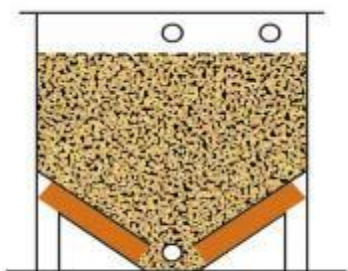
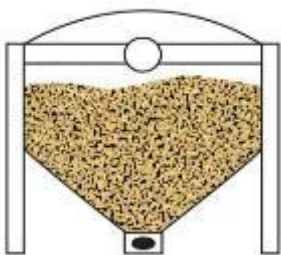




# Empfehlungen zur Lagerung von Holzpellets



ENplus®-konforme Lagerung  
von Holzpellets



## Inhalt

1	Einleitung.....	4
2	Heizen mit Holzpellets – Generelle Informationen.....	5
2.1	Pelletqualität – was Sie beachten sollten.....	5
2.2	ENplus® – zertifizierte Pelletqualität.....	5
2.3	Fachgerechte Anlieferung der Pellets – sicher und qualitätsschonend.....	7
2.4	Feinanteil bei Pellets.....	8
2.5	Ausgasung und Geruch von Holz.....	9
2.6	Wasser – kein Freund von Pellets.....	10
3	Lagerung von Holzpellets.....	11
3.1	Fertiglager oder massiver Lagerraum?.....	11
3.2	Wie gross sollte das Pelletlager sein?.....	11
3.3	Pelletlieferung in das Lager.....	12
3.4	Belüftung.....	14
3.5	Lagerreinigung.....	15
4	Fertiglagersysteme.....	17
4.1	Allgemeine Bemerkungen.....	17
4.2	Anforderungen an den Aufstellraum.....	17
4.3	Aussenaufstellung.....	19
4.4	Erdlager.....	19
4.5	Gewebesilos.....	20
5	Pelletlagerräume.....	23
5.1	Allgemeine Anforderungen.....	23
5.2	Statische Anforderungen.....	24
5.3	Schutz vor Feuchtigkeit und Nässe.....	24
5.4	Schrägböden.....	24
5.5	Prallschutzmatte.....	26
5.6	Türen, Fenster und Luken.....	26
5.7	Einbauten und Elektroinstallationen.....	28
5.8	Befüllsystem.....	28
5.9	Empfehlungen zur Lagerraumgestaltung.....	31

6.	Grosslager mit > 10 bis 100 Tonnen Speicherkapazität .....	34
6.1.	Allgemeine Anforderungen .....	34
6.2.	Lagergrösse.....	35
6.3.	Austragungssysteme für grössere Pelletlagerräume .....	36
6.4.	Füllstandsmessung .....	37
6.5.	Lagerraumreinigung .....	37
6.6.	Explosionsschutz.....	37
6.7.	Anforderungen an die Belüftung.....	37
7.	Für Ihre Sicherheit .....	39
8.	Normative Referenzen .....	40
9.	Übergabeprotokoll Pelletlager .....	41

## 1 Einleitung

Das Heizen mit Pellets gehört zu den neuen Heiztechnologien. Es gibt bereits eine beträchtliche Anzahl an Haushalten, die Wärme aus Pellets beziehen und ebenfalls eine grosse Anzahl an vorbildlich installierten Anlagen. Doch wie es zu einer jüngeren Technologie gehört, gibt es auch bei der Installation von Pelletheizanlagen noch Verbesserungspotenzial. Das trifft insbesondere für Installationen von Lagerräumen und Lagerraumsystemen zu. Pelletlager müssen eine Vielzahl an Anforderungen erfüllen, damit die Pelletqualität und ein sicherer Betrieb gewährleistet werden können.

Die vorliegende Broschüre „Empfehlungen zur Lagerung von Holzpellets“ beschreibt die Anforderungen um die Brennstoffqualität zu erhalten und um einen sicheren Betrieb des Lagers zu gewährleisten, sowohl für Profis (zum Beispiel Installateure) als auch für Pellet-Endverbraucher. Die Lagerraumbroschüre beschreibt die technischen Eigenschaften von Pelletlagern und informiert über einen sicheren und angemessenen Betrieb dieser Lager.

Diese Lagerraumbroschüre ersetzt nicht geltende Richtlinien zum Stand der Technik oder die Richtlinien und Instruktionen der Hersteller von Pelletheiz- und Pelletlagersystemen. Die Broschüre ersetzt auch nicht das Einbeziehen von Fachleuten bei der Planung und Errichtung von Pelletlagern. Den Planungshilfen und Vorgaben zur Lagerbefüllung der Hersteller von Pelletlagersystemen, Austragsystemen sowie Pelletheizsystemen ist immer Folge zu leisten.



Jürg Schneeberger  
Präsident proPellets.ch

Januar, 2016

Update: August 2018

## 2 Heizen mit Holzpellets – Generelle Informationen

### 2.1 Pelletqualität – was Sie beachten sollten

Holzpellets sind ein moderner, umweltfreundlicher und standardisierter Holzbrennstoff. Holzpellets werden hauptsächlich aus rindenfreien Holzresten der Holzverarbeitenden Industrie hergestellt. Während des Herstellungsprozesses wird das holzeigene Lignin aktiviert und wirkt als natürlicher Holzleim, der die mechanische Festigkeit der Pellets sicherstellt. Je nach Hersteller wird als Presshilfe auch natürliche Stärke eingesetzt (z.B. Maisstärke). Trotzdem ist die mechanische Festigkeit von Pellets nicht so hoch wie jene von anderen Schüttgütern. Bei der Logistik muss deshalb beachtet werden, dass Pellets sehr empfindlich auf mechanische Einwirkungen sind. Ein reibungsloses Liefern von Pellets sowie die richtige Lagergestaltung sind essenzielle Voraussetzungen für ein sorgenfreies Heizen mit Pellets.

### 2.2 ENplus® – zertifizierte Pelletqualität

Pellets sollten nur von ENplus® zertifizierten Quellen eingekauft werden. Im Unterschied zu anderen Zertifikaten, bezieht die ENplus®-Zertifizierung die ganze Lieferkette mit ein, sowohl die Produktion als auch die Lieferung. Die Liste der ENplus® zertifizierten Unternehmen ist im Internet auf der Seite [www.enplus-pellets.ch](http://www.enplus-pellets.ch) verfügbar.

Die internationale Norm ISO 17225-2 (in der Schweiz SN EN ISO 17225-2) definiert die Produkteigenschaften für verschiedene Pellet-Qualitätsklassen. Die Klassen unterscheiden sich hauptsächlich beim Aschegehalt und dem Ascheschmelzverhalten (siehe Tabelle 1). Diese beiden Parameter sind wichtig für einen zuverlässigen Betrieb der Pelletheizung. Niedriger Aschegehalt und hohe Schmelztemperaturen verhindern die Bildung von Schlacke (Sinterung). Das Zertifizierungsprogramm ENplus® definiert verbindliche Grenzwerte für das Ascheschmelzverhalten, im Vergleich zum ISO-Standard, wo diese fehlen.

Die Qualitätsklassen ENplus® A1, ENplus® A2 und ENplus® B erfüllen und überschreiten die entsprechenden Qualitätsklassen des ISO-Standards. ENplus® A1 ist die höchste Qualitätsklasse und für kleine Pelletfeuerungen empfohlen. ENplus® A2 erfüllen qualitativ leicht niedrigere Anforderungen als ENplus® A1 Pellets (Hauptsächlich beim Aschegehalt) und können in qualitätstoleranten Installationen verbrannt werden. Die neue Luftreinhalteverordnung LRV (November 2015) schreibt vor, dass in der Schweiz lediglich Pellets in Umlauf gebracht werden können, welche den Qualitätsklassen A1 und A2 gemäss der Norm SN EN ISO 17225-2 entsprechen.

**Tabelle 1: Grenzwerte für ENplus zertifizierte Holzpellets**

Eigenschaft	Einheit	ENplus® A1	ENplus® A2	ENplus® B	Prüfnorm <sup>k)</sup>
Durchmesser	mm	6 ± 1 oder 8 ± 1			ISO 17829
Länge	mm	3,15 < L ≤ 40 <sup>d)</sup>			ISO 17829
Wassergehalt	m-% <sup>b)</sup>	≤ 10			ISO 18134
Aschegehalt	m-% <sup>c)</sup>	≤ 0,7	≤ 1,2	≤ 2,0	ISO 18122
Mechanische Festigkeit	m-% <sup>b)</sup>	≥ 98,0 <sup>e)</sup>	≥ 97,5 <sup>e)</sup>		ISO 17831-1
Feinanteil (< 3,15 mm)	m-% <sup>b)</sup>	≤ 1,0 <sup>f)</sup> (≤ 0,5 <sup>g)</sup> )			ISO 18846
Temperatur der Pellets	°C	≤ 40 <sup>h)</sup>			–
Heizwert Hu	kWh/kg <sup>b)</sup>	≥ 4,6 <sup>i)</sup>			ISO 18125
Schüttdichte	kg/m <sup>3</sup> <sup>b)</sup>	600 ≤ Schüttdichte ≤ 750			ISO 17828
Additive	m-% <sup>b)</sup>	≤ 2 <sup>j)</sup>			–
Stickstoff	m-% <sup>b)</sup>	≤ 0,3	≤ 0,5	≤ 1,0	ISO 16948
Schwefel	m-% <sup>c)</sup>	≤ 0,04	≤ 0,05		ISO 16994
Chlor	m-% <sup>c)</sup>	≤ 0,02		≤ 0,03	ISO 16994
Ascheerweichungstemperatur <sup>a)</sup>	°C	≥ 1200	≥ 1100		CEN/TC 15370-1
Arsen	mg/kg <sup>c)</sup>	≤ 1			ISO 16968
Kadmium	mg/kg <sup>c)</sup>	≤ 0,5			ISO 16968
Chrom	mg/kg <sup>c)</sup>	≤ 10			ISO 16968
Kupfer	mg/kg <sup>c)</sup>	≤ 10			ISO 16968
Blei	mg/kg <sup>c)</sup>	≤ 10			ISO 16968
Quecksilber	mg/kg <sup>c)</sup>	≤ 0,1			ISO 16968
Nickel	mg/kg <sup>c)</sup>	≤ 10			ISO 16968
Zink	mg/kg <sup>3)</sup>	≤ 100			ISO 16968

a) Asche wird bei 815 °C hergestellt.

b) Im Anlieferungszustand.

c) Wasserfrei.

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

e) Bei Beladung des Transportmittels (Fahrzeug, Schiff) an der Produktionsanlage.

f) Am Werkstor oder bei der Beladung von Fahrzeugen für die Auslieferung an Endkunden.

g) Beim Befüllen von Pelletsäcken oder versiegelten *Big Bags*.

h) Bei der Beladung von Fahrzeugen für die Auslieferung an Verbraucher.

i) Entspricht 16,5 MJ/kg.

j) Die Menge der Additive in der Produktion ist auf 1,8 w-% beschränkt, die Menge der Additive, die nach der Produktion eingesetzt werden (z. B. Beschichtungsöle), ist auf 0,2 w-% beschränkt.

k) Bis zur Veröffentlichung der genannten ISO-Prüfnormen müssen die Prüfungen nach den Vorgaben des korrespondierenden CEN-Standards durchgeführt werden.

### 2.3 Fachgerechte Anlieferung der Pellets – sicher und qualitätsschonend

Holzpellets werden mit speziellen Silofahrzeugen angeliefert. Ein Silo-Lkw verfügt über einen Kompressor, der die Luft für den Einblasvorgang verdichtet.

Beim Einblasen wird die vom Kompressor verdichtete Luftmenge zum Teil in die Kesselkammer am Fahrzeug geleitet, um die Pellets aufzulockern, während ein anderer Teil als Treibluft genutzt wird. Die Pellets werden mit dem Luftstrom durch den Schlauch befördert. Bei kurzen Einblasentfernungen kann es sinnvoll sein, die Pellets mit höherem Druck und nur wenig Treibluft einzublasen, während bei langen Strecken der Treibluftanteil erhöht werden muss. Der Fahrer, der den Einblasvorgang durchführt, sollte abhängig von den individuellen Gegebenheiten vor Ort die geeignete Einstellung von Druck und Treibluftmenge wählen.

Das Fahrzeug sollte für eine fachgerechte Zulieferung zudem mit einem geeichten On-Bord-Wiegesystem sowie innen beschichteten Schläuchen zur Minimierung der Reibung ausgestattet sein. Zudem ist ein Absaugventilator mit Staubsack mitzuführen, der benötigt wird um im Lager einen leichten Unterdruck zu erzeugen. Ist der Lagerraum nicht luftdicht, kann der Unterdruck nicht aufgebaut werden, sodass Luft mit feinem Staub in die umliegenden Räume dringen kann. Ein Pelletlager soll also staubdicht gebaut werden.

Viele Fertiglager benötigen entsprechend der Befüllanleitung des Herstellers keine Absaugung der Förderluft. Bei diesen entweicht die Luft durch das Silogewebe. In diesem Fall ist darauf zu achten, dass die Förderluftmenge (bis zu 1500 m<sup>3</sup>/h) durch Fenster, Türen oder andere Außenöffnungen entweichen kann, damit es zu keiner Druckerhöhung im Aufstellraum kommt. Um ein sicheres und qualitätsschonendes Einblasen der Pellets zu ermöglichen, sollte der Heizungsbetreiber auf Folgendes achten:

- für den Pelletlieferanten gut sichtbare Anbringung der Befüllanleitung am Pelletlager
- rechtzeitiges Abschalten der Heizungsanlage nach Herstelleranweisung oder mindestens eine Stunde vor der Lieferung

ENplus zertifizierte Pelletlieferanten stellen den Kunden ein Lieferprotokoll aus, welches alle wichtigen Informationen zu den Pellets, dem Lager und dem Einblasvorgang beinhalten.

***Der Kunde muss die Heizung rechtzeitig vor der Pelletlieferung abschalten. Der genaue Zeitpunkt ist den Unterlagen des Kesselherstellers zu entnehmen. Andernfalls darf der Pelletlieferant aus rechtlichen Gründen das Lager nicht befüllen. Ausnahme: Der Kunde bestätigt schriftlich – im Allgemeinen auf dem Lieferprotokoll, dass eine Freigabe des Kesselherstellers für eine Lagerbefüllung ohne Kesselabschaltung vorliegt.***

## 2.4 Feinanteil bei Pellets

Als Feinanteil werden Bruchstücke von Pellets bezeichnet, die durch ein Sieb mit einer Lochung von 3,15 mm Durchmesser fallen. Hohe Anteile an Feinanteil im Pelletlager können zu Problemen bei der Heizung oder dem Austragungssystem führen.

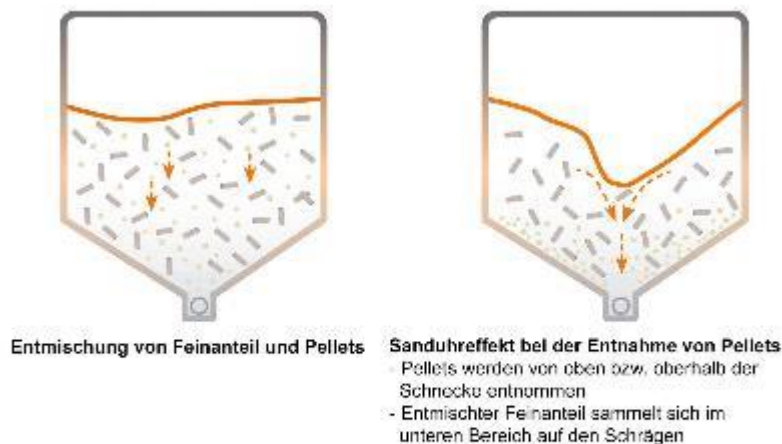
Feinanteil entsteht hauptsächlich durch die mechanische Beanspruchung der Pellets beim Transport, beim Einbringen in das Pelletlager und beim Austrag zum Heizkessel. Bögen in den Leitungen, unsachgemäss angebrachte Prallschutzmatten, Hindernisse auf dem Weg ins Pelletlager, hohe Einblasgeschwindigkeit sowie zu wenig Pellets im Verhältnis zur Förderluft während der Lieferung erhöhen den Feinanteil im Pelletlager.

Hohe Feinanteile beim Pelletkessel können auch aufgrund von Beschädigungen des Austragssystems, welches die Pellets vom Lager zum Kessel transportiert, entstehen. Durch Entmischungsvorgänge beim Austrag der Pellets konzentriert sich der Feinanteil im Laufe der Zeit im unteren Bereich des Pelletlagers (Abbildung 1). Um eine optimale Funktion der Pelletheizung sicherzustellen, kann es nötig werden, ein Pelletlager zu reinigen. Ob eine Reinigung nötig ist und der Zeitpunkt dafür, soll mit dem Pelletlieferanten abgesprochen werden. Es bietet sich an, die Reinigung in den Sommermonaten durchzuführen.

ENplus zertifizierte Lieferanten akzeptieren Beschwerden von Kunden die mehr als 4 % Feinanteil im Lager haben unter den folgenden Bedingungen:

- Die Einblasdistanz (inklusive der internen Leitungen) ist kleiner als 30 m
- Das Pelletlager erfüllt die Anforderungen an Lager, wie sie in der vorliegenden Broschüre „Empfehlungen zur Lagerung von Holzpellets“ definiert werden
- Weniger als 20 % der aktuellen Lieferung wurde bereits verbraucht.
- Der Anteil der verbliebenen Pellets vor der letzten Lieferung lag bei unter 10 % der Lagerkapazität.
- Falls vom Pelletlieferanten eine Lagerreinigung empfohlen wurde und diese auch tatsächlich durchgeführt wurde





© Deutsches Pelletinstitut

Quelle: Deutsches Pelletinstitut (DPI)

### Abbildung 1: Entmischungsvorgänge im Pelletlager

Übrigens: eine Entmischung der Partikel findet während des Liefervorgangs statt. Dadurch erscheint die Oberfläche des Pellet-Schüttkegels staubig. Diese staubige Erscheinung des Schüttkegels heisst nicht, dass die Pellets die ENplus Vorgaben nicht erfüllen.

## 2.5. Ausgasung und Geruch von Holz

Holzpellets sind ein Brennstoff, der ökologisch unbedenklich ist und von dem bei richtigem Umgang keine Gesundheitsgefährdung ausgeht. Holzpellets können je nach verwendeter Holzart einen Eigengeruch entwickeln. Der Grund hierfür liegt in den Extraktstoffen, holzeigenen Ölen, Fetten und Harzen, die während des Pressvorgangs aktiviert werden und in den Folgewochen langsam ausgasen bzw. sich im Kontakt mit der Luft zersetzen.

Im Vergleich zu anderen Holzprodukten haben Holzpellets eine sehr große Oberfläche und sind in ihrer Zellstruktur durch den Pressvorgang stark beansprucht worden. Das führt dazu, dass die Freisetzung der flüchtigen Bestandteile schneller erfolgt – insbesondere bei frischen Pellets und hohen Umgebungstemperaturen. Die Emissionen lassen in der Regel nach wenigen Wochen nach. Der damit verbundene Geruch verflüchtigt sich vollständig.

Die Emissionen von Holzpellets bestehen aus flüchtigen organischen Verbindungen (VOCs), Kohlenmonoxid (CO) und Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>). Zu den VOCs zählen z. B. sogenannte Terpene, die für den in seltenen Fällen auftretenden „chemischen“, terpentinartigen Geruch verantwortlich sind. Andere Bestandteile wie Aldehyde und Kohlenmonoxid können eine gesundheitsgefährdende Wirkung entfalten und sollten deshalb nicht in den Wohnbereich gelangen. Aus diesem Grund muss der Pelletlagerraum bzw. der Aufstellraum des Fertiglagers gegenüber dem Wohnraum abgedichtet sein. Die Lagerbelüftung sollte direkt über Öffnungen ins Freie erfolgen, was die Verflüchtigung der Emissionen begünstigt und die Zeit verkürzt, bis der Geruch vollständig verschwunden ist.

## 2.6. Wasser – kein Freund von Pellets

Pellets sind hygroskopisch, das heisst, sie nehmen schnell Wasser auf und vergrössern gleichzeitig ihr Volumen. Wenn grosse Mengen von Wasser in einen Pelletlagerraum eindringen (z.B. durch eine Überschwemmung) können Spannungen im Lagerraum entstehen, die in seltenen Fällen das Silogewebe oder die Trennwände beschädigen können. Pellets verlieren zudem ihre Form und verklumpen. Sie können dann nicht mehr als Brennstoff eingesetzt werden. Nasse Pellets sollten schnell entfernt werden, da sie beim Trocknen sehr hart werden.

Im Unterschied zu Heizöl geht von überschwemmten Pelletlagern keine Umweltgefährdung aus. Es ist trotzdem empfehlenswert, Pelletlagerräume zu leeren wenn Hochwasser erwartet werden, da ein volles Pelletlager bei einem Hochwasserereignis aus den oben dargestellten Gründen das Gebäude beschädigen kann.

Die Entfernung von trockenen Pellets kann durch einen Pelletlieferanten übernommen werden, dessen Fahrzeug Pellets absaugen kann. Im Fall von nassen Pellets kann ein Kanalreinigungs-Fahrzeug aufgeboden werden, welches die Pellets effizient absaugt. Das Schaufeln von grossen Pellets-Mengen ist nicht zielführend.

### 3. Lagerung von Holzpellets

#### 3.1. Fertiglager oder massiver Lagerraum?

Während in der Vergangenheit überwiegend Kellerräume zum Pelletlager umgebaut wurden – oft in Eigenregie des Heizungsbetreibers – werden heute zunehmend Fertiglager mit freier Aufstellung eingesetzt.

Die Vorteile von Pelletlagerräumen liegen in der guten Raumausnutzung und – im Fall von Lagerräumen mit Aussenwänden – bei der einfachen Zugänglichkeit der Befüll- und Absaugstutzen. Es besteht jedoch das Risiko von Fehlplanungen was zu Problemen beim Betrieb führen kann. Ein Beispiel dafür sind undichte Fugen, welche zu Staub oder Gerüchen in den angrenzenden Räumen führen kann.

Fertiglager bieten eine gut geplante, komplette Lagerlösung einschliesslich fachgerechter Befüll- und Entnahmeverrichtungen. Dadurch wird sichergestellt, dass die Pelletqualität erhalten bleibt und ein sicherer Betrieb gewährleistet ist. Aus diesem Grund ist es empfehlenswert, Fertiglagersysteme einzusetzen.

Pelletlagerräume sollten grundsätzlich von Fachleuten geplant, errichtet und ausgestattet werden. PelletsExperten, das heisst ausgebildete Installateure und Planer können ab Frühling 2016 auf der Webseite von proPellets.ch gefunden werden: [www.propellets.ch](http://www.propellets.ch) und [www.pelletsexperte.ch](http://www.pelletsexperte.ch).

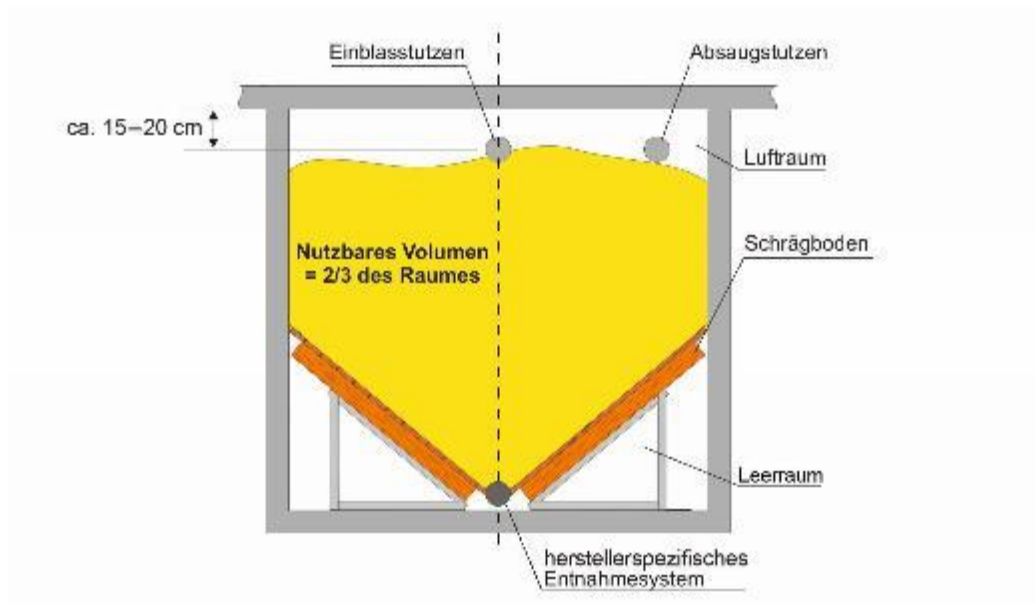
#### 3.2. Wie gross sollte das Pelletlager sein?

Das Pelletlager im Privatkundenbereich (bis ca. 70 kW) sollte so ausgelegt werden, dass es einen kompletten Jahresbedarf an Pellets fasst. Damit wird die Anzahl der Anlieferungen reduziert. Die Grösse des Lagerraums hängt vor allem von der Heizleistung ab, die sich nach dem Wärmebedarf des Gebäudes richtet. Der Wärmebedarf kann von Experten berechnet oder von der Menge des bisher verbrauchten Brennstoffes abgeleitet werden. Wird zum Beispiel eine alte Ölheizung durch eine Pelletheizung ersetzt, ist die benötigte Menge von Pellets in Kilogramm ungefähr zweimal die Menge des Ölkonsums in Litern. Die Vergleichswerte in Tabelle 2 beruhen auf einer Ölheizung mit ähnlichen Effizienzwerten wie die einer neuen Pelletheizung. Wird eine ineffiziente Ölheizung ersetzt, können der Pelletbedarf und das Lagervolumen um bis zu 20 Prozent niedriger sein als in der Tabelle angegeben.

**Tabelle 2: Abschätzung des Lagerbedarfs für Pellets**

Wärmebedarf in kWh/Jahr	5000	10000	20000	50000
Heizölverbrauch in l/Jahr	625	1250	2500	6250
Pelletbedarf in kg/Jahr	1250	2500	5000	12500
Empfohlenes Lagervolumen in m <sup>3</sup>	2.5	5	10	25

Die tatsächliche Lagerkapazität ist immer geringer als das theoretische Raumvolumen. Beispielsweise geht Volumen durch den Einbau von Schrägböden verloren. Zudem kann ein Pelletlagerraum nicht bis ganz unter die Decke gefüllt werden, da Pellets einen Kegel bilden, mit höchstem Punkt unter der Befülleitung.



**Abbildung 2: Verlorenes Volumen in einem Lagerraum**

Bei der Planung von Pelletlagern für grössere Heizsysteme ( $> 70 \text{ kW}$ ) sind weitere Faktoren zu berücksichtigen. Das Fassungsvermögen sollte so ausgerichtet werden, dass das Lager mehr als die maximale Menge des grössten Lieferfahrzeugs fassen kann, welches voraussichtlich liefern wird.

Die Lagerkapazität muss grösser sein als die Kapazität des Lieferfahrzeugs, damit Komplettladungen geliefert werden können. Dadurch muss das Lager nicht vor jeder Lieferung komplett leer sein. Die Zufahrt wird durch den grössten Lastwagen bestimmt, welcher liefern kann. Es ist empfehlenswert, bei der Planung der Pelletheizanlage (dazu gehört auch der Lagerraum) und vor der Bestellung des Heizungssystems einen Pelletslieferanten zu kontaktieren. Dadurch können die Grösse des grössten verfügbaren Lieferfahrzeuges sowie weitere Inputs zur Lagerung von Pellets abgeklärt werden.

### 3.3. Pelletlieferung in das Lager

Lose Pellets werden mittels Silofahrzeugen angeliefert und in das Lager eingeblasen. Rahmenbedingungen wie eine lange Einblasstrecke, Richtungsänderungen durch Bögen und Höhenunterschiede zwischen Fahrzeug und Pelletlager erhöhen die mechanische Belastung der Pellets beim Einblasen und damit auch den Feinanteil. Sie sollten daher vermieden werden. Bei der Befüllung des Lagers sollten Schlauchlänge und fest installierte Befüllleitung eine Länge von insgesamt 30 m nicht überschreiten. Sind größere Entfernungen zu erwarten, sollten mit dem Pelletlieferanten die technischen Möglichkeiten geklärt werden (siehe Abbildung 3). Durch kluge Planung lassen sich Entfernungen verkürzen und die Einblasbedingungen qualitätsschonend gestalten.

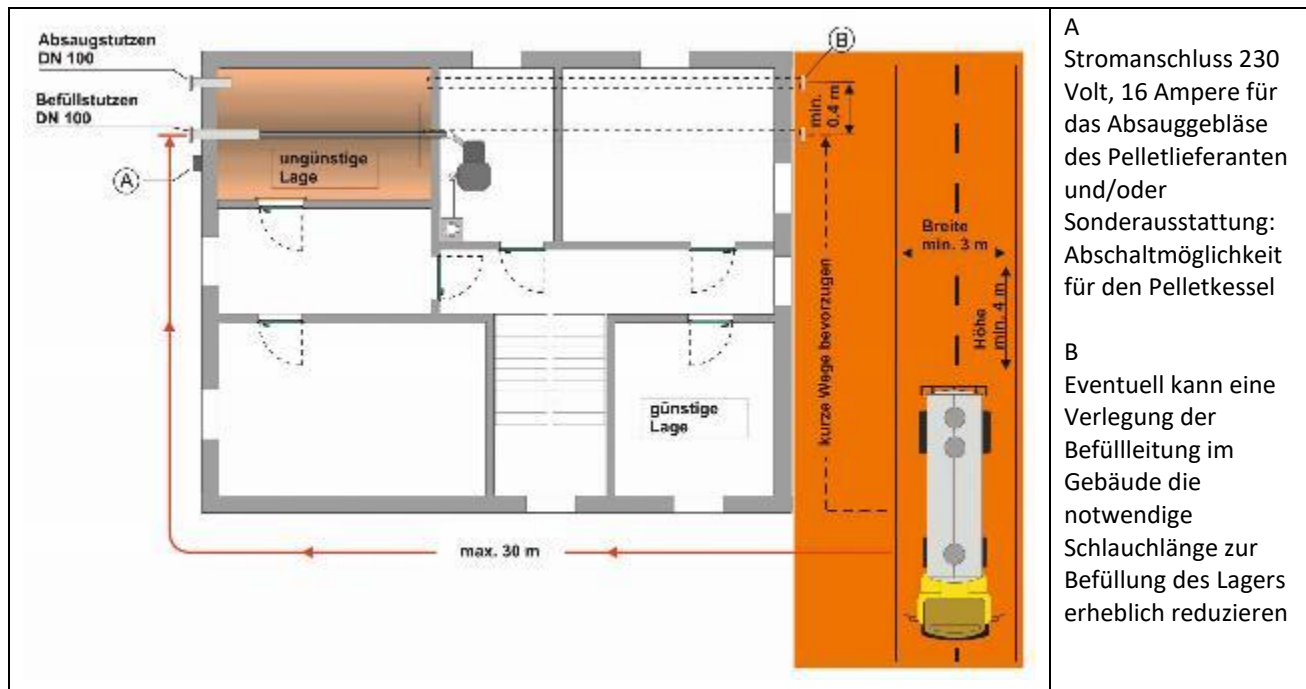


Abbildung 3: Lage und Zugänglichkeit des Lagerraums

Folgende Punkte sind bei der Planung des Lagers zu beachten:

- Der Zugang muss geeignet sein für Lieferfahrzeuge (Sattel- oder Gliederzug). In der Regel ist eine Strassenbreite von mindestens 3.5 m sowie eine Durchfahrtshöhe von mind. 4 m erforderlich, damit die Zufahrt zu der Abladestelle gewährleistet ist. Wichtig sind auch die Berücksichtigung der Strassensteigung und des Strassenzustands im Winter und allfällige Behinderungen der Zufahrt durch andere Fahrzeuge, die entlang der Zufahrt geparkt sein könnten.
- Der Wenderadius sowie das Gesamtgewicht der Fahrzeuge muss beachtet werden.
- Das Lieferfahrzeug muss legal parkiert werden können, ohne eine Behinderung für die Zeit der Belieferung (welche über eine Stunde dauern kann) darzustellen.
- Einblas- und Absaugstutzen sollten ins Freie geführt werden – vorzugsweise sollte der Lagerraum deshalb an eine Außenmauer grenzen. Sofern dies nicht möglich ist, sollte der Anschluss an die Kupplung möglichst nahe bei einer Öffnung (Kellerfenster oder Tür) liegen, aber nicht zu nahe am Tür- oder Fensterrahmen, so dass der Befüllschlauch und das Absauggebläse nicht angeschlossen werden können.
- Alle Richtungsänderungen sollten mit 45-Grad-Bögen und ausreichender Ein- und Auslaufstrecke realisiert werden. 90-Grad-Böden sollten, wenn immer möglich, vermieden werden. Kann ein 90-Grad-Bogen nicht vermieden werden, ist ein Mindestradius von 200 mm empfehlenswert.
- Die Befüllkupplungen sollten maximal auf 1.8 m Höhe angebracht werden, damit ein gefahrloses Ankoppeln der Befüllschläuche erfolgen kann. Ist das nicht möglich, muss ein sicherer Zugang durch Podeste oder Rampen gewährleistet sein.
- Rohrleitungen, Anschlusskupplungen und Schläuche sollten einen Innendurchmesser von 100 mm haben und aus robusten und geerdeten Komponenten bestehen.

- Befüllkupplungen müssen dem Typ „Storz A“ (100 mm) entsprechen.
- Einblas- und Absaugkupplungen sind gemäss ihrer Funktion zu kennzeichnen. Es sollte ein gesonderter Absaugstutzen vorgesehen werden, da sonst die Gefahr besteht, dass beim Umkuppeln die zuvor eingeblasenen Pellets die Absaugleitung verstopfen. Das Einblasen durch den Absaugstutzen ist deshalb, wenn möglich, zu vermeiden.
- Fest installierte Befüllleitungen müssen leitfähig sein. Die Anschlusskupplungen müssen durch ein Kabel (4 mm<sup>2</sup>) zur Potenzialausgleichsschiene fachgerecht (z.B. durch einen Elektrofachbetrieb) geerdet werden.
- Der Absaugventilator benötigt einen Stromanschluss 230 Volt, 16 Ampere. Es ist zu beachten, dass der Absaugventilator möglichst im Freien zu stehen kommt. Eine Schlauchlänge von mehr als 5 m zwischen Absaugstutzen und Absauggebläse führt zu einem Abfall der Gebläseleistung und kann dazu führen, dass das Absauggebläse nicht mehr wie gewünscht funktioniert.

### 3.4. Belüftung

Ausgasung oder Störungen der Heizanlage können unter Umständen zu gefährlichen Konzentrationen von schädlichen Gasen wie zum Beispiel Kohlenmonoxid im Pelletlagerraum führen. Um jegliche Gefährdungen auszuschliessen sind zwei einfache Grundsätze zu beachten.

- Der Lagerraum muss gegenüber dem Wohnbereich abgedichtet sein.
- Die Lagerraumbelüftung sollte direkt über Öffnungen ins Freie erfolgen damit eine Akkumulierung von gefährlichen CO Konzentrationen vermieden wird

Die Belüftung von Lagern ist am einfachsten mit Ventilationsdeckeln auf Einblas- und Absaugkupplungen machbar (siehe Abbildung 4 und Abbildung 5). Dies gilt für Lager bis maximal 40 t oder 60 m<sup>3</sup>. Adressen von Unternehmen, die solche anbieten sind unter [www.propellets.ch/shop](http://www.propellets.ch/shop) zu finden. Fertiglager aus atmungsaktivem Gewebe benötigen keinen belüftenden Deckel. Hier ist allerdings für ausreichende Belüftung des Aufstellraums zu sorgen.



Abbildung 4: Ventilationsdeckel aus Kunststoff



Abbildung 5: Ventilationsdeckel aus Metall

Detaillierte technische Anforderungen an die Lagerraumbelüftung sind in der SWKI Richtlinie HE200-01 beschrieben. Eine Zusammenfassung der Anforderungen an die Belüftung von Lagern mit Fassungsvermögen bis zu 10 t (15 m<sup>3</sup>) ist in Tabelle 3 dargestellt. Die Anforderungen an grössere Lager mit Fassungsvermögen grösser als 10 t sind in Tabelle 10 beschrieben.

**Tabelle 3: Anforderungen an die Belüftung von Pelletlagern ≤ 10 t**

Länge der Lüftungsleitung	Lagergröße ≤ 10 t
≤ 2 m	<p>Deckellüftung mit folgenden Anforderungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zwei belüftete Verschlussdeckel auf zwei Storz-A-Kupplungen</li> <li>• Die Lüftungsöffnungen müssen ins Freie oder in den belüfteten Aufstellraum der Heizanlage führen</li> <li>• Gesamtlüftungsquerschnitt mind. 40 cm<sup>2</sup></li> </ul>
> 2 ... ≤ 5 m	<p>Eine Lüftungsöffnung mit folgenden Anforderungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lüftung ins Freie</li> <li>• Öffnung der Lüftungsleitung mindestens 100 cm<sup>2</sup></li> <li>• Lichte Öffnung mindestens 80 cm<sup>2</sup></li> </ul>
> 5 ... ≤ 20 m	<p>Mechanische Belüftung mit folgenden Anforderungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lagerbelüftung über Lüftungsleitung mit Ventilator</li> <li>• Ventilator mit dreifacher Luftwechselrate pro Stunde bezogen auf das Bruttovolumen des Lagerraums</li> <li>• Die Funktion des Ventilators ist mit dem Öffnen der Lagerraumtür zu koppeln</li> </ul>

**Jedes Pelletlager oder jeder Aufstellraum für Fertiglager muss belüftet werden. Die Lüftungsöffnungen sollten so angelegt sein, dass sie nicht unmittelbar unter Fenstern oder Zuluftöffnungen münden.**

**Lager sind nur nach Messung der CO-Konzentration und mit Sicherungsperson zu betreten (bei Lagern ≤ 10 t gilt dies nur in den ersten 4 Wochen nach einer Lieferung)**

### 3.5. Lagerreinigung

In bestimmten Fällen, zum Beispiel für Revisionen oder Lagerreinigungen, ist es nötig, das Pelletlager zu betreten. Es ist zu beachten, dass das Betreten eines Pelletlagers immer ein signifikantes Sicherheitsrisiko darstellt. Aus diesem Grund sollte die Anzahl der Einsätze minimiert und strikte Sicherheitsregeln beachtet werden (siehe Kapitel 7).

Um einen dauerhaft störungsfreien und sicheren Heizungsbetrieb zu gewährleisten, kann es nötig werden, ein Pelletlager zu reinigen. Ob eine Reinigung nötig ist, soll der Heizungsbetreiber mit seinem Pelletlieferanten absprechen. Bei der Reinigung sollte sowohl der Feinanteil entfernt werden, der sich im unteren Teil des Lagers konzentriert, als auch der Holzstaub, der sich an Wänden, Befüllstutzen oder anderen Flächen abgesetzt hat. Bei der Reinigung ist folgendes zu beachten:

- Heizung und Fördereinrichtung sind abgeschaltet Eine ausreichende Belüftung hat stattgefunden und eine zweite Person ist ausserhalb des Lagerraums anwesend (siehe Kapitel 7)
- Lagerreinigung bei Fertiglager entsprechend der Reinigungsanleitung des Herstellers durchführen

- Benutzung einer gut passenden Staubmaske mit einem P2 (EN 143) oder N95 (US NIOSH Standard) Filter. Gut passende Schutzbrille, um den Staub von den Augen abzuhalten und sofern praktikabel, Bedeckung der Haut.
- Das Lager sollte ausgesaugt, nicht gefegt, werden. Arbeitssicherheit und Gesundheitsstandards erfordern die Verwendung von einem Industriestaubsauger mit einem Klasse M (EN 60335) Filter.
- Erdvergrabene Lager und Lager mit einer grossen Lagerkapazität (grundsätzlich Lager > 10 t [ $\cong 15 \text{ m}^3$ ]) sind nur mit CO Warngerät zu betreten.

***Die Häufigkeit der Lagerreinigung ist mit dem Pelletlieferanten abzusprechen.***



## 4. Fertiglagersysteme

### 4.1. Allgemeine Bemerkungen

Fertiglager reduzieren den Planungs- und Montageaufwand gegenüber dem Eigenbaulager deutlich und erfüllen alle nötigen technischen und sicherheitsrelevanten Vorgaben. Fertiglager lassen sich in Kellerräumen, aber auch in Garagen, unter Carports oder in Geräteschuppen einbauen und können auch als Untergrundtanks oder im Freien eingesetzt werden. Es ist zwingend erforderlich, dass Fertiglagersysteme entsprechend den Herstelleranweisungen aufgebaut und in Betrieb genommen werden.

Der Lagerraum ist ein wichtiger Teil des Pelletheizungssystems. Der Installateur des Heizsystems ist verantwortlich für eine einwandfreie Integration der verschiedenen Komponenten. Er übernimmt die Gewährleistung für die Funktionseinheit Kessel, Entnahmesystem und Pelletlager. Er sollte die verschiedenen eingesetzten Komponenten dokumentieren und eine angemessene Installation bescheinigen. Experten für die Installation von Pelletheizungssystemen können ab Frühling 2016 auf den Webseiten [www.propellets.ch](http://www.propellets.ch) oder [www.pelletsexperte.ch](http://www.pelletsexperte.ch) gefunden werden.

### 4.2. Anforderungen an den Aufstellraum

Die wichtigste Voraussetzung für die Aufstellung eines Fertiglagersystems ist ein tragfähiger Untergrund in Form eines waagerechten Bodens. Andernfalls müssen Unebenheiten mit geeignetem Unterlegmaterial (z. B. Stahlplatten) korrigiert werden. Die Tragfähigkeit des Bodens muss je nach Lagertyp für Punkt- oder Flächenlasten ausgelegt sein. Kellerfeuchte Räume mit bis zu 80 Prozent Luftfeuchtigkeit im jahreszeitlichen Maximum kommen als Aufstellort in Frage, solange die Luft das Gewebe umströmen kann. Der Aufstellraum muss belüftet sein damit gefährliche Konzentrationen von Kohlenmonoxyd vermieden werden.

#### **Abstand von Wänden, Decke und Installationen**

Viele Lagersysteme benötigen einen angemessenen Abstand zu den Umfassungsflächen (Wände, Decke und eventuell Boden) und Installationen wie Lampen und Rohren. Dabei ist auch die Ausdehnung des Gewebesilos beim Einblasen zu berücksichtigen. Zu Beginn des Einblasvorgangs wird bei einigen Fertiglagern das Gewebe aufgeblasen, damit sich der durchhängende Gewebedeckel nach oben hebt, bevor die Pellets in das Lager strömen. Generell darf das aufgeblasene Gewebe nicht an Einbauten stoßen oder durch eine zu geringe Raumhöhe in seiner Ausdehnung behindert werden, soweit es nicht der Lagerhersteller ausdrücklich freigegeben hat.

Folgende Punkte sind ebenfalls zu beachten:

- Rohrleitungen können undicht werden oder zu Schwitzwasserbildung neigen.
- Das Gewebe muss frei hängen um eine Erhöhung des Feinanteils zu vermeiden.
- Das Gewebe darf sich nicht an die Decken- oder Wandbeleuchtung anlehnen, da es durch deren Wärmeentwicklung beschädigt werden kann.
- Ein Gewebesilo sollte sich komplett entfalten können: Es dürfen keine Falten entstehen, die in den Einblasstrom ragen und zu Beschädigungen des Gewebes führen können.
- Die Lage der Einblasstutzen im Gewebetank muss so gewählt werden, dass die Pellets nur auf die dafür verstärkten Gewebebereiche prallen und keine Nähte beschädigen.

Fertiglager ohne nach außen führende Befüllleitung benötigen eine ausreichende Montagefreiheit um die Kupplungen herum, damit kein enger Anschlussbogen zwischen Befüllkupplung und dem Einblasschlauch erforderlich wird. Der Abstand zwischen Anschlusskupplung und Wänden sollte deshalb mindestens 1 m betragen. Es ist empfehlenswert feste Befüllleitungen mit Anschlussstutzen in der Außenwand zu verlegen.

***Da es ganz individuelle Lagersysteme gibt, ist es erforderlich, die Befüllanleitung des Fertiglagersystems für den Pelletlieferanten gut sichtbar am Pelletlager anzubringen.***

## **Erdung**

Die am häufigsten verwendeten Fertiglagersysteme werden im Keller oder Außenbereich aufgestellt. Sie bestehen aus einem Rahmen und einem Mantel aus flexiblen Polyestergeweben, Kunststoff oder Metall. Das Material muss in der Lage sein, die beim Einblasen der Pellets entstehende elektrostatische Aufladung abzuleiten. Das Gesamtsystem muss durch ein Kabel (4 mm<sup>2</sup>) von den Anschlusskupplungen zur Potenzialausgleichsschiene fachgerecht (z. B. durch einen Elektrofachbetrieb) geerdet werden.

## **Belüftung**

Der Aufstellraum von Gewebesilos muss Lüftungsöffnungen nach außen aufweisen und gegenüber dem Wohnbereich abgedichtet sein.

- Bei nach außen geführten Einblas- und Absaugstutzen (Leitungslänge < 2 m) kann die Belüftung auch über Ventilationsdeckel auf den Kupplungen erfolgen (Lager bis 40 t).
- In allen anderen Fällen muss der Aufstellraum mindestens eine nicht verschließbare Öffnung ins Freie aufweisen (siehe Tabelle 3: Anforderungen an die Belüftung von Pelletlagern und Tabelle 4: Anforderungen an die Belüftung von Grosslagern > 10 t)

***Bei Gewebesilos ohne Absauganschluss entweicht die Förderluft durch das Silogewebe. In diesem Fall ist darauf zu achten, dass die Förderluftmenge (bis zu 1500 m<sup>3</sup>/h) durch Fenster, Türen oder andere Außenöffnungen entweichen kann.***

### 4.3. Aussenaufstellung

Grundsätzlich lassen sich Fertiglager auch außerhalb des Gebäudes aufstellen. Neben den statischen Anforderungen ist bei der oberirdischen Außenaufstellung auch die Windlast zu beachten. Je nach Art des Lagers und den verwendeten Materialien kann ein Schutz vor UV-Strahlen erforderlich sein. Gewebesilos im Freien benötigen auch einen Regenschutz (siehe Tabelle 5).

**Tabelle 5: Besondere Anforderungen bei der Aussenaufstellung von Fertiglägern (GFK=Glasfaserverstärkter Kunststoff)**

Lagertyp	Schutz vor UV-Strahlung	Schutz vor Niederschlag
Gewebesilo	Herstellerangaben beachten	Notwendig
Oberirdisches Metallsilo	Nicht nötig	Nicht nötig
Oberirdisches GFK-silo	Nicht nötig	Nicht nötig
Oberirdisches Kunststoffsilosilo	Herstellerangaben beachten	Nicht nötig
Oberirdisches Betonsilo	Nicht nötig	Nicht nötig

### 4.4. Erdlager

Pelletlager, die im Erdreich vergraben werden, müssen besondere Anforderungen erfüllen. Sie müssen:

- absolut dicht gegen Feuchtigkeit bzw. eindringendes Wasser sein
- Kondenswasserbildung bei schwankender Luftfeuchtigkeit verhindern
- gegen Auftrieb gesichert sein (Grundwasserspiegel)
- sich nahezu komplett entleeren können
- Befüllstutzen aufweisen, die für den Pelletlieferanten sicher zugänglich sind

Erdlager werden aus Beton oder Kunststoff angeboten (siehe Abbildung 6 und Abbildung 7). Die Entnahme erfolgt als Saugentnahme von oben oder von unten.

Erdlager mit unterer Entnahme verfügen über einen konischen Aufbau im unteren Silobereich. Die Übergabe der Pellets an das Fördersystem erfolgt am tiefsten Punkt. Da der statische Druck an diesem Punkt besonders groß ist, werden die Pellets im Ansaugbereich aufgelockert. Je nach Hersteller erfolgt dies durch Drehbewegungen, Vibratoren, Rückluft oder Rührwerke.

Die obere Entnahme erfolgt je nach Lagermenge über einen flexiblen aufgehängten Saugkopf mit einem Rotationssystem. Das System liegt auf den Pellets auf und wandert durch seine Drehbewegung langsam durch den Raum. Bei einigen Systemen wird die Rückluft des Saugers wieder dem Lagerbehältnis zugeführt.

Erdlager sind luftdicht. Während der Pelletlieferung muss der Förderluftstrom bei der Pelletlieferung mittels Absauggebläse abgesaugt werden. Das effektive Fördervolumen des Absauggebläses sollte grösser sein als die Luftmenge des Kompressors am Fahrzeug, sodass ein leichter Unterdruck im Lagerraum entsteht. Sollte der Hersteller des Silos keinen Stromanschluss (min. 16A 230 Volt AC) vorgesehen haben, muss dieser bauseitig erfolgen.



Abbildung 6: Erdlager aus Kunststoff mit Saugentnahme von unten



Abbildung 7: Erdlager aus Beton mit Saugentnahme von oben

***Aufgrund der luftdichten Bauweise können in Erdlagern hohe CO Konzentrationen auftreten. Aus diesem Grund dürfen Erdlager nur nach ausreichender Belüftung, nach Messung des CO-Gehalts sowie mit einem CO-Messgerät betreten werden. Eine zweite Person muss ausserhalb des Lagers anwesend sein.***

#### 4.5. Gewebesilos

Lagersysteme werden in unterschiedlichen Materialien und Bauformen angeboten: rund, quadratisch oder rechteckig sowie in unterschiedlichen Bauhöhen. Gewebesilos werden am häufigsten mit einem unteren Konus zum Austrag der Pellets gestaltet. Trog-, Hub- und Flachbodensilos sind weitere gängige Ausführungsformen für Gewebesilos. Die Entnahme der Pellets erfolgt je nach Lagertyp von unten durch Förderschnecken oder Saugsonden oder über eine bewegliche Saugentnahme von oben. Tabelle 6 gibt eine Übersicht über die häufigsten Gewebesilos.

**Tabelle 6: Ausführungsbeispiele für Gewebesilos**

**Konussilos** Diese Art des Gewebesilos ähnelt einer auf dem Kopf stehenden Pyramide. Die Entnahme findet am tiefsten Punkt statt und erfolgt über Saugsonden und/oder durch kurze horizontale Schnecken, die den Anschluss zu einer Saugförderung oder einer Steigschnecke herstellen.

Konussilos werden auch in Modulbauweise angeboten. Dabei werden mehrere Entnahmepunkte ausgebildet, für die dann z. B. die Saugsonden und die automatische Umschalteneinheit der Kesselhersteller verwendet werden können. So kann auch in niedrigen Räumen eine hohe Lagerkapazität realisiert werden.



**Trogsilos** sind eine volumenoptimierte Variante des Gewebesilos für schmale Räume. Sie können aufgrund der Bauform im Allgemeinen bis unter die Raumdecke befüllt werden. Die Entnahme erfolgt entweder per Schnecke, die die Pellets zu einem Absaugpunkt oder direkt zum Pelletkessel fördert, oder durch mehrere Saugsonden.



**Flachbodensilos** unterscheiden sich durch einen horizontal ebenen Boden von anderen Gewebesilos. Durch den Verzicht auf Schrägen im unteren Bereich wird eine gute Raumausnutzung erreicht.

Die Pellets werden von unten mittels Rührwerk mit Schneckenaustragung oder durch Saugsonden entnommen. Pellets können auch von oben über eine flexible Saugsonde ausgetragen werden. Flachbodensysteme können nicht vollständig entleert werden. Je nach Hersteller verbleibt ein Restinhalt von 2 bis 15 Prozent.



**Hubsilos** verfügen über eine Hebemechanik, damit sich der untere Bereich des Silos bei voller Belastung absenkt und mit zunehmender Entleerung wieder anhebt. Mit Hilfe eines Vibrationselements ist eine gute Entleerung des Silos möglich. Auf diese Weise wird der Restanteil von Pellets reduziert.



## 5. Pelletlagerräume

### 5.1. Allgemeine Anforderungen

Ein Pelletlagerraum ist sorgfältig zu planen und fachgerecht auszuführen. Pellets können in Kellern, Garagen, Dachböden oder anderen geeigneten Räumen gelagert werden. Dabei sind jedoch die gesetzlichen Bestimmungen und andere Vorschriften zu beachten. Für den Brandschutz gelten die Vorschriften der VKF: 106-15 Pelletsfeuerungen (siehe Kapitel 5.6, Tabelle 7), zu finden unter dem Link [www.praever.ch](http://www.praever.ch). Weiter ist die SWKI Richtlinie HE200-01 des Schweizerischen Vereins von Gebäudetechnik-Ingenieuren SWKI zu beachten. Diese kann beim SWKI käuflich erworben werden.

In der Regel hat ein Lagerraum einen rechteckigen Grundriss (siehe Abbildung 8). Sowohl die Befüll- und Absaugstutzen sollten an der schmalen Seite des Raumes angebracht werden. Ein einfacher Zugang zu dem Befüll- und Absaugstutzen muss gewährleistet sein. Der Lagerraum sollte vorzugsweise frei von elektrischen Installationen, Belüftungs- und Wasserrohren sein. Der Aufprall der eingeblasenen Pellets auf die Lagerwand muss mit einer Prallschutzmatte entsprechend gedämpft werden. Decken und Wände sollten so ausgeführt sein, dass die Pellets nicht mit losen Materialien kontaminiert werden können.

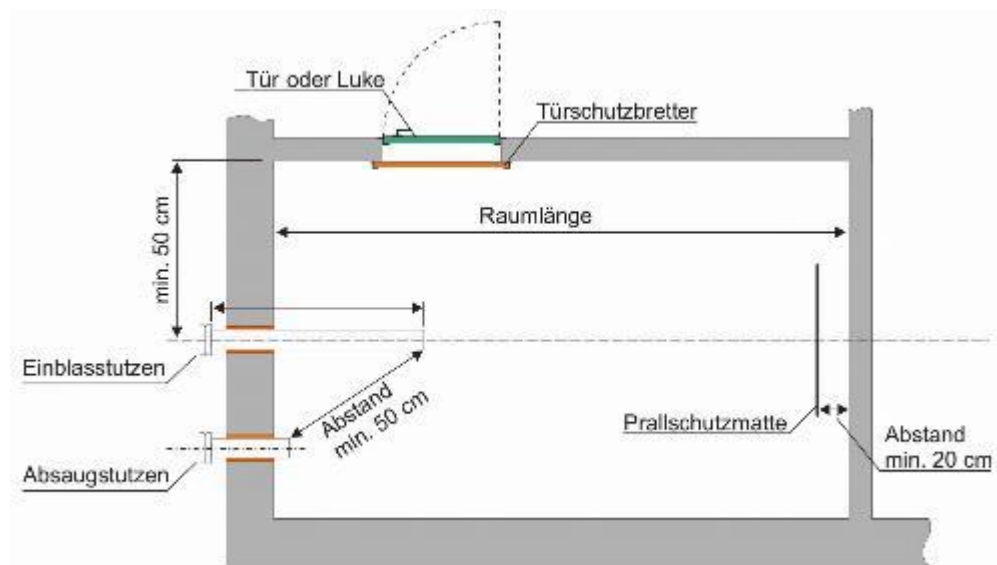


Abbildung 8: Grundriss eines Pelletlagerraums

Im Hinblick auf die Gefahr von Staubexplosionen wird ein Pelletlagerraum meist als ATEX Zone 22 klassifiziert, das heisst eine explosionsfähige Atmosphäre kann für kurze Zeit (während des Befüllvorgangs) auftreten. Alle vertikalen Oberflächen im Lagerraum müssen eine glatte Oberfläche haben, damit sich darauf kein Staub ansammeln kann. Horizontale Flächen sind zu vermeiden. Alle Rohre und Kupplungen müssen leitfähig sein und müssen von einem Fachmann geerdet werden.

Der Lagerraum muss gegenüber dem Wohnbereich abgedichtet sein um sowohl Staub als auch Geruchsemissionen zu verhindern. Der Raum muss gemäss den Vorgaben in Tabelle 3 und Tabelle 8 belüftet werden.

## 5.2. Statische Anforderungen

Die umschliessenden Böden, Wände und Decken müssen den statischen und dynamischen Belastungen bei dem Befüllvorgang standhalten. Dies betrifft sowohl die Pellets (Schüttgewicht ca. 650 kg/m<sup>3</sup>) als auch Druckschwankungen wobei 0.05 bar Überdruck (= 500 kg/m<sup>2</sup>) toleriert werden muss.

Wände aus Porenbeton sind ohne statischen Nachweis nicht zu empfehlen, da es bei zu schwacher Konstruktion zu Rissen an den Nahtstellen (Richtungsänderung der Wand) kommt. Vor dem Einbau von Glasfenstern und grossflächigen Kunststoffscheiben ist abzusehen, ausser es handelt sich um Berstscheiben. Alle Übergänge zum bestehenden Mauerwerk, zu Ecken und Wanddurchlässen müssen staubdicht sein. Bei größeren Pelletlagern ist bezüglich Statik und Brandschutz unbedingt ein Fachmann hinzuzuziehen.

In der Praxis haben sich für Lagerräume bis 10 t [ $\approx 15 \text{ m}^3$ ] Fassungsvermögen und einer Raumhöhe von bis zu 2 m folgende Wandstärken als Tragkonstruktion bewährt:

- Stahlbeton: 10 cm
- Mauerziegel: 17,5 cm im Verband gemauert, beidseitig verputzt, Ecken verstärkt und mit der Decke verbunden
- Holzkonstruktionen: 12-cm-Balken, Abstand 62 cm, beidseitig mit dreischichtigen Schaltafeln oder mehrschichtigen Sperrholzplatten beplankt, konstruktiver Anschluss an Decke, Boden und Wände. Je nach Aufbau der Konstruktion kann es erforderlich werden, Konstruktionsbänder zu verwenden.

## 5.3. Schutz vor Feuchtigkeit und Nässe

Pellets sind hygroskopisch. Das heißt, bei Berührung mit Wasser, feuchten Wänden oder Untergründen quellen sie auf und werden unbrauchbar. Feuchte Pellets können darüber hinaus die Fördertechnik blockieren. Deshalb sind folgende Hinweise zu beachten:

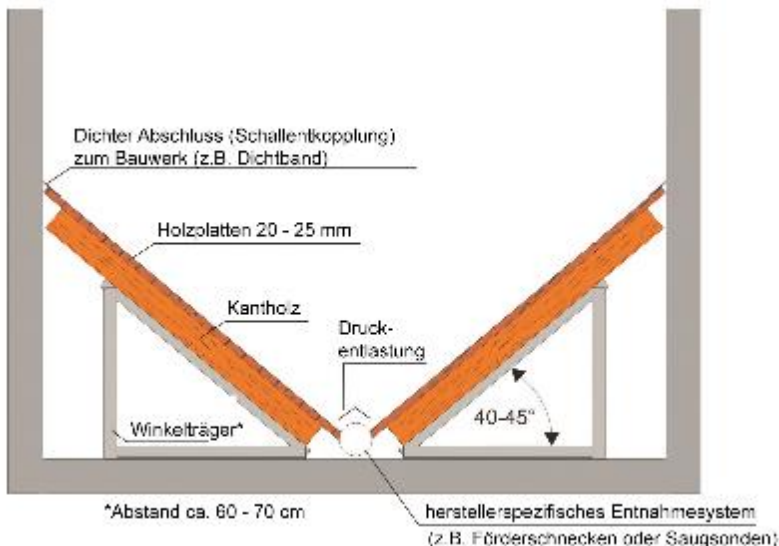
- Das Pelletlager muss ganzjährig trocken bleiben. Im Neubau ist darauf zu achten, dass Böden und Wände bereits vollständig getrocknet sind.
- Die Luftfeuchtigkeit soll unter 80 Prozent gehalten werden
- Bei Gefahr von feuchten Wänden (wenn auch nur zeitweise) sind Fertiglager einzusetzen. Anderenfalls ist ein entsprechender Feuchteschutz herzustellen (z. B. hinterlüftete Vorwandschalung aus Holz).

## 5.4. Schrägböden

Schrägböden in Pelletlagern dienen dazu, die Pellets zum Entnahmebereich (z. B. Förderschnecken oder Saugsonden) zu führen. Sie sind so zu gestalten, dass sich der Lagerraum über das Entnahmesystem möglichst weitgehend entleeren lässt. Die Schrägbodenkonstruktion (siehe Abbildung 9) sollte gemäss folgenden Hinweisen ausgeführt werden:



- Der Schrägboden muss den statischen Anforderungen der Gewichtsbelastung durch die Pellets genügen. Auf einen stabilen Unterbau ist unbedingt zu achten.
- Neben stabilen Kanthölzern bieten sich passende Winkelträger als Unterbau an, die den Aufbau des Schrägbodens wesentlich erleichtern. Die Winkelträger oder Stützen sollten in einem maximalen Abstand von ca. 60 bis 70 cm angebracht werden.
- Der Winkel des Schrägbodens sollte 45 bis 50 Grad betragen.
- Die Platten für Schrägböden müssen eine glatte Oberfläche aufweisen. Einfache Spanplatten sind ungeeignet. In der Praxis haben sich dreischichtige Schaltafeln bzw. mehrschichtige Sperrholzplatten bewährt.
- Schnecken müssen mit einem Stahlwinkel abgedeckt werden, welcher über die ganze Länge der Schnecke führt. Dadurch wird das Gewicht, welches von den Pellets auf die Schnecke drückt, verringert. Der Spalt zwischen dem Winkel und dem Schrägboden sollte 60-70 mm breit sein, um die Pellets ungehindert passieren zu lassen.
- Kanten, Stege und horizontale Auflageflächen zum Schneckenkasten bzw. Entnahmepunkt hin sind zu vermeiden.
- Der Schrägboden sollte zum Anschluss an die Umschließungswände so dicht ausgeführt werden, dass keine Pellets oder Staub in den Leerraum dringen können.
- Der Anschluss des Schrägbodens an das Entnahmesystem ist durch einen Fachmann gemäß der Herstelleranleitung auszuführen.
- Zum Schallschutz sind der Aufbau des Schrägbodens, das Entnahmesystem (z. B. Förderschnecken oder Saugsonden) sowie Wanddurchführungen aus dem Lager hinaus so auszuführen, dass die Übertragung von Körperschall auf das Bauwerk verhindert wird. Lücken zwischen dem Schrägboden und dem Lagerboden sind mit einem Abdichtungsband zu verschliessen.



**Abbildung 9: Empfehlungen für die Installation von Schrägböden**

## 5.5. Prallschutzmatte

Eine Prallschutzmatte hat die Aufgabe, die Bewegungsenergie der Pellets so abzuleiten, dass sie beim Aufprall nicht zerstört werden. Dadurch wird auch die Wand selbst vor Beschädigung geschützt und damit eine mögliche Verunreinigung des Brennstoffs mit abgeplatzten Wandteilen (Farbe, Putz) vermieden. Befestigungsschrauben, Leisten und Winkel sind so anzubringen, dass sie nicht vom Pelletstrahl erfasst werden und so die Pellets schädigen können.

Die Prallschutzmatte muss gegenüber den Einblasrohren vertikal zum Pelletstrahl, in einer Distanz von 20 – 50 cm installiert werden. Die Prallschutzmatte sollte freihängend sein, so dass sie beim Auftreffen der Pellets nach hinten schwingen kann. Das Schwingen stellt eine optimale Verteilung der kinetischen Energie der Pellets sicher. Die Prallschutzmatte kann nicht funktionieren, wenn sie direkt an einer Wand montiert wird.

Die Prallschutzmatte muss so groß sein, dass sie den kompletten Strahlkegel aufnehmen kann. In der Länge muss sie so bemessen sein, dass sie durch den Pelletstrahl nicht unterblasen bzw. weggedrückt wird. Zu lange Prallmatten können von der Pelletmasse festgeklemmt und abgerissen werden. Bei der Erstbefüllung des Lagers sollte geprüft werden, ob die Prallschutzmatte ihren Zweck erfüllt (der Pelletstrahl muss die Prallschutzmatte treffen!). Bei mehreren Befüllstutzen oder Leitungen sind weitere Prallschutzmatten anzubringen.

Die Prallschutzmatte muss gegen Abrieb und Zerreißen resistent sein. Teppichreste, weicher Plastik oder weicher Gummi sind **ungeeignet** und können erhebliche Schäden verursachen, wenn Fasern oder Gummireste in die Schnecke gelangen. Es wird empfohlen HDPE Folie mit einer Stärke von mindestens 2 mm oder abriebfeste Gummiwerkstoffe mit einer Stärke von 1 bis 3 mm zu verwenden. Die Größe sollte ca. 1.2 m x 1.5 m betragen.

## 5.6. Türen, Fenster und Luken

Türen und Einstiegsluken sind unbedingt staubdicht auszuführen. Sie müssen nach aussen öffnen und mit einer umlaufenden Dichtung versehen sein (staubdicht). Fenster sind in der Regel bereits herstellerseitig mit geeigneter Dichtung versehen und müssen für diesen Einsatz zugelassen sein (Sicherheitsglas, da Druckspitzen auftreten können). Zum Schutz vor der Pelletmasse müssen auf der Innenseite des Türrahmens Einlegebretter angebracht werden (siehe Abbildung 10). Türschlösser sollten lagerseitig staubdicht verschlossen werden, damit die Schließfunktion nicht durch Pelletstaub beeinträchtigt wird. Der Pelletlieferant haftet nicht für Schäden bzw. Verunreinigungen, die durch Undichtigkeiten verursacht werden.

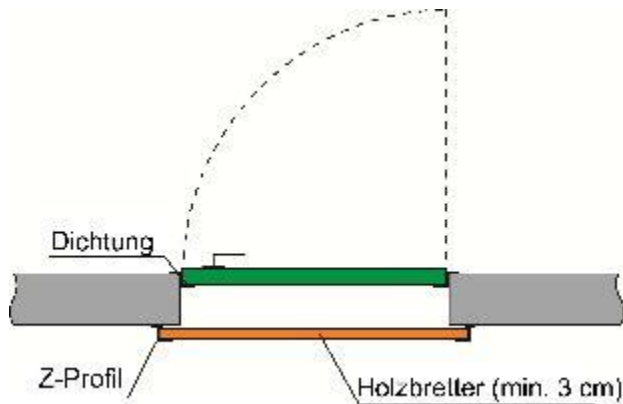


Abbildung 10: Druckentlastung der Lagerraumtüre

Nach Möglichkeit sollte sich die Tür in der Nähe der Einblasstutzen befinden. Damit bleibt der Lagerraum länger zugänglich, da sich die Pellets beim Einblasvorgang auf der gegenüberliegenden Seite des Einblasstutzens anhäufen. Die Öffnung sollte auf keinen Fall hinter der Prallschutzmatte angelegt werden! Das Pelletlager muss für Wartungszwecke, zur Reinigung und für die Sichtkontrolle des Lieferanten vor dem Befüllvorgang zugänglich sein. **Es ist zu beachten, dass das Betreten eines Pelletlagers immer ein signifikantes Sicherheitsrisiko darstellt. Aus diesem Grund sollte die Anzahl der Einsätze minimiert und strikte Sicherheitsregeln beachtet werden (siehe Kapitel 7).**

Eine optische Füllstandskontrolle (z. B. kleine Sichtfenster in den Holzbrettern) wird empfohlen. Sollte dafür durchsichtiger Kunststoff (Plexiglas) verwendet werden, kann durch statische Aufladung des Kunststoffes ein erhöhter Feinanteil im Fensterbereich sichtbar werden. Diese sichtbare Menge Feinanteil ist nicht repräsentativ für das gesamte Lager.

Um in Notfällen ein sicheres Entfernen von Pellets zu gewährleisten, sind folgende Vorgaben der VKF Brandschutzerläuterung "106-15 Pelletfeuerungen" zu beachten (siehe Tabelle 7). Das ganze Dokument kann unter [www.praever.ch](http://www.praever.ch) heruntergeladen werden.

Tabelle 7: Masse für die Mindestgrösse von Öffnungen in Pelletlagern gemäss VKF

Lagermenge	Mindestgrösse der Ausräumöffnung	Anordnung
$\leq 15 \text{ m}^3$	1.0 x 0.7 m	-
$> 15 - \leq 50 \text{ m}^3$	2.0 x 0.9 m	-
$> 50 \text{ m}^3$ Variante I	2.0 x 0.9 m	seitlich direkt ins Freie*
$> 50 \text{ m}^3$ Variante II	2.5 x 1.5 m	oben direkt ins Freie
* Ist der Zugang nicht ebenerdig angeordnet muss die Erschliessung über eine Treppenanlage erfolgen (Laufbreite $\geq 0.9 \text{ m}$ ).		

## 5.7. Einbauten und Elektroinstallationen

Einbauten im Lagerraum (zum Beispiel Rohrleitungen, Abflussrohre etc.) sollten entfernt werden. Ist dies nicht mit vertretbarem Aufwand möglich und kreuzen die Einbauten die Flugbahn der Pellets beim Befüllen, sind die Einbauten strömungs- und bruchsticher zu verkleiden (z. B. Ableitbleche, Holzverschalungen). Die Pellets dürfen durch diese Verkleidungen nicht beschädigt werden.

Im Lagerraum dürfen sich keine Elektroinstallationen wie Schalter, Licht, Verteilerdosen etc. befinden. Ausnahmen hiervon können explosionsgeschützte Ausführungen darstellen oder z. B. Entnahmesysteme, die speziell für diese Anwendung konzipiert sind. Mehr Angaben dazu sind in der Technischen Norm „Niederspannungsinstallationen“ NIN der Electrosuisse enthalten.

## 5.8. Befüllsystem

Ein Pelletlagerraum benötigt mindestens einen Einblasstutzen und einen Absaugstutzen. Die Kupplungsrohre sind dauerhaft zu kennzeichnen (Einblasstutzen bzw. Absaugstutzen). Lagerseitig sind die Stutzen in einem Abstand von ca. 15 bis 20 cm (gemessen zwischen Decke und Oberkante Befüllleitung) unter der Lagerraumdecke anzubringen. Nach maximal 50 cm muss eine Rohrschelle zur Befestigung der Einblasleitung folgen (siehe Abbildung 11).

Der Standard für Anschlusskupplungen heisst „Storz Typ A“ und hat 100 mm Innendurchmesser. Storz Kupplungen sollten sowohl für den Einblas- als auch den Absaugstutzen verwendet werden. Werden die Kupplungen in einen Lichtschacht eingebaut, sollten sie so ausgerichtet sein, dass der bei der Lieferung angekuppelte Pelletschlauch in gerader Verlängerung aus dem Lichtschacht reicht. Es ist auf eine stabile Fixierung der Befüllkupplung zu achten, damit sich die Stutzen beim Aufsetzen der Schlauchkupplung nicht verdrehen und die Position der Befüllleitung sich nicht verändern kann.

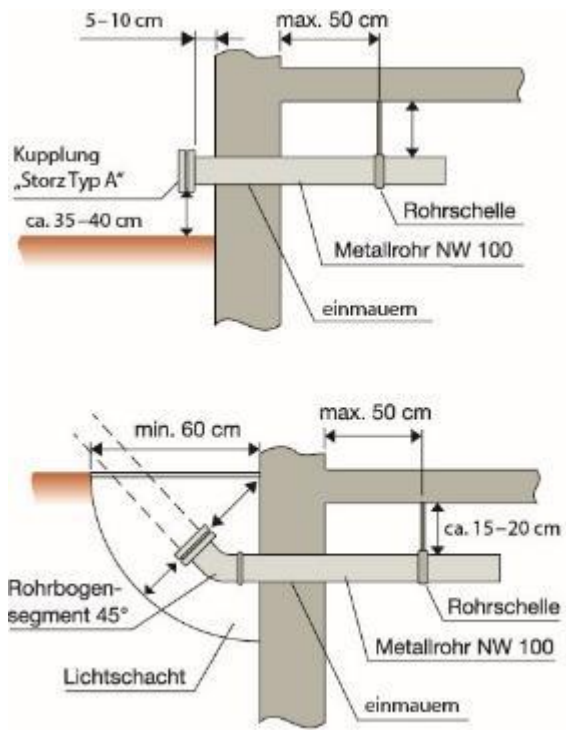
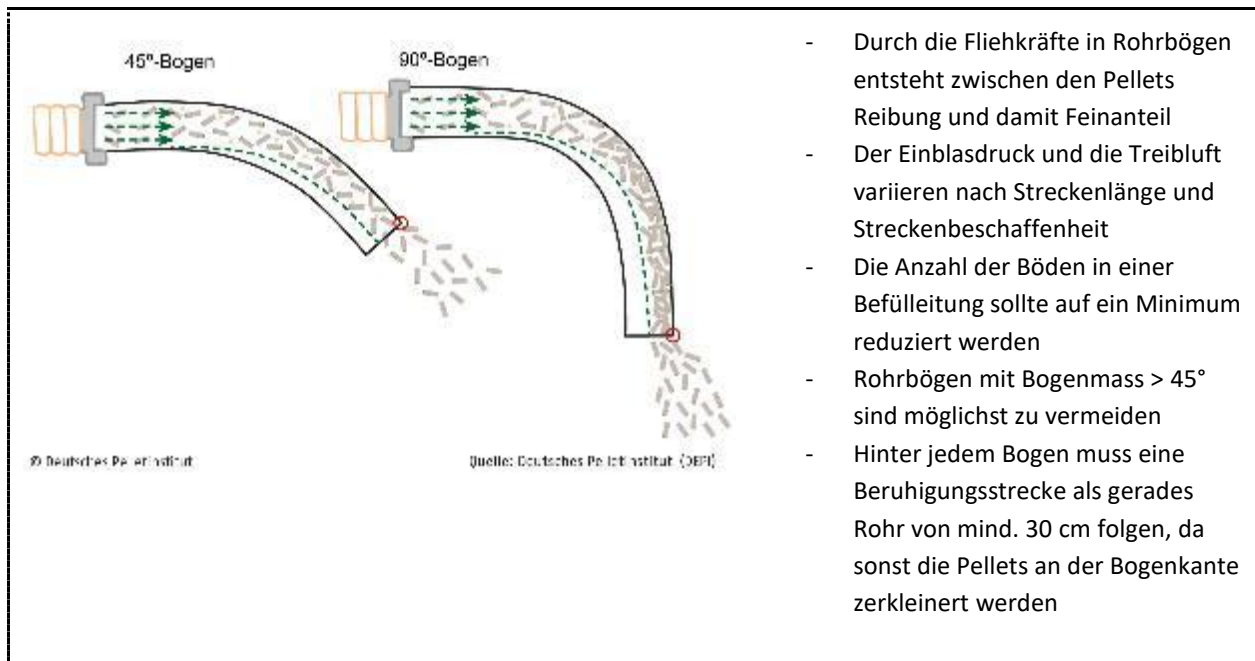


Abbildung 11: Gestaltung von Einblas- und Absaugstutzen mit und ohne Lichtschacht

### **Anforderungen an das Befüllsystem:**

- Alle Kupplungen (Einblas- und Absaugstutzen) sollen dem Typ Storz A entsprechen. Die Rohre sollen einen Innendurchmesser von 100 mm haben.
- Rohre müssen aus Metall und druckresistent bis zu einem Druck von mindestens 1 bar sein
- Rohre und Bögen müssen auf der Innenseite durchgängig glattwandig sein, damit die Pellets beim Einblasen nicht beschädigt werden. Es dürfen keine Niete, Schrauben etc. in die Rohre hineinragen. Bei geschweißten Befüllleitungen ist darauf zu achten, dass die Schweißwurzeln keine Nasen und Erhöhungen an der Rohrwand bilden. Metallrohre sind zu entgraten.
- Befüllleitungen sollten möglichst kurz sein. Richtungsänderungen sollen vermieden werden. Nur Bögen mit einem Radius von mehr als 200 mm verwenden
- Das Befüllsystem sollte ein gerades Ende mit einer Mindestlänge von 30 – 50 cm aufweisen um Turbulenzen im Pelletstrom zu vermeiden, welche zu grossen Streuwinkeln am Auslass führen würden (siehe Abbildung 12).
- Befüllleitungen müssen durch ein 4-mm<sup>2</sup>-Kabel zur Potenzialausgleichsschiene fachgerecht geerdet werden.
- Einblas- und Absaugleitung müssen an den Kupplungen eindeutig gekennzeichnet werden. Ein Einblasen durch die Absaugleitung sollte vermieden werden, da Pellets die Absaugleitung verstopfen könnten.
- Im Bereich der Kupplungen, auch bei deren Anbringung innerhalb von Lichtschächten, sollte ein Arbeitsraum von ca. 40 cm um die Befüllkupplung freigehalten werden.
- Der Absaugventilator benötigt einen Stromanschluss (230 Volt, 16 Ampere). Dieser sollte in der Nähe des Absaugstutzens vorgesehen und für den Pelletlieferanten zugänglich gemacht werden.
- Der Absaugventilator sollte im Freien zu stehen kommen. Eine Schlauchlänge von mehr als 5 m zwischen Absaugstutzen und Absaugventilator führt zu einem Abfall der Leistung und kann dazu führen, dass der Absaugventilator nicht mehr wie gewünscht funktioniert.
- Im Winter müssen die Befüllkupplungen und Zugangsmöglichkeiten (z. B. Schacht und Gitterabdeckungen) am Tag der Pelletlieferung eis- und schneefrei sein. Die Verantwortung dafür liegt beim Heizungsbetreiber.
- Nach dem Befüllen müssen die Kupplungen verschlossen werden. Dazu sollten vorzugsweise Ventilationsdeckel verwendet werden, die auch abschließbar erhältlich sind. Die Schlüssel müssen bei Anlieferung bereitgehalten werden.



- Durch die Fliehkräfte in Rohrbögen entsteht zwischen den Pellets Reibung und damit Feinanteil
- Der Einblasdruck und die Treibluft variieren nach Streckenlänge und Streckenbeschaffenheit
- Die Anzahl der Böden in einer Befülleitung sollte auf ein Minimum reduziert werden
- Rohrbögen mit Bogenmass > 45° sind möglichst zu vermeiden
- Hinter jedem Bogen muss eine Beruhigungsstrecke als gerades Rohr von mind. 30 cm folgen, da sonst die Pellets an der Bogenkante zerkleinert werden

Abbildung 12: Strahlverhalten von Pellets in verschiedenen Bögen.

## 5.9. Empfehlungen zur Lagerraumgestaltung

Die Ausführung eines Pelletlagers sollte die Grösse und die Geometrie des Raumes berücksichtigen. Besonders die Distanz der Befülleitung zu der gegenüberliegenden Wand ist ausschlaggebend.

In kleinen Lagerräumen mit einer Raumlänge von weniger als 2 Metern ist das Risiko von gebrochenen Pellets aufgrund des Aufpralls besonders gross. Indem die Befülleitung und die Prallschutzmatte speziell auf diesen Fall ausgerichtet werden (siehe Abbildung 13), kann eine zu starke mechanische Belastung der Pellets vermieden werden.

- Die Öffnung der Befülleitung sollte in einem weiten Rohrbogen mit ca. 15 bis 20 Grad Bogenwinkel und einer geraden Strecke (Beruhigungsstrecke) von mindestens 30 cm enden, um den eintretenden Pelletstrahl leicht nach unten zu lenken (siehe Abbildung 13). Statt des Rohrbogens mit Beruhigungsstrecke kann auch ein Stück Einblasschlauch verwendet werden, der durch die Rohrschelle fixiert und leicht nach unten gebogen wird. In diesem Fall muss die innere Stahlschleife des Schlauchs eine feste Verbindung mit dem Metallrohr haben, damit die gesamte Befülleitung geerdet ist.
- Die Prallschutzmatte muss gut ausgerichtet sein um ihre Funktion erfüllen zu können. Es wird empfohlen die Matte an einer Trägerplatte mit derselben Grösse zu befestigen. Diese Konstruktion sollte dann an der Decke und der Wand befestigt werden. Der vertikale Winkel sollte ungefähr 15 Grad betragen.

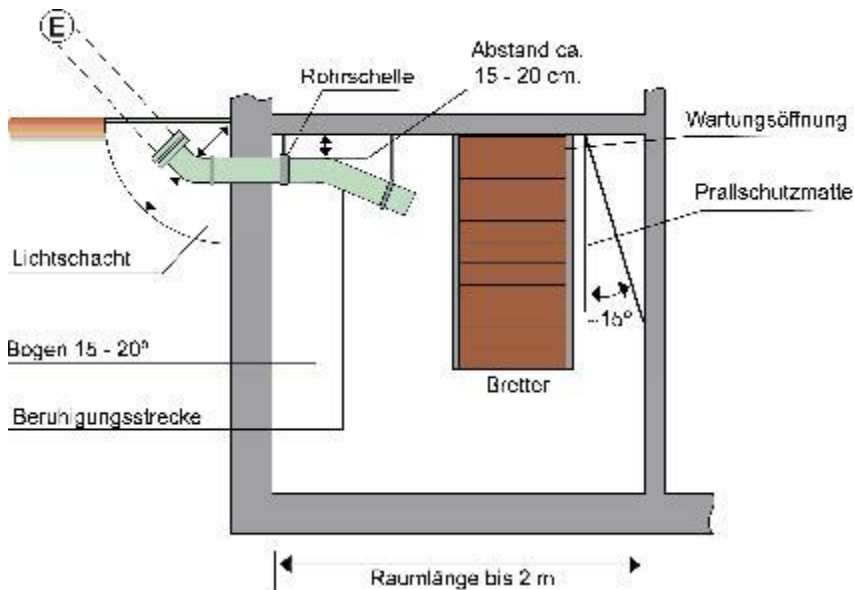


Abbildung 13: Gestaltung eines Pelletlagerraums mit einer Länge von bis zu 2 Metern

Die Gestaltung von rechteckigen Pelletlagerräumen mit einer Raumlänge von 2 bis 5 Metern (Abbildung 14) sollte folgende Aspekte berücksichtigen:

- Die Befüllleitungen sollten horizontal mit einem Abstand von 15 bis 20 cm zur Decke angebracht werden, damit die Pellets beim Einblasen nicht gegen die Decke prallen (Streuwinkel von ca. 7 Grad).
- Die gegenüberliegende Prallmatte ist in einem Abstand von 20 bis 50 cm von der Rückwand an der Decke zu befestigen. Sie muss frei schwingen können.
- Der Absaugstutzen ist mindestens 0.5 m (nach Möglichkeit weiter) entfernt vom Einblasstutzen zu installieren und als solcher auf Deckel und Rohr klar zu kennzeichnen. Idealerweise ist der Absaugstutzen in einer Ecke und etwas höher als der Einblasstutzen angebracht.

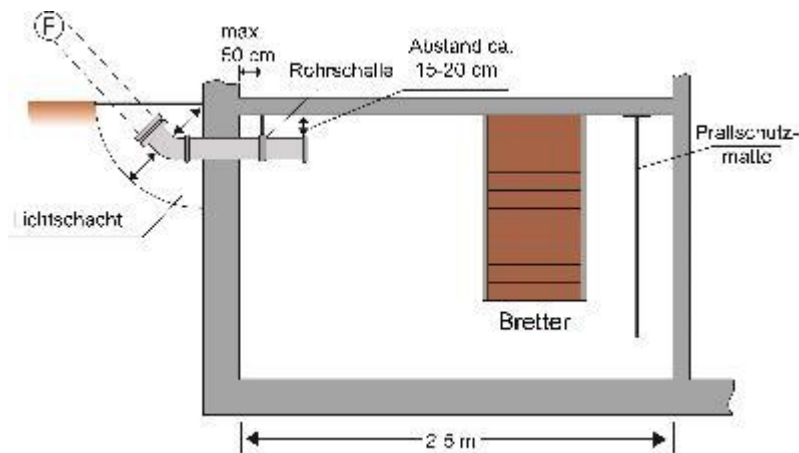
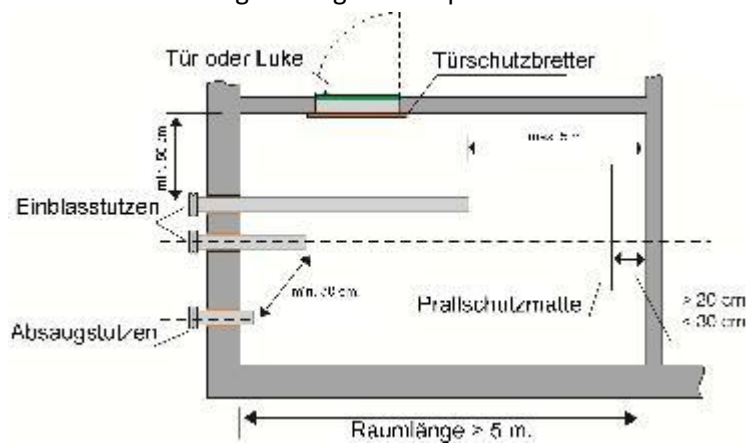


Abbildung 14: Gestaltung eines Pelletlagerraums von 2 bis 5 m Länge



Bei der Gestaltung von grösseren Pelletlagerräumen sollten die Grenzen einer geeigneten Pellets-Flugbahn berücksichtigt werden. Der Abstand zwischen dem Ende der Befüllleitung und der Oberfläche der Prallschutzmatte sollte immer zwischen 2 – 4 Metern liegen. Aus diesem Grund sollen Lagerräume mit einer Länge von mehr als 5 Metern mit zusätzlichen Befüllleitungen ausgestattet werden, welche tiefer im Raum enden (siehe Abbildung 15). Die Kupplungen dieser Leitungen müssen klar gekennzeichnet sein (lang / kurz).

- Die Befüllung muss bei der langen Befüllleitung starten. Merke: Der Füllstand der Pellets an der Mündung der längeren Befüllleitung kann in einem unbeleuchteten Lagerraum möglicherweise nicht sichtbar sein. Aus diesem Grund sollten andere Möglichkeiten des Füllstandmonitorings zur Verfügung gestellt werden.
- Die horizontale Distanz zwischen den Befüllleitungen sollte bei 1.5 bis 2 Metern liegen. Jede Befüllleitung benötigt eine separate Prallschutzmatte vor der gegenüberliegenden Wand.



**Abbildung 15: Gestaltung eines Pelletlagerraums von mehr als 5 Metern Länge**

Werden Pellets in einen Lagerraum geblasen, formen sie einen Schüttkegel mit einem Schüttwinkel von 45-60°. Für eine gute Ausnutzung des Lagervolumens benötigen auch breite Räume (Breite > 3 m) zusätzliche Befüllleitungen.

In allen drei oben beschriebenen Beispielen können die Belüftungsvorschriften erfüllt werden, indem Ventilationsdeckel auf den Befüll- und Absaugstutzen angebracht werden. Es ist jedoch auch möglich, die Belüftung durch den Einsatz von komplexeren Belüftungsmassnahmen zu gewährleisten. Die Anforderungen für diese sind in Tabelle 3: Anforderungen an die Belüftung von Pelletlagern  $\leq 10$  t und Tabelle 8: Anforderungen an die Belüftung von Grosslagern  $> 10$  t zusammengefasst.

## 6. Grosslager mit > 10 bis 100 Tonnen Speicherkapazität

### 6.1. Allgemeine Anforderungen

Die Ausführungen in den vorherigen Kapiteln gelten im Wesentlichen auch für Grosslager mit einer Lagerkapazität von bis zu 100 Tonnen. Die Anforderungen an ein schonendes Einblasen der Pellets gelten auch für Grosslager: Verwendung von geeigneten und möglichst kurzen Leitungen, ein nahe gelegener Stellplatz für das Lieferfahrzeug sowie der weitgehende Verzicht auf Bögen im Befüllsystem. Auch die Distanz zwischen Lager und Heizung sollte so kurz wie möglich sein. Das Design und der Betrieb von Grosslagern verlangt spezielle Beachtung zu einigen für kleine Lager weniger relevanten Punkten. Häufig wird eine andere Austragetechnik als bei kleineren Lagern verwendet und das Risiko von Überdruckproblemen während der Einbringung von Pellets ist geringer. Das vergleichsweise höhere Volumen verhindert zu grossen Überdruck und einige Lager sind mit einer stationären Absaugung für den Einblasprozess ausgestattet.

Das Einblasen einer Komplettladung (25 t) Holzpellets kann bis zu zwei Stunden dauern. In dieser Zeit laufen sowohl der Motor des Lkw als auch der Kompressor. Deshalb sollte Lärmschutz bei der Lagerplanung (Stellplatz des Lieferfahrzeugs) beachtet werden. Einen guten Stellplatz für das Lieferfahrzeug zu finden kann eine Herausforderung darstellen, vor allem bei sensiblen Objekten wie Wohnanlagen, Hotels und Krankenhäusern. Alternativ zum Einblasen kann auch die Lieferung mit Schubboden- oder Kippfahrzeugen eine sinnvolle Lösung sein. Die Pellets werden in das Lager oder auf ein Förderband geschüttet, was eine kürzere Standzeit erlaubt und weniger Lärm verursacht.

## 6.2. Lagergrösse

Für die Planung der optimalen Lagerkapazität ist bei Großlagern neben der Kesselleistung auch die Lieferlogistik zu berücksichtigen. Ein wichtiger Faktor ist die typische Nutzlast eines Lieferfahrzeugs die etwa 25 t beträgt. Empfohlene Nutzvolumen können aus Abbildung 16 abgeleitet werden. Das Diagramm zeigt die empfohlenen Nutzvolumen abhängig von der Kesselleistung.

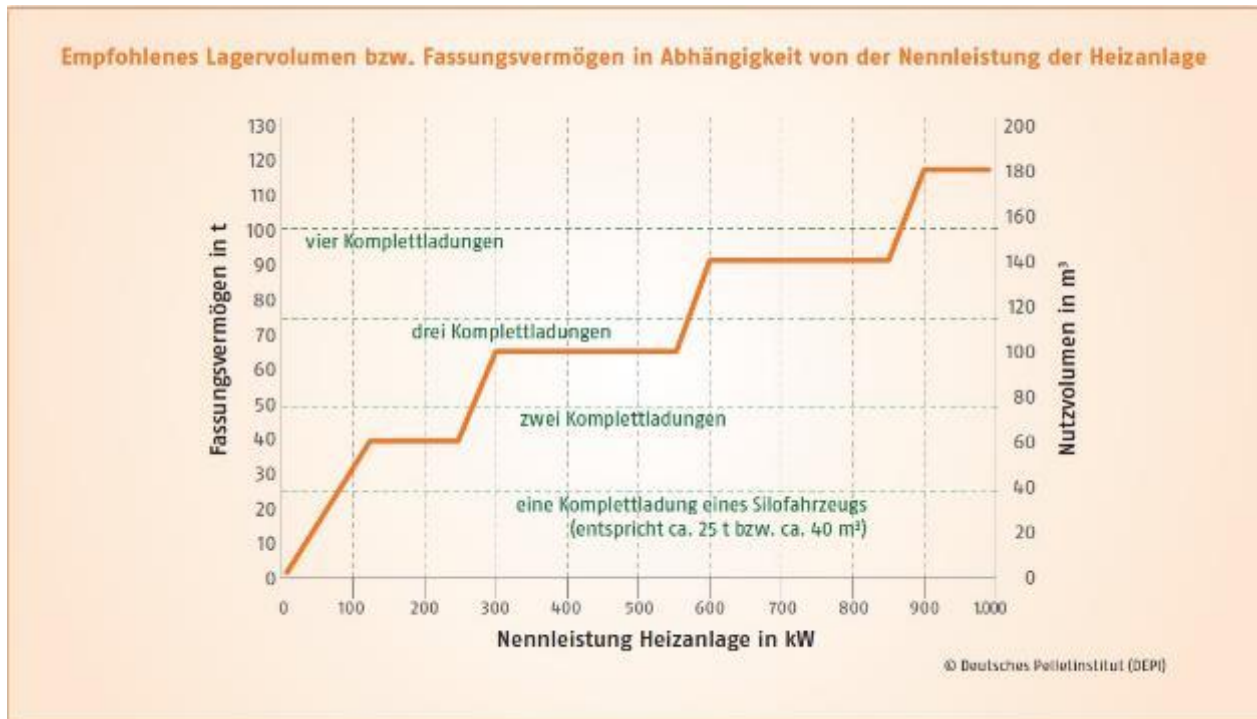





Abbildung 16: Empfohlenes Nutzvolumen für Grosslager in Abhängigkeit von der Kesselleistung.

### 6.3. Austragungssysteme für grössere Pelletlagerräume

Im Gegensatz zu kleineren Pelletheizanlagen ist der Einsatz von Saugsystemen nicht üblich in grossen Lagersystemen. In Tabelle 9 werden die unterschiedlichen Austragssysteme für Grosslager vorgestellt.

**Tabelle 9: Austragungssysteme für grössere Pelletlagerräume**

<p>Mittelschneckenaustragung</p>	<p>Kostengünstiges System für längliche Lagerräume mit Schrägböden.</p> <p>Für Kesselleistungen &lt; 100 kW.</p>	
<p>Federkernaustragung</p>	<p>Kostengünstiges System für quadratische oder längliche Räume bei dem zwei Federblätter die Pellets zur Austragsschnecke schieben.</p> <p>Für Kesselleistungen &lt; 200 kW.</p>	
<p>Knickarmaustragung</p>	<p>Kostengünstiges System für Rundsilos, bei dem Gelenkarme die Pellets zur Austragsschnecke schieben.</p> <p>Für Kesselleistungen &lt; 500 kW.</p>	
<p>Zentrumsaustragung</p>	<p>Leistungsfähiges System für Rundsilos, bei dem eine im Kreis geführte Entnahmeschnecke die Pellets zum zentralen Austragspunkt fördert.</p> <p>Für Kesselleistungen &gt; 500 kW.</p>	
<p>Schubbodenaustragung</p>	<p>Leistungsfähiges robustes System für grosse rechteckige Lagerräume und Lagerhallen, bei dem hydraulisch angetriebene Schubstangen Bodenelemente bewegen.</p> <p>Für Kesselleistungen &gt; 500 kW.</p>	

## 6.4. Füllstandsmessung

Die Messung des Füllstands von Pelletlagern gewinnt für die automatische Anlagenüberwachung und die Planung der Lieferungen an Bedeutung. Eine kontinuierliche Füllstandsüberwachung kann mit verschiedenen Verfahren erfolgen, so zum Beispiel mit kapazitiven Sensoren oder Ultraschallsystemen. Der Füllstand von Silos kann auch mit Wiegezellen kontrolliert werden. Der Füllstand in Schrägbodenlagern kann mit in Bodenbretter integrierten Drucksensoren überwacht werden.

## 6.5. Lagerraumreinigung

Es ist zu beachten, dass das Betreten eines Pelletlagers immer ein signifikantes Sicherheitsrisiko darstellt. Aus diesem Grund sollte die Anzahl der Einsätze minimiert und strikte Sicherheitsregeln beachtet werden (siehe Kapitel 7). Grosse Pelletlager sollen falls nötig geleert und gereinigt werden. Die Absprache erfolgt mit dem Pelletlieferanten.

Die Personen, welche ein Pelletlager betreten, müssen immer:

- Einen Industriestaubsauger verwenden, der mit einem Klasse-M Filter (EN 60335) ausgerüstet ist.
- Einen Industriestaubsauger verwenden, der für den Gebrauch in einer ATEX Zone 22 zugelassen ist, einen Behälter aufweist, der  $\leq 50$  l fasst und über eine Motorleistung von  $< 1.2$  kW verfügt.
- Eine Staubmaske des Typs P2 (EN 143) oder N95 (US NIOSH Standard) tragen.
- Ein CO-Warngerät auf sich tragen.

## 6.6. Explosionsschutz

Explosionsschutz in Grosslagern basiert einerseits auf der Vermeidung einer explosionsfähigen Atmosphäre indem geringe Staubkonzentrationen gesichert werden und andererseits auf der Vermeidung von Zündquellen an jedem Punkt bei der Befüllung, der Lagerung und der Entladung.

In einem Lager sind nur elektrische Betriebsmittel mit hohem mechanischem Schutzgrad von mindestens IP 54 (vorzugsweise IP 65) erlaubt. Die Lagerraumbeleuchtung bedarf einer Zulassung für ATEX Zone 22.

Sofern diese Anleitung vollständig eingehalten wird, ist kein konstruktiver Explosionsschutz in einem Pelletlager erforderlich.

## 6.7. Anforderungen an die Belüftung

Zwei verschiedene Quellen können in Pelletlagern zur Akkumulierung von schädlichen Gasen in der Lager-Atmosphäre führen: Ausgasung von Pellets oder der Rückfluss von Abgasen des Pelletkessels im Falle einer Störung. Unfällen aufgrund giftiger Gase wird mit zwei verschiedenen Ansätzen vorgebeugt:

- Vor dem Betreten Belüftung des Lagers
- Sicherheitsbestimmungen für den Zugang zum Lager einschliesslich persönliche Schutzausrüstung mit einem CO-Warngerät verhindern, dass Arbeitskräfte toxischen Atmosphären ausgesetzt werden.

Liegt das Lager nahe am Aussenbereich, sollte eine Lagerbelüftung mit Lüftungsleitungen kürzer als 5 m realisiert werden. Die geforderten Lüftungsquerschnitte werden aufgrund der Angaben in Tabelle 10 berechnet.

Im Falle von Lagerräumen, die Rohre mit einer Länge von mehr als 5 m nach aussen benötigen, muss die Belüftung mit einer Belüftungsvorrichtung realisiert werden.

Das Pelletlager darf nur betreten werden, wenn:

- Nach vorheriger Messung des CO-Gehalts welcher nicht mehr als 30 ppm betragen darf
  - Bei einer Konzentration von 60 ppm darf das Lager höchstens während 15 min betreten werden.
- Ein CO-Messgerät mit gültiger Kalibrierung auf Mann getragen wird

**Tabelle 10: Anforderungen an die Belüftung von Grosslagern > 10 t**

Länge der Lüftungsleitung	Lagergrösse > 10 t
≤ 2 m	Deckellüftung nur in Lagern bis 40 t mit folgenden Anforderungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mind. zwei belüftete Verschlussdeckel auf zwei Storz-A-Kupplungen</li> <li>• Querschnitt mind. 4 cm<sup>2</sup>/t Fassungsvermögen</li> </ul>
> 2 ... ≤ 5 m	Lüftungsöffnung/en mit folgenden Anforderungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lüftung ins Freie</li> <li>• Öffnung je Lüftungsleitung mindestens 100 cm<sup>2</sup></li> <li>• Gesamtlüftungsquerschnitt mindestens 10 cm<sup>2</sup>/t Fassungsvermögen</li> <li>• Lichte Öffnung mindestens 8 cm<sup>2</sup>/t Fassungsvermögen</li> </ul>
> 5 ... ≤ 20 m	Mechanische Belüftung mit folgenden Anforderungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lagerbelüftung über Lüftungsleitung mit Ventilator</li> <li>• Ventilator mit dreifacher Luftwechselrate pro Stunde bezogen auf das Bruttovolumen des Lagerraums</li> <li>• Die Funktion des Ventilators ist mit dem Öffnen der Lagerraumtür zu koppeln</li> </ul>

## 7. Für Ihre Sicherheit

Im Normalfall besteht für den Betreiber kein Risiko. Jedoch sind Fälle, in denen gesundheitsgefährdende CO-Konzentrationen entstehen, nicht auszuschliessen. Deshalb sind zur Vorsorge folgende Anforderungen/Massnahmen zu beachten

1. In erster Linie sollte ein Pelletlager von niemandem betreten werden, ausser es stehen notwendige Wartungsarbeiten an. Unberechtigten Personen sollte der Zugang nicht möglich sein. Kinder dürfen zu keinem Zeitpunkt Zugang zu Pelletlagern haben.
2. Bevor ein Pelletlager betreten oder darin gearbeitet wird, muss der Pelletkessel abgeschaltet werden. Dabei ist den Instruktionen des Herstellers Folge zu leisten.
3. Der Lagerraum darf erst nach mindestens 15 min Querlüften betreten werden. Die Einstiegstüre ist während dem Aufenthalt im Lagerraum offen zu halten.
4. Die Belüftung ist während des Aufenthalts im Lagerraum aufrechtzuerhalten
5. In jedem Fall ist vor Betreten des Lagers die CO-Konzentration mit einem kalibrierten CO-Messgerät zu messen (siehe Kapitel 6.7).
6. Sollte der Aufenthalt im Lagerraum länger dauern, ist der Arbeitsplatzgrenzwert gemäss SUVA einzuhalten (30 ppm).
7. Bevor ein Pelletlager betreten oder darin gearbeitet wird, wird eine zweite informierte Person aufgeboden, die die Arbeitskraft im Lager überwacht und im Notfall Alarm auslösen kann. Es wird KEIN Rettungsversuch gestartet, da die Kraft einer einzelnen Person erfahrungsgemäss nicht ausreicht, um eine zweite Person zu retten.
8. Pelletlager die luftdicht sind, z.B. Erdtanks aus Beton oder Plastik, dürfen nur von erfahreinem Servicepersonal betreten werden und nur nach Bestimmung der Sauerstoff- und Kohlenmonoxidkonzentration im Lager. Das ist nötig, da diese Lagertypen speziell hohe Kohlenstoffmonoxid und tiefe Sauerstoffkonzentrationen aufweisen, da durch die Beschaffenheit des Lagers kein Luftaustausch möglich ist.

Für Lagerräume  $\leq 10$  t gelten darüber hinaus folgende Anforderungen:

- Lagerräume in den ersten 4 Wochen nach der Befüllung mit Pellets nur nach vorgängiger Messung der CO Konzentration betreten.

Für Lagerräume  $> 10$  t bzw. für erdvergrabene Lager sind zusätzlich folgende Anforderungen zu beachten

- Lager immer nur nach Messung des CO Gehalts betreten
- Während des Aufenthalts im Lager muss ein mobiles CO Warngerät getragen werden
- Kurzzeitiges Betreten (max. 30 min) nur bei CO-Konzentrationen von weniger als 60 ppm
- Bei Werten  $> 60$  ppm ist das Lager zu verlassen

## 8 Normative Referenzen

- ÖNorm 7137: Presslinge aus naturbelassenem Holz - Holzpellets - Anforderungen an die Pelletslagerung beim Endverbraucher
- EN 303-5: Heizkessel - Teil 5: Heizkessel für feste Brennstoffe, manuell und automatisch beschickte Feuerungen
- EN 14961-2: Biobrennstoffe - Qualitätssicherung von Brennstoffen - Teil 2: Holzpellets für nichtindustrielle Verwendung
- ENplus – Handbuch: Qualitätszertifizierung für Holzpellets, Version 3.0, August 2015
- VDI 3464: Lagerung von Holzpellets beim Verbraucher - Anforderungen an Lager sowie Herstellung und Anlieferung der Pellets unter Gesundheits- und Sicherheitsaspekten
- VKF Erläuterungen 2015: 106-15 Pelletsfeuerungen
- SWKI Richtlinie HE200-01

### Sicherheitshinweise für Pelletlager



Selbsthaftender Kleber erhältlich im Shop von proPellets.ch



## 9. Übergabeprotokoll Pelletlager

### Kunde / Heizungsbetreiber

Name: \_\_\_\_\_

Adresse: \_\_\_\_\_

Tel.: \_\_\_\_\_

### Installateur / Heizungsbauer

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### Heizung

Kesselbezeichnung: \_\_\_\_\_

Leistung: \_\_\_\_\_ kW

Solarunterstützung  Ja  Nein

Pufferspeicher: \_\_\_\_\_ l

Lager  Fertiglager  Lagerraum

### **Fertiglager:**

Hersteller/Modell: \_\_\_\_\_

Kapazität: \_\_\_\_\_ t

Material: \_\_\_\_\_

Luftdurchlässig?  Ja

Aufstellungsort:  Gebäude  Wohnebene  Dachboden

Standort nach aussen entlüftet?  Ja  Nein Öffnungsfläche: \_\_\_\_\_ mm<sup>2</sup>

Standort trocken (< 80% LF)?  Ja  Nein Absaugen beim Einblasen erforderlich?  Yes  No

Lager für imprägnierte Pellets freigegeben?  Ja  Nein

### **Lagerraum:**

Lage:  Kellerraum  Wohnebene  Dachboden

Wandmaterial: \_\_\_\_\_ Wandstärke: \_\_\_\_\_ mm

Raumgrösse (Lx W xH): \_\_\_\_\_ m x \_\_\_\_\_ m x \_\_\_\_\_ m Lagerkapazität: \_\_\_\_\_ t

Zutrittsöffnung: \_\_\_\_\_ m x \_\_\_\_\_ m  Tür  Fenster

Lagerlüftung  Ventilationsdeckel  andere  Lichte Öffnung: \_\_\_\_\_ cm<sup>2</sup>

Lagerraum gegen angrenzende Räume staubdicht verschlossen:  Ja  Nein

Prallmatte: Wandabstand: \_\_\_\_\_ cm Flugbahn frei?  Ja  Nein

Beleuchtung:  Ja  mit ATEX

Wände/Böden trocken?  Ja  durch Feuchtigkeitssperre

### Einblasbedingungen / Zugänglichkeit

Interne Befüllleitung:  Ja Material: \_\_\_\_\_  ableitfähig  geerdet

Länge: \_\_\_\_ m Durchmesser: \_\_\_\_ mm Anzahl Bögen: \_\_\_\_ x 45° \_\_\_\_ x > 45°

Anzahl Einglasstutzen: \_\_\_\_ Absaugstutzen?  Ja Stromzugang vorhanden?  Ja

Absaugstutzen gekennzeichnet  Ja Kupplungen geerdet?  Ja

Befestigter Stellplatz für Lieferfahrzeug?  Ja Hängerzug möglich?  Ja

Einblasentfernung (Schlauch und Befüllleitung): \_\_\_\_ m Höhenunterschied: \_\_\_\_ m

### Skizze mit LKW-Stellplatz und Lage der Einblasstutzen:



**Pelletaustragung:**  Schnecke  Sauger unten  Sauger oben

**Befüllanleitung:**  angebracht Wo? \_\_\_\_\_

**Reinigungsanleitung:**  Schriftlich  Mündlich

**Einweisung in Handhabung Lager/Entnahmesystem erfolgt?**  Ja

\_\_\_\_\_  
(Datum und Ort)

\_\_\_\_\_  
(Installateur)

\_\_\_\_\_  
(Kunde)