. Diese ermöglichen eine weitgehende Entleerung. Aus Flachbodenlagern mit Saugsonden am Boden werden die Pellets nur unvollständig ausgetragen und die Anreicherung von Feinanteil zwischen den Saugsonden wird begünstigt, was den Schüttwinkel erhöht. Feinanteil behindert das Nachrutschen der Pellets und kann Störungen verursachen.

FLACHBÖDEN

Pellets können auf jedem ausreichend stabilen, abriebfesten und trockenen Untergrund gelagert werden. Bei unklarer Beschaffenheit bzw. unebenen Flächen empfiehlt sich der Einbau eines Unterbodens. Speziell für Flachbodenlager entwickelte Austragssysteme wie der bewegliche →Saugkopf für die Entnahme von oben (z. B. Pellet-Maulwurf) oder das →Pellet-Rührwerk mit Austragsschnecke ermöglichen eine weitgehende Lagerentleerung auch ohne Schrägböden (siehe Abb. 22). Schrägen in nicht erreichbaren Bereichen können aber auch hier sinnvoll sein.

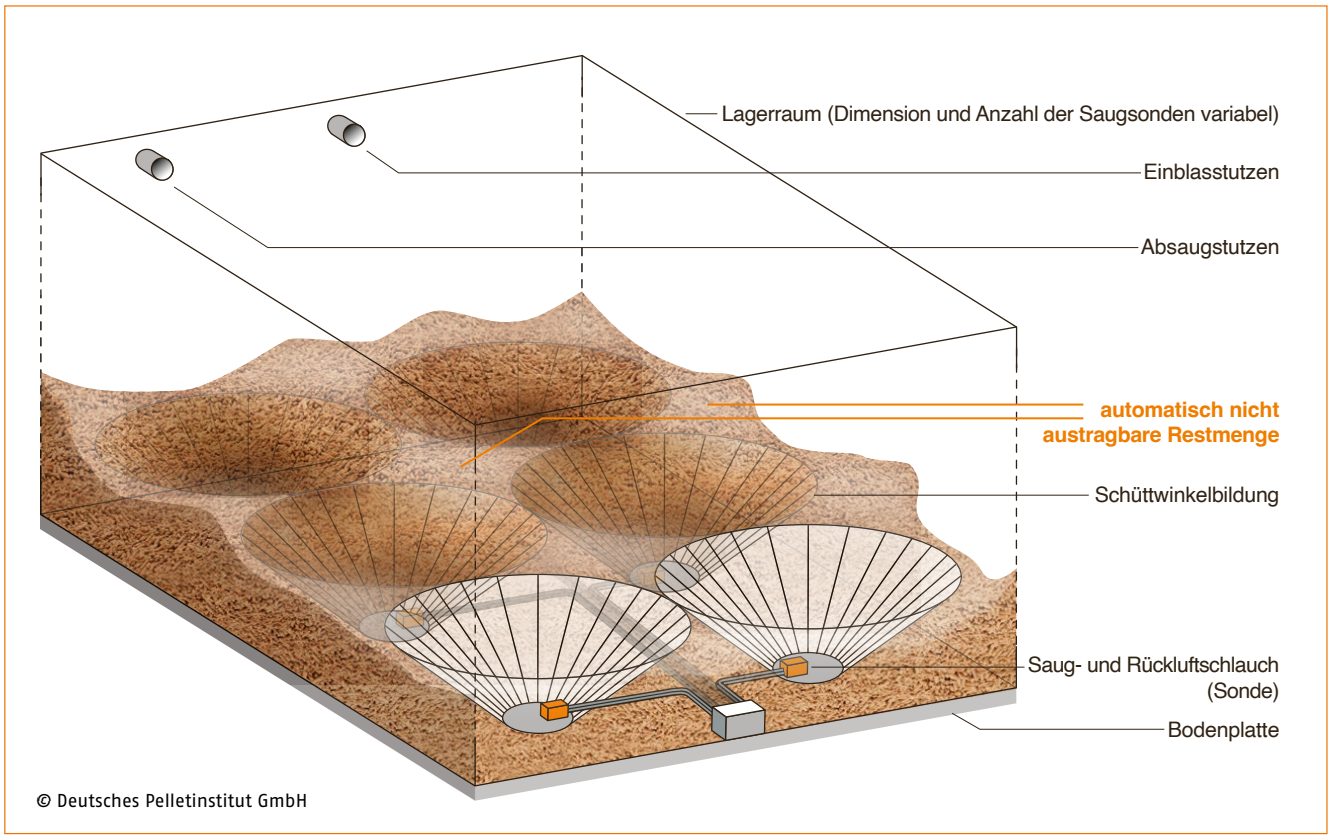


Abb. 23: Werden bei Sonden am Boden keine Schrägböden verwendet, bilden sich Kegel und Hügel zwischen den Sonden, die automatisch nicht ausgetragen werden können. Der Schüttwinkel und somit die nicht nutzbare Menge steigt mit jeder Lieferung in Folge der Kumulierung an Feinanteil in der Restmenge.

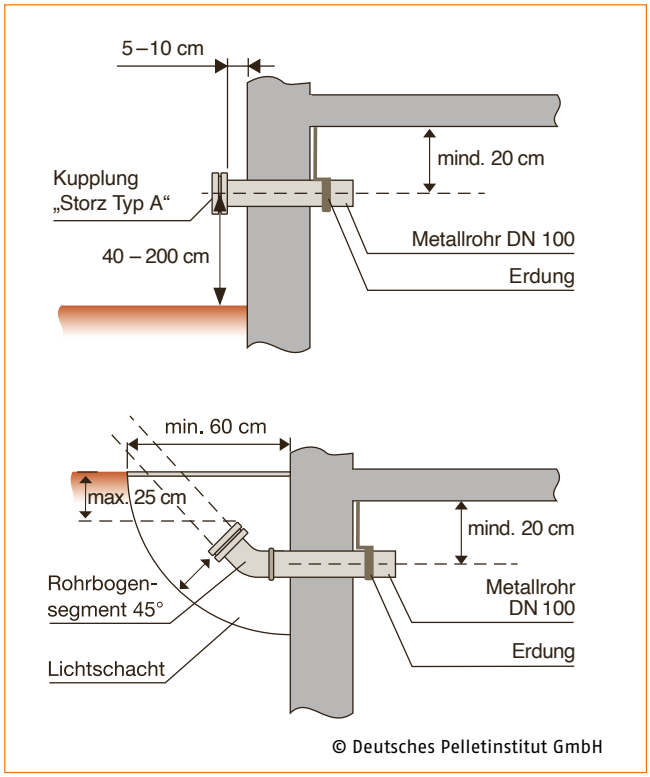


Abb. 24: Anforderungen an die Zugänglichkeit der Befüllstutzen im Freien und im Lichtschacht

Flachbodenlager mit Verzicht auf Schrägen im unteren Bereich ermöglichen zwar eine gute Raumausnutzung, die Pellets können aber nicht allein durch Schwerkraft zu den Entnahmepunkten fließen. Bei diesen Flachbodenlagern mit Entnahme von unten verbleibt eine größere nicht nutzbare Menge an Pellets, wo sich →Feinanteil in der Restmenge anreichert. Die nicht austragbare Restmenge erhöht sich von Lieferung zu Lieferung, da der Schüttwinkel der Pellets steigt (siehe Abb. 23).
Deshalb ist es sinnvoll, die Saugsonden mit Schrägen zu kombinieren. Dabei ist die W-Anordnung der Schrägen mit zwei Tälern empfehlenswert.

BEFÜLLSYSTEM

Ein Pelletlagerraum benötigt mind. jeweils einen →Einblasstutzen und einen →Absaugstutzen. Letzterer ist mit max. seitlichen Abstand mind. 0,5 m zum Einblasstutzen zu installieren und als solcher außen auf Deckel und Rohr zu kennzeichnen. Wenn das nicht möglich ist, dann reicht die Kennzeichnung des Deckels, sofern dieser bspw. mit einer Kette fest mit dem Stutzen verbunden ist.

Die →Befüllstutzen („Storz Typ A", DN 100) müssen für den Lieferanten gut zugänglich sein und ausreichend Montagefreiheit zum Anbringen des Befüll- und Absaugschlauchs bieten. Außen liegende Befüllstutzen über Geländeniveau sollten mind. 40 cm (Spritzwasserschutz) und max. 2 m über dem Erdboden liegen. **Wenn sie sich oberhalb dieser Reichhöhe befinden, muss eine sichere Aufstiegshilfe (Rampe oder Podest) vorgesehen oder die →Kupplung in Reichhöhe nach unten verlängert werden. Eine Anstellleiter reicht nicht aus (s. Abschnitt 3.3). Aus Arbeitsschutzgründen darf der Pelletlieferant in diesem Fall das Lager nicht befüllen!**

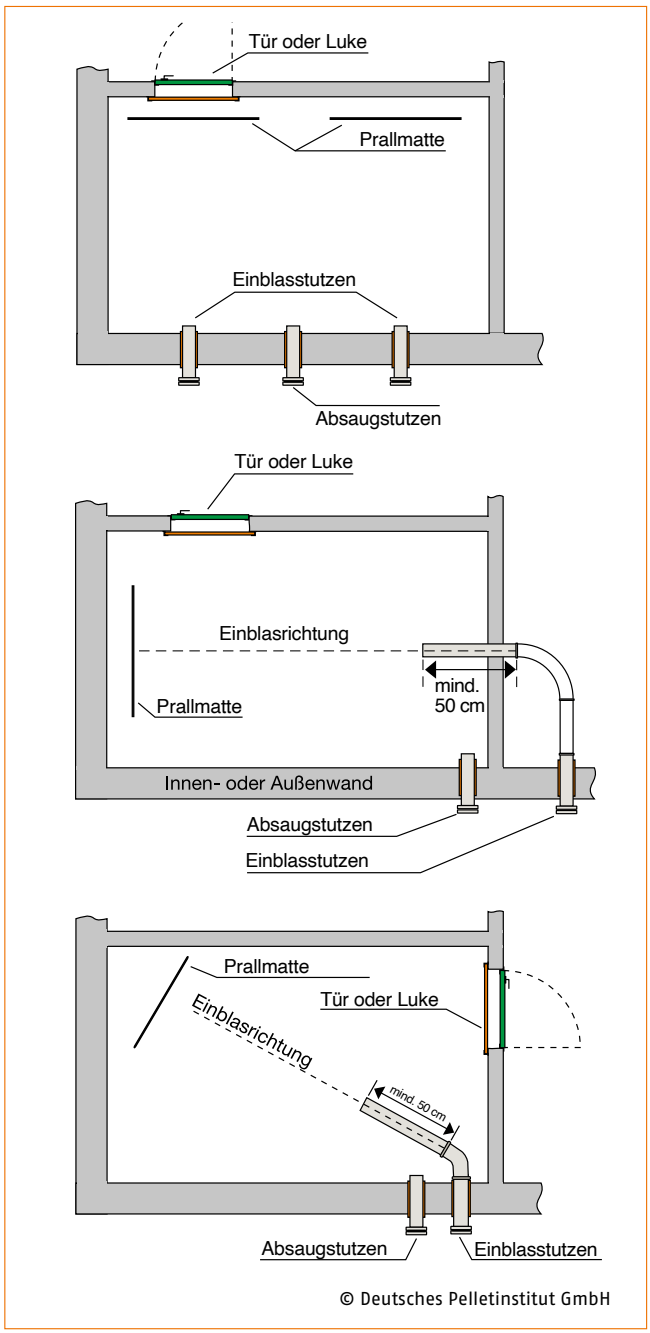


Abb. 25: Ausführungsvarianten für Befüllstutzen an der Längsseite des Lagerraums (Draufsicht)

Nach dem Befüllen müssen die Stutzen nach außen mit vorzugsweise belüftenden Deckeln verschlossen werden.

Befüllstutzen in Lichtschächten sollten mit einem aufwärtsgerichteten 45°-Bogen versehen sein und eine gefahrlose Anbringung des Befüllschlauchs ermöglichen (s. Abb. 24). Auch hier ist auf eine ausreichende Montagefreiheit zu achten. Der Lichtschacht sollte mindestens 50 cm (besser 60 cm) lichte Breite haben, um Pelletlieferanten die Verwendung von D5-Bögen zu ermöglichen.
Die optimale Zahl der Einblasstutzen hängt von der Raumgröße und -geometrie ab. Pellets verteilen sich beim Einblasen breitflächig und schieben sich vom Befüllstutzen aus nach oben bis zur Decke. Von dort ausgehend bildet sich eine Böschung mit rund 30° Gefälle. Die lagerseitigen Einblas- und Absaugstutzen sollten in einem rechteckigen Raum vorzugsweise an der schmaleren Seite angebracht werden. Bei einer Raumbreite von mehr als 3 m empfiehlt es sich, mehrere Einblasstutzen in einem Abstand von 1,5 bis 2 m anzubringen (s. Abb. 25).

Einblasmündungen benötigen einen Abstand von 15 bis 20 cm zur Decke (gemessen zwischen Decke und Oberkante →Befüllleitung). Einblasleitungen, die mehr als 30 cm in den Raum stehen, müssen mind. alle 50 cm mit einer Rohrschelle an der Decke befestigt werden. Bei der Positionierung müssen gegebenenfalls Einbauten im Lagerraum bzw. die Ausführung des Austragssystems berücksichtigt werden.

Das Material des →Befüllsystems (Befüllstutzen und -leitungen) muss ableitfähig und geerdet sein. Die Stutzen sind im Lager mit einer Erdungsleitung zu versehen und fachgerecht mit einem 4-mm²-Kabel zur Potenzialausgleichsschiene zu erden. Alle Leitungen und Bögen sollten aus druckdichten Metallrohren mit einem Innendurchmesser von 100 mm bestehen und auf der Innenseite durchgängig – einschließlich aller Verbindungen – glattwandig sein. Es ist darauf zu achten, dass einzelne Rohrstücke fest miteinander verbunden sind, damit sie sich durch Druckstöße während des Füllvorgangs nicht lösen. Stecksysteme sind ausreichend gegen Verschiebung zu sichern. Wickelfalzrohre sind nicht geeignet (s. auch 3.3. Befüllsystem).

Für unbedingt erforderliche Richtungsänderungen sollten nur Bögen mit mind. 20 cm Krümmungsradius (zweifacher

Durchmesser der Befüllleitung, D2) und einer nachfolgenden Beruhigungsstrecke von mind. 50 cm Länge verwendet werden. Empfohlen wird mind. 30 cm Krümmungsradius (dreifacher Durchmesser der Befüllleitung, D3) zu verwenden. Durch die Fliehkräfte werden die Pellets in Bögen nach außen gedrückt und können sowohl aneinander als auch an die Wand des Rohres stoßen – so entstehen Pelletbruch, Feinanteil und Staub (s. Abb. 26). In einem D2-Bogen kann doppelt so viel Feinanteil wie in einem D5-Bogen entstehen.

Die Verwendung von zwei kurz aufeinanderfolgenden 45°-Bögen bringen keinen Vorteil gegenüber einem weiten 90°-Bogen mit Radius des dreifachen Durchmessers (D3). Für innenliegende feste Befüllleitungen können auch die gleichen Schläuche verwendet werden, die während der Belieferung genutzt werden. Diese sind im Fachhandel oder beim lokalen Pellethändler erhältlich. Der Vorteil ist, dass enge Bögen vermieden werden können und die Erdung über die Litze der Schläuche fachgerecht umgesetzt werden kann.

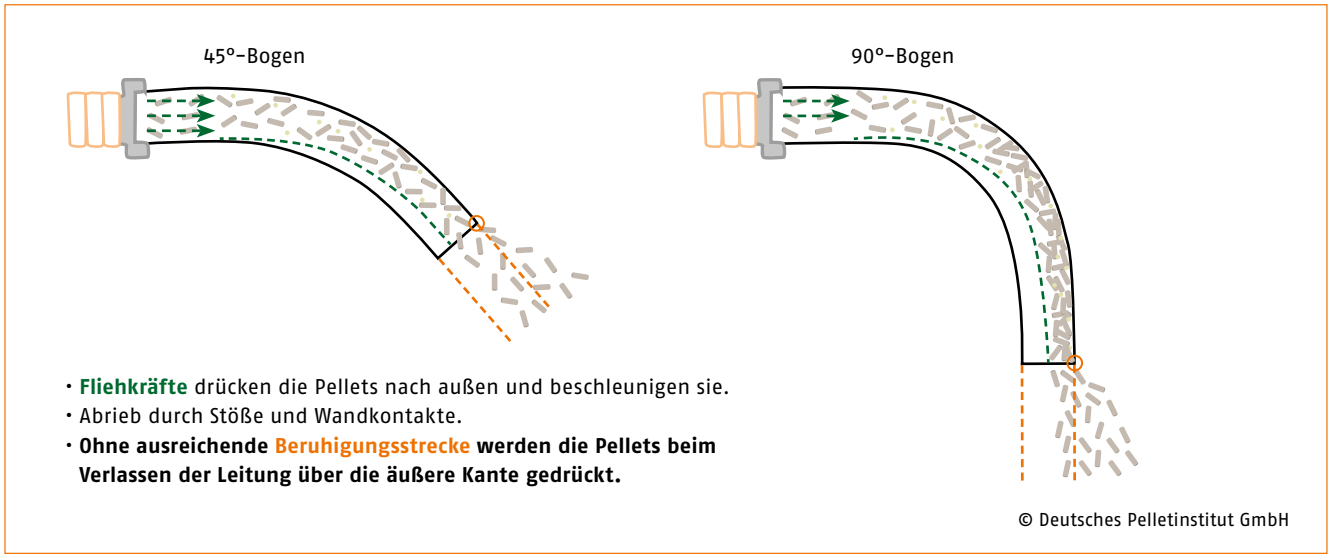


Abb. 26: Strömungswege von Pellets in Bögen

PRALLMATTE

Der Aufprall der eingeblasenen Pellets auf die Wand des Lagerraums ist durch eine oder mehrere abrieb- und reißfeste Prallmatten abzubremsen und die Bewegungsenergie abzuleiten. Geeignete Materialien für Prallmatten sind → HDPE-Folie, →EPDM-Folie oder abriebfeste Gummiwerkstoffe mit einer Stärke von mind. 2 mm.

Achtung: Prallmatten aus ungeeigneten Materialien (Teppiche, weicher Kunststoff) können erhebliche Schäden verursachen, wenn Fasern oder Gummireste in das Austragssystem gelangen!

Die Abmessung für die Prallmatte beträgt ca. 1,2 m × 1,5 m. Sie muss ausreichend groß sein, um den kompletten Strahlkegel aufnehmen zu können. In der Länge muss sie so bemessen sein, dass sie nicht unterblasen bzw. weggedrückt wird. Zu lange Prallmatten können von den Pellets festgeklemmt und abgerissen werden. Bei mehreren Einblasstutzen sind weitere Prallmatten anzubringen.

Die Prallmatte muss quer zur Einblasrichtung an der dem Einblasstutzen gegenüberliegenden Wand in einem angemessenen Abstand befestigt werden. Der Abstand zur Wand sollte je nach Raumgeometrie zwischen 20 – 50 cm betragen. Befestigungsschrauben, Leisten und Winkel dürfen nicht vom Pelletstrahl erfasst werden.

Bei der Erstbefüllung des Lagers sollte geprüft werden, ob die Prallmatte ihren Zweck erfüllt.

RAUMLÄNGEN BIS 2 M

Bei kleinen Pelletlagern bis ca. 2 m Länge ist die Flugstrecke der Pellets sehr kurz, so dass sie geradlinig und mit großer Geschwindigkeit auf die Prallmatte treffen würden. Daher sollte die Prallmatte auf eine gleich große Holzplatte (15 mm) aufgebracht werden und in einem Winkel von 45° bis 60° fest zwischen der Decke und der Rückwand befestigt werden (s. Abb. 27), damit ein Abgleiten der Pellets erfolgt.

RAUMLÄNGEN ÜBER 5 M

Bei Lagerräumen, die länger als 5 m sind, sollten zwei unterschiedlich weit ins Lager reichende Befüllleitungen verwendet werden:

- Das Lager wird zuerst durch die lange Befüllleitung von hinten nach vorn und dann durch die kurze Befüllleitung weiter befüllt. Eine zweite Prallmatte in Längsrichtung ist nicht erforderlich.
- Die Befüllstutzen müssen entsprechend beschriftet sein (lang/kurz).
- Die Prallmatte ist in einem Abstand von 20 – 50 cm von der Rückwand an der Decke zu befestigen (s. Abb. 28).

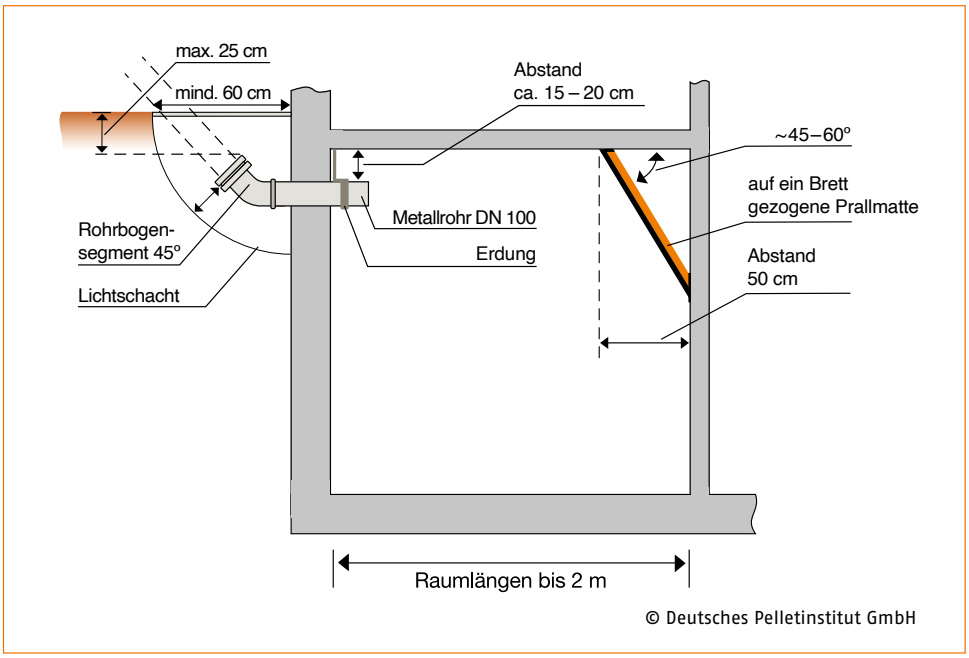


Abb. 27: Ausführungsbeispiel für kurze Lagerräume

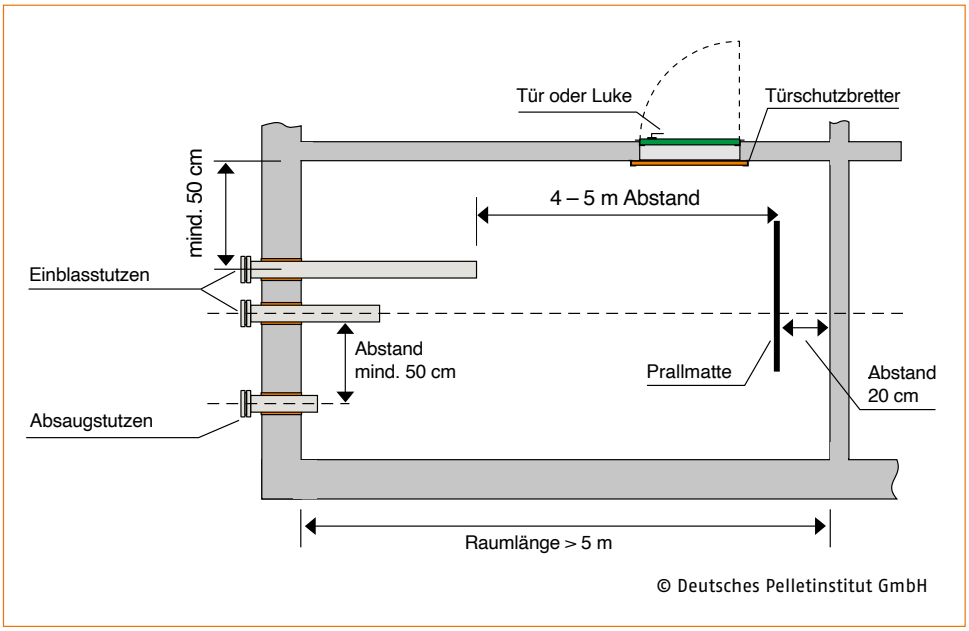


Abb. 28: Ausführungsbeispiel für lange Lagerräume (Draufsicht)

6.3 Belüftung

Die Belüftung von Lagerräumen und luftundurchlässigen Lagerbehältern sollte, wann immer möglich, durch natürlichen Luftaustausch (angetrieben durch den Temperaturunterschied zwischen innen und außen) gewährleistet werden und ins Freie erfolgen. Bei der Installation einer Heizungsanlage in einem Bestandsgebäude kann die Belüftung des Lagers, falls nicht anders möglich, über den gut belüfteten –› Nebenraum (z. B. Aufstellraum der Heizung) sichergestellt werden. In diesen Fall kann der Nebenraum nicht uneingeschränkt betreten werden (siehe Abschnitt 7.2). Für kleine Pelletlager empfiehlt der DEPV eine Deckellüftung am Befüllstutzen. Belüftende Deckel sind mit unterschiedlichen Lüftungsquerschnitten verfügbar und sollten im öffentlichen Außenbereich abschließbar sein.

Tabelle 7 fasst die Anforderungen an die Lagerbelüftung gemäß DIN EN ISO 20023 in Abhängigkeit von der Leitungslänge zusammen.

Bei Lüftungsleitungen von mehr als 5 m Länge ist eine individuelle Berechnung des erforderlichen Lüftungsquerschnitts gemäß den in der DIN EN ISO 20023 beschriebenen Verfahren vorzunehmen. Dabei werden Druckverluste und Höhenunterschiede zwischen der höher liegenden Abluft- und der lagerseitigen Zuluftmündung (s. Abb. 30) berücksichtigt. Der Höhenunterschied führt zu einem natürlichen Luftstrom.

Pelletlager einfach online planen:
www.depi.de/lagerkonfigurator

Wenn keine natürliche Belüftung möglich ist, kann der Luftaustausch mit einem Ventilator erfolgen. Der Ventilator und andere technische Bauteile zur Drucküberwachung sind, unter Berücksichtigung der ATEX-Richtlinie Zone 22, explosionsgeschützt zu nutzen und regelmäßig zu warten. Um keinen Unterdruck im Lager zu erzeugen, muss eine separate Zuluftleitung mit einem freien Querschnitt von mindestens 75 cm² vorhanden sein.

Natürliche Belüftung bevorzugen!

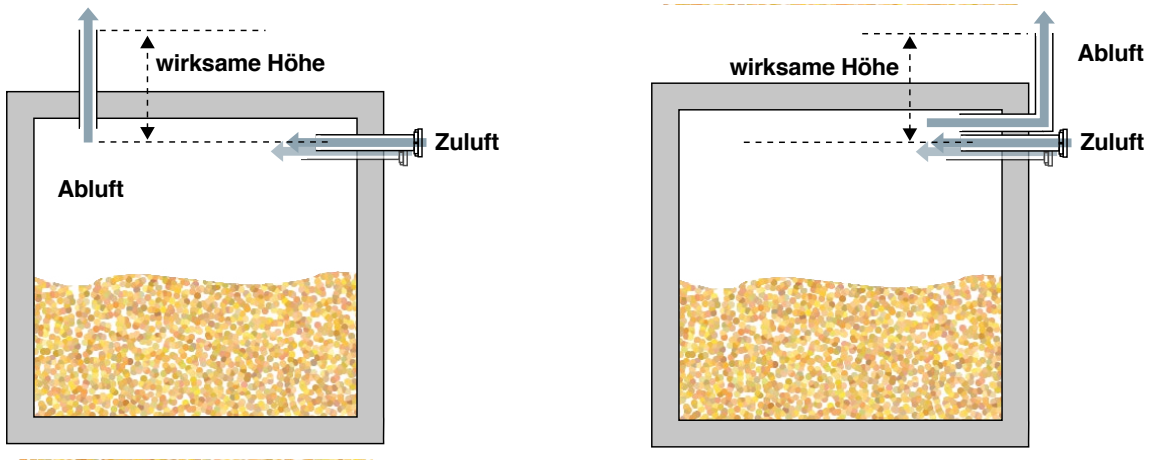
Bei der Nutzung einer Lüftungsöffnung oder -leitung (auch mit mechanischer Belüftung) ist zu berücksichtigen, dass beim Einblasen der Pellets Staub austreten kann. Lüftungsöffnungen und -leitungen sind unverschließbar anzulegen und müssen vor eindringender Feuchtigkeit und Insekten geschützt werden. Wenn für den Einblasvorgang Filter oder Verschlüsse gegen Staubaustritt eingesetzt werden, so sind diese nach dem Einblasen der Pellets unbedingt wieder zu entfernen.

Abb. 29: Bauformen belüftender Deckel

Tabelle 7: Belüftungsanforderungen für Lagerräume und vorgefertigte Lager aus luftundurchlässigem Material (nach VDI 3464-1)

Anforderungen an die Belüftung des Lagers		
Lüftungsdistanz	**Fassungsvermögen in Tonnen**	
	≤15	**>15**
Wandstärke	Belüftungsöffnung mit • ≥ 150 cm² und • ≥ 8 cm²/t freier Querschnittsfläche des Gitters	Belüftungsöffnung mit • ≥ 10 cm²/t Fassungsvermögen und • ≥ 8 cm²/t freier Querschnittsfläche des Gitters
≤ 2m (nur für Fälle mit Deckellüftung)	• belüftende Deckel auf mind. zwei Stutzen mit einer freien Querschnittsfläche von ≥ 4 cm²/t Fassungsvermögen • Kombination mit einer Belüftungsöffnung möglich • äußere Öffnung ins Freie auf gleicher Höhe oder bis max. 50 cm höher als innere Öffnung im Lager **Hinweis:** In Ausnahmefällen kann die Belüftung vom Lager auch über einen anderen gut belüfteten Raum realisiert werden. Dieser darf nicht als Wohn- oder Arbeitsraum genutzt werden und muss über eine Belüftungsöffnung von ≥ 15 cm²/t Fassungsvermögen des Pelletlagers verfügen.	• nur für Lager bis 40 t anwendbar • belüftende Deckel auf mind. zwei Stutzen mit einer freien Querschnittsfläche von ≥ 4 cm²/t Fassungsvermögen • eine Kombination mit einer Belüftungsöffnung ist möglich • äußere Öffnung ins Freie auf gleicher Höhe oder bis max. 50 cm höher als innere Öffnung im Lager
≤ 5m (bei natürlicher Belüftung)	• mind. ein Rohr oder Kanal für die ausströmende Luft (Abluft) – mit einem Querschnitt von ≥ 100 cm² und – auf gleicher Höhe oder max. 6 m höher als die innere Öffnung • mind. ein Rohr oder Kanal für die einströmende Luft (Zuluft) – mit einem Querschnitt ≥ 75 cm² und – auf gleicher Höhe oder tiefer als die innere Öffnung Für Ab- und Zuluft gilt: • Belüftung nach außen • freie Öffnung ≥ 4 cm²/t Fassungsvermögen **Hinweis:** Befüllstutzen mit belüftenden Deckeln können angerechnet werden.	
Alle	Individuelle Berechnung der erforderlichen Lüftungsquerschnitte in Abhängigkeit von der Höhendifferenz zwischen der höher liegenden äußeren Abluftmündung und der Zuluftmündung im Lager. **Hinweis:** Berechnung nach VDI 3464-1 oder DIN EN ISO 20023 erforderlich	
≤ 20 m (nur, wenn natürliche Belüftung ausgeschlossen ist)	• mechanische Lüftung ins Freie über einen Rohrventilator am Ausgang eines Abluftkanals oder -rohres • Luftwechselrate ≥ 3 x Lagervolumen/Stunde bei Kopplung der Funktion des Ventilators mit dem Öffnen der Lagertür • Luftwechselrate ≥ 3 x Lagervolumen/Tag bei dauerhaftem oder Intervallbetrieb des Ventilators und zusätzliche Zuluftleitung mit einem freien Querschnitt ≥ 75 cm² **Hinweis:** Mechanische Belüftung konform zur ATEX-Richtlinie Zone 22	

Hinweis:
- Lüftung bei Lagern > 15 t Fassungsvermögen immer ins Freie
- Dichtigkeit gegenüber dem Wohn- und Arbeitsbereich des Gebäudes erforderlich
- für Erdlager nicht anwendbar

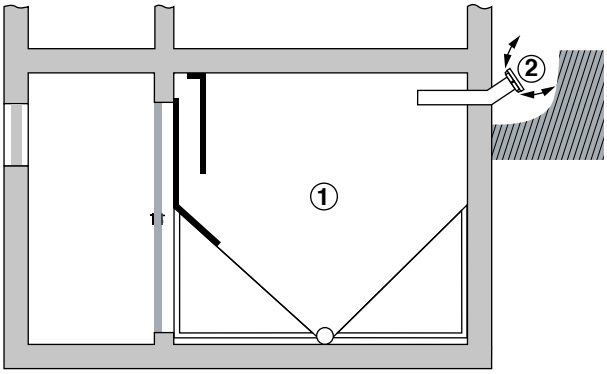


Hinweis: Länge und Dimension der Leitungen sind zu berechnen.

© Deutsches Pelletinstitut GmbH

Abb. 30: Beispiel einer Lagerbelüftung unter Ausnutzung des Höhenunterschieds zwischen Zuluft- und Abluftmündung

AUSFÜHRUNGSBEISPIELE



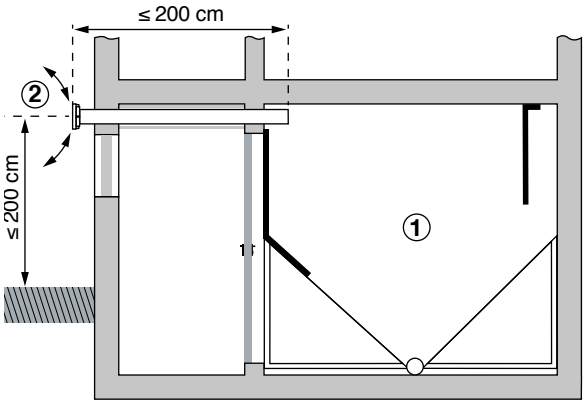
① Pelletlager

② Kupplungen mit belüftenden Deckeln

Hinweis: Weil die äußere Mündung der Befüllleitung nicht mehr als 50 cm höher als die innere Öffnung liegt, ist eine Deckellüftung ausreichend.

© Deutsches Pelletinstitut GmbH

Abb. 31: Belüftungslösung für Pelletlager mit Befüllstutzen im Lichtschacht



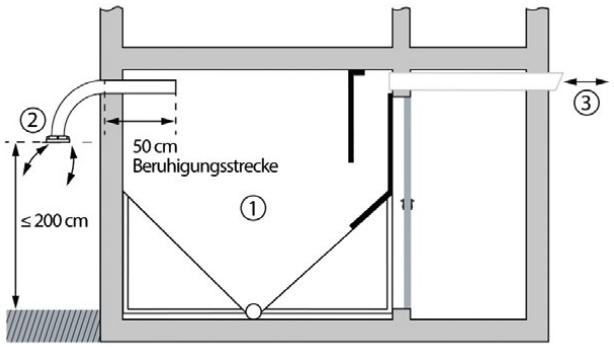
① Pelletlager

② Kupplungen mit belüftenden Deckeln

Hinweis: Bei Befüllleitungen bis max. 2 m Länge ist eine Deckellüftung ausreichend.

© Deutsches Pelletinstitut GmbH

Abb.32: Belüftungslösung für Pelletlager mit Befüllleitung ≤2 m

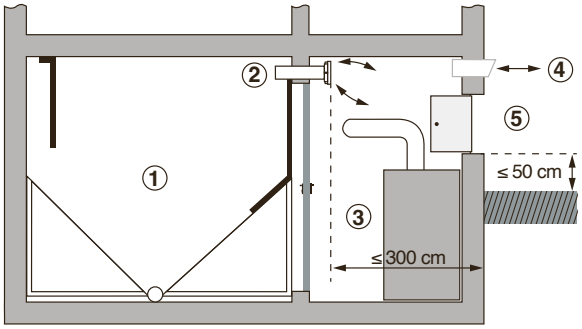


① Pelletlager
② Kupplungen mit belüftenden Deckeln
③ Belüftungsleitung nicht verdeckt durch Prallmatte

Hinweis: Weil die äußere Mündung der Befüllleitung tiefer als die innere Öffnung liegt, ist eine gesonderte Belüftungsleitung erforderlich.

© Deutsches Pelletinstitut GmbH

Abb. 33: Belüftungslösung für Pelletlager mit nach unten geführten Befüllleitungen durch gesonderte Belüftungsleitung



① Pelletlager
② Kupplungen mit belüftenden Deckeln
③ Heizraum
④ Belüftungsöffnung des Heizraums
⑤ Fenster oder Tür zur Verlegung des Förderschlauchs für den Befüllvorgang

Hinweis: Belüftung in Heizraum nur bei Lagern bis 15 t Fassungsvermögen. Max. 3 m Schlauchweg im Raum.

© Deutsches Pelletinstitut GmbH

Abb. 34: Belüftungslösung für Pelletlager mit Stutzen im Heizraum (Lüftungskonzept erforderlich)

7. Betrieb eines Pelletlagers

7.1 Kennzeichnung

Der Zugang zum Pelletlager muss mit Sicherheitshinweisen versehen sein, die beim Betreten unbedingt zu befolgen sind. Diese gelten auch für den Aufstellraum von vorgefertigten Lagern. Entsprechende Aufkleber (s. Abb. 35) können im DEPI-Shop unter **www.depi.de/shop** kostenlos bestellt werden.

Abb. 35: Sicherheitshinweise für Pelletlagerräume, begehbare luftundurchlässige Fertiglager sowie Aufstellräume großer luftdurchlässiger Fertiglager

7.2 Betreten des Lagers

Ein Pelletlager darf nur für zweckgebundene Tätigkeiten und dann nur unter Einhaltung der Sicherheitshinweise betreten werden. Es ist nicht zum Aufenthalt gedacht. Unbefugten ist der Zutritt zum Lagerraum generell verboten.
Vor dem Betreten eines Pelletlagers oder Lagerbehälters muss die Heizung einschließlich des mechanischen Förder- und →Austragssystems rechtzeitig abgeschaltet werden.
Wichtig ist auch, das Pelletlager vor dem Betreten zu lüften. Nach einer 15-minütigen Querlüftung über die Zugangstür/-luke bzw. die Einstiegsöffnung kann ein dauerhaft natürlich belüftetes Lager in der Regel betreten werden. Zur Sicherheit sollte eine weitere Person anwesend sein, die außerhalb des Lagers bleibt und in Sicht- oder zumindest Sprechkontakt zur Person im Lagerraum steht. So kann eine etwaige CO-Gefährdung (s. Abschnitt 3.7) schnell bemerkt werden. Wenn es zu einem Zwischenfall kommt, muss die zweite Person zuerst den Rettungsdienst informieren. Erst dann können Bergungsversuche unternommen werden, ohne sich selbst zu gefährden.
In den ersten vier Wochen nach einer Befüllung darf das Lager nicht betreten werden. Falls dies doch notwendig sein sollte, muss vorher der CO-Gehalt mit einem mobilen CO-Warngerät gemessen werden. Der DEPV empfiehlt, den Zutritt in diesem Zeitraum nur Fachpersonal mit Messtechnik, wie dem Pellethändler oder Heizungsbauer, zu gestatten.
Fasst das Pelletlager mehr als 15 t – dies gilt auch für alle Erdlager – darf es grundsätzlich nur mit einem CO-Warngerät betreten werden. Dabei muss das CO-Warngerät eingeschaltet am Körper getragen werden. Die VDI 3464-1 erlaubt in Anlehnung an die Technischen Regeln für Gefahrenstoffe (TRGS) 900 bei einer max. Konzentration von 60 ppm ein kurzzeitiges Betreten des Lagers bis zu 15 Min. Bei einem längeren Aufenthalt im Lager muss die CO-Konzentration nach der Aktualisierung der TRGS 900 (Januar 2024) unter 20 ppm liegen. Ein CO-Warngerät direkt im Lagerraum verschmutzt zu schnell und funktioniert zudem aufgrund der im Holz enthaltenen Terpene, die die CO-Sensoren schädigen, nicht zuverlässig.

7.3 Pelletlieferung

ERSTBEFÜLLUNG

Die Erstbefüllung des Lagers ist die letzte Gelegenheit zur Prüfung der Lagergestaltung und -zugänglichkeit auf Funktionalität und Sicherheit. Empfehlenswert ist es, dazu die Kompetenz eines EN*plus*-zertifizierten Pelletlieferanten zu nutzen. Dieser ist in der Beurteilung von Pelletlagern geschult und hat Erfahrung mit vielen Ausführungsvarianten. Auch der Heizungsbauer sollte bei der Erstbefüllung anwesend sein, um auf etwaige vom Pelletlieferanten festgestellte Mängel oder Empfehlungen reagieren zu können.

Zur Vorbereitung der Erstbefüllung sollte das Übergabeprotokoll für das Pelletlager (s. Kapitel 9) vorliegen. Bei vorgefertigten Lagern muss die Einblasanleitung des Lagerherstellers in der Nähe der →Befüllstutzen angebracht werden. Im Anschluss an die Befüllung erhalten Kunden von ihrem EN*plus*-zertifizierten Pelletlieferanten ein Lieferprotokoll, das alle wesentlichen Angaben zum Lager mit der eingebrachten Pelletmenge enthält. Etwaige, bei der Anlieferung notierte, offensichtliche qualitäts- oder sicherheitsrelevante Mängel am Lager dienen nur als Hinweis. Sie ersetzen nicht das Übergabeprotokoll des Installateurs. Das Pelletlager bzw. der Aufstellraum sollten durch das Anlieferpersonal vor Beginn der Befüllung eingesehen werden können, da nur so eine fachgerechte und schonende Belieferung erfolgen kann.

WIEDERBEFÜLLUNG

Vor der Bestellung von Pellets sollte geprüft werden, ob die im Lieferprotokoll der Vorlieferung festgehaltenen Mängelhinweise behoben wurden und ob eine regelmäßige vollständige Entleerung (spätestens alle 2 Jahre) und ggf. eine Lagerreinigung notwendig ist (s. Abschnitt 7.4).

Zur Befüllung sollte der Heizungsbetreiber (oder eine bevollmächtigte Person) die Heizung mind. eine Stunde vor der Lieferung, bzw. nach Herstellervorgaben, ausschalten. Dies gilt nicht, wenn es sich um ein luftdurchlässiges Fertiglager handelt, das ohne Absaugung befüllt wird. Sperreinrichtungen, die den auftretenden Unterdruck während der Befüllung sicher kompensieren, sollten nicht ausgeschaltet werden. In jedem Fall muss, wenn nicht anders vertraglich geregelt, der Heizungsbetreiber bzw. eine bevollmächtigte Person bei der Befüllung vor Ort sein. Der Pelletlieferant darf die Heizung nicht ein- oder ausschalten bzw. Änderungen vornehmen. Der Zugang zum Lager (Stellplatz des Lieferfahrzeugs, Befüll- und Absaugstutzen, Stromversorgung für das Absauggebläse, →Schlauchwege) muss gewährleistet sein. Auch hier gilt, dass das Innere des Pelletlagers bzw. des Aufstellraums vom Anlieferpersonal vor Beginn des Befüllvorgangs eingesehen können werden muss, um eine fachgerechte und schonende Belieferung sicherzustellen.

7.4 Reinigung und Wartung

Die regelmäßige komplette Entleerung und bei Bedarf die Reinigung des Lagers ist Voraussetzung für einen dauerhaft störungsfreien und sicheren Heizungsbetrieb. Ohne Angaben des Herstellers zum Entleerungs- und Reinigungsintervall sollte die Entleerung alle zwei Jahre erfolgen, bei großen Lagern mit mehrmaliger unterjähriger Befüllung einmal pro Jahr.
Es bietet sich an, das Lager außerhalb der Heizperiode zu leeren. Ist das nicht möglich, ist es sinnvoll, Sackware als Reserve für den Fall bereitzuhalten, dass sich die Neuanlieferung um einige Tage verzögert und überbrückt werden muss. Eine Reinigung ist in vielen Fällen nur dann notwendig, wenn der Entleerungsturnus nicht eingehalten wurde.

Bei der Reinigung ist Folgendes zu beachten:

- Bei vorgefertigten Lagern entsprechend der Reinigungsanleitung des Herstellers
- Lagerräume nur unter Einhaltung der Sicherheitshinweise betreten (vgl. Abschnitt 7.1)
- Staubmaske der Filterklasse →FFP2 und ableitfähige Schutzschuhe tragen
- Reinigung mit einem Staubsauger, dieser muss ab einer Behältergröße von 50 l und einer Motorleistung von mehr als 1.200 W gemäß →ATEX-Zone 22 explosionsgeschützt sein
- Sonstige elektrische Betriebsmittel sollten einen mechanischen Schutzgrad von mind. →IP 54 aufweisen

Ein störungsfreier Heizbetrieb kann mit einer jährlichen Sichtkontrolle und Funktionsüberprüfung bzw. Wartung des Austragssystems und des Pelletlagers sichergestellt werden. Dies betrifft sowohl die mechanischen Komponenten als auch die komplette Saugtechnik inkl. Schläuchen und Elektroleitungen. Es bietet sich an, diese Arbeiten im weitgehend entleerten Lager durchzuführen. In diesem Zusammenhang lässt sich die Ansammlung von Feinanteil in der Restmenge der Pellets gut beurteilen.

7.5 Vorgehen bei Störungen

Der Lagerraum ist die Schnittstelle zwischen Brennstoff und Heizungskessel und damit maßgeblich für den komfortablen und sicheren Betrieb der Heizung. Viele Störungen der Heizungsanlage lassen sich auf Mängel bei der Lagerraumgestaltung oder dem Lagerbetrieb zurückführen. Wenn z. B. das →Fördersystem zum Kessel wegen eines erhöhten →Feinanteils blockiert, können die Ursachen dafür vielfältig sein. Einblasstrecke, Prallmatte, die Pelletqualität des Restbestands und der neuen Lieferung sowie der Einblasvorgang beeinflussen die Menge des Feinanteils im Lager. Es lässt sich häufig nicht beurteilen, was genau zu der Störung geführt hat. **Deshalb sollte der Heizungsbetreiber auf zertifizierte bzw. geschulte Fachleute sowohl beim Brennstoff als auch bei der Heizungstechnik zurückgreifen und beide in die Problemlösung einbeziehen.**

Abb. 36: Qualifizierte Heizungsbauer und zertifizierte Pellethändler sind für Heizungskunden die ersten Ansprechpartner

Sollten Zweifel an der Pelletqualität bestehen, kann gemeinsam mit dem Pellethändler und dem Heizungsbauer eine Probe der Pellets aus dem Lagerraum entnommen und untersucht werden. Die Probengröße sollte mind. 1,5 kg betragen. Ein Grenzwert für Feinanteil im Kundenlager ist nur anwendbar, wenn die Anforderungen in Abschnitt 2.1 erfüllt sind. Das Informationsblatt „Probenahme im Kundenlager" ist unter **www.enplus-pellets.de** zu finden.

7.6 Vorgehen im Brandfall

Holzpellets haben eine wesentlich höhere Dichte als Scheitholz, Hackschnitzel oder Späne und brennen deshalb im Brandfall nicht offen ab, sondern glimmen. Damit bleibt ausreichend Zeit für geeignete Maßnahmen.

BEWERTUNG VON CO-MESSWERTEN

Eine erhöhte Kohlenmonoxidkonzentration (CO-Konzentration) in einem Holzpelletlager deutet nicht zwangsläufig auf einen Schwelbrand hin. Es kann sich dabei auch um das Resultat des natürlichen Abbauprozesses eines Teils der Holzextraktstoffe der Pellets handeln, die temperaturabhängig freigesetzt werden. Bei einem unbelüfteten Pelletlager sind auch Werte bis 2.000 ppm CO nicht zwingend ein Indiz für einen Brand oder ein Glutnest.

Kohlenmonoxid entsteht im Lager als natürliches Reaktionsprodukt der gelagerten Holzpellets oder durch Rückströmung aus dem Brennraum der Feuerung. Bei einer CO-Konzentration von bis zu 2.000 ppm ist nicht von einem Glutnest im Lager auszugehen.

VERHALTEN IM BRANDFALL ODER BEI HOHER CO-KONZENTRATION

Für die Brandbekämpfung steht in der Regel genügend Zeit zur Verfügung, da sich ein potenzielles Glutnest in einem Pelletlager/Fertiglager langsam ausbreitet.
Wenn es eine Rauchentwicklung gibt oder ein Glutnest im Pelletlager/Fertiglager vermutet wird, sollten folgende Maßnahmen ergriffen werden:

- Heizungsanlage und Stromzufuhr ausschalten
- Alle Öffnungen (insbesondere Belüftungsöffnungen, belüftende Deckel) zum Pelletlager schließen

Für die Brandbekämpfung wird neben der Feuerwehr ein Saugfahrzeug eines Pelletlieferanten (für die nicht betroffenen Pellets) und/oder ein Kanalsaugwagen (für glimmende Pellets) benötigt. Mittels der Saugfahrzeuge werden die Holzpellets aus dem Pelletlager/Fertiglager abgesaugt und im Kanalsaugwagen mit Wasser abgelöscht.
Da Pellets stark aufquellen, sollten sie nicht mit Wasser gelöscht werden. Eine Sprinkleranlage darf somit nicht im Lager installiert werden.
Nach Beseitigung der Gefahr sollten betroffene Bereiche gegebenenfalls auf mögliche warme Ascherückstände kontrolliert und gereinigt werden.

Ein Informationsblatt des Feuerwehrverbandes „Brandbekämpfung in Holzpelletlagern“ zu Maßnahmen im Brandfall gibt hierzu weitere Informationen:
www.feuerwehrverband.de

ABWEICHENDE HINWEISE FÜR FERTIGLAGER

Bei der Lagerung der Pellets in einem Gewebesilo besteht in der Regel nicht die Möglichkeit des Einstiegs. Die Pellets können aber von außerhalb abgesaugt werden. Während Pellets abgesaugt und Glutnester bekämpft werden, kann das Gewebesilo von außen beobachtet werden.

8. Größere Lager

Abb. 37: Beispiel eines eingehausten Pelletsilos zur Außenaufstellung

Die Ausführungen in den vorherigen Abschnitten gelten im Wesentlichen auch für →größere Lager (> 30 t) oder Lager mit häufiger Belieferung. In diesem Kapitel werden deshalb nur die Besonderheiten bei Planung und Betrieb von Pelletlagern für eine Heizungsanlage mit mehr als ca. 100 kW beschrieben. Auch größere Lager können sowohl mit Fertiglagern (Gewebesilos, Rundsilos, GFK-Silos, Erdlager, etc.) als auch mit dem Ausbau von Lagerräumen realisiert werden. Erdlager oder freistehende Außensilos sind häufig eine sichere und kostengünstige Lösung.

8.1 Größe

Im Regelfall werden größere Lager mit der Liefermenge eines kompletten Lkws von ca. 25 t (40 m³) versorgt. Da das Lager nicht vor jeder Belieferung komplett leergefahren wird, sollte das →Fassungsvermögen ca. 60 % größer sein als die Nutzlast des Anlieferfahrzeugs. Bei einer Auslegung des Lagers für Fahrzeuge mit einer Nutzlast von 25 t sollte das Lager insgesamt ca. 40 t fassen, um sicherzustellen, dass auch bei Lieferverzögerungen der Heizbetrieb weitergeführt werden kann. Durch den geringeren Aufwand einer Komplettlieferung reduzieren sich in der Regel auch die Anlieferungskosten.

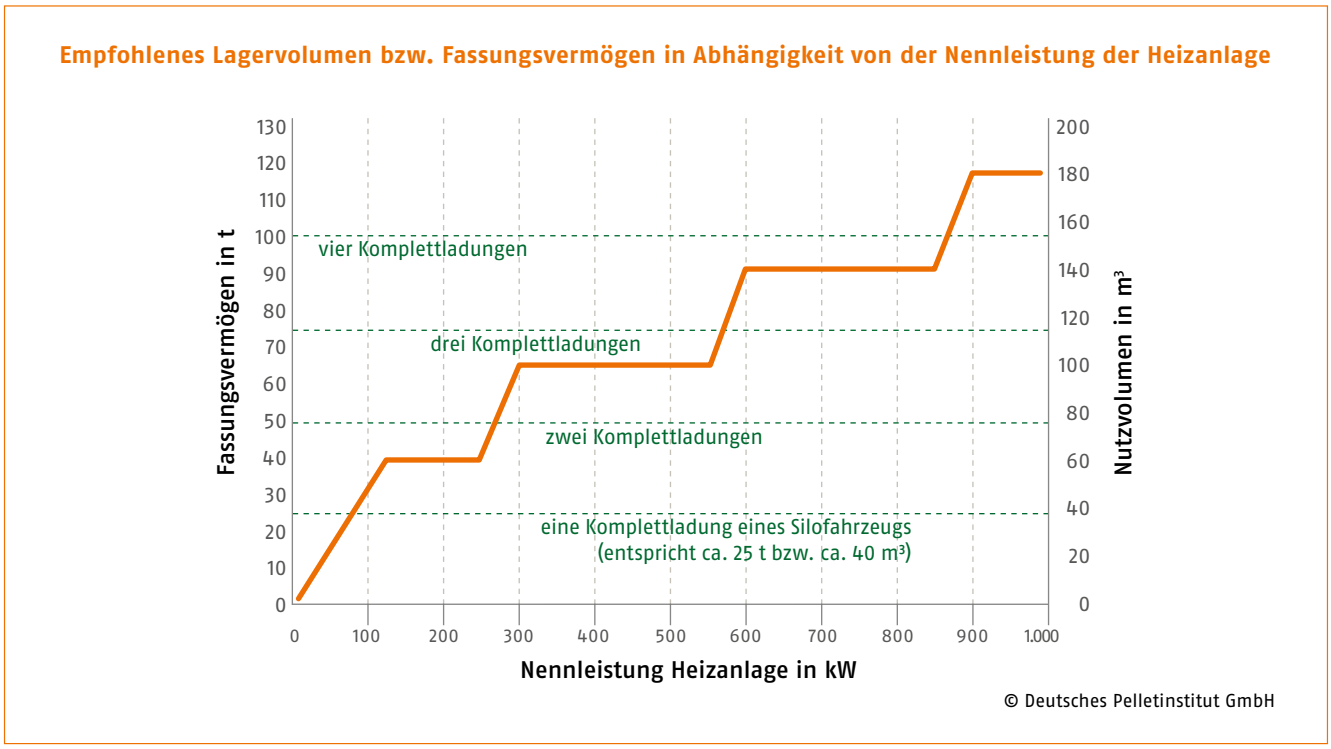


Abb. 38: Empfehlungen zur Lagergröße

8.2 Befüllsystem

Das → Befüllsystem eines größeren Lagers ist großen Beanspruchungen ausgesetzt. Es sollte daher ein System gewählt werden, das aus massivem Metall mit angepasster Materialstärke gefertigt ist. Bei einer langen, fest installierten Absaugleitung kann das mobile Absauggebläse des Pelletlieferanten seine Aufgabe nicht mehr erfüllen. In solchen Fällen sollte eine stationäre Absaugung mit Staubfilter genutzt werden. Es kann auch eine andere Öffnung ins Freie geschaffen werden, damit die Förderluft entweichen kann. Die in den vorherigen Kapiteln beschriebenen Anforderungen für ein schonendes Einblasen der Pellets gelten auch für größere Lager: möglichst kurze Leitungen, nahe gelegener Stellplatz für das Lieferfahrzeug sowie weitgehender Verzicht auf Bögen im Befüllsystem. Pellets können auch in ein Silo mit 20 m Höhe eingeblasen werden, wenn die Leitung gerade ist oder nur wenige Richtungsänderungen aufweist.
Das Einblasen einer Komplettladung Holzpellets kann bis zu zwei Stunden dauern. In dieser Zeit laufen sowohl der Motor des Lkw als auch der Kompressor. Deshalb sollte der Lärmschutz bei der Lagerplanung (Stellplatz des Lieferfahrzeugs) beachtet werden, vor allem bei sensiblen Objekten wie Wohnanlagen, Hotels und Krankenhäusern.

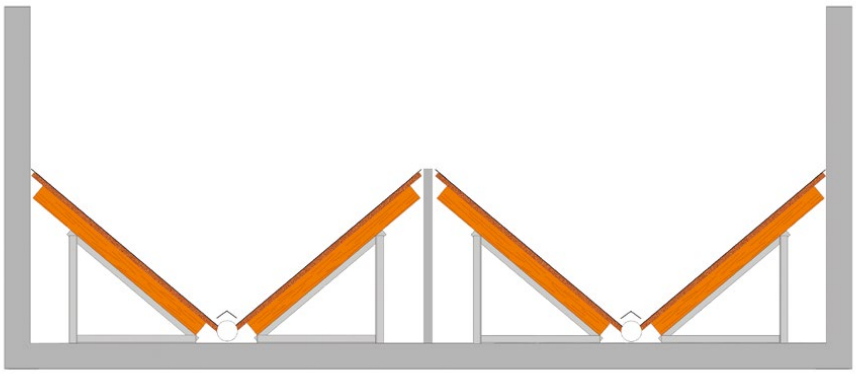
Alternativ zum Einblasen kann auch die Lieferung mit Kipper oder Schubbodenfahrzeugen eine sinnvolle Lösung sein. Die Pellets werden dann abgeschüttet statt eingeblasen. Wenn nicht direkt in einen Tiefbunker geschüttet wird, ist eine ausreichende Förderleistung des → Austragssystems wichtig, um die Standzeit des Lkw zu minimieren.

8.3 Austragssystem

Für größere Lager wird häufig eine andere Austragstechnik verwendet als für kleinere Lager. Sie sollte einerseits so wenig Platz wie nötig einnehmen, um eine möglichst große Lagerfläche für die Pellets zu bieten. Andererseits sollte die Anlage sehr robust und störungssicher sein. Bei kleineren Anlagen wäre dies häufig nicht wirtschaftlich. Die empfohlenen Austragsvarianten werden in Tabelle 8 beschrieben.

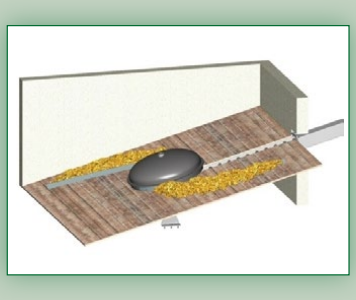
Tabelle 8: Austragssysteme für größere Pelletlager

System	Profil
Schnecken mit Schrägbodenzuführung	W-förmig gestellte Schrägböden. Nur für Lager von Heizungsanlagen <200 kW oder Kaskadenanlagen geeignet. Robustes, kostengünstiges und wartungsarmes System, aber je nach Anzahl der Schnecken/Schrägböden geringe Raumausnutzung. Wechselseitige Komplettentleerung möglich (im kleinen Leistungsbereich mit Schnecke-Sauger-Kombination verbreitet).



Hinweis: Bei Raumbreite ab 3 m ermöglichen zwei getrennte Schrägböden einen kompletten Austrag im Wechsel. Besonders empfohlen für Lager, die häufig beliefert werden.

© Deutsches Pelletinstitut GmbH

System	Profil	
Saugentnahme von oben	Ein leistungsfähiger Saugkopf bewegt sich über die Oberfläche der gelagerten Pellets und trägt die Pellets selbstständig und schichtweise von oben ab. Für Heizungsanlagen < 300 kW und bis 90 m³ Lagervolumen geeignet. Geringer Aufwand für Lagerbau und Systemmontage. Kann bei unterschiedlich beschaffenen Räumen zum Einsatz kommen.	
Federkernaustragung	Ein Federkern wird durch die Entnahmeschnecke oder unabhängig angetrieben. Die Transportschnecke kann die Pellets direkt der Feuerung zuführen. Nur für Lagerräume von Heizungsanlagen < 300 kW geeignet, wartungsarm und kostengünstig.	
Knickarmaustragung	Gelenkarme schieben die Pellets zur Austragsschnecke. Für kreisförmige oder quadratische Silos von Heizungsanlagen < 500 kW geeignet. Es bleibt immer eine Restmenge Pellets am Boden des Silos.	
Zentrumsaustragung	Eine Entnahmeschnecke, die sich langsam im Kreis dreht, befördert die Pellets ins Zentrum des Lagers zur Austragung. Für kreisförmige Silos und Heizungsanlagen > 500 kW geeignet.	
Schubbodenaustragung	Hydraulisch angetriebene Schubstangen bewegen Leiterrahmen. Dadurch werden die Pellets zu einer Förderschnecke am Ende des Lagers befördert. Leistungsfähiges und robustes System für Heizungsanlagen > 500 kW.	

9. Übergabeprotokoll Pelletlager

DEPI

KUNDE

Name: _____

Anschrift: _____

_____

Telefon: _____

FACHFIRMA

Firmenname: _____

Anschrift: _____

_____

Telefon: _____

HEIZUNGSANLAGE

Heizkessel: _____ Nennleistung: _____ kW

Installationsort: ☐ Kellerraum ☐ Wohnbereichsebene ☐ Dachboden ☐ _____

Pelletzuführung: ☐ Förderschnecke ☐ Saugsystem ☐ kombiniert

LAGERSYSTEM

Installationsort: ☐ Gebäude ☐ Außenbereich ☐ unterirdisch

Fassungsvermögen: _____ t

Zugangsöffnung: _____ cm × _____ cm ☐ Tür ☐ Luke ☐ Revisionsöffnung

Staubabdichtung gegenüber angrenzenden Räumen? ☐ Ja

Flugbahn frei von Hindernissen? ☐ Ja

Erdung montiert? ☐ Ja

Absaugung während der Befüllung: ☐ Ja ☐ Nein

Belüftung: ☐ ins Freie ☐ in dauerhaft ausreichend belüftetem Aufstellraum der Heizung/Heizraum mit Verbrennungsluftöffnung oder Nebenraum (mind. 15 cm²/t freier Belüftungsquerschnitt)

☐ **Vorgefertigtes luftdurchlässiges Gewebesilo**

Hersteller / Modell: _____

Befüllanweisung: ☐ angebracht Wo? _____

Beschichtete Pellets zulässig? ☐ Ja ☐ Nein

Anweisung für das Betreten des Aufstellraums von luftdurchlässigen Silos abhängig vom Verhältnis Fassungvermögen Fertiglager zu Raumvolumen Aufstellraum:

☐ < 1:10 → vor Betreten mind. 15 Min. querlüften, zudem bis 30 Tage nach Befüllung Verweildauer max. 15 Min.

☐ ≥1:10 und < 1:50 → bis 30 Tage nach Befüllen Verweildauer max. 15 Min.

☐ ≥1:50 → keine Vorgaben zum Betreten

Umgesetzte Belüftungslösung	Fassungsvermögen	Belüftung des Aufstellraums
☐	**≤15 t**	Belüftungsöffnung ins Freie mit einer freien Öffnung von ≥15 cm²/t
☐	**>15<100 t**	Belüftungsöffnung ins Freie mit einer freien Öffnung von ≥150 cm² und ≥8 cm²/t Pellets; **Hinweis:** Keine andere Nutzung des Aufstellraums erlaubt
☐	abweichende ausreichende Belüftungslösung (ist dem Protokoll im Anhang beigefügt)	

Hinweis: Ein Gewebesilo ohne Absaugstutzen erfordert für den Befüllvorgang zusätzlich eine temporäre Öffnung ins Freie von mind. 400 cm², damit die Förderluft beim Einblasen der Pellets entweichen kann.

☐ **Ausgebauter Lagerraum oder vorgefertiges Lager aus luftundurchlässigem Material**

Wandmaterial*: _____ Geringste Wandstärke*: _____ cm

Wandkonstruktion statisch ausreichend*: ☐ Ja *Nur bei ausgebautem Lagerraum auszufüllen

Raum trocken? ☐ < 80 % rel. Luftfeuchtigkeit ☐ Wände/Boden trocken

Prallmatte: Wandabstand _____ cm Abstand der Einblasstutzen zur gegenüberliegenden Wand: _____ m

Beleuchtung im Lager: ☐ Ja ☐ Zulassung ATEX-Richtlinie Zone 22

Schutz gegen Eindringen von Wasser, Insekten und Fremdstoffen? ☐ Ja

Freie Querschnittfläche insgesamt: _____ cm²

Anweisung für das Betreten des Lagerraums oder des Aufstellraums des luftundurchlässigen Fertiglagers: Vor dem Betreten mind. 15 Min. zwischen belüftenden Deckeln/Öffnung und Einstiegstür querlüften und während des Aufenthalts aufrechterhalten.

Umgesetzte Belüftungslösung	Lüftungsdistanz	Fassungsvermögen in Tonnen ≤15 t	Fassungsvermögen in Tonnen >15
☐	Wandstärke	Belüftungsöffnung mit • ≥150 cm² und • ≥8 cm²/t freier Querschnittsfläche des Gitters	Belüftungsöffnung mit • ≥10 cm²/t Fassungsvermögen und • ≥8 cm²/t freier Querschnittsfläche des Gitters
☐	≤2 m (nur für Fälle mit Deckelüftung)	• belüftende Deckel auf mind. zwei Stutzen mit einer freien Querschnittsfläche von ≥4 cm²/t Fassungsvermögen • eine Kombination mit einer Belüftungsöffnung ist möglich • äußere Öffnung ins Freie auf gleicher Höhe oder bis max. 50 cm höher als innere Öffnung im Lager ☐ Belüftung über einen anderen gut belüfteten Raum (in Ausnahmefällen zulässig) **Hinweis:** Dieser Raum darf nicht als Wohn- oder Arbeitsraum genutzt werden und muss über eine Belüftungsöffnung von ≥ 15 cm²/t Fassungsvermögen des Pelletlagers verfügen.	• nur für Lager bis 40 t anwendbar • belüftende Deckel auf mind. zwei Stutzen mit einer freien Querschnittsfläche von ≥ 4 cm²/t Fassungsvermögen • eine Kombination mit einer Belüftungsöffnung ist möglich • äußere Öffnung ins Freie auf gleicher Höhe oder bis max. 50 cm höher als innere Öffnung im Lager
☐	≤5m (bei natürlicher Belüftung)	• mind. ein Rohr oder Kanal für die ausströmende Luft (Abluft) – mit einem Querschnitt von ≥100 cm² und – auf gleicher Höhe oder max. 6 m höher als die innere Öffnung • mind. ein Rohr oder Kanal für die einströmende Luft (Zuluft) – mit einem Querschnitt ≥ 75 cm² und – auf gleicher Höhe oder tiefer als die innere Öffnung Für Ab- und Zuluft gilt: • Belüftung nach außen • freie Öffnung ≥ 4 cm²/t Fassungsvermögen **Hinweis:** Befüllstutzen mit belüftenden Deckeln können für die Belüftungslösung angerechnet werden.	
☐	Alle	Individuelle Berechnung der erforderlichen Lüftungsquerschnitte in Abhängigkeit von der Höhendifferenz zwischen der höher liegenden äußeren Abluftmündung und der Zuluftmündung im Lager. **Hinweis:** Berechnung nach VDI 3464-1 oder DIN EN ISO 20023 erforderlich ☐ **Berechnung beigefügt**	
☐	≤20 m (nur, wenn natürliche Belüftung ausgeschlossen ist)	• mechanische Lüftung ins Freie über einen Rohrventilator am Ausgang eines Abluftkanals oder -rohres • Luftwechselrate ≥ 3 x Lagervolumen/Stunde bei Kopplung der Funktion des Ventilators mit dem Öffnen der Lagertür • Luftwechselrate ≥ 3 x Lagervolumen/Tag bei dauerhaftem oder Intervallbetrieb des Ventilators und zusätzliche Zuluftleitung mit einem freien Querschnitt ≥ 75 cm² **Hinweis:** Mechanische Belüftung konform zur ATEX-Richtlinie Zone 22 ☐ **Auslegung/Ausführungsdetails beigefügt**	
☐	abweichende ausreichende Belüftungslösung (ist dem Protokoll im Anhang beigefügt)		

Hinweise:
→ Lüftung bei Lagern >15 t Fassungsvermögen immer ins Freie
→ Dichtheit gegenüber Wohn- und Arbeitsbereich des Gebäudes erforderlich
→ Für Erdlager nicht anwendbar

LIEFERBEDINGUNGEN/ZUGÄNGLICHKEIT

Material der Befüllleitung: _____

Länge: _____ m Durchmesser: _____ mm

Anzahl der Bögen ≤ D2 und ≤ 45°: _____ ≤ 90°: _____

Anzahl der Bögen ≤ D3 und ≤ 45°: _____ ≤ 90°: _____

Hinweis: DX = Verhältnis Bogenradius zu Leitungsdurchmesser
Ausführungsbeispiel: Ein Bogenradius von 30 cm wird als D3-Bogen bezeichnet.

Anzahl Befüllstutzen: _____ Von außen zugänglich? ☐ Ja ☐ Nein

Entfernung zum Standplatz des Absauggebläses: _____ m

Montagefreiheit für Schlauchanschluss: _____ cm von den Stutzen

Stutzen gekennzeichnet? ☐ Ja Stutzen geerdet? ☐ Ja

Befestigter Parkplatz für Lieferfahrzeug? ☐ Ja Sattelzug möglich? ☐ Ja

Schlauchweg vom Fahrzeug zum Befüllstutzen: _____ m

Höhe der Stutzen über Boden: _____ m

GGF. **SKIZZE STANDORT LAGER UND LKW-STELLPLATZ** BEILIEGEND IM ANHANG ☐ Ja

---

BETRIEB DES LAGERS

Einweisung in Handhabung des Pelletlagers/Entnahmesystems durchgeführt? ☐ Ja

Entleerungs- und Reinigungsanweisungen gegeben? ☐ schriftlich ☐ mündlich

Warnhinweisschilder sind gut sichtbar angebracht (Vorgaben s. VDI 3464-1 Abschnitt 6.4.) ☐ Ja

Wo? _____

Ausschalten der Heizung ist vor und während der Befüllung:

☐ notwendig ☐ nicht notwendig, Freigabe des Kesselherstellers liegt vor
☐ nicht notwendig, da keine Förderluftabsaugung während der Befüllung

_____	_____	_____
Ort und Datum	Name Mitarbeiter Fachfirma (in Druckbuchstaben)	Unterschrift
	_____	_____
	Kunde bzw. vertretungsberechtigte Person (in Druckbuchstaben)	Unterschrift

Übergabeprotokoll Pelletlager und Anhang als ausfüllbares Formular (PDF):
www.depi.de/uebergabeprotokoll

10. Branchenverzeichnis

Hersteller von Pelletkesseln und -kaminöfen

Burkhardt GmbH
info@burkhardt-gmbh.de
www.burkhardt-gruppe.de

ETA Heiztechnik GmbH
info@eta.co.at
www.eta.co.at

Fröling Heizkessel- und Behälterbau Ges.m.b.H.
info@froeling.com
www.froeling.com

HARGASSNER Ges mbH
office@hargassner.at
www.hargassner.com

HDG Bavaria GmbH
info@hdg-bavaria.com
www.hdg-bavaria.com

Heizomat - Gerätebau + Energiesysteme GmbH
info@heizomat.de
www.heizomat.de

HERZ Armaturen Gesellschaft mbH
office-deutschland@herz.eu
www.herz-energie.at

Hoval GmbH
info.de@hoval.com
www.hoval.de

KWB Deutschland Energiesysteme GmbH
office@kwbheizung.de
www.kwb.net

Nessensohn GmbH
info@nessensohn.com
www.nessensohn.com

ÖkoFEN Heiztechnik GmbH
info@oekofen.de
www.oekofen.de

Ritter Energie GmbH & Co. KG
info@paradigma.de
www.paradigma.de

SOLARFOCUS GmbH
info@solarfocus.de
www.solarfocus.com

Viessmann Deutschland GmbH
info@viessmann.de
www.viessmann.de

wodtke GmbH
info@wodtke.com
www.wodtke.com

Lager- und Zubehöranbieter

A.B.S. Silo- und Förderanlagen GmbH
info@abs-silos.de
www.abs-silos.de

BERGER Silo + Fördertechnik GmbH + Co.
info@silo-berger.de
www.silo-berger.de

GEOplast Kunststofftechnik GmbH
kunststoff@geoplast.com
www.geoplast.com

Mall GmbH
info@mall.info
www.mall.info

Schellinger KG
info@schellinger-kg.de
www.schellinger-kg.de

Walter KRAUSE GmbH
info@walterkrause.de
www.walterkrause.de

Abkürzungsverzeichnis

Fachbegriffe und Formeln sind in der Broschüre einheitlich dargestellt und werden wie folgt sowohl im Fließtext als auch in Tabellen und Zeichnungen als Abkürzungen verwendet.

%	Prozent
°	Grad
–	bis
<	kleiner
≤	kleiner gleich
>	größer
≥	größer gleich
ϕ	Winkel der inneren Reibung
A	Ampere
Abb.	Abbildung
bar	Bar
bspw.	beispielsweise
C	Celsius
ca.	circa
cm	Zentimeter
cm^2	Quadratzentimeter
CO	Kohlenstoffmonoxid
CO_2	Kohlenstoffdioxid
DIN	Deutsches Institut für Normung/Deutsche Norm
EN	Europäische Norm
F90	Widerstandsklasse Feuerschutzwand
ggf.	gegebenenfalls
h	Stunde
i. d. R.	in der Regel
inkl.	inklusive
ISO	Internationale Organisation für Normung/ Internationale Norm
kg	Kilogramm
kW	Kilowatt, hier auf die Nennleistung der Kesselanlage bezogen
kWh	Kilowattstunde
l	Liter
LBauO	Landesbauordnung
LFeuVO	Landes-Feuerungsverordnung
m	Meter
mm	Millimeter
m^3	Kubikmeter
max.	maximal
Min.	Minute
mind.	mindestens
MFeuV	Muster-Feuerungsverordnung
Pa	Pascal
ppm	parts per million
s.	siehe
t	Tonnen
T30	Widerstandsklasse Feuerschutztür
V	Volt
VDI	Verein Deutscher Ingenieure/nationale Richtlinie, z. T. mit Normcharakter
VOC	flüchtige organische Kohlenwasserstoffe
W	Watt
z. B.	zum Beispiel

Glossar

A	
Absaugstutzen	Stutzen („Storz Typ A", DN 100), Durchmesser i. d. R. 100 mm, an dem das Absauggebläse des Pelletlieferanten angeschlossen wird. Während des Befüllvorgangs wird die Luft aus dem Lager abgesaugt. Ausnahmen bilden Gewebesilos mit luftdurchlässigem Gewebe.
ATEX	Französische Abkürzung für ATmospheres EXplosibles. Wird synonym für die ATEX-Richtlinien der EU für Explosionsschutz verwendet. Pelletlager sind in der Regel der ATEX-Zone 22 zugeordnet.
Austragssystem	Einrichtung zur Entnahme der Pellets aus dem Lager. Kann auch den Transport der Pellets zur Feuerung beinhalten.
B	
Befüllleitung	Fest installierte Leitung für die Befüllung des Lagers, kann ggf. auch als Lüftungsleitung verwendet werden.
Befüllstutzen	Gesamtheit aller Einblas- und Absaugstutzen eines Lagers, ggf. auch nur Einblasstutzen, wenn kein Absaugstutzen nötig ist (s. Einblas- und Absaugstutzen).
Befüllsystem	Gesamtheit von Befüllstutzen und fest installierter Befüllleitungen sowie Schläuchen.
Belüftende Deckel	Dienen der „Deckellüftung" und sorgen durch regen- und spritzwassergeschützte Öffnungen für einen ausreichenden Luftaustausch im Lager bei einer Lüftungsdistanz ≤ 2 m bzw. individueller Berechnung nach DIN EN ISO 20023.
E	
Einblasstrecke	Schlauchweg des Lkw und die fest installierte Befüllleitung zum Lager.
Einblasstutzen	Stutzen („Storz Typ A", DN 100), Durchmesser i. d. R. 100 mm, wird für das Einblasen der Pellets in das Lager verwendet. Anschluss für die Kupplung des Befüllschlauchs sollte nach Möglichkeit außen sein.
Einlegebretter	Bretter zur Druckentlastung der Tür, Luke oder Einstiegsöffnung des Lagers. Werden auf der Lagerinnenseite vor der Türöffnung eingesetzt (s. Abb. 20).
EPDM-Folie	Elastische und verschleißfeste Folie; geeignetes Material mit einer abriebarmen Oberfläche für Prallmatten (Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk). Kann auch aus synthetischem Kautschuk bestehen.
F	
Fassungsvermögen	Kapazität des Lagers; Masse an Pellets in t, die rechnerisch in das Lager passen. Schüttdichte, Füllhöhe und Leervolumen im Lager müssen berücksichtigt werden.
Feinanteil	Späne, Staub, Bruchstücke von Pellets, die durch ein Sieb mit einer Lochung von 3,15 mm Durchmesser fallen.
FFP	Englische Abkürzung für Filtering Face Piece; bezeichnet die Filterklasse. Beim Reinigen des Pelletlagers ist eine Staubmaske der Filterklasse FFP2 zu tragen.
Fördersystem	Einrichtung zum Transport von Pellets in die Feuerung. Kann auch den Austrag umfassen.
G	
Größere Lager	Pelletlager mit einem Fassungsvermögen von mind. 30 t bzw. mit häufigen Belieferungen.
H	
HDPE-Folie	Reiß-, kratz- und verschleißfeste Folie; geeignetes Material mit einer abriebarmen Oberfläche für Prallmatten (Englisch: High Density Polyethylen, Deutsch: Hart-Polyethylen).

I	
IP	Englische Abkürzung für International Protection; Schutzgrad für elektrische Betriebsmittel; im Pelletlager mindestens IP 54 anwenden (geschützt gegen Staub in schädigender Menge; Spritzwasser geschützt).
K	
Kleine und mittlere Lager	Pelletlager mit einem Fassungsvermögen von unter 30 t.
Kupplung / Storz-Kupplung	Verbindungsstück („Storz Typ A", DN 100) am Stutzen und an den Schläuchen, um diese sicher miteinander zu verbinden.
N	
Nebenraum	Ein gut belüfteter Raum, der zur Belüftung von Pelletlagern zulässig ist. Der Raum sollte unmittelbar an das Lager grenzen. Es gelten dieselben Belüftungs- und Betretungsanforderungen wie für den Auftstellraum des Lagers.
O	
OSB	Grobspanplatte (Englisch: Oriented Strand Board, Deutsch: Platte aus ausgerichteten Spänen), die statisch wesentlich besser als eine herkömmliche Spanplatte geeignet ist. Sie eignet sich aufgrund der rauen Oberfläche nicht für die Beplankung der Schrägböden im Pelletlager; für die Lagerwände hingegen sehr gut geeignet.
P	
Pneumatisches Austragssystem	Saugentnahme; Pellets werden durch Unterdruck aus dem Pelletlager abgesaugt: Dies kann sowohl von unten durch Saugsonden oder von oben durch einen Saugkopf erfolgen.
R	
Rohdichte	Partikeldichte; Verhältnis zwischen Masse und Volumen eines Pellets, beschreibt den Verdichtungsgrad der Holzspäne in g/cm³.
Rührwerk	Fördersystem zur Austragung von Holzpellets aus dem Lager. Durch sich drehende Stahlfedern am Boden des Lagers werden die Pellets einer Schnecke zugeführt. Der weitere Transport zur Feuerung kann mit einer Schnecke oder einer Saugförderung erfolgen.
S	
Saugkopf	Einrichtung zur Saugentnahme von oben.
Saugsonde	Saugentnahme von unten.
Schlauchweg	Verlegeweg für den Befüllschlauch, der möglichst kurz und ohne Bögen sowie frei von Hindernissen sein sollte. Der Schlauchweg der Absaugung unterscheidet sich von dem der Befüllung.
Schnecke / Förderschnecke	Fördersystem zur Austragung von Holzpellets aus dem Lager. Weiterer Transport zur Feuerung kann mit einer Schnecke oder einer Saugförderung erfolgen. Unterscheidung in Schnecke mit Seele (starre Schnecke) und seelenlose Schnecke (flexibel). Der Abstand der Wendeln sollte zum Motor größer werden und somit eine Steigung aufweisen. Schneckenkanäle sollten ohne Hindernisse oder Verengungen sein. Druckentlastung für die Schnecke sollte vorgesehen werden.
Schrägboden	Schräger glatter Einbau, wird im Schrägbodenlager verwendet.
Schüttdichte	Masse pro Volumen einer losen Schüttung an Pellets.
Staubdicht	Staubdichte Abtrennung des Lagers (Wände, Einstiegs- / Austragsöffnungen) zum Wohn- und Arbeitsbereich. Abdichtung der Saugsystemschläuche gegen Unterdruck notwendig.

Deutscher Energieholz- und
Pellet-Verband e. V. (DEPV)

Neustädtische Kirchstraße 8
10117 Berlin
Fon 030 6881599-66
Fax 030 6881599-77

info@depv.de
www.depv.de

Deutsches
Pelletinstitut GmbH (DEPI)

Neustädtische Kirchstraße 8
10117 Berlin
Fon 030 6881599-55
Fax 030 6881599-77

info@depi.de
www.depi.de

Die Broschüre **„Lagerung von Holzpellets“** einschließlich ihrer Anhänge ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des DEPV unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen, Speicherung, Veröffentlichung und Verarbeitung in elektronischen Systemen wie dem Internet.

© Deutscher Energieholz- und Pellet-Verband e. V. (DEPV) 2024

Autoren: Martin Behr (DEPV), Philipp Tomaschko (DEPV), Raimon Dörr (DEPV), Kevin Nätebusch (DEPI)

Redaktion: Anna Katharina Sievers (DEPV), Nadja Mansour (DEPI), Kevin Nätebusch (DEPI), Sophie Skeisgerski (DEPI), Silvija Wiedemann (DEPI)

Hinweise und Anregungen sowie ergänzende Informationen senden Sie bitte an die oben stehende Adresse.

6. Auflage

Bildnachweis: Abb. 4: PowerPellets Vertriebs GmbH & Co. KG; Abb. 6: Bundesanzeiger – Bekanntmachung der Muster von Energieausweisen nach dem GEG, 01.12.2023 ; Abb.9a: GEOplast Kunststofftechnik GmbH; Abb. 9b: A.B.S. Silo- und Förderanlagen GmbH; Abb. 9c: ÖkoFEN Heiztechnik GmbH; Abb. 10a: A.B.S. Silo- und Förderanlagen GmbH; Abb. 10b: allg. Silotec GmbH; Abb. 11: Schellinger KG; Abb. 12: Hargassner GmbH; Abb. 13: ÖkoFEN Heiztechnik GmbH; Abb. 17: GEOplast Kunststofftechnik GmbH; Abb. 18: Mall GmbH; Abb. 20 rechts: PowerPellets Vertriebs GmbH & Co. KG; Abb. 21: Schellinger KG; Abb. 35: Deutscher Energieholz- und Pellet-Verband e. V.; Abb. 36: Deutscher Energieholz- und Pellet-Verband e. V.; Abb. 37: allg. Silotec GmbH; Abb. Tab. 8, S. 45, erstes Bild: Schellinger KG, Rest: Schmid AG – energy solutions; alle anderen Abbildungen: Deutsches Pelletinstitut GmbH

Stand: Dezember 2024

DEPV Deutscher Energieholz- und Pellet-Verband e.V.

Deutscher Energieholz- und
Pellet-Verband e. V. (DEPV)

Neustädtische Kirchstraße 8
10117 Berlin
Fon 030 6881599-66
Fax 030 6881599-77

info@depv.de
www.depv.de

DEPI DEUTSCHES PELLETINSTITUT

Deutsches
Pelletinstitut GmbH (DEPI)

Neustädtische Kirchstraße 8
10117 Berlin
Fon 030 6881599-55
Fax 030 6881599-77

info@depi.de
www.depi.de

BESSER MIT PELLETS

besser-mit-pellets.de | depi.de