



BEZIRK  
NIEDERBAYERN

Landmaschinenschule  
Landshut-Schönbrunn



# Rund ums Getreide





BEZIRK  
NIEDERBAYERN

Landmaschinenschule  
Landshut-Schönbrunn



# *Getreide lebt, es atmet und gibt Wärme ab*

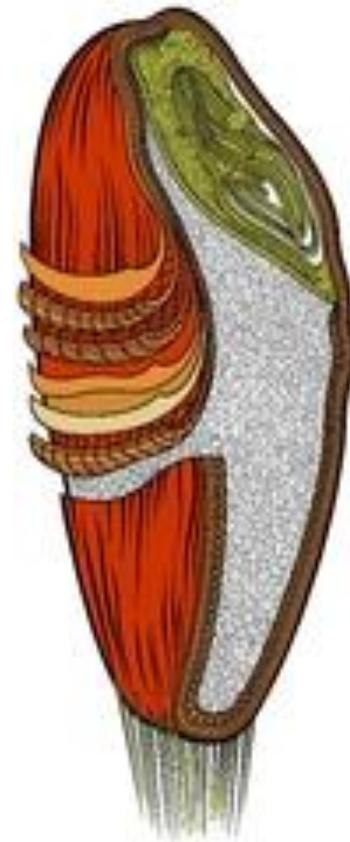
Pro % Trocknsubstanzverlust entstehen aus 1 Tonne Getreide:

32 500 Watt

Energie

In Form von

**Wärme**



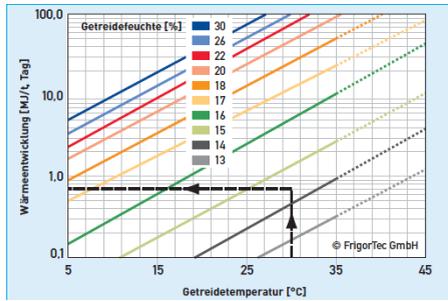
6 kg H<sub>2</sub>O

Feuchteerhöhung des Produkts  
um

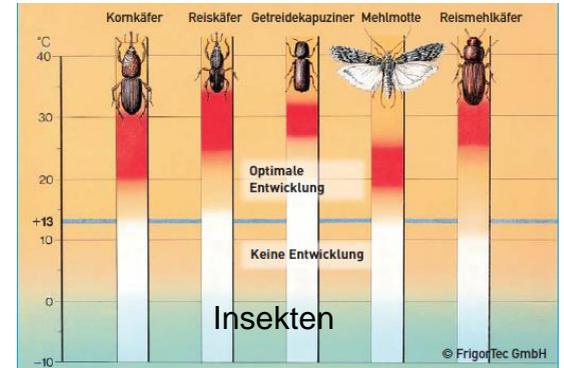
**0,6 % Wasser**



## Verantwortung für Lagerverluste



Physische Veratmung



Sekundäre tierische Schädlinge





BEZIRK  
NIEDERBAYERN

Landmaschinenschule  
Landshut-Schönbrunn



## Lagerverluste durch unsachgemäße Lagerung



Quelle: AP /Spiegel online

# Getreidelagerung in Indien?



# BEZIRK NIEDERBAYERN

Landmaschinenschule  
Landshut-Schönbrunn



Im bäuerlichen Lager bis 0,2 % pro Monat



Im Gewerbelager: ca. 0,1 % pro Monat



# Voraussetzungen für den Bau eines Getreidelagers

## Betriebsstruktur

- Flächenausstattung
  - Schlaggrößen
  - Schlagausformung
- Fruchtarten
  - Fruchtfolgeglieder
  - Anbauflächen je Frucht
  - Erwartete Erträge
- Verwertungsmöglichkeiten
  - Marktfruchtgetreide
  - Veredelungsgetreide
- Infrastruktur
  - Flächenentfernungen
  - Betriebsgelände / -gebäude
  - Fahrstraßenzustand
- Zukunftsentwicklung
  - Mögliche Betriebserweiterungen
  - Vermarktungssegmente



## Getreidelager

- Lagerbehälter
  - Gesamtvolumen
  - Einzelvolumen
  - Material
- Annahme
  - Annahmetechnik
  - Annahmemeistung
- Reinigung
  - Reinigungsverfahren
  - Reinigungsgrad
- Konservieren
  - Einfache Konservierung
  - Konditionierung
- Verladen
  - Verladeleistung
  - Verladezeiten



## Beispiel am Betrieb mit 240 ha LN

Fruchtfolge ( Beispiel)		Ertrags- erwartungen	Fläche	Ertrag
Winterraps	16 %	43 dt/ha	38 ha	1634 dt
Winterweizen	38 %	72 dt/ha	91 ha	6552 dt
Ackerfutter	22 %	-----	53 ha	-----
Wintergerste	24 %	68 dt/ha	58 ha	3944 dt

- Vermarktungsrichtung:
- Raps an Ölmühle
  - Winterweizen an regionale Mühle
  - Wintergerste über Handel / Futtermittelherstellung

Ölmühle: Kann nur in kleine Verarbeitungslager geliefert werden.

Regionale Mühle: Benötigt Zwischenlagerkapazitäten, bezieht Rohstoff nach Verarbeitungsbedarf



# Konsequenz:

## – Bau eines Getreidelagers für Marktgetreide

Gründe:

- Schaffung bezahlter Zwischenlagermöglichkeiten für die Abnehmer
- Marktstrategischer Verkauf des Futtergetreides
- Marktstrategischer Verkauf von nicht kontraktgebundener Marktware.
- Angestrebte Erweiterung der Anbaufläche mit weiteren Vermarktungsmöglichkeiten.



## Voraussetzungen für eine gute und sichere Lagerung

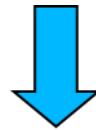
Die Eingangsqualität kann nur gehalten und nicht verbessert werden

- Hygienische Lager
  - Frei von Verunreinigungen
  - Frei von Beistoffen
  - Frei von primären und sekundären Schädlingen
  - Frei von schädlichen Mikroorganismen
  - Richtige Wahl des Lagerortes
- Richtige Wahl der Baumaterialien
- Richtige Wahl der Konservierung
- Richtige Wahl der Bearbeitung



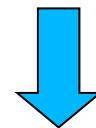
### Voraussetzung für die Erzeugung und Lagerung für Getreide:

- Getreide ist aus Sicht der Lebensmittelhygieneverordnung als Lebensmittel zu betrachten
- Getreide ist so zu lagern, dass es nicht verderben kann
- Getreide ist so zu lagern, dass es nicht verunreinigt wird.



**Zu beachten ist die Getreidehygieneverordnung**

**VERORDNUNG (EG) Nr. 852/2004 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS**



**Risikobewertung zur Verunreinigungsmöglichkeit des Lebensmittels (HACCP – Grundsätze)**



# 1. Entscheidungskriterium

## Bauform des Getreidelagers

Lagerhallen



Boxenlager



Rundbildlager



Aussensildlager





## Lagerhallen



Einige Fragen dazu:

- Kann ich den räumlichen Abschluss gewährleisten?
- Befüllung und Entleerung mit der Vermarktungsrichtung zu vereinbaren?
- Soll hier nur das Lebensmittel gelagert werden?
- Kann meine Hallenkonstruktion eventuellen Zusatzbelastungen standhalten?

**Wenn Sie eine Frage mit **NEIN** beantworten, sollten Sie an eine andere Lagerform denken!**



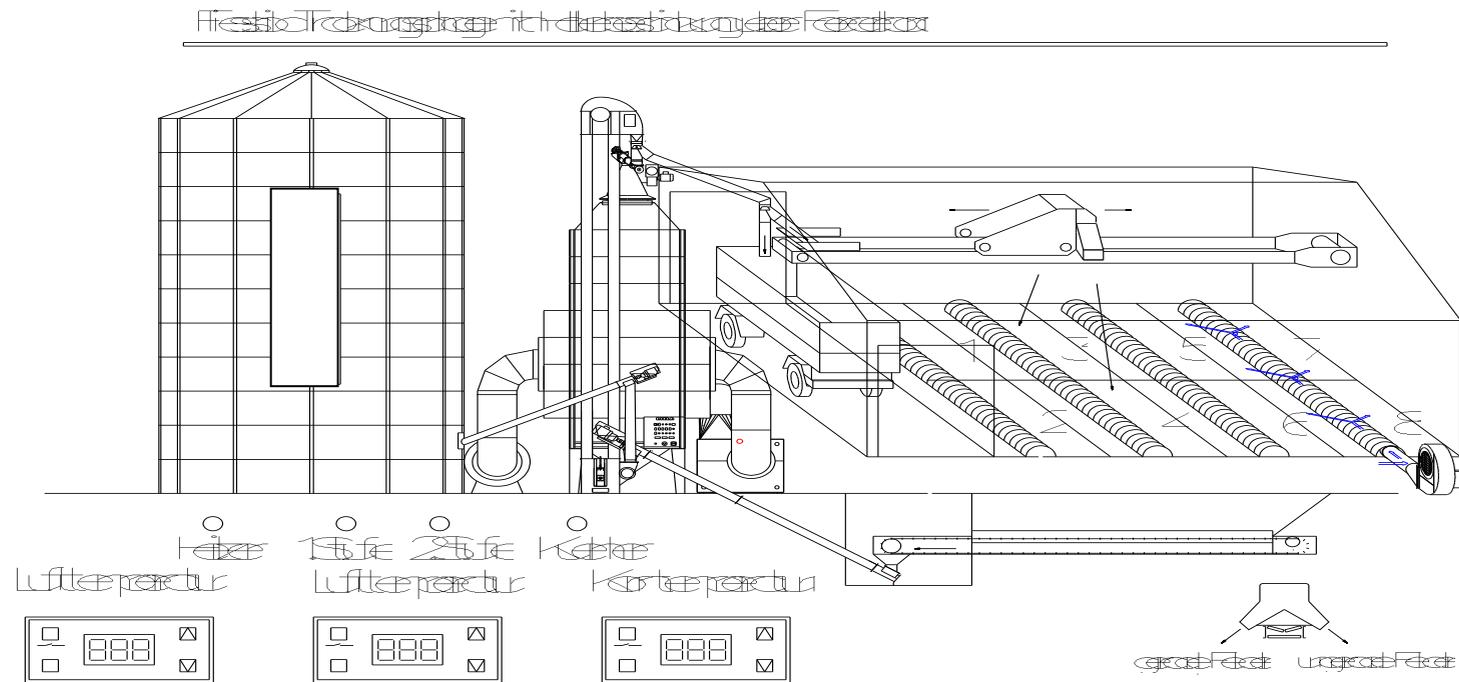
BEZIRK  
NIEDERBAYERN

Landmaschinenschule  
Landshut-Schönbrunn

# Lagerhallen



## Aufwand einer automatischen Hallenbeschickung



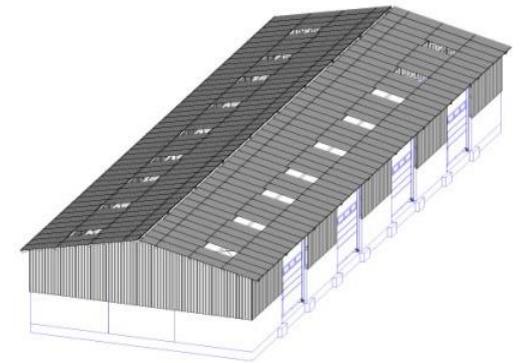
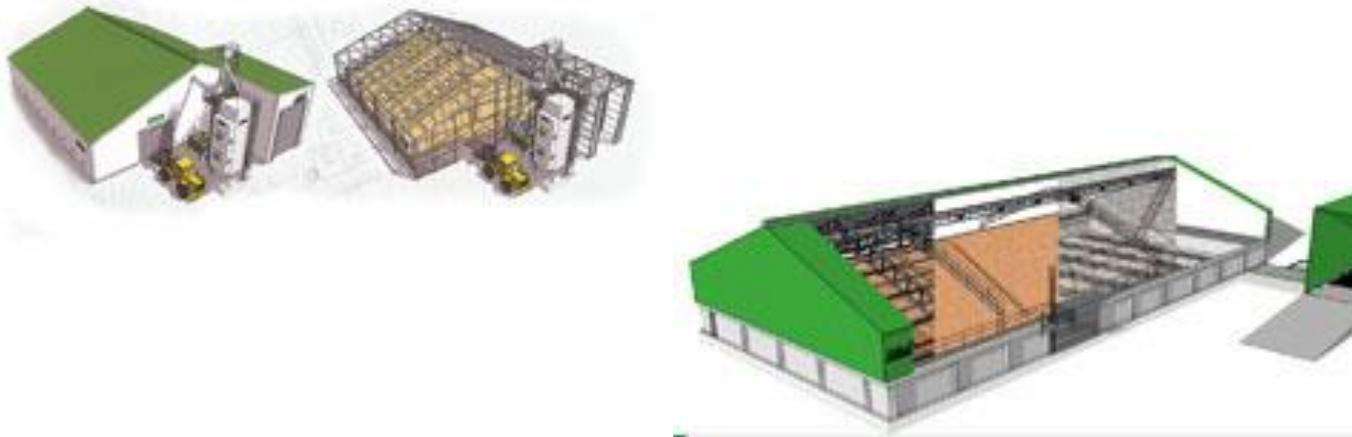


# BEZIRK NIEDERBAYERN

Landmaschinenschule  
Landshut-Schönbrunn



## Getreidelagerung in Hallen





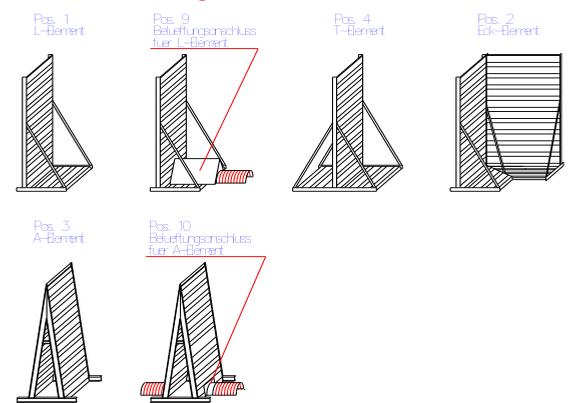
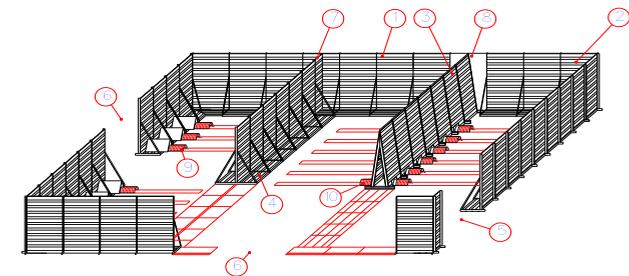
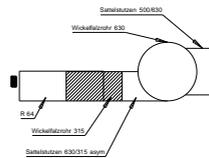
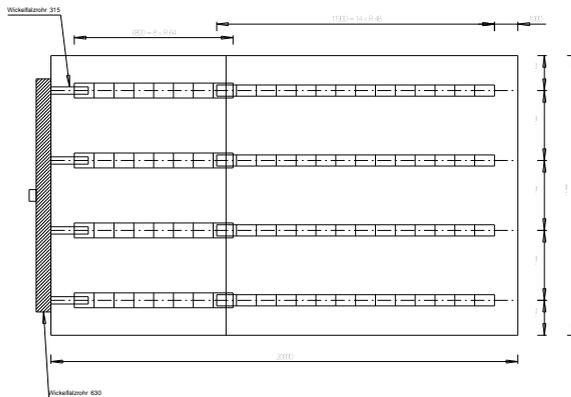
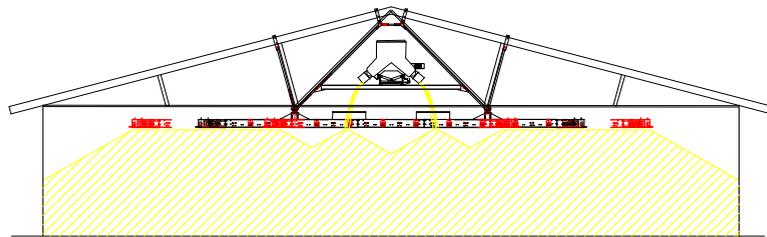
BEZIRK  
NIEDERBAYERN

Landmaschinenschule  
Landshut-Schönbrunn

# Lagerhallen



## Förderbandanlage mit untergehängtem Querband



## Stellwände für komplette Hallensysteme



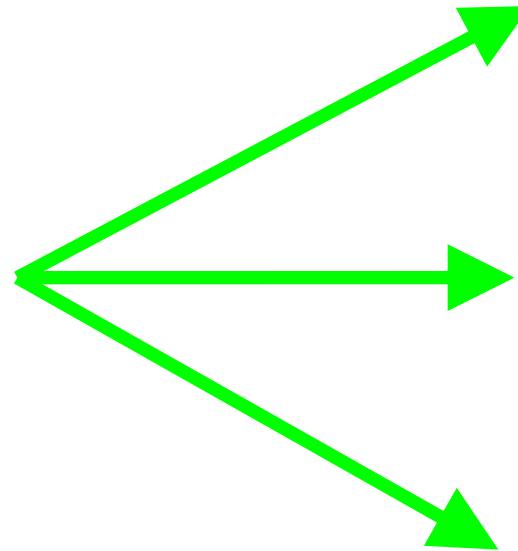
BEZIRK  
NIEDERBAYERN

Landmaschenschule  
Landshut-Schönbrunn

# Lagerhallen



Lagerhallen

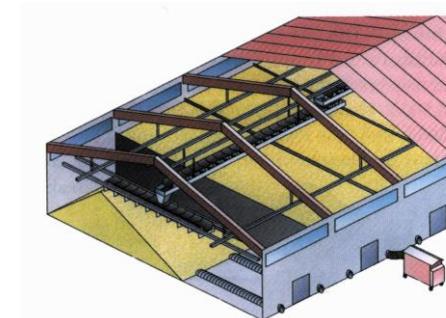


	Rahmen	Zugband
Stahl		
Stahl-Holz BS-Holz		
Stahlbeton BS-Holz		

Hallenbauformen



konservieren



befüllen  
entleeren



BEZIRK  
NIEDERBAYERN

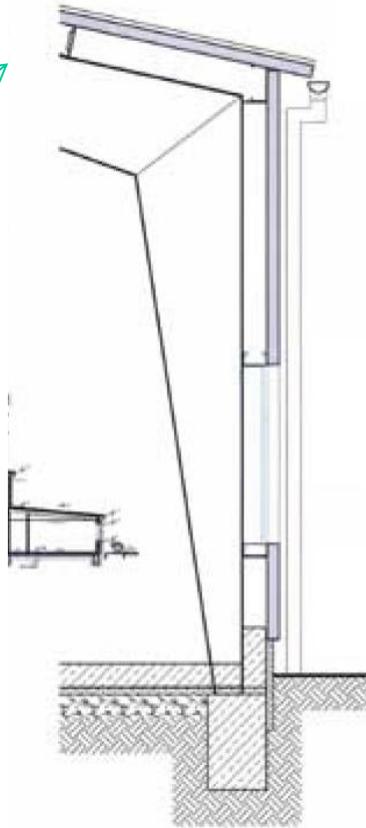
Landmaschinenschule  
Landshut-Schönbrunn



## Getreidelagerung in Hallen

### Verschiedene Bindersysteme

Wuthenverb.



Gerader Stil.

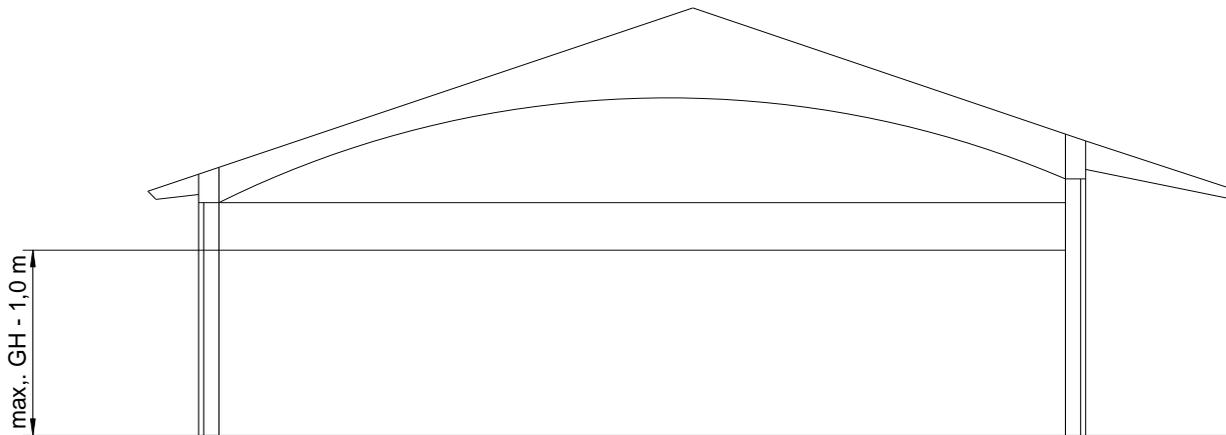


BEZIRK  
NIEDERBAYERN

Landmaschinenschule  
Landshut-Schönbrunn

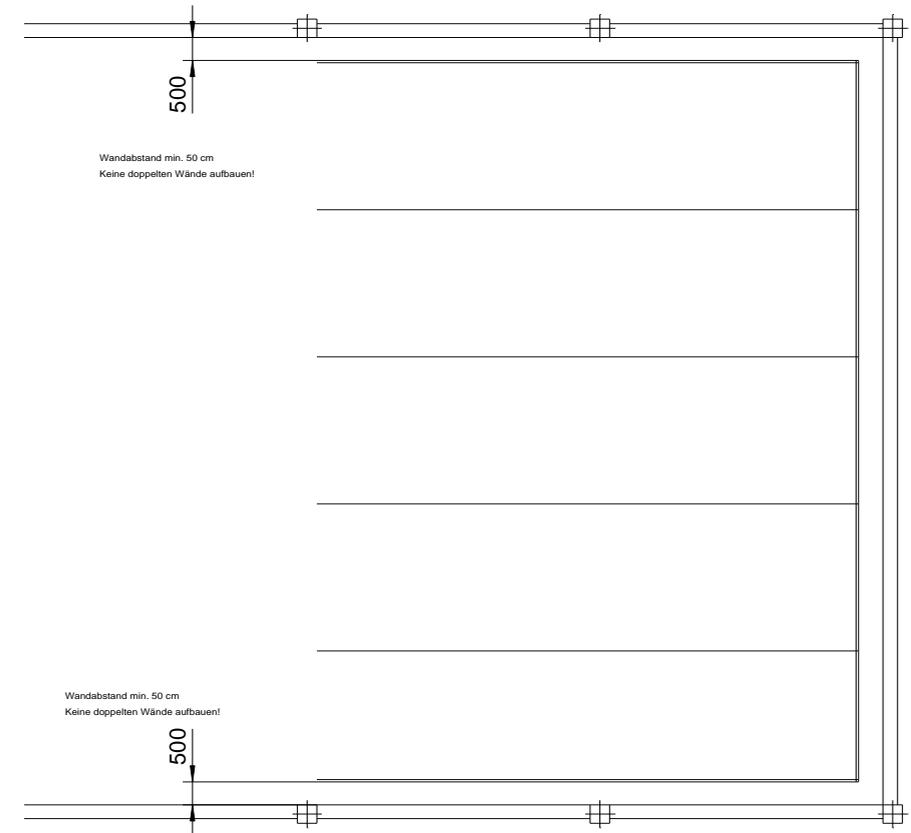


## Getreidelagerung



Max. Boxenhöhe bei mech. Befüllung  
Traufenhöhe - 1,0 m

Wandabstand min. 0,5 m





BEZIRK  
NIEDERBAYERN

Landmaschinenschule  
Landshut-Schönbrunn



## Wandsysteme in Flachlagern



Hochprofilwände



Betonwände



Hallenschüttung



BEZIRK  
NIEDERBAYERN

Landmaschinenschule  
Landshut-Schönbrunn



Lamellentor

## Torsysteme

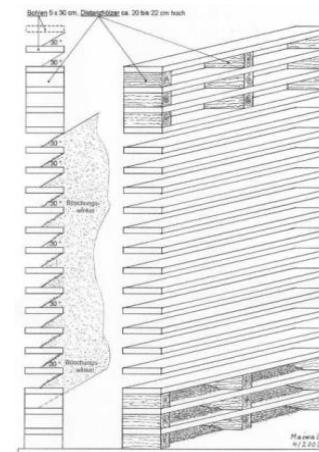


Schubelemente

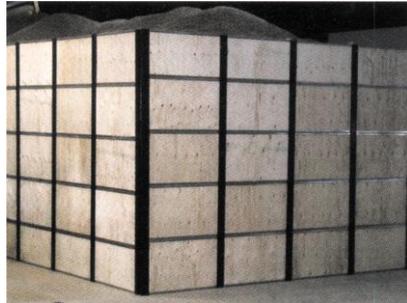


Flügeltor mit Hilfs wand

## Bohlentor



Amerikanerwand



## Boxenlager

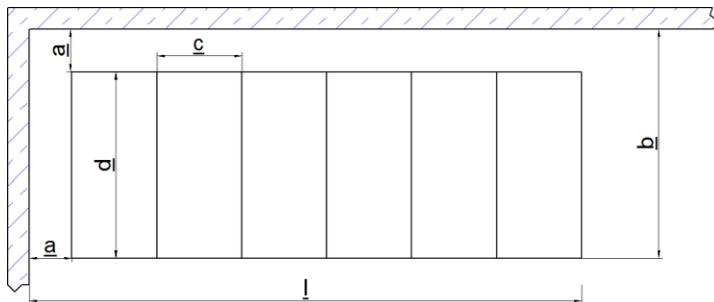
## Rundsilolager



### Einige Fragen dazu:

- Habe ich vorhandene Räumlichkeiten, die ich nutzen kann?
- Sind diese Räume frei bebaubar?
- Ist das Volumen ausreichend?
- Kann ich das Lager sauber halten?
- Ist das System erweiterungsfähig?

Raumnutzung bei Boxensiloanlagen



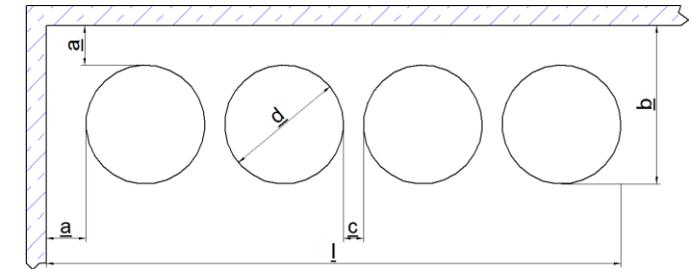
Aufstellungsfläche

$$A = l \times b = (a + n \times c) \times (d + a)$$

Nutzbare Fläche

$$A_0 = n \times c \times d$$

Raumnutzung bei Rundsiloplanlagen



Aufstellungsfläche

$$A = l \times b = [a + n \times d + (n-1)c] \times (a + d)$$

Nutzbare Fläche

$$A_0 = n \times \frac{d^2 \times \pi}{4}$$

Wenn Sie eine Frage mit **NEIN** beantworten, sollten Sie an eine andere Lagerform denken!



BEZIRK  
NIEDERBAYERN

Landmaschinenschule  
Landshut-Schönbrunn



## Aussensilolager

### Einige Fragen dazu:

Kann ich die nötigen Silos platzieren?

Können die Silos an eine Bearbeitungshalle angebunden werden?

Kann die Verladung überdacht werden?

Ist die Annahmegrube in einem Gebäude unterzubringen?

Ist der Verschluss der Silos gewährleistet?

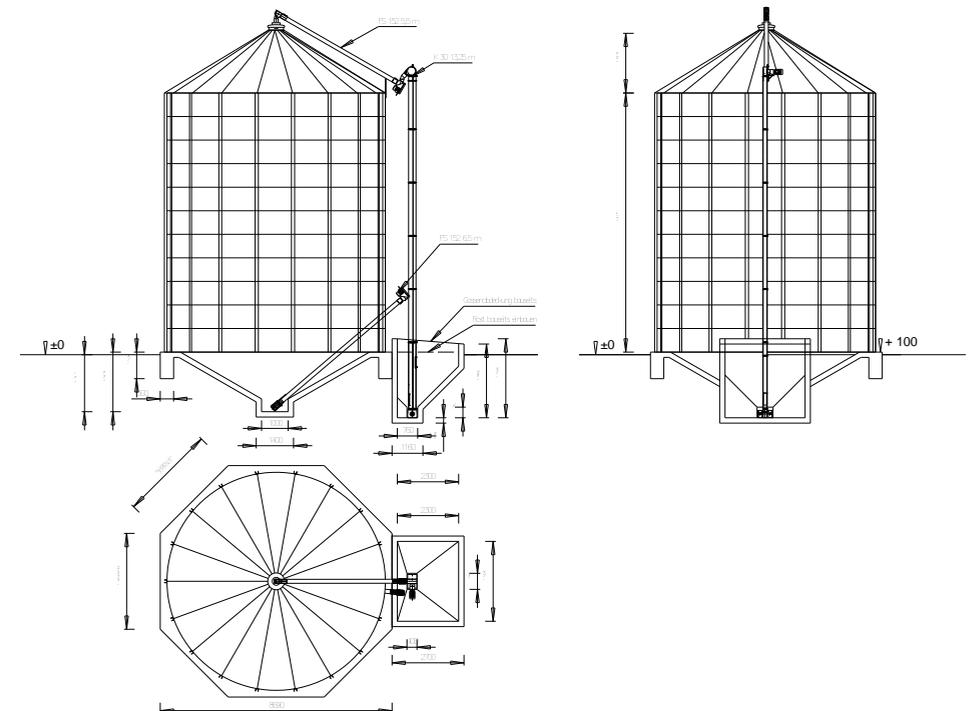
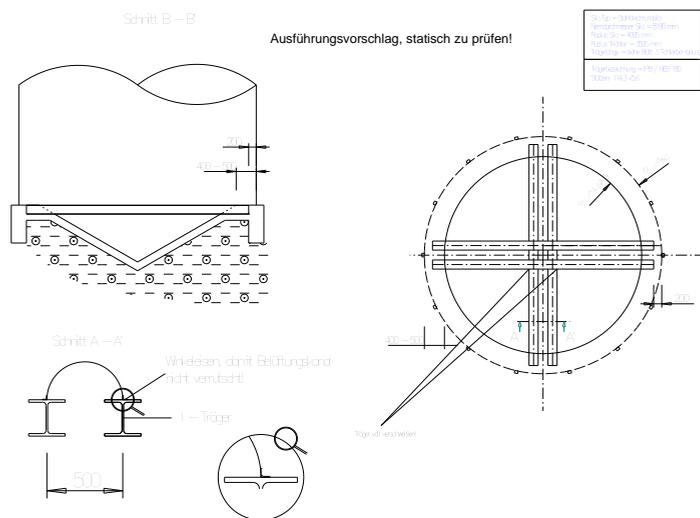


**Wenn Sie eine Frage mit *NEIN* beantworten, sollten Sie an eine andere Lagerform denken!**

**Sie werden immer wieder ein Für und ein Wider finden.  
Sie werden aber immer Kompromisse eingehen müssen.**



## Getreidelagerung in Aussensilos



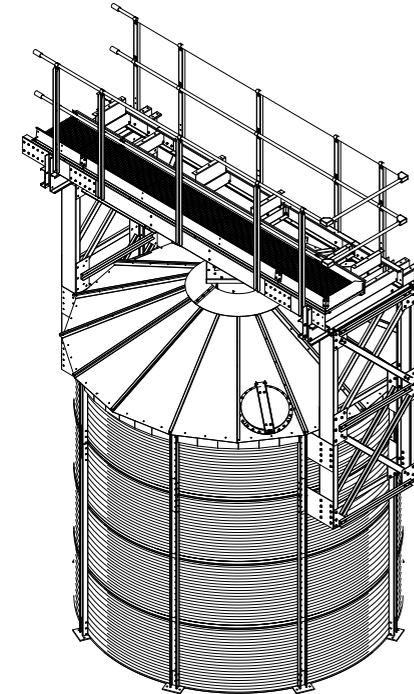


## Verzinkte Außensilos

### Verzinkte Stahlsilobleche



Verwendet werden hauptsächlich sendzimir verzinkte Bleche. Dieses Verfahren beruht darauf, dass Bandblech in ein heißes Zinkbad geführt wird. Ähnlich der Feuerverzinkung legt sich eine Zinkschicht auf das Blech. Um eine bessere Bearbeitbarkeit zu erreichen enthält die Zinklegierung auch ca. 0,2 % Aluminium. Dies führt zur besseren Ausbildung von Zinkblumen und verleiht dem Blech optisch Glanz und eine bessere Formbarkeit der Beschichtung.





BEZIRK  
NIEDERBAYERN

Landmaschinenschule  
Landshut-Schönbrunn



## Verzinkte Außensilos

Auszug aus der Statik eines verzinkten Rundsilos:

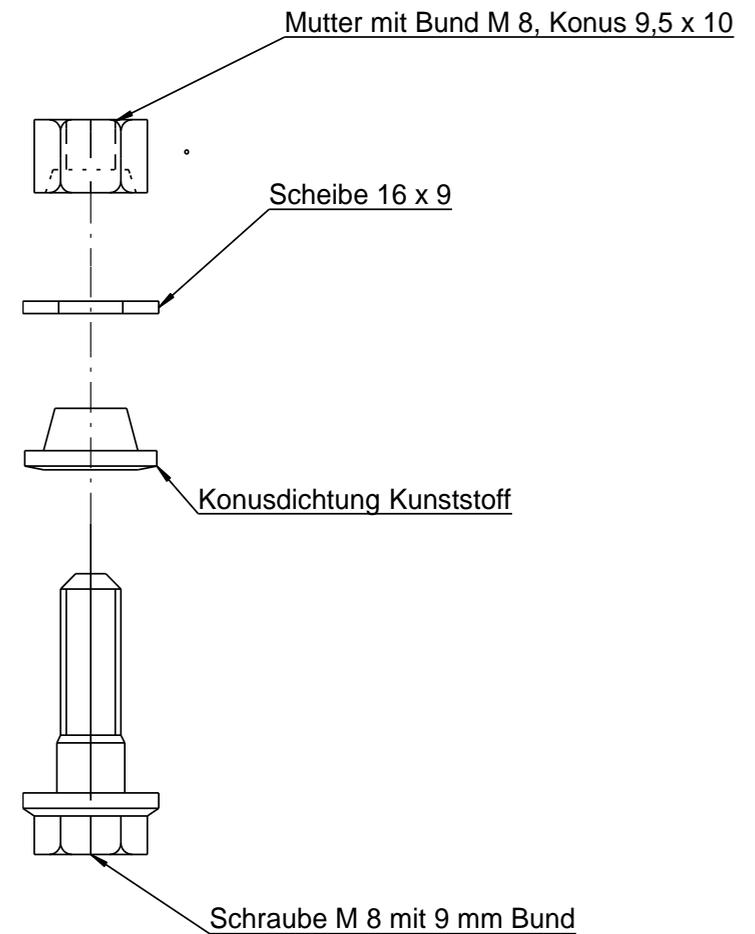
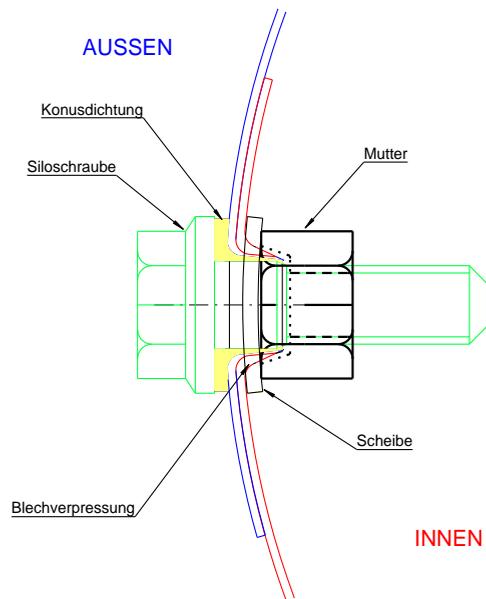
.....Bleche gemäß DIN EN 10 147 müssen eine beidseitige Verzinkung von Zusammen mindestens  $350 \text{ g/m}^2$  haben. Das ergibt eine Zinkschichtdicke von etwa  $24 \text{ }\mu\text{m}$  je Seite. .... In Abhängigkeit von der Beschaffenheit der Atmosphäre kann damit eine Gebrauchsdauer von 3 bis 15 Jahren angenommen werden.....





## Verzinkte Außensilos

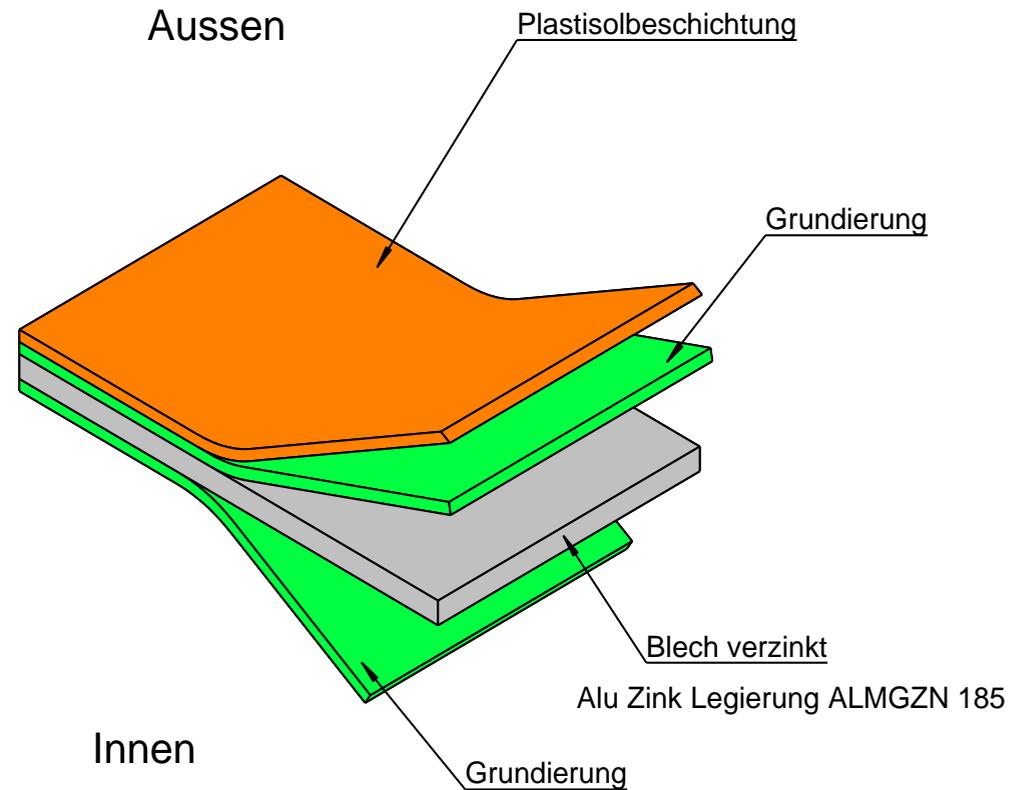
### Schraubenverbindungen für verzinkte Silobleche





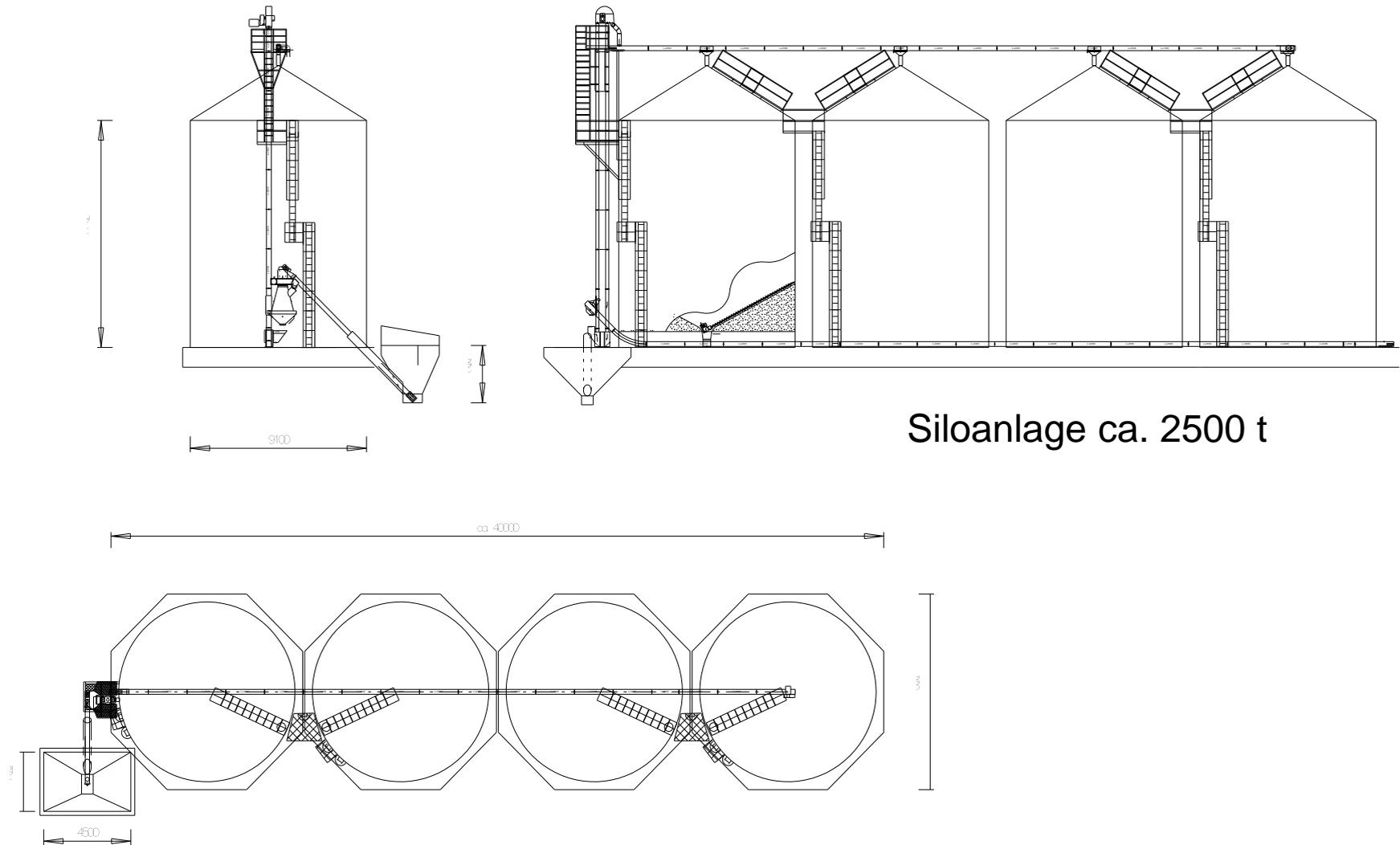
## Blechveredelung mit Kunststoffbeschichtungen z.B. Plastisol

Zusätzlich  
Kunststoffbeschichtungen  
verleihen dem verzinktem  
Grundmaterial eine weit höhere  
Widerstandskraft gegen  
Umwelteinflüsse.





## Verzinkte Außensilos

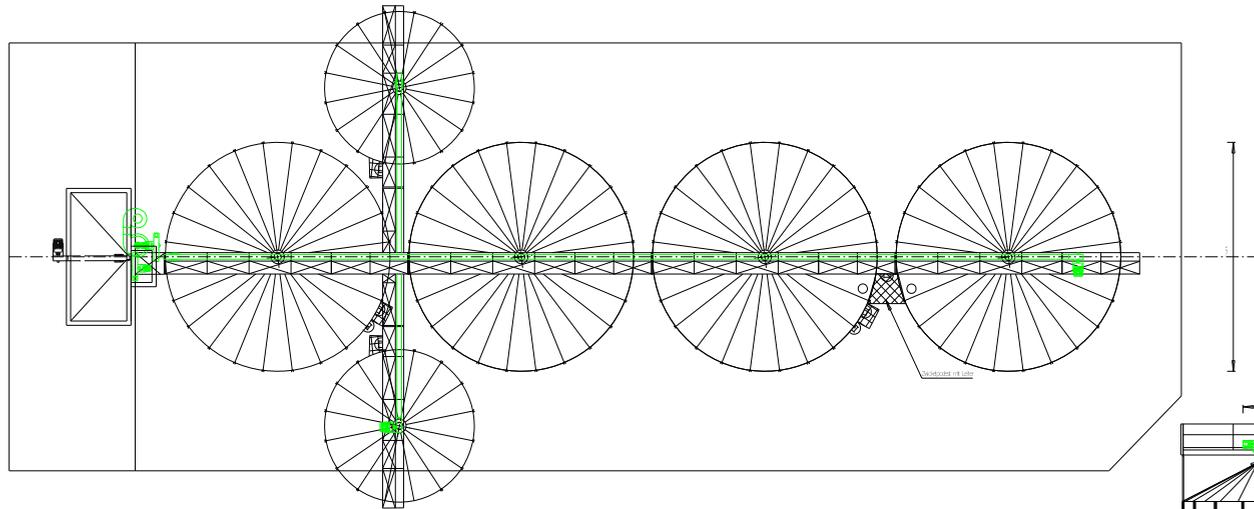


Siloanlage ca. 2500 t

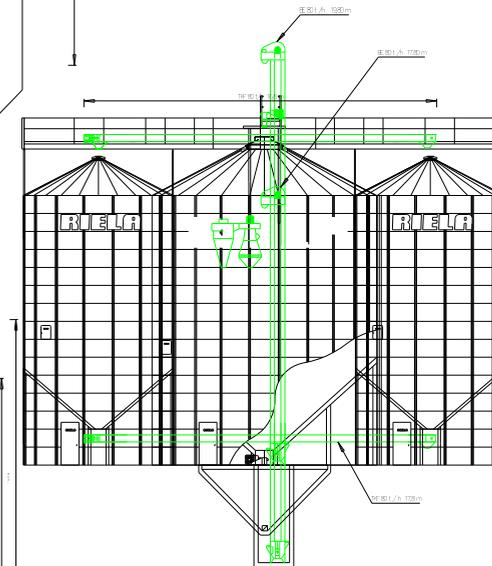
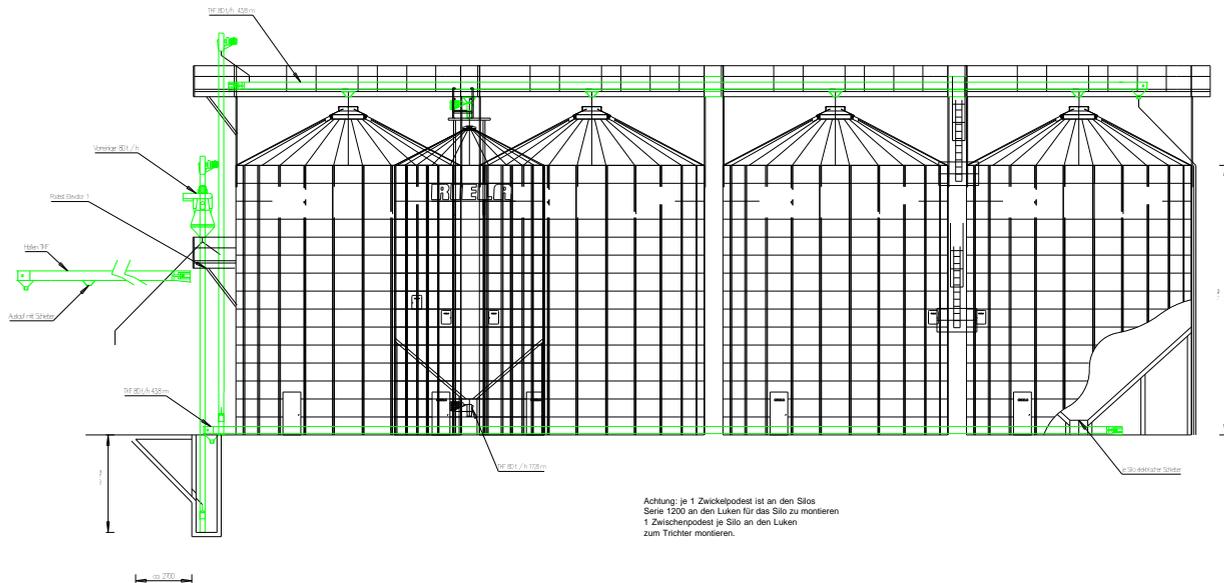


# BEZIRK NIEDERBAYERN

Landmaschinenschule  
Landshut-Schönbrunn



Anlage: ca. 4000 t



Achtung: je 1 Zwischenpodest ist an den Silos  
Serie 1200 an den Luken für das Silo zu montieren  
1 Zwischenpodest je Silo an den Luken  
zum Trichter montieren.

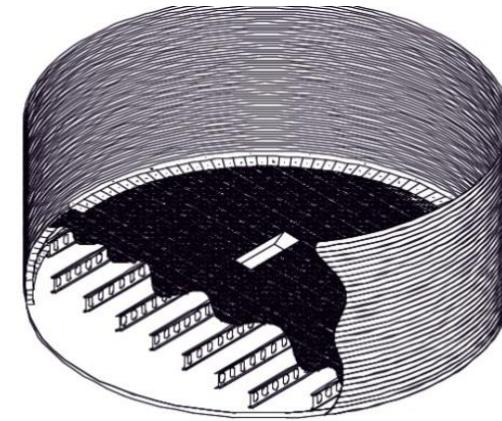


BEZIRK  
NIEDERBAYERN

Landmaschinenschule  
Landshut-Schönbrunn



## Verzinkte Außensilos



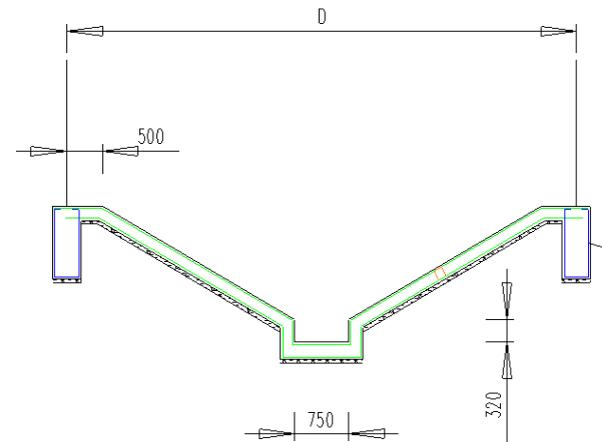
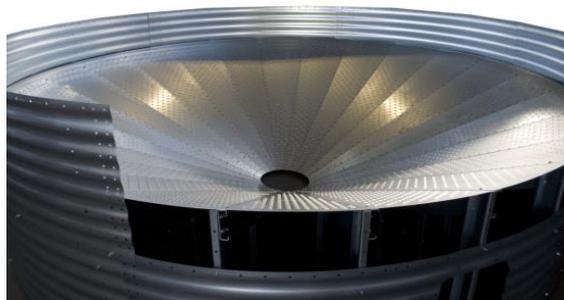


BEZIRK  
NIEDERBAYERN

Landmaschinenschule  
Landshut-Schönbrunn



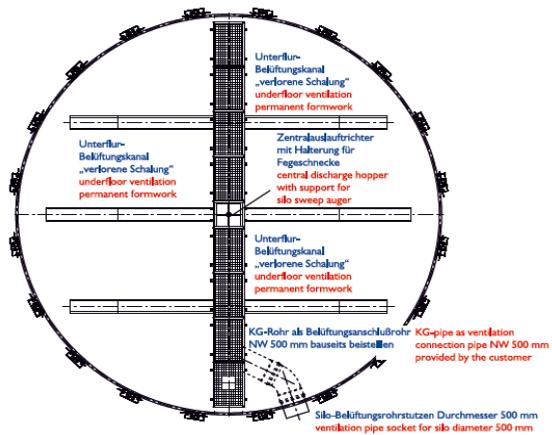
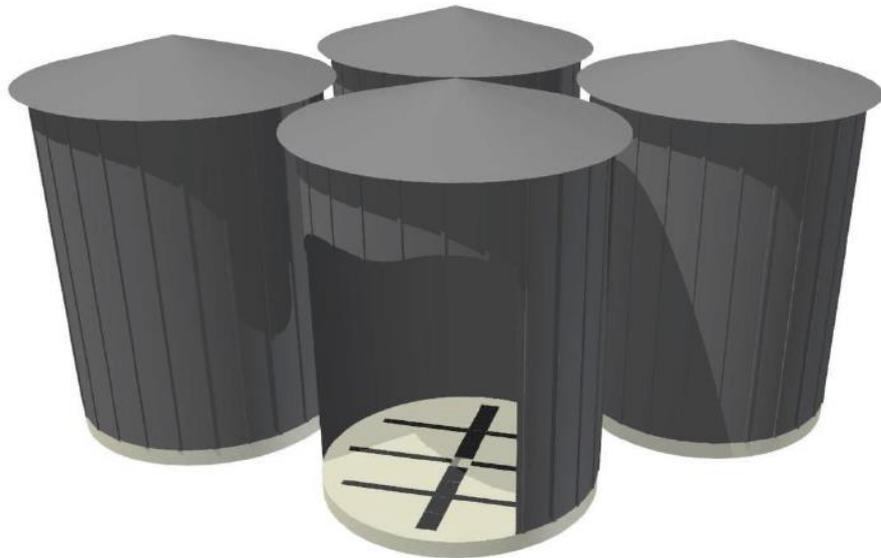
## Verzinkte Außensilos





# BEZIRK NIEDERBAYERN

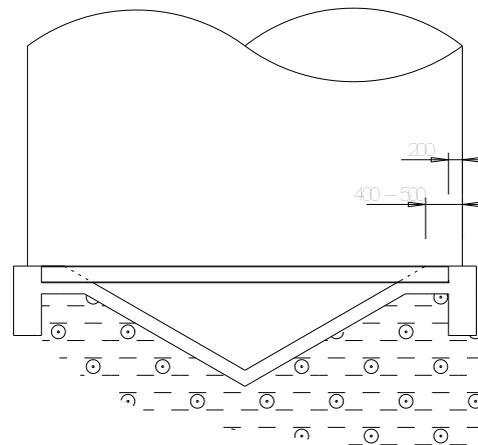
Landmaschinenschule  
Landshut-Schönbrunn





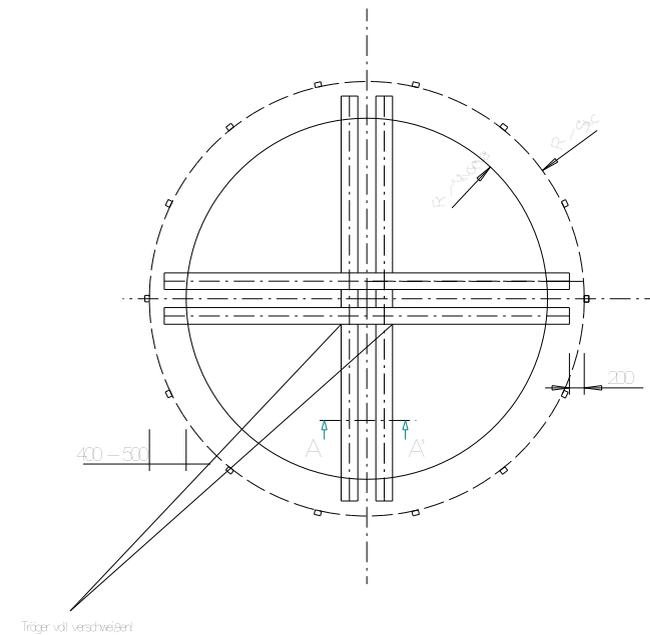
## Bodentrichter für Getreidesilos

Schnitt B-B

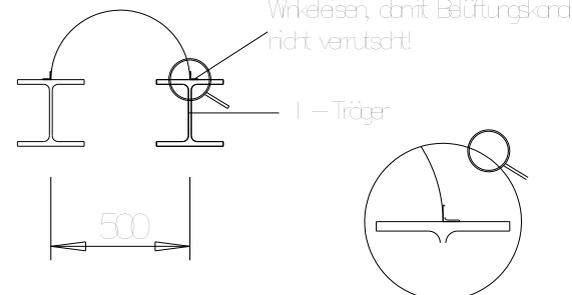


Ausführungsvorschlag, statisch zu prüfen!

Silo Typ = Stahlschwindblech
Nenn Durchmesser Silo = 8190 mm
Radius Silo = 4095 mm
Radius Trichter = 355 mm
Trägergröße = siehe Blatt 3 Trichterbauübung
Trägerbezeichnung = IPE / HEB 180
Stützen 114,3 x 66

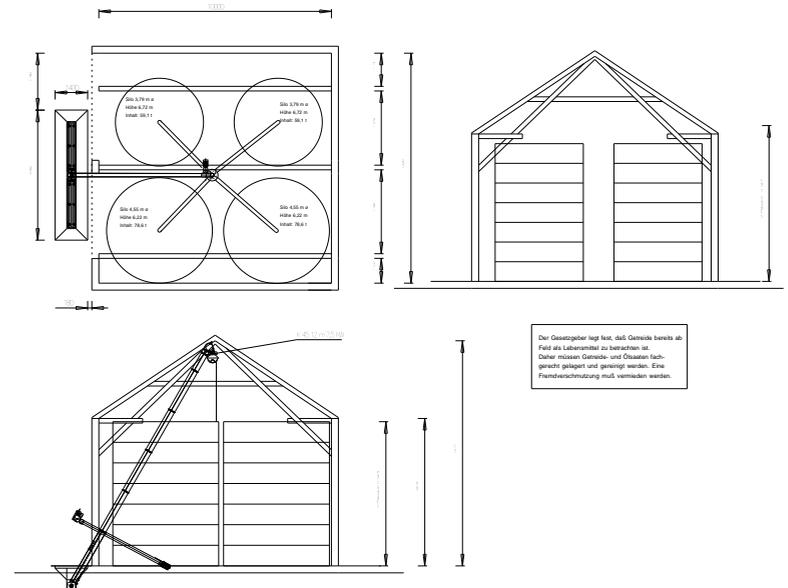
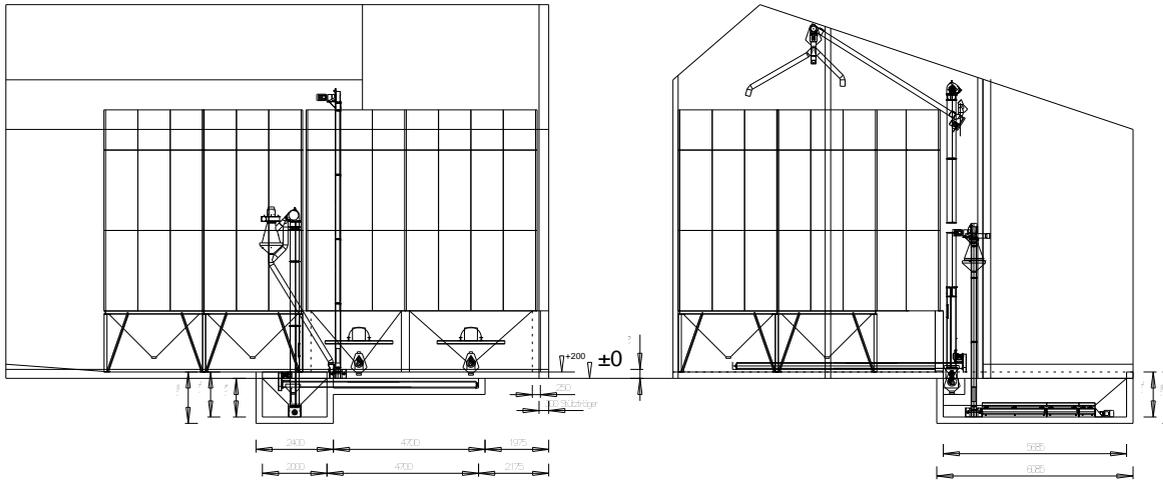


Schnitt A-A'





## Getreidelagerung





## Resümee:

- ⇒ System muss zum Betrieb passen
- ⇒ Welche Leistungen muss die Lagerung erbringen
- ⇒ Einhaltung der Hygienevorschriften
- ⇒ Investitionsbedarf und –spielraum
- ⇒ Leistungsbereitschaft der Investors

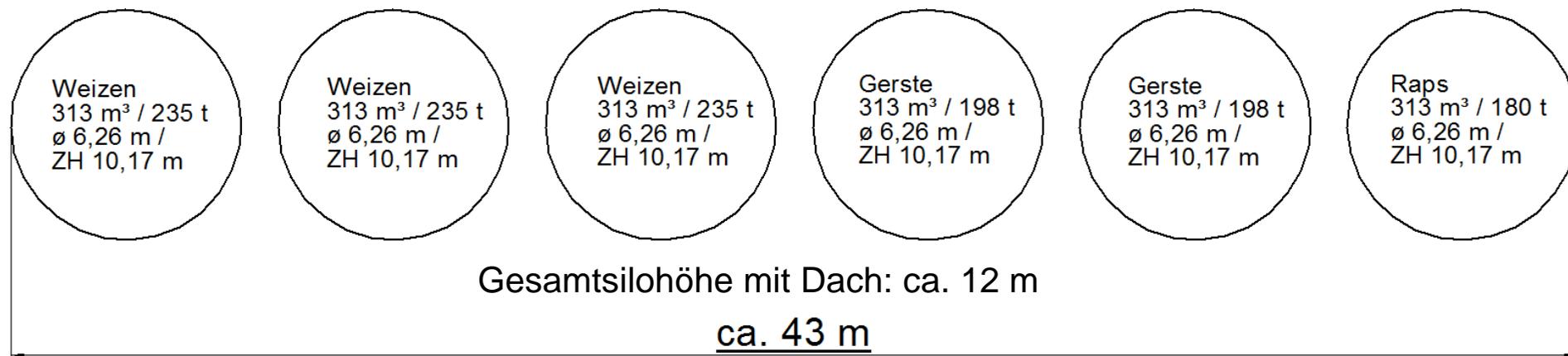


## 2. Entscheidungskriterium

### Silozellengröße / Silozellenzahl

Frucht	Ertragserwartung	Schüttdichte	Inhalt in m <sup>3</sup>
Winterraps	164 t	Ø 0,58	304
Wintergerste	395 t	Ø 0,63	626
Winterweizen	655 t	Ø 0,75	874

Errechnet wurde: Silodurchmesser: 6,18 m, Zylinderhöhe: 10,34 m, Inhalt: 310 m<sup>3</sup>  
Zellenzahl: 6





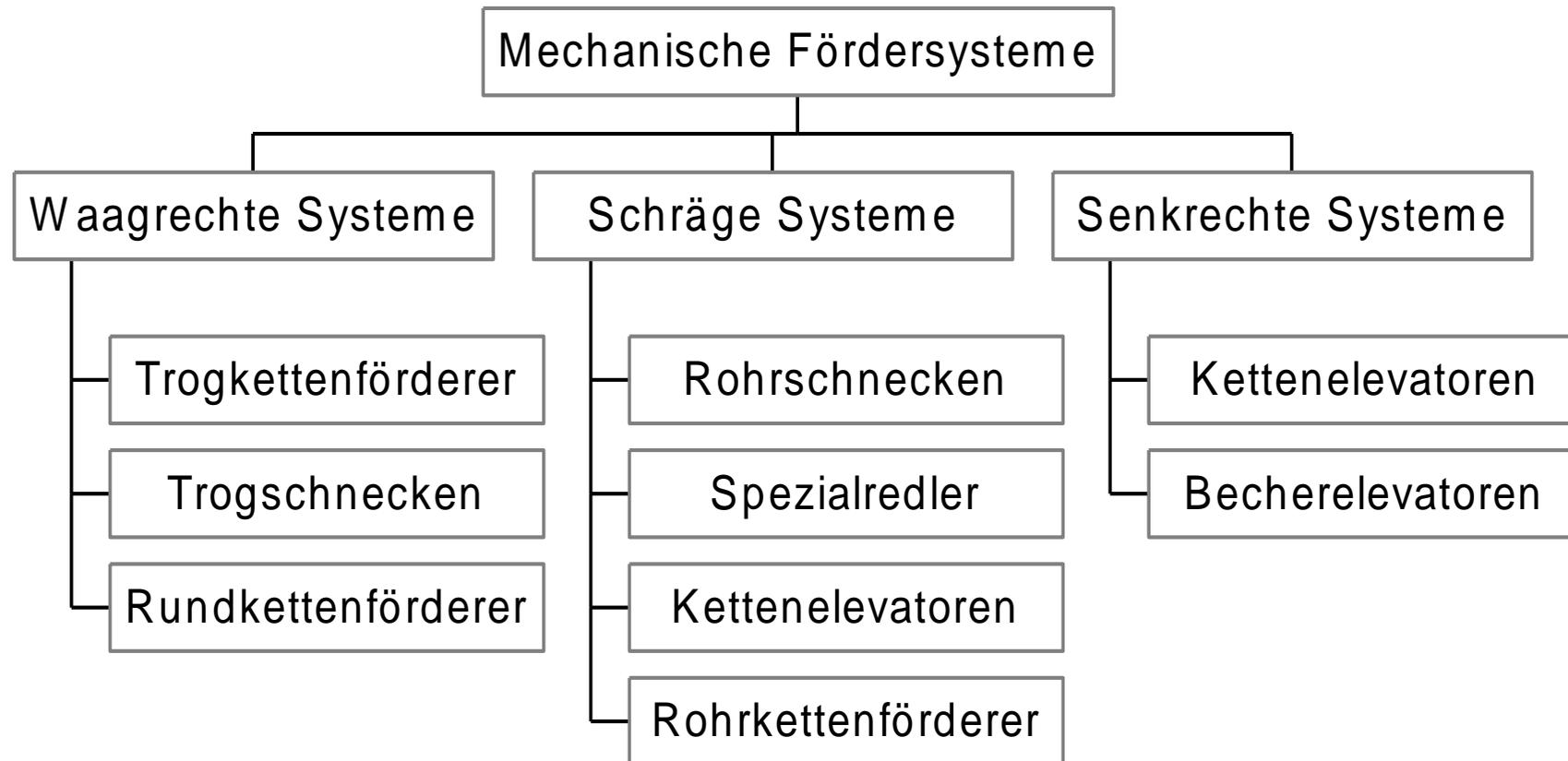
### 3. Entscheidungskriterium

#### Annahme- und Förderleistung

Berechnung der Annahmehleistung unter Berücksichtigung der Druschstunden und Transportentfernungen					
A) Produktdaten					
Produkt	Anbaufläche (ha)	erwarteter Ertrag (dt/ha)	SG (t/m <sup>3</sup> )	∅ Druschtage	∅ Druschstunden /Tag
Gerste	91	72	0,75	5	7
B) Maschinendaten					
Mähdrescher		Transportfahrzeug		erforderliche Förderleistung (t/h)	
Arbeitsbreite (m)	7	Nettoladepazität (t)	9,4	41 t/h	
Druschgeschwindigkeit (km/h)	3,5	∅ Fahrgeschwindigkeit (km/h):	30		
Korntankinhalt (l)	10000	∅ Feldentfernung zum Abladeort (km):	30		
Korntankentleerung (l/s)	130	∅ Abladezeit (Min.)	5		
Entleerzeit / Rangierzeit (Min.)	2				
C) Ergebnis					
Gesamtdruschmenge (t)	655,2	Erforderliche Abfuhrkapazität: (t/h)	34,8	41 t/h	
Nötige Druschleistung (t/h)	19	Anzahl der Transportfahrzeuge Anhänger:	8		
Anzahl Mähdrescher	2	Gesamtfahrzeit (Min.)	125		
Druschleistung je Gerät (t/h)	17,4	Anfuhrkapazität (t/h)	36		
Korntankentleerung (Min.)	1,28	empf. Mindestgossengröße (m <sup>3</sup> )	47		



# Fördersysteme

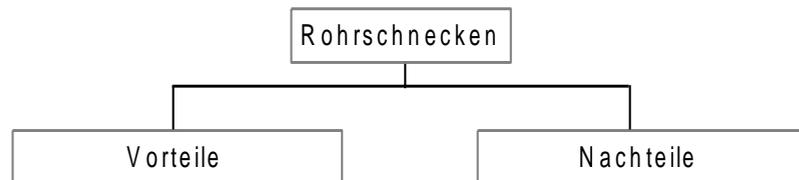




## Rohrschnecken

Funktionsweise:

In einem Rohr wird durch ein Schneckengewinde das Fördergut vorwärts geschoben. Eine Zwischenlagerung ist im Bereich der Landwirtschaft unüblich.

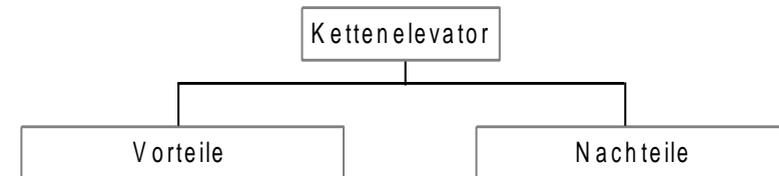


- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• preiswert</li><li>• sichere Förderung</li><li>• lange Lebensdauer</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• hoher Verschleiß</li><li>• Gefahr der Produktbeschädigung</li><li>• hoher baulicher Aufwand</li></ul> |
|---|---|

## Kettenelevator

Funktionsweise:

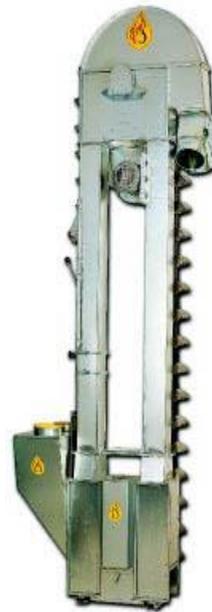
In einem senkrechten Schacht wird das Fördergut durch, an einer Kette befestigte Gummimitnehmer nach oben gefördert und ausgeworfen.



- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• geringe Anschaffungskosten</li><li>• leichte Förderung</li><li>• lange Lebensdauer</li><li>• bedingt saubere Förderung</li><li>• Zubringer und Elevator können auch einer Ebene gebaut werden</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• hohe Antriebsleistungen</li><li>• Problematisch bei Leguminosen</li><li>• geringe Leistungsbandbreite ( 20 / 40 t/h)</li></ul> |
|---|--|

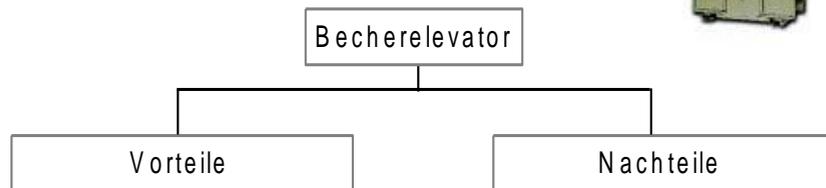


## Becherelevator



Funktionsweise:

In einem senkrechten Schacht wird das Fördergut durch, an einem Gurt befestigte Becher nach oben gefördert und ausgeworfen.



- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• leichte Förderung</li> <li>• lange Lebensdauer</li> <li>• saubere Förderung</li> <li>• schonende Förderung</li> <li>• hohe Leistungsbandbreite</li> <li>• geringe Antriebsleistungen</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• hohe Anschaffungskosten</li> <li>• schwierigere Einbausituation</li> </ul> |
|--|---|

### Schüttgewicht

Gewicht pro m<sup>3</sup> und empfohlene  
Gurtgeschwindigkeit in m/s

Material	Gewicht/m <sup>3</sup>	Gurtgeschw.
Weizen	700-800 kg	2.0-4.0 M/S
Roggen	650-750 kg	
Hafer	500-600 kg	
Gerste	600-700 kg	
Raps	600-700 kg	
<b>Mais</b>	<b>600-700 kg</b>	<b>2.0-3.0 M/S</b>
Erbsen	700-800 kg	1.5-2.5 M/S
Bohnen	700-800 kg	
Kaffeebohnen	350-450 kg	
Fischgranulat	500-900 kg	1.5-2.0 M/S
Fischmehl	400-600 kg	
Weizenmehl	500-600 kg	1.5-2.5 M/S
Getreidequetsch	300-400 kg	
Kalkmehl	800-950 kg	
Grassamen	120-200 kg	

$$p = \frac{Q \cdot H}{175}$$

Formelzeichen	Bezeichnung	Einheit
p	Antriebsleistung	kW
Q	Förderle	t/h
H	Förderhöhe	m

$$Q = 3,6 \cdot l \cdot a \cdot C \cdot f \cdot v$$

Formelzeichen	Bezeichnung	Einheit
Q	Förderleistung	t/h
l	Becherinhalt	dm <sup>3</sup>
C	Schüttgewicht	t/m
f	Füllungsgrad	0,8 - 1
v	Fördergeschwindigkeit (FG)	m/s
a	Becherzahl	

Materialeigenschaften		
Produkt	FG [v]	Dichte [C]
Dünger	3,1	1,2
Getreide	3,1	0,75
Malz ( Korn)	2,2	0,54
Malzschrot	1,2	0,28
Mais	2	0,7
Mehl	2	0,6

Becher		
Nr.	Inhalt dm <sup>3</sup> [l]	Anzahl je m [a]
10	0,29	15
13	0,61	12
18	1,29	10,5
28	2,91	9

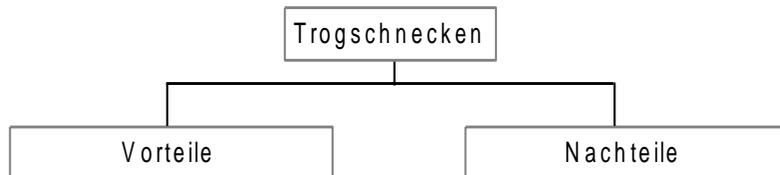


## Trog-schnecken



Funktionsweise:

In einem halbrunden Trog wird durch ein Schneckengewinde das Fördergut geschoben, die Gewinde sind in der Regel zwischengelagert. die mechanische Belastung des Gutes ist dabei gering.



- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• hohe Leistungsbandbreite</li> <li>• bedingt schonende Förderung</li> <li>• lange Lebensdauer</li> <li>• geringe Anschaffungskosten</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• nicht geeignet für Saatgut</li> <li>• bedingt geeignet für Leguminosen</li> <li>• hoher baulicher Aufwand</li> </ul> |
|--|---|

### Schneckendurchmesser zur Korngröße

sortiertes Gut	$d^s \approx 12 * d_{kmax}$
unsortiertes Gut	$d^s \approx 4 * d_{kmax}$

### Schneckendrehzahl

$$n \approx \frac{38}{\sqrt{d^s}}$$

n	1/min
d <sup>s</sup>	m

Füllungsgrad φ	
Neigung	Faktor
schweschleißend	0,13
schwer -schwach schleißend	0,25
leicht - schwach schleißend	0,32
leicht - nicht schleißend	0,4 - 0,45
Getreide	0,4 - 0,45
30°	0,55
45°	0,5

### Berechnung Förderleistung

$$Q = \frac{60 * \pi}{4} * ds^2 * h^g * n * \varrho^s * k^5 * \varphi$$

Faktor k <sup>5</sup>	
Neigung	Faktor
0°	1
5°	0,9
10°	0,8
15°	0,7
20°	0,65
30°	0,55
45°	0,5

Formelzeichen	Bezeichnung	Einheit
Q	Förderleistung	t/h
d <sup>s</sup>	Schneckendurchmesser	m
n	Schneckendrehzahl	1/min
h <sup>g</sup>	Schneckenganghöhe / Steigung	m
φ	Füllungsgrad	
k <sup>5</sup>	Steigungsminderung	



## Trogkettenförderer



Funktionsweise:

In einem rechteckigen Trog wird über eine Kette, die mit Mitnehmern besetzt ist das Fördergut geschoben, die mechanische Belastung des Gutes ist dabei gering.



- hohe Leistungsbandbreite
- schonende Förderung
- lange Lebensdauer
- saubere Förderung
- hohe Anschaffungskosten
- hoher baulicher Aufwand

Berechnung Förderleistung

$$Q = 3600 * b * h^f * v * \rho^s * k^1 * k^2 * k^3$$

Faktor k <sup>1</sup>	
Kleinstückiges Gut	0,3 -0,9
Körniges Gut	0,6-0,9
Staubförmiges Gut	0,45 -0,8

Formelzeichen	Bezeichnung	Einheit
Q	Förderleistung	t/h
b	Innenbreite in m	m
h <sup>f</sup>	Förderguthöhe	m
ρ <sup>s</sup>	Füllungsgrad	0,8 - 1
v	Fördergeschwindigkeit (FG) ≈ 0,63	m/s
k <sup>1</sup>	Faktor Förderguteigenschaft	
k <sup>2</sup>	Faktor Einbuße durch Förderkette	
k <sup>3</sup>	Erhöhung der Schüttdichte durch Transport	≈ 5% oder 1,05



## Getreideförderung

Rohrdimensionen bei 45° Neigung in t/h

### Rohrbau

Wichtige Regeln:

- Ausreichende Dimensionierung
- Wandstärke dem Einsatz angepaßt
- Ablaufwinkel 45° nicht unterschreiten
- Bögen und Segmente glattwandig
- Sprünge und Knicke vermeiden
- Hohe Fallgeschwindigkeiten vermeiden
- Dichte Klappkästen und Weichen

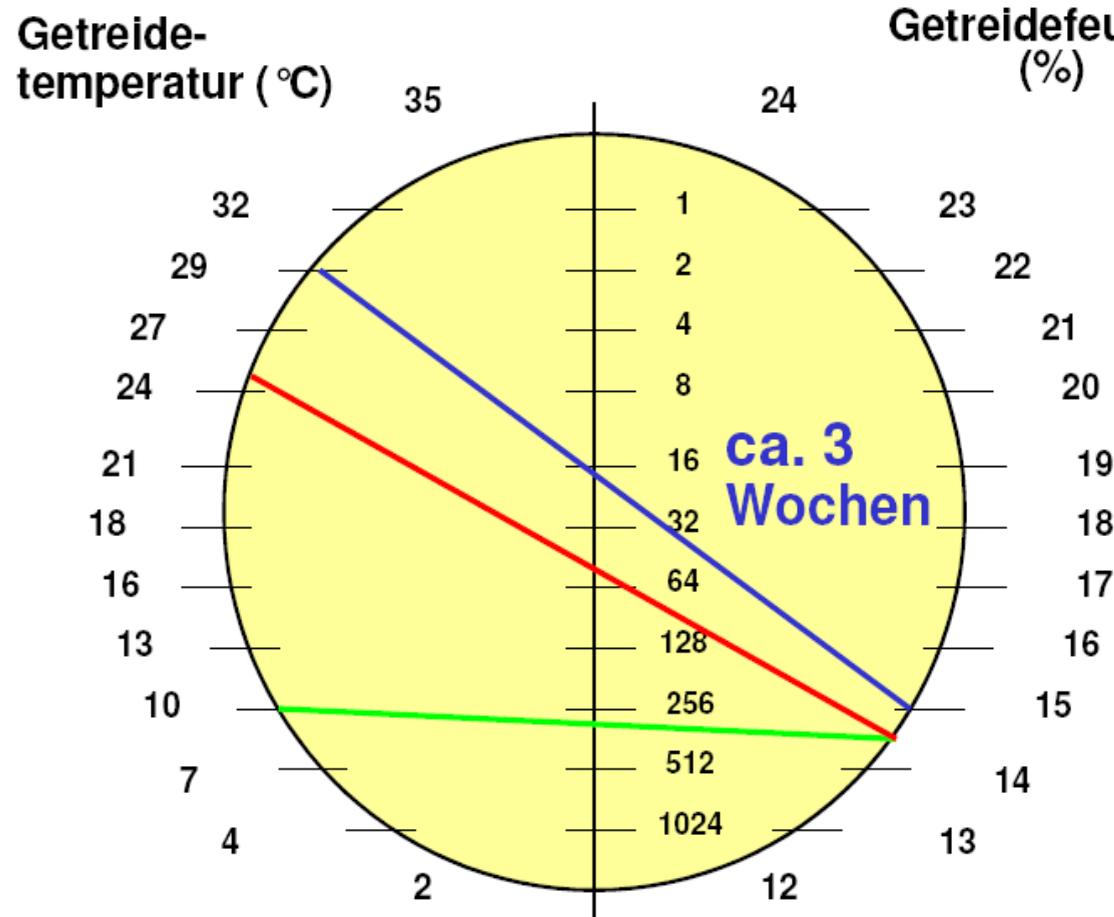
Aussendurchmesser	Massenstrom t / h $\delta_s = 0,75 \text{ t/m}^3$
100	10
160	30
200	50
250	100
355	200
500	400
630	600



## 3. Entscheidungskriterium

### Konservierung

Einfluss der Temperatur und Lagerfeuchte auf die Lagerdauer  
Lagerzeit (Tage)

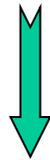


**Richtwerte  
für Getreide !**

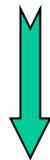
**Die Lagerzeit und  
Maßnahmen hängen vom  
Ergebnis kontinuierlicher  
Kontrollen ab.**



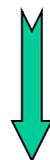
## Sinn und Zweck der Konservierung



Minimierung der  
Lagerverluste



Reduzierung der  
Veratmung  
Lagerverluste unter  
1 % pro Monat



Eindämmung des  
Schädlingsbefalls



Fraßschäden  
vermeiden  
Verunreinigungen  
vermeiden



Erhaltung der  
Qualität



Schwund vermeiden  
Oxidation unterbinden



Optimierung des  
Betriebsergebnisses



Bester Verkaufszeitpunkt  
Optimaler Produkterlös



BEZIRK  
NIEDERBAYERN

Landmaschinenthule  
Landshut-Schönbrunn



# Getreide lebt, es atmet und gibt Wärme ab

Getreidetemperatur: 30° C  
Lagerdauer: 300 Tage  
Lagermenge: 955 t  
Getreidefeuchte: 14,5 %

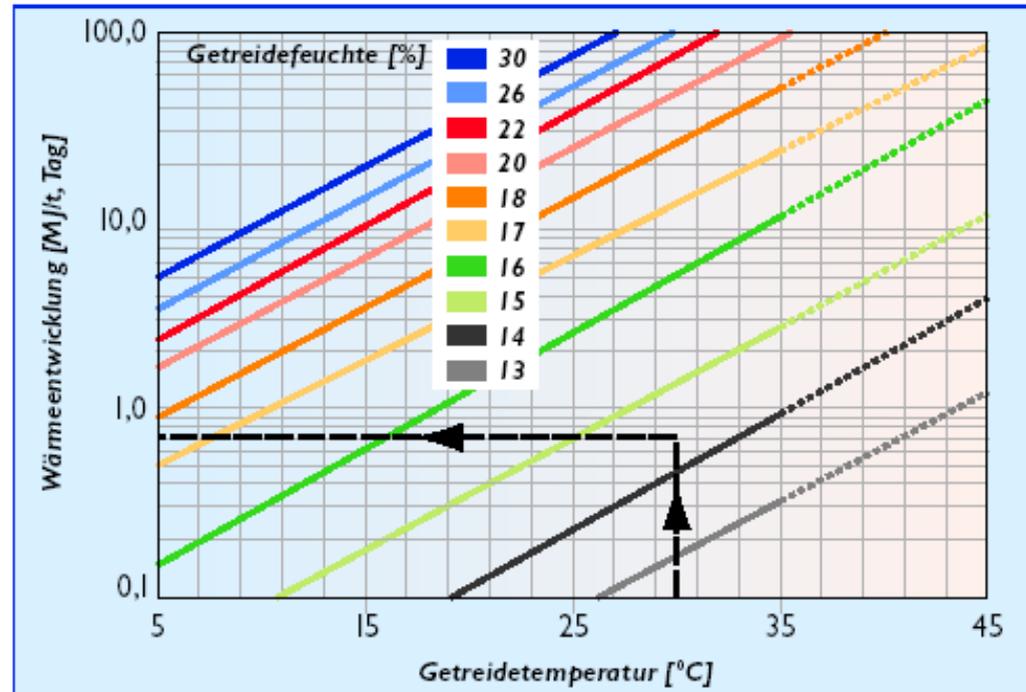
Trockenmasseverlust:

15,28 t    2 %

Monetärer Verlust

Qualitätsweizen A  
203,00 € / t (Stand: 10.01.2019)

**-3102.- €**



Getreidetemperatur: 8° C  
Lagerdauer: 300 Tage  
Lagermenge: 955 t  
Getreidefeuchte: 14,5 %

Trockenmasseverlust:

1,91 t    0,2 %

Monetärer Verlust

Qualitätsweizen A  
203,00 € / t (Stand: 10.01.2019)

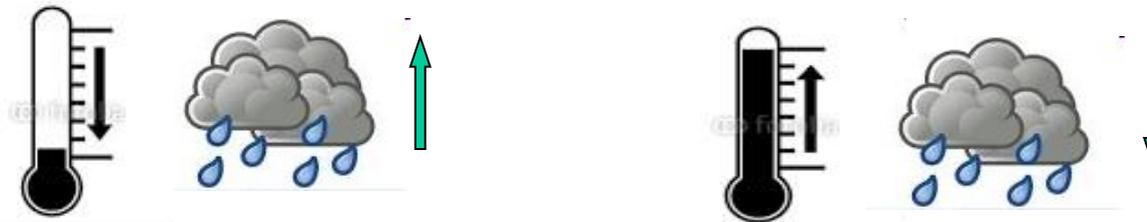
**-387.- €**

Trockensubstanzverluste (nach Jouin / Frigortec)



## Desorption und Adsorption Lufttechnische Voraussetzungen für die Kaltbelüftung

Rel. Luftfeuchte



1 K Temperaturerhöhung → 5 % weniger relativer Luftfeuchte

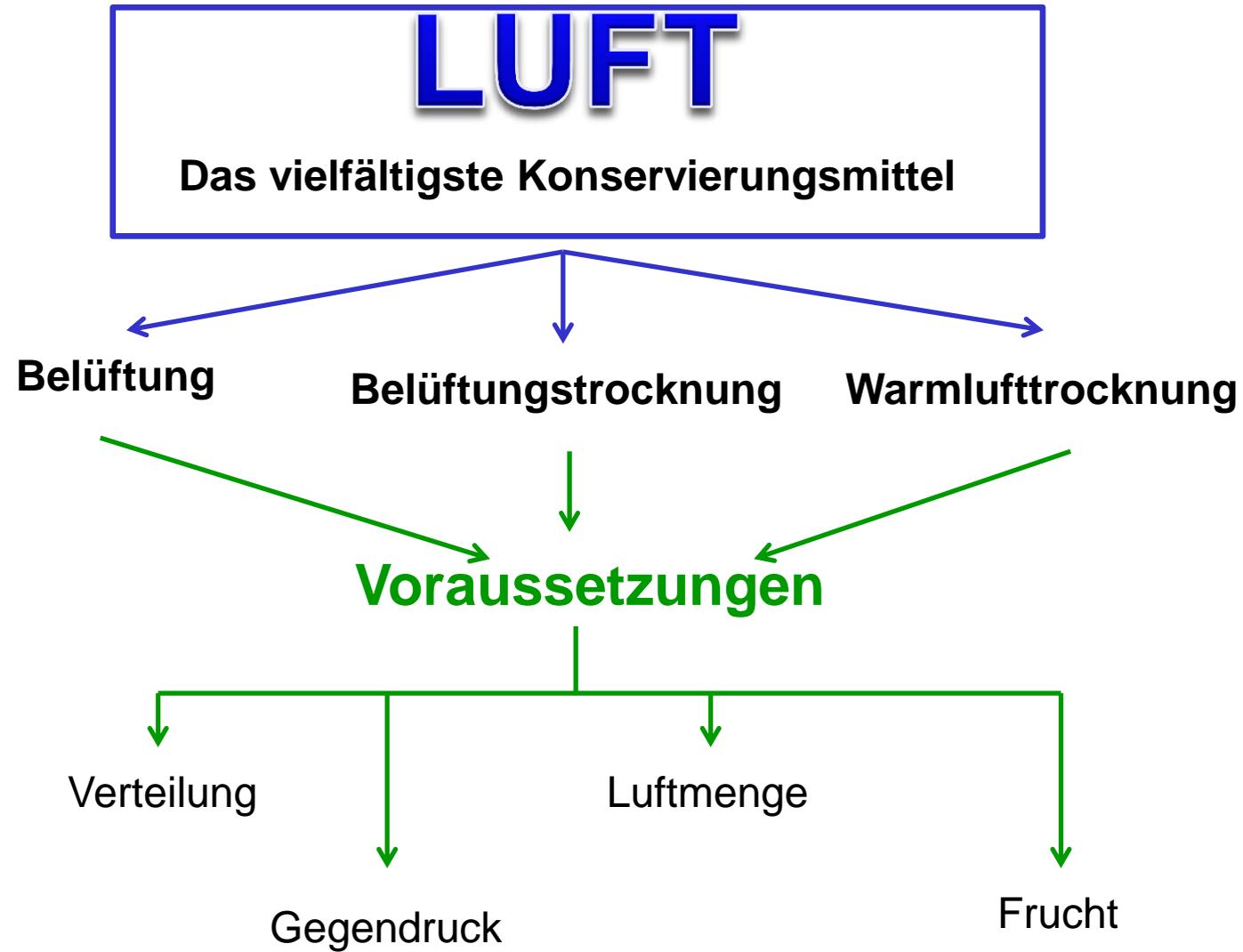


7 K kältere Luft einblasen → Erwärmung am Getreide → 35 % weniger rel. LF



## Grundvoraussetzungen für eine sichere Lagerung und Gesunderhaltung von Getreide sind demnach:

- **Lagergerechter Feuchtigkeitsgehalt der Körner < 14,5 %**
  - **Lagergerechte Temperatur der Körner 8 – 10 ° C**
    - **Geringer Schwarzbesatz**
    - **Kein Schädlingsbesatz**
  - **Kornbeschädigungen < 4 %**





**Luft**

**Kaltluft**

**Warmluft**

**Belüftungstrocknung**

**Belüftung**

**Trocknung**

**Wasserentzug**

**Temperaturkontrolle**

**Wasserentzug**

**Keine Nutzungseinschränkung**



BEZIRK  
NIEDERBAYERN

Landmaschinenschule  
Landshut-Schönbrunn



Luftabschluss



Sauerstoffentzug



Konservierung d. Milchsäure

Chem. Konservierung



Säurezugabe



Desinfektion

Nutzungseinschränkung  
(tierische Verwertung)



# Getreidekonservierungsmethoden - Überblick

Minimalbelüftung	Temperaturerhaltung des Getreidestapels nach der Trocknung des Getreides
Belüftung	Temperatursenkung des Getreides nach der Trocknung oder dem Mähdrusch auf Lagertemperatur ohne Feuchteentzug
Belüftungstrocknung	Langsamer Feuchteentzug im Getreide durch Nutzung konditionierter Außenluft mit anschließender Lagertemperatursenkung
Chemische Konservierung	Konservierung des Getreides durch den Einsatz von Konservierungsmitteln wie Propionsäure oder Harnstoff.
Technische Kühlung	Kühlung des Getreides mittels eines Kühlaggregats mit konditionierter Luft

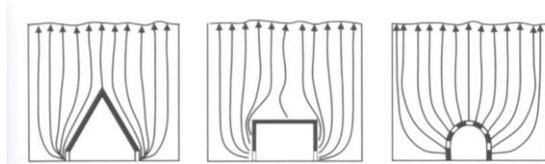


## Übersicht über die wichtigsten Konservierungsverfahren

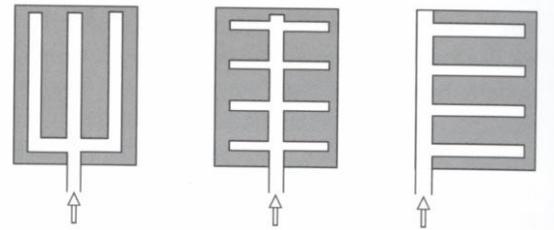
Belüftungsverfahren	Luftrate m <sup>3</sup> /h je m <sup>3</sup> Getreide	Max. Lufttemperatur ° C	Gegendruck im Stapel Pa / mm WS	Stapelhöhe m
Minimalbelüftung	8 - 12	7 ° C unter Getreidetemperatur	max. 100 / 10	20 – 25
Belüftung	25 - 30	7 ° C unter Getreidetemperatur	max. 200 / 20	10 – 15
Belüftungstrocknung	75 – 100	18 – 22 Luftfeuchte : 65 %	max. 400 / 40	Bis 5 m (Raps 3 m)
Warmlufttrocknung	800 – 1200	Bis 150° C		0,5 – 0,75 m (max. 1 m)
Technische Kühlung	4 – 6	Lagertemperatur 8° C Luftfeucht: 0 %	max. 3 - 5	20 – 25
Chemisch	Mittelaufwandmenge richtet sich nach Lagerfeuchte / Temperatur / Verschmutzung / Lagerdauer <b>Achtung: Produkt ist nicht mehr zum menschlichen Verzehr geeignet!</b>			



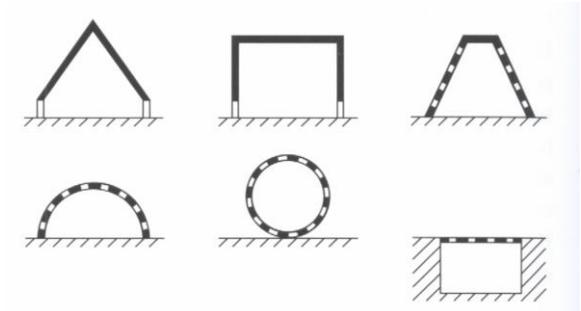
## Belüftung: Luftverteilung und Anordnung von Kanälen



Luft hat immer das Bestreben  
nach oben zu entweichen.  
Der Abstand der Kanäle ist von der  
Lagerhöhe abhängig!



Die Anordnung kann den  
Abstand der Kanäle bestimmen!



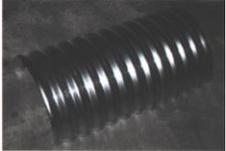
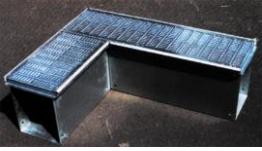
Die richtige Kanalwahl hat  
Einfluss auf die Luftverteilung!

### Faustformel:

**Abstand der Kanäle = 80 – 100 % der Schütthöhe, jedoch max. 3,2 m**  
**Achtung: Die max. benötigte Luftmenge bestimmt jedoch vorrangig die Anzahl der Kanäle**

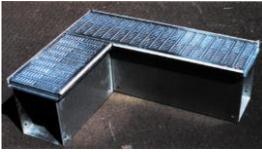


## Luftdurchsatz und Flächen

	Drainagerohr	Rundbogenkanal	Unterflurkanal	Teleskopkanal rund
Bauart				
Querschnitt	15 cm ø	48 cm	30 x 25 cm	30 cm ø
Querschnittsfläche	177 cm <sup>2</sup>	904 cm <sup>2</sup>	750 cm <sup>2</sup>	707 cm <sup>2</sup>
Länge	1,0 m	0,85 m	1,0 m	1,0 m
Oberfläche	4710 cm <sup>2</sup>	6406 cm <sup>2</sup>	2500 cm <sup>2</sup>	9420 cm <sup>2</sup>
Luftaustrittsfläche	Mind. 20 max. 40 cm <sup>2</sup>	1410 cm <sup>2</sup>	275 cm <sup>2</sup>	2072 cm <sup>2</sup>
Luftaustrittsfläche	0,42 bis 0,84 %	22 %	11 %	22 %
Max. Luftmenge pro h	510 m <sup>3</sup>	2604 m <sup>3</sup>	2160 m <sup>3</sup>	2036 m <sup>3</sup>
Flächenverhältnis	50	1	5	0,66
Luftverhältnis	5	1	1,2	1,3



## Luftwiderstände in der Belüftung

	Drainagerohr	Rundbogenkanal	Unterflurkanal	Teleskopkanal rund
Bauart				
Querschnitt	15 cm ø	48 cm	30 x 25 cm	30 cm ø
Oberfläche	4710 cm <sup>2</sup>	6406 cm <sup>2</sup>	2500 cm <sup>2</sup>	9420 cm <sup>2</sup>
Luftaustrittsfläche	Mind. 20 max. 40 cm <sup>2</sup>	1410 cm <sup>2</sup>	275 cm <sup>2</sup>	2072 cm <sup>2</sup>
Luftaustrittsfläche	0,42 bis 0,84 %	22 %	11 %	22 %
Max. Luftmenge pro h	510 m <sup>3</sup>	2604 m <sup>3</sup>	2160 m <sup>3</sup>	2036 m <sup>3</sup>
Austrittsgegendruck	60 mm Ws	6 mm Ws	28 mm Ws	3 mm Ws



## Berechnungen zur Belüftung

Berechnung einer Belüftungskühlung  
im Boxenlager

Rahmenbedingungen			
Lagerfläche	20 x 12 m Schütthöhe: 5 m	Lagervolumen	1200 m <sup>3</sup>
Erntegut	Weizen, gereinigt, max. 15 % Feuchte	Belüftungsvolumen	18 000 m <sup>3</sup> Luft / h
Lagerzeit	Ca. 100 Tage	Belüftung	Wellblechkanäle

Gesamtluftleistung	Anzahl der Kanäle*	Durchsatzleistung Kanal R 48**	Belüftungsmenge m <sup>3</sup>	Kanallänge ***
18 000 m <sup>3</sup> /h	4	10400 m <sup>3</sup> / h	693 m <sup>3</sup>	11,90 m = 14 R 48 6,80 m = 8 R 64



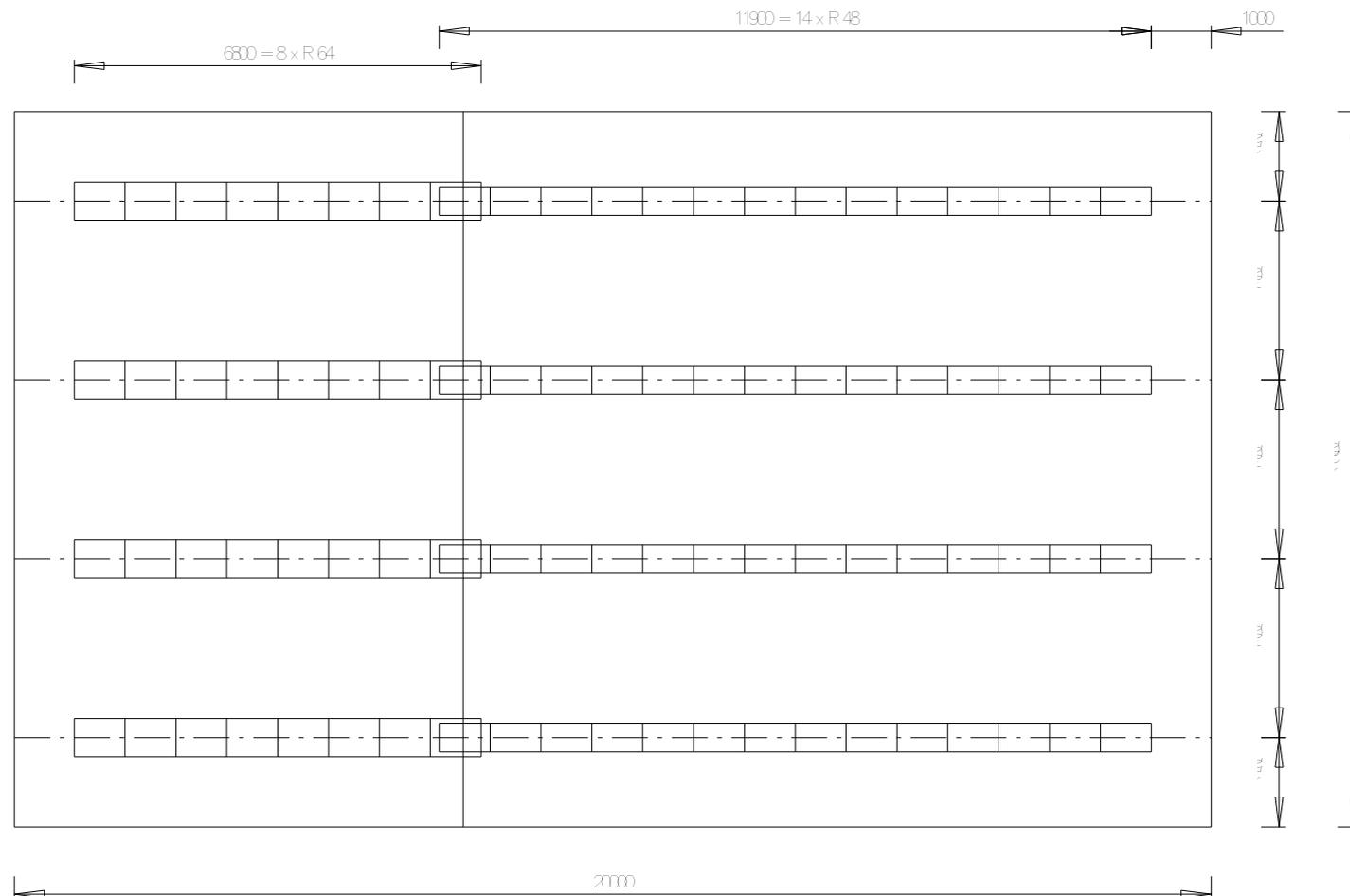
BEZIRK  
NIEDERBAYERN

Landmaschinenschule  
Landshut-Schönbrunn



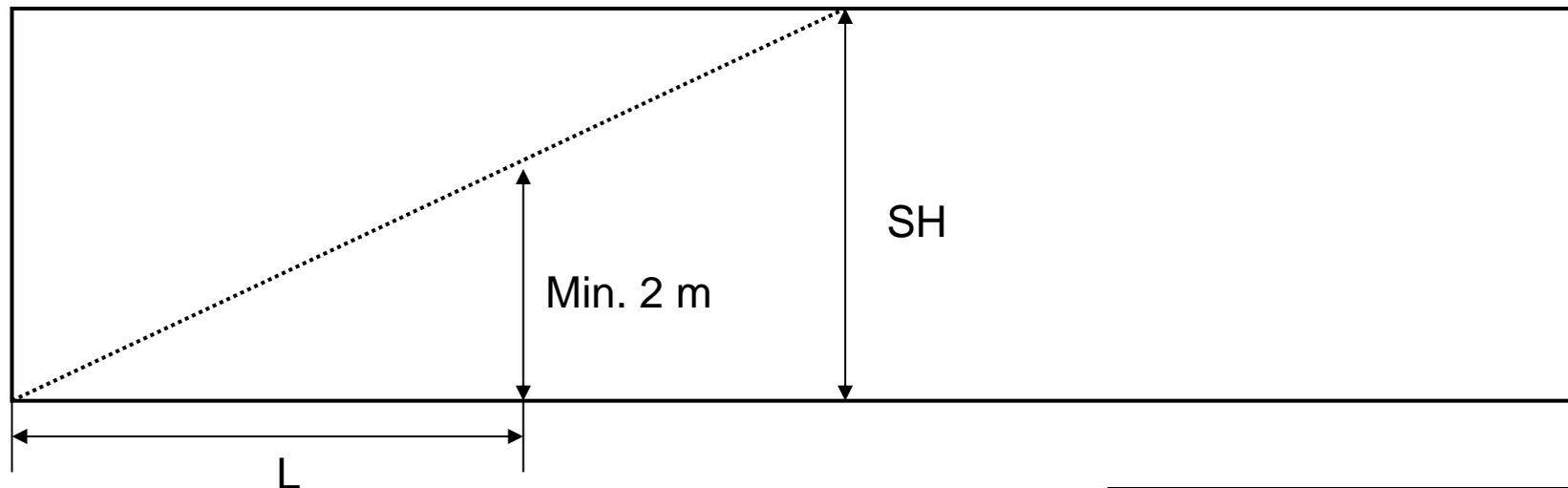
## Berechnungen zur Belüftung

So sieht die Anlage aus





## Berechnungen zur Belüftung



$$L = a \times SH$$

Getreideart	Böschungswinkel	a
Weizen	22 – 28°	0,46
Gerste	28 – 32°	0,58
Raps	18 – 24°	0,40



## Berechnungen zur Belüftung

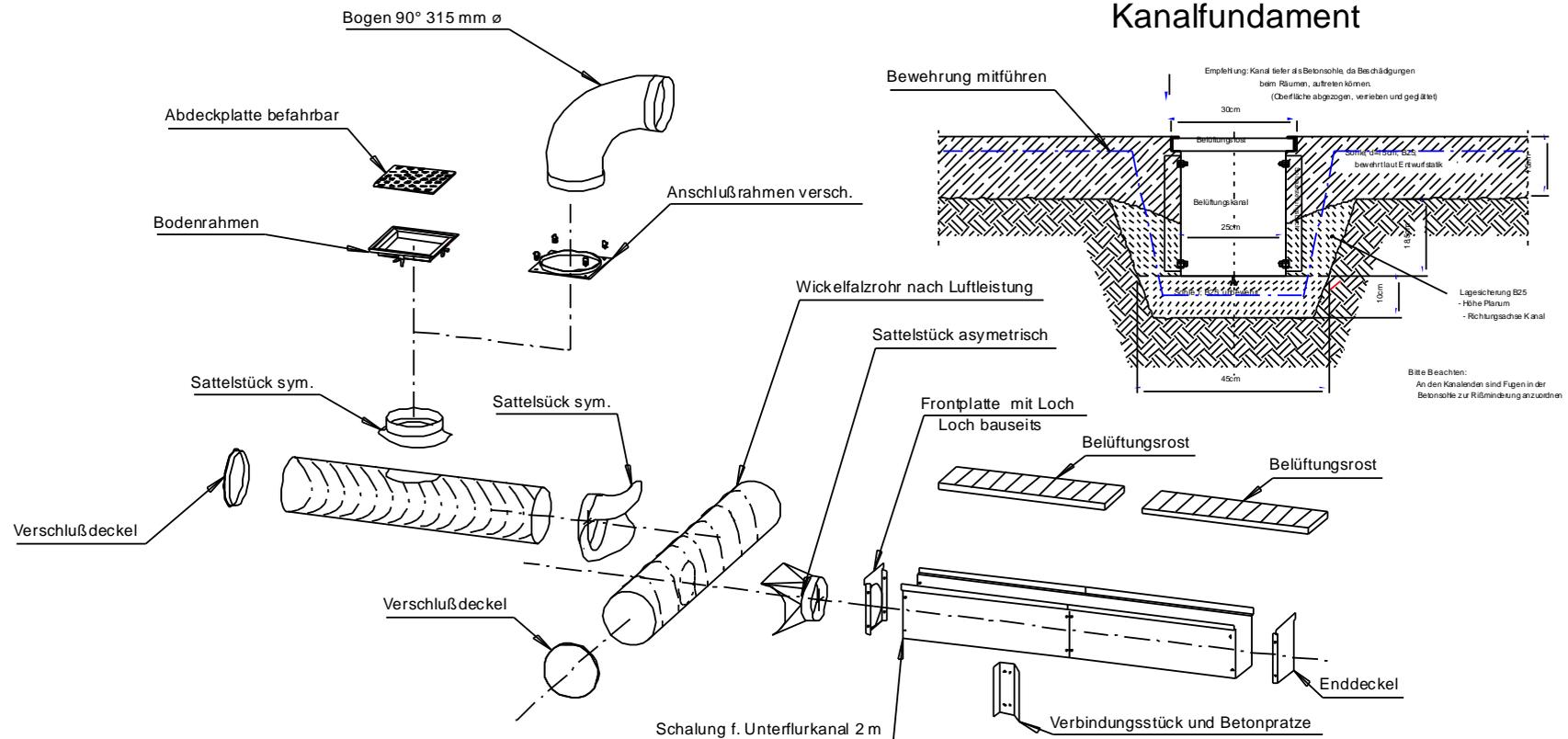
Berechnung der erforderlichen Lüfterleistung

$$P_{\text{Lüfter}} = \frac{V^0 \times \Delta p}{\eta \times 3600}$$

Formelzeichen	Bezeichnung	Einheit
P	Leistung	W
V°	Volumenstrom	m <sup>3</sup> / h
Δ p <sup>t</sup>	Druckdifferenz	Pa
η	Wirkungsgrad	---



## Aufbau Belüftungsanlagen mit Unterflurkanälen





BEZIRK  
NIEDERBAYERN

Landmaschinenschule  
Landshut-Schönbrunn



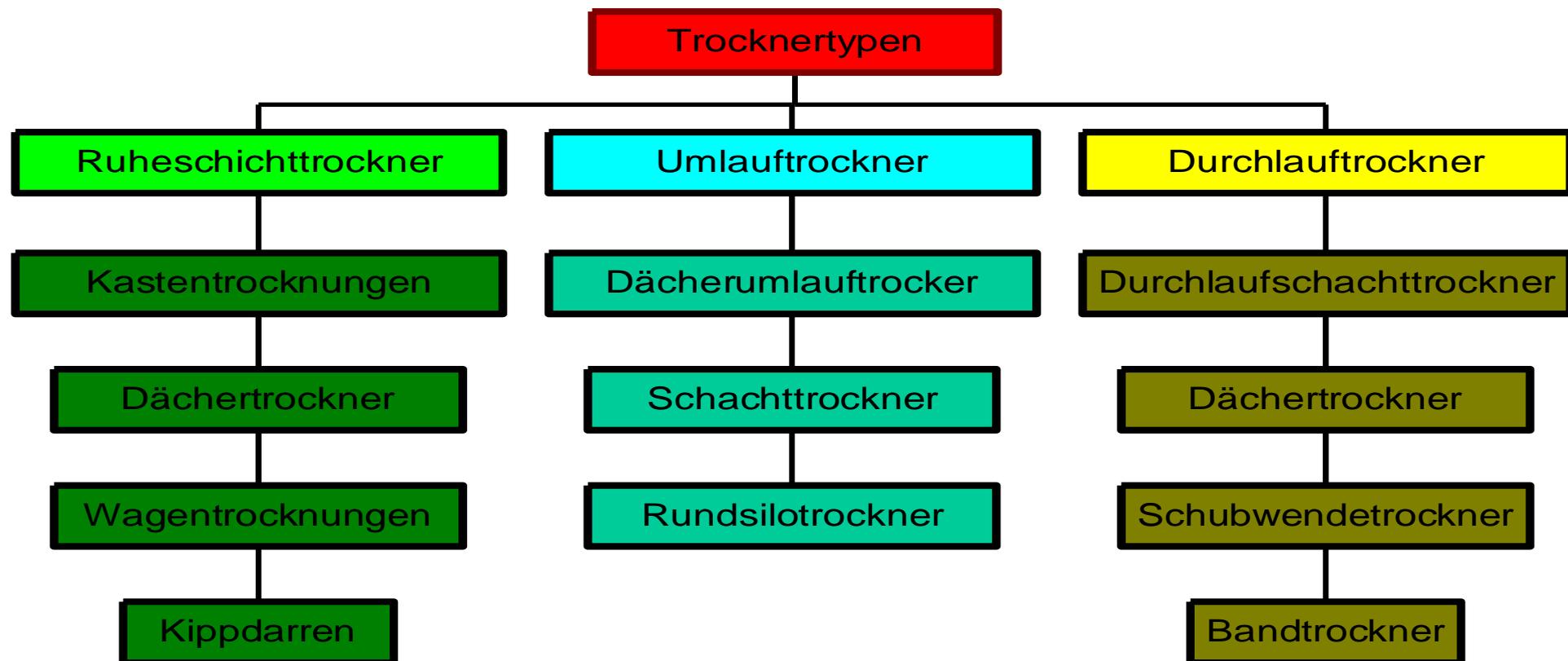
## Berechnungen zur Belüftung

Bei der Planung beachten:

- Immer Mittenkanalabstand berechnen
- Durchfahrtsweiten beachten
- Kanalverlauf markieren ( Fluchtstäbe / Bodenmarkierungen)
- Richtiges Kanalsystem verwenden
- Wandabstände einhalten ( mind. 1 m / max.  $\frac{1}{2}$  Kanalabstand)
- Bei Schrägen erst ab mind. 2 m Überdeckung offene Kanäle verlegen



## Warmlufttrocknung





Spezifischer Wärmebedarf zum Wasserentzug und Trockenlufttemperaturen bei verschiedenen Getreidearten			
Fruchtart und Feuchtegehalte $U_1 - U_2$ %	Trocknerbauarten	Trocknungslufttemperatur in ° C	Spez. Wärmebedarf W / kg H <sub>2</sub> O
Konsumgetreide 20 % - 14 %	Ruheschichttrockner	50 – 80	1500 – 1800
	Umlauftrockner	60 – 90	1400 – 1800
	Durchlauftrockner	70 - 100	1200 - 1600
Saatgut Braugerste 20 % - 14 %	Ruheschichttrockner	45	1800
	Umlauftrockner	50	1700
	Durchlauftrockner	50	1700
Körnermais (Fütterung) 35 % - 14 %	Ruheschichttrockner	50 – 80	1400 – 1800
	Umlauftrockner	60 – 90	1200 - 1400
	Durchlauftrockner	70 - 120	800 - 1400

Wobei gilt: Je höher die Trocknungstemperatur, desto geringer ist der spez. Wärmebedarf

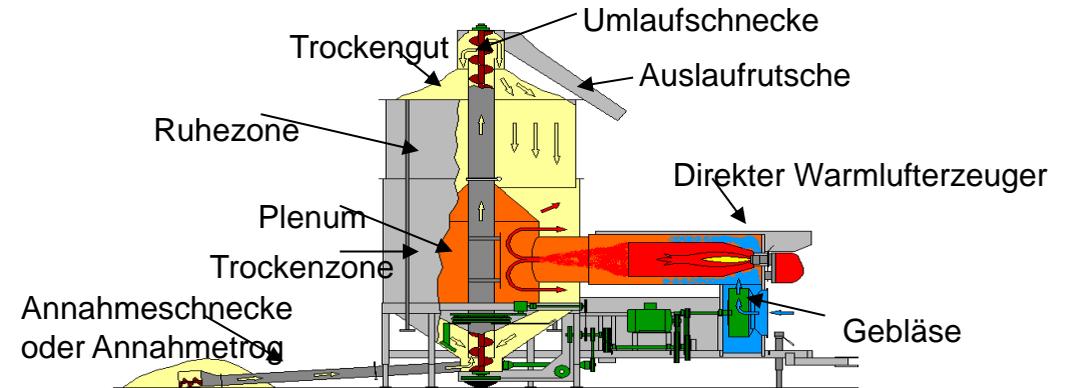


# BEZIRK NIEDERBAYERN

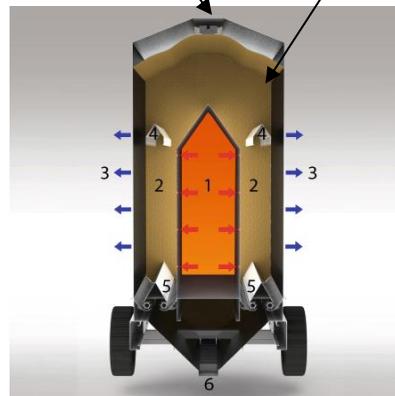
Landmaschinenschule  
Landshut-Schönbrunn



Werkfoto Laxhuber



Zulaufelevators  
Ruhezone (Dryerration)



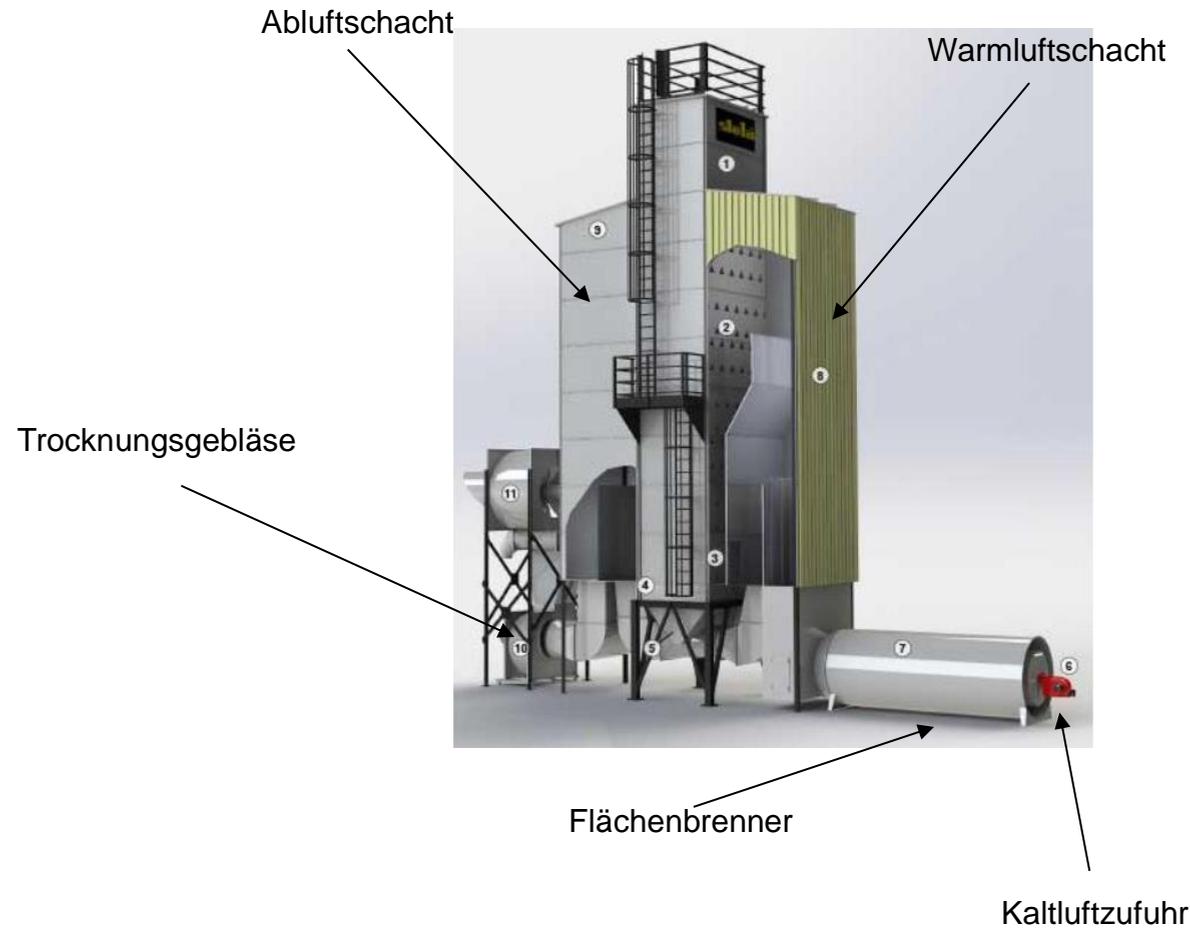
Werkfoto Laxhuber

- 1 Warmluftschacht (Plenum)
- 2 Trocknungszone
- 3 feuchte Fortluft
- 4 Zulaufkaskade
- 5 Walzenaustrag
- 6 Umlaufelevators



# BEZIRK NIEDERBAYERN

Landmaschinenschule  
Landshut-Schönbrunn



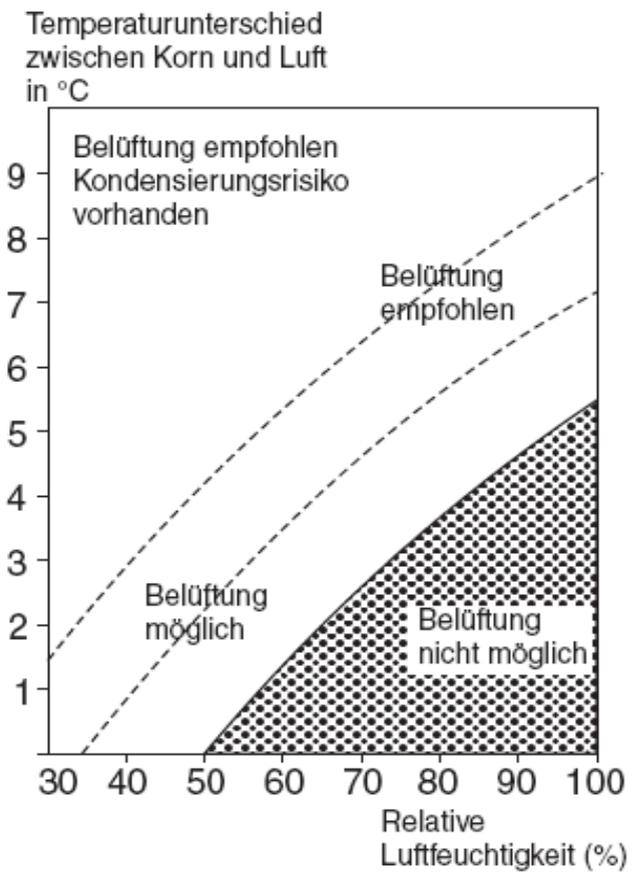
Werksbild Riela

Werksbild Stela



## Technische Kühlung

Wann ist Belüftung möglich?





BEZIRK  
NIEDERBAYERN

Landmaschinenschule  
Landshut-Schönbrunn



## 4. Entscheidungskriterium

### Getreidereinigung

Getreide mit 2 % Besatz ist handelsfähig!

Getreide sollte nur einem geringen Schmachtkornbesatz haben!

Getreide darf keine Fremd Beimengungen haben!

Unterste Siebgrenze wird durch die Einkaufsbedingungen des Getreidehandels bestimmt

Weichweizen: 2,0 mm

Roggen: 1,8 mm

Gerste: 2,2 mm

Achtung: darunter ist es Schmachtkorn



Schwarzbesatz : Fremdkörner (Unkrautsamen)  
verdorbene Körner  
Verunreinigungen  
Spelzen  
Mutterkorn ( Weizen / Roggen)  
Brandbutten ( Weichweizen)  
tote Insekten u. Insektenfragmente

Lebende Schädlinge



Bruchkorn



## Was ist Besatz?

Auswuchs

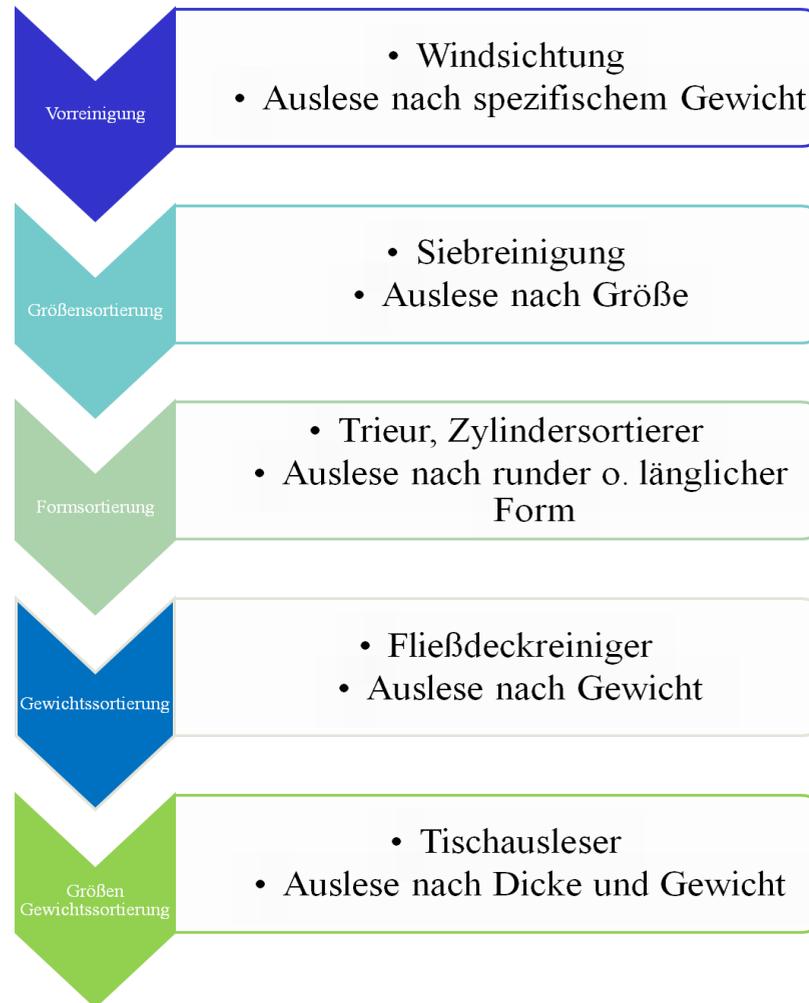


Kornbesatz :  
Schmachtkorn  
Fremdkörner (Getreide)  
Schädlingsfraß  
Keimverfärbung  
überhitzte Körner



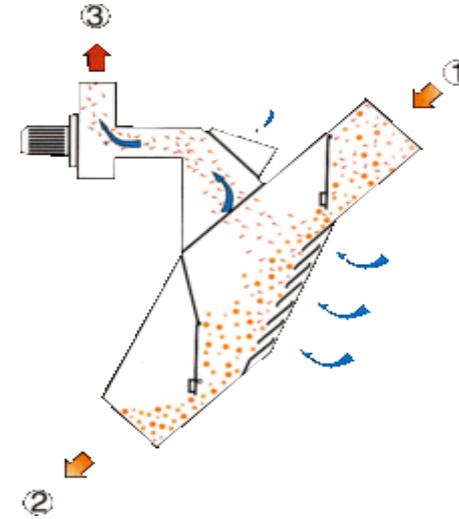


## Getreidereinigung





Kegelwindsichter  
Mit rotierendem Verteilteller



Flachbodenwindsichter

zur Sortierung nach spezifischen Gewicht



# BEZIRK NIEDERBAYERN

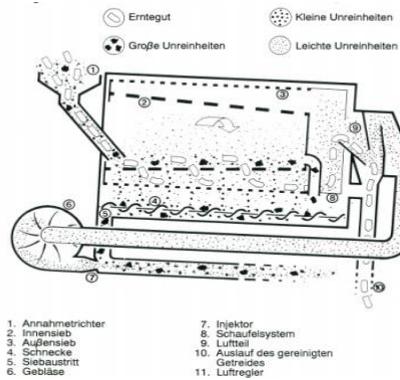
Landmaschinenschule  
Landshut-Schönbrunn



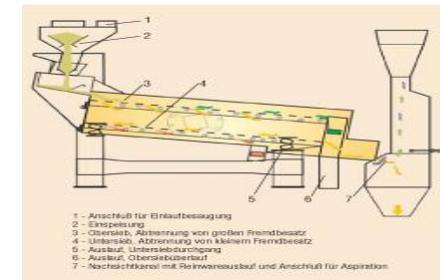
Trommelsiebreiniger



Plansichter



zur Sortierung nach Größe



Reinigungsleistung:  
Vorreinigung: bis zu 5 t / m<sup>2</sup>  
Feinreinigung / Raps: 0,5 bis 1,0 t / m<sup>2</sup>

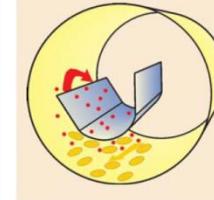


# BEZIRK NIEDERBAYERN

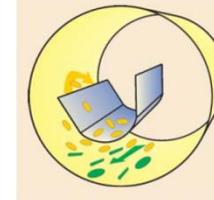
Landmaschinenschule  
Landshut-Schönbrunn



Prinzip der Kurzkorntauslese



Prinzip der Langkorntauslese



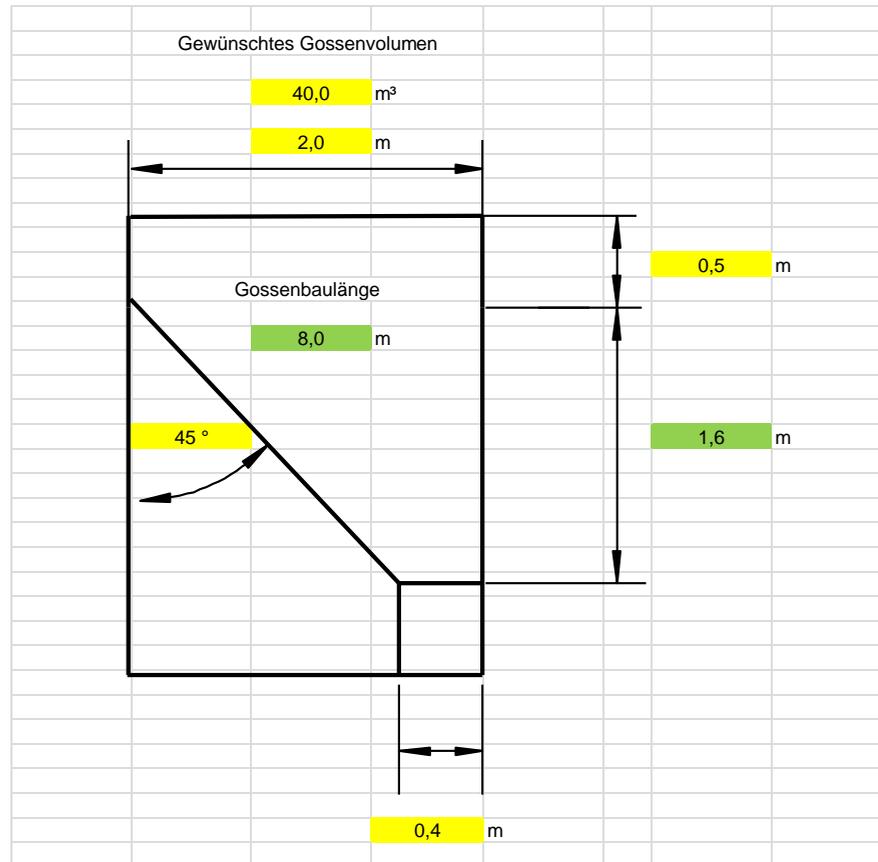
## Formsortierung im Trieur

Reinigungsleistung:  
1,0 bis 1,5 t / m<sup>2</sup>

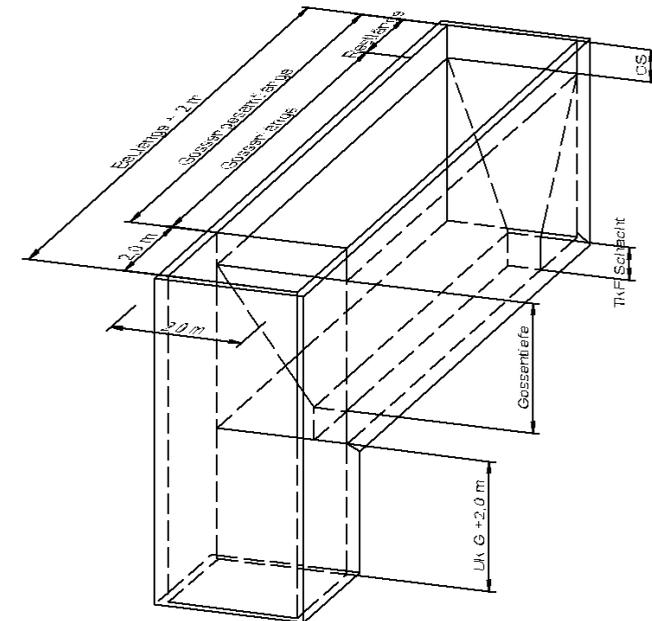


## 4. Entscheidungskriterium

### Annahmegosse



### Beispiel einer einseitigen Annahmegosse





BEZIRK  
NIEDERBAYERN

Landmaschinenschule  
Landshut-Schönbrunn



## **4. Entscheidungskriterium**

### **Steuerung / Überwachung**

Schaltschrank aus einem Guss vom Anlagenbauer

Ausführung mit analoger oder SPS – Steuerung

Temperaturüberwachung mit Messkabel oder flexiblen Systemen



# BEZIRK NIEDERBAYERN

Landmaschinenschule  
Landshut-Schönbrunn



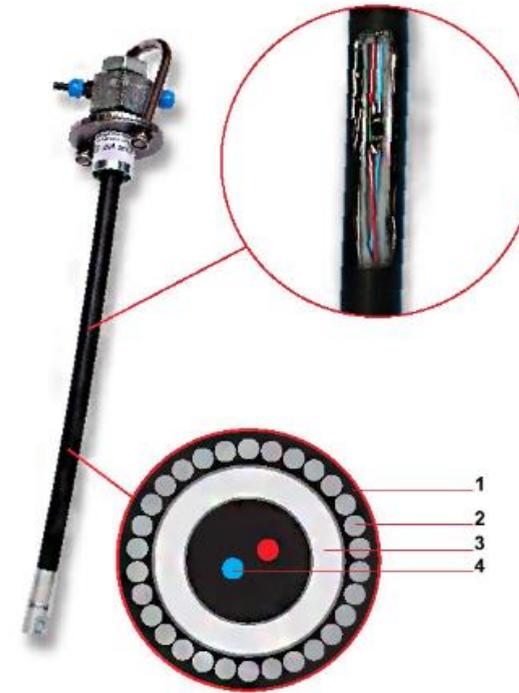
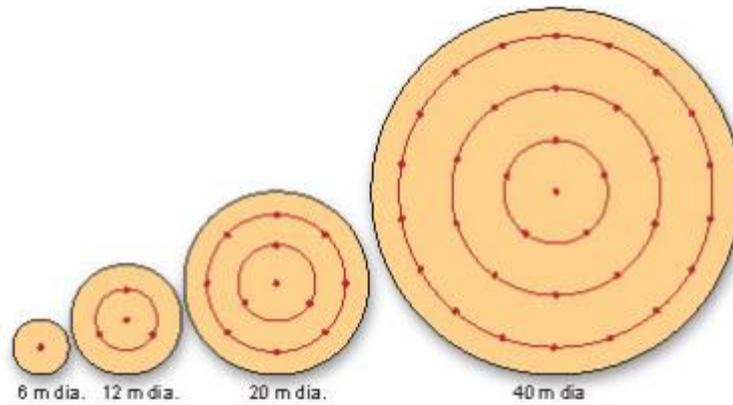
Bildquelle: Neupro



Bildquelle: Neupro



## Temperaturmeßgehänge zur Überwachung



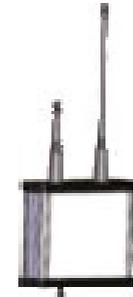
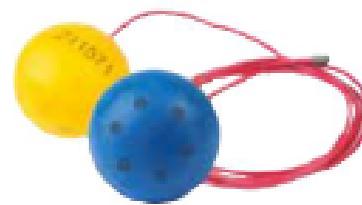


BEZIRK  
NIEDERBAYERN

Landmaschinenschule  
Landshut-Schönbrunn



## Temperaturerfassung online



Bilder: Webstech, Aarhus