

Fachunternehmen
informieren:

Landwirtschaftliches Bauen

mit

Kalksandstein

Industriegespräch



Impressum

Herausgeber:

Bauförderung Landwirtschaft e.V.,
Nevinghoff 40, 48147 Münster
in Zusammenarbeit mit dem
Bundesverband Kalksandsteinindustrie eV,
Entenfangweg 15, 30419 Hannover

Redaktion:

F. Koch, Garbsen
M. Lampe, Osnabrück
H. Lütke Laxen, Münster
Chr. Runge, Ahlhorn
H. Schwieger, Hannover
A. Winter, Hannover

Fachliche Begleitung:

Landwirtschaftskammer Niedersachsen,
Referat Bauen und Technik, Hannover

Gestaltung:

Monika Wagenhäuser,
KreaTec im Landwirtschaftsverlag
GmbH, Münster

© Bauförderung Landwirtschaft GmbH,
Münster,
3. Auflage, Juli 2010

Das Werk einschließlich aller seiner
Teile ist urheberrechtlich geschützt.
Jede Verwertung außerhalb der engen
Grenzen des Urheberrechtsgesetzes
ist ohne Zustimmung des Herausge-
bers unzulässig und strafbar. Das gilt
insbesondere für Vervielfältigungen,
Übersetzungen, Mikroverfilmungen und
die Einspeicherung und Verarbeitung in
elektronischen Systemen.

Kalksandstein **– was man wissen sollte**

Kalksandstein nach DIN V 106 5

- Herstellung
- Güteüberwachung
- KS-Bausystem
- KS-Bauteile zur Systemergänzung
- Verarbeitung
- Wandkonstruktionen

Wohnhäuser 11

- Wandkonstruktionen
- Niedrigenergiehaus/Energieeffizienzhaus
- Keller

Landwirtschaftliches Bauen – **eine Sonderform des Bauens**

Außen- und Innenwände **aus Mauerwerk** 13

- Anforderungen und Bauweisen
- Auswahlkriterien für die Baustoffwahl bei landwirtschaftlichen Betriebsgebäuden

Kalksandsteine in Ställen mit **steuerbaren raumklimatischen** **Anforderungen** 15

- Anforderungen der Tiere beeinflussen die Bauweise
- Klimagestaltung im Schweinestall

Kalksandstein in Ställen **mit Außenklimabedingungen** 19

Unterbau von Stallanlagen 21

- Rechtliche Grundlagen
- Bauausführung
- Entmistungsverfahren

Futter- und Festmistlager 23

Hallenbau 24

- Auswahlkriterien für Wandbaustoffe
- Besondere Anforderungen an Lagerhäusern

Beratungsstellen

Offizialberatung 27

Fachunternehmen
informieren:

Landwirtschaftliches Bauen
mit

Kalksandstein

Industriegespräch

Einsatzbereiche von Kalksandstein:

Stallwände

Schweinställe
Rinder-, Schaf- und Ziegenställe
Geflügelställe
Pferdeställe

Unterbau von Stallanlagen

Entmistungskanäle

Futter- und Festmistlagerstätten

Umwandungen
Überdachte Lagerplätze

Hallenbau

Maschinenhallen
Lagerhäuser für landwirtschaftliche Produkte
Reithallen

Wohnhäuser

Vorwort

Bei der Errichtung landwirtschaftlicher Wirtschaftsgebäude, vor allem von Stallanlagen, sind umfassende Kenntnisse hinsichtlich der zu verwendenden Baustoffe erforderlich. Die Anforderungen an landwirtschaftliche Bauvorhaben gehen häufig über die üblichen Anforderungen im Wohnungsbau hinaus. Bei Stallgebäuden müssen sowohl die tierischen Belange als auch die menschlichen Bedürfnisse berücksichtigt werden. Die Auswahl der Baustoffe ist daher von vielen Faktoren z. B. Trag- und Speicherfähigkeit, Resistenz gegen Wasserdampf, Gase und Nagetiere, Reduzierung des Energieverbrauchs, Schlagregensicherheit, ästhetische Aspekte usw., abhängig. Aufgrund der großen Produktpalette können moderne, in der Praxis bewährte Baustoffe wie z. B. Kalksandstein, den Anforderungen gerecht werden.

Die Bauförderung Landwirtschaft will mit der Veröffentlichung „Industriegespräch – Landwirtschaftliches Bauen mit Kalksandstein“ auf Kriterien und verschiedene Einsatzmöglichkeiten von Kalksandstein hinweisen. Dabei werden allgemeine Anforderungen an die Bauausführung von verschiedenen landwirtschaftlichen Gebäuden ebenso wie Auswahlkriterien für Baustoffe beschrieben. Im gewissen Umfang wird auch auf rechtliche Grundlagen hingewiesen.

Die Aussagen in der neuen Broschüre Industriegespräch beruhen im Wesentlichen auf Erfahrungen und Kenntnissen von Fachfirmen, Beratungsinstitutionen und Instituten, die Mitglieder der BFL sind. Für die fachliche Unterstützung, die großes Wissen und Engagement erfordert, sei allen Autoren und Mitarbeitern recht herzlich gedankt.

Sinn und Zweck der Broschüre ist es, bauwillige Landwirte, aber auch Berater, gezielt mit Informationen zu versorgen. Eine detaillierte Beratung durch Baufachleute oder Bauunternehmen kann jedoch durch die Broschüre nicht ersetzt werden und sollte vor Durchführung einer Baumaßnahme stets erfolgen.

Die im Anhang genannten Officialberatungsstellen sowie die KS-Beratungsgesellschaften geben allen Bauwilligen gerne Hilfestellung bei Fragen, die das landwirtschaftliche Bauwesen mit Kalksandstein betreffen.



Gerd Franke
Sprecher Fachbeirat Landwirtschaft der BFL

Kalksandstein – was man wissen sollte

Kalksandstein nach DIN V 106

Kalksandsteine sind Mauersteine, die aus den natürlichen Rohstoffen Kalk und kieselsäurehaltigen Zuschlägen hergestellt werden.



Kalksandsteine in der Tragschale von Stallbauten in zweischaliger Bauweise

Herstellung

Kalk und Sand aus den heimischen Abbaustätten werden im KS-Werk in Silos gelagert. Die Rohstoffe werden nach Gewicht dosiert und intensiv miteinander gemischt. Mit vollautomatisch arbeitenden Pressen werden die Steinrohlinge geformt. Es folgt das Härten der Rohlinge unter geringem Energieaufwand bei Temperaturen von 200 bis 220 °C unter Sattampfdruck etwa vier bis acht Stunden.

Nach dem Härten und Abkühlen sind die Kalksandsteine gebrauchsfertig, eine werkseitige Vorlagerung ist nicht erforderlich. Kalksandsteine werden für tragendes und nicht tragendes Mauerwerk vorwiegend zur Erstellung der Außen- und Innenwände verwendet. Für tragende Wände gilt DIN 1053, für nicht tragende Wände DIN 4103.

Güteüberwachung

Nach DIN V 106 unterliegen die Kalksandsteine einer ständigen Güteüberwachung. Die Güteüberwachung besteht i. d. R. aus der werkseigenen Produktionskontrolle (WPK) und der Fremdüberwachung. Die Kalksandsteine werden vom Herstellwerk gekennzeichnet und deklariert.

Die wesentlichen Merkmale von Kalksandsteinen sind:

- widerstandsfähig gegen mechanische Beanspruchungen
- durch hohe Steindruckfestigkeit für hoch belastbares Mauerwerk geeignet
- harte und widerstandsfähige Oberfläche / glatte Oberfläche ohne scharfe Grate
- hohe Maßgenauigkeit und planebene Oberfläche
- außen und innen anwendbar

- nicht brennbar – Baustoffklasse A nach DIN 4102 – damit werden auch hohe Brandschutzanforderungen bei wirtschaftlichen Wanddicken erfüllt
- hoch Schall dämmend bei hohen Rohdichteklassen 1,8 bis 2,0 (kg/dm³)

KS-Bausystem

Von der Kalksandsteinindustrie wird eine Vielzahl an Formaten für die Handvermauerung und für das Mauern mit Versetzgerät angeboten. Das KS-Bausystem umfasst neben den Steinformaten für die Erstellung von Mauerwerk nach DIN 1053 auch Bauteile zur Systemergänzung sowie Sonderprodukte.

Die KS-Produktpalette reicht von traditionellen, kleinformatigen Kalksandsteinen zur Handvermauerung (KS-Vollsteine und KS-Lochsteine) über Steine mit Nut-Feder-System (KS-R-Steine) zu KS-Bauplatten zur Erstellung von schlanken nicht tragenden Wänden. Besonders wirtschaftlich sind KS-Plansteine und großformatige KS XL, da diese mit Dünnbettmörtel verarbeitet werden. Steine zur Erstellung von Sichtmauerwerk runden die KS-Produktpalette ab.

Steinarten

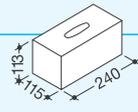
Kalksandsteine werden in verschiedenen Eigenschaften für unterschiedliche Anwendungsbereiche angeboten. Bei der Unterscheidung der Steinarten sind verschiedene Kriterien zu beachten:

- Lochanteil gemessen an der Lagerfläche (Vollsteine/Lochsteine)
- Stoßfugenausbildung, z. B. R-Steine (mit Nut-Feder-System für Verarbeitung ohne Stoßfugenvermörtelung)
- Schichthöhe
- Steinhöhe „Normal-“ oder „Planstein“
- Kantenausbildung (Fase)
- Frostwiderstand

Beispiele für KS-Steinbezeichnungen und Kurzbezeichnungen

KS-Verblender

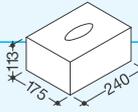
Festigkeitsklasse 20 – Rohdichteklasse 2,0
KS Vb 20-2,0-2 DF



2 DF

KS-Lochstein

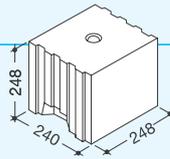
Festigkeitsklasse 12 – Rohdichteklasse 1,4
KS-L 12-1,4-3 DF



3 DF

KS-R-Planstein

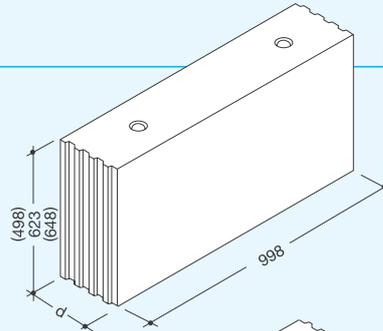
Festigkeitsklasse 12 – Rohdichteklasse 1,8
KS-R P 12-1,8-8 DF (240)



8 DF (240)

KS XL-Planelement¹⁾

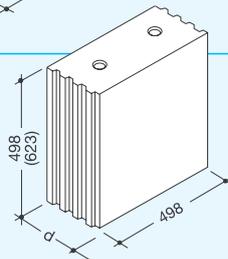
Festigkeitsklasse 16
Rohdichteklasse 2,0
KS XL-PE 16-2,0 – 998 x d x h



KS XL-PE

KS XL-Rasterelement¹⁾

Festigkeitsklasse 20
Rohdichteklasse 2,0
KS XL-RE 20-2,0 – 498 x d x h



KS XL-RE

Die örtlich lieferbaren Kalksandsteinarten und -formate sind den Produktprogrammen der KS-Werke zu entnehmen.

¹⁾ Im Markt sind unterschiedliche Marken bekannt.

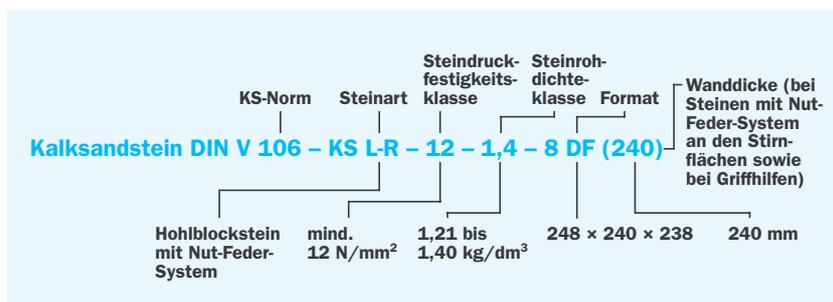


Bild 7: Bedeutung der Kurzzeichen (Beispiel)

Stein-Bezeichnungen

Die Bezeichnung der Kalksandsteine erfolgt nach DIN V 106. Sie setzt sich zusammen aus der Steinsorte, der DIN-Hauptnummer, der Steinart, der Steindruckfestigkeitsklasse, der Steinroh-dichte-klasse und dem Format-Kurzzeichen. Ab dem Format 4 DF ist zusätzlich die Wanddicke anzugeben.

Anstelle des Format-Kurzzeichens dürfen auch die Maße in der Reihenfolge Länge/Breite/Höhe angegeben werden. Dies gilt stets bei Plansteinen, KS XL, Fasensteinen und Bauplatten.

KS-Verblender

Unter dem Oberbegriff „KS-Verblender“ werden in der Baupraxis folgende Steinarten angesprochen, die hinsichtlich des Frostwiderstandes geprüft sind und die i. d. R. für hochwertiges Sicht-mauerwerk eingesetzt werden:

KS-Verblender (KS Vb) nach DIN V 106

- Frostwiderstand, geprüft bei 50 Frost-Tau-Wechseln
- Steindruckfestigkeit (SFK) ≥ 16
- erhöhte Anforderungen an die Maßhaltigkeit (zulässige Abweichungen im Mittel ± 1 mm)

KS-Vormauersteine (KS Vm) nach DIN V 106

- Frostwiderstand, geprüft bei 25 Frost-Tau-Wechseln
- Steindruckfestigkeit (SFK) ≥ 10
- übliche Anforderungen an die Maßhaltigkeit (zulässige Abweichungen im Mittel ± 2 mm)

Frostwiderstandsfähigkeit

Kalksandsteine, die der Witterung ausgesetzt sind (z. B. in der Verblendschale von zweischaligem Mauerwerk), müssen frostwiderstandsfähig sein. Der Nachweis dieser wichtigen Eigenschaft erfolgt nach einem in DIN V 106 definierten Prüfverfahren, bei dem die Steine einer extremen Beanspruchung (25 Frost-Tau-Wechsel bei KS Vm bzw. 50 Frost-Tau-Wechsel bei KS Vb) ausgesetzt werden. Die Temperatur wechselt im Verlauf der Prüfung, die mit einer optischen Beurteilung abschließt, zwischen -15 °C und $+20$ °C.

Bei Außenwänden aus nicht frostwiderstandsfähigen Steinen ist ein Außenputz, der die Anforderungen der DIN V 18550 erfüllt, anzubringen oder ein anderer Witterungsschutz vorzusehen.

Steindruckfestigkeitsklasse (SFK)

Die Steindruckfestigkeit wird in N/mm^2 angegeben. In der Praxis werden im Wesentlichen die Steindruckfestigkeitsklassen 12 und 20 hergestellt.

Zu berücksichtigen sind die Anforderungen an die Steindruckfestigkeit nach DIN V 106:

- KS-Vormauersteine (KS Vm): ≥ 10
- KS-Verblender (KS Vb): ≥ 16

Steinrohrichteklasse (RDK)

Die Steinrohrichte wird in kg/dm^3 angegeben. Das Steinvolumen wird einschließlich etwaiger Lochungen und Grifföffnungen ermittelt. Die Einteilung erfolgt in Steinrohrichteklassen. In der Praxis werden im Wesentlichen die RDK 1,4 – 1,8 und 2,0 hergestellt.

KS-Bauteile zur Systemergänzung

Sonderbauteile der Kalksandsteinindustrie tragen wesentlich zur Rationalisierung des Bauablaufs bei. Rohstoffbedingte Farbunterschiede zwischen Sonderbauteilen und den KS-Verblendern sind nicht zu vermeiden. Sie beeinträchtigen aber das Aussehen nicht wesentlich. Bei farbiger Oberflächenbehandlung des Mauerwerks spielen diese Farbunterschiede ohnehin keine Rolle.

Übliche Steindruckfestigkeitsklassen (SFK) von Kalksandstein

Steindruckfestigkeitsklasse ¹⁾	10 ²⁾	12	16 ²⁾	20	28 ²⁾
Mittelwerte der Druckfestigkeit in N/mm^2	12,5	15,0	20,0	25,0	35,0

¹⁾ Entspricht auch dem kleinsten zulässigen Einzelwert der jeweiligen SFK. ²⁾ Nur auf Anfrage regional lieferbar.

Übliche Steinrohrichteklassen (RDK) und Wärmeleitfähigkeiten von Kalksandstein

Steinrohrichteklasse (RDK) ¹⁾	1,2 ²⁾	1,4	1,6 ²⁾	1,8	2,0	2,2 ²⁾
in kg/dm^3 (Klassengrenzen) ³⁾	1,01 bis 1,20	1,21 bis 1,40	1,41 bis 1,60	1,61 bis 1,80	1,81 bis 2,00	2,01 bis 2,20
Wärmeleitfähigkeit λ in W/(mK)	0,56 bzw. 0,33 ⁴⁾	0,70	0,79	0,99	1,1	1,3

¹⁾ Die Steinrohrichteklassen werden jeweils ohne Bezeichnung (Einheit) angegeben. ²⁾ Nur auf Anfrage regional lieferbar. ³⁾ Einzelwerte dürfen darunter liegen. ⁴⁾ KS-Wärmedämmsteine nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung

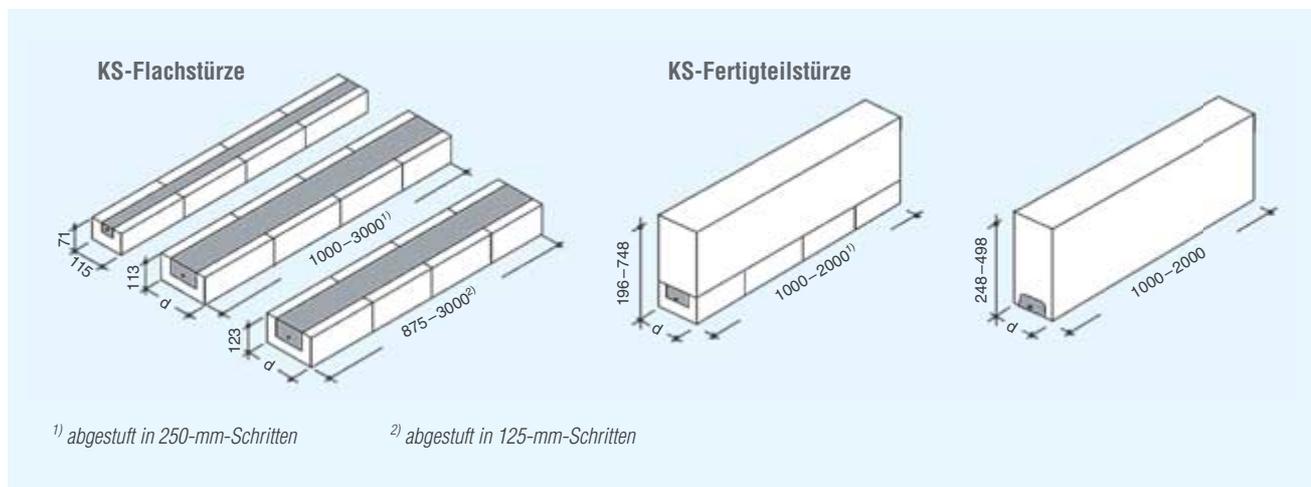
KS-Flachstürze müssen am Auflager mindestens 11,5 cm tief in einem Mörtelbett einbinden und mit ihrer Schale nach unten liegen.

Beim Einbau ist die Oberseite des Sturzes vor dem Aufmauern der Druckzone zu reinigen und anzunässen. Die Montageunterstützung muss bleiben, bis die übermauerten Schichten eine ausreichende Festigkeit erreicht haben. Allgemein genügen sieben Tage. Alle Lasten aus Fertigteildecken oder Schalungen für Ortbetondecken müssen bis dahin gesondert abgefangen werden.

KS-Fertigteilstürze werden beim Aufmauern der großformatigen Kalksandsteine (KS XL) mit dem Versetzgerät eingebaut und sind sofort belastbar.

KS-U-Schalen werden für Ringbalken, Stürze und Schlitze im Mauerwerk verwendet. Sie sind maßgenau, flächeneben und weitgehend unempfindlich gegen Bruch – wie übliche KS-Steinformaten.

Beispiele für Kalksandstein-Stürze



Verarbeitung

KS-Mauerwerk ohne Stoßfugen- vermörtelung

Beim Mauerwerk ohne Stoßfugenvermörtelung werden die KS-Steine knirsch auf der vorher mit Mörtel aufgezogenen Lagerfuge aneinandergereiht. Die an den Stirnflächen der Steine vorhandenen Nut-Feder-Systeme erleichtern es dem Maurer, ebene Wandflächen zu erstellen. Ein Verkanten der Steine wird dabei verhindert; das Mauerwerk ist bereits in der Rohbauphase optisch dicht. Die nach DIN 1053 maximal zulässige Stoßfugendicke von ≤ 5 mm ist mit Kalksandsteinen problemlos einzuhalten. In Ausnahmefällen kann es erforderlich werden, die Stoßfugen zu vermörteln.

Dies gilt u. a. bei:

- einschaligem Mauerwerk ohne Putz, bei dem Winddichtigkeit gefordert ist und
- der Druckzone über Flachstützen.

Bereits durch einseitigen Putz (> 10 mm) oder beidseitigen Dünnlagenputz (2×5 mm) wird die Luft- und Winddichtigkeit hergestellt.

Stumpfstoßtechnik

Die liegende Verzahnung bedeutet in vielen Fällen eine Behinderung beim Aufmauern der Wände, bei der Bereitstellung der Materialien und beim Aufstellen der Gerüste. Stumpfgestoßene Wände vermeiden diese Nachteile. Bei der Bauausführung ist zu beachten, dass die Stoßfuge zwischen Längswand und stumpf gestoßener Querwand voll vermörtelt

wird. Die Vermörtelung ist aus schalltechnischen und statischen Gründen wichtig. Aus baupraktischen Gründen wird empfohlen, den stumpfen Wandanschluss durch Einlegen von Edelstahl-Flachankern zu sichern.

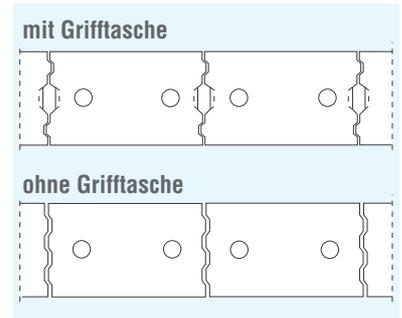
Die wesentlichen Vorteile der Stumpfstoßtechnik sind:

- Stumpfstoß ist zwischen allen Wänden möglich. Ausnahme: Außenecken von Kelleraußenwänden
- mehr Bewegungsspielraum und Lagerfläche auf der Geschosdecke
- vereinfachter Einsatz von mechanischen Versetzhilfen und Gerüsten

Mörtelauftrag

Der Lagerfugenmörtel – wahlweise als Normalmörtel oder Dünnbettmörtel – wird vorzugsweise mit dem Mörtelschlitten aufgezogen. Es entsteht eine gleichmäßig dicke Lagerfuge. Das Mauern in Dünnbettmörtel beginnt grundsätzlich mit der Ausgleichsschicht – in Normalmörtel. Sie dient gleichzeitig zur Herstellung eines planebenen Niveaus in Längs- und Querrichtung.

Die KS-Produktpalette bietet für das Vermauern in Normalmörtel oder Dünnbettmörtel eine Vielzahl von Formaten an. Beim konventionellen Mauern in Normalmörtel werden die Steine mit einer Lagerfugendicke von 1,2 cm versetzt. Beim typischen Verblendmauerwerk aus kleinformatigen Steinen (DF, NF, 2 DF und 3 DF) ergeben sich Stoßfugen von ca. 1 cm Dicke.



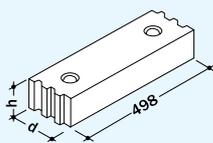
KS-Mauerwerk ohne Stoßfugenvermörtelung (Draufsicht)

Um den Bauablauf zu rationalisieren, wurden sog. KS-R-Steine für das Versetzen in Normalmörtel entwickelt. Diese sind durch das Nut-Feder-System mit angeformten Griffhilfen gekennzeichnet, mit dem ein erheblicher Arbeitsfortschritt erzielt werden kann.

Vorwiegend werden Kalksandsteine in Dünnbettmörtel (Lagerfugendicke 2 bis 3 mm) vermauert. Dabei werden KS-R-Plansteine mit Steinhöhen 123 oder 248 mm verwendet. Dies gilt auch für die großformatigen Steine (KS XL) mit Höhen von 498/623 bzw. 648 mm. Mit dieser Bauweise lässt sich der Arbeitsfortschritt deutlich beschleunigen. Zeit- und damit Kostenvorteile sind die Folge. Arbeitserleichterungen werden durch den Einsatz von Versetzgeräten erzielt, die bei großformatigen Steinen aufgrund des hohen Verarbeitungsgewichtes erforderlich sind.

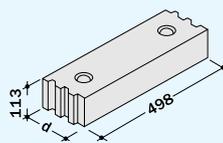
Bauteile zur Systemergänzung, Beispiele

KS-Kimmstein



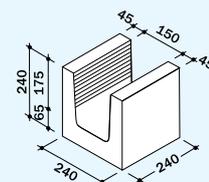
KS-Höhenausgleichs- bzw. KS-Kimmsteine für alle Wanddicken d in unterschiedlichen Höhen h

KS-Wärmedämmstein



KS-Wärmedämmstein für alle Wanddicken d
 $\lambda = 0,33$ W/mK

KS-U-Schale, Format 240 x 240 x 240



Regional können die Wandungsdicken der KS-U-Schalen unterschiedlich sein. Dadurch verändern sich u. U. die lichten Innenmaße.

Die regionalen Lieferprogramme sind zu beachten.

Wandkonstruktionen

Wirtschaftliche KS-Wandkonstruktionen ermöglichen dem Planer, die für den jeweiligen Einzelfall optimale Lösung für landwirtschaftliche Gebäude vorzuschlagen, wie z. B.:

- bauphysikalisch einwandfreie Wandkonstruktionen, die exakt auf die Anforderungen des jeweiligen Einzelfalls abgestimmt sind
- Einsatz des wirtschaftlichen KS-Bausystems
- die Möglichkeit, engagierte Gestaltungsideen rationell und kostengünstig umzusetzen

Innenwände

Die schweren KS-Innenwände sind natürliche Regulatoren. Sie haben stabilisierenden Einfluss auf das Raumklima und dämpfen Wärme- und Feuchtigkeitsschwankungen. Das ist besonders im Sommer von Bedeutung. Eine hohe Wärmespeicherefähigkeit der Wände ist wie eine „natürliche Klimaanlage“.

Außenwandsysteme

Die KS-Außenwandsysteme können tragende Funktion oder ausfachende, nicht tragende Funktion haben. Eine Übersicht über die verschiedenen Wandaufbauten zeigt die nebenstehende Abbildung.

Zweischaliges Mauerwerk

kommt bei landwirtschaftlichen Bauten vor allem für Klimaställe (wie z. B. Schweineställe, Kälberställe) zum Einsatz. Die schwere und massive Tragschale aus Kalksandstein trägt nicht nur die statischen Lasten ab. Das Mauerwerk aus den Kalksandsteinen hoher Rohdichte ($RDK \geq 1,8$) bietet eine wärmetechnisch hohe Speichermasse, die sich temperaturnausgleichend bemerkbar macht. Der Schalenzwischenraum wird üblicherweise mit Wärmedämmung und Luftschicht ausgefüllt.

Bei Wohngebäuden wird der Schalenzwischenraum meist vollständig (mit Kerndämmung) ausgefüllt. Der nach Mauerwerks-Norm DIN 1053 auf 15 cm



KS-Trennwände sind hochbelastbar



Zweischaliges Mauerwerk mit Hochleistungsdämmstoff der Wärmeleitfähigkeit $\lambda = 0,024 \text{ W/(mK)}$, Bild: EcoTherm®

begrenzte Schalensabstand kann bei Einsatz von „Luftschichtankern“ nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung bis auf 20 cm

erhöht werden. Neben den heute bereits als Standard verfügbaren Kerndämmstoffen mit Wärmeleitfähigkeiten von 0,032 bzw. 0,035 W/(mK) werden auch Hochleistungsdämmstoffe mit Wärmeleitfähigkeiten von 0,024 W/(mK) eingesetzt. Die Verblendschale ist Witterungsschutz und optisches Gestaltungselement in einem.

Zweischalige Außenwände mit Wärmedämmung und Luftschicht ($\geq 4 \text{ cm}$) sind im Stallbau sowie bei Wohnbauten im Bestand anzutreffen. Aufgrund der hohen Anforderungen an den Wärmeschutz wird der Schalenzwischenraum im Wohnungsneubau meist komplett mit Wärmedämmung (als Konstruktion mit Kerndämmung) ausgefüllt.



Rohbau eines Schweinestalls in zweischaliger Bauweise



Vorhangfassaden

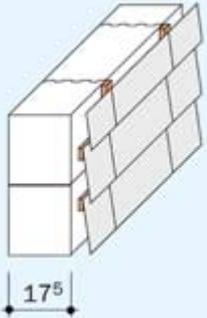
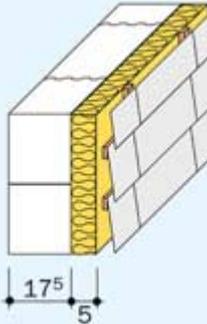
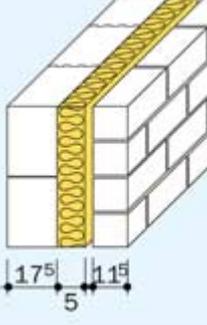
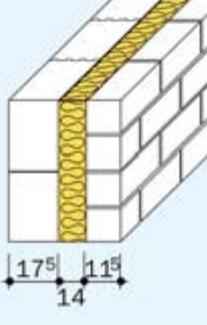
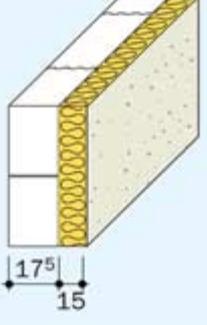
Fassadenbekleidungen bieten sowohl in Bezug auf Ästhetik als auch in bauphysikalischer Hinsicht viele Möglichkeiten moderner Fassadengestaltung. Die einschalige KS-Außenwand mit oder ohne Wärmedämmung übernimmt dabei die raumabschließende und tragende Funktion. Die Bekleidung übernimmt – außer gestalterischen – vorwiegend Schutzfunktionen gegen Witterungseinflüsse.



Schweinestall mit vorgehängter Fassade

Einschalige KS-Außenwände mit Wärmedämmverbundsystem (WDVS) finden vorwiegend im Wohnungsbau Anwendung.

KS-Wandkonstruktionen

Konstruktion	Anwendungsbereich
 <p>Einschalige KS-Außenwand mit hinterlüfteter Bekleidung innen: KS-Sichtmauerwerk (RDK 2,0), gestrichen, Fugen raumseitig winddicht verspachtelt außen: hinterlüftete Bekleidung, z. B. aus großformatigen, profilierten Leichtmetall-Tafeln $R'_w = 50 \text{ dB}$ $U = 2,39 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p>	<p>Gebäude mit niedrigen Innentemperaturen z. B. landwirtschaftliche Gebäude mit Außenklimabedingungen</p> <ul style="list-style-type: none"> ● hoher Regenschutz ● hoher Schallschutz
 <p>Einschalige KS-Außenwand mit hinterlüfteter Bekleidung und Wärmedämmung innen: KS-Sichtmauerwerk (RDK 2,0), gestrichen, Fugen raumseitig winddicht verspachtelt Dämmschicht, $\lambda \text{ 040}$ außen: hinterlüftete Bekleidung, z. B. aus Leichtmetall-Tafeln $R'_w = 50 \text{ dB}$ $U = 0,60 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$</p>	<p>Beheizte Gebäude, konstante Temperatur- und Feuchtebedingungen, z. B. landwirtschaftliche Gebäude mit hohen Innentemperaturen und/oder mit steuerbaren raumklimatischen Anlagen</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Wärmeschutz ● hoher Regenschutz ● hoher Schallschutz
 <p>Zweischalige KS-Außenwand mit Wärmedämmung und Luftschicht innen: KS-Sichtmauerwerk (RDK 2,0), gestrichen, Fugen raumseitig winddicht verspachtelt Dämmschicht, $\lambda \text{ 040}$ Luftschicht 4 cm außen: Sichtmauerwerk aus KS-Verblendern (RDK 2,0), imprägniert $R'_w = 62 \text{ dB}$ $U = 0,60 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$</p>	<p>Beheizte Gebäude, konstante Temperatur- und Feuchtebedingungen, z. B. landwirtschaftliche Gebäude mit hohen Innentemperaturen und/oder mit steuerbaren raumklimatischen Anlagen</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Wärmeschutz ● hoher Regenschutz ● hoher Schallschutz
 <p>Zweischalige KS-Außenwand mit Kerndämmung innen: KS-Mauerwerk (RDK 2,0), verputzt Dämmschicht, $\lambda \text{ 035}$ außen: Sichtmauerwerk aus KS-Verblendern (RDK 2,0), imprägniert $R'_w = 62 \text{ dB}$ $U = 0,22 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$</p>	<p>Beheizte Gebäude, konstante Temperatur- und Feuchtebedingungen, z. B. Gebäude mit hohen Innentemperaturen, vorzugsweise Wohngebäude</p> <ul style="list-style-type: none"> ● hoher Wärmeschutz ● hoher Regenschutz ● hoher Schallschutz
 <p>KS-Thermohaut (Einschalige KS-Außenwand mit WDVS) innen: KS-Mauerwerk (RDK 2,0), verputzt außen: Thermohaut mit Dämmschicht, $\lambda \text{ 035}$ und Putzbeschichtung $R'_w = 50 \text{ dB}$ $U = 0,22 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K}$</p>	<p>Beheizte Gebäude, konstante Temperatur- und Feuchtebedingungen, z. B. Gebäude mit hohen Innentemperaturen, vorzugsweise Wohngebäude</p> <ul style="list-style-type: none"> ● hoher Wärmeschutz ● hoher Regenschutz ● hoher Schallschutz

Die angegebenen U-Werte ergeben sich im Wesentlichen aus der Dämmstoffdicke und der Wärmeleitfähigkeit (dem λ -Wert) des Dämmstoffs. Bei wärmetechnisch besseren Dämmstoffen (kleinerer λ -Wert) oder größeren Dämmstoffdicken ergeben sich kleinere U-Werte.

Wohnhäuser

Das Bauen in der Landwirtschaft ist in erster Linie durch die landwirtschaftlichen Nutzgebäude (Ställe, Lager, Hallen) geprägt. Aber auch Wohngebäude sind wichtiger Bestandteil des landwirtschaftlichen Bauens.



Bauen auf dem Lande mit Kalksandstein

Das aus der Vergangenheit gewohnte Wohnen, Leben und Arbeiten mehrerer Generationen unter einem Dach ist im ländlichen Bereich ebenso zu finden, wie das Wohnhaus als Altenteil oder Ferien-/Mietwohnungen als zusätzliche Einnahmequelle.

Wandkonstruktionen

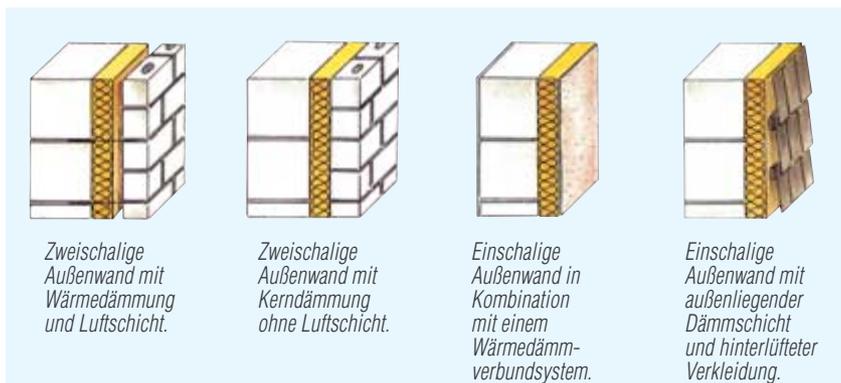
Bei Wandkonstruktionen von Wohngebäuden werden höhere Anforderungen an den Wärmeschutz gestellt, als dies bei landwirtschaftlichen Nutzgebäuden der Fall ist. Ansprüche an den Schallschutz sind zusätzlich zu berücksichtigen. Ob als zweischaliges Mauerwerk (tragendes Mauerwerk mit Verblendschale), KS-Thermohaut (tragendes Mauerwerk

und Wärmedämmverbundsystem), ausgemauertes Fachwerk oder Mauerwerk mit Vorhangfassade – mit Kalksandstein lassen sich wirtschaftliche Konstruktionen im Wohnungsbau herstellen.

Regional haben sich in der Vergangenheit verschiedene Bauweisen herausgebildet.

Beim Bau von Wohnhäusern wird Kalksandstein besonders geschätzt:

- Die hohe Druckfestigkeit der Steine ermöglicht die Ausführung schlanker, tragender Wände $\leq 17,5$ cm Dicke. Dies ermöglicht zum einen größere Wohnflächen und führt zum anderen zu Einsparungen bei den darüber liegenden Decken (geringerer Bedarf an Stahl und Beton).
- Die hohe Rohdichte der Kalksandsteine wirkt sich positiv auf die Wärmespeichereigenschaft der Wände aus. Die Wärme wird nur langsam aufgenommen und ebenso langsam wieder abgegeben. Ein Effekt, der im Sommer wie im Winter positiv empfunden wird, denn Tagesschwankungen werden durch diesen „natürlichen Thermostat“ weitgehend ausgeglichen. Die Wärmedämmung aus Polystyrol, Mineralwolle oder anderen Dämm-Materialien bestimmt maßgeblich den Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert).
- Der Schallschutz ist aufgrund der hohen Rohdichte der Kalksandsteine ebenfalls von Vorteil. Ein erhöhter Schallschutz (erf. $R'_{wR} \geq 67$ dB) lässt sich bereits mit zwei mindestens 15 cm dicken KS-Wänden der RDK 1,8 jeweils zzgl. Dünnlagenputz ($2 \times \sim 5$ mm) erreichen. Im Erdgeschoss von nicht unterkellerten Gebäuden sind die Bodenplatten zu trennen, der Schalenraum (≥ 4 cm) mit Mineralfaserdämmplatten Typ WTH zu füllen und zwei mindestens 20 cm dicke KS-Wände der RDK 2,0 auszuführen.
- Kalksandstein brennt nicht und ist deshalb bei Anforderungen an den Brandschutz meist erste Wahl. Eine Kalksandsteinwand von nur 11,5 cm Dicke kann im Brandfall 90 Minuten widerstehen (Feuerwiderstandsklasse F90).



Niedrigenergiehaus/ Energieeffizienzhaus

Die Niedrigenergiebauweise ist seit Jahren Stand der Technik und bei jeder Gebäudeart mit geringem Aufwand anwendbar. Die Definition des Niedrigenergiehauses beruht auf keiner rechtlichen Festsetzung. Allgemein wird davon ausgegangen, dass der maximal zulässige Heizwärmebedarf (gemäß Energieeinsparverordnung – EnEV) um 30 % unterschritten wird. Neben der Einsparung an Heizenergie, die sich im Geldbeutel des Nutzers bemerkbar macht, wird gleichzeitig der CO₂-Ausstoß durch den verringerten Brennstoffeinsatz reduziert.

Zur Einhaltung des baulichen Wärmeschutzes ist der Nachweis nach aktuell gültiger Energieeinsparverordnung (EnEV) zu führen. Der Bau von Energieeffizienzhäusern, die über die gestellten Anforderungen hinaus gehen, wird von der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) gefördert.



Kombinationsbeispiel von KS-Thermohaut und Holz als Gestaltungselement des ländlichen Raumes

Die bewährten KS-Wandkonstruktionen lassen sich leicht an das gewünschte Dämmniveau anpassen, da der Wärmeschutz von der aufgebrachten Wärmedämmung übernommen wird. Die Dicke der Wärmedämmschicht kann dabei entsprechend dem Nutzerwunsch ausgeführt werden.

Keller

Auch die Entscheidung zu Gunsten eines Kellers ist regional sehr unterschiedlich. Effektiv betrachtet sind die Kellerräume – mit der heute vorherrschenden höherwertigen Nutzung – die günstigsten Räume des Hauses.

Außenwände für Wohngebäude und landwirtschaftliche Gebäude, Beispiel

Beispielrechnungen zeigen, dass mit KS-Funktionswänden (schwere KS-Tragschale kombiniert mit Wärmedämmung und Witterungsschicht) die inneren Oberflächentemperaturen im Sommer wie im Winter jeweils nahe der Raumlufttemperatur liegen. Damit ist hohe Behaglichkeit gegeben. Der größte Temperatursprung findet innerhalb der Wärmedämmung statt. Tauwasser kann somit nicht innerhalb des Mauerwerks ausfallen.

Beispiel 1: Zweischalige KS-Außenwand für Wohngebäude

					(Winter)	(Sommer)	
	RDK [-]	d [cm]	λ [W/(mK)]	d/λ [W/(m ² K)]	Θ [°C]	Θ [°C]	
Wärmeübergangskoeffizient $R_{si} =$					0,130	20,0	20,0
Innenputz		1,0	0,70	0,014	19,3	20,6	
Kalksandstein	1,8	17,5	0,99	0,177	19,2	20,6	
Wärmedämmung		14	0,035	4,000	18,3	21,4	
Fingerspalt		1	–	0,15	-3,4	38,7	
KS-Verblender	2,0	11,5	1,10	0,105	-4,2	39,4	
Wärmeübergangskoeffizient $R_{sa} =$					0,040	-4,8	39,8
					-5,0	40,0	
R =					4,616		
U =					0,22	W/(m ² K)	

Beispiel 2: KS-Außenwand mit vorgehängter hinterlüfteter Fassade für den Stallbau mit U-Wert ~ 0,6 W/(m²K)

					(Winter)	(Sommer)	
	RDK [-]	d [cm]	λ [W/(mK)]	d/λ [W/(m ² K)]	Θ [°C]	Θ [°C]	
Wärmeübergangskoeffizient $R_{si} =$					0,130	20,0	20,0
Innenputz		1,0	0,70	0,014	18,1	21,5	
Kalksandstein	1,8	17,5	0,99	0,177	17,9	21,7	
Dämmung		5	0,040	1,250	15,3	23,8	
Luftschicht		2	–	0,000	-3,1	38,5	
Bekleidung		2	–	0,000	-3,1	38,5	
Wärmeübergangskoeffizient $R_{sa} =$					0,130	-3,1	38,5
					-5,0	40,0	
R =					1,701		
U =					0,59	W/(m ² K)	

Landwirtschaftliches Bauen – eine Sonderform des Bauens

Wer Ställe bauen will, muss zahlreiche Faktoren beachten, die über das übliche Bauen hinausgehen. Ställe sind nicht nur ein Unterbringungsort für Tiere verschiedenster Art, sondern sind gleichzeitig Arbeitsplatz des bewirtschaftenden Landwirts.

Für den Landwirt ist der Stall ein Hilfsmittel zur Produktion bzw. zur Sicherung seines Familieneinkommens. Somit unterscheiden sich häufig die Anforderungen von Mensch und Tier, die in einem Gebäude gleichzeitig erfüllt werden sollen. Manchmal stehen sich diese sogar widersprüchlich gegenüber. Daher gilt es beim Stallbau, den bestmöglichen Kompromiss zu finden.

In unseren klimatischen Regionen, in Verbindung mit dem Zwang, Tiere überschaubar in größeren Bestandszahlen zu halten, sind Ställe unerlässlich. Dabei sind jedoch auch die Eigenarten der unterschiedlichen Tierarten unter dem Aspekt einer möglichst tiergerechten Haltung mit zu berücksichtigen.

Aus diesen Gründen ist es erforderlich, funktionale, wirtschaftliche und auf die Leistungsfähigkeit der Tiere ausgerichtete Bauweisen zu entwickeln. Das Bauen mit



Kalksandstein kann, aufgrund der flexiblen Produktpalette und der unterschiedlichen anwendungstechnischen Möglichkeiten, dazu beitragen, dieser Grundforderung

nachzukommen. Individuelle betriebliche Anforderungen können berücksichtigt werden.

Außen- und Innenwände aus Mauerwerk

Anforderungen und Bauweisen

Im Hinblick auf die rasch fortschreitenden Strukturveränderungen in der Landwirtschaft ist im baulichen Bereich erkennbar, dass multifunktionale, nach allen Seiten erweiterbare Wirtschaftsgebäude gefragt sind. Rund um erweiterungsfähige Wandkonstruktionen stehen daher im Vordergrund heutiger Planungsüberlegungen. Für landwirtschaftliche Betriebe, bei denen die Eigenleistung eine wesentliche Rolle bei der Baukostenplanung

spielt, waren bislang kleinformatische und leicht zu verarbeitende Steinformate eine Möglichkeit zur Kostensenkung. Betriebe, in denen keine freie Arbeitskapazität für Eigenleistung gegeben ist und die auf eine Zeit- und Lohnkosten sparende schnelle Baudurchführung ohne Produktionszeitausfall angewiesen sind, wählten häufig Fertigteilbauweisen unterschiedlichster Art. Mit den KS-Systemen wird derartigen Anforderungen Rechnung getragen. Wichtig ist allerdings, dass bereits bei der Planung

die Konsequenzen bedacht werden und eine systemgerechte Ausschreibung erfolgt, damit sich Arbeitszeit- und Kostenvorteile im Angebot wiederfinden.

Es ist außerdem möglich, die für das Bauen mit großformatigen Steinen erforderlichen Versetzgeräte anzumieten, sodass Eigenleistung auch bei dieser Bauweise eingesetzt werden kann.

Auswahlkriterien für die Baustoffwahl bei landwirtschaftlichen Betriebsgebäuden

Die grundsätzliche Entscheidung für die Baustoffauswahl von Außenwänden für Ställe beruht vorrangig in der Unterscheidung zwischen

- Ställen mit steuerbaren raumklimatischen Anforderungen
- Ställen mit Außenklimabedingungen

Steuerbar bezieht sich im Wesentlichen auf bauliche und technische Maßnahmen, die es ermöglichen, dem Einfluss des Außenklimas entgegenzuwirken. Neben Heizung und Lüftung ist auch der bauliche Wärmeschutz ein Steuerungsinstrument.

Fast alle Tierarten können in außenklimaähnlichen Bedingungen gehalten werden. Die Wahl des grundsätzlichen



Versetzgeräte können über den Baumaschinenhandel geliehen werden

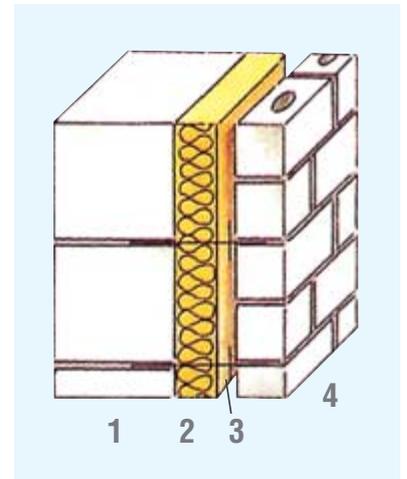
stallklimatischen Konzeptes hängt jedoch ab u. a.

- von der angestrebten Haltungsförm
- von arbeitswirtschaftlichen Anforderungen
- von der Tierart, der Bestandsgröße und
- von ökonomischen sowie vermarktungsstrategischen Entscheidungskriterien des einzelnen Tierhalters.

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die verschiedenartigen Funktionen der Bauteilschichten von Außenwänden. Wenn keine gezielten Anforderungen gestellt werden, kann eine Bauteilschicht sämtliche Aufgaben erfüllen. Für Ställe, bei denen der Wärmehaushalt für die Tiere eine maßgebliche Rolle spielt, bedeutet dies eine eindeu-

tige Zuordnung und Trennung der **Funktionen der einzelnen Bauteilschichten**.

Diese sollten wie folgt gegliedert sein:



Bauteilschicht	Funktionen und Eigenschaften
Putz	als Raumabschluss Pufferfunktion für Oberflächenkondensat
Innenschale aus Kalksandstein	1 Tragfunktion zur Aufnahme von Decken-/Dachlasten Speicherfähigkeit zur Pufferung von Temperatur- und Feuchteschwankungen relativ hohe Oberflächentemperatur zur Vermeidung von Oberflächenkondensat und Wärmeabstrahlung vom Tierkörper innenseitige glatte Oberfläche für gute Reinigungs- und Desinfektionsmöglichkeit Materialfestigkeit zur Aufnahme von Lasten aus festgedübelten Stalleinrichtungen Material resistent gegen Stallluft und Feuchtigkeit sowie gegen mechanischen Angriff (Verbiss und Rangkämpfe) Material resistent gegen Nagetiere und Insekten keine toxischen Inhaltsstoffe
Dämmschicht	2 reduziert Energieverlust Dimensionierung abhängig vom Gesamtwandaufbau und von der Gesamtwärmebilanz des Stalles: u-Wert sollte ca. 0,5 bis 0,6 W/m²K betragen ermöglicht das Vermeiden von Oberflächenkondensat auf der Innenwand
Luftschicht	3 bewirkt eine Trennung von Wetterschutzhaut (Schlagregen) und Dämmung bzw. Innenschale – keine durchschlagende Feuchtigkeit begünstigt die Austrocknung von Feuchte, die bei extremen Tieftemperaturen in Verbindung mit Intensivreinigung im Stall in der Dämmung als Kernkondensat entstehen könnte bei Konstruktionen mit Kerndämmung entfällt die Luftschicht
Außen-schale	4 Schlagregensicherheit und Schutz der Dämmung ästhetische Aspekte, dauerhafte wartungsfreie Außenschale

Kalksandstein in Ställen mit steuerbaren raumklimatischen Anforderungen

Hierzu zählen vorrangig Schweineställe für Mast und Ferkelerzeugung sowie Geflügelställe für Mast und Eierproduktion. Beispielhaft werden nachfolgend die baulichen Kriterien für Schweineställe behandelt.



Heutige konventionelle Schweineställe sind Spezialgebäude mit einer eindeutig zugeordneten Nutzung. Umbauten für andere Nutzungen sind meist mit hohem

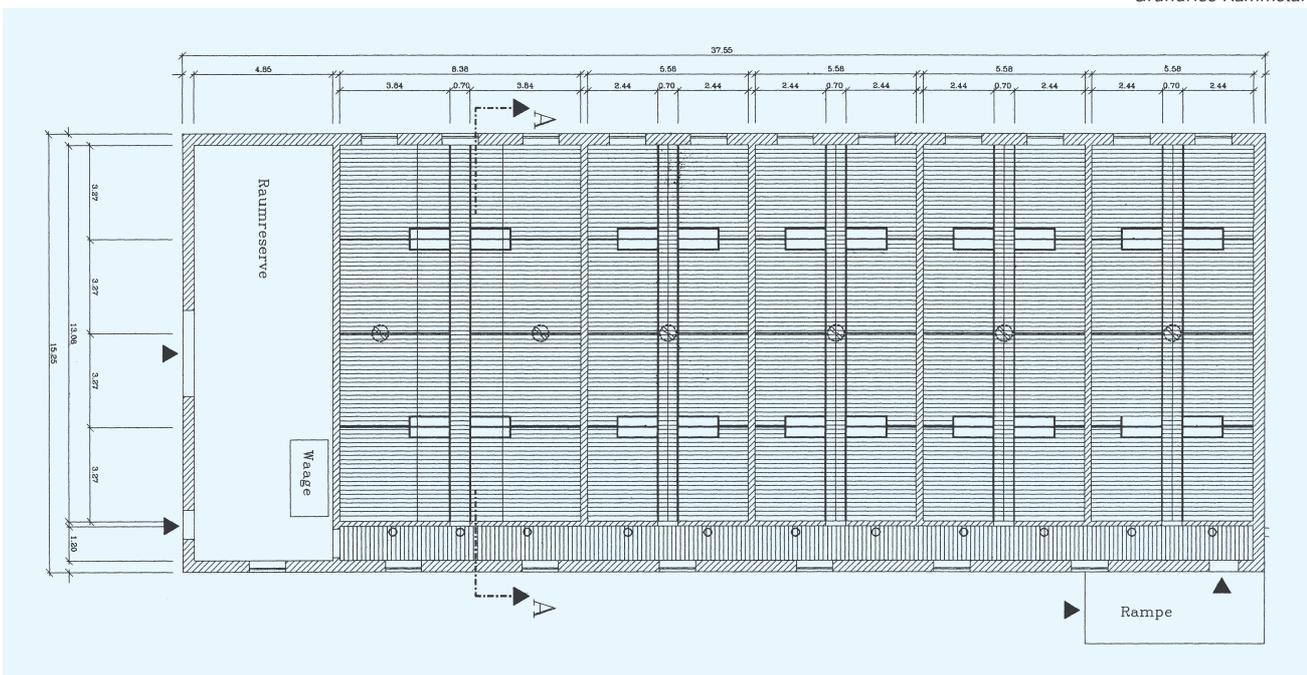
Kostenaufwand verbunden. Daher spielt insbesondere bei Ställen für die Ferkelproduktion der Kostenanteil der Bauhülle von etwa 25 % an der Gesamt-

anlage nur eine untergeordnete Rolle. In Schweineställen ist hauptsächlich der Technisierungsaufwand (Stalleinrichtung, Fütterungs- und Futterverteilerrichtungen, Heizung, Lüftung etc.) der Kostenfaktor. Daher gilt es, die Bauhülle so auszubilden, dass das wertvolle lebende und technische Inventar dauerhaft geschützt wird.

Klimatisierung bedeutet Energieaufwand – deshalb soll der Wärmeverlust über Bauteile minimiert werden. Optimierte Bauhöhen sind aus diesem Grund anzustreben.

Grundrisse sind auf eine Tierhaltung in Gruppen und damit auf eine Aufstallung in einzelne Abteile mit separater Steuerung ausgelegt; damit werden Trennwände zwischen Abteilen und Gängen notwendig. Somit sollten Schweineställe optimal an die einmal festgelegten Funktionen angepasst werden. Üblicherweise sind die damit verbundenen Aufwendungen für den Zeitraum

Grundriss Kammstall



mindestens einer Generation bindend. Langlebigkeit, Unterhaltungsaufwand und dauerhafte Funktionsgewähr sind deshalb für die Bauausführung von Schweineställen von ausschlaggebender Bedeutung.

Auch an die Innenbauteile des Stalles werden hohe Anforderungen gestellt. Der starke Bewegungs- und Beschäftigungsdrang der Schweine setzt mechanisch belastbare Wandbaustoffe (z. B. Kalksandstein) voraus, die in der Lage sind, stark dynamisch und statisch belastete Buchtenabtrennungen dauerhaft zu befestigen.

Innenwände aus KS-Mauerwerk in Verbindung mit KS-U-Schalen bieten zusätzlich die Möglichkeit statisch erforderliche Auflager für die teilweise großen Spannweiten von Dachbindern zu schaffen. Dadurch können einfache Holzbinderkonstruktionen mit geringeren Dimensionierungen gewählt werden, was die Baukosten reduziert.

Für aktiven Brandschutz und für die Vermeidung der Ausbreitung von Feuer ist die Verwendung nicht brennbarer Baustoffe im Stallbau wichtige Voraussetzung, was durch Mauerwerk aus Kalksandstein gewährleistet ist.

Auch die Frostbeständigkeit erfordert besondere Beachtung. Der vielfältige Umgang mit Wasser und somit die intensive Bildung von Wasserdampf, der durch die Bauteile diffundiert, spielen ebenso wie die Beanspruchung durch Schlagregen eine wesentliche Rolle. Wenn Wasser im Mauerwerk auftritt und dort gefrieren kann, vergrößert sich durch Eisbildung das Volumen. Folge ist, dass Steinscherben abgesprengt werden können. Verstärkt treten diese Schadensbilder dann auf, wenn einschaliges Mauerwerk aus wärmedämmenden Steinen mit ungeeignetem Mörtel vermauert wurde.

Höhere Sicherheit ist bei KS-Wandkonstruktionen mit außenliegender Wärmedämmung gegeben, z. B. zweischaliges Mauerwerk oder vorgehängte hinterlüftete Fassaden.



Auflagerung der Binder auf der Trennwand

Anforderungen der Tiere beeinflussen die Bauweise

Von zunehmender Bedeutung ist die Stallhygiene, die einerseits durch eine gute Klimatisierung und Aufstallung beeinflusst wird, andererseits jedoch auch stetig wiederkehrende Reinigungsarbeiten erfordert.

Reinigung und Desinfektion nach jedem Durchgang sind ausschlaggebend für den Produktionserfolg. Um den Arbeitsaufwand zu minimieren, sind möglichst glatte Wandflächen notwendig, die die ständig wiederkehrende Einwirkung von Wasser und Desinfektionsmitteln ohne Schaden überstehen. Hinzu kommt die ständige Belastung der Wände durch Ausscheidungen und die in der Stallluft enthaltenen Gase (NH_3 , H_2S , CO_2) in Verbindung mit Staub und Feuchtigkeit.

Kalksandsteinmauerwerk ermöglicht als Untergrund für Anstriche, Beschichtungen

oder Fliesen eine Wandkonstruktion, die leicht zu reinigen und zu desinfizieren ist. Sie hat sich für den Stallbau bewährt. Grundvoraussetzung ist, dass der Fugenbereich zwischen den Steinen sauber ausgebildet und glatt gestrichen ist. Großformatige Steine reduzieren den u. U. möglichen Schwachpunkt Fuge.

Im direkten, ständig durch Verschmutzung und mechanische Belastung beeinträchtigten Einwirkungsbereich der Schweine, also bis auf eine Höhe von etwa 125 cm, sollten die Wände, vor der ersten Belegung mit Tieren, durch in die Poren eindringende diffusionshemmende Anstriche geschützt werden.

Wichtig: Vom Anstrichhersteller ein Prüfzeugnis der toxischen Unbedenklichkeit vorlegen lassen!



Anstrich im Einwirkungsbereich der Tiere

Klimagestaltung im Schweinestall

Stallbauten unterliegen nicht dem Geltungsbereich der üblichen Wärmeschutznormen und -verordnungen. Die DIN 4108 – Wärmeschutz im Hochbau und die Energieeinsparverordnung zielen darauf ab, den Heizenergieverbrauch, insbesondere fossiler Energieträger, zu minimieren. In Ställen hingegen ist oft der Tierkörper selbst die Heizenergiequelle (Energieträger = Futter), wobei die Abführung überschüssiger Energie meist das größere Problem bereitet.

Für die Ermittlung des eventuell erforderlichen Wärmeschutzes klimatisierter Ställe ist die DIN 18190-1 – Klima in geschlossenen Ställen – heranzuziehen. Diese Norm geht davon aus, dass die Wärmeproduktion der Tiere (Q_{Ti}) mit den Wärmeverlusten über die Lüftung (Q_L) und über die Transmission durch Bauteile (Q_{Tr}) in einer ausgeglichenen Beziehung steht:

$$Q_{Ti} = Q_{Tr} + Q_L$$

Anhand dieser Formel wird deutlich, dass immer dann, wenn die Wärmeproduktion der Tiere gering ist, eine Zuheizung erforderlich ist. Dies trifft für geschlossene Ställe zu, bei denen der Wärmeanspruch und zugleich der Lüftungsbedarf der Tiere hoch und zugleich die Belegungsdichte gering ist:

- Ferkel- und Abferkelställe
- Vormastställe für Schweine

Der hauptsächliche Wärmeverlust erfolgt nicht über die Bauteile, sondern vielmehr über die Lüftung. Die erforderliche Lüftrate wird durch die Einflussfaktoren

- Wasserdampf und
 - Schadgase,
- resultierend aus der Ausatemluft der Tiere bestimmt.

Stallklimafaktoren, die sich einzeln oder kombiniert auf die Leistung und die Gesundheit der Tiere auswirken können, sind:

- Lufttemperatur und -feuchte
- Inhaltstoffe der Luft (Gase, Stäube)
- Luftgeschwindigkeiten im Tierbereich (Zugluft)

Diese Faktoren beeinflussen nicht nur das Wohlbefinden der Tiere, sondern auch in Wechselwirkung die Raum umschließenden Bauteile. Je nach Alter und Gewicht stellen die Tiere unterschiedliche Anforderungen an das Stallklima. Für die relative Luftfeuchte sollte ein Optimalbereich zwischen 65 und 75 % angestrebt werden. Größere Änderungen der Außenlufttemperaturen bewirken starke Schwankungen der relativen Luftfeuchte und können die Gesundheit der Tiere beeinflussen.

KS-Mauerwerk kann aufgrund der guten Speichereigenschaften diese Schwankungen der Stallluft erheblich reduzieren.

Dies wirkt sich insbesondere in den Übergangszeiten, Herbst und Frühjahr mit warmen Tagen und kalten Nächten, positiv aus. Die Umgebungstemperatur beeinflusst maßgeblich die Wärmeregulation und somit die Futteraufnahme, die Mastleistung und somit das Produktionsergebnis. Tabelle 1 verdeutlicht die Abhängigkeit der Temperaturansprüche vom Tieralter/-gewicht.

Bei strohloser Haltung nehmen die erforderlichen Mindesttemperaturen während des Mastverlaufs (zwischen 25 und 110 kg Tiergewicht) von 22 auf 16 °C ab. Ställe mit Stroheinstreu puffern die Wärmeansprüche und können bei Temperaturen zwischen 16 und 10 °C betrieben werden.

Tabelle 1: **Optimal-Temperaturen der Stallluft**

Tierart	Masse des Einzeltieres kg	Optimale Stalllufttemperatur °C
Sauen mit Ferkel	150 bis 200	18
Ferkel im Ferkelnest	von Geburt bis Absetzen	35 bis 25
Sauen und Eber	110 bis 200	18 bis 15
Mastschweine	20 bis 40	25 bis 22
Rein-Raus-Verfahren	40 bis 110	22 bis 18
Kontinuierliche Mast	20 bis 110	20
	20 bis 40	22
	40 bis 110	20

Empfehlung der LWK Niedersachsen

Tabelle 2: **Luftvolumenstrom für Ferkelaufzucht und Mast (5 kg bis 120 kg Lebendmasse)**

Praxisübliche, strohlose Halterung; Teil- oder Vollspaltenboden; Feuchtfütterung (z. B. mit Breifutterautomaten).

Bodenplattenmaße je Tier (Rechenwerte) auf 1,2 m² ansteigend. Temperaturen von 28 °C auf 18 °C fallend.

Bei kontinuierlicher Mast sollte mit der durchschnittlichen Lebendmasse (z. B. 70 kg) gerechnet werden.

Lebendmasse	kg	5	6	7,5	10	20	30	50	70	100	120
Winterluftvolumenstrom:											
Mindestvolumenstrom:	m ³ h ⁻¹ Tier ⁻¹	2,5	2,6	3,0	3,7	5,4	6,9	9,4	11,5	14,1	15,6
Sommerluftvolumenstrom											
maximaler Luftvolumenstrom bei ΔΘ = 2 K	m ³ h ⁻¹ Tier ⁻¹	12	14	18	23	40	53	74	86	108	119
maximaler Luftvolumenstrom bei ΔΘ = 3 K	m ³ h ⁻¹ Tier ⁻¹	8	10	12	15	26	35	49	57	72	79

Das in der spezialisierten Mast meist praktizierte Haltungsverfahren

- abteilweise Rein-Raus
- Aufstallung mit 25 kg, Ausstallung mit 110 kg

- strohlose Haltung

bewirkt, dass bei einer Aufstallung kleiner Tiere im Winter eine zusätzliche Heizung, selbst bei guter Wärmedämmung von Dach und Wand unerlässlich ist.

Arten der Heizung:

- Gasheizung mit Strahlern, Gebläse oder Konvektoren
- Warmwasserheizung mit Radiatoren, Siedewasserrohren, Delta- oder Twinrohren, Fußbodenheizung
- Elektroheizung bei Umbau und Erweiterung in Erwägung ziehen, da geringe Investitionskosten

Es kann auch sinnvoll sein, die o.a. Systeme zu kombinieren. Dies ganz besonders in der Aufheizphase bei Neubelegung. Hier eignen sich Gaskanonen, die in relativ kurzer Zeit große Wärmemengen zur Verfügung stellen. Je nach Wärmebilanz der Raum umschließenden Bauteile werden Anschlusswerte von 70 bis 100 Watt/Mastplatz benötigt.

Wichtig ist, dass vor allem im Ruhez- bzw. Liegebereich der Schweine ein ausreichendes Wärmeangebot gewährleistet ist.

Hier haben sich vor allem Fußbodenheizungen und Strahler bewährt. In Zonen, in denen die Aktivität der Tiere größer ist, kann die Temperatur um etwa 2 bis 3 °C niedriger sein. Werden die Abgase der Verbrennung direkt in den Stall mit eingebracht (z. B. Gasheizung), muss beachtet werden, dass sich der erforderliche Luftvolumenstrom erhöht. Das Abteil sollte jedoch schon vor der Einstallung, in Abhängigkeit vom Ferkelgewicht, auf 24 bis 28 °C aufgeheizt werden. Zum einen soll dadurch der Stall nach der Reinigung abtrocknen, zum anderen soll nicht nur die Luft, sondern sollen auch der Boden und die Wände die Temperatur annehmen und halten.

Um nicht unnötig Energie zu verschwenden, wird die Aufheizung in zwei Tagen durchgeführt. Am ersten Tag wird die Temperatur bei etwa 20 °C gehalten, um am zweiten Tag auf die gewünschte Temperatur zu erhöhen. So ist sichergestellt, dass auch die Spalten eine Oberflächentemperatur von ca. 22 °C besitzen.

Bei der Bauausführung ist darauf zu achten, dass nicht nur die Wand, sondern auch der Sockel mit einer Wärmedämmung versehen wird, die bis ca. 80 cm ins Erdreich hineingeht (Perimeterdämmung).

Bei hohen Außenlufttemperaturen hat die Lüftungsanlage die zusätzliche Aufgabe, die überschüssige Wärme aus dem Stall abzuführen. Die maximale Lüftrate, oder Sommerlüftrate genannt, muss von den Ventilatoren auch unter ungünstigen Bedingungen erzielt werden. Sie dient als wichtigste Planungsgröße bei der Auslegung einer Lüftungsanlage. Die **Zuluftführung** in den Stallraum kann über zahlreiche Luftelemente erfolgen. In der Vergangenheit kamen vor allem Strahl- und Lüftungssysteme zum Einsatz. Die Luftversorgung erfolgte z. B. über Wandöffnungen, Schrägbretter oder Deckenverteiler, die aber bei fehlerhafter Einstellung eine unzureichende Luftverteilung besaßen.

Im Winter und in der Übergangszeit sollte die Luft im Tierbereich eine Geschwindigkeit von 0,1 bis 0,2 m/s nicht überschreiten. Bei hohen Temperaturen über 25 °C können aber durchaus Werte von 0,2 bis 0,5 m/s kurzzeitig auftreten. In konventionellen Ställen mit strohloser Haltung und Zwangslüftung wird ein Stallklima mit geringen Temperaturschwankungen im Tagesverlauf angestrebt, da besonders kleinere Schweine Schwankungen der Temperatur nur bedingt vertragen. Neben der automatischen Regelung der Lüftraten und der Heizung spielen ebenfalls bauphysikalische Bedingungen eine wesentliche Rolle. Beispielsweise besitzen Außenwände in massiver Bauweise ein höheres Wärmespeichervermögen, sodass Tagesamplituden der Außentemperatur gedämpft und zeitlich verzögert in den Stall weitergeleitet werden. Ferner ermöglicht zwar ein hoher Anteil an Fensterfläche den Schweinen den Genuss des natürlichen Tageslichts, gleichzeitig bringen die Fenster aber durch direkte Sonneneinstrahlung eine zusätzliche starke Aufheizung des Stalles mit sich. Falls möglich, sollten die Fenster an der Nordseite angeordnet sein. Eine massive innere Wandschale verhindert zudem, dass sich Nager in der Konstruktion einnisten und die außenliegende Dämmung zerstören können.

Auch die Luftgeschwindigkeiten im Tierbereich konnten besonders in der kalten Jahreszeit zu hoch sein, was zu den bekannten Zuglufterscheinungen führte.

Zu den gängigsten Verfahren zählen heute impulsarme Zuluftführungen (Verdrängungslüftung) über die Abteildecke und Lüftungssysteme mit Einbeziehung des Betriebsgangs. Folgende Planungsdaten sollten berücksichtigt werden:

Verdrängungslüftung (Rieselkanal, Porendecke):

- Luftgeschwindigkeit im Kanal/Zwischendecke max. 2,0 m/s
- Abstand des Rieselkanals zur Außenwand mind. 50 cm
- spez. Luftdurchsatz der Lochplatte beachten
- max. 15 m (bei einseitiger Einspeisung)

Betriebsganglüftung

(z. B. Türlochlüftung, Schlitzlüftung):

- Stalllänge nicht länger als 12–15 m bei einseitiger Zuluftöffnung
- Luftgeschwindigkeit im Gang max. 2,5 m/s
- Trennwand Gang-Bucht mind. 90 cm hoch
- Abluftventilator im Bereich der Zuluftöffnung (Türlochlüftung)
- max. Buchtentiefe ca. 5,0 m

Kalksandstein in Ställen mit Außenklimabedingungen

In Betrieben mit kleineren Bestandszahlen oder in Betrieben mit speziellen Vermarktungsstrategien werden selbst für Schweine und Geflügel in zunehmendem Maße Ställe mit außenklimaähnlichen Gegebenheiten errichtet.



Kalksandsteine sind auch für Pferdeställe gut einsetzbar – die helle Oberfläche in Verbindung mit einem Fugenglattstrich schafft eine helle, freundliche Raum-atmosphäre

Wenngleich die mit derartigen Haltungsverfahren zusammenhängenden arbeitswirtschaftlichen Belastungen höher sind, fallen Entscheidungen häufig mit Blick auf die mögliche Reduzierung der Investitionskosten. Auch im Hinblick auf Nutzungsflexibilität werden heutzutage multifunktionale Hallenbauten bevorzugt, die in Kürze, durch Umrüstung der Einrichtung, einer neuen Zweckbestimmung zugeführt werden können.

Massive Innenwände bieten die Möglichkeit zur stabilen Befestigung ständig beanspruchter Bau- und Einrichtungsteile und der klimatischen Trennung von Abteilen



Zentralgang Schweinestall – im Rohbau

– fertiggestellt

Prädestiniert und zwischenzeitlich bewährt für diese Bauweise sind auch unter tiergesundheitlichen Aspekten:

Rinder-, Schaf- und Ziegenställe, Mastgeflügelställe

Diese Ställe werden heute überwiegend als sog. Außenklimaställe konzipiert, d. h.

- stützenfreie Konstruktionen aus Stahl oder Holz
- mit leichter Dacheindeckung und
- einer möglichst gut durchlüfteten Gebäudehülle

Die Traufseiten, die in der Regel bereits höher ausgelegt werden, um spätere Anschleppungen d. h. Erweiterungen vornehmen zu können, bleiben großflächig geöffnet oder werden mit licht- und luftdurchlässigen Materialien versehen.

Hier bieten sich an:

- Wind brechende Netze
- temperaturabhängig steuerbare oder manuell zu betätigende Folienjalousien
- einfache auf 20 mm Abstand angebrachte senkrecht verlaufende ca. 12 cm breite Holzbretter (Spaceboardschalung)

Die in diesen Stallanlagen aufzustallenden Tiere sind nicht gegen Kälte, sondern vielmehr gegen Wärme oder Zugluft anfällig. Empfindlich gegen die Kälte sind in erster Linie Wasser führende technische Einrichtungen (Tränken und flüssigkeitsführende Leitungen) und natürlich der im Stall arbeitende Mensch. Doch gegen diese Anfälligkeiten kann durch Wärmedämmmaßnahmen, Heizschlangen, Zirkulationsleitungen und schließlich durch entsprechende Kleidung vorgesorgt werden.

Die sparsamste Weiterführung dieser Bauweise ist der sog. Offenstall, der meist als Pultdachkonstruktion zu einer Seite gänzlich offen ist (meist befindet sich dort die Futterachse) und nur bei extremen Minustemperaturen durch Folien o. Ä. geschützt wird. Derartige Ställe sind allerdings auf die intensive Betreuung und die Fähigkeiten des Betriebsleiters angewiesen.

Massive Bauweisen sind für solche Ställe immer dort gefragt und sinnvoll, wo zum Schutz von technischen Einrichtungen Maßnahmen getroffen werden müssen oder wo räumliche Abtrennungen aus klimatischen bzw. hygienischen Gründen notwendig werden.

Außen- und Innenwände von im Stall integrierten Melkständen oder angebauten Melkhäusern

Da Melkstände und Milchlager räumlich getrennt vom Stall sein müssen (Milchhygiene) wird auch eine nach oben erforderliche Abtrennung benötigt. Massiv ausgebildete Wände können gleichzeitig Auflagerfunktion für Dach- bzw. Deckenkonstruktionen erfüllen und bieten den für Fliesen oder Beschichtungen erforderlichen, dauerhaft belastbaren Unterbau.

Milchlagerräume und zugehörige Melktechnikräume

Hier gilt Gleiches wie beim Melkstand. Hinzu kommt, dass die technischen Aggregate und Leitungen in brandschutz- und wärmedämmtechnisch getrennten Räumen untergebracht werden müssen.

Betriebsleiterbüro, EDV-Arbeitsplatz und Sanitärbereich

Bei der Erstellung dieser Räume ist vor allem an den Schallschutz (ständiges Brummen der Melkaggregate, Kompressor etc.) und an das Vermeiden von eindringender feuchtwarmer Luft zum Schutz der empfindlichen Geräte zu denken.

Trennwände zu anderen Funktionsbereichen, die aus hygienischen Gründen absolut vom Stall getrennt sein sollten wie z. B. der Kälberstall

Die klimatische Trennung des Kälberstalls vom Milchviehstall sollte heutzutage in jedem Milchvieh haltenden Betrieb als Pflicht angesehen werden, da das Immunsystem der Kälber mit dem relativ hohen Keimdruck in der Milchviehherde nur schwer zurechtkommt.



Empfindliche Technik ist vom Stall zu trennen

(Bild: Big Dutchman International GmbH)

Im Kälberstall ist es sinnvoll, bis zu einer Höhe von 1,80 m die Außenwände geschlossen zu gestalten. So kann bis auf diese Höhe aufgemauert und erst darüber eine 60 bis 80 cm hohe durchlaufende Belüftungsfläche (Netze, Jalousien, Spaceboard) eingebaut werden, um im direkten Tierbereich das Einfallen kalter Luft zu vermeiden.

Wenn Kälber für Bullenmast oder Remontierung einer Milchviehherde zugekauft werden müssen, bietet diese Bauweise die bereits bei der Schweinehaltung geschilderten Vorteile bei der Reinigung und Desinfektion, zumal bei Zukauf stets erhöhtes Infektionsrisiko besteht.

Neben der räumlichen Abtrennung bietet die Verwendung von KS-Mauerwerk den Vorteil, dass im Rinderstallbereich – ebenso wie bei anderen Großtierarten – Stalleinrichtungen, die ständig dynamischer Belastung durch die Tiere ausgesetzt werden, mittels ausgereifter Befestigungstechnik stabil fixiert werden können. Die hier auftretenden großen

Krafteinwirkungen erfordern stabile Befestigungsmöglichkeiten.

Trennwände bei einer erforderlichen Unterteilung des Gebäudes in Brandabschnitte bzw. bei unterschiedlichen Nutzungen unter einem Dach.

Die maximale Größe von Brandabschnitten beträgt 10.000 m³ umbauter Raum. Diese Forderung betrifft vor allem Ställe, die einerseits Stroh- bzw. Heulagerung und andererseits Heizungsanlagen unter einem Dach haben. Ebenso sind in den Landesbauordnungen bei größeren Hallenbauten mit unterschiedlicher Nutzung bauliche Brandabschnitte vorzusehen (z. B. Reithalle in Verbindung mit Pferdestall und Nebenräumen). Den Forderungen des Brandschutzes im Hinblick auf unterschiedliche Feuerwiderstandsklassen kann mit Kalksandsteinkonstruktionen verschiedenster Art in wirksamer und einfacher Form entsprochen werden.

Unterbau von Stallanlagen

Rechtliche Grundlage für die Ausführung von Entmistungskanälen ist das Wasserhaushaltsgesetz (WHG). Die nachteilige Beeinträchtigung von Boden und Gewässern darf nicht gegeben sein. In den Bundesländern bestehen zudem einzelne Landesverordnungen, die detailliertere Vorschriften regeln. Da durch Flüssigmist eine Beeinträchtigung möglich ist, müssen Lagerbehälter und Kanäle, die Flüssigmist beinhalten, grundsätzlich gegen das angrenzende Erdreich wasserundurchlässig errichtet werden.



Güllekanäle vor...



...und nach dem Auflegen der Spalten

Rechtliche Grundlagen

Für **Güllebehälter** gilt DIN 11622 Gärfuttersilos und Güllebehälter, die in mehreren Teilen unterschiedliche Bauweisen behandelt und die bundesweit den anerkannten Stand der Technik definiert. Zusätzlich können durch die Wasserbehörden Leckerkennungsmaßnahmen (z. B. in Wasserschutzgebieten) angeordnet werden. Beim Behälterbau sind Mauerwerkskonstruktionen nicht zulässig. Für die Lagerung Wasser gefährdender Stoffe bestehen weitergehende Anforderungen.

Für **kleinere Gruben und Pumpenschächte**, bei denen sich Anschlussdetails und Schalungsarbeiten häufig schwierig gestalten, kann wasserundurchlässiges Mauerwerk vorteilhaft sein. Diese Ausführung setzt allerdings sorgfältiges handwerkliches Arbeiten voraus. Vor allem ist darauf zu achten, dass die Anschlussfugen an andere Bauteile ebenfalls wasserundurchlässig ausgebildet werden.

Ebenso gilt es, bei erdberührten Bauteilen zu berücksichtigen, dass nicht nur Flüssigkeiten von innen auf die Wand, sondern auch Oberflächen- oder Schichtenwasser von außen auf die bauliche Anlage einwirken. Bei Undichtigkeiten kann Wasser in die Grube/den Schacht gelangen. Das Aufbringen mehrlagiger Dichtungsschlämme mit zusätzlicher wasserundurchlässiger Beschichtung ist unerlässlich. Diese Arbeiten erfordern immer das Hinzuziehen von Fachunternehmen.

Bauausführung

Für **Kanaltrennwände** innerhalb der Betonwanne sind zahlreiche Möglichkeiten gegeben, mit Kalksandsteinen wirtschaftliche und funktionfähige Lösungen umzusetzen. Diese Wände dienen gleichzeitig als Auflager für den Stallfußboden. Trennwände aus Mauerwerk bieten dabei den Vorteil, dass

- sie eigenleistungsfreundlich sind
- Schalungsarbeiten nicht erforderlich werden
- die oberste Steinlage Unebenheiten maßgeblich ausgleichen kann, was Voraussetzung für ein exaktes, wackelfreies Liegen der Spaltenböden ist

Allerdings müssen auch bei guter handwerklicher Bauausführung einige Punkte beachtet werden:

- Die Kanalwände müssen eine kraftschlüssige Verbindung mit den Kanalaußenwänden bilden und somit gegen Umkippen gesichert sein. Zwar bewirkt die Auflast des Fußbodens eine Stabilisierung, dennoch kann bei unterschiedlich hohem Füllstand zweier Kanäle, die durch eine Kanalwand voneinander getrennt sind, eine einseitige Biegebelastung entstehen. Bewehrungs-eisen sind gegebenenfalls bereits bei der Erstellung der Betonwanne mit einzuplanen und einzubauen. Im Zweifelsfalle sollte immer ein Statiker zu Rate gezogen werden.
- Bei Wandlängen über 8 m bieten sich als einfach zu fertigende Ringanker KS-U-Schalen an, in die Bewehrungs-eisen und Beton eingebracht werden.
- Um eine gleitfähige Wandoberfläche zu gewährleisten und gleichzeitig das Steinmaterial vor ständigem Feuchte- und chemischem Angriff zu schützen, ist das Aufbringen eines Zementputzes und eines dichtenden Anstriches unbedingt anzuraten. Die KS-Systembauweise kann mit dieser Lösung gegenüber anderen Bauweisen vorteilhaft sein.
- Die Auflagerlänge der Spaltenböden ist auf deren Spannweite abzustimmen, d. h. Kanalwände, auf denen beidseitig

Spaltenelemente aufliegen, müssen mindestens eine Wanddicke von 2 x Auflagerlänge plus 1 cm Bewegungsfuge aufweisen (in der Regel mindestens 24 cm).

- Bereits geringfügige Unebenheiten bringen Spaltenböden zum Wackeln, daher sollten unter die Spalten zum Abpuffern von Unebenheiten elastische oder plastische Ausgleichsmassen gelegt werden. Gute Wirkung erreicht man mit Gartenschläuchen oder Streifen aus dickeren (4 bis 5 mm starken) Schweißbahnen.

Entmistungsverfahren

Rinderställe

Der aus wasserundurchlässigem Beton (mindestens Betongüte C30/37 mit Schutz gegen chemischen Angriff XA1, Schutz gegen Frosteinwirkung XF3 und Karbonatisierung XC4) erstellte Wannenerbau muss bei den unterschiedlichen Entmistungsverfahren in der Regel in einzelne Kanäle unterteilt werden, um ein funktions-sicheres Ausbringen zu gewährleisten. Dazu ist es erforderlich, dass beispielsweise in der Rinderhaltung üblicherweise auftretende Schwimmschichten dadurch zerstört werden, indem über Pumpen oder Rührwerke die gesamte Gülle in Bewegung gebracht wird.

Das bewährte und funktions-sicherste Entmistungsverfahren für Rinderställe ist das **Zirkulationsverfahren**. Die Mindesttiefe der Kanäle sollte 120 cm, besser 140 cm betragen, wobei der Pumpenschacht weitere 50 cm tiefer anzulegen ist, da der Rührpropeller stets mit Flüssigmist überdeckt sein muss. Anderenfalls können vermehrt Schadgase austreten.

Beim **Slalomverfahren** – einer abgewandelten Form des Zirkulationsverfahrens – werden unterschiedliche Bauweisen praktiziert. Flache Kanäle bis zu 80 cm Tiefe verursachen geringe Zwischenlagerzeiten und den ständigen Umgang mit Gülle, was zu immer wiederkehrenden punktuellen Geruchsfreisetzungen führt. Bei tiefen Kanälen wird der Einbau eines stationären zeitgeschalteten Rührwerks erforderlich, das den

Aufbau fester Schwimmschichten vermeiden soll. Auch hierbei wird die Gülle in Bewegung gesetzt, was zur ständigen Freisetzung von Emissionen führt.

Das **Treibmistverfahren** wird insbesondere bei Umbaumaßnahmen häufig eingesetzt. Die Tiefe der Kanäle ist abhängig von der Kanallänge. Bei Kanallängen von ca. 15 m sollten die Kanäle etwa 1 m tief sein. Bei Längen über 25 m ist, selbst bei tieferen Kanälen, der zusätzliche Einbau von Spülleitungen unerlässlich, die am Kanalende einzubauen sind.

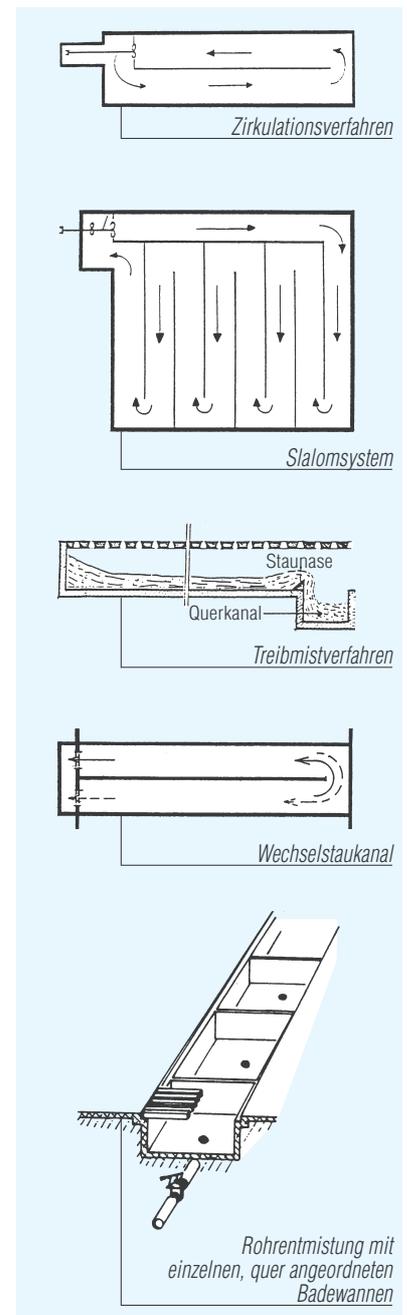
Schweineställe

Entmistungsverfahren der Schweinehaltung haben dagegen meist Probleme mit Sinkschichten, die sich auf der Betonsohle ablagern können. Um diese möglichst vollständig aus dem Stall zu befördern, sind ebenfalls Kanäle mit glatter Oberfläche erforderlich, die dafür Sorge tragen, dass die gesamte Flüssigkeitsmasse die Ablagerungen in einem Rutsch beim Entleeren mitreißt. In den Schweineställen werden vorrangig **Stauverfahren** eingesetzt. Wichtig für das Funktionieren des Systems ist, dass die Schieber die Zuleitung zur Vorgrube oder zur Pumpe dicht absperren und dass die Gülle „mit Schwung und in einem Rutsch“ abgeleitet wird. Die häufigsten bekannten Probleme treten am Kanalende und bei Erstbelegung auf, wenn die Kanäle vorher nicht ausreichend mit Wasser befüllt wurden.

Zur Reduzierung der Ablagerungen am Kanalende, insbesondere bei geringen Kanaltiefen können **Wechselstauverfahren** empfohlen werden. Dennoch sollten auch bei diesem Verfahren Kanaltiefen das Maß von 80 cm nicht unterschreiten. Jeweils im Wechsel werden die zwei Schieber geöffnet, die beide einen Kanal absperren. Die Gülle wird dann in eine Vorgrube geleitet, die mindestens den Inhalt eines Kanals aufnehmen kann.

Der Einsatz des **Rohrentmistungsverfahrens** hat sich ebenfalls bewährt. Der Kanal wird dabei durch Einbau von Trennwänden in einzelne Wannen unterteilt, die

jeweils durch einen Rohreinlauf von 25 cm Durchmesser über eine zentrale Rohrführung unterhalb der Kanalsohle entmistet werden. Für die Ausführung der Schieber und Vorgruben gilt Gleiches. Das Zusammenführen mehrerer Rohrleitungen, die durch nur einen Schieber freigegeben werden, setzt eine entsprechende Bemessung der Vorgrube und eine Vergrößerung der Sammelleitung auf mindestens 30 cm Rohrdurchmesser voraus.



Kalksandsteine sind bei Kanalstrukturen für Zwischenwände und als Stürze bzw. KS-U-Schalen als Spaltenaufleger in den Wandöffnungen der Kanäle einsetzbar.

Futter- und Festmistlager

Stationäre Anlagen zur Lagerung von Futter und Mist unterliegen den gleichen rechtlichen Grundanforderungen wie Lagerstätten für Flüssigmist, d. h. eine Beeinträchtigung von Boden und Gewässer durch austretende Gär- und Sickersäfte oder Jauche darf nicht gegeben sein. Daher sind die Bodenplatten dieser Einrichtungen in wasserundurchlässiger Beton- oder Asphaltbauweise auszuführen.



Festmistlager am Stall

Für beide rechts angeführten Lösungen ist es unbedingt erforderlich:

- Wände auf Anschüttbelastung statisch bemessen zu lassen!
- Wände vor dem Angriff von Feuchte und evtl. chemischer Einflüsse mittels geeigneter Anstriche zu schützen!

Durch Jauche oder Sickersäfte belastete Flüssigkeiten müssen aufgefangen werden und dürfen nicht in Regenwassereinflüsse auf der Hoffläche oder in Boden oder Gewässer gelangen. Ansonsten handelt es sich um einen Straftatbestand und zugleich um einen Verstoß im Sinne der Cross Compliance Regelungen.

Dieses Problem ist bei Lagerplatten gegeben, auf die Niederschläge einwirken und auf denen sich noch Futtermittel- oder Mistreste befinden, die dann über den Plattenrand ins Erdreich geschwemmt werden können. Zur Vermeidung solcher Gefahren bieten sich als Alternative zu üblichen Ausführungen, nämlich Flachlager mit Auffangbehälter (Jauchegrube, Gärtsaftbehälter), folgende Lösungen an:

Lösung 1: Erstellung einer Lagerplatte mit Überdachung

Diese Lösung ist insbesondere für Festmistlagerstätten in Erwägung zu ziehen, bei denen die flüssige Phase in der Einstreu gebunden wird (Pferdemist, Mist aus reichlich eingestreuten Schweine-, Rinder- und Geflügelställen). Eine entsprechende Aufkantung der Bodenplatte an den Rändern reicht dann üblicherweise aus, so dass auf teure Erdbehälter, die eigentlich nur kontaminiertes Niederschlagswasser auffangen müssten, verzichtet werden kann. Besonders für kleinere Festmistplatten, die ein Ringfundament erhalten, bestehen hier gute Möglichkeiten unter Einsatz von Eigenleistung kostengünstige Lösungen zu schaffen. Auf die Fundamente lassen sich dreiseitig etwa 1,50 m hohe Kalksandsteinwände aufmauern, die als oberen Abschluss KS-U-Schalen als Ringanker erhalten. Entsprechend der Statik kann hierauf die Tragkonstruktion für das Dach montiert werden.

Lösung 2: Einbeziehung der Lagerstätte in die Stallbaumaßnahme

durch Verlängerung der Dachfläche bzw. räumliche Aussparung. Hierdurch ist es möglich, gleichzeitig gegen die bestehenden massiven Wände zu stapeln und gegebenenfalls austretende Jauchemengen über kurze Wege in die im Stall u. U. vorhandenen Gruben einzuleiten. Beim Betonieren des Stallfußbodens kann in einem Arbeitsgang diese zusätzliche Fläche kostengünstig hergestellt werden. Bei eventuell später anstehenden Stallerweiterungen kann dieser geschaffene Raum in weitere Planungsüberlegungen mit einbezogen werden.

Für Silagelager sind diese Vorschläge allerdings nur bedingt geeignet, da die erforderliche Höhe über dem Futterlager zum Befahren, d. h. Verdichten des Silliergutes, üblicherweise nicht gegeben ist. Ebenso ist bei Silage immer zu bedenken, dass die möglicherweise austretenden Gärtsäfte säurehaltig sind, was üblicherweise eine zusätzliche Beschichtung von Bodenplatte und Wänden in Verbindung mit Anstrichen erforderlich macht.

Hallenbau

Die zunehmende Technisierung in der Landwirtschaft erfordert großvolumige Hallen zum Schutz der teuren Maschinen und Geräte.



Sockelausbildung bei Vorhangfassade

Auswahlkriterien für Wandbaustoffe

Die heute verbreitete Tragkonstruktion solcher Hallen wird überwiegend, wie bei den o. a. Außenklimaställen, als statisch freitragende Binderkonstruktion in Holz oder Stahl gewählt. Die Traufhöhen liegen bei etwa 4,50 m bis 5,50 m.

Die Baustoffwahl für Wandausfachungen wird durch folgende Kriterien bestimmt:

Nutzungsansprüche

Hierbei spielt die zu erwartende Nutzungsart und die Dauer der vorgesehenen Nutzung die ausschlaggebende Rolle. Wenn bereits beim Bau der Halle kurzfristig Erweiterungen oder Nutzungsänderungen zu erwarten sind, die Veränderungen von Belichtungs- oder Zugangsmöglichkeiten nach sich ziehen, sollten zumindest diese Wände leicht demontierbar und wiederverwertbar gestaltet werden.

Brandschutz

Unterschiedliche Nutzungen unter einem Dach oder Hallenbauten in enger Ortslage, bei denen größere Abstände zum nächsten Gebäude nicht eingehalten werden können, lassen häufig aus brandschutztechnischer Sicht Leichtbauweisen (z. B. Holzverschalungen) nicht zu.

Schallschutz

Hallen, in denen mit Arbeitsgeräuschen durch handwerkliche Tätigkeiten, Ma-

schinen, Gebläse o. Ä. zu rechnen ist, sollten möglichst massive oder mehrschalige Außenwandkonstruktionen erhalten.

Einbruchschutz

Die Demontage von Vorhangfassaden ist häufig einfacher, als Sicherheitstüren aufzuhebeln. Massive Ausfachungen bieten einen erhöhten Schutz teurer Maschinen und Geräte.

Lebensdauer und Unterhaltungsaufwand

Eine aus Mauerwerk sachgerecht erstellte Wand ist nahezu wartungsfrei.

Um insbesondere die Lebensdauer zu erhöhen und den Unterhaltungsaufwand zu minimieren, sollten allerdings einige Grundsätze bei der Bauausführung beachtet werden:

- Bei einem Binderabstand von ca. 5 m und einer Traufhöhe von mehr als 4 m sollte eine **einschalige Ausfachungswand** mindestens eine Dicke von 24 cm haben (DIN 1053 – Mauerwerksbau).
- Als oberer Mauerwerksabschluss (Mauerkrone) muss ein **Aussteifungsriegel** (Ringanker) eingebaut werden. Als Lösung bei Stahlhallen bietet sich hierfür als praktikabelste Lösung der Einbau eines Stahlprofils an. Es ist aber ebenso die Verwendung von KS-U-Schalen oder Stahlbeton-Ringankern möglich. Dies gilt für Wände, die bis zur Traufe hochgeführt werden ebenso wie für Wände, die nur bis auf Fensterhöhe hochgeführt werden und dann in Leichtbauweise im oberen Bereich verkleidet werden.
- Die **Anschlüsse zwischen Binderkonstruktion und Mauer-scheibe** müssen ein Gleiten der Bauteile gegeneinander ermöglichen, da sich die Materialien unterschiedlich ausdehnen und wieder zusammenziehen. Die hierfür erforderlichen seitlichen Anschlüsse und Anschlussführungen sollten aus nicht korrodierenden Materialien bestehen.



Viele Argumente sprechen auch im Hallenbau für KS-Mauerwerk

■ Im Sockelbereich sollten gegen Spritzwasser und somit ständige Durchfeuchtung des Mauerwerks Vorkehrungen getroffen werden. So ist es möglich, in Verbindung mit der Fundamenterstellung einen etwa 40 cm hohen **Sockel** zu betonieren **oder eine Wasser abweisende Beschichtung** des Mauerwerks vorzusehen. Eine andere Möglichkeit besteht darin, durch ein rundum laufendes Kiesbett herabfallende Wassertropfen zu brechen. Die beste Lösung zum Schutz des Mauerwerks ist jedoch immer noch ein ausreichender Dachüberstand, der zusätzlich andere Bauteile, wie Fenster, Türen, Halterungen und Führungen für Schiebetore etc. schützt.



Besondere Anforderungen an Lagerhäusern

Beispiel: Kartoffellagerung

Die Grundvoraussetzungen für optimale Lagerungsbedingungen bei Kartoffellagern ist eine ausgeglichene Wärmebilanz. Die Rechenwerte für Baustoffe basieren auf der DIN 4108 – Wärmeschutz im Hochbau. In der Klimazone II sind als Berechnungsgrundlage Tiefsttemperaturen von -15°C anzunehmen. Die angestrebten Temperaturen im Lager bewegen sich zwischen 4 und 8°C . Bei der baulichen Konzeption sind im Wesentlichen zwei Kernpunkte zu berücksichtigen:

- Die Lagerung der Kartoffeln hat frostsicher zu erfolgen. Eine ausreichend dimensionierte Wand- und Deckendämmung ist somit erforderlich.
- Der Druck aus dem Kartoffelstapel ist in einer eigenständigen Konstruktion abzufangen, die nicht die Außenbauteile belastet.

Unter Berücksichtigung der vorgenannten Rahmenbedingungen ergeben sich für Wand und Decke folgende Dämmwertanforderungen an die Außenbauteile bei Lagerdauer bis Juni:

- **Außenwände**
U-Wert $0,35$ ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$)
- **Decken**
U-Wert $0,20$ ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$)

Bei einer Lagerdauer bis März genügen geringere U-Wert-Empfehlungen. Grundsätzlich ist an Wand und Decke eine raumseitige Dampfsperre anzuordnen, um eine Durchfeuchtung des Materials infolge möglicher Dampfdiffusion und somit Verlagerung des Taupunktes in das Dämmmaterial bzw. zwischen Dämmung und Trägermaterial zu verhindern. Die Dampfdruckproblematik ist immer in Abhängigkeit von der Luftfeuchtigkeit im Lager zu sehen. Angestrebt werden hier deutlich über 90% Luftfeuchte, um ein Austrocknen der Kartoffeln zu vermeiden.

Eine Anreicherung von Feuchtigkeit im Dämmmaterial bzw. Trägermaterial über mehrere Jahre mindert nicht nur den Dämmwert der Konstruktion, sondern kann auch zu nachhaltigen Bauschäden (z. B. Fäulnis- und Frostschäden) führen.

Bei Hallenkonstruktionen aus Stahl hat sich die innenseitige **Dämmung mit Platten aus Polyurethan-Hartschaum** bewährt. Bei einer Wärmeleitgruppe von ≤ 030 sind Dämmstoffdicken von 10 cm im Deckenbereich und 6 bis 8 cm im Wandbereich üblich und sinnvoll. Nut- und Federkonstruktion sind zu bevorzugen, um Fugenteile zu minimieren. Auch alternative Wandaufbauten mit z. B. Naturfaserplatten und Dämmstoffen aus Papier oder Wolle sind für den Einzelfall eine, wenn auch nicht ganz preiswerte, Lösungsmöglichkeit.

Inwieweit das Ausschäumen von Hallen mit Ortschaum die für den Betrieb empfehlenswerte Lösung ist, kann nur im Einzelfall beurteilt werden. Hier sind weiterreichende Aspekte zu berücksichtigen, die abhängig sind von Fragen, ob Holz- oder Stahlkonstruktionen, Schäumen auf Abstand mit oder direkt auf Dach- und Wandflächen bis hin zur Entsorgung. Zur Beantwortung dieser Fragen sollten produktneutrale Beratungsstellen in Anspruch genommen werden.

Bei jedem Dämmmaterial ist darauf zu achten, dass es sich um ein bauaufsichtlich und brandschutzrechtlich zugelassenes Produkt handelt. Die fachgerechte Verlegung von Dämmstoffplatten ist bester Garant für einen dauerhaft beständigen Wand- bzw. Deckenaufbau.

Der konstruktive Schichtenaufbau kann für den **Dachbereich** folgendermaßen ausgeführt werden:

1. Verlegung des Plattenmaterials auf den Pfetten, möglichst in einer Länge von Traufe bis First durchgehend zur Vermeidung von Querfugen
2. Aufbringen einer ca. 4 cm starken Konterlattung von Traufe bis First zur Sicherung der Hinterlüftung der Dachhaut
3. Montage der Lattung in statisch erforderlicher Stärke zur Aufnahme der Dacheindeckung

4. Eindeckung des Daches mit z. B. Faserzementplatten oder gleichwertigem Material, das in der Lage ist, zumindest geringfügige Mengen an Wasser (Kondensat, das durch nicht auszuschließende Fugenteile in der Dämmung an der Unterseite der Dachhaut abgelagert wird) aufzunehmen und wieder abzugeben.

Für den **Wandbereich** bietet die Dämmstoffindustrie so genannte „Sandwich-elemente“ an. Diese Elemente bestehen aus einem mit beidseitig beschichteten Stahlblechen eingefassten PU-Kern und werden direkt auf die im Wandbereich horizontal montierten Pfetten geschraubt.

Bei außenseitiger Anbringung dieser Elemente auf Mauerwerk können diese direkt an der Wand befestigt werden. Beim Einsatz von Kalksandsteinen als tragende Wandkonstruktion können zudem die Vorteile der Speicherfähigkeit genutzt werden – somit werden tageszeitlich bedingte Temperaturschwankungen abgepuffert. Die Speichermasse befindet sich stets im nahezu konstant temperierten Innenbereich.

Ein Systemaufbau mit Dämmplatten, Lattung und aufgeschraubten Stahltrapezblechen (oder gleichwertigem Material) wie im Deckenbereich ist auch für den nachträglichen Einbau im Wandbereich möglich. Der **Übergang von Wand- zur Deckendämmung** ist mittels Dämm- und Dichtungsmaterial dauerhaft haltbar zu schließen.

Die Außenhaut sollte mindestens 30 cm über der Oberkante des Bodens enden, um einen optimalen Korrosionsschutz des Wandmaterials zu gewährleisten. Ausführungen mit bis in das Erdreich durchgehenden Sandwichelementen ohne korrekte **Sockelausbildung** sind nur eine Notlösung und wenig empfehlenswert.

Der **Fundamentbereich** muss ebenfalls gedämmt werden. Dies ist z. B. bei einem mehrschichtigen Wandaufbau mittels



durchgehender Dämmplatten bis ca. 60 cm unter Oberkante Erdreich und vorgesetzten Betonfertigteilen, abgedeckt mit einem Abschlussblech, möglich. Zusätzlich kann der Fundamentbereich von innen oder außen mit extrudierten Polystyrolplatten in der erforderlichen Materialstärke, ca. 8 bis 10 cm, gedämmt werden. Diese Ausführung ist ganz besonders wichtig bei Lagerhallen, in denen auch mit **Schüttlagerung** gearbeitet wird. Wenn an Wände geschüttet wird, ist allerdings neben der wärmedämmtechnischen Optimierung unbedingt vorab die statische Grundvoraussetzung zu schaffen!

Massive Mauerwerkswände sind für die Aufnahme horizontaler Lasten (Schüttungen) nur begrenzt geeignet. Dies gilt insbesondere für Ausfachungsflächen zwischen den Stützen heute üblicher Hallenbauweisen. Dies betrifft nicht nur Kartoffellagerung, sondern alle Schüttgüter z. B. Getreide.

Wichtig: Anschüttungen an Wände immer durch einen Statiker prüfen lassen!

Einen Schwachpunkt im Dämmsystem stellen die für die Beschickung und Entnahme erforderlichen Tore dar. Hier haben sich Sektionaltore mit einer eingearbeiteten

Dämmung aus PU-Hartschaum sowie Flügeltore in Zimmermannskonstruktion mit raumseitig angebrachter wasserfester Sperrholzplatte und dazwischen eingearbeiteter Dämmung als sinnvoll erwiesen. Von besonderer Bedeutung bei den Toren ist die Luft- und Winddichtigkeit zwischen Zarge und Anschlag bzw. Führungsschiene. Der Einbau der meist großflächigen und somit belasteten Tore in eine Mauerwerkskonstruktion ist von Vorteil.

Ein weiterer besonderer Anschlusspunkt, über dessen Ausbildung vorab gut nachgedacht werden sollte, ist die Verbindung zu **Auskragungen bzw. Schirmdächern**. Insbesondere bei Stahlkonstruktionen, bei denen die Binder aus der Außendämmung hinauslaufen, sind zusätzliche Dämmmaßnahmen zur Vermeidung von Wärmebrücken vorzusehen. Dies gilt grundsätzlich für alle durchgehenden Metallteile, die Wärme schnell ableiten.

Sind innerhalb der Lagerhallen andere Funktionsbereiche, z. B. Sortierräume vorgesehen, so ist darauf zu achten, dass auch andere klimatische Anforderungen gegeben sind. Daher sind die erforderlichen Trennwände ebenfalls entsprechend wärmedämmtechnisch zu berücksichtigen.

Beratungsstellen

Landwirtschaftskammern/Beratungseinrichtungen der Länder

Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft

Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Prof.-Dürrwaechter-Platz 2
85586 Poing-Grub
Tel.: 089/991 41-3 00
Fax: 089/991 41-3 03
E-Mail: TierundTechnik@LfL.bayern.de
Internet:
www.LfL.bayern.de

Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen

Landwirtschaftszentrum Eichhof

Schloss Eichhof
36251 Bad Hersfeld
Tel.: (066 21) 92 28-0
Fax: (066 21) 92 28-88
E-Mail: Klaus.Wagner@llh.hessen.de
Internet:
www.llh-hessen.de

Landwirtschaftskammer Bremen

Ellhornstraße 30
28295 Bremen
Tel.: (04 21) 1 67 57 50
Fax: (04 21) 1 67 57 59
E-Mail:
lwk-bremen@t-online.de
Internet:
www.lwk-bremen.de

Landwirtschaftskammer Hamburg

Brennerhof 121
22113 Hamburg
Tel.: (0 40) 78 12 91 20
Fax: (0 40) 78 76 93
E-Mail:
lwk.pohl@t-online.de
Internet:
www.lwk-hamburg.de

Landwirtschaftskammer Rheinland-Pfalz

Burgenlandstraße 7
55543 Bad Kreuznach
Tel.: (06 71) 7 93-0
Fax: (06 71) 7 93 11 99
E-Mail: info@lwk-rlp.de
Internet: www.lwk-rlp.de

Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Mars-la-Tour-Straße 1–13
26121 Oldenburg
Tel.: (04 41) 8 01-0
Fax: (04 41) 8 01-1 80
E-Mail: info@lwk-niedersachsen.de
Internet: www.lwk-niedersachsen.de

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen

Nevinghoff 40
48147 Münster
Tel.: (02 51) 23 76-0
Fax: (02 51) 23 76-521
Siebengebirgsstr. 200
53229 Bonn
Tel.: (02 28) 7 03-0
Fax: (02 28) 7 03-84 98
E-Mail: info@lwk-nrw.de
Internet: www.lwk-nrw.de

Landwirtschaftskammer für das Saarland

Dillinger Str. 67
66822 Lebach
Tel.: 0 68 81-9 28-0
Fax.: 0 68 81-9 28-1 00
E-Mail: poststelle@lwk-saarland.de
Internet:
www.lwk-saarland.de

Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein

Holstenstr. 106–108
24103 Kiel
Tel.: (04 31) 97 97-0
Fax: (04 31) 97 97-1 21
E-Mail: lksh@lksh.de
Internet: www.lwksh.de

Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein

Lehr- und Versuchszentrum Futterkamp

Gutshof,
24327 Blekendorf
Tel.: (0 43 81) 90 09-64
Fax: (0 43 81) 90 09-8
E-Mail:
hjrohwerder@lksh.de
Internet:
http://www.lksh.de

Landwirtschaftszentrum Haus Düsse

Ostinghausen
59505 Bad Sassendorf
Tel.: (0 29 45) 9 89-0
Fax: (0 29 45) 9 89-1 33
E-Mail:
HausDuesse@lwk.nrw.de
Internet: www.duesse.de

Landwirtschaftszentrum Haus Riswick

Elsenpaß 5
47533 Kleve
Tel.: (0 28 21) 9 96-1 33
Fax: (0 28 21) 9 96-1 26
E-Mail:
riswick@lwk.nrw.de
Internet: www.riswick.de

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Lehr- und Versuchsgut Köllitsch

Am Park 3
04886 Köllitsch
Tel.: (03 42 22) 4 60
Fax: (03 42 22) 4 02 29
E-Mail:
burkhard.puhlmann@smul.sachsen.de
Internet: www.smul.sachsen.de/fulg

Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung

Hofgut Neumühle
67728 Münchweiler
a. d. Alsenz
Tel.: (0 63 02) 6 03-0
Fax: (0 63 02) 6 03-50
E-Mail: info@neumuehle.bv-pfalz.de
Internet: www.hofgut-neumuehle.de

Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau

Sachsen-Anhalt Zentrum für Tierhaltung und Technik Iden

Lindenstr. 18
39606 Iden
Tel.: (03 93 90) 60
Fax: (03 93 90) 62 01
E-Mail: joern.menning@llfg.mlu.sachsen-anhalt.de
Internet: www.llfg.sachsen-anhalt.de

Beratung:

Überreicht durch:

Kalksandsteinindustrie Bayern e.V.
Rückersdorfer Straße 18
90552 Röthenbach a.d. Pegnitz
Telefon: 09 11/54 06 03-0
Telefax: 09 11/54 06 03-9
info@ks-bayern.de
www.ks-bayern.de

Kalksandsteinindustrie Nord e.V.
Lüneburger Schanze 35
21614 Buxtehude
Telefon: 0 41 61/74 33-60
Telefax: 0 41 61/74 33-66
info@ks-nord.de
www.ks-nord.de

Kalksandsteinindustrie Ost e.V.
Kochstraße 6 - 7
10969 Berlin
Telefon: 0 30/25 79 69-30
Telefax: 0 30/25 79 69-32
info@ks-ost.de
www.ks-ost.de

**Verein Süddeutscher
Kalksandsteinwerke e.V.**
Mittelpartstraße 1
67071 Ludwigshafen
Telefon: 06 21/67 00 61-00
Telefax: 06 21/67 00 61-02
kalksandstein-sued@t-online.de
www.kalksandstein-sued.de

Kalksandsteinindustrie West e.V.
Barbarastraße 70
46282 Dorsten
Telefon: 0 23 62/95 45-0
Telefax: 0 23 62/95 45-25
info@ks-west.de
www.ks-west.de