

# Zukunftsfähiger u. flexibler Hallenbau in der Landwirtschaft

## Kostengünstige und funktionelle

## Getreidelagerungssysteme in Mehrzweckhallen

ALB-Tagung 18.1.2011

Volker Ruch

Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen

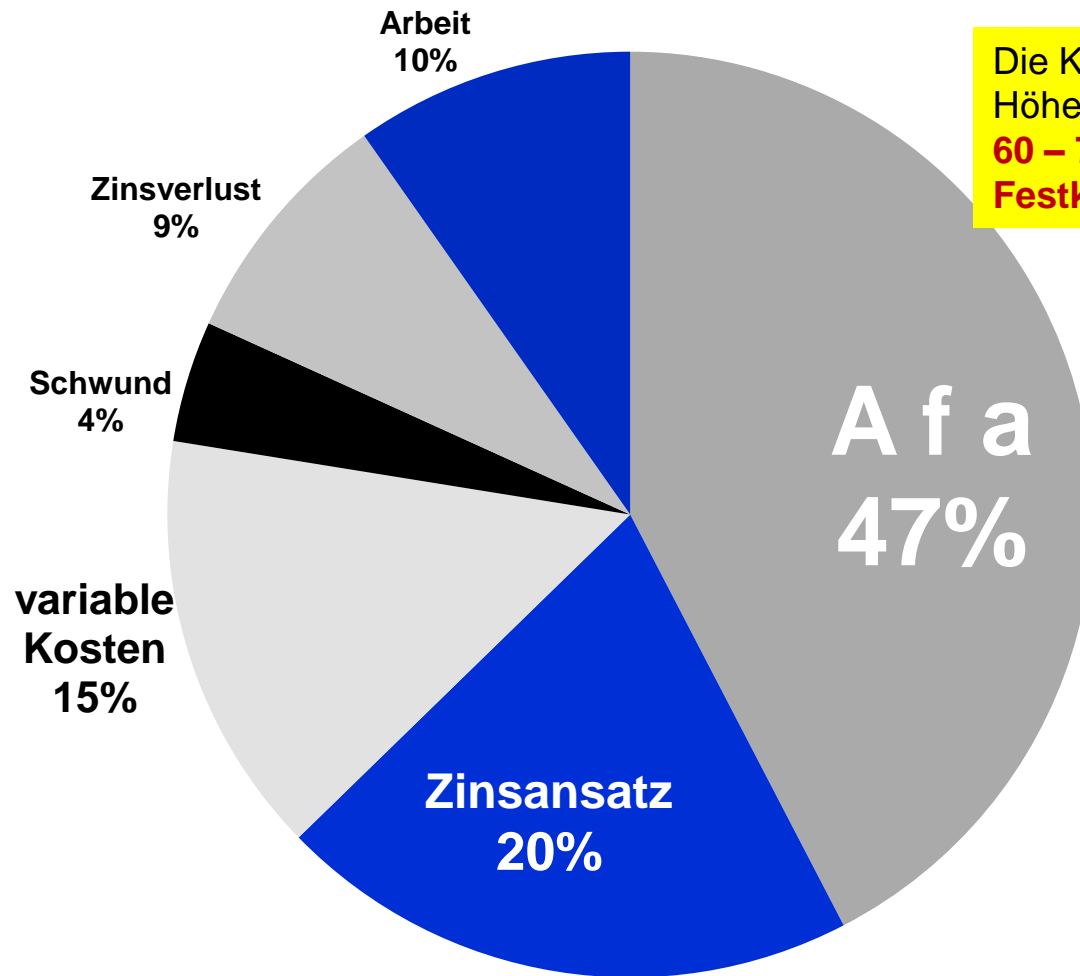
(LLH-Zentrale Kassel)

FG 11, Ökonomik + Verfahrenstechnik

# Kostengünstige und funktionelle Getreidelagerungssysteme in Mehrzweckhallen

- Kostenstruktur der Getreidelagerung
- Rentierliche Getreidelagerung ?
  - Rückblick auf die letzten 5 Jahre –
- Hallenbeispiele und deren Investitionskosten
- Lagerbelüftungstrocknung (nicht selten bei der Flachlagerung)
- Flexible Gestaltungselemente
- Die kostengünstigste Lagerungsform

## Kosten-Struktur der Lagerung mit Lohnansatz



Die Kosten werden wesentlich durch die Höhe der Investitionskosten bestimmt.  
**60 – 75 % entfallen allein auf die Festkosten**

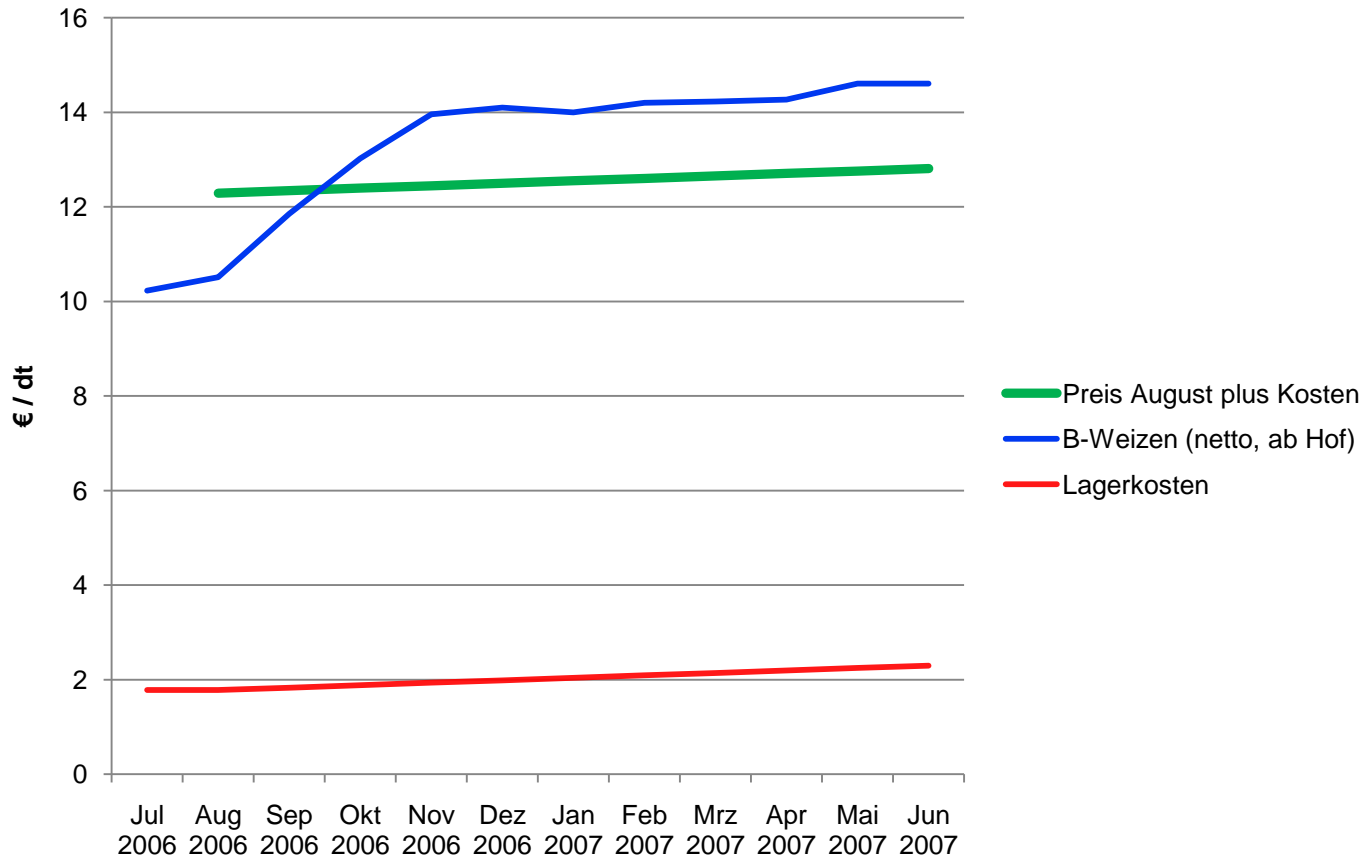
# Kosten der Getreidelagerung (€ /dt)

## (Investitionskosten von 200 € / t)

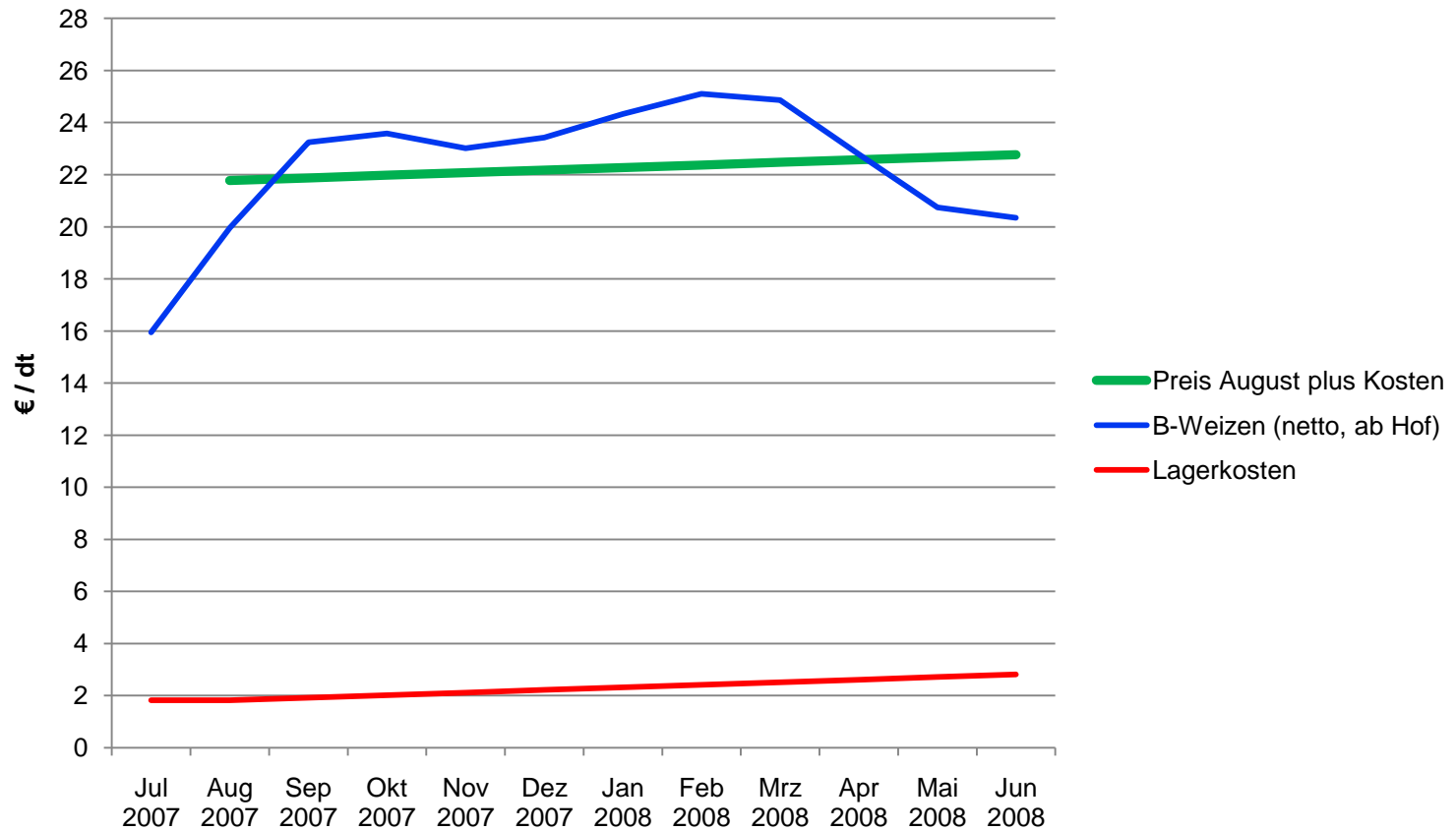
### FESTKOSTEN (FK)

AfA	5 %	1,00	
Zinsansatz	4,8 %	0,48	vom ½ Ans.Wert
<b>Summe FK</b>		<b>1,48</b>	
Variable Kosten		0,35	Versicherung, Unterhaltung Technik + Gebäude, Strom, Vorratsschutz, Belüftung
Schwund (Veratmung)		0,10	0,2% je Monat bei Belüftung, bei Kaltluft < 0,1 %
Zinsverlust		0,20	3 %, 6 Monate, Preis 13 €/ dt
<b>Kosten ohne Arbeit</b>		<b>2,13</b>	
Arbeitskosten		0,23	ca. 8-10 min / t, Akh 15 €
<b>Vollkosten (€ / dt)</b>		<b>2,36</b>	

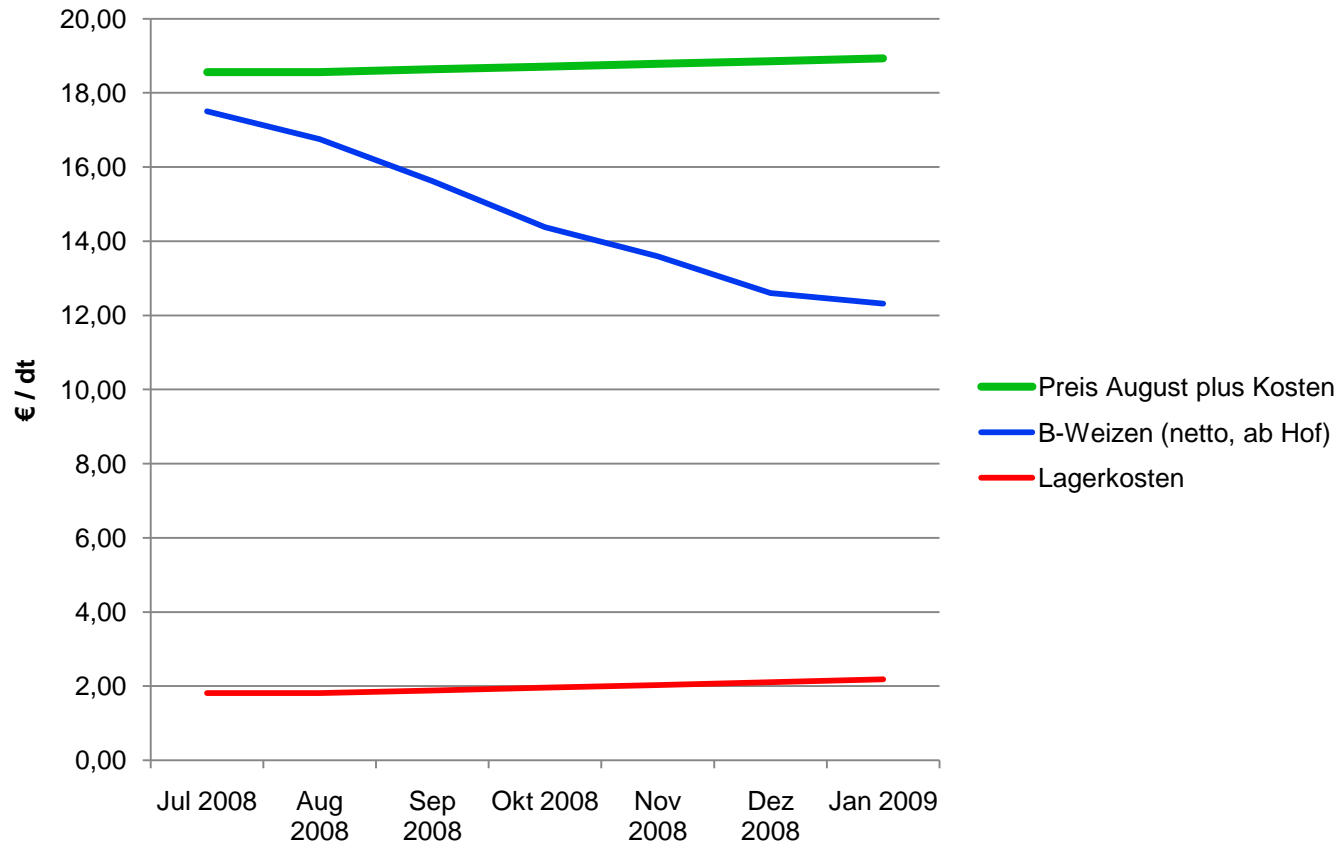
## Weizenpreis- u. Lagerkostenverlauf Ernte 2006



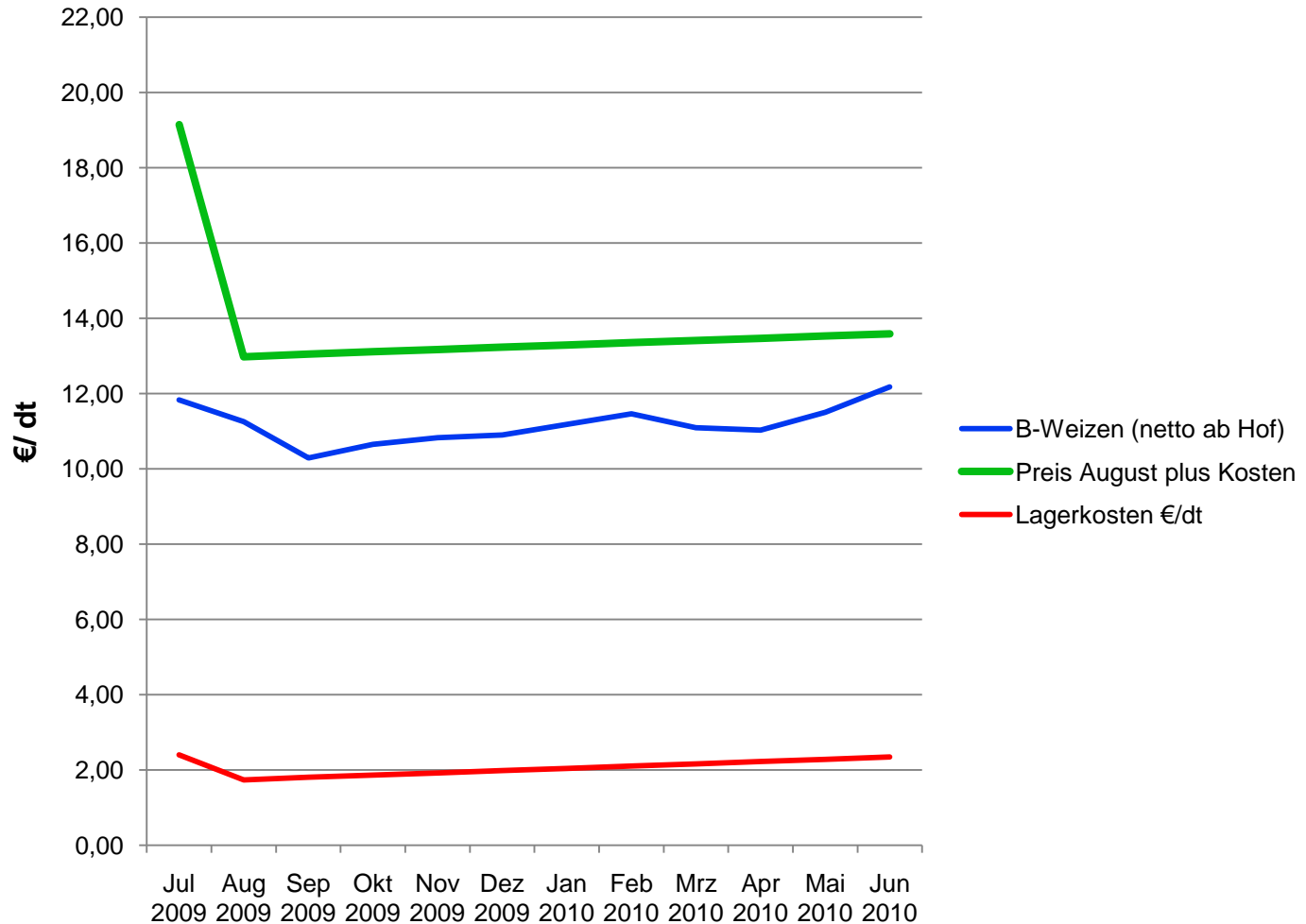
## Weizenpreis- und Lagerkostenverlauf Ernte 2007



## Weizenpreis- und Lagerkostenverlauf Ernte 2008

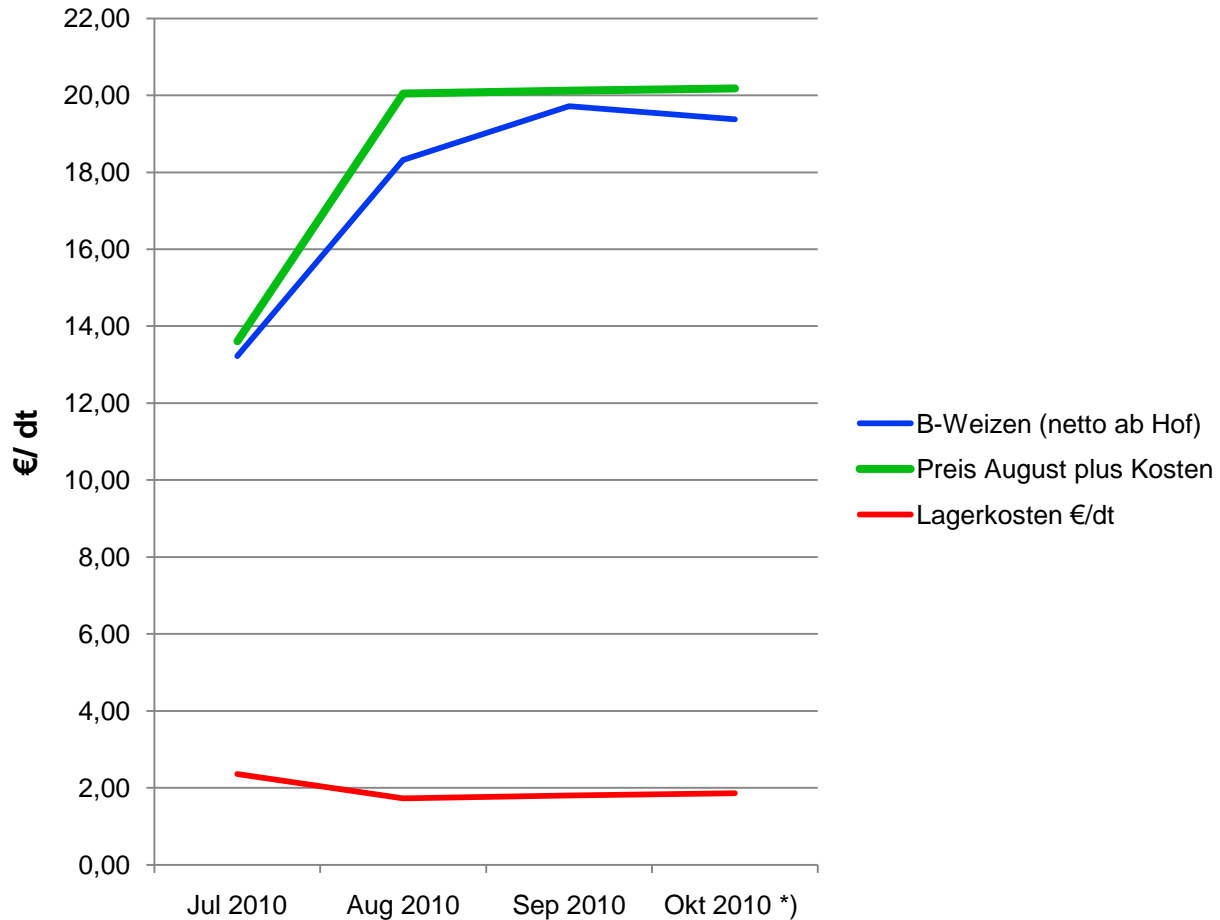


## Weizenpreis- und Lagerkostenverlauf Ernte 2009





## Weizenpreis- und Lagerkostenverlauf Ernte 2010



## Rahmendaten Getreidelagerung

- Betriebsdaten
- Verkehrsflächen —————> Handel, LKW-Transporte  
(Lärm, Staub)
- Standort
- Elektrische Anschlusswerte
- Tragfähigkeit Untergrund (1-2 Tsd. € Bodengutachten)
- Grundwasser / Hochwasser



# •Hallenbeispiele und deren Investitionskosten



Halle 30 x 12,8 m , Traufhöhe 4,5 m  
Holzkonstruktion  
Kapazität 680 t in 4 Boxen

Lohnmähdrusch, 20-25 ha / Tag, Abfuhr mit 2  
Schleppern und 2 Wannenkippnern mit 1 AK

Volker Ruch (LLH)





Max. Lagerhöhe 3,5 m  
Abtrennung: Holzbalkenfachwerk, Spanplatte,  
mittige verspannte Stahlstützen

ca. 120-130 € / t, plus Eigenleistung, 2007

650 t (hälftige Halle), Unterflurkanäle, ohne Trockn.)



Wände und Boden sind monolithisch gegossen



Links:  
Kanalanschlußrohre zur Belüftung je  
Zelle

Rechts:  
3 Unterflurkanäle / Zelle  
Kanalabstand ca. 1,75 m,  
Kanallänge 10 m,  
befahrbar




126 € / t (mit Eigenleistung), 2007



Volker Ruch (LLH)





Gesamt-Halle 36 x 13,5 m  
Getreidelager 29 x 13,5,  
Lagerfläche 392 m<sup>2</sup>,  
~1027 t (0,75 t/m<sup>3</sup>) 2 Zellen,  
Sumpf länge 10 m ,  
Betonwände H 3 m,  
ohne Belüftung

Mechanische Einlagerung: 40 t/h,  
Längssumpf, Schnecke, Vorreiniger, Firstschnecke,  
Ablaufrohre, Entleerung mobil

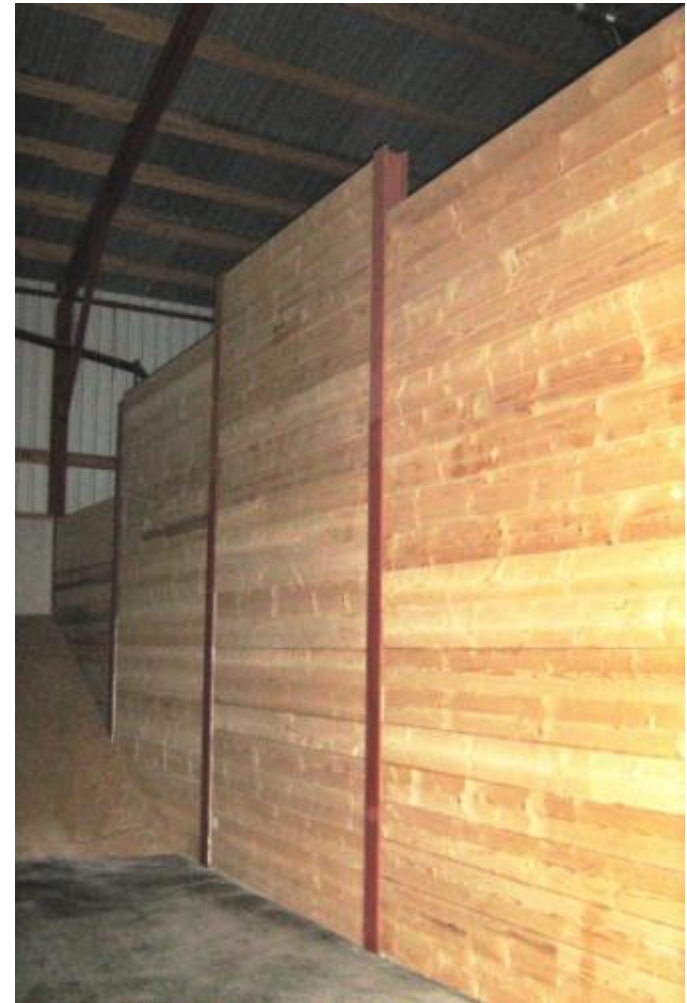




ca. 151 € / t, plus Eigenleistung

Propionsäurelager  
1 obere Trog­schnecke, freier Fall,  
Hallenbreite 13,5 m

Firstverlauf nicht mittig über den Querzellen





Lager: 2500 t  
Halle: 2200 t, (30x28 m)  
D-Tr. mit 2 A-Silos, 300 t

230 € / t mit Trockner (1999)





Halle 42 x 22 m, 924 m<sup>2</sup>,  
Lagerkapazität ~2000 t,  
Unterflurkanäle  
Förderleist. Annahme 40 t/h,  
Bandanlage 80 t/h,  
Verladeleistung 80 t/h,  
(Vorbunkern Sumpf 20-25 t,  
14-15 t aus Trockner, mit  
zwei Elevatoren)

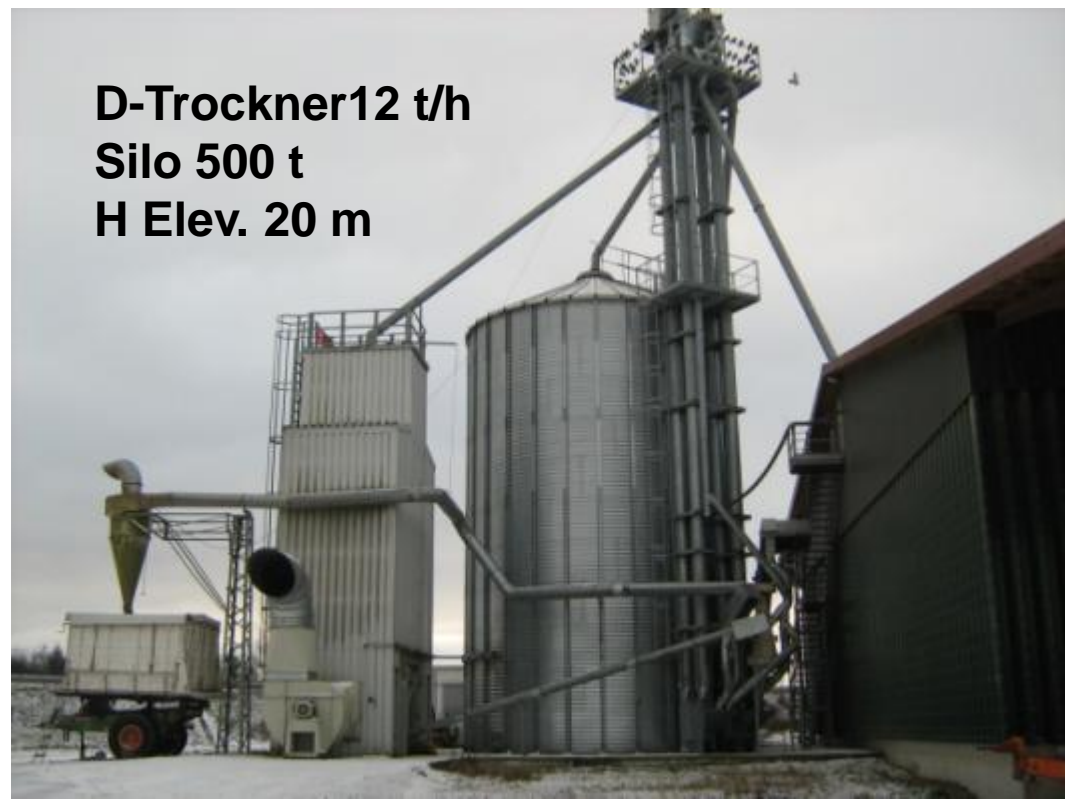
222 € / t (ohne Trockner, 2006)





Halle 40 x 22 m , ca. 3300 t  
Förderleistung 120 t/h  
Oberflurkanäle,  
Bandanlage

Volker Ruch (LLH)



D-Trockner 12 t/h  
Silo 500 t  
H Elev. 20 m







CC rele  
Verunre  
Urin ve



d



Volker Ruch (LLH)

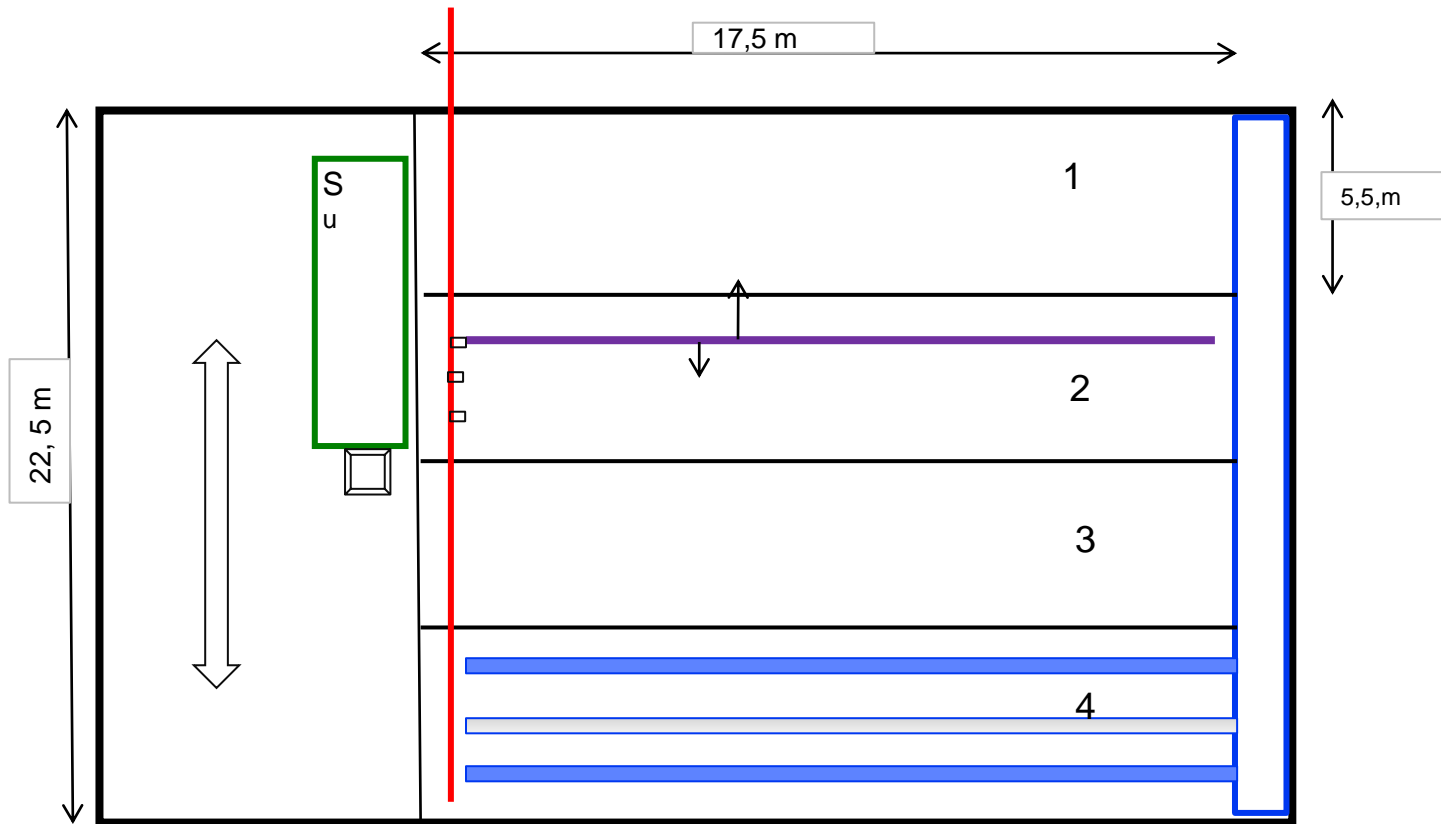


Sumpfinhalt 10 t  
Konischer  
Stahltrichter  
Schneckenentnahme





# Verfahrensprinzip Lagerbelüftungstrocknung



Lager 385 m<sup>2</sup>, 1540 m<sup>3</sup> ~ 1155 t (0,75 t/m<sup>3</sup>, 4 m H)

Sumpf 10 m mit Trogkettenförderer (40 t/h)

Becherelevator, Vorreiniger,

Stationärer Trogkettenförderer (rot)

Schlitzbodenschnecke, elektr. verfahrbar (lila)

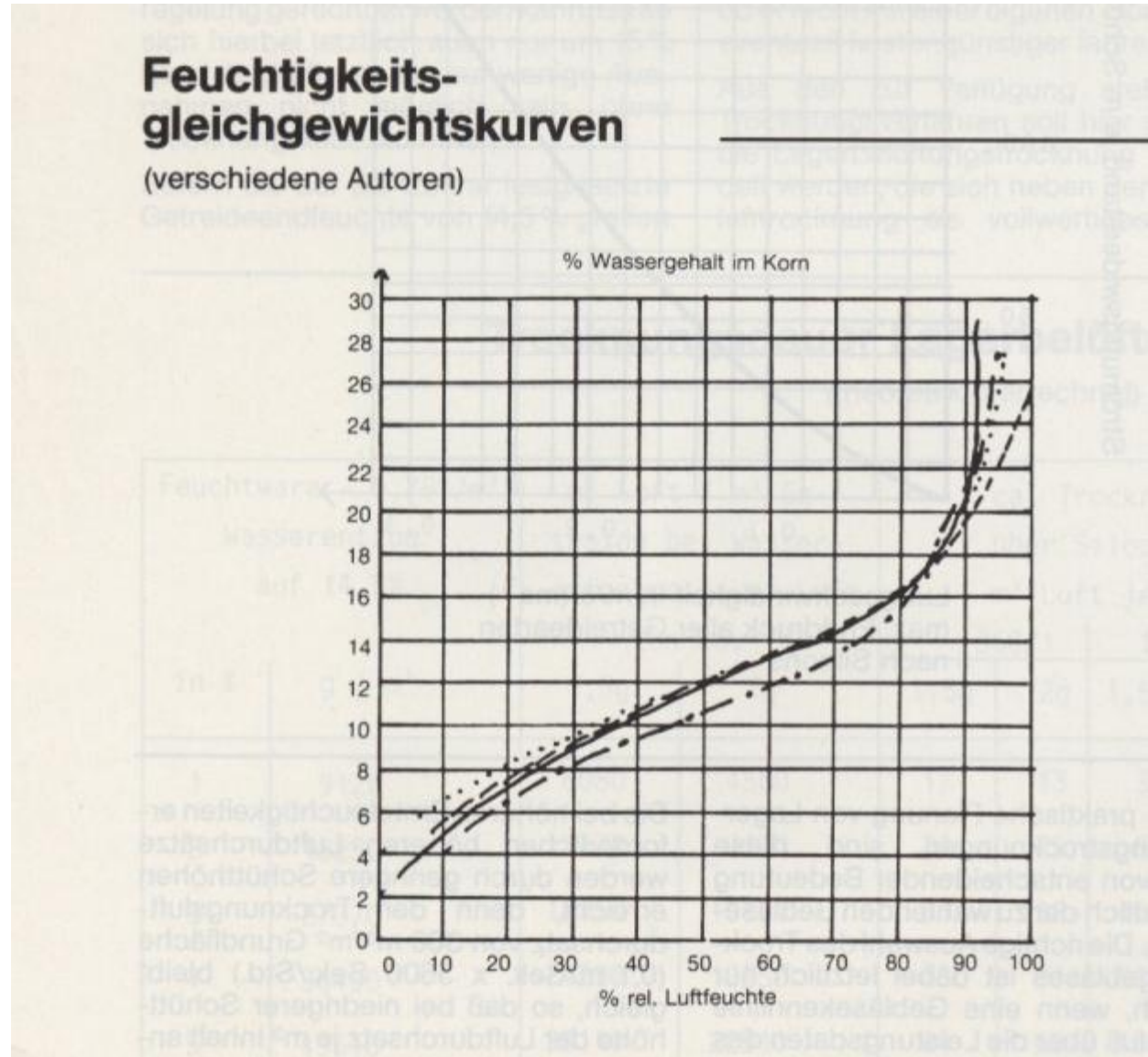
Zellen: Trapezbleche innen, Beton außen,

Kanäle: 3 St./je Zelle, unterflur mittig, re + li oberflur (Panzer-Top)

Gebläse  
Heizung  
Steuerung

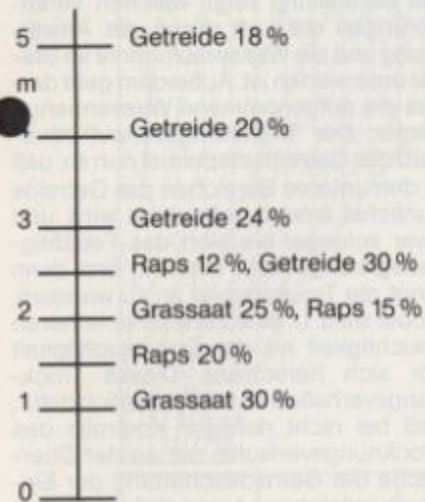
22.000 m<sup>3</sup>/h  
60 m<sup>3</sup>/h/m<sup>3</sup> Getreide  
(1 Zelle)

# Sorptionsthermen



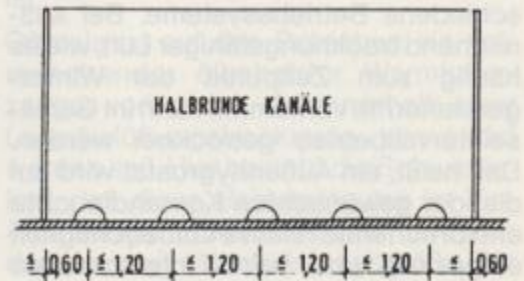
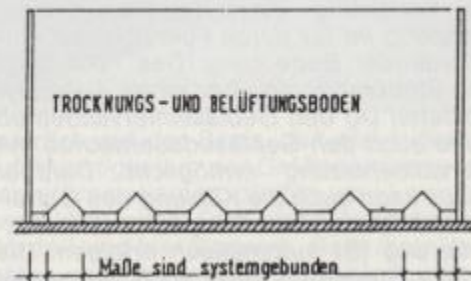
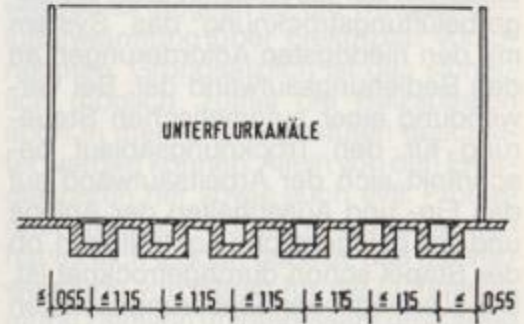
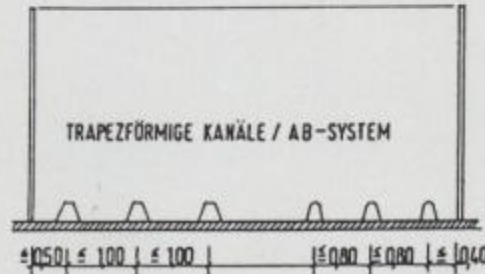
# Lagerbelüftungstrocknung

## Lagerhöhen verschiedener Feldfrüchte bei unterschiedlichen Feuchtegehalten



## Trocknungs- und Belüftungssysteme

(erforderliche Abstände)



lt. Plesse: Panzer-Top-Kanal, oberflur max. 1,50 m  
(2006) Teleskop-Kanal, oberflur, max. 1,00 m

Befahrbarer Holzboden 70 €/m<sup>2</sup>, Unterflurkanal 90 €/m



# Lagerbelüftungstrocknung

Hauptluftkanal, begehbar

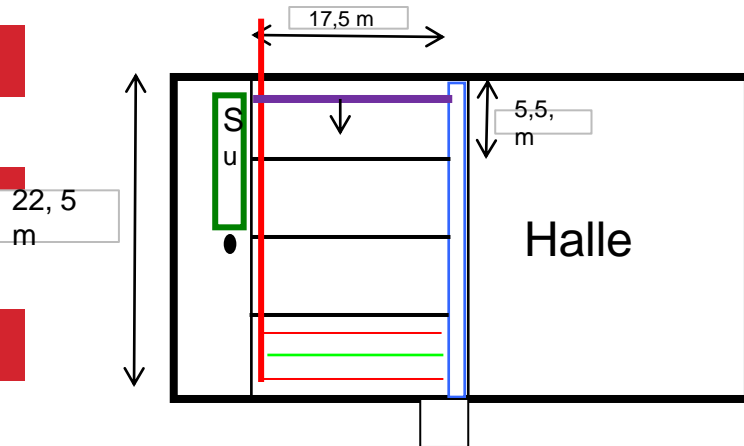
Unterflur- / Oberflurkanal



Volker Ruch (LLH)



# Lagerbelüftungstrocknung



Lager 1155 t, 4 Zellen  
Einlagerung stationär,  
Entnahme mit Stapler

ca. 192 € / t plus Eigenleistung  
(2005, ohne Stapler)



## Flexible Nutzung ?



**Empfehlung: Dunkelhallen**

ohne natürl. Lichteinfall



**Empfehlung: Keine  
Holzwände**

Hygienische Lagerung in  
Beton /Bleczellen.

**Holz-Balkentore** sind  
möglich





Volker Ruch (LLH)



Betonstützen  
als Sonderanfertigung  
nach Vorgabe des Landwirts



Typ U-Boot Hallenbau





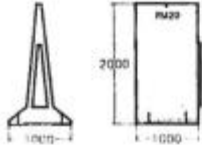


Quelle: Werkbild Mouritsen

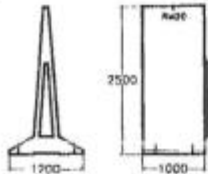
# A-ELEMENTE-STANDARDPROGRAMM

- Standardelemente
- Betongruppe B II
- Betonfestigkeitsklasse B35
- Muß auf unnachgiebiger Fläche gestellt werden
- Muß gegen Gleiten gesichert werden
- Sonderausführungen sind möglich

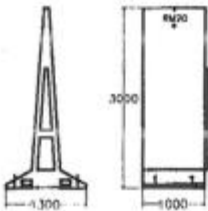
TYP 200A



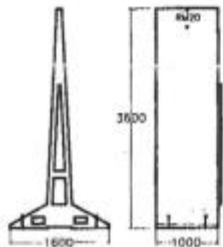
TYP 250A



TYP 300A



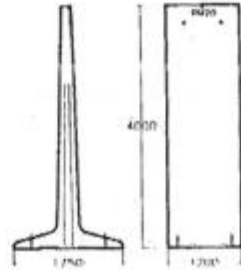
TYP 360A



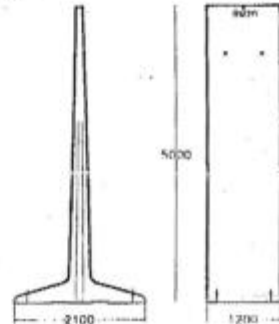
Lagerware

07.01.99

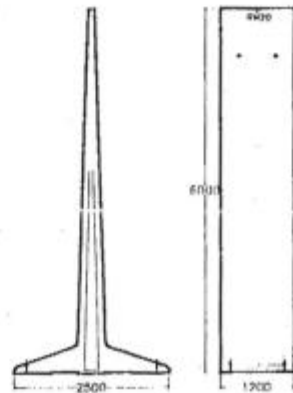
TYP 400A



TYP 500A



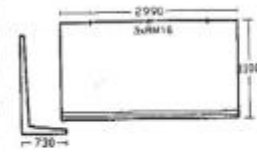
TYP 600A



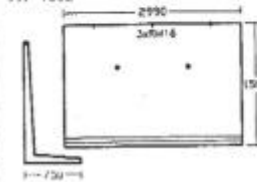
Werden auf Anfrage produziert

# L-ELEMENTE-STANDARDPROGRAMM

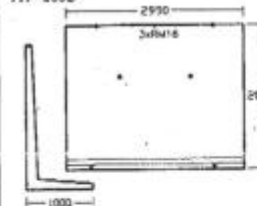
TYP 110L



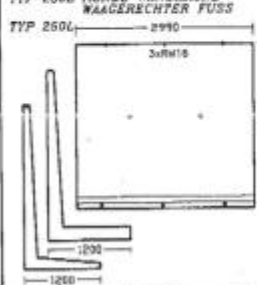
TYP 150L



TYP 200L



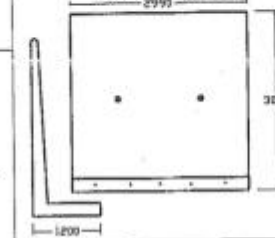
TYP 250L



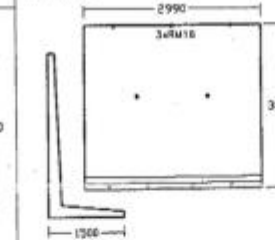
Lagerware

- Standardelemente
- Betongruppe B II
- Betonfestigkeitsklasse B35
- Muß auf unnachgiebiger Fläche gestellt werden
- Muß gegen Gleiten gesichert werden
- Sonderausführungen sind möglich

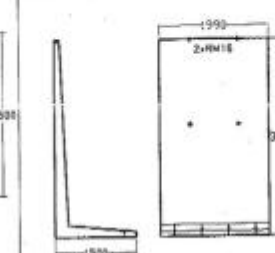
TYP 300L RUNDE WANDKRONE  
WAAGRECHTER FUSS



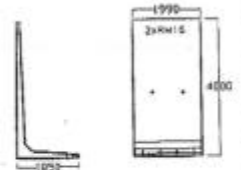
TYP 300L



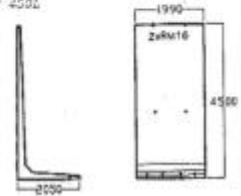
TYP 360L



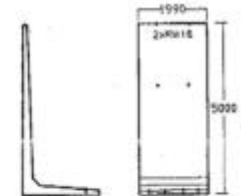
TYP 400L



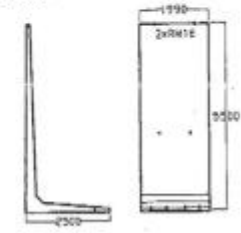
TYP 450L



TYP 500L



TYP 550L



Werden auf Anfrage produziert

Quelle:





Quelle: Werkbild Mouritsen

Volker Ruch (LLH)

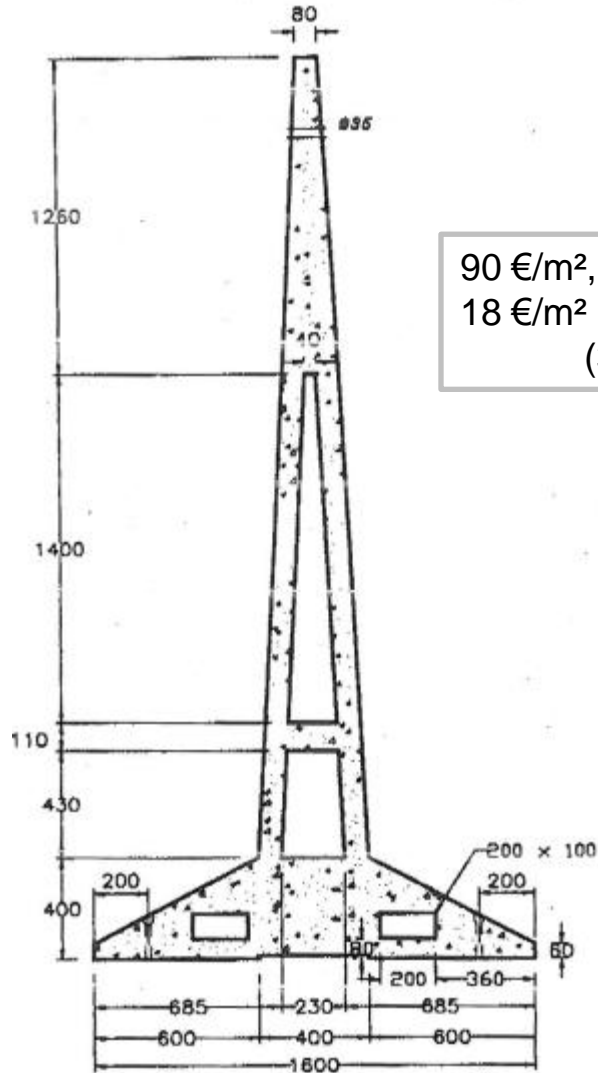




Quelle: Werkbild Mouritsen

TYPE 360A

MÅL 1:25

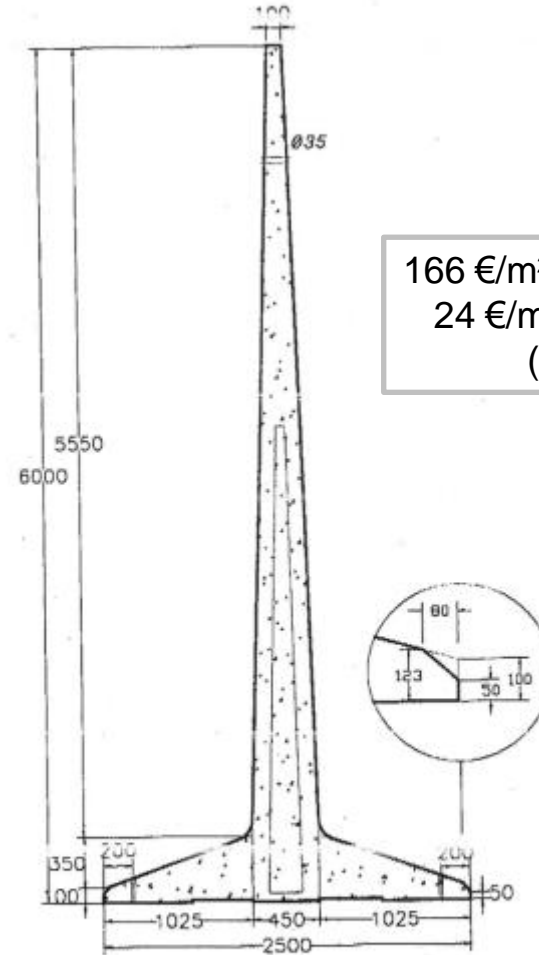


90 €/m<sup>2</sup>, netto  
 18 €/m<sup>2</sup>, Fracht  
 (3,6 m<sup>2</sup>)

STANDARDELEMENT  
 VÆGT: CA. 2400 KG.  
 ELEMENTLÆNGDE: 1000 MM  
 STYRKEKLASSE 40 MP<sub>a</sub>  
 OPSTILLES PÅ FAST/NAGLEFAST UNDERLAG  
 FORANKRES MOD GLIDNING

TYP 600A

MÅB 1:40



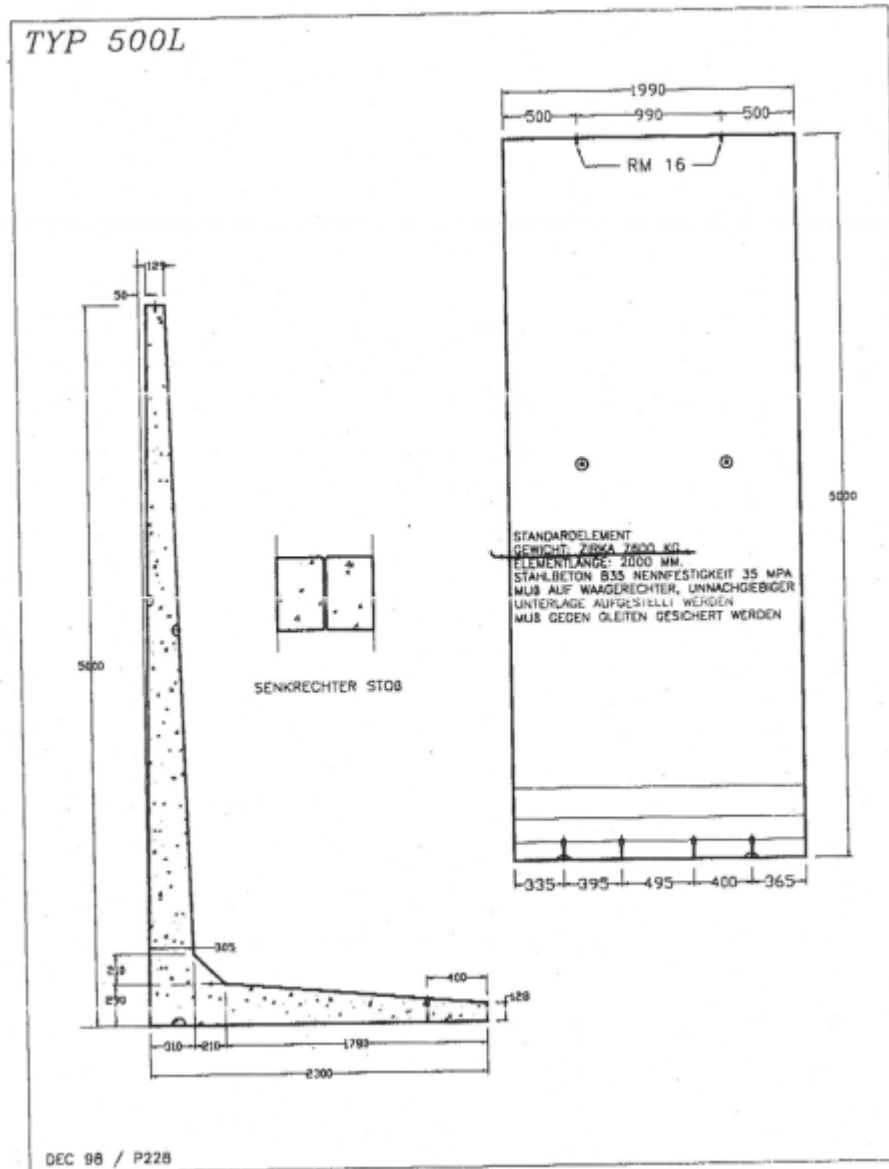
166 €/m<sup>2</sup>, netto  
 24 €/m<sup>2</sup>, Fracht  
 (7,2 m<sup>2</sup>)

STANDARDELEMENT  
 GEVÆGT: ZIRKA 6580 KG.  
 ELEMENTLÆNGDE: 1200 MM.  
 STAHLBETON B35 NENNFESTIGHEIT 35 MP<sub>a</sub>  
 MÅB AUF WAAGERECHTER, UNNACHGEBIGER  
 UNTERLAGE AUFGESTELLT WERDEN  
 MÅB GEGEN GLEITEN GESICHERT WERDEN



Kompetenz für Landwirtschaft  
 und Gartenbau





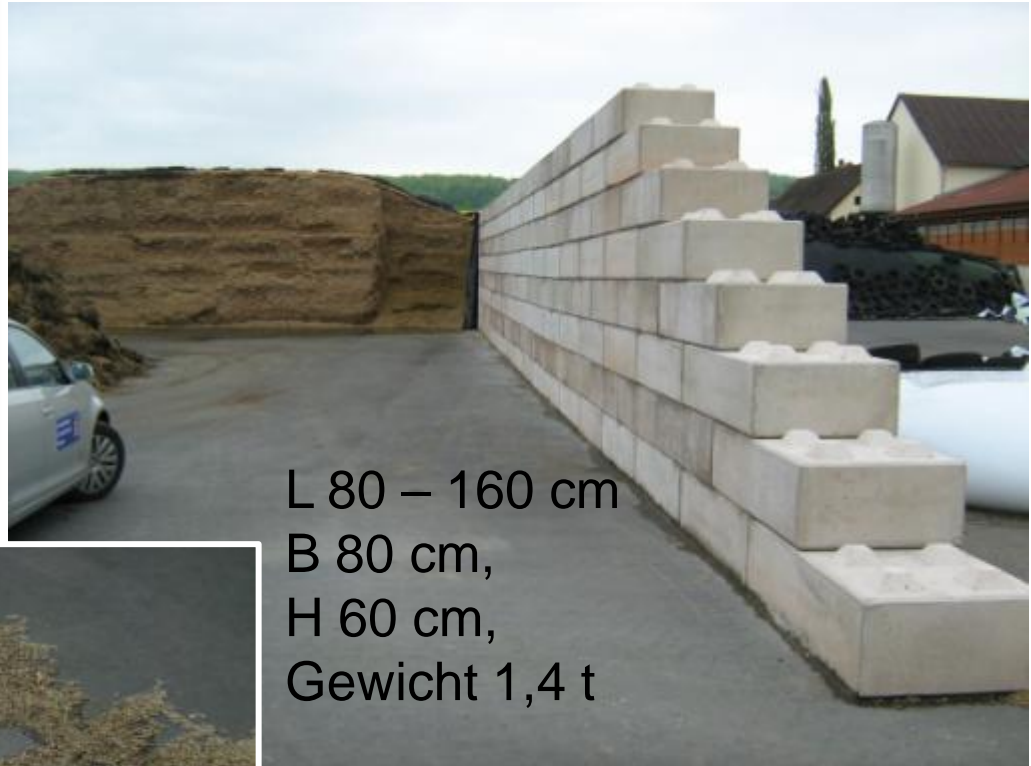
133 €/m<sup>2</sup>, netto  
ca.20 €/m<sup>2</sup> Fracht  
(10 m<sup>2</sup>)



Volker Ruch (LLH)

L 60, 90, 120, 180 cm  
B **60** cm,  
H 60 cm,  
Max. 3,6 m H bei Getreide  
(mit Weizen über Eck)  
ohne statische Berechnung,  
**80,5 €/m<sup>2</sup> netto ab Werk**

Quelle: Geerds GmbH, 2011



L 80 – 160 cm  
B 80 cm,  
H 60 cm,  
Gewicht 1,4 t



# Versetzbare Schüttwände der Fa. Agrotel

[www.agrotel.eu](http://www.agrotel.eu)



## Einseitige Wand

H 2 m 200.- lfd.m (100.-/m<sup>2</sup>)

H 3 m 290.- lfd.m (96.-/m<sup>2</sup>)

## Doppelseitig Wand

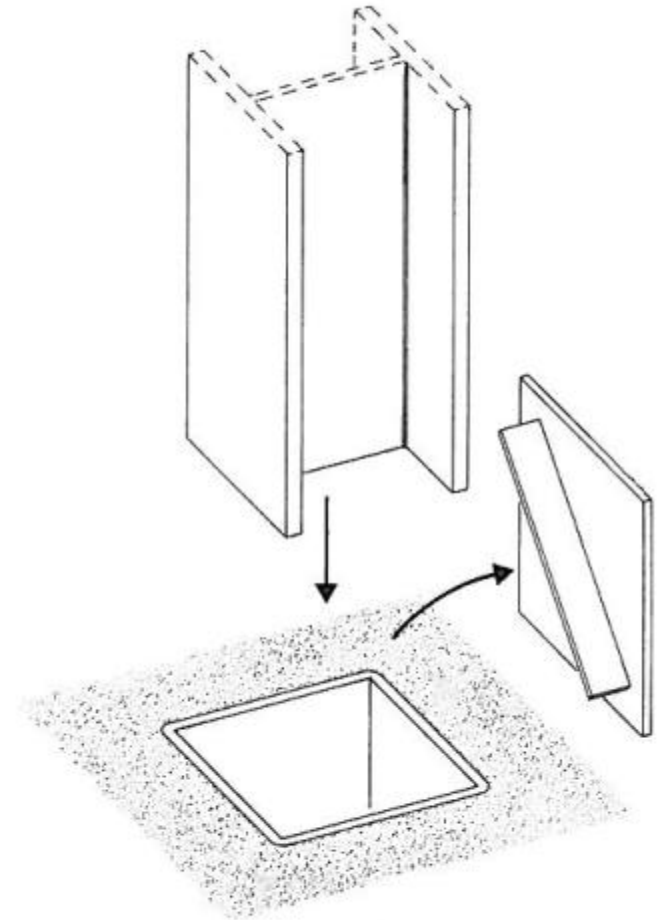
H 2 m +70.- lfd.m (135.-/m<sup>2</sup>)

H 3 m + 80.- lfd.m (123.-/m<sup>2</sup>)

(alles netto, plus Fracht)

**Tab. 3: Bemessung der Bohlen  
(Nadelholz Güteklasse II)**

Bohlendicke in cm bei Schütthöhe	Stützenabstand		
	2,00 m	2,50 m	3,00 m
1,00 m	3,5	4,0	5,0
2,00 m	5,0	6,0	7,0
3,00 m	6,0	7,0	8,0
4,00 m	7,0	8,0	10,0



**Abb. 8: Durch Steckhülsen im Boden können die Stützen bei Bedarf abgebaut werden**

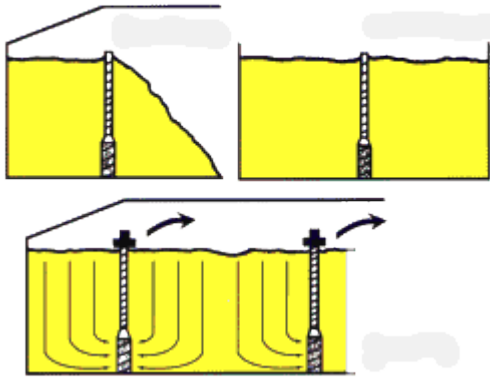
Quelle: KTBL-Arbeitsblatt 1988

**Tab. 2: Bemessung der Fundamente und Stützenprofile**

Schütthöhe		Stützenabstand		
		2,00 m	2,50 m	3,00 m
<i>Mittelstützen ohne Verspannung</i>				
2,00 m	Fundamentgröße Bewehrungskorb Bügel Stützenprofil	160/60/80 Q 188 2× Ø 10 IPB 100	160/75/80 Q 188 2× Ø 10 IPB 100	160/90/80 Q 188 2× Ø 10 IPB 120
3,00 m	Fundamentgröße Bewehrungskorb Bügel Stützenprofil	210/80/80 Q 257 2× Ø 12 IPB 140	210/100/80 Q 257 3× Ø 12 IPB 160	210/120/80 Q 257 3× Ø 12 IPB 180
<i>Mittelstützen mit Verspannung</i>				
3,00 m	Fundamentgröße Bewehrungskorb Bügel Stützenprofil Spannstab	160/80/80 Q 188 2× Ø 10 IPB 100 Ø 12	160/100/80 Q 188 2× Ø 10 IPB 120 Ø 12	160/120/80 Q 188 2× Ø 10 IPB 120 Ø 16
4,00 m	Fundamentgröße Bewehrungskorb Bügel Stützenprofil Spannstab	190/100/80 Q 257 2× Ø 12 IPB 140 Ø 16	190/125/80 Q 257 3× Ø 12 IPB 160 Ø 16	190/150/80 Q 257 3× Ø 12 IPB 160 Ø 20
<i>Eckstützen ohne Verspannung</i>			Quelle: KTBL-Arbeitsblatt 1988	
2,00 m	Fundamentgröße	160/100/80	160/110/80	160/120/80



## Vertikale Belüftungsvariante



Beispiel:  
bis 4, 8m Schütthöhe,  
2,2 KW,  
Luftleistung 2700 m<sup>3</sup>/h,  
Flächenabdeckung 9 x 9 m,  
bei 4 m Schütthöhe  
8,3 m<sup>3</sup> / m<sup>3</sup> Getreide / h

Preis: (netto, 2011)  
4.660 € (1 Lüfter, 4 Säulen)  
Quelle: schmidt-farmtechnik.de

***Merksatz!!!! Belüften von Getreide:***

***Ist die Außenlufttemperatur mindestens 5 °C niedriger als die Getreidetemperatur und liegt ihre relative Luftfeuchtigkeit unter 65 %, so kann durch Belüften mit Außenluft im lagernden Getreide ein Kühl- und Trocknungseffekt erreicht werden.***

*Quelle: Dr. Baitinger, 2009*



**2870 t Lager , 30 x 30 m belüftbare Fläche,  
H 4,25 m Schüttwand, Traufhöhe 7m**



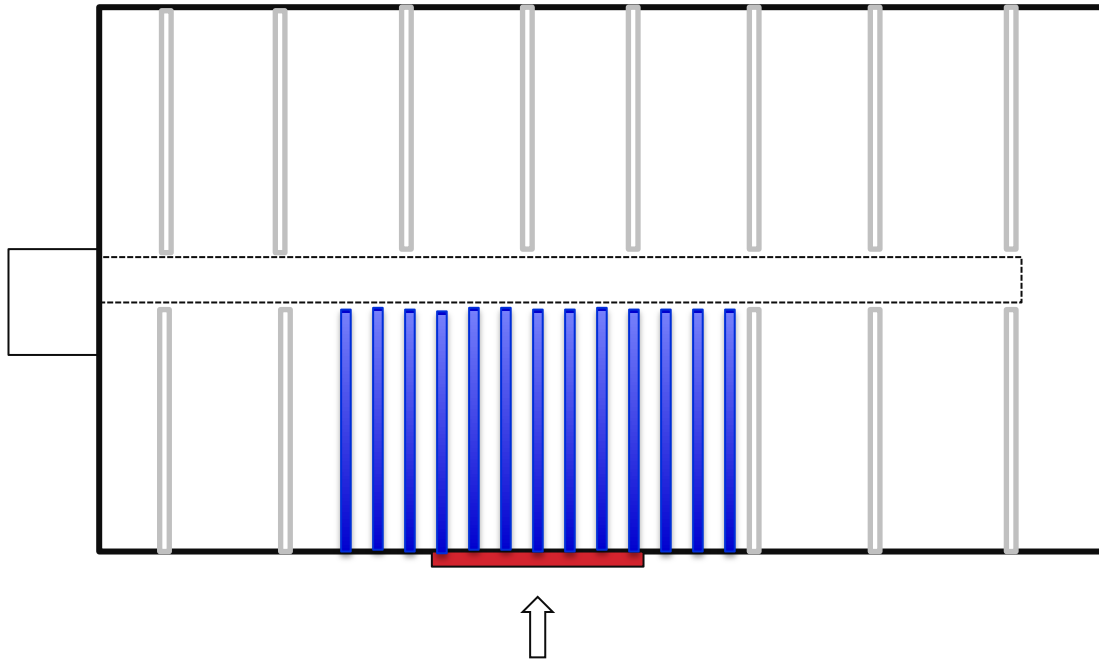


## Lagerbelüftungstrocknung

Fläche von 13 x 13 m ~ 540 t

Luftleistung 80.000 m<sup>3</sup>/h, 50 KW

~ Luftrate 111 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> Getreide/h





Volker Ruch (LLH)





## Resümee

- Eine langjährige betriebswirtschaftliche Maxime lautet: max. 150 €/t für die Getreidelagerung zu investieren.
- Das ist in Einzelfällen mit Abstrichen bei der technischen Ausstattung und hohem Eigenleistungsanteil noch möglich verlangt aber gewisse manuelle Arbeitsanforderungen.
- Es bieten sich eine Fülle von technischen Möglichkeiten eine flexible Hallennutzung zu verfolgen.
- Auch hier gilt das Ziel, die Senkung der Stückkosten zu verfolgen.
- Räumliche Nähe zum Landhandel kann bei günstigen Konditionen durchaus eine Alternative sein.  
(ökonomischer Grundsatz: Liquidität geht vor Rentabilität).

*Die Erinnerung ist das einzigste Paradies  
aus dem wir nicht vertrieben werden können.*

Jean Paul

- Die kostengünstigste Lagerungsform



Werkfoto Byntec

Schnecke mit bewegl. Annahmemulde, 140 t/h,  
(LKW-Abfuhr mit 35 t in 15 min)  
Zapfwellenantrieb 100-180 PS



Kosten: 90.000 €  
davon Schnecke 15.000.-

**90 € / t**

1000 t,  
Fegeschneckenentnahme  
(hydraulischer Antrieb),  
Belüftungstrocknung,  
vollperforierter Boden,  
Siloverteiler im Dach



Volker Ruch (LLH)