

INTERREG IV Bayern-Österreich  
Landwirtschaftliche Nutzgebäude in Holzbauweise



# Landwirtschaft Bauen in regionalen Kreisläufen

Interreg IV Bayern - Österreich 2007-2013

# Impressum

**Herausgeber:**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Vöttinger Straße 38, 85354 Freising;  
Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V. (ALB), Vöttinger Straße 36,  
85354 Freising

**Redaktion:**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Institut für Landtechnik und Tierhaltung (ILT),  
Prof.-Dürrwaechter-Platz 2, 85586 Poing/Grub  
Ausarbeitung im Rahmen des Forschungsprojektes Interreg IV Bayern-Österreich für die Projektregionen Bayern und  
Vorarlberg in Zusammenarbeit mit den beteiligten Projektpartnern

**Layout:** Christine Biermanski, Juliane Nogler

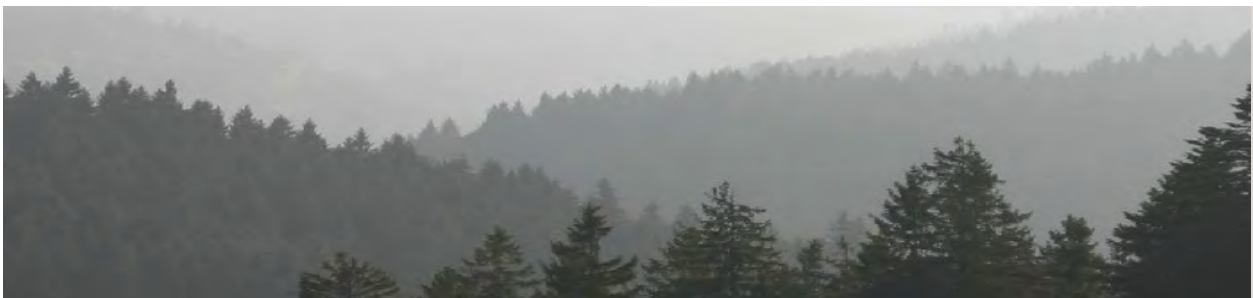
**Druck:** Oktober 2013

**© 2013, alle Rechte vorbehalten**

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ohne Zustimmung der  
Autoren ist unzulässig. Das gilt insbesondere für Fotokopien, Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen  
und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

**Abbildungsnachweis:**

Foto FAT - Schriftenreihe Nr.69, FAT, Tänikon, CH, 2006: S. 15 | Foto Bayerischer Landesverein für Heimatpflege,  
Architekt Thomas Lauer, S. 65, 67





Interreg IV Bayern-Österreich



Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten,  
München



Land Vorarlberg  
Amt der Vorarlberger Landesregierung, Bregenz



Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und landwirtschaftliches Bauwesen  
in Bayern e.V. (ALB), Freising



Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL),  
Poing/Grub



Landwirtschaftskammer Vorarlberg,  
Bregenz



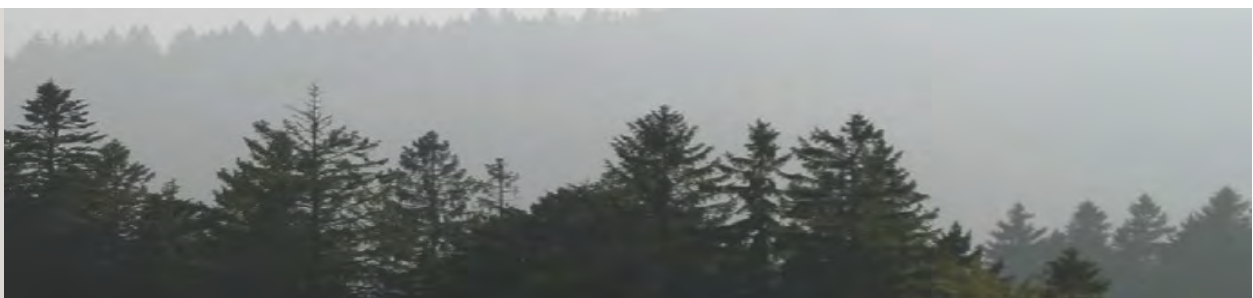
Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Fachzentrum für Rinderhaltung  
Kaufbeuren, Pfarrkirchen



Technische Universität München, Holzforschung München



Cluster-Initiative Forst und Holz in Bayern gGmbH,  
Freising



# Inhalt

Impressum	2
Finanzierung	3
Inhalt	4-5
Vorwort	6
Holzzuwachs in Bayern	7
<b>Projektvorstellung: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft</b>	
Landwirtschaftliche Nutzgebäude in Holzbauweise	8-9
Entwicklung landwirtschaftlicher Nutzgebäude	10-11
Landwirtschaftliche Nutzgebäude für die Milchviehhaltung	12-13
Praxisbeispiele	14-15
Kostenvergleich Stallmodelle	16-17
Erweiterbarkeit	18-19
Modulbausystem Grub-Weihenstephan	20-23
<b>Projektvorstellung: Cluster Forst und Holz in Bayern</b>	
Regionale Wertschöpfung	24-27
Wertschöpfung Holz	28-29
Kostenvergleich Praxis	30-31
Realisierte Pilotprojekte	32-43
Genehmigte Pilotprojekte	44-46
Geplante Pilotprojekte	47



## Projektvorstellung: Technische Universität München, Holzforschung München

Primärenergiebedarf und Treibhauspotenzial bei landwirtschaftlichen Nutzgebäuden	48-51
Kostenvergleich Tragwerke in Holz und Stahl	52-53
Bauphysik	54-57
Ausblick	58-59
Weitspannende Tragwerke	60-61
Dokumentation Halle 1-4	62-67
Geplante Pilotprojekte	68-69
Beratung, Planung und Ausführung	70
Angebotseinholung	71-73
Planung	74-75
Anhang	
Projektkoordinator und Projektpartner	76-77
Autoren & Projektbearbeitung	78
Co-Autoren	79
In Zusammenarbeit mit	80



## Vorwort

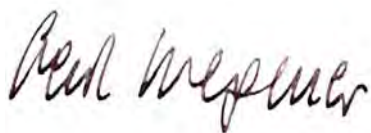
Regionale Produzenten sind zurecht stolz auf ihre Erzeugnisse, natürlich auch in Bayern. Die Verbraucher schätzen zunehmend regionale Lebensmittel und Produkte. Dadurch entsteht Wohlstand in den Regionen. Die Überlegung hinter dieser Art der Wertschöpfung ist einfach: Wenn es meinem Nachbarn gut geht, geht es mir gut.

Nirgends haben die Bürger durch nachhaltiges Wirtschaften, Bauen und Konsumieren so viel Einfluss auf die Natur und die Kulturlandschaft wie in ihrem direkten Umfeld. Regionale Wertschöpfung heißt für mich daher in erster Linie, die heimischen Rohstoffe und Produkte der lokalen und regionalen Wirtschaft zu nutzen.

Darum ist es bedauerlich, dass sich unsere vielfältigen, nachhaltig naturnah bewirtschafteten Wälder und das heimische Holz noch zu wenig im landwirtschaftlichen und ländlichen Bauen widerspiegeln.

Es wäre so einfach: Rückbesinnung auf Jahrhunderte alte Traditionen und vermehrte Verwendung von Holz als Baustoff des 21. Jahrhunderts in modernen Holzbaukonzepten und landschaftsgebundener Architektur.

Für mich ist das eine herausfordernde gesellschaftliche Aufgabe, um unsere Lebensräume dauerhaft lebenswürdig zu gestalten.



Prof. Dr. Dr. habil. Gerd Wegener, Cluster-Sprecher



Prof. Dr. Dr. habil. Gerd Wegener



## Ressource Bauernwald

"Unser naturnaher Wald erfüllt viele Funktionen und birgt große Schätze. Einer davon ist das Holz. Mit diesem wunderbaren Roh- und Werkstoff lassen sich unsere Wohn- und Wirtschaftsgebäude umweltschonend und wertschöpfend gestalten."

Ignaz Einsiedler, Waldbauer

60% der bayerischen Holzvorräte sind im Besitz von **Waldbauern**. Das ist die Grundlage für unseren traditionellen Baustoff. Die Ressource aus dem Bauernwald wird bisher nur zum Teil genutzt. Hier ist noch viel Potenzial gegeben.

## Holzzuwachs in Bayern pro Minute

**60 Festmeter** Rundholz = **36 m<sup>3</sup>** Schnittholz / Minute

Holzbedarf Stallgebäude für 170 Milchkühe  
(Pilotbetrieb A, ohne Melkhaus)

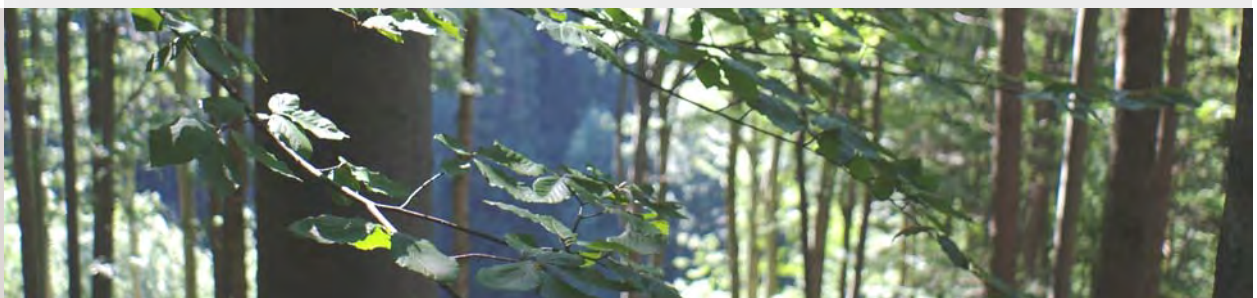
ca. **217 m<sup>3</sup>** Schnittholz

Zeit für den Nachwuchs des Holzbedarfs

$217\text{m}^3 : 36\text{m}^3 / \text{Minute} = \mathbf{6,0 \text{ Minuten}}$



Alle 6 Minuten ein landwirtschaftliches Gebäude  
in Holz aus Bayern!



## Landwirtschaftliche Nutzgebäude in Holzbauweise







## INTERREG IV Bayern-Österreich Bauen in regionalen Kreisläufen

Partner Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Institut für Landtechnik und Tierhaltung

### Ziele Teilprojekt

- Sicherung einer zukunftsfähigen Landbewirtschaftung durch kompetentes Planen und Bauen im Rahmen regionaler Kreisläufe
- Entwicklung neuer baulicher Konzepte für landwirtschaftliche Nutzgebäude in Holzbauweise mit praktischer Umsetzung auf Pilotbetrieben
- Ökonomischer und ökologischer Vergleich von Holz und Stahl als Baustoff für Tragwerke
- Integration neuer Bauweisen und Qualitätssicherung im Rahmen des Netzwerkes und der Wertschöpfungskette für heimisches Holz
- Förderung der Bauqualität von Neubauten für landwirtschaftliche Betriebe im Kontext traditioneller Baukultur

## Entwicklung landwirtschaftlicher Nutzgebäude



### Beispiel Milchviehhaltung

Die Entwicklung landwirtschaftlicher Gebäude für die Nutztierhaltung ist immer im Zusammenhang zum Wissensstand und zur Art und Weise der landwirtschaftlichen Produktion zu sehen. Dabei war und ist die baulich-technische Umsetzung neuer Erkenntnisse und Ziele auch von den politischen und ökonomischen Rahmenbedingungen abhängig.

Ursprünglich wurde der Futterbedarf der Rinder im Sommer über Weidehaltung gedeckt. Die Tiere wurden nur im Winter in Gebäuden untergebracht. Mit der Spezialisierung auf die Milchproduktion vollzog sich seit Mitte des 18. Jahrhunderts die Umstellung auf eine ganzjährige Stallhaltung in Anbinde-Ställen. Gemolken wurde von Hand am Standplatz.



Grundlegende Veränderungen brachte in den 1970er Jahren die Kombination aus freier Haltung im Liegeboxenlaufstall und Gruppenmelkstand, den die Tiere zu festen Melkzeiten selbstständig aufsuchen. Zusammen mit der Erkenntnis der positiven Wirkung frei gelüfteter Ställe auf den Gesundheitszustand der Tiere, führte dies zu vollkommen neuen Baukonzepten.

Aus dem steigenden Kostendruck resultieren eine Vergrößerung und Spezialisierung der Betriebe bei sinkender Anzahl der Beschäftigten. Dies erfordert kostengünstige und flexible Baukonzepte, die zugleich Lösungen für Einkommensalternativen und für mehr Tierkomfort, Qualitätssicherung, Verbraucherakzeptanz und fortschreitende Ressourcenverknappung bieten.

# Landwirtschaftliche Nutzgebäude für die Milchviehhaltung



## Bauweisen für Milchviehställe

Als Gebäudehülle werden für Milchviehställe überwiegend Standardhallen aus dem Gewerbebau errichtet. Die gezeigten Stallanlagen stammen aus Deutschland, Frankreich, der Slowakei und Dänemark.

Die Satteldachbinder- oder Rahmenkonstruktionen werden im Gebäudeinnern sowohl mit Stützen als auch stüt-

zenfrei ausgeführt. Als Material für die Konstruktion kommen Holz, Stahl, Beton oder Mischkonstruktionen zum Einsatz.

Als Wandbekleidung werden Holz, Blech oder Faserzementplatten, für die Eindeckung darüber hinaus Sandwichpaneele und Ziegel bzw. Dachsteine verwendet.



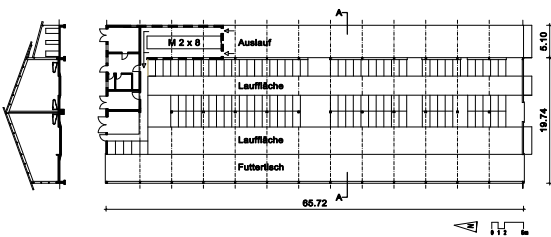
Daneben finden sich bauliche Anlagen, die aus der Zusammenarbeit von Landwirten als Bauherren, Beratern, Planern und örtlichen Handwerksbetrieben geplant und baulich umgesetzt worden sind. Die gezeigten Beispiele in unterschiedlichen Bauweisen (ein- und mehrgliedrig) sowie konstruktiven und baulichen Ausführungen stammen aus Bayern, Österreich und der Schweiz.

Die Frage war zunächst, ob zwischen den standardisierten und den als Einzelprojekt geplanten Stallanlagen Unterschiede hinsichtlich des Investitionsbedarfs, der Funktionalität und der Zukunftsfähigkeit bestehen. Um den Investitionsbedarf zu vergleichen, wurden sechs Praxisbeispiele erhoben und dokumentiert (S. 14 / 15).

# Praxisbeispiele



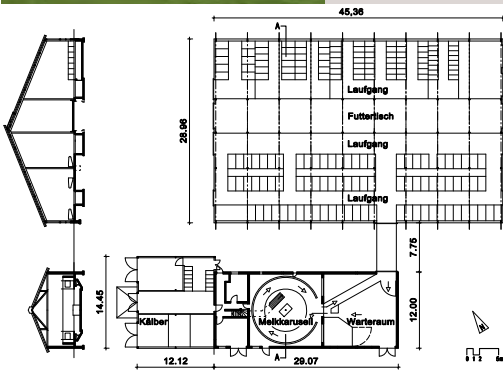
MV 1  
 Grundfläche 65,72 x 19,74 m  
 Milchviehplätze 113 ohne Nachzucht



Gebäude LH Satteldach mit Ziegeleindeckung  
 Konstruktion LH Rahmen aus Stahl / Holz  
 Stützen aus Holz  
 Windverbände



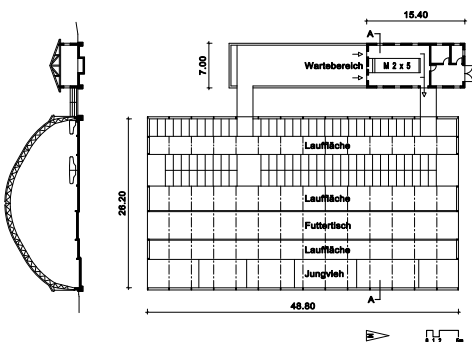
MV 2  
 Grundfläche 45,36 x 28,96m  
 Milchviehplätze 84 mit 92 Jungviehplätzen



Gebäude LH Satteldach mit Trapezblecheindeckung  
 MH Satteldach mit Ziegeleindeckung  
 Konstruktion LH Stützen aus Stahl  
 Binder aus Holz  
 Stützen aus Stahl  
 Windverbände



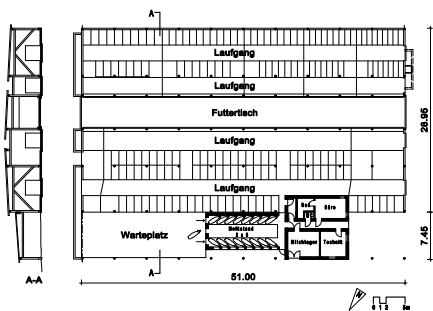
MV 3  
 Grundfläche 48,80 x 26,20m  
 Milchviehplätze 94 mit 50 Jungviehplätzen



Gebäude LH Tonnendach mit Folieneindeckung  
 Konstruktion LH Dreigelenkbogen in Stahl Leichtbauweise  
 Windverbände



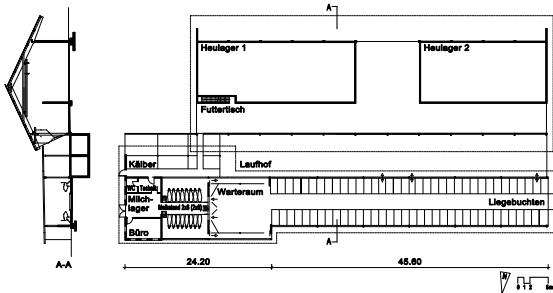
MV 4  
 Grundfläche 36,40 x 51,00 m  
 Milchviehplätze 63 mit 100 Jungviehplätzen



Gebäude LH Flachgeneigtes Dach mit Trapezblech  
 Konstruktion FT Flachgeneigtes Dach mit Trapezblech  
 Pendelstützen (Rund)-Holz  
 Pfetten  
 Windverbände



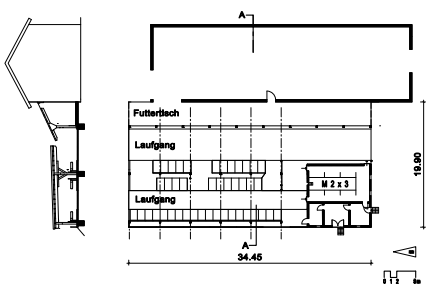
MV 5  
 Grundfläche 22,30 x 69,80 m  
 Milchviehplätze 69 ohne Nachzucht



Gebäude LH Flachgeneigtes Dach mit Trapezblech  
 Konstruktion FT Dachabschleppung mit Trapezblech  
 LH Pendel- u. Einspannstützen aus Stahl / Holz  
 Pfetten  
 FT Dachabschleppung Heubergehalle (Einspann- / Pendelstützen mit unterspanntem Binder)

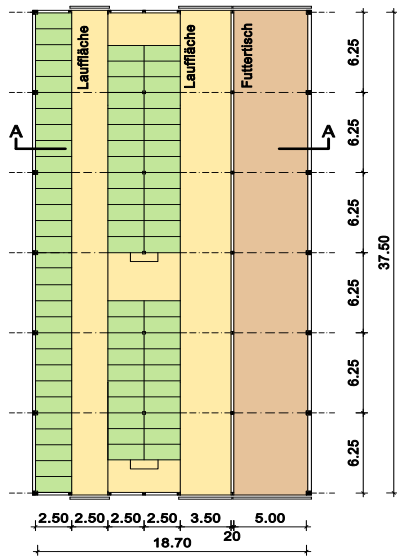


MV 6  
 Grundfläche 34,45 x 19,90 m  
 Milchviehplätze 43 ohne Nachzucht



Gebäude LH Flachdach mit Extensivbegrünung  
 Konstruktion FT Pultdach mit Trapezblecheindeckung  
 LH Einbündige Rahmen aus Holz  
 Windverbände  
 FT Eingespannter Kragträger aus Holz

# Kostenvergleich Stallmodelle



Grundriss

## Konstruktive Beschreibung der Modelle

### Gründung

Alle Modelle  
 Modell I B  
 Modell I C

Flachgründung auf Frostschutzkies  
 Einspannfundamente für Futtertisch / Liegehalle  
 Einspannfundamente für Futtertischüberdachung

### Bodenplatte

Alle Modelle

Gleiche Dimensionierung der Bodenplatte

### Tragwerk mehrhäusige Modelle

Modell I A  
 Modell I B  
 Modell I C

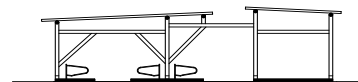
Pendelstützen / Pfetten Rundholz  
 Einspannstützen / Pfetten  
 Einbündiger Rahmen / Einspannstützen / Koppelpfetten

### Tragwerk einhäusige Modelle

Modell II A  
 Modell II B  
 Modell II C

Rahmenkonstruktion mit zusätzlichen Stützen  
 freitragende Rahmenkonstruktion  
 Bogentragwerk Leichtbauweise

## Mehrhäusige Liegehalle



Modell I A

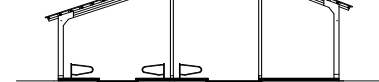


Modell I B

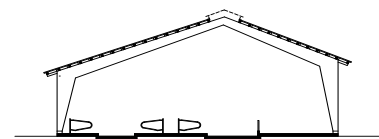


Modell I C

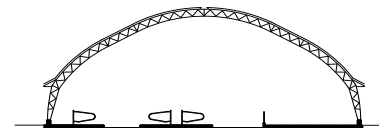
## Einhäusige Liegehalle



Modell II A



Modell II B



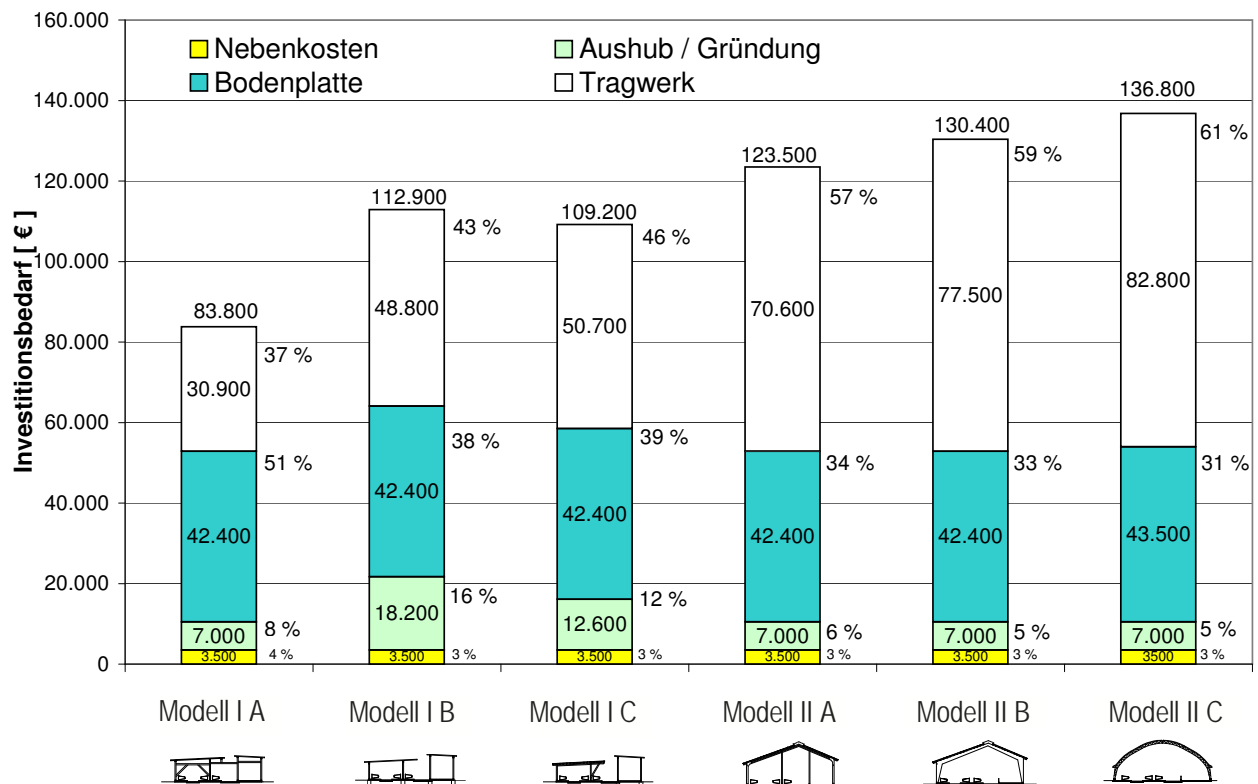
Modell II C

## Kostenvergleich Modellplanung

Um den Investitionsbedarf für die unterschiedlichen Bau- und Konstruktionsweisen zu ermitteln, wurden in Anlehnung an die Praxisbeispiele (MV 1-3 in einhäusiger und MV 4-6 in mehrhäusiger Bauweise, s. S. 14 / 15) sechs Musterplanungen mit gleichen statischen Annahmen (Untergrund, Schneelast, Rissbreitenbegrenzung) und gleicher baulicher Ausstattung entwickelt.

Allgemeine Planungsgrundlage ist ein 3-reihiger Milchviehlaufstall mit den Abmessungen 18,70 x 37,50 m (75 TP / ca. 90 GV). Auf dieser Grundlage wurden über Firmenangebote bzw. eine eigene Kostenermittlung nach DIN 276 der Investitionsbedarf ermittelt. Nicht enthalten sind Stall-einrichtung und -technik sowie Dung- und Futterlager.





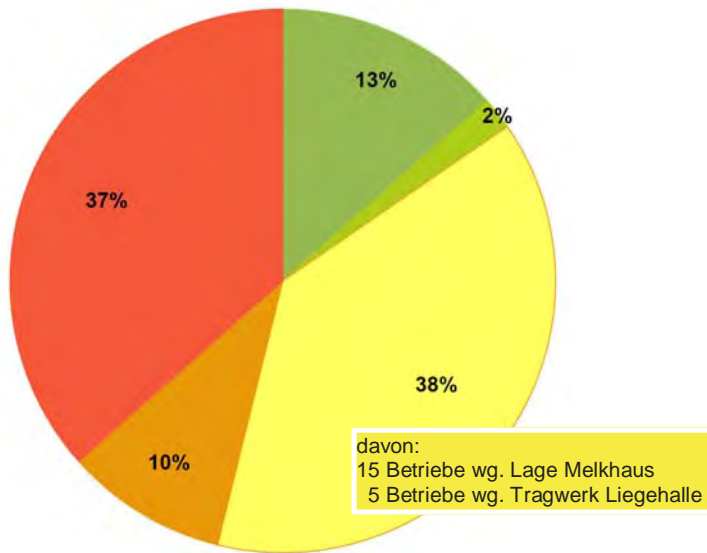
Vergleich der Gesamtkosten (Gründung, Bodenplatte und Tragwerk mit Eindeckung), netto / Stand 2006

## Ergebnis

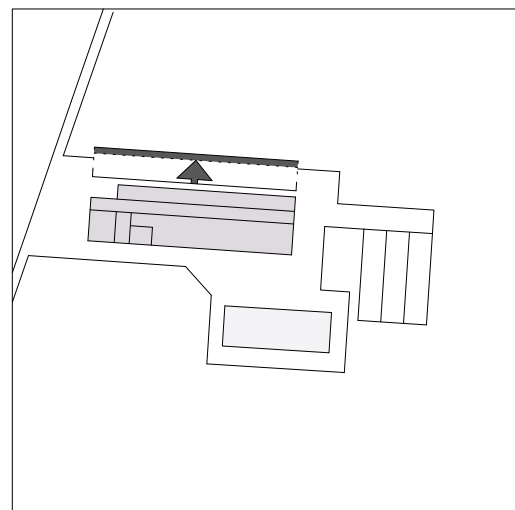
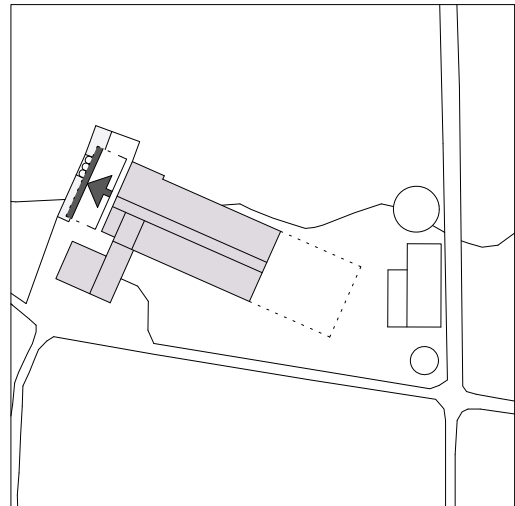
Durch unterschiedliche Bauweisen (ein- /mehrhäufig) bestehen je nach Wahl der Tragkonstruktion Einsparpotenziale bis zu 53.000 € bzw. 39%. Im Kernsegment beträgt der Kostenunterschied zwischen Modell I B und II A bei den Tragwerken ca. 19.900 € bzw. ca. 28%. Dieser Kostenvorteil wird durch die um ca. 5.600 € teurere Einspannung des Futtertisches reduziert.

Ein Unterschied bei den Rohbaukosten (Gründung/Bodenplatte) besteht, abgesehen von einem Mehraufwand von ca. 20% durch die eingespannten Stützen, auf Grund des hohen Bewehrungsanteils für die Riss-Breitenbegrenzung nicht. Insgesamt zeigen mehrhäufige Anlagen aus Pultdächern deutliche Kostenvorteile gegenüber einhäufigen Systemen.

# Erweiterbarkeit



- Typ 1 erweiterbar ohne Einschränkungen
- Typ 2 erweiterbar mit Einschränkungen (bauliches Umfeld, Gelände, Erschließung, Bebauung)
- Typ 3 erweiterbar mit Einschränkungen (Stallanlage, Lage Melkhaus, Tragwerk)
- Typ 4 erweiterbar mit erhöhtem Aufwand (Gelände, Bebauung, Lage Melkhaus, Tragwerk)
- Typ 5 keine Möglichkeit der Erweiterung

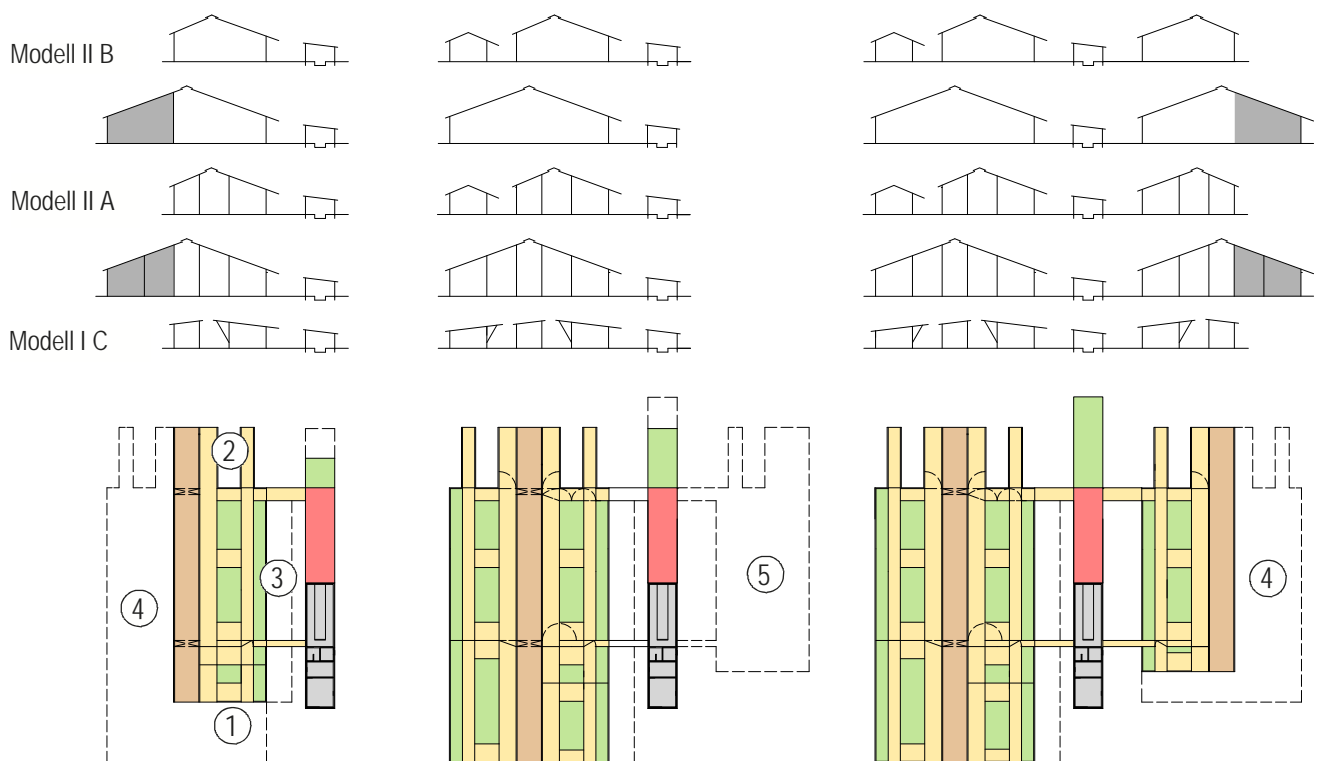


Typ 3 Eingeschränkte Erweiterbarkeit von Milchviehställen wegen der Lage des Melkhauses und des Tragwerks der Liegehalle

## Erweiterbarkeit

Kennzeichen zukunftsfähiger Betriebe ist das Aufstocken der Tierbestände. Eine Erhebung auf 52 bayerischen Betrieben mit Wachstumspotenzial hat gezeigt, dass zwar 60% der Betriebsleiter eine Aufstockung der Tierbestände planen, davon aber aus baulicher Sicht (ohne Umweltwirkung) nur 14% der Betriebe in der Lage sind, diese sofort umzusetzen. Das liegt z.T. an vorhan-

dener Bebauung und Erschließung sowie dem Gelände. 10% (5 Betriebe) können wegen der Konstruktionsweise der vorhandenen Liegehalle und 28% (15 Betriebe) wegen der Lage des Melkhauses nicht erweitern, d.h. dass trotz vorangegangener Investitionen in moderne Laufställe die geplante Erweiterung nur eingeschränkt bzw. ohne bauliche Veränderungen nicht umsetzbar ist.



1 und 2	Erweiterung in Längsrichtung	(ca. 50 TP)
3	Erweiterung um eine zusätzliche Außenliegeboxreihe	(ca. 35 TP)
4	Spiegelung über Futtertisch	(ca. 130TP)
5	Spiegelung über Melkhaus	(bis ca. 300 TP)

Erweiterungsmöglichkeiten bei einer Stallanlage (separates Melkhaus, ein-/ mehrhäusige Bauweise Liegehalle)

## Neue Stallbaukonzepte

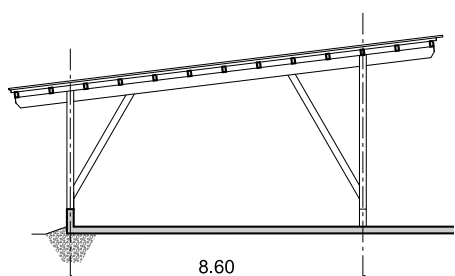
Ziel neuer Stallbaukonzepte muss es sein, Wachstum ohne bauliche Änderungen und Eingriffe in den Bestand zu ermöglichen. Entscheidend ist dabei zum einen die Anordnung des Melkhauses, zum anderen die Konstruktionsweise der Liegehalle. Dabei zeigt ein separates Melkhaus, kostenneutral und unabhängig von der Bestandsgröße, die meisten Erweiterungsmöglichkeiten.

Bei einhäusiger Bauweise der Liegehalle ist ein Wachstum in Längsrichtung (1, 2) möglich. Soll über den Futtertisch gespiegelt werden (4), dann muss entweder die notwendige Gebäudehülle vorgehalten werden (s. Schemaschnitte) oder es wird eine separate Liegehalle zugebaut. Mehrhäusige Bauweisen ermöglichen dagegen stufenweises Wachstum in alle Entwicklungsrichtungen.

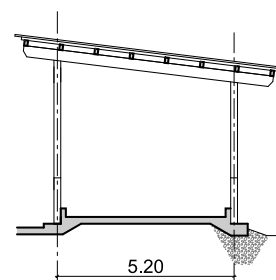
# Modulbausystem Grub-Weihenstephan™



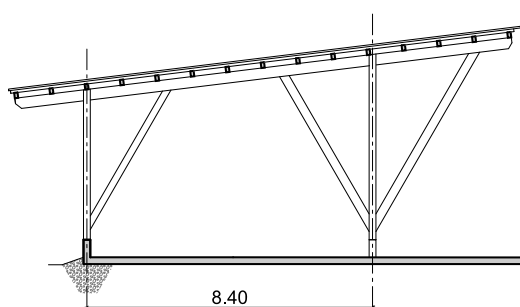
Mehrhäusiges Stallgebäude für Milchvieh und Jungvieh. Module R-PD-8,40+R-PD-6,20/5,20



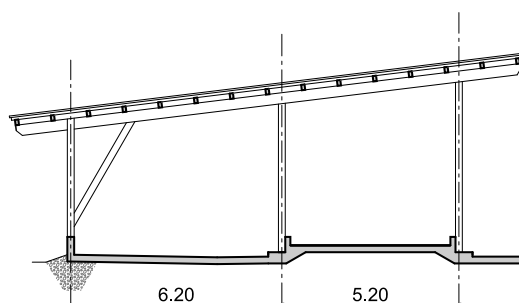
Schnittskizze Modul R-PD-ST-8,60 (Liegehalle)



Schnittskizze Modul ES-PD-5,20 (Futtertischüberdachung)



Schnittskizze Modul R-PD-ST-8,40



Schnittskizze Modul R-PD-ST-6,20/ 5,20 (Liegehalle + FT)

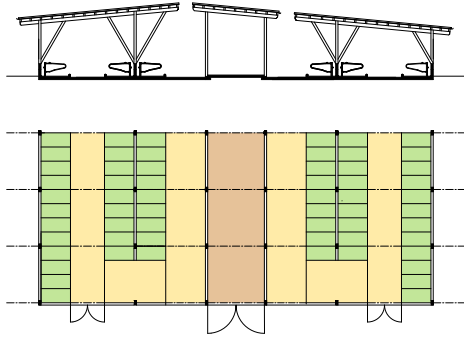
## Konzept

Die Vorteile beim Investitionsbedarf und bei der Funktionalität fließen in das Modulbausystem Grub-Weihenstephan™ ein. Grundmodule sind Pultdachkonstruktionen mit unterschiedlichen Abmessungen, die zu mehrhäusigen Anlagen kombiniert werden können.

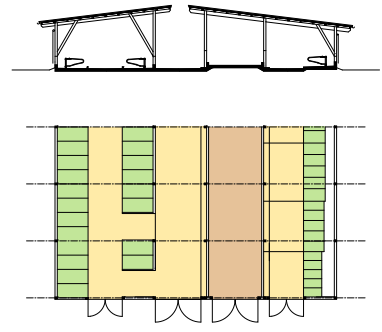
Die Überdachungen dienen als Liegehallen, zur Futter-

vorlage und zur Überdachung weiterer Funktionseinheiten (Melkhaus, Lager etc.).

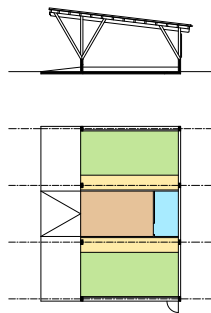
Zwischen Liegehalle und Futtertischüberdachung befinden sich offene Laufgangbereiche, die als nicht überdachte Ausläufflächen gem. EG-Öko-Verordnung gerechnet werden können.



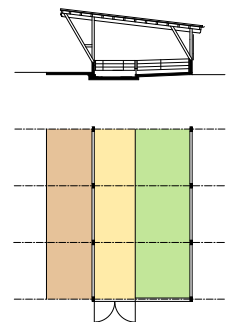
R-PD-ST-8,40+ES-PD-5,20+R-PD-ST-8,40 Milchvieh



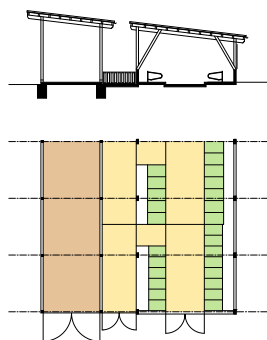
R-PD-ST-8,60+R-PD-ST-6,20/5,20 Milchvieh m. Jungvieh



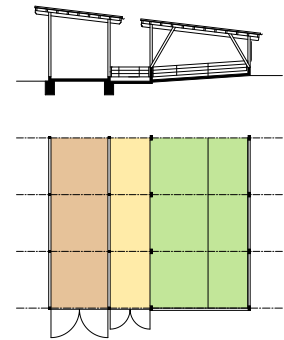
R-PD-ST-8,40 Kälber



R-PD-ST-8,40 Mastbullen



R-PD-ST-8,60+ES-PD-5,20 Jungvieh



R-PD-ST-8,60+ES-PD-5,20 Mutterkuhhaltung

## Nutzung

Die Modulbauweise ist für die Haltung von Rindern (Kälber, Jungvieh, Milchvieh, Mutterkühe, Bullenmast), Schweinen (Sauen, Mastschweine, Ferkelaufzucht) Pferden und sonstigen Tierarten geeignet.

Als Aufstallung können Liegeboxen-, Tiefstreu-/ Kompost- und Tretmistsysteme realisiert werden. Die Lauf-

bzw. Liegeflächen können planbefestigt und mit Spalten ausgeführt sein.

Die Pultdachhallen eignen sich darüber hinaus zum Unterstellen von Maschinen, Geräten und zur Lagerung. Eine zusätzliche Nutzung für Photovoltaik-Anlagen ist vorgesehen.

## Modulbausystem Grub-Weihenstephan™



### Tragwerk

Flächengründung  
Zweigelenk-Rahmen mit Windverbänden (Wand / Dach)  
Eingespannte Stützen (Futtertischüberdachung ES-PD-5,20)

### Dachaufbau

Koppelpfetten  
Unterdach Holz (sommerlicher Wärmeschutz)  
Blech / Faserzementplatten/ (extensive) Dachbegrünung

### Konstruktion

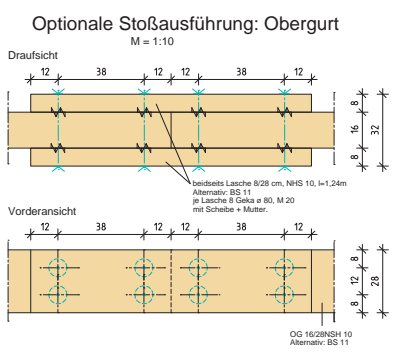
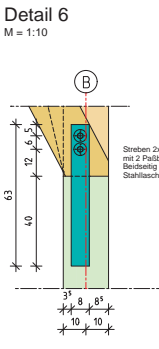
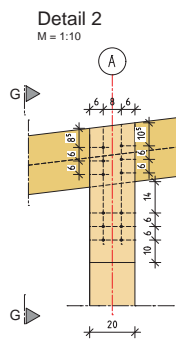
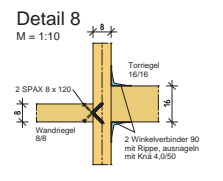
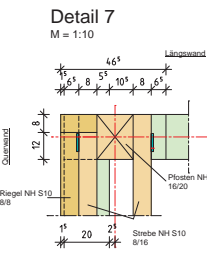
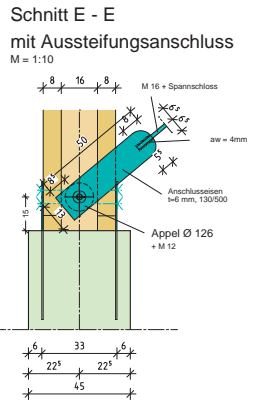
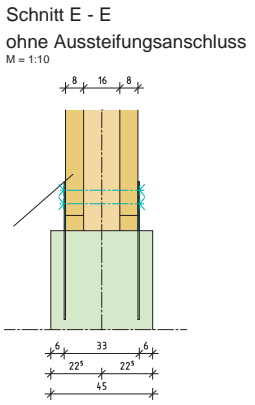
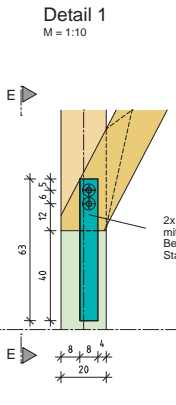
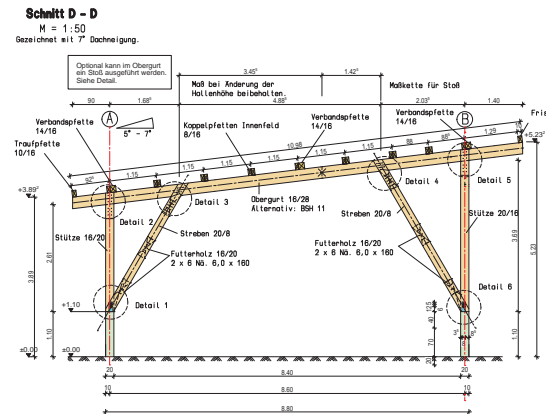
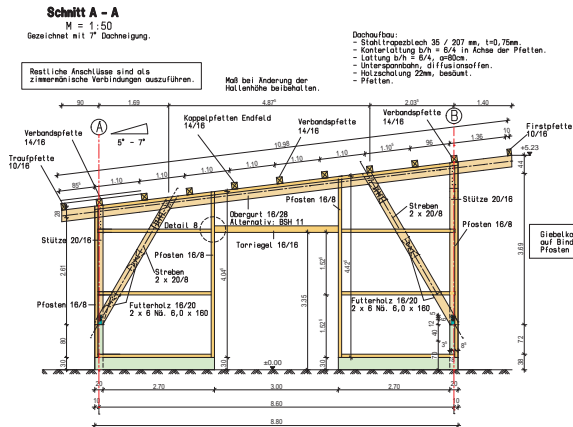
Das Tragwerk des Modulbausystems Grub-Weihenstephan™ ist eine Zweigelenk-Rahmenkonstruktion mit aussteifenden Querstreben auf einer statisch wirksamen Bodenplatte (Flächengründung). Bis auf die freistehende Futtertischüberdachung (ES-PD-5,20) mit eingespannten Stützen werden bei tragfähigem Untergrund gem. DIN 1054 kostensparend keine Fundamente benötigt.

### Systemeigenschaften

geringer Gestehungsaufwand  
flexibel erweiterbar  
Vollholzquerschnitte in wirtschaftlicher Dimensionierung  
Mehrfachnutzung durch Translozierung möglich

Die Abmessungen sind auf eine zwei- bzw. dreireihige Liegeboxen-Aufstellung abgestimmt. Der Abstand der Stützen beträgt bei den Liegehallen 8,60 m bzw. 8,40 m, das Achsmaß (1,7 KN/ m<sup>2</sup> Schneelast) ist für alle Tragwerke 5,20 m.

Die Querstreben reduzieren die freie Spannweite. Dar-



aus resultieren schlanke Vollholz-Querschnitte für die Binder und Koppelpfetten. Die Querschnitte für alle weiteren Bauteile sind so aufeinander abgestimmt, dass eine Verwertung des vollen Stammquerschnittes (opt. Zopfdurchmesser 27-36 cm) bis zur Seitenware (Wandverkleidung, Unterdach) möglich ist (s. Seite 28).

Der Abbund kann auf der Hofstelle erfolgen. Für das Aufrichten genügt einfaches Hebezeug (s. Abb. S. 22). Soll die Stallanlage erweitert werden, lassen sich die dafür notwendigen Bauteile einfach herstellen.

# Regionale Wertschöpfung







## INTERREG IV Bayern-Österreich Bauen in regionalen Kreisläufen

Partner Cluster Forst und Holz in Bayern gGmbH

### Ziele Teilprojekt

- Optimierung des Netzwerkes und der Wertschöpfungskette für heimisches Holz (landwirtschaftliche Betriebe, Säger, Zimmerer, Tischler, Planer, Berater)
- Stärkung des regionalen Holzbaus
- Wissenstransfer

# Regionale Wertschöpfung

## Bauen in regionalen Kreisläufen

Durch die von der Politik vorgegebenen Reduktionsziele der Treibhausgasemissionen ist eine Steigerung der Energieeffizienz unumgänglich. Dies trifft auch den Baubereich und umfasst neben der tatsächlichen Gebäude- nutzung auch die Rohstoffherstellung, Erneuerungsmaßnahmen, Umnutzung und den späteren Rückbau. In der Gesamtbetrachtung rücken daher Roh- und Baustoffe in den Vordergrund, welche bei geringeren Kohlendioxidemissionen produziert werden können und den Einsatz fossiler Rohstoffe substituieren.

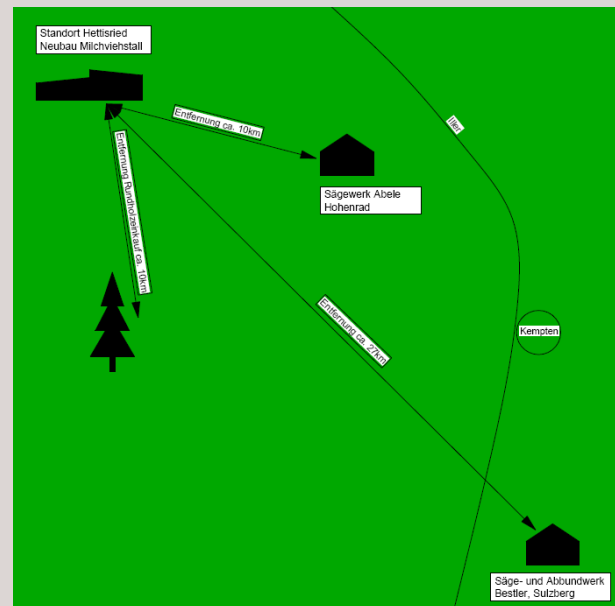
Der mengenmäßig wichtigste nachwachsende und konstruktiv einsetzbare Rohstoff ist Holz. Holz speichert den von Bäumen umgewandelten Kohlenstoff dauerhaft, durch Holznutzung entsteht ein neuer Wuchsraum für Bäume, die den Kohlenstoffspeicher weiter vermehren. Daher ist Bauen mit Holz aktiver Klimaschutz.

Die Nutzung des Holzes erfolgt in Kreisläufen, was bedeutet, dass es nach der Nutzung vielfältig weiterverwertet werden und schließlich am Ende des Lebensweges energetisch genutzt werden kann. In Holzbauten steckt mehr Energie als zur Herstellung benötigt wird. Produktionsabfälle können jederzeit energetisch genutzt werden. Daher ist es auch nicht verwunderlich, dass in Holzbauten besonders wenig graue Energie gebunden ist.

Eine wichtige Rolle in der Energiebilanz spielt auch der Rohstofftransport. Durch eine hohe regionale Verfügbarkeit des Holzes kann dieser gering gehalten werden. In Bayern beträgt der Gesamtbestand rund 1 Mrd. Festmeter. Die Waldfläche beträgt rund 2,5 Mio. Hektar, was 36 % der Landesfläche entspricht. Der jährliche Zuwachs beträgt rund 31 Mio. Festmeter, davon werden rund 21 Mio. Festmeter genutzt. Jede Sekunde wächst 1 Festmeter Holz nach. Das bedeutet beispielsweise, dass der Holzbedarf von bis zu 217 Kubikmeter für ein Stallgebäude (Pilotbetrieb A ohne Melkhaus) mit 170 Milchkuhen alle ca. 6 Minuten nachwächst. Laut aktuellen Berechnungen würde rund ein Drittel der Erntemenge in Deutschland genügen, um sämtliche Neubauten im gesamten Bausektor aus Holz zu erstellen.

Durch eine vermehrte regionale Holznutzung kommt es zur Stärkung des ländlichen Raumes. Alleine in Bayern

erwirtschaften rund 190.000 sozialversicherungspflichtige Arbeitnehmer in der Forst- und Holzwirtschaft einen jährlichen Umsatz von rund 37 Mrd. Euro. Rund 90 % des in Bayern verarbeiteten Nadelstamm- und Industrieholzes kommt auch aus Bayern; rund 70 % bleibt vor Ort in den Regionen (Cluster-Studie Bayern, 2008, S. 34).



### Pilotbetrieb P-MV 5

Im Rahmen des Projektes „Bauen in regionalen Kreisläufen“ entstand am Pilotbetrieb P-MV 5 ein Stall mit 100 Stallplätzen und separatem Melkhaus.

Die 240 fm benötigten Fichtenrundholz wurden von regionalen Waldbesitzern erworben und von einem lokalen Fuhrunternehmer an zwei umliegende Sägewerke geliefert. Das Gebäude wurde nach den Plänen des LFL Architektenteam um Jochen Simon gefertigt und besteht aus einem Unterbau aus Stahlbeton mit einer Tragstruktur aus Holz. Während des gesamten Bauprozesses konnte der Bauherr in erheblichem Umfang Eigenleistung mit einbringen.

Durch die regionale Wertschöpfung verblieb das Gesamtvolumen der Investition in der Region und die kurzen Transportwege wirkten sich positiv auf die Klimabilanz des Neubaus aus.

## Kommunikation der Ergebnisse

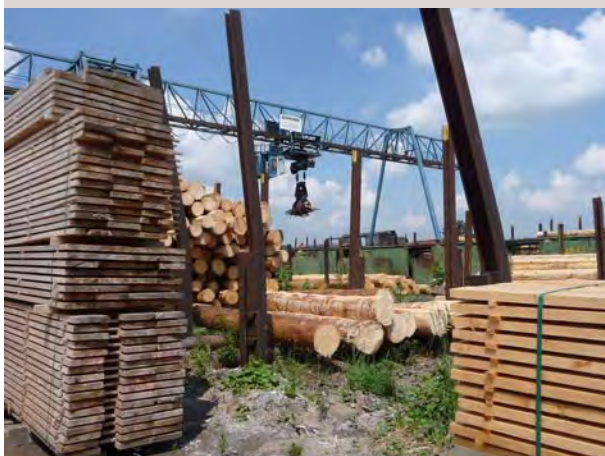
Beim Verkauf von Lebensmitteln erfreuen sich regionale Siegel großer Beliebtheit. Der Verbraucher kennt aus unzähligen Kommunikationskanälen die vielfältigen Vorteile der regionalen Wertschöpfungsketten.

Stark vereinfachte Aussagen, wie „Holz brennt“, „Holz verrottet“, „Bauen mit Stahl ist billig, stark und beständig“ führten zum Niedergang klassischer landwirtschaftlicher Holzarchitektur. Das Projekt „Landwirtschaftliches Bauen in regionalen Kreisläufen“ richtet sich gezielt gegen diese Grundaussagen. Es ist der Versuch, die regionalen Wertschöpfungsketten zu stärken und mit durchdachter Stallbauarchitektur landschaftsgebundenes Bauen zu ermöglichen. Dabei soll der Baustoff Holz aus dem regionalen Umfeld im Denken und Planen der Landwirte und Bauherrn im ländlichen Raum wieder eine Option darstellen.

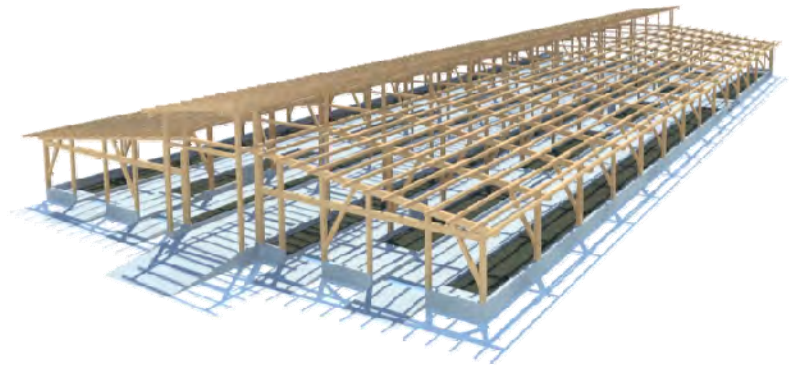
Dies zu erreichen bedarf es, neben der Durchführung von Pilotprojekten, der Kommunikation. Die Zielgruppen sind alle Mitglieder der Wertschöpfungskette, von bauwilligen Landwirten, Waldbesitzern über Fuhrunternehmen, Sägewerke und Zimmereien bis hin zu den Planern und Architekten im ländlichen Raum. Sie alle werden getragen von „positiven Verstärkern“, wie z.B. dem Grundvertrauen in heimische Produkte, dem regionalen Heimatgefühl, der öffentlichen Diskussion über Nachhaltigkeit im Lebensalltag.

Dagegen stehen negative Hemmnisse, wie das Streben nach Gewinnmaximierung, die Abkehr von gewohnter Bautradition und mangelnde Beratung. Sowohl die Forschungsergebnisse als auch das Pilotprojekt darzustellen und beides in sehr einfacher Form für die Zielgruppen nutzbar zu machen, war die Aufgabe der Kommunikation innerhalb des Projektes.

**Dipl.-Holzwirt (Univ.) Markus Blenk**  
**Dipl. Holzbautechniker Anselm von Huene**  
**Gisela Goblirsch**



# Wertschöpfung Holz



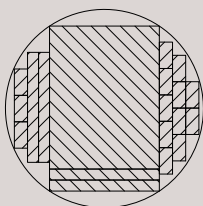
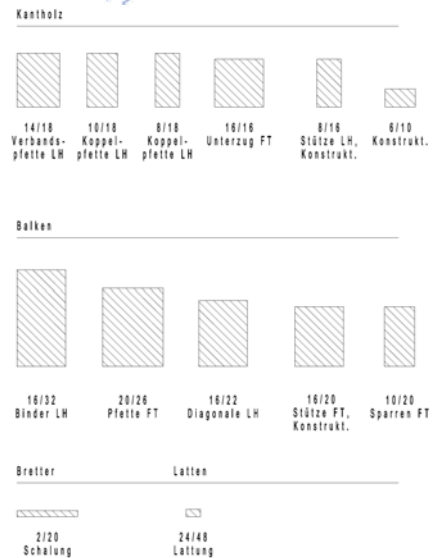
**Hannes Dietl**  
Beratung und Gutachten  
Sachverständiger für die  
Sägewerksindustrie

Materialliste Holz für Pilotbetrieb A, Milchviehstall für 170 Tierplätze:

Kantholz	Pos. A	104,30 m <sup>3</sup>
Kantholz	Pos. C	13,80 m <sup>3</sup>
Schalung 28 mm	Pos. B	92,55 m <sup>3</sup>
Lattung 24/48 mm	Pos. B	6,35 m <sup>3</sup>
<b>Gesamt</b>		<b>217 m<sup>3</sup></b>

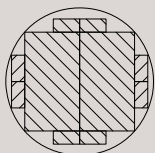
entspricht:

Kantholz	118,10 m <sup>3</sup>
Schalung und Latten (Seitenware)	98,90 m <sup>3</sup>



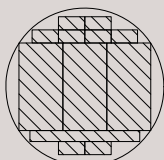
Mindestzopfdurchmesser 36 cm, einstiellig  
1 Balken 20/26  
Seitenbretter 24 mm, auftrennen auf 48 mm  
Seitenbretter 20/200

= Pfette FT  
= Lattung  
= Schalung



Mindestzopfdurchmesser 27 cm, zweistiellig  
2 Kanthölzer 10/18  
Seitenbretter 24 mm, auftrennen auf 48 mm  
Seitenbretter 20/200

= Koppelpfetten  
= Lattung



Mindestzopfdurchmesser 28,8 cm, dreistiellig  
3 Kanthölzer 8/16  
Seitenbretter 24 mm, auftrennen auf 48 mm  
Seitenbretter 20/200

= Stützen  
= Lattung  
= Schalung



Fichtenreinbestand (Privatwald), mittlere Bonität, Alter 80 - 100 Jahren  
Holzvorrat pro Hektar

ca. 400 fm / ha



4 - 5 ha Wald entsprechen 1.100.000 Liter Milch pro Jahr !

217 m<sup>3</sup> Kantholz, Schalung und Lattung entsprechen:

Rundholz

ca. 360 fm \*

Rundholz

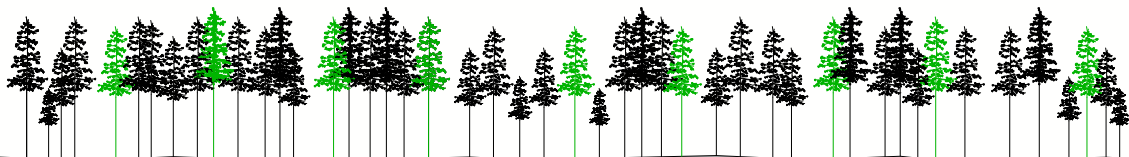
ca. 445 fm \*\*

Bedarf Waldfläche (bei Kahlschlag)

0,9 ha \*

Bedarf Waldfläche (bei Kahlschlag)

1,1 ha \*\*



Bedarf Waldfläche (bei 20%iger Durchforstung)

4,5 ha \*

Bedarf Waldfläche (bei 20%iger Durchforstung)

5,5 ha \*\*

\* bei Gesamtausbeute 60% \*\* bei Gesamtausbeute 50%

Milchviehstall 170 TP = ca. 146 laktierende Kühe  
(bei ca. 14% Trockensteher-/ Selektionskühen)

146 TP x Ø 7.500 Liter Milch / TP = 1.095.000 Liter Milch/ Jahr

## Kostenvergleich Praxis

Stallanlage I (einhäusige Bauweise Liegehalle)			
		Liegehalle	Melkhaus
Tierplätze: 62 Milchkühe mit Jungvieh Stallfläche: 10,2 m <sup>2</sup> / Tier	Nebenkosten	3.000	2.000
	Erdarbeiten	8.700	4.500
	Unterbau (Stahlbeton)	110.200	80.000
	Gebäude incl. Wände, Tore, Ausbau.	152.000	110.000
	Stalleinrichtung incl. Montage	40.000	14.100
	Installation Strom und Wasser	17.500	17.500
	Schieberbahn incl. Montage	18.000	
	Melktechnik mit Kühlung und Fütterung		74.500
	Laufhof, seitlich, mit Schieber, nicht enthalten	(ca. 17.000)	
	Summe	349.400	302.600
		652.000	
ohne Eigenleistung Netto, Stand 2012	EUR / TP bei 62 TP	5.600	4.900
		10.500	

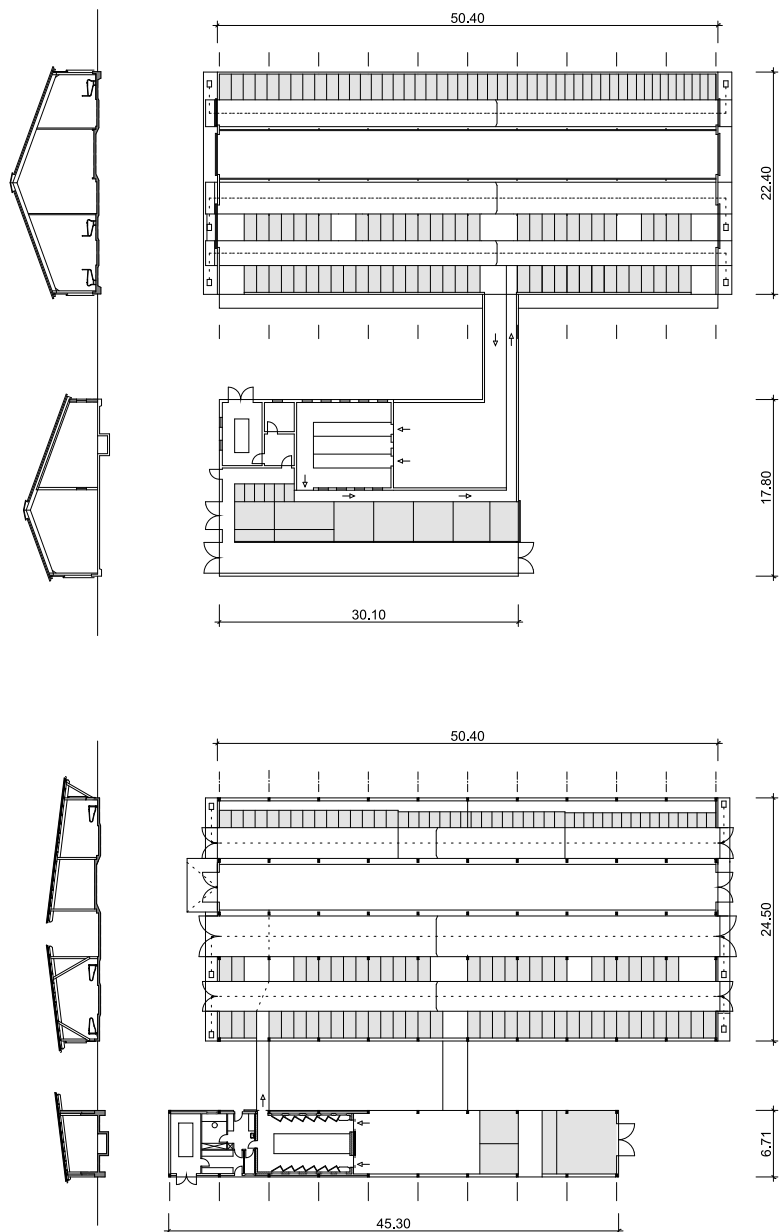
Stallanlage II (mehrhäusige Bauweise Liegehalle)				
		Liegehalle	Melkhaus	
Tierplätze: 60 Milchkühe mit Jungvieh Stallfläche: 11,4 m <sup>2</sup> / Tier	Nebenkosten	3.000	2.000	
	Erdarbeiten	10.200	2.700	
	Unterbau (Stahlbeton)	72.200	30.400	
	Gebäude incl. Wände, Tore, Ausbau.	110.000	47.300	
	Stalleinrichtung incl. Montage	50.700	14.000	
	Installation Strom und Wasser	*17.500	*17.500	
	Schieberbahn incl. Montage	17.000		
	Melktechnik mit Kühlung und Fütterung		*74.500	
	*Kosten aus Angebot I übernommen	Laufhof, integriert		
	Summe	280.600	188.400	
		469.000		
ohne Eigenleistung Netto, Stand 2012	EUR / TP bei 60 TP	4.700	3.100	
		7.800		

### Kostenvergleich Praxisbeispiele

Um den Unterschied beim Investitionsbedarf für ein- und mehrehäusige Bauweisen in der Praxis zu ermitteln, wurden Angebots- bzw. Abrechnungsunterlagen für zwei Stallanlagen aus der gleichen Region verglichen.

Stallanlage I ist mit einer Liegehalle für 62 Milchkühe in einhäusiger Bauweise, Stallanlage II mit einer Liegehalle

für 60 Milchkühe in mehrehäusiger Bauweise (Modulstall System Grub-Weihenstephan™) ausgestattet. Die eigene Nachzucht ist jeweils im Stall integriert. Das Flächenangebot liegt bei Anlage II über der EG-Öko-Verordnung. Beide Stallanlagen sind mit einem separaten Melkhaus mit gleichen Funktionseinheiten (Warte-, Selektions-, Abkalbe- und Kälberbereich) ausgestattet.



## Ergebnis

In den Investitionskosten sind alle Gebäudeteile sowie Melktechnik, Stalleinrichtung und Entmistungstechnik enthalten (ohne Gülle- und Futterlager). Eine mögliche Eigenleistung ist nicht berücksichtigt.

Der Kostenunterschied nach Angebots- bzw. Abrechnungsunterlagen zwischen Stallanlage I und II liegt bei

ca. 183.000 € bzw. ca. 2.700 € / Tierplatz. Der Anteil der Tragkonstruktion an diesem Kostenunterschied liegt bei ca. 42.000 € bzw. 618 € / Tierplatz (ca. 27 %). Bei Anlage II wurden für die Melktechnik und die Installationskosten Strom und Wasser der gleiche Investitionsbedarf wie bei I angenommen, da die abgerechneten Werte deutlich günstiger waren.

## Realisierte Pilotprojekte



Milchvieh	Fleckvieh
Tierbestand	MV 26 Plätze in Liegeboxen gem. EG-Öko-VO
	JV 21 Plätze in Liegeboxen gem. EG-Öko-VO
Melktechnik	2 x 3 Tandem
Entmistung	Schieberentmistung
Dunglager	Güllebehälter
Futterlager	Fahrsilo

### Beschreibung Betrieb P-MV 1

Kennzeichen des Standortes bei diesem Bauvorhaben ist die beengte Lage im direkten Umfeld der Hofstelle (vorhandene Maschinenhalle, stark ansteigendes Gelände, angrenzender Flurweg, Nachbargrundstück). Um den geplanten Tierbestand inkl. Jungvieh unterzubringen, wurde der Technikbereich in die Maschinenhalle integriert, die Liegehalle teils in den Hang eingegraben und der Stall aus der Flucht der Maschinenhalle herausgedreht. Zwischen Liegehalle und Futtertischüberdachung mit integrierter Jungviehseite steht auf der Milchviehseite ein nicht überdachter Laufhof zur Verfügung, der eine ganzjährige Stallhaltung gem. EG-Öko-VO ermöglicht. Dem Jungvieh stehen auf den Giebelseiten nicht überdachte Auslaufflächen zur Verfügung. Durch die Ausrichtung und die geringe Breite der Baukörper, die großen Wand- und Dachöffnungen konnte ein optimales Stallklima geschaffen werden. Um den sommerlichen Hitzestress zusätzlich zu mindern, wurde das Dach begrünt.

### Baukosten

Investitionsbedarf	ca. 182.400 €
Kosten pro TP (inkl. Jungvieh)	ca. 7.000 €/TP

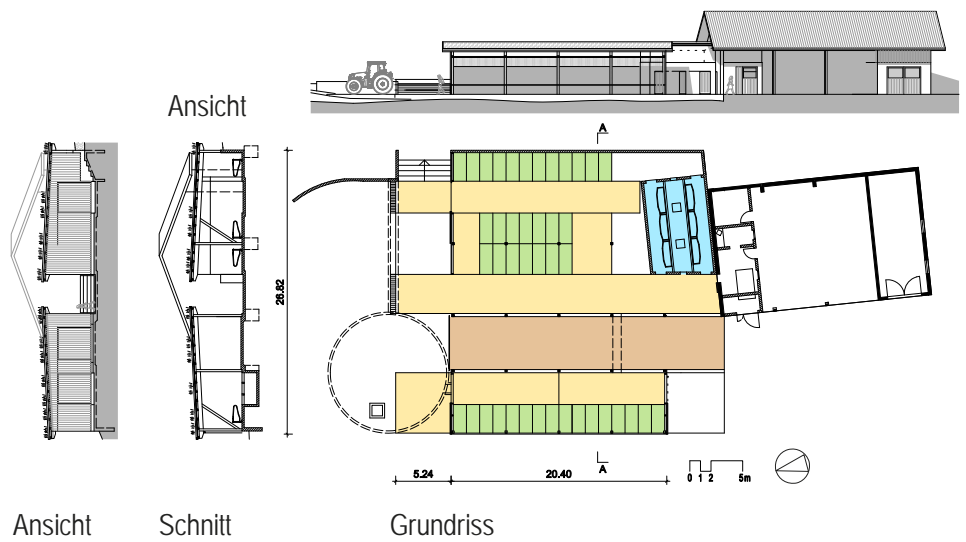
### Enthalten

Abbruch- und Rohbauarbeiten, Stalleinrichtung, Melktechnik, Sonstiges

Dunglager	ca. 22.700 €
Eigenleistung	ca. 1.800 h

Netto, Stand 2012





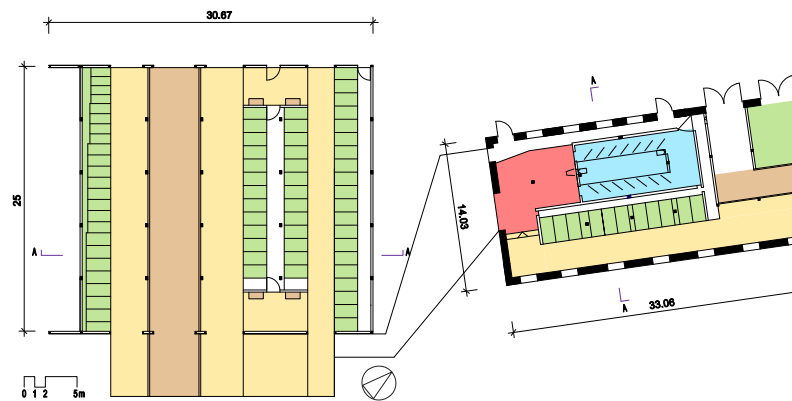
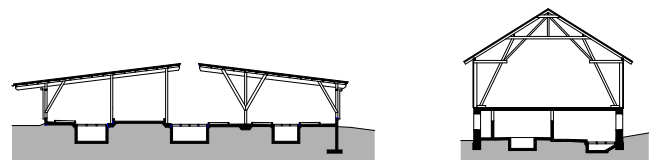
# Realisierte Pilotprojekte



Milchvieh	Fleckvieh
Tierbestand	MV 57 Plätze in Liegeboxen gem. EG-Öko-VO
	JV 23 Plätze in Liegeboxen
Melktechnik	Fischgrätenmelkstand 2 x 5
Entmistung	Flüssigmistung mit Spaltenboden
Dunglager	Güllebehälter
Futterlager	Fahrsilo

## Beschreibung Betrieb P-MV 2

Bei diesem Beispiel wurden im Zuge einer Bestandserweiterung die Funktionsbereiche Melken, Trockensteher und Abkalben im ehemaligen Anbindestall angeordnet. Für die Milchkühe und das Jungvieh wurde ein neuer Liegeboxenlaufstall errichtet. Auf der Jungviehseite wird unter dem auskragenden Binder eine überdachte Fläche für Außenliegeboxen vorgehalten. Der Abstand zwischen Alt- und Neubau wird als Vorweidehof genutzt. Der Zutrieb dorthin über eine Rampe gleicht den Geländeversatz zwischen Bestand und Neubau von über 1,50 m aus. Die Tragkonstruktion wurde vom Landwirt mit eigenem Holz realisiert. Der hohe Öffnungsanteil und die Ausrichtung der Traufen des Gebäudes in Windrichtung gewährleisten eine gute Durchlüftung, der integrierte nicht überdachter Laufhof ermöglicht jederzeit eine Umstellung auf die Erzeugung von Biomilch gem. EG-Öko-VO. Durch die Lage im Gelände kann der Stall stufenweise nach Süden erweitert werden.



Grundrisse, Schnitte

Bestandsgebäude

### Baukosten

Investitionsbedarf	ca. 419.900 €
Kosten pro TP (inkl. Jungvieh)	ca. 7.400 €/ TP

### Enthalten

Abbruch- und Rohbauarbeiten, Stalleinrichtung, Melktechnik, eigenes Schnittholz, Sonstiges

Dunglager	ca. 25.000 €
Eigenleistung	k. A.

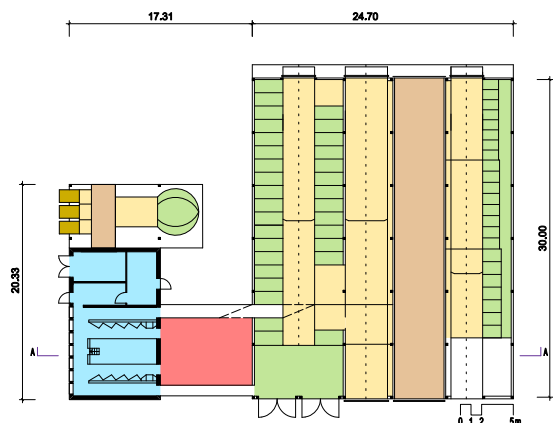
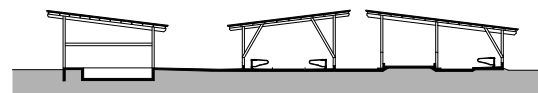
Netto, Stand 2012



Milchvieh	Fleckvieh
Tierbestand	MV 29 Plätze in Liegeboxen gem. EG-Öko-VO JV 20 Plätze in Liegeboxen
Melktechnik	Fischgrätenmelkstand 2 x 4
Entmistung	Schieberentmistung
Dunglager	Güllebehälter
Futterlager	Fahrsilo

### Beschreibung Betrieb P-MV 3

Dieser Neubau wurde mit einem separatem Melkhaus realisiert. Gründe für die Entscheidung zu dieser Stallbauweise waren für die Bauherren die Gestehungskosten, die gute Durchlüftung und als Biomilcherzeuger der integrierte Laufhof. Bei einer Höhenlage von 470 m ü NN. und 1.100 mm Jahresniederschlägen hat sich diese Bauweise bereits über zwei Winter bewährt. Der Schneeeintrag über die Dachöffnung war zu vernachlässigen, der auf Winterbetrieb umgestellte Entmistungsschieber konnte störungsfrei arbeiten. Das kostenneutrale separate Melkhaus und die modulare Konstruktion ermöglichen ein stufenweises Erweitern der Anlage. Großen Einfluss auf die Lage und Grundriss des Stalls hatte die vorausschauende Planung möglicher Wachstumsschritte bis hin zum späteren Einbau eines automatischen Melksystems. Mit einer Bestandsaufstockung relativiert sich die Anfangsinvestition dieser zukunftsfähigen Anlage noch einmal deutlich.



⊙ Grundriss, Schnitt

### Baukosten

Investitionsbedarf	ca. 254.700 €
Kosten pro TP (inkl. Jungvieh)	ca. 8.800 €/ TP

### Enthalten

Rohbauarbeiten, Stalleinrichtung, Melktechnik, eigenes Schnittholz und Sonstiges

Dunglager	ca. 27.000 €
Eigenleistung	ca. 1.000 h

Netto, Stand 2012

## Realisierte Pilotprojekte



### Beratung / Planung J. Mautner, AELF Pfarrkirchen

Milchvieh		Fleckvieh
Tierbestand	MV	74 Plätze in Liegeboxen
	JV	im Bestand
Melktechnik		Fischgrätenmelkstand 2 x 7
Entmistung		Schieberentmistung
Dunglager		Güllebehälter
Futterlager		Fahrsilo

### Beschreibung Betrieb P-MV 4

Bei diesem Beispiel wurde ein kompletter Neubau für 74 Kühe realisiert. Auf Grund der begrenzten ebenen Baufläche auf der Hofstelle folgen die Funktionsflächen Futtertisch mit Fressgang, Liegebereich und Melkhaus mit vorgelagertem Wartebereich höhenversetzt dem Gelände. Die Funktionsflächen sind über Stufen (Steigungsmaß 20 / 50) verbunden. Der Stall öffnet sich als Offenfrontstall nach Ost-Nordost und ist damit von der Hofstelle aus sehr gut einsehbar. Auch hier ist das Tragwerk als verbandsausgesteifte Konstruktion, teils mit Konstruktionsvollholz als auch Schnittholz (u.a. Dachschalung 30mm als sommerlicher Hitzeschutz) ausgeführt. Die sehr günstigen Baukosten ergeben sich aus dem Einbau gebrauchter Melktechnik sowie einer günstigen Stalleinrichtung. Es wurde keine Curtains, sondern nur einfache Windschutznetze eingebaut. Jungvieh und der Abkalbbereich sind weiterhin im Altgebäude unterbracht.

#### Baukosten

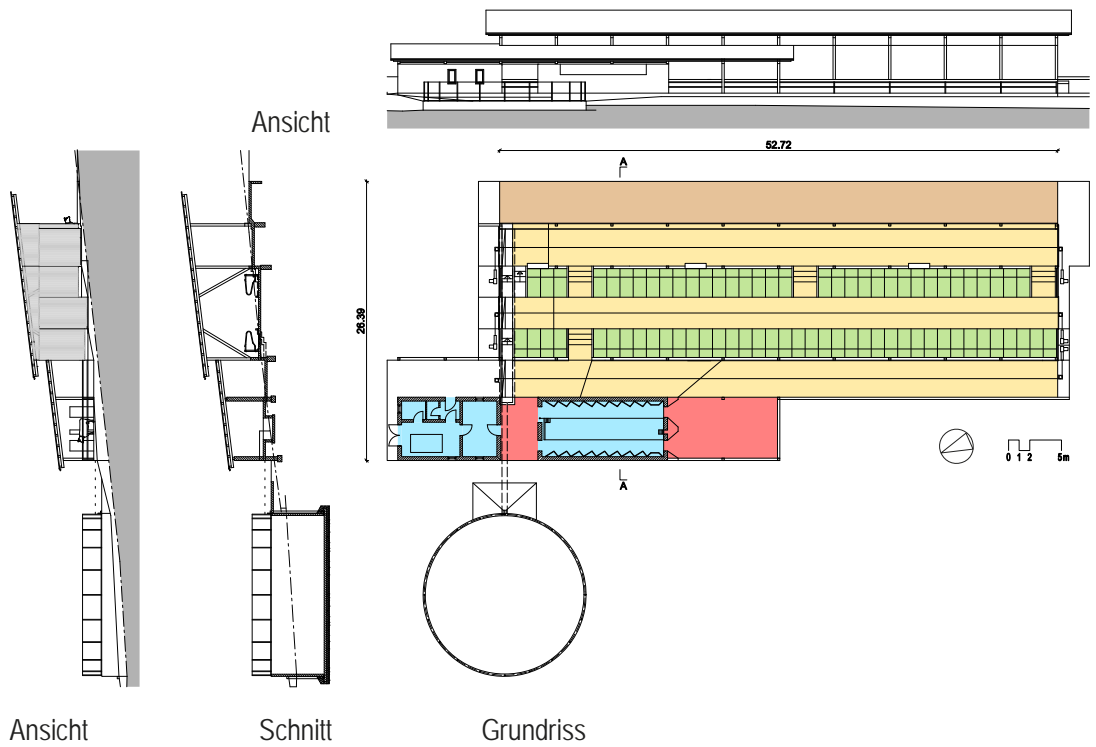
Investitionsbedarf	ca. 328.600 €
Kosten pro TP (ohne. Jungvieh)	ca. 4.400 €/ TP

#### Enthalten

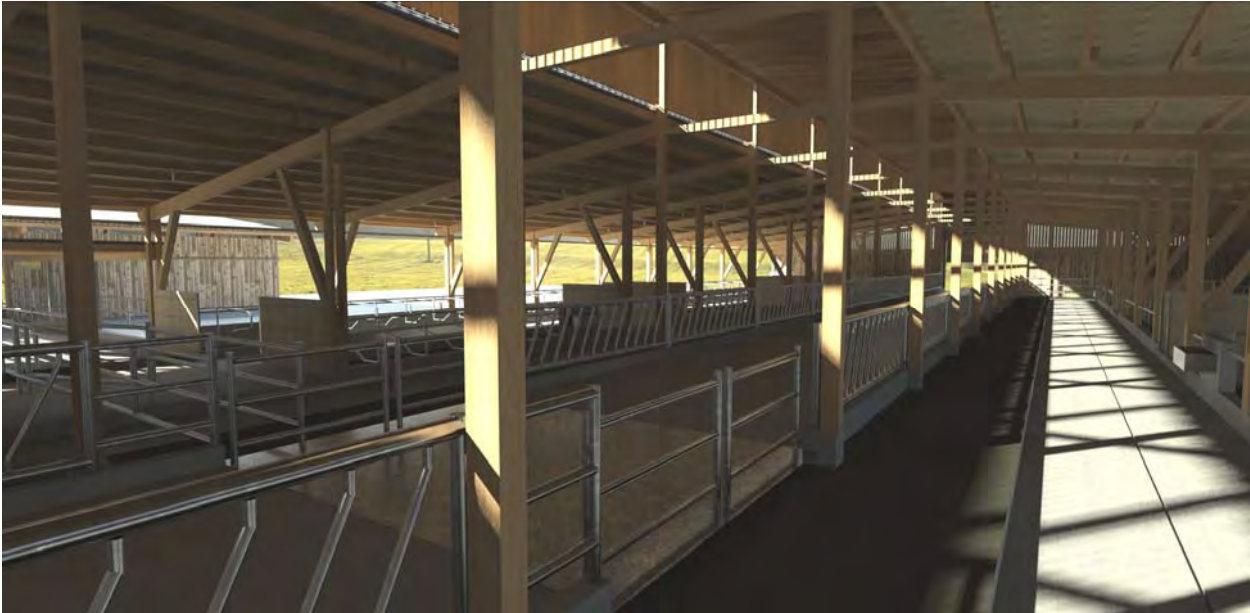
Rohbau- und Ausbauarbeiten, Stalleinrichtung, Melktechnik (gebraucht), Sonstiges

Dunglager	ca. 30.000 €
Eigenleistung	k. A.

Netto, Stand 2012



## Realisierte Pilotprojekte

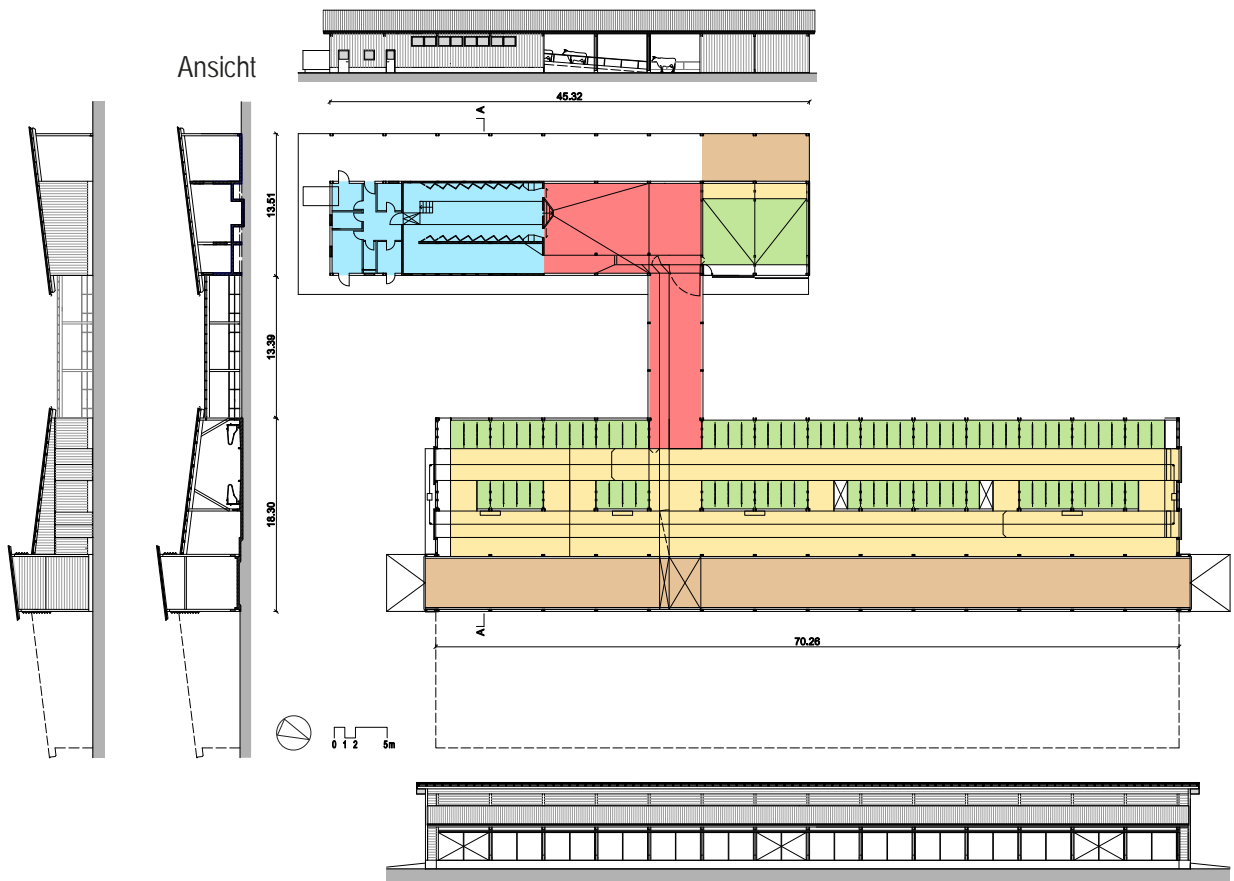


### Beschreibung Betrieb P-MV 5

Auf Wunsch des Bauherren in der Planungs- und Eingabephase sollte jeglicher Eintrag von Niederschlägen in den Stall ausgeschlossen sein. Unter Beibehaltung der Konstruktionsprinzipien des Modulstalls Grub-Weihenstephan™ wurden deshalb die Liegehallenbinder bis an die Futtertischüberdachung verlängert. Um die Entlüftungsfläche im Dachbereich nicht zu verringern, überragt die eigenständige Futtertisch-Konstruktion die Dachfläche. Die entstehenden Öffnungen können z.B. mit verstellbaren Holzlamellen oder Curtains verschlossen werden, um Niederschlagseintrag von der Seite zu verhindern und den Luftein- und -austritt kontrollieren zu können. Durch diese Konstruktion ist im Gegensatz zu konventionellen Satteldachhallen eine stufenweise Erweiterung der Liegehalle möglich. Im separaten Melkhaus mit ebenerdigem Zugang zum Melkstand wird baulich bereits die Melkkapazität für eine künftige Bestandserweiterung vorgehalten.

Milchvieh		Fleckvieh, Braunvieh
Tierbestand	MV	76 Plätze in Liegeboxen Erweiterbar durch Spiegelung über Futtertischachse
	JV	separates Stallgebäude
Melktechnik		Fischgrätenmelkstand 2 x 8
Entmistung		Schieberentmistung
Dunglager		Güllebehälter
Futterlager		Fahrsilo

Eingabeplanung ist Grundlage für den Pilotbetrieb A



Ansicht

Schnitt

Grundriss (gemäß Eingabeplanung 2010)

## Realisierte Pilotprojekte



### Interview mit J. Königl, Betrieb P-MV 5

#### Was versprechen Sie sich von diesem Projekt?

Bessere Luft im Stall, gesunde Tiere, geringere Kosten, die Möglichkeit, viel Eigenleistung zu erbringen, ein schönes Gebäude, beste Erweiterungsmöglichkeiten. Einfach einen zukunftsfähigen Stall.

#### Warum realisieren Sie das Pilotprojekt und wie sind Ihre Erfahrungen?

Die Erweiterbarkeit des Modulstalls der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft hat uns gefallen. Wir haben sie in der Werkplanung und darüber hinaus erfolgreich umgesetzt. Mit Eigenleistung und Holz aus der Region konnten wir ökonomisch sinnvoll in die Umsetzungsphase gehen. Jetzt schon hat sich das Modulbausystem bewährt, denn wir werden den Stall größer realisieren, als ursprünglich angedacht. Das funktioniert ohne negative Auswirkungen auf die Basis der Gruppenhaltung oder anderer Arbeitsabläufe im Stall.

#### Haben Sie die regionale Wertschöpfungskette genutzt?

Alles kommt aus der nächsten Umgebung: Holz haben wir vom Nachbarn gekauft. Koppelpfetten und Bretter

#### Baukosten

Investitionsbedarf (105 TP)	ca. 818.000 €
Kosten pro TP (ohne Jungvieh)	ca. 7.790 €/ TP

#### Enthalten

Roh- Ausbauarbeiten, Stalleinrichtung, Melktechnik, Sonstiges

Dunglager	ca. 30.000 €
Eigenleistung	ca. 1.500 h

Netto, Stand 2012

kommen vom Sägewerk Abele in Hohenrad (10 km entfernt). Im Sägewerk Bestler in Sulzberg wurden Giebelwände, Stützen, Kleinteile geschnitten und abgebunden.

#### Ihr Resumee?

Kuhkomfort, Eigenleistung, Ökobilanz und die Kosten sind optimiert. Das liegt tatsächlich an der einzigartigen, erweiterungsfähigen Planung. Der Modulstall der LfL ist ökologisch und ökonomisch überzeugend. Jetzt muss sich noch zeigen, ob wir nach dem Stallbezug erfolgreich wirtschaften und mit den Arbeitsbedingungen zufrieden sind. Ich bin optimistisch.

#### Anmerkung:

*Die Kosten sind auf Grund der Schneelast von 3,0 KN/m<sup>2</sup> an diesem Standort, der Ausstattung des Melkhäuses (Fläche, Anzahl Räume, vorgehaltene Melkplätze) und der Ausführung des Daches mit einer zusätzlichen Sparrenlage und Dämmung) plausibel*







## Realisierte Pilotprojekte



Milchvieh		Fleckvieh
Tierbestand	MV	51 Plätze in Liegeboxen gem. EG-Öko-VO
	JV	48 Plätze in Liegeboxen gem. EG-Öko-VO
Melktechnik		Automatisches Melksystem
Entmistung		Schieberentmistung
Dunglager		Güllehochbehälter
Futterlager		Fahrsilo



### Beschreibung Betrieb P-MV 6

Die Gründe für die Entscheidung zu dieser Stallanlage waren die gute Durchlüftung, die Minderung des sommerlichen Hitzestress durch den Dachaufbau (Unterdach Holz, extensive Dachbegrünung) sowie als Biomilcherzeuger der integrierte Laufhof. Darüber hinaus wird mit der zur Hälfte errichteten Liegehalle für das Jungvieh die Möglichkeit einer stufenweisen Erweiterung durch das Modulstallsystem genutzt. Bis auf das automatische Melksystem mit kleinem Stallbüro sind Technik, Futterküche und Einstreubuchten in einem separaten Gebäude untergebracht. Der überdachte Zwischenbereich wird als z.B. für die Tierbehandlung genutzt. Für den Fall einer Bestandsaufstockung mit dem Zukauf eines zweiten Melksystems würde sich die Anlage durch Spiegelung zum H-Typ ausbauen lassen. Der Investitionsbedarf ergibt sich aus dem erhöhten Flächenangebot für die Tiere (13,9 m<sup>2</sup>/ MV), die geringe Stallbelegung, das automatische Melksystem und die etwas höheren Kosten für den Gründachaufbau.

#### Baukosten

Investitionsbedarf	ca. 616.500 €
51 TP, 13,9 m <sup>2</sup> / TP	
Kosten pro TP (inkl. Jungvieh)	ca. 12.000 €/ TP
umgerechnet auf:	
59 TP, 10,7 m <sup>2</sup> / TP	
Kosten pro TP (inkl. Jungvieh)	ca. 10.400 €/ TP

#### Enthalten

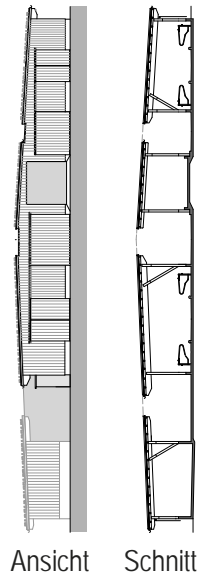
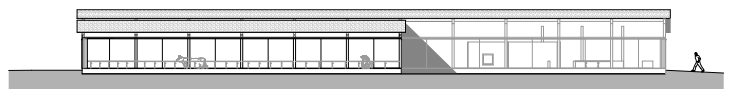
Stalleinrichtung, Melktechnik, Kälberstall, Sonstiges

Dunglager	ca. 47.300 €
Eigenleistung	ca. 2.400 h

Netto, Stand 2012

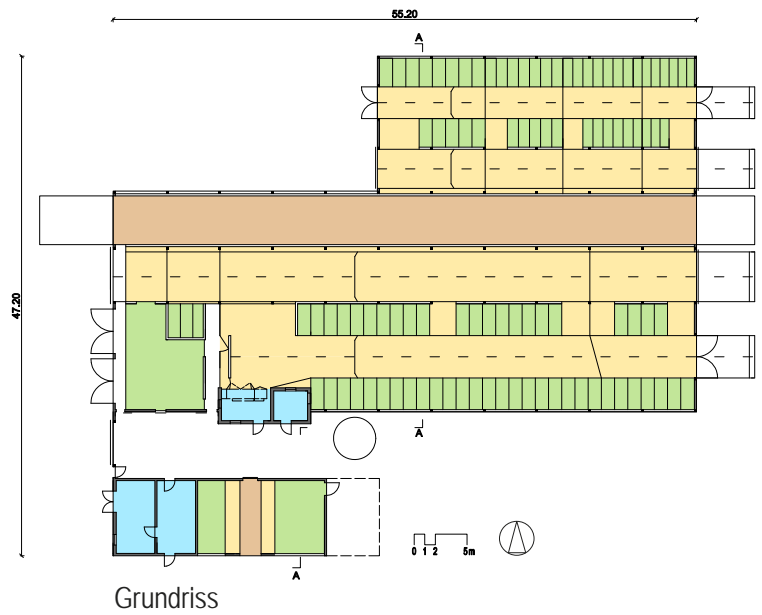


Ansicht



Ansicht

Schnitt



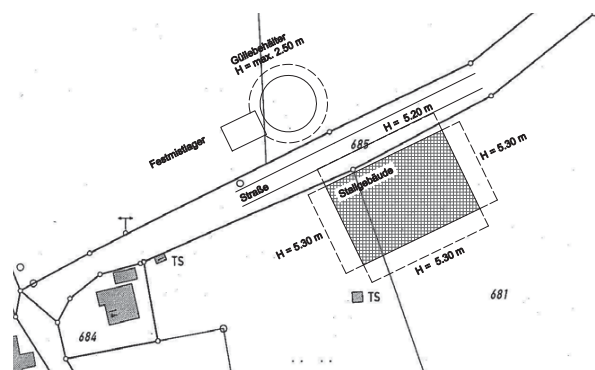
Grundriss

## Genehmigte Pilotprojekte



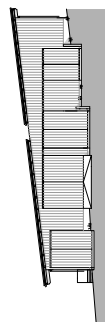
### Beschreibung Betrieb P-MV 7

Dieser Milchviehstall wird an einem Nordhang mit Orientierung des Firstes in Ost-West-Richtung, parallel zu den Höhenlinien errichtet. Damit ist eine Verlängerung der Liegehalle möglich. Da bei dieser Ausrichtung keine direkte Anströmung über die Traufen erfolgt, wurde in Anbindung zur Erschließungsstraße ein seitliches Melkhaus angeordnet. Die Pultdachflächen folgen dem Geländeverlauf, damit die tief stehende Wintersonne zur direkten Belichtung von Süden genutzt werden kann. Der Geländeverlauf wird durch höhenversetzte Funktionsflächen (Fressgang, Liegeflächen) ausgeglichen, die über Stufen (Steigungsmaß 20 / 50) verbunden sind. Die Kühe queren den Futtertisch beim Zutrieb in den Wartebereich und beim Rücktrieb. Da die Tiere in sechsmonatiger Weidehaltung gehalten werden sollen, wird die Anlage im Sommer allein zum Melken und nur im Winter zur ganztägigen Unterbringung der Tiere (inkl. integriertem, nicht überdachtem Laufhof) genutzt.

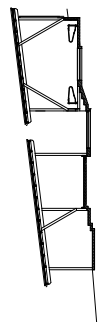


Milchvieh	Fleckvieh
Tierbestand MV	40 Plätze in Liegeboxen gem. EG-Öko-VO
Melktechnik	2 x 4 Autotandem
Entmistung	Schieberentmistung
Dunglager	Güllehochbehälter
Futterlager	Fahrsilo

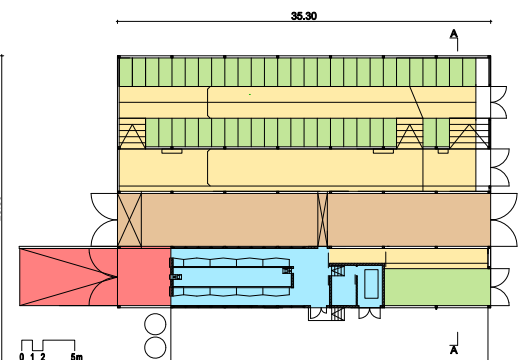
(Baugenehmigung erteilt, geplante Realisierung: 2015)



Ansicht



Schnitt



Grundriss, Ansicht

# Genehmigte Pilotprojekte

In Zusammenarbeit mit Ingenieurbüro J. Edtbauer, Kienberg

Milchvieh	Fleckvieh
Tierbestand	MV 129 Plätze in Liegeboxen gem. EG-Öko-VO
	JV 98 Plätze in Liegeboxen
Melktechnik	2 x Automatisches Melksystem
Entmistung	Flüssigentmistung mit Spaltenboden
Dunglager	Güllebehälter
Futterlager	Fahrsilo

(Baugenehmigung erteilt)

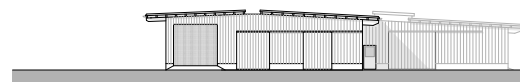
## Beschreibung Betrieb P-MV 8 / 9

Kennzeichen dieser Planungen für Stallanlagen mit automatischen Melksystemen ist die Trennung des Melkroboters von Technik-, Tank-, Büro- und sonstigen Nebenräumen. Auf Grund der Wirtschaftlichkeit, des optimalen Stallklimas und der Möglichkeit des gelenkten Kuhverkehrs haben sich die Bauherren jeweils für einen zweireihigen Liegeboxenlaufstall entschieden. Betrieb P-MV 9 soll als Gemeinschaftsanlage betrieben werden, weshalb bereits im ersten Bauabschnitt die Erweiterungsmöglichkeit in Längsrichtung genutzt wurde. Im separaten Melkhaus sind die Sonderbereiche (Abkalbebuchten, Wellness- und Krankbereich) mit direkter Anbindung über den Zentralgang zum Melksystem untergebracht. Der Abstand des Melkhauses von 10,0m gewährleistet die Querlüftung. Für den Brandschutznachweise können die Gebäudeteile als getrennte Funktionseinheiten gerechnet werden. Für den Fall einer Bestandsaufstockung lassen sich die Anlagen durch Spiegelung zum H-Typ ausbauen.

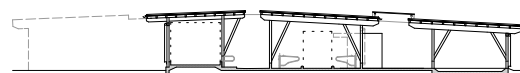


## Geplante Pilotprojekte

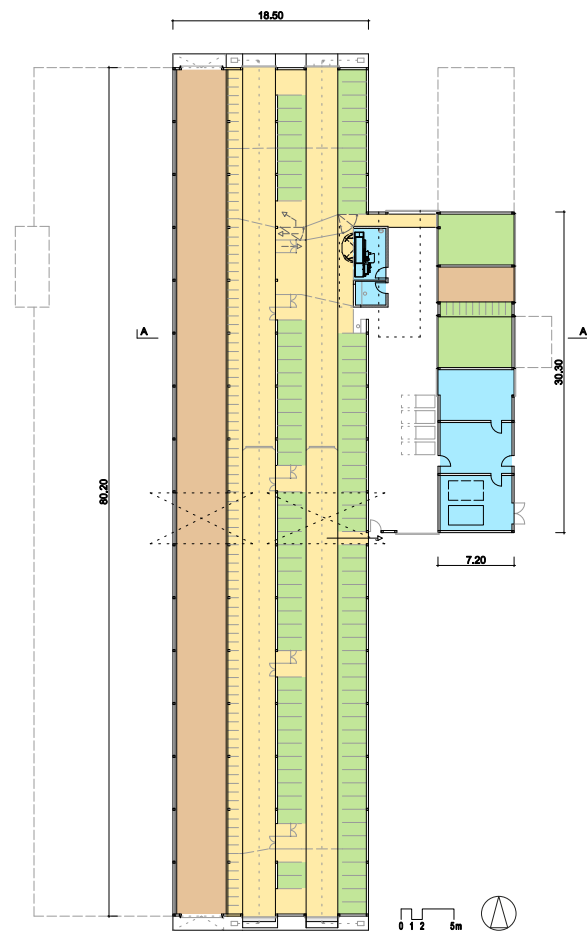
Milchvieh	Fleckvieh
Tierbestand	MV 98 Plätze in Liegeboxen gem. EG-Öko-VO
Melktechnik	Automatisches Melksystem
Entmistung	Schieberentmistung
Dunglager	Güllebehälter
Futterlager	Fahrsilo



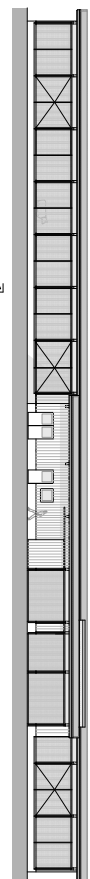
Ansicht



Schnitt

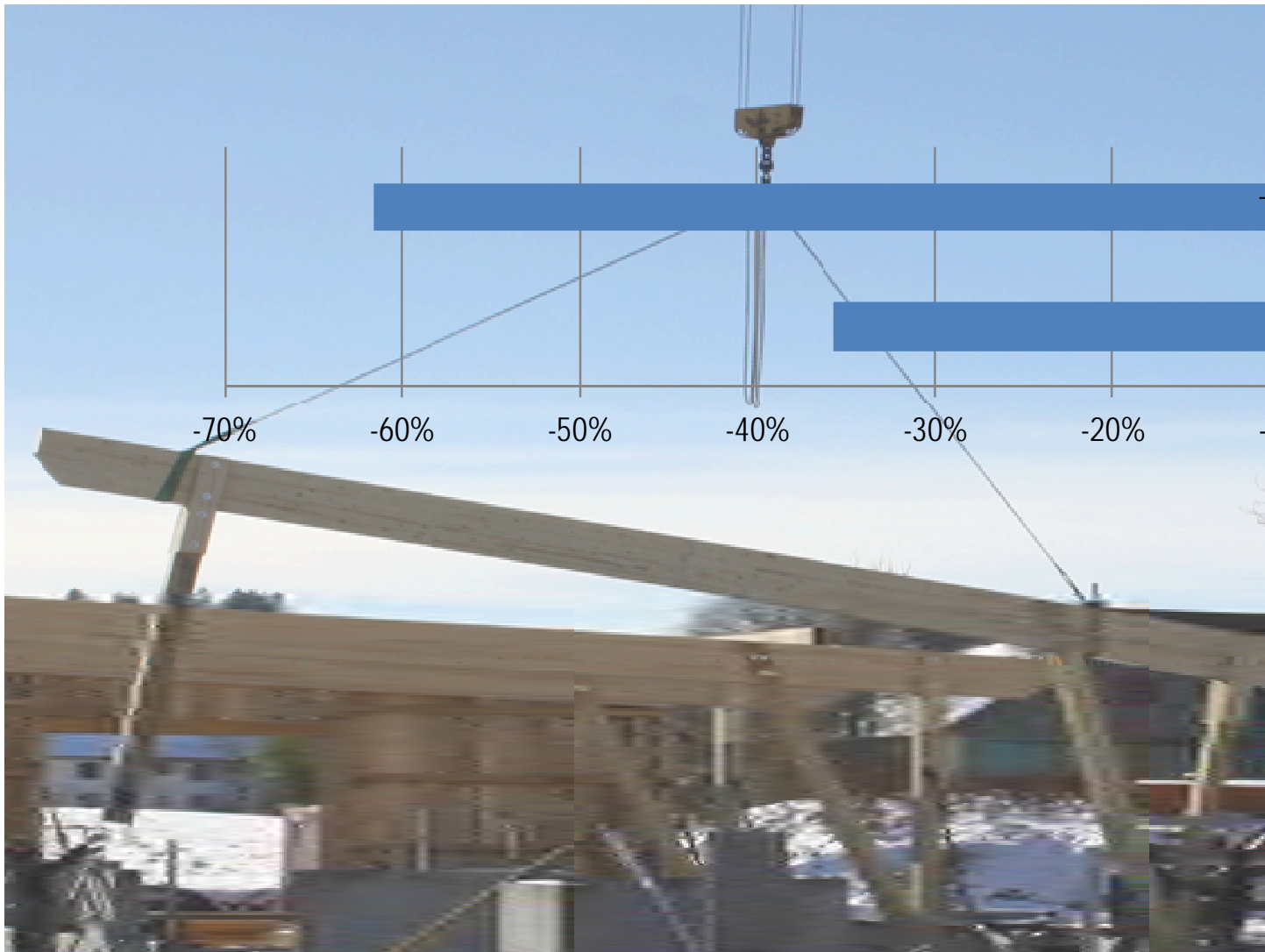


Grundriss



Ansicht

# Primärenergiebedarf und Treibhauspotenzial





## bei landwirtschaftlichen Nutzgebäuden



### INTERREG IV Bayern-Österreich Bauen in regionalen Kreisläufen

Partner TU München, Holzforschung München  
Sabine Helm, Christel Lubenau,  
Gabriele Weber-Blaschke, Klaus Richter

#### Ziele Teilprojekt

- Vergleichende Analyse der Baustoffe Holz und Stahl hinsichtlich der ökologischen Indikatoren Primärenergiebedarf und Treibhauspotenzial
- Erfassung ökologischer Vorteile von regionalem bzw. eigenem Holz
- Entwicklung eines vereinfachten Tools zur Abschätzung von Primärenergiebedarf und Treibhauspotenzial landwirtschaftlicher Gebäude aus unterschiedlichen Baumaterialien

## Primärenergiebedarf und Treibhauspotenzial

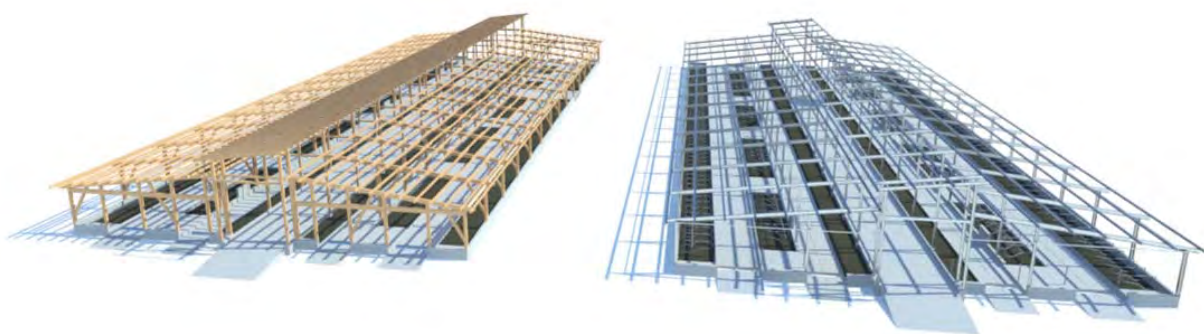


Abb. 1: „Pilotbetrieb A“ in Holz- bzw. Stahlbauweise

### Klimaschutz im landwirtschaftlichen Bauwesen

Um die zukünftige Energieversorgung zu sichern sowie das Klima und die Umwelt zu schützen, wurde das Leitbild für nachhaltige Entwicklung entworfen. Der Bausektor spielt dabei eine wichtige Rolle. Bei landwirtschaftlichen Gebäuden ist die Art des Baustoffes ein maßgebender Faktor für die Höhe der Umweltauswirkungen. Ziel der Teilstudie „Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz“ des INTERREG IV Projektes „Bauen in regionalen Kreisläufen“ war es, das Potenzial des Baustoffes Holz zur CO<sub>2</sub>- und Energieeinsparung gegenüber alternativen Materialien, insbesondere Stahl zu ermitteln (ILT 2013).

### Landwirtschaftliches Bauen in Holz bzw. Stahl – Eine vergleichende Ökobilanz am Beispiel des „Pilotbetriebs A“

Die Ökobilanz-Methodik gemäß DIN EN ISO 14040 (NAGUS 2006) ermöglicht die Erfassung der Umweltauswirkungen eines Baustoffes oder Gebäudes entlang seines Lebenszyklus. Im Rahmen des Pilotprojektes „Pilotbetrieb A“ (Abb. 1) wurden verfügbare Daten eines Milchviehstalls in Holzbauweise ausgewertet und diese mit einem funktionell gleichwertigen Stall in Stahlbauweise hinsichtlich des Primärenergiebedarfs (PE) und des Treibhauspotenzials (GWP) verglichen (Helm 2013). Entscheidend ist die Umweltbelastung durch die Bauweise sowie die Menge und Auswahl der verschiedenen Baustoffe. Der Baustoff Holz bietet dabei als nachwachsender Rohstoff ökologische Vorteile. Zum einen fungiert er als Kohlenstoff-Speicher und zum anderen kann die in ihm gespeicherte Sonnenenergie am Ende des Lebenszyklus genutzt werden und dadurch fossile Rohstoffe ersetzt werden.

Als Datenbasis für die Untersuchungen diente die Baustoffdatenbank Ökobau.dat 2011 des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) (ÖKOBau.DAT 2011) und der 2012 vom Thünen-Institut herausgegebene Arbeitsbericht „Ökobilanzbasisdaten für Bauprodukte aus Holz“, kurz ÖkoHolz-BauDat (RÜTER & DIEDERICHS 2012).

### Primärenergiebedarf und Treibhauspotenzial des „Pilotbetriebs A“

Statt 77 Tonnen Profilstahl wurden in der Holz-Variante 106 Tonnen Holz und Holzwerkstoffe verbaut. Diese Menge Holz speichert rund 47 t Kohlenstoff (entspricht einer Entnahme von ca. 174 t CO<sub>2</sub> aus der Luft) und trägt damit zum Klimaschutz bei. Das Treibhauspotenzial (GWP) wird durch die Holzbauweise gegenüber der Stahlbauweise um gut 200 t CO<sub>2</sub>-Äquivalent und der Primärenergiebedarf (PE) um knapp 1,5 Mio. MJ reduziert (Abb. 2).

In der Holz-Variante liefert Beton den mit Abstand größten Beitrag zum Treibhauspotenzial. Beim Primärenergiebedarf sind die Anteile der mineralischen Baustoffe und des Holzes in etwa gleich (im Holz gespeicherte Sonnenenergie mit inbegriffen). In der Stahl-Variante trägt der Baustoff Stahl zum größten Anteil am Primärenergiebedarf und am Treibhauspotenzial bei. Die Vorteile des Holzeinsatzes sind gleichermaßen bedingt durch die natürliche Entstehung von Holz und die thermische Nutzung am Ende des Lebenszyklus. Unter den verschiedenen Bauelementen trägt das Tragwerk in Holzbauweise am meisten zu einer Reduzierung der

## bei landwirtschaftlichen Nutzgebäuden

Umweltauswirkungen bei. Es reduziert den Primärenergiebedarf um mehr als eine Mio. MJ im Vergleich zu einem Stahl-Tragwerk. Durch Berücksichtigung der Substitution von fossilen Energieträgern bei der thermischen Verwertung des Holzes werden bei der Holz-Variante rechnerisch gut 33 Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen vermieden. Das Tragwerk in Stahlbauweise verursacht dagegen 118 Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen, was einem Faktor von 4,5 gegenüber der Holz-Variante entspricht. Die Verwendung von regionalem Holz führt zu zusätzlichen Einsparungen. Für eine Transportentfernung von 25 km für alle Holzrohstoffe (entspricht der durchschnittlichen Entfernung im „Pilotbetrieb A“) ergeben sich Einsparungen von rund einer Tonne CO<sub>2</sub> und rund 17.000 MJ Primärenergie.

### Software-Tool zur vereinfachten Abschätzung von Umweltauswirkungen landwirtschaftlicher Gebäude

Mithilfe der Berechnungsgrundlage der in diesem Projekt durchgeführten Ökobilanzierung wurde das Software-Tool „Vereinfachte Abschätzung von Umweltauswirkungen Landwirtschaftlicher Gebäude“ („VAULaG“) entwickelt, welches zukünftig für vergleichbare ökologische Bewertungen eingesetzt werden kann. Es ermöglicht bereits in der Planungsphase, Vergleiche hinsichtlich Treibhauspotenzial und Primärenergiebedarf zwischen verschiedenen Bauvarianten und Bauelementen

landwirtschaftlicher Gebäude durchzuführen. Das Tool ist einfach zu handhaben und kann jederzeit mit zusätzlichen Ökobilanzdatensätzen erweitert und dadurch an umfassende Fragestellungen angepasst werden. Um eine Wirkungsabschätzung durchzuführen, muss der Benutzer nur noch die Materialmengen seines Projektes, entsprechend der statischen Berechnungen, in das Tool eintragen.

### Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Hinsichtlich der Umweltauswirkungen Primärenergiebedarf und Treibhauspotenzial ist Holz gegenüber Stahl der zu bevorzugende Baustoff. Die Verwendung von Holz als Baustoff, insbesondere mit regionaler Herkunft, in landwirtschaftlichen Gebäuden sollte gefördert werden. Der ökologische Ansatz sollte frühzeitig in die Bauplanung integriert werden, um die Vorteile des Holzeinsatzes in landwirtschaftlichen Gebäuden bewerten zu können. Dazu wurde in dieser Studie das Software-Tool („VAULaG“) als ökologisches Planwerkzeug entwickelt, welches eine vereinfachte, aber hinreichend genaue Abschätzung der Umweltauswirkungen (Primärenergiebedarf und Treibhauspotenzial) eines landwirtschaftlichen Gebäudes ermöglicht.

Sabine Helm, Christel Lubenau,  
Gabriele Weber-Blaschke, Klaus Richter

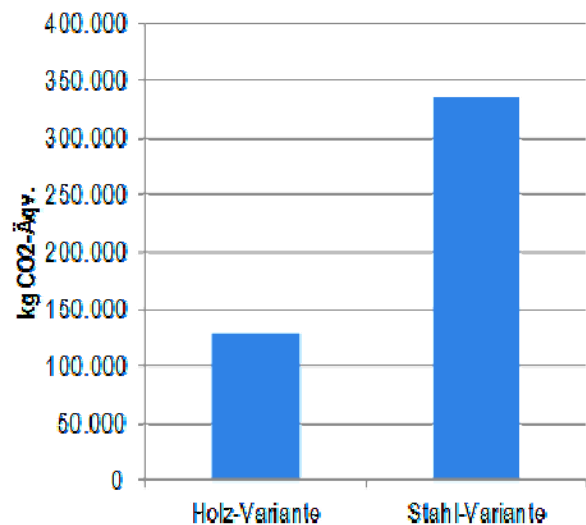
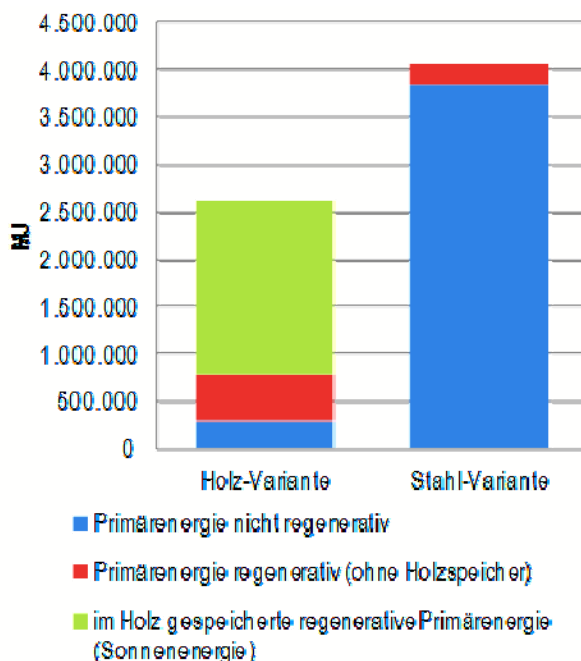


Abb. 2: Treibhauspotenzial und Primärenergiebedarf des „Pilotbetriebs A“ in Holz- bzw. Stahlbauweise

# Kostenvergleich Tragwerke in Holz und Stahl

## Pilotbetrieb A

Liegehalle für 170 Milchkühe

In Kosten enthalten:

- Tragkonstruktion
- Dacheindeckung
- Wand (inkl. Unterkonstruktion)
- Tore

In Kosten nicht enthalten:

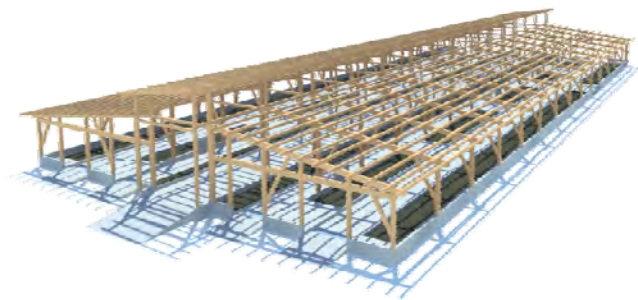
- Unterbau
- Dachentwässerung
- Curtains
- Stalleinrichtung / Technik

	Holzbau	Stahlbau
Konstruktion incl. Koppelpfetten	113.100	158.600
Dacheindeckung	<sup>1</sup> 134.800	<sup>2</sup> 120.100
Wand incl. Pfosten und Riegel, Tore	27.700	36.200
<b>Summe</b>	<b>275.600</b>	<b>314.900</b>
EUR / TP bei 170 TP	<b>1.620</b>	<b>1.850</b>
EUR / m <sup>2</sup> bei 2.256m <sup>2</sup> BGF	<b>122</b>	<b>140</b>

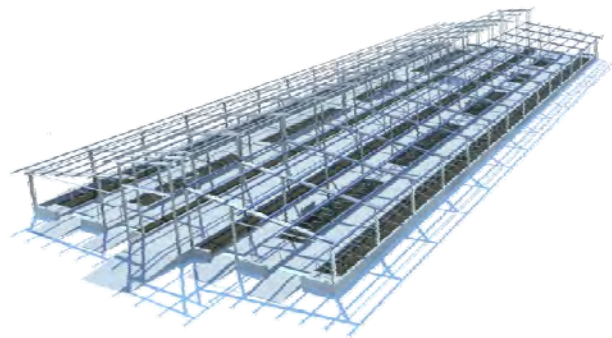
<sup>1</sup> Wellzementplatten / Unterdach, Holz

<sup>2</sup> Sandwichplatten

ohne Eigenleistung  
Netto, Stand 2012



Pilotbetrieb A: Tragwerk in Holz



Pilotbetrieb A: Tragwerk in Stahl

## Pilotbetrieb A - Tragwerk in Holz und Stahl

Ergänzend zur Ermittlung des Primärenergiebedarfs und Treibhauspotenzials wurden für den Pilotbetrieb A ein Kostenvergleich zwischen der Konstruktion des Tragwerks in Stahl und in Holz erarbeitet.

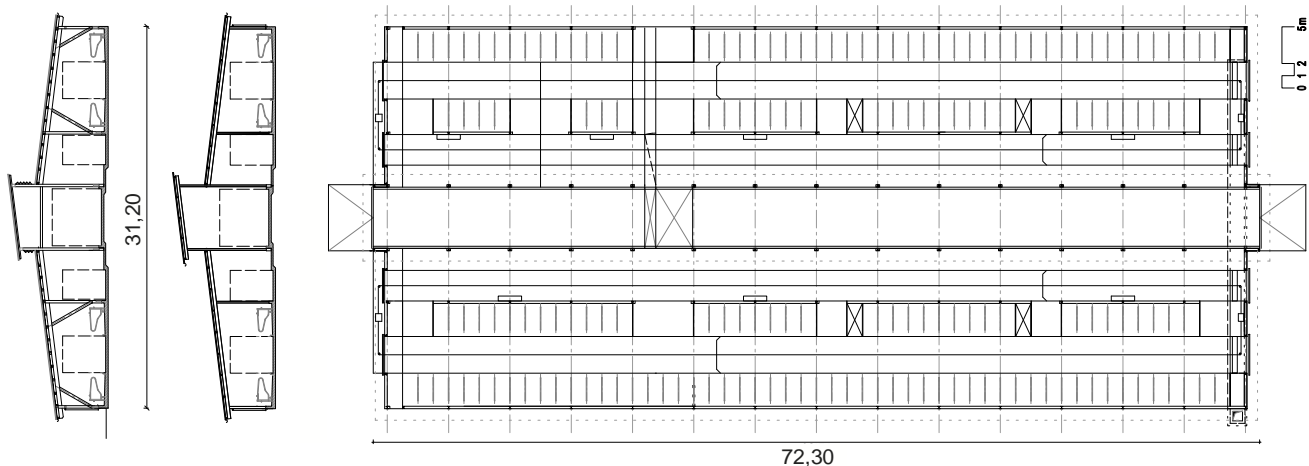
Auf der Grundlage der Planung eines Liegeboxenlaufstalls für 170 Milchkühe und einer statischen Vordimen-

sionierung für beide Tragwerke (Lastannahme 1.7 kN / m<sup>2</sup> Schneelast) wurden Werkpläne und Materiallisten erstellt. Die Einholung von Angeboten erfolgte über eine Ausschreibung der Tragkonstruktion in Holz sowie über ein Angebot eines Anbieters für Stahlhallen.

Das Ergebnis zeigt, dass bei diesem Hallentyp das

Pos.	Bezeichnung	L (m)	B (m)	T (m)	kg/m <sup>3</sup>	Anzahl	Material	Menge gesamt (m <sup>3</sup> )	kg gesamt	Menge (m <sup>2</sup> )
<b>A Tragwerk</b>										
1	Stützen Stall Firstseite	4,28	0,16	0,08	529	56	C24 Fichte, Konstruktionsholz, gehob.	3,07	1.622,92	116,48
2	Stützen Stall Traufseite	2,97	0,16	0,08	529	56	C24 Fichte, Konstruktionsholz, gehob.	2,13	1.126,19	81,2672
3	Stützen Futtertisch First	6,82	0,16	0,2	529	17	C24 Fichte, Konstruktionsholz, gehob.	3,71	1.962,63	84,5648
4	Stützen Futtertisch Traufe	6,18	0,16	0,2	529	17	C24 Fichte, Konstruktionsholz, gehob.	3,36	1.778,46	76,7312
5	Diagonale Stall Firstseite (einfach)	3,77	0,16	0,22	529	28	C24 Fichte, Konstruktionsholz, gehob.	3,72	1.965,61	82,1968
6	Diagonale Stall Traufseite (einfach)	3,07	0,16	0,22	529	28	C24 Fichte, Konstruktionsholz, gehob.	3,03	1.600,64	67,3008
7	Binder Stall	13,8	0,16	0,32	529	30	C24 Fichte, Konstruktionsholz, gehob.	21,20	11.213,11	400,512
8	Binder Futtertisch	6,67	0,1	0,2	529	65	C24 Fichte, Konstruktionsholz, gehob.	8,67	4.586,96	262,73
9	Futterholz Stall	1,26	0,16	0,2	529	56	C24 Fichte, Konstruktionsholz, gehob.	2,26	1.194,44	54,3872
10	Traufpfette Stall	71,86	0,1	0,18	529	2	C24 Fichte, Konstruktionsholz, gehob.	2,59	1.368,50	80,5552
11	Koppelpfette Stall Endfeld	6,97	0,1	0,18	529	52	C24 Fichte, Konstruktionsholz, gehob.	6,52	3.451,15	204,8384
12	Koppelpfette Stall Mittelfeld	6,38	0,08	0,18	529	312	C24 Fichte, Konstruktionsholz, gehob.	28,66	15.163,29	1044,0768
13	Trauf-/Firstpfette Futtertisch	73,86	0,2	0,26	529	2	C24 Fichte, Konstruktionsholz, gehob.	7,68	4.063,48	136,1104
14	Koppelpfette Stall Aussteifung Windrispen	6,38	0,14	0,18	529	36	C24 Fichte, Konstruktionsholz, gehob.	5,79	3.061,82	148,8096
15	Futtertisch Unterzug	5	0,16	0,16	529	15	C24 Fichte, Konstruktionsholz, gehob.	1,92	1.015,68	48,768
								104,30	51.097,38	
<b>B Dacheindeckung</b>										
1	Holzschalung Stall	71,96	13,85	0,028	482	2	Fichte, besäumt	55,81	26.901,47	1993,29
2	Holzschalung Futtertisch	73,96	7,07	0,028	482	1	Fichte, besäumt	14,64	7.057,02	522,90
3	Lattung Stall	13,8	0,048	0,024	529	162	C24 Fichte, Schnittholz	2,58	1.362,39	107,31
4	Konterlattung Stall	71,86	0,048	0,024	529	30	C24 Fichte, Schnittholz	2,48	1.313,76	103,48
5	Lattung Futtertisch	72,86	0,048	0,024	529	8	C24 Fichte, Schnittholz	0,67	355,21	27,98
6	Konterlattung Futtertisch	6,67	0,048	0,024	529	83	C24 Fichte, Schnittholz	0,64	337,37	26,57
								76,82	37.327,23	
<b>C Wand- u. Deckenkonstruktion</b>										
1	Giebel Futtertisch (Pfosten/Riegel)				529	1	C24 Fichte, Konstruktionsholz, gehob.	0,42	222,18	
2	Giebel Futtertisch (Regelbinderfeld)				529	1	C24 Fichte, Konstruktionsholz, gehob.	0,42	222,18	
3	Pfosten-Riegel-Konstr. Stall				529	1	C24 Fichte, Konstruktionsholz, gehob.	2,85	1.507,65	
4	Konstr. Regelbinderfeld Stall				529	1	C24 Fichte, Konstruktionsholz, gehob.	2,76	1.460,04	
5	Schalung Stall u. Futtertisch Fassade			0,02	529	1	C24 Fichte, Konstruktionsholz, gehob.	3,63	1.920,27	
6	Tore Stall Schalung			0,02	529	1	C24 Fichte, Konstruktionsholz, gehob.	1,59	841,11	
7	Pfosten-Riegel-Konstr. Tore	173,96	0,1	0,05	529	1	C24 Fichte, Konstruktionsholz, gehob.	0,87	460,23	17,40
8	Trennwände an Übergängen	2,9	0,02	1,2	529	18	C24 Fichte, Konstruktionsholz, gehob.	1,25	662,73	1,04
								13,79	662,73	

Pilotbetrieb A: Ausschnitt aus Materialliste für Liegeboxenlaufstall für 170 Milchkühe in Holz



Pilotbetrieb A: Grundriss Liegeboxenlaufstall für 170 Milchkühe, Schnitte mit Tragwerk in Holz und Stahl

Tragwerk in Holz um ca. 39.300 € günstiger ist. Bezogen auf den Tierplatz bzw. die Bruttogrundrissfläche ergibt dies eine Einsparung von ca. 230 €/ TP bzw. ca. 18 €/ m<sup>2</sup>.

Der Hauptanteil für den Kostenunterschied liegt bei der Tragkonstruktion mit ca. 45.500 € bzw. 29%.

## Hitzestress bei Milchkühen

Die thermoneutrale Zone bei Rindern, in der die stoffwechselbedingte Wärmeproduktion des Tieres gleich der Wärmeabgabe ist, liegt zwischen 4 und 16°C. Übersteigt die Außentemperatur diesen Temperaturbereich muss die Kuh vermehrt Wärme abgeben, um ihre Körpertemperatur konstant zu halten. Die latente Wärmeabgabe über Strahlung, Konvektion und Konduktion ist durch eine erhöhte Außentemperatur begrenzt und wird bei Anstieg der Außentemperatur mehr und mehr durch evaporative Wärmeabgabe in Form von Schwitzen und Hecheln ersetzt. Jedoch hat auch diese Form der Wärmeabgabe ihre Grenzen, vor allem bei steigender Luftfeuchte. Können die Tiere ihre stoffwechselbedingt produzierte Wärme nicht mehr in ausreichendem Maße an die Umgebung abgeben, leiden sie an Hitzestress.

Eine gute Einschätzung über die Schwere des Hitzestresses gibt der THI (Temperature-Humidity-Index). Dieser 1958 von Thom entwickelte und 1964 auf Rinder übertragene Index gibt anhand von Außentemperatur und relativer Luftfeuchte Kennzahlen an, die die Schwere des Hitzestresses einteilen. Werte unter 72 bedeuten dabei keinen Stress, zwischen 72 und 79 tritt milder Stress auf, bei dem die Tiere vermehrt Schattenplätze aufsuchen, ihre Atmung erhöhen und erste Auswirkungen auf die Milchleistung auftreten. Moderater Hitzestress ist im Bereich von 80 – 89 zu erwarten. Die Tiere reagieren mit erhöhter Atem- und Herzfrequenz, einer Steigerung der Wasseraufnahme, einem Rückgang der Futtermittelaufnahme und in Folge mit einem Rückgang der Milchleistung sowie einer Reduzierung der Fruchtbarkeit und steigender Körpertemperatur aufgrund Hyperthermie. Schwerer Stress (ab 90) zeigt sich durch Ansteigen der Symptome bis hin zu Kreislaufkollaps und Todesfällen.

Prinzipiell bietet der THI eine gute Grundlage zur Beurteilung der Schwere des Hitzestresses, jedoch ist zu beachten, dass hier weder Windgeschwindigkeit noch Globalstrahlung in die Bewertung mit einfließen. Zudem wurden die Grenzen für die Schwere des Hitzestresses 1964 aufgrund von Beobachtungen an Rindern eingeteilt, deren Tagesleistung bei ca. 15 kg Milch pro Tag lagen. Aufgrund steigender Leistungen und damit





einhergehend erhöhter stoffwechselbedingter Wärme-  
produktion ist eine Korrektur der Grenzen nach unten  
angebracht. So beginnt Hitzestress nicht erst bei 24 °C  
sondern vermutlich bei 20°C oder früher bei einer  
relativen Luftfeuchte von 60%.

Der Rückgang der Futtermittelaufnahme liegt darin begründet,  
dass bei Verdauungsvorgängen enorm viel Wärme  
produziert wird und die Kuh so versucht, die  
körpereigene Wärmeproduktion zu verringern. Zudem ist  
der Erhaltungsbedarf der Tiere erhöht, was die  
Wärmeabgabe über Atmung und Schwitzen und damit  
den Energieaufwand erhöht. Diese Ursachen sowie  
weitere hitzestressbedingte Änderungen des Energie-  
stoffwechsels und Einflüsse auf den Hormonhaushalt  
zeigen sich verantwortlich für die sinkende Milchleistung.

Um die Tiere während einer Hitzeperiode zu entlasten  
und ihre Leistung zu erhalten sind bauliche und  
technische Maßnahmen zur Verringerung der  
Stalltemperatur und Kühlung der Tiere angebracht.

Stephanie Geischer  
Dipl.-Ing. agr. (Univ.); Tierärztin

Temperatur (°C)	relative Luftfeuchtigkeit (%)																		
	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
20	63	64	64	64	64	65	65	65	65	66	66	66	67	67	67	67	68	68	
21	64	65	65	65	66	66	66	67	67	67	67	68	68	68	69	69	69	70	
22	65	66	66	66	67	67	67	68	68	69	69	69	70	70	70	71	71	72	
23	66	67	67	67	68	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	73	
24	67	68	68	68	69	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	
25	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75	76	76	77	
26	69	70	70	71	71	72	72	73	74	74	75	75	76	76	77	78	78	79	
27	70	71	71	72	72	73	74	74	75	76	76	77	77	78	79	79	80	81	
28	71	72	72	73	74	74	75	76	76	77	78	78	79	80	80	81	82	82	
29	72	73	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	83	84	
30	73	74	74	75	76	77	77	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85	86	
31	74	75	75	76	77	78	79	80	80	81	82	83	84	84	85	86	87	88	
32	75	76	76	77	78	79	80	81	82	83	83	84	85	86	87	88	89	90	
33	76	77	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	91	
34	77	78	79	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	
35	77	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	
36	78	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	94	95	96	97	
37	79	81	82	83	84	85	86	87	88	90	91	92	93	94	95	96	97	99	

kein Stress
  milder Stress
  Hitzestress
  starker Hitzestress

Temperature-Humidity-Index (THI) (Quelle: Thom, 1958)

## Verringerung des Hitzestress über die Dacheindeckung von Milchviehställen

In Abhängigkeit zur geographischen Lage, der Jahres- und Tageszeit, den meteorologischen Bedingungen, der Umweltbelastung und dem Einstrahlungswinkel trifft direkte bzw. diffuse Strahlung der Sonne in unterschiedlicher Intensität auf Dachflächen / Fassaden von Stallanlagen. Die Strahlungsenergie wird an der Bauteiloberseite z.T. absorbiert und in Wärmeenergie umgewandelt. Diese wird je nach Materialeigenschaft und Bauteilstärke gespeichert bzw. weitergeleitet und an der Unterseite wieder abgestrahlt. Trifft diese Strahlungswärme auf den Körper eines Rindes, wird sie wiederum absorbiert. Zusammen mit der Wärmeenergie, die z.B. über die von Außen eintretende Luft transportiert wird (Konvektion), kann das bei den Tieren zu einer Verringerung der Wärmabgabe und damit zu Hitzestress führen (s. S. 58/59).

Die Absorption der Strahlung hängt von der Farbgebung und Material der Dacheindeckung ab. Der Dachaufbau soll den Wärmedurchgang verringern bzw. Wärmeenergie speichern, so dass an der Unterseite wenig Energie abgegeben wird. Die Dämpfung der Außentemperaturschwankungen bzw. die Verzögerung der Wärmewelle nach innen beschreibt das Temperaturamplitudenverhältnis (TAV).

Der Wärmedurchfluss hängt zum einen von den niedri-

gen Wärmedurchlasswiderständen  $R$  der Bauteilschichten (in Abhängigkeit zur Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  [W / mK]) ab, aus der sich der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) des gesamten Bauteils ableitet. Weitere physikalische Kenngrößen für diese Eigenschaften sind die spezifische Wärmekapazität  $c$  [kJ / kgK], die die notwendige Wärmemenge (kJ) angibt, um ein Kilogramm eines Stoffes um 1 Kelvin (K) zu erwärmen sowie die Wärmespeicherzahl  $S = c \cdot \rho$  [kJ / m³K] (Tab. 1). Das ist die notwendige Wärmemenge (kJ), um einen Kubikmeter eines Stoffes um 1 Kelvin (K) zu erwärmen. Dazu kommt der Wärmeindringkoeffizient  $b = \sqrt{\lambda \cdot c \cdot \rho}$  als Maß der Wärmeaufnahme und -abgabe eines Baustoffs.

Im Vergleich zu Dämmstoffen, die gleichfalls bei Stallanlagen zur Dämpfung des Temperaturamplitudenverhältnisses verwendet werden, zeigt Holz zwar eine höhere Wärmeleitfähigkeit. Durch die höhere spezifische Wärmekapazität und die höhere Masse kann deutlich mehr Wärme gespeichert werden. Der Kostenvergleich (s. S. 61 / Abb. 1)) unterschiedlicher Dachaufbauten zeigt die Konkurrenzfähigkeit mehrschichtiger Dachaufbauten mit einem Unterdach in Holz, zumal die Materialpreise Schwankungen unterworfen sind. Da es sich im Sommer um einen sog. instationären Wärmeaustausch handelt, kann die Auswirkung unterschiedlicher Baumaterialien auf das Temperaturamplitudenverhältnis derzeit nur empirisch (s. S. 61 / Abb. 2: Messung des Temperaturverlaufs an einem Gründach mit Unterdach in Holz) oder mit komplexen Rechenprogrammen ermittelt werden.

Material	Rohdichte $\rho$ [kg / m³]	Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ [W / m·K]	Spez. Wärmekapazität $c$ [kJ / kg·K]	Wärmeindringkoeffizient $b$ [kJ / m²h¹²K]	Wärmespeicherzahl $S = c \cdot \rho$ [kJ / m³·K]
kJ = Kilojoule; K = Kelvin (Temperaturunterschied 1 K = 1°C)					
Stahlbeton	2.400	2,10	1,00	142	2.400
Sand/ Kies	1.800	0,70	1,00	70	1.800
<b>Holz (Fichte, Kiefer, Tanne)</b>	<b>600</b>	<b>0,14</b>	<b>1,60</b>	<b>26</b>	<b>960</b>
Holzwohle-Leichtbauplatten	420	0,093	1,70	18	714
<b>Polystyrol</b>	<b>15-30</b>	<b>0,040</b>	<b>1,45</b>	<b>2,2</b>	<b>21-44</b>
<b>PU-Schaum</b>	<b>≥30</b>	<b>0,035</b>	<b>1,40</b>	<b>2,5</b>	<b>45</b>
<b>Mineralfaser-Dämmplatten</b>	<b>10-200</b>	<b>0,040</b>	<b>1,00</b>	<b>3,6</b>	<b>10-200</b>
Aluminium	2.700	200,00	0,80	1310	2.160
Stahl	7.800	60,00	0,40	860	3.120
Wasser	1.000	0,58	4,20	98	4.200

Tab. 1: Wärmespeicherung von Baustoffen (Quelle: W. Pistol, 2007)



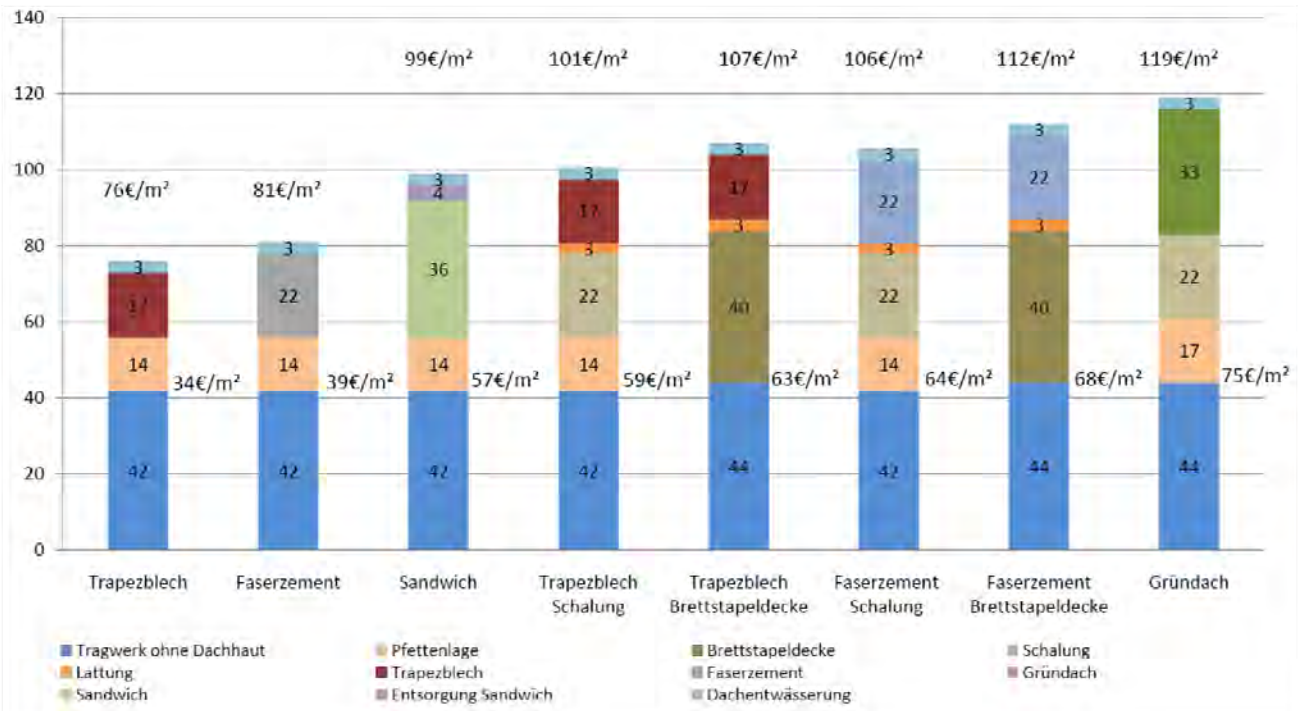
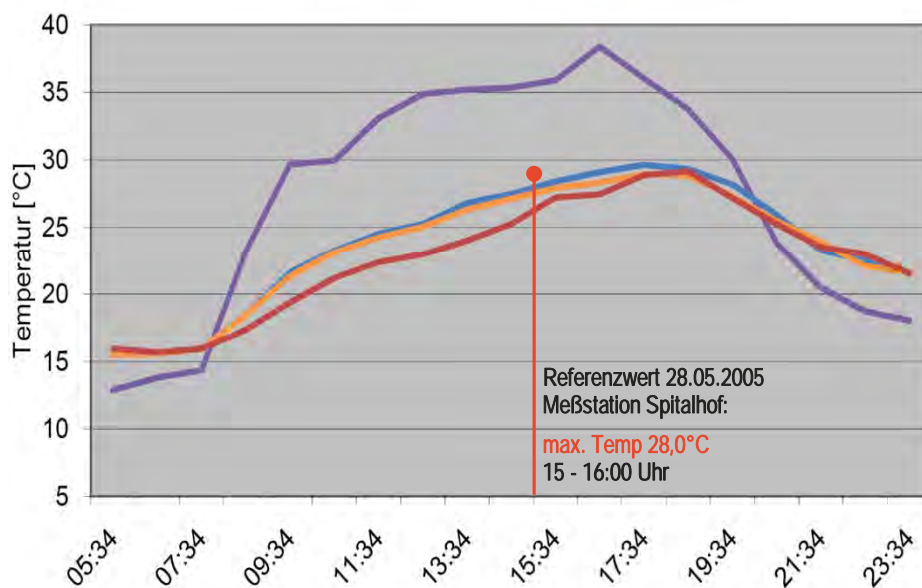


Abb. 1: Kostenvergleich zwischen unterschiedlichen Dachaufbauten (Netto, Stand 2009)

### Temperaturverlauf am 28.05.2005

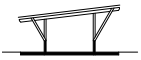


Dachaufsicht Gründach



Abb. 2: Messung des Temperaturverlaufs an der Dachober- und Unterseite eines Gründachs mit Phasenverschiebung und Temperaturunterschied von 8 K

# Ausblick



R-PD-ST-5,20



R-PD-BSK-5,20



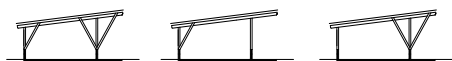
ES-PD-5,20



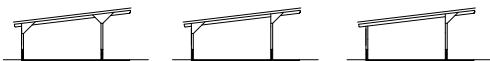
R-PD-ST-6,20 Typ 1 | Typ 2 | Typ 3



R-PD-BSK-8,60 Typ 1 | Typ 2



R-PD-ST-8,40 Typ 1 | Typ 2 | Typ 3



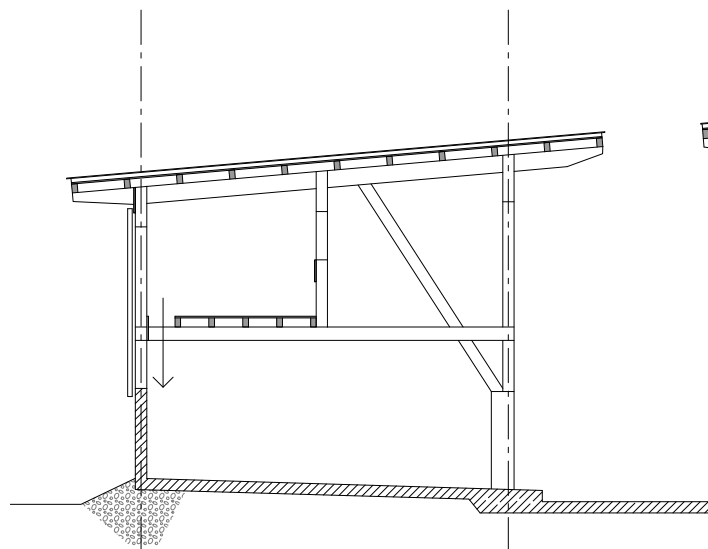
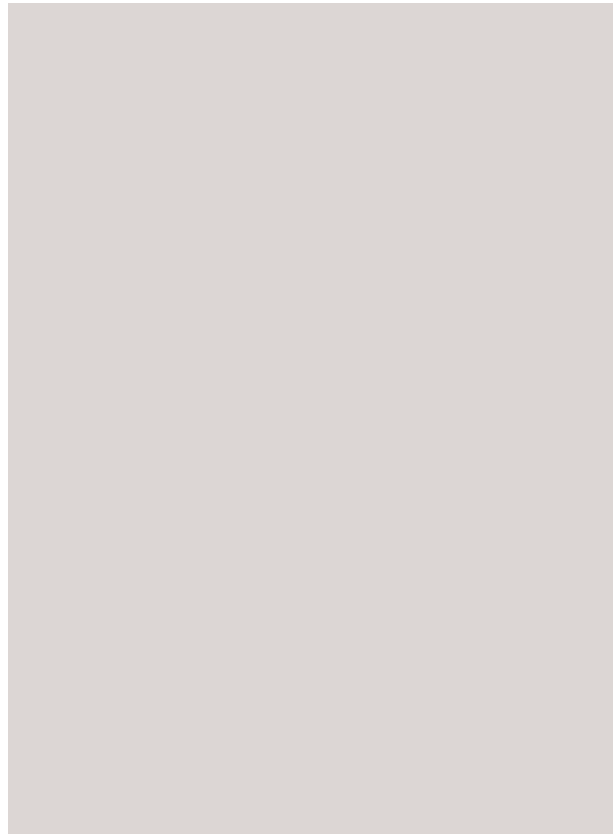
R-PD-BSK-8,40 Typ 1 | Typ 2 | Typ 3



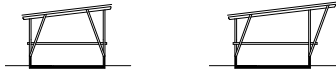
R-PD-ST-8,60/ 4,30/ 5,20 Typ 1 | Typ 2



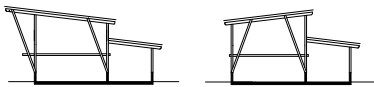
R-PD-ST-12,90/5,20 Typ 1 | Typ 2



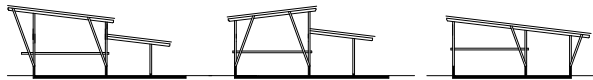
Beispiel eines Tragwerks für einen Mutterkuhstall



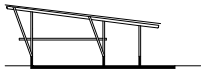
R-PD-ST-DL-8,60 Typ 1 | Typ 2



R-PD-ST-DL-8,60 / 5,20 Typ 1 | Typ 2



R-PD-ST-DL-8,60 / 5,20 Typ 1 | Typ 2



R-PD-ST-DL-8,60 / 4,20

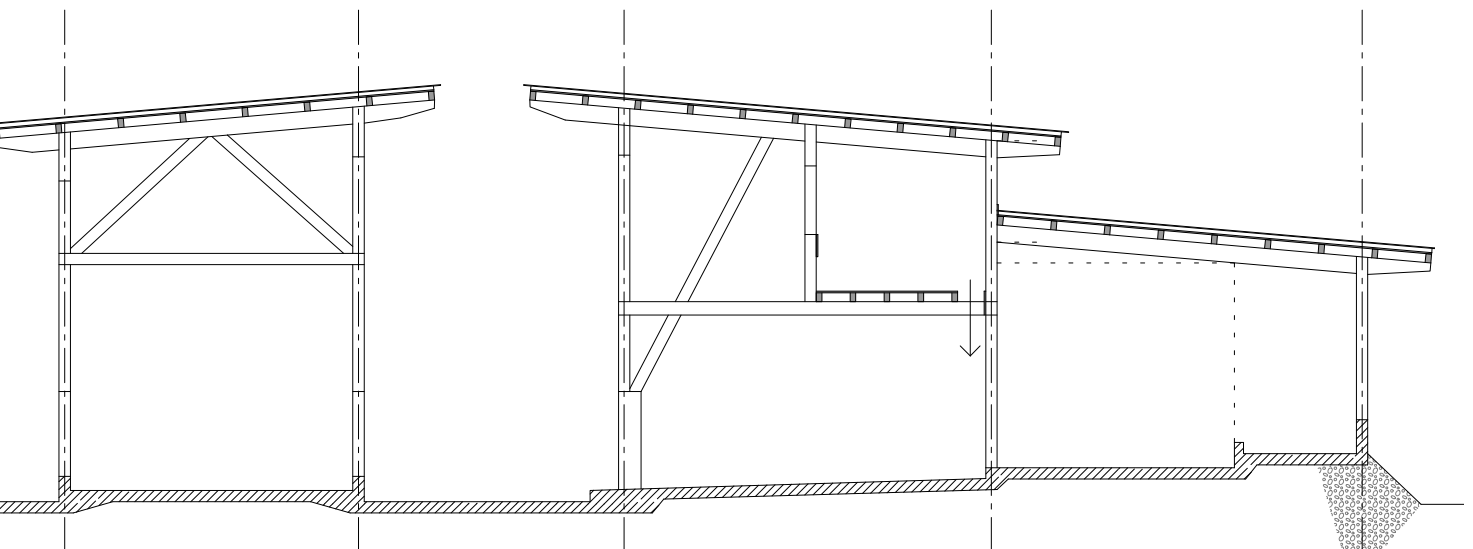


R-PD-ST-6,20 / 5,20 Typ 1 | Typ 2

Die Grundprinzipien für die Tragkonstruktion des Modulbausystems Grub-Weihenstephan™ sind:

- Nutzung einer statisch wirksamen Bodenplatte
- alt. Fertigteilpunktfundamente
- verbandsausgesteifte Konstruktionen
- (weitgehende) Verwendung von Vollholz
- Verwendung von Haupt- und Nebenerzeugnis

Diese Prinzipien lassen sich auf vielfältige Tragwerks- und Nutzungsvarianten übertragen, wie die schematische Übersicht und das Beispiel eines Tragwerks für einen Mutterkuhstall, das aus dem Modul R-PD-ST-DL-6,50 entwickelt wurde, zeigen.



# Weitspannende Tragwerke





Ein Kennzeichen der Entwicklung landwirtschaftlicher Betriebe ist Wachstum. Dies wird u.a. durch die steigende Zahl an Menschen, die ein Landwirt mit Nahrungsmitteln versorgt, veranschaulicht (s. Grafik Seite 64).

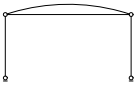
Auf den tierhaltenden Betrieben korreliert der Flächenbedarf für die Futtermittelgewinnung und Gülle-Ausbringung mit den wachsenden Beständen. Den gleichen Flächenzuwachs verzeichnen die Betriebe in den Ackerbaugebieten. Um die Schlagkraft zu erhöhen, werden zur Bewirtschaftung dieser Flächen immer größere Arbeitsmaschinen und Transportfahrzeuge eingesetzt.

Bzgl. der Nutzgebäude für die Tierhaltung zeigt sich, dass wachsende Bestandsgrößen nicht zwangsläufig mit einer Mehrung des umbauten Raums einhergehen. Hier bringt die Auflösung in kleinere bauliche Einheiten Vorteile bei der Funktion und beim Investitionsbedarf. Die definierte Lage der Funktionsachsen (Futtermittellage, Entmistung, Liegeboxenpflege) erlaubt auch beim Einsatz großer Maschinen Tragwerke mit geringen Spannweiten. Davon ausgenommen sind z.B. Reithallen, deren Abmessungen als freitragende Konstruktionen auf Grund des Hufschlagmaßes von 20 x 40 m bzw. 20 x 60 m (zzgl. Bande) vorgegeben ist.

Für die Unterbringung von Maschinen aber auch von Ernteerzeugnissen und sonstigem Lagergut ergibt sich dagegen auf Grund der Abmessungen der abgestellten Fahrzeuge und Geräte, des benötigten Lagervolumens sowie der Befahrung und Bewirtschaftung der Lagergebäude mit Fahrzeugen der Bedarf nach stützenfreien Konstruktionen mit größeren Spannweiten.



Tragkonstruktionen und bauliche Ausführung von Maschinen- und Lagerhallen zeigen zunächst den gleichen Standard wie beispielsweise in der Milchviehhaltung (s. Seite 14). Andererseits wurden von Landwirten innovative Projekte in Holzbauweise mit Planern und örtlichen Handwerksbetrieben realisiert. Diese sind im Rahmen des Interreg IV-Projektes „Bauen in regionalen Kreisläufen“ zeichnerisch und fotografisch dokumentiert und hinsichtlich der Tragwerkskonstruktion und baulichen Ausführung analysiert worden. Darüber hinaus wurden Werk- und Abbundhallen von Zimmereibetrieben erfasst, deren Ausführung auf die Funktionen landwirtschaftlicher Nutzgebäude übertragbar ist.

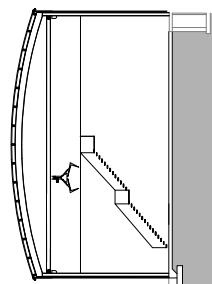


# Dokumentation - Halle 1

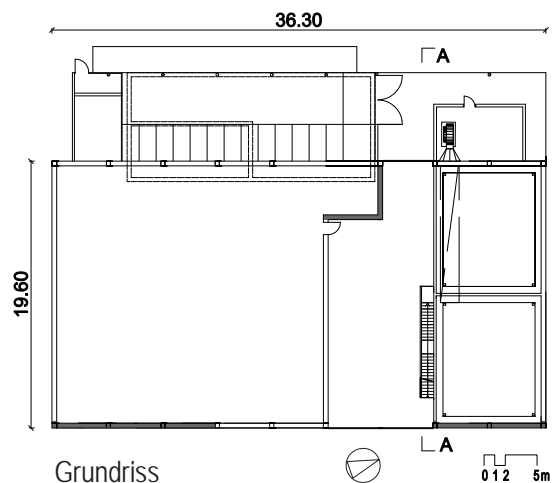


Nutzung	Trocknungshalle	
Gründung	Streifenfundament	Stahlbeton
	Bodenplatte	Stahlbeton
Tragwerk	Gebogener Binder mit Zugband	Holz / Stahl
	Pendelstützen	Holz
	Koppelpfetten	Holz
Aussteifung	Windverband	Holz
Fassade	Pfosten-Riegel-Konstruktion	Holz
	Schalung	Holz
Dach	Wellplatten	Blech
	Unterdach	Holz

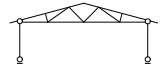
Ansicht



Schnitt



Grundriss



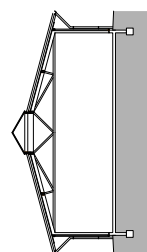
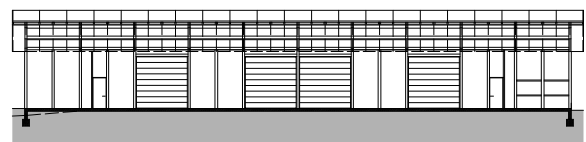
## Dokumentation - Halle 2



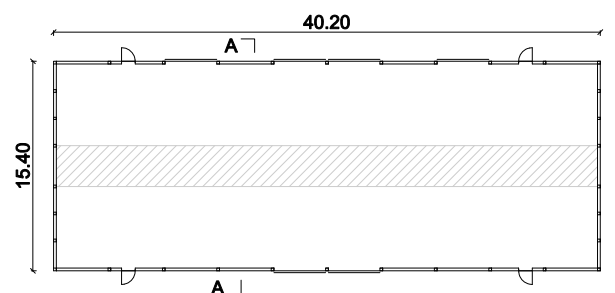
Nutzung	Maschinenhalle mit Werkstatt
Gründung	Streifenfundament Bodenplatte
Tragwerk	Fachwerksatteldachbinder Pfetten Wandtafelelemente (3-Schichtplatten mit Randrippen)
Aussteifung	Windverband
Fassade	3-Schichtplatten
Dach	Satteldach Unterdach

Stahlbeton
Stahlbeton
Holz
Holz
Holz
Holz
Holz
Holz
Ziegel
Holz

Schnitt



Schnitt



Grundriss



0 12 5m

## Interview - Halle 2



### Interview mit H. Kinzner

#### Wie sind Sie darauf gekommen, mit dem Büro Arc-Architekten, Birnbach zusammenzuarbeiten?

Ein Bekannter, der in der Nachbarschaft zugezogen ist, hatte von unserem Bauvorhaben erfahren. Er kannte Horst Biesterfeld, einem der damaligen Büroinhaber. So kam es zu einem ersten Treffen.

#### Wie war die Erfahrung, die Sie mit den Architekten gemacht haben?

Wir haben alles gemeinsam überlegt. Bevor wir an das Büro gekommen sind, hatten wir uns zunächst Gedanken gemacht, wie wir den bestehenden Vierseithof weiter nutzen könnten. Horst Biesterfeld hat dann den Vorschlag des Abbruchs eines Teils der alten Gebäude und die ersten Entwürfe für eine vollkommen neue Hofanlage zu Papier gebracht. Das hat uns sehr gut gefallen.

#### Welchen Stellenwert hat für Sie die Maschinenhalle?

Es soll mir an der Arbeitsstelle gefallen. Die Maschinen-

### Baukosten

Investitionsbedarf ca. 161.500 €

### Enthalten

Roh- / Ausbaurbeiten, Fußbodenheizung, Sonstiges

Netto, Kostenstand 2006

Realisierung einer Halle zur Unterbringung und Wartung von Maschinen und Motoren

### Besonderheiten:

Fußbodenheizung über Abwärme-Nutzung aus Biogasanlage

Preisträger beim KTBL-Bundeswettbewerb 2006

halle ist für uns fast wie ein Wohnzimmer, eigentlich zu schade zum Abstellen eines Güllefassens.

### Und die höheren Kosten?

Zum einen haben wir für die Halle außer einem zinsvergünstigten Darlehen keine Förderung bekommen. Zum anderen wollte ich mit der Halle über die Abschreibungszeit hinaus einen Wert schaffen, den ich bei der Hofübergabe gerne an meinen Sohn weitergebe.

### Wie ist Ihre Einstellung zum Baustoff Holz?

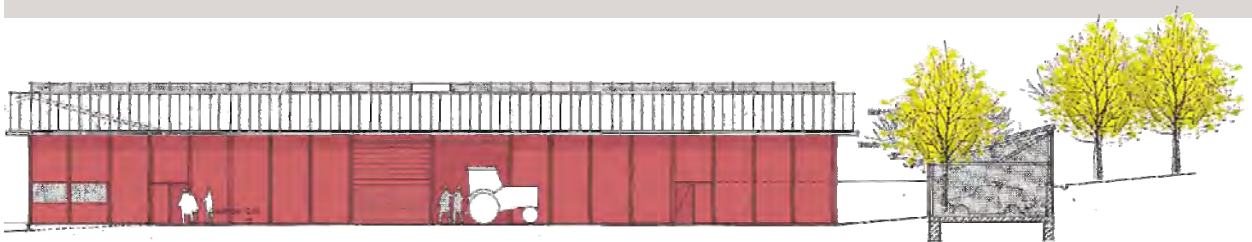
Wir denken derzeit an ein kleines Wohnhaus in Holz, das wir gerne mit dem Büro ARC-Architekten planen und bauen würden.

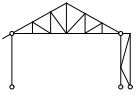
### Wer hat die Ausführung gemacht?

Die Zimmerei Stenger aus Kraiburg a. Inn. Der Bruder des Betriebsinhabers wohnt in Taufkirchen. Franz Stenger war sofort interessiert an dem Projekt und hat auch gleich ein Angebot geliefert.







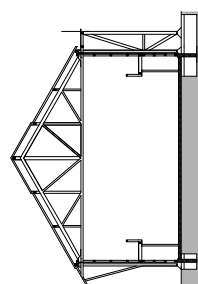
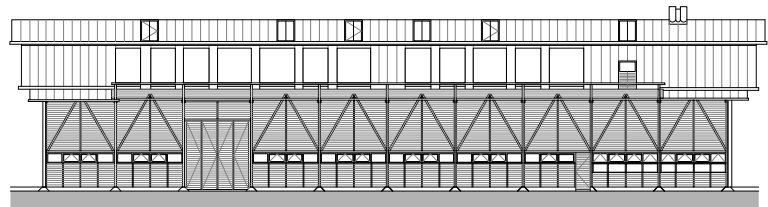


## Dokumentation - Halle 3

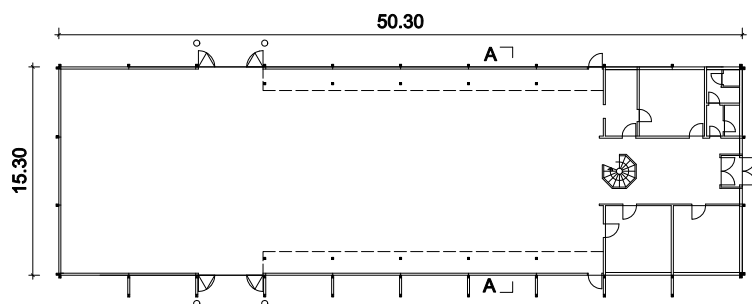


Nutzung	Lehr- und Versuchshalle für Futterkonservierung	
Gründung	Punktfundament	Stahlbeton
	Streifenfundament	Stahlbeton
	Bodenplatte	Stahlbeton
Tragwerk	Fachwerksatteldachbinder	Holz
	Pfetten	Holz
	Pendelstützen	Holz
Aussteifung	Böcke	Holz
	Windverbände	Holz
Fassade	Pfosten-Riegel-Konstruktion	Holz
	Schalung	Holz
Dach	Stehfalzdeckung	Blech
	Unterdach	Holz

Ansicht

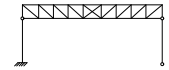


Schnitt



Grundriss

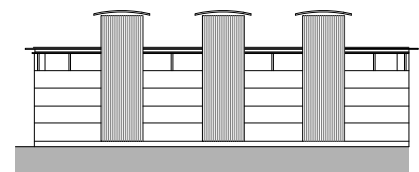




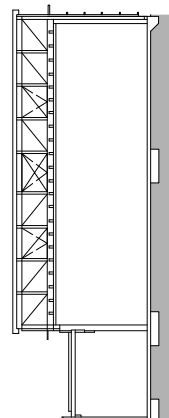
# Dokumentation - Halle 4



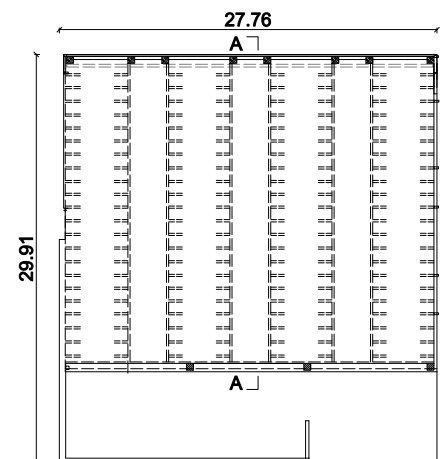
Nutzung	Abbundhalle	
Gründung	Köcherfundamente	Stahlbeton
	Bodenplatte	Stahlbeton
Tragwerk	doppelter Fachwerkbinder	Holz/Stahl
	Pfetten	Holz
	Pendelstützen	Holz
	Einspannstützen	Stahlbeton
Aussteifung	Windverband	Holz
	Einspannstützen	Stahlbeton
Fassade	Pfosten-Riegel-Konstruktion	Holz
	Schalung	Holz
Dach	Dichtbahn	
	Unterdach	Holz



Ansicht



Schnitt

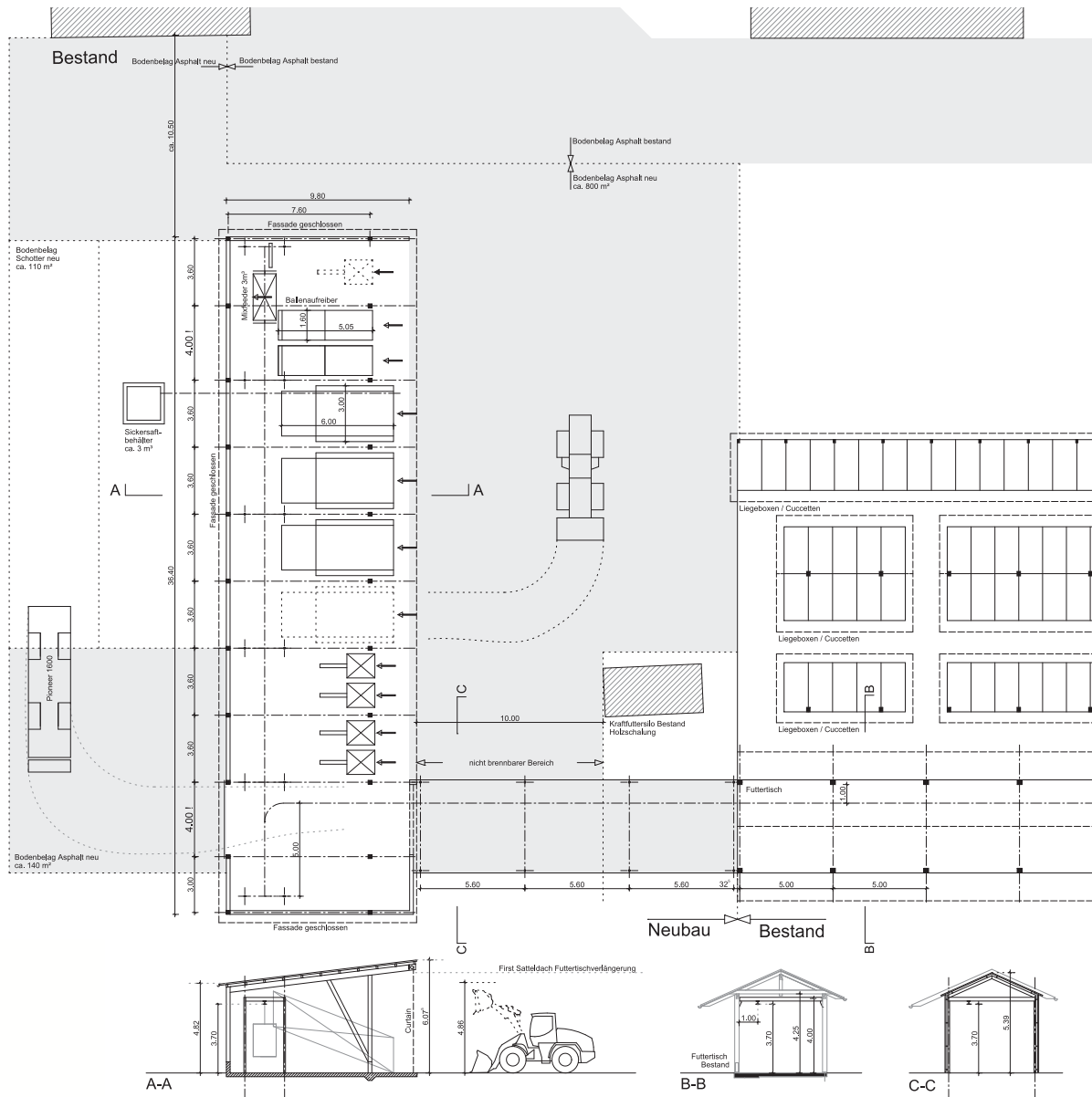


Grundriss



0 12 5m

# Geplante Pilotprojekte

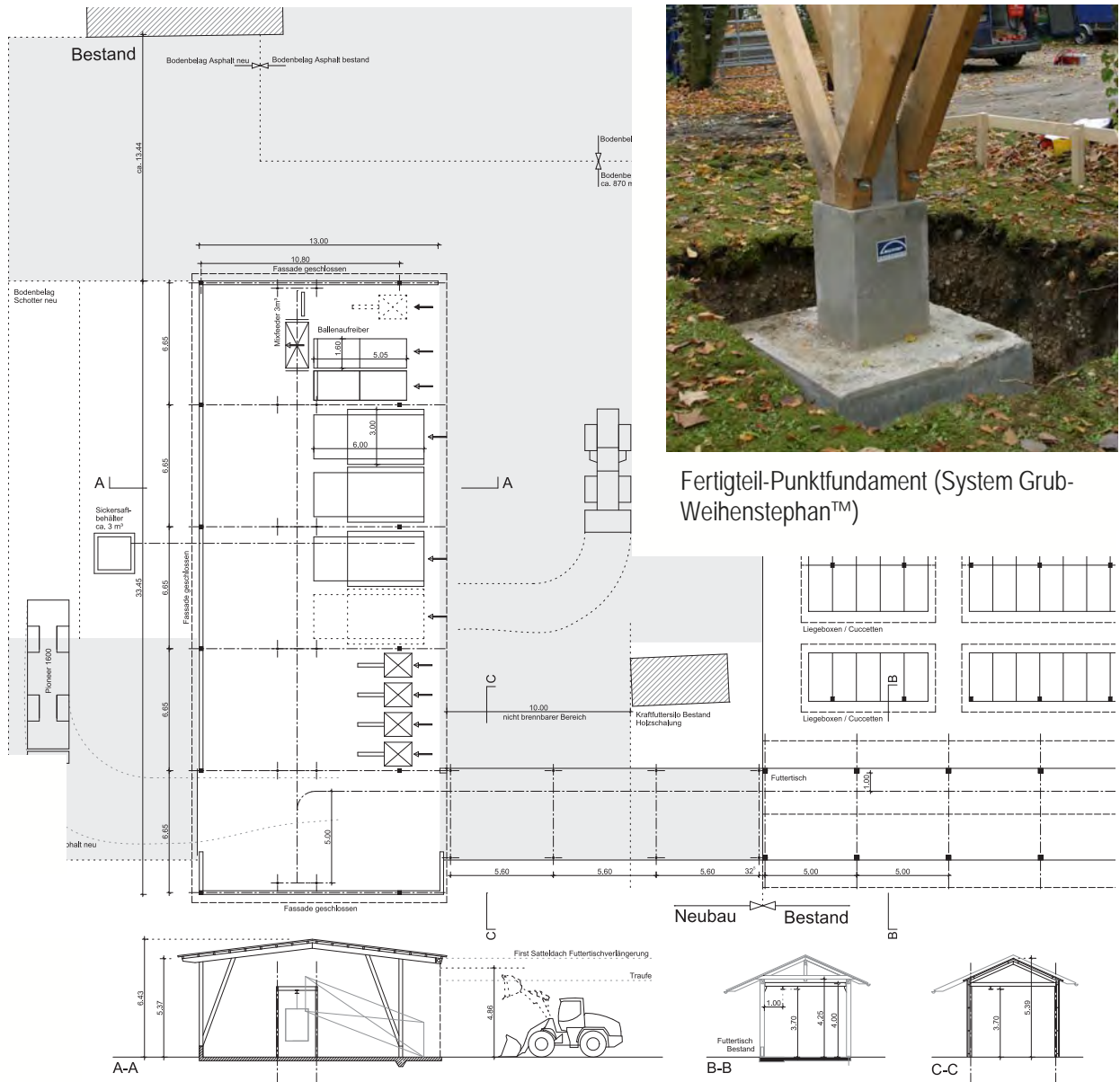


## Überdachung für eine automatische Grundfütterungsanlage

Ziel ist es, die im Rahmen des Interreg IV-Projektes „Bauen in regionalen Kreisläufen“ erarbeiteten Kriterien auch auf weitgespannte Tragsysteme zu übertragen:

- verbandsausgesteifte Konstruktionen
- (weitgehende) Verwendung von Vollholz
- Verwendung von Holz aus der Region
- Verwendung von Haupt- und Nebenerzeugnis

Bei der Entwurfsplanung von zwei alternativen Tragwerken zur Überdachung einer automatischen Grundfütterungsanlage als Pultdachhalle (Spannweite 7,60 m) oder Satteldachhalle (Spannweite 10,80 m) wurden diese Kriterien bereits umgesetzt. Die unterschiedlichen Gebäudebreiten ergeben sich aus der Fragestellung, welche Technik hier künftig eingebaut werden könnte.



Das Prinzip der flachgeneigten Dächer zur Verringerung der Windangriffsfläche wird beibehalten. Die Hallen werden von der Dimensionierung her für die vollflächige Aufnahme einer Photovoltaik-Anlage ausgelegt.

Eine Gründung mit Fertigteil-Punktfundamenten ist vorgesehen (s. kleine Abbildung). Damit ist es nicht not-

wendig, eine Bodenplatte als Flächengründung vorzuhalten. Die Fläche zwischen den Stützen kann je nach Nutzung gekiest oder z.B. mit Betonpflaster ausgeführt sein. Die Fundamente werden in die vorgesehenen Löcher auf ein nivelliertes Splittbett gesetzt. Das vereinfacht die Montage der Binder, die sowohl am Hof abgebunden als auch vorgefertigt geliefert werden können.

## Beratung, Planung und Ausführung

### Anlaufstellen für den Bauherrn

Ämter für Ernährung, Landwirtschaft  
und Forsten - Fachzentren

- kompetente, neutrale Beratung
- betrieblich angepasste Baulösungen
- Ökonomie
- Standortsicherung
- Förderung
- Haltung
- Bau/Technik
- betrieblich angepasste Baulösungen

Architekten, Planer und Ingenieure

- kompetente Dienstleistung
- betrieblich angepasste Baulösungen
- Planung für Bauantrag und Ausführung
- Angebotseinholung
- Bauleitung
- betrieblich angepasste Baulösungen

Handwerksbetriebe  
Baumeister und Zimmerei-Betrieb  
Fachfirmen

- kompetente Dienstleistung
- ggf. Planung für Bauantrag und Ausführung
- professionelle Ausführung
- betrieblich angepasste Baulösungen

Stallbaufirmen

- kompetente Dienstleistung
- Planung für Bauantrag und Ausführung
- professionelle Ausführung
- alles aus einer Hand (Generalunternehmer)

Betreuungsgesellschaften

- kompetente Beratung und Dienstleistung
- Investitionsbetreuung und -beratung
- Förderung und Anträge

## Beratung, Planung und Ausführung

Entwurf, Erstellung der Pläne und Genehmigungsunterlagen, Kostenermittlung, Einholung von Angeboten, Vergabe und bauliche Umsetzung bis hin zur Abnahme eines landwirtschaftlichen Bauvorhabens sind ein umfassender Prozess. Die Verantwortung dafür liegt zunächst beim Bauherrn (Art. 49 Grundpflichten, BayBO), der diese an Planer und ausführende Firmen überträgt.

Bei Fragen der Betriebswirtschaft, erster baulich-konzeptioneller Überlegungen, der Standortsuche in Abstimmung zu Genehmigungsbehörden und Trägern öffentlicher Belange stehen die staatlichen Beratungseinrichtungen zur Verfügung. Der Bauantrag erfordert den bauvorlageberechtigten Planer, die Ausführung den Fachplaner.

Leistungsverzeichnis				Stallprojekt (118)
01	LV	Holzbauarbeiten		
02	Titel	Holzbau		
Nr.	Leistungsbeschreibung	Menge/ Einh.	Preis (EP)	Gesamt (GP)
<b>02</b>	<b>Titel Holzbau</b>			
02.1	<p><b>Stallbinder Achse 2-14</b>                      Liefern, abbinden und montieren von Strebenbindern bestehend aus Streben, Zangenpfosten, Obergurt mit Längsstoss. Montieren und verankern auf bauseits erstellte Betonunterkonstruktion mit einbetonierten Stahlaschen zur Befestigung.</p> <p>Position beinhaltet alle Verbindungsmittel für den fertigen Binder und die Montage.</p> <p><b>Material: Bauschnittholz, Nadelholz nach DIN 1052, Festigkeitsklasse C24 nach DIN 1052, Holzfeuchte <math>u_m</math> 18% +/- 3%, Schnittklasse A nach DIN 68365, Einschnittart herzgetrennt, Oberfläche sägerauh</b></p> <p><b>Querschnitte: 8/24cm - 16/32cm</b></p> <p><b>Holzmenge für einen Binder: 1,55m<sup>3</sup></b></p>	26 Stk	EP.....	GP .....

Auszug aus einem Leistungsverzeichnis mit eindeutiger Beschreibung der Leistung als Einzelposition, mit Mengen-angabe und Einheitspreis

**Pos. 3) Wandverkleidung**  
 Umfangungswände und Wandriegel incl. Material bauseits.

**Pos. 4) Dacheindeckung**(Montage mit Mithilfe)  
 1015,0 m<sup>2</sup> Dachschalung 24 mm, sägerauh, naturbelassen, mit Schalungsbahn  
 Schalungsbereich Hauptgebäude  
 Schalungsbereich Überdachter Vorbereich  
 Schalungsbereich Futtertisch-Überdachung  
 evtl. nötiger Schneefang (mindestens 2 Reihen pro Dachseite)  
 wird mit 10.- € / lfm zzgl. Montage, zzgl. MwSt. berechnet.

**Pos. 10) Dachentwässerung**  
 Dachentwässerung incl. Material bauseits.

Auszug aus einem Angebot mit Einzelpositionen ohne Einheitspreise und ohne eindeutige Leistungsbeschreibung

## Beschreibung der Leistung

Für private Auftraggeber sind die Angebotseinholung und das Vergabeverfahren formal nicht geregelt. Die Gegenüberstellung von zwei rechtlich wirksamen Angebotsformen gibt einen Hinweis auf den Spielraum bei der Beschreibung von Bauleistungen.

Grundsätzlich gilt bei Werkverträgen das Bürgerliche

Gesetzbuch (§ 631ff. Werkvertrag). Dieses regelt die Pflichten und Rechte der Vertragspartner. Der Vertrag bedarf keiner schriftlichen Form. Allein „konkludentes“ Verhalten, also eine stillschweigende Willenserklärung eines Partners reicht für das Zustandekommen des Vertrags mit allen juristischen Folgen aus. Das ist vielen Bauherren häufig nicht bewusst.

## Angebotseinholung

Phase 1 Angebotseinholung / Eröffnung					
Firmen	A	B	C	D	E
<b>Σ Angebot 1</b>	58.200 €	189.300 €	135.000 €	101.500 €	117.800 €
	▶ Prüfung der Angebote auf Vollständigkeit				

Phase 2 Nachtragseinholung					
Firmen	A	B	C	D	E
<b>Σ Angebot 1</b>	58.200 €	189.300 €	135.000 €	101.500 €	117.800 €
Nachtrag 1			2.600 €	2.200 €	
Nachtrag 2	13.500 €		16.000 €		24.800 €
Nachtrag 3	15.700 €		14.200 €		
Angleichung	20.000 €			11.600 €	
	▶ Fehlende Dach- und Wandschalung				
	▶ Fehlende Türen / Tore				
	▶ Lohnansatz für Helfer bauseits				

### Vollständigkeit der Angebote - Praxisbeispiel

Grundlage für die Einholung von Angeboten bei ausführenden Firmen war die Eingabeplanung sowie ein persönliches Gespräch zur geplanten Baumaßnahme. Nach Abgabe der Angebote beim Bauherren (Phase 1) war Firma A mit 58.200 € der günstigste Bieter, Firma B mit 189.300 € der teuerste. Der Abstand zwischen dem erst- und zweitplatzierten Bieter (Firma D) lag bei 43.300 €.

Bei der Prüfung der Angebote ergaben sich fehlende Positionen für die Dach- und Wandschalung sowie für Türen und Tore. Über mehrere Wochen wurden die Nachträge eingeholt, Aufwand für den Planer und Zeit, die den Baubeginn verzögert. Erschwerend für die Aufbereitung kam hinzu, dass die Nachtragsangebote z.T. in vollkommen anderer Gliederung abgegeben wurden.



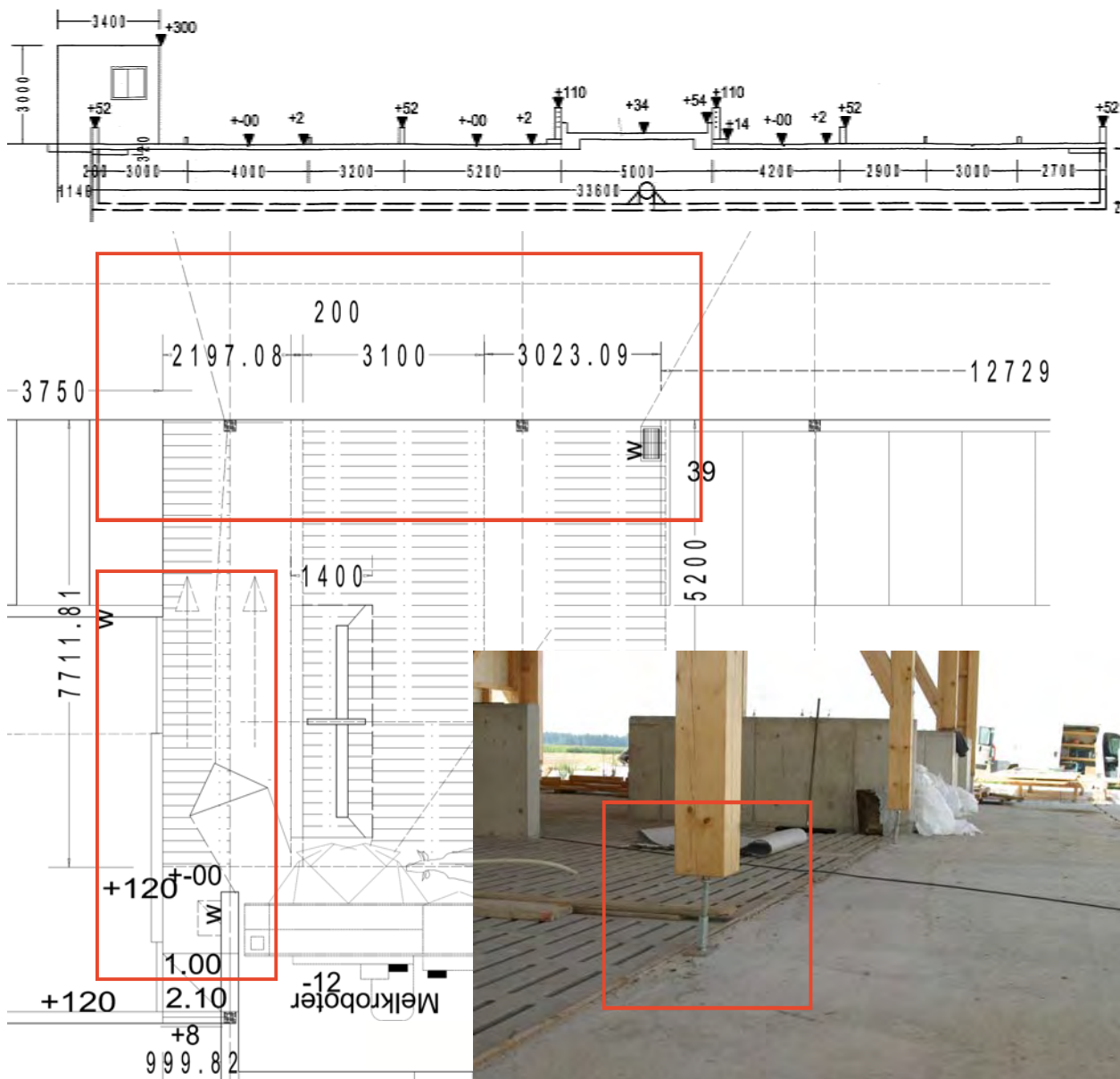
Phase 3 Kostenanschlag					
Firmen	A	B	C	D	E
<b>Σ Angebot 1</b>	<b>58.200 €</b>	<b>189.300 €</b>	<b>135.000 €</b>	<b>101.500 €</b>	<b>117.800 €</b>
Nachtrag 1			2.600 €	2.200 €	
Nachtrag 2	13.500 €		16.000 €		24.800 €
Nachtrag 3	15.700 €		14.200 €		
Angleichung	20.000 €			11.600 €	
<b>Σ Kostenanschlag</b>	<b>107.400 €</b>	<b>189.300 €</b>	<b>167.800 €</b>	<b>115.300 €</b>	<b>142.600 €</b>
<b>Σ Differenz</b>	<b>49.200 €</b>	<b>0 €</b>	<b>32.800 €</b>	<b>13.800 €</b>	<b>24.800 €</b>

Phase 4 Vergabe					
Firmen	A	B	C	D	E
<b>Σ Angebot 1</b>	<b>58.200 €</b>	<b>189.300 €</b>	<b>135.000 €</b>	<b>101.500 €</b>	<b>117.800 €</b>
Nachtrag 1			2.600 €	2.200 €	
Nachtrag 2	13.500 €		16.000 €		24.800 €
Nachtrag 3	15.700 €		14.200 €		
Angleichung	20.000 €			11.600 €	
<b>Σ Kostenanschlag</b>	<b>107.400 €</b>	<b>189.300 €</b>	<b>167.800 €</b>	<b>115.300 €</b>	<b>142.600 €</b>
<b>Σ Auftrag</b>				<b>124.300 €</b>	
<b>Σ Rechnung</b>				<b>129.400 €</b>	

Zur Vergleichbarkeit aller Angebote untereinander wurde die in den Vorgesprächen vereinbarte Stellung von Helfern über einen Lohnansatz eingerechnet. Beim Kostenanschlag lagen die Differenzsummen zum Angebot 1 zwischen 13.800 € bei Firma D und 49.000 € bei Firma A. Die Differenz zwischen erst- und zweitplatzierte Firma lag zu diesem Zeitpunkt nur mehr bei 7.900 €.

Den Zuschlag erhielt Firma D, da in der etwas höheren Angebotssumme eine hochwertigere Außenwandschalung enthalten war. Grundlage für den Vertrag war ein detailliertes Angebot. Die höhere Vergabesumme ergab sich aus einer zusätzlichen Position. Die Differenz zwischen Auftrags- und Rechnungssumme von 5.100 € war auf Grund zusätzlicher Leistungen plausibel.

# Planung



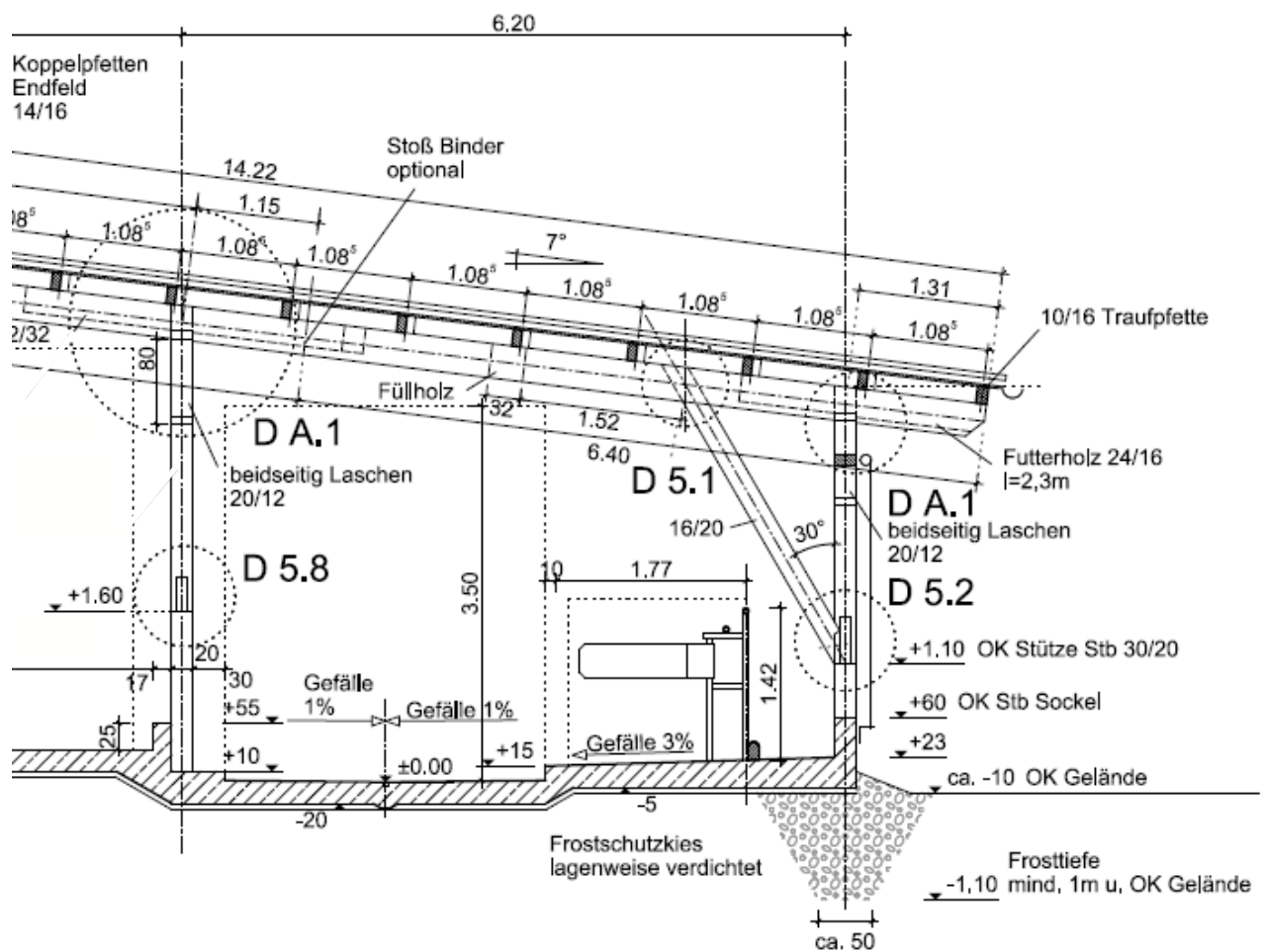
Unvollständiger Werkplan (Grundriss, Schnitt) mit unvollständigen Angaben zu den aufgehenden Bauteilen

## Planungstiefe - Praxisbeispiel

Für die Ausführung werden Werkpläne mit allen Angaben zum Roh- und Ausbau sowie zum Einbau und der Installation der Stalleinrichtung und Technik erstellt. Im oben dargestellten Fall wurde diese Leistung von der ausführenden Firma pauschal für 750 € angeboten.

Am Rohbauplan für den Grundriss ist erkennbar, dass

außer den Maßen für die Spalten keine weiteren Angaben zur Lage und zu den Abmessungen der Betonwandscheiben oder notwendigen Stützenfüße gemacht worden sind. Die Notwendigkeit der Beseitigung des Mangels wurde durch das nachfolgende Gewerk nicht mit dem Bauherrn kommuniziert. Die Lösung bietet keine Gewähr auf Standsicherheit und Dauerhaftigkeit.



Umfassender Werkplan mit notwendigen Höhenkoten, Maßketten, Angaben zu Dimensionierungen, Material etc.

Je mehr Vorgaben in der Planung gemacht werden, desto geringer ist das Risiko einer mangelhaften Ausführung. Dadurch werden Verzögerungen im Baufortschritt, Streitigkeiten zwischen Bauherrn und ausführenden Firmen bis hin zu nicht beseitigten Mängeln bei der Ausführung vermieden.

Der Bauherr muss entscheiden, wie viel ihm diese mögliche Leistung von Seiten der Planer bzw. der ausführenden Firmen wert ist. .

## Projektkoordinator und Projektpartner



### Projektkoordinator

Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und landwirtschaftliches Bauwesen  
in Bayern e.V. (ALB)  
Vöttinger Str. 36  
85354 Freising  
vertreten durch  
Dr. Martin R. Müller



### Projektpartner 1

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)  
Institut für Landtechnik und Tierhaltung  
Prof.-Dürrewächter-Platz 2  
85586 Poing-Grub  
vertreten durch  
Dipl. Ing. (Univ.) Architekt Jochen Simon  
Dipl. Ing. (FH) Christine Biermanski  
Dipl. Ing. (FH) Architekt Peter Stötzel  
Dipl. Ing. (FH) Martin Fischer



### Projektpartner 2

Landwirtschaftskammer Vorarlberg (LK)  
Planungsbüro der LK und ABB  
Montfortstraße 9  
A-6900 Bregenz  
vertreten durch  
Dipl.-Ing. Thomas Ölz  
Dipl. Ing. Dr. techn. Architekt Andreas Weratschnig



### Projektpartner 3

Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Kaufbeuren  
Heinzelmannstraße 14  
87600 Kaufbeuren  
vertreten durch  
Dipl. Ing. (FH) Architekt Konrad Knoll, Kaufbeuren



### Projektpartner 4

Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Pfarrkirchen  
Lärchenweg 10  
84347 Pfarrkirchen  
vertreten durch  
Dipl.-Ing. (FH) Johannes Mautner, Pfarrkirchen



#### **Projektpartner 5**

Technische Universität München  
Holzforschung München  
Winzererstr. 45  
80797 München  
vertreten durch  
Prof. Dr. Klaus Richter  
PD Dr. rer. silv. Gabriele Weber-Blaschke  
M.Sc. Christel Lubenau  
M.Sc. Sabine Helm



#### **Projektpartner 6**

Cluster-Initiative Forst und Holz in Bayern gGmbH  
Am Zentrum Wald-Forst-Holz Weihenstephan  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
vertreten durch  
Dipl.-Holzwirt (Univ.) Markus Blenk  
Gisela Goblirsch-Bürkert M.A.  
Dipl.-Holzbautechniker Anselm von Huene  
Dipl.-Forstwirt Alexander Schulze

## Autoren & Projektbearbeitung

### Autor

#### **Dipl. Ing. (Univ.) Architekt Jochen Simon**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Institut für Landtechnik und Tierhaltung  
Arbeitsgruppe Landwirtschaftliches Bauwesen  
Prof.-Dürrwaechter-Platz 2  
85586 Poing-Grub  
Tel. 0049 (0) 89 / 99 141-390  
jochen.simon@lfl.bayern.de

### Projektbearbeitung

#### **Dipl. Ing. (FH) Christine Biermanski**

#### **Dipl. Ing. (FH) Architekt Peter Stoetzel**

#### **Dipl. Ing. (FH) Martin Fischer**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Institut für Landtechnik und Tierhaltung  
Arbeitsgruppe Landwirtschaftliches Bauwesen  
Prof.-Dürrwaechter-Platz 2  
85586 Poing-Grub  
Tel. 0049 (0) 89 / 99 141-393  
Tel. 0049 (0) 89 / 99 141-392  
christine.biermanski@lfl.bayern.de  
peter.stoetzel@lfl.bayern.de

### Mitarbeit Planung Pilotbetriebe

#### **Dipl. Ing. (Univ.) Architekt Wolfgang Schön**

#### **Dipl.-Ing. agr. (FH) Johannes Zahner**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Institut für Landtechnik und Tierhaltung  
Arbeitsgruppe Landwirtschaftliches Bauwesen

### Zusammenarbeit Planung Pilotbetriebe

#### **Dipl. Ing. agr. (Univ.) Dr. Jan Harms**

#### **Dipl.-Ing. agr. (FH) Martin Kühberger**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Institut für Landtechnik und Tierhaltung  
Arbeitsgruppe Milchgewinnung und Prozesstechnik

### Co-Autoren

#### **Dipl.-Holzwirt (Univ.) Markus Blenk**

Leitung Geschäftsbereich „Bauen mit Holz“  
Cluster-Initiative Forst und Holz in Bayern gGmbH  
Am Zentrum Wald-Forst-Holz Weihenstephan  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1  
85354 Freising  
Tel. 0049 (0) 8161 / 71 5148  
blenk@cluster-forstholzbayern.de

#### **Gisela Goblirsch**

c/o pr-c.o.m.petence  
marketing communication  
Schwanenweg 32  
81827 München  
Tel. 0049 (0) 89 453 643 77  
goblirsch@cluster-forstholzbayern.de

#### **Anselm von Huene**

Dipl. Holzbautechniker, Zimmerermeister  
Planungsbüro INHOLZ  
Am Bache 9  
83646 Bad Tölz  
Tel. 0049 (0) 8041 / 79 689 12  
info@planen-inholz.de

#### **Alexander Schulze**

Geschäftsführung Netzwerk Forst Holz  
Abteilungsleiter C.A.R.M.E.N. e.V.  
Schulgasse 18  
94315 Straubing  
Tel. 0049 (0) 9421 / 960 384  
contact@carmen-ev.de

#### **Hannes Dietl**

Beratung und Gutachten  
Sachverständiger für die Sägewerksindustrie  
Edmaier 6  
94166 Stubenberg  
Tel. 0049 (0) 8573 / 242  
gutachten@hannedietl.de

#### **MSc Sabine Helm**

#### **MSc Christel Lubenau**

#### **PD Dr. rer. silv. Gabriele Weber-Blaschke**

Technische Universität München,  
Lehrstuhl für Holzwissenschaft  
Holzforschung München, Standort Freising  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 2  
85354 Freising  
Tel. 0049 (0) 8161 / 71 5635 oder 3944  
sabine.helm@tum.de  
lubenau@hfm.tum.de  
weber-blaschke@hfm.tum.de

#### **Prof. Dr. Klaus Richter**

Technische Universität München,  
Lehrstuhl für Holzwissenschaft  
Winzererstr. 45  
80797 München  
Tel. 0049 (0) 89 / 2180 6422  
richter@hfm.tum.de

#### **Stephanie Geischeder**

Dipl.-Ing. agr. (Univ.); Tierärztin  
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Institut für Landtechnik und Tierhaltung  
Prof.-Dürrwaechter-Platz 2  
85586 Poing-Grub  
Tel. 0049 (0) 89 / 99 141 - 394  
stephanie.geischeder@lfl.bayern.de

## In Zusammenarbeit mit

### **Betrieb Johann Dorn**

Hettisried 15  
87452 Altusried  
Vertreten durch  
Jürgen Königl

### **Betrieb Franz Mautner**

Gosting 1  
94036 Thyrnau

### **Betrieb Josef und Gertrud Bauer**

Daniel Bauer  
Manzing 12  
94065 Waldkirchen

### **Betrieb Johann Kinzner**

Schwergenham 4  
84574 Taufkirchen

### **Anselm von Huene**

Dipl. Holzbautechniker, Zimmerermeister  
Planungsbüro INHOLZ  
Am Bache 9  
83646 Bad Tölz  
Tel. 0049 (0) 8041 / 79 689 12  
info@planen-inholz.de

### **Alexander Schulze**

Geschäftsführung Netzwerk Forst Holz  
Abteilungsleiter C.A.R.M.E.N. e.V.  
Schulgasse 18  
94315 Straubing  
Tel. 0049 (0) 9421 / 960 384  
contact@carmen-ev.de

### **Zimmerei Ludwig**

Mühlweg 7  
82398 Polling—OT Etting  
Tel. 0049 (0) 8802 / 328  
info@zimmerei-ludwig-plonner.de

### **Zimmerei Bernhard Simon**

Haus und Holzbau GmbH  
Schlegldorf 67  
83661 Lenggries  
Tel. 00496 (0) 8042 / 9780 0  
info@simon-holzbau.de

### **Herbert Schlünß**

MAW GmbH & Co. KG  
Industriepark 46  
56594 Willroth  
Tel. 0049 (0) 2687 / 91 88 0  
info@maw-westerwald.de



**Halle 1**

Betrieb Götze, A - Lauterach  
Trocknungshalle  
Planung  
Sohm Holzbautechnik  
Bübel 818  
A-6861 Alberschwende

**Halle 2**

Betrieb Kinzner, Taufkirchen  
Maschinenhalle mit Werkstatt  
Planung  
Arc Architekten GbR  
Biesterfeld - Brennecke - Illig - Richter  
Alfons-Hundsrucker-Str. 11  
84364 Bad Birnbach

**Halle 3**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Grub  
Lehr- und Versuchshalle für die Futterkonservierung  
Planung  
Prof. Georg und Ingrid Küttinger  
Dipl.-Ingenieure Architekten  
Hirschgartenallee 11  
80639 München

**Halle 4**

Berchtold Holzbau, A - Wolfurt  
Abundhalle  
Planung  
Ing. Gerold Leuprecht  
Drittelackerweg 9  
A-6850 Dornbirn

INTERREG IV Bayern-Österreich  
Landwirtschaftliche Nutzgebäude in Holzbauweise

# Landwirtschaft Bauen in regionalen Kreisläufen

Interreg IV Bayern - Österreich 2007-2013

