

Separatdruck aus FAT-Mitteilungen Nr. 1/1980  
in Schweizer Landtechnik Nr. 1/1980  
Herausgegeben von der Eidg. Forschungsanstalt für  
Betriebswirtschaft und Landtechnik CH 8355 Tänikon

## Probleme der Wärmedämmung und der Stalllüftung

W. Göbel

### Einleitung

Immer wieder kommt es vor, dass neue Ställe nach wenigen Jahren an der Decke oder innen an den Wänden alt aussehen, weil sich Kondenswasser niederschlägt, Staub absetzt und sich dann Schimmel bildet. In manchen Fällen werden die Tiere krank. Oft lässt auch die Futterverwertung zu wünschen übrig, weil die Ställe im Sommer zu warm sind. Probleme mit der Wärmedämmung und der Stalllüftung können auch bei Neubauten auftreten.

Der Landwirt erleidet bei mangelhaft ausgeführter Isolation und schlechter Stalllüftung oft grossen Schaden. Selbst wenn beides richtig ausgeführt, aber nicht aufeinander abgestimmt ist, können grosse Schwierigkeiten entstehen.

### Wärmedämmung und K-Werte

Eine gute Gebäudeisolation verhindert Kondenswasserbildung in der Innenseite des Stalles. Feuchtigkeitsschäden werden dadurch ausgeschlossen. Man spart Heizkosten und schafft ein gutes und behagliches Klima. Der Wärmedurchlasswiderstand bzw. der Isolationseffekt einer Wand wird durch den K-Wert ausgedrückt. Er gibt an, wieviel Wärme in einer Stunde durch eine Wandfläche von einem Quadratmeter bei einem Temperaturunterschied von einem Grad zwischen Innen- und Aussenwandoberfläche abfliesst. Je kleiner der K-Wert, umso besser ist die Dämmwirkung.

Anhand eines Beispiels soll im folgenden beschrieben werden, welche Fehler bezüglich Isolation von Ställen in der Praxis im-

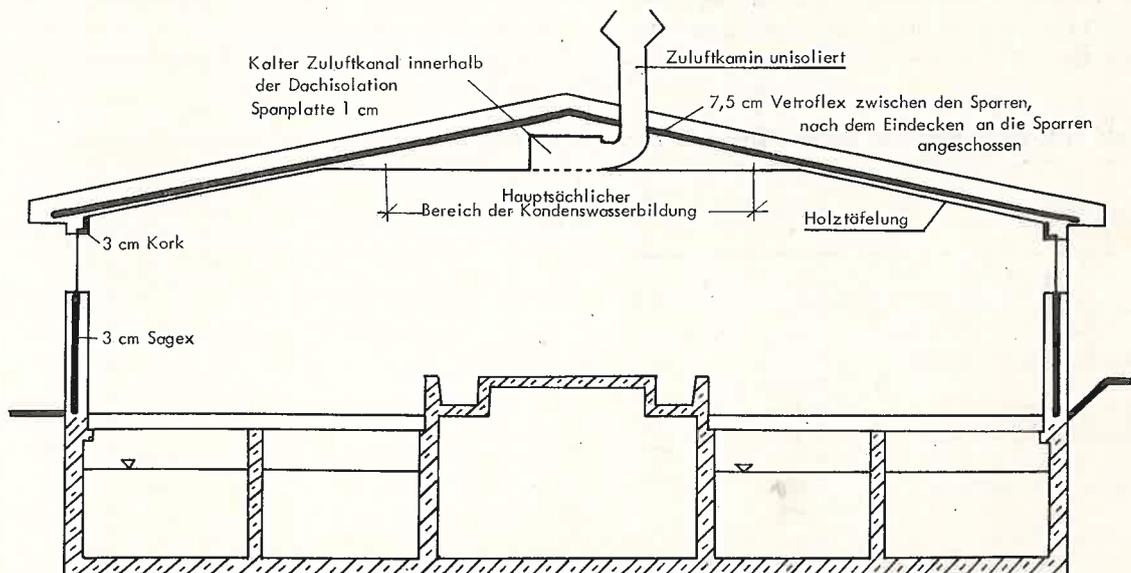


Abb. 1: Stallquerschnitt mit der Isolation.

mer wieder anzutreffen sind. Ein Stall für 100 Mastrinder zeigte kurz nach Inbetriebnahme folgende Schäden (Abb. 1):

- Die Stalldecke wies Kondensatschäden auf. Besonders der mittlere waagerechte Teil der mit Holz verkleideten Decke war mit Schimmel bedeckt. Im Winter tropfte gar Wasser.
- Die stallseitige Oberfläche einer Giebelwand - gleichzeitig Trennwand zwischen Stall und Remise - war ganz schwarz.
- Kondensatschäden gab es auch an einigen Stellen der Längswände auf der Stallseite zur Remise hin und speziell im Bereich des Ringankers bzw. Fenstersturzes.

Der Stall war folgendermassen gebaut: Zu beiden Seiten der Futtertenne waren je fünf Buchten mit Spaltenböden. Unter dem Spaltenboden war der Güllekeller. Die Längswände bestanden aus einem Zweischalenmauerwerk. Die Fenster des Stalles blieben das ganze Jahr geschlossen. Die Deckentäfelung war in dem tieferen Dachbereich unter die Sparren genagelt und in der Deckenmitte horizontal untergehängt, so dass hier ein Dachzwischenraum entstand.

Eine Ueberprüfung der K-Werte der einzelnen Bauelemente des Stalles ergab die in der Tabelle 1 enthaltenen Werte. Es ist auch angegeben, unterhalb welcher Aussentemperatur Kondensat an der inneren Oberfläche des Bauelementes zu erwarten ist.

Dieser Tabelle liegen folgende Annahmen zugrunde:

Innentemperatur  $T_i = 15^\circ \text{C}$   
 Innenluftfeuchtigkeit  $F_e = 80\%$   
 Taupunkttemperatur  $T_s = 11,6^\circ \text{C}$

Unter diesen Voraussetzungen reicht schon eine Differenz der Temperaturen zwischen Stallluft und der inneren Stalloberfläche von mehr als  $3,4^\circ \text{C}$  ( $15-11,6$ ) aus, um Kondensat zu erhalten.

An Türen, Fenstern und Türen schadet Kondenswasser weniger. Unter  $4^\circ \text{C}$  Aussentemperatur beschlägt die Trennwand zwischen Stall und Remise. Bei Null Grad setzt die Stalldecke im Balkenbereich Kondenswasser an.

Der schlechte K-Wert der Trennwand zwischen Stall und Remise ist darauf zurückzuführen, dass die Isolationsschicht ganz vergessen wurde. Die Folge war stärkere Kondensatbildung, Staubabsetzung und Pilzbefall.

In dem Teil des Stalles, der an die Remise grenzte, war die Stallluft-Temperatur  $3^\circ \text{C}$  höher, weil hier die grösseren Tiere auf engem Raum untergebracht waren. Diese höhere Temperatur mit dem entsprechend höheren Wasserdampfgehalt führte zu vermehrter Kondensatbildung an den Längswänden in diesem Teil des Stalles. Der Ringankerbereich der Längswände stach wegen des etwas schlechteren K-Wertes im Vergleich zur eigentlichen Wand besonders ab.

Im Stall war das Dach mit Vetroflexmatten isoliert worden, die entgegen den Weisungen des Lieferanten lediglich mit Bostitches an Sparren und Balken angeschossen waren. Die Matten hätten mit Dachlatten angedrückt und angenagelt, und die Mattenstösse hätten verklebt sein müssen. Nur so wäre keine Kaltluft an die angenagelte Deckentäfelung gelangt, wodurch sich Kondensat bilden konnte (Abb. 2).

#### Richtige Wärmedämmung

- Die Isolation muss sorgfältig und vorschriftsgemäss (z. B. mit Dachlatten angedrückt und angenagelt) verlegt sein.
- Die Isolation muss im doppelten Sinne raumumschliessend sein. - Die Isolationsschicht darf keine Kaltbrücken übrig

**Tabelle 1: K-Werte einzelner Bauelemente und Angaben der Aussentemperatur, die Kondensat verursacht.**

Bauelemente	Materialart	Stärke in cm	K-Wert in $\text{W}/\text{m}^2 \text{ }^\circ \text{C}$	Schwellenwert der Aussentemperatur, die Kondensat verursacht
Tür	Holz		4,3	10
Fenster	Glas		4,1	10
Tor	Holz		2,9	8
Trennwand Stall / Remise	Beton	20		
	Zellton	6	1,9	4
Decke: Balkenbereich	Balken	7	1,4	0
	Vetroflex	7,5		
Decke: Isolationsbereich	Holz	1,5	0,5	-26
	Beton	22		
Ringanker, Fenstersturz	Kork	2	1,0	- 5
	Sichtmauerwerk	12		
Aussenmauerwerk	Sagex	3		
	Kalksandstein	10	0,8	-10

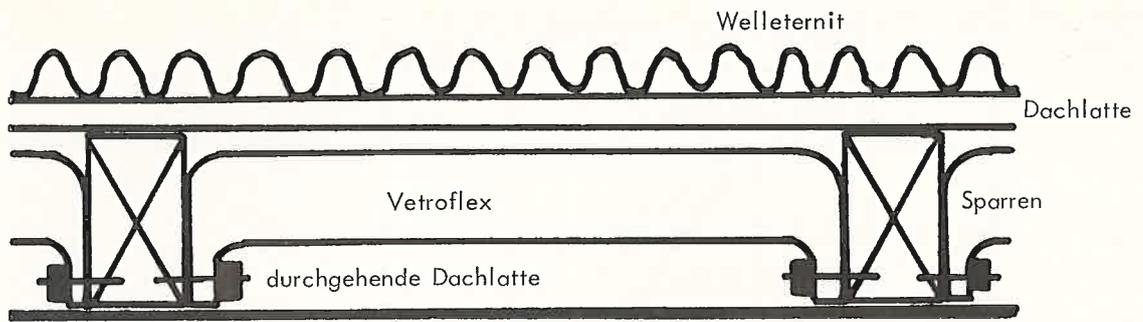


Abb. 2: Richtig angebrachte Dachisolation. Luftdicht, da mit durchgehenden Dachlatten angedrückt und dann angenagelt.

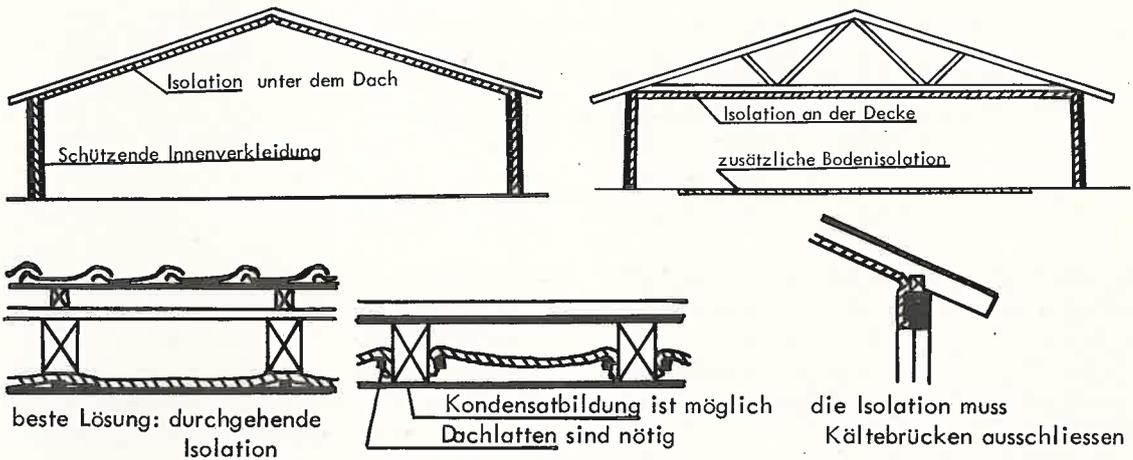


Abb. 3: Beispiele raumumschliessender Isolation.

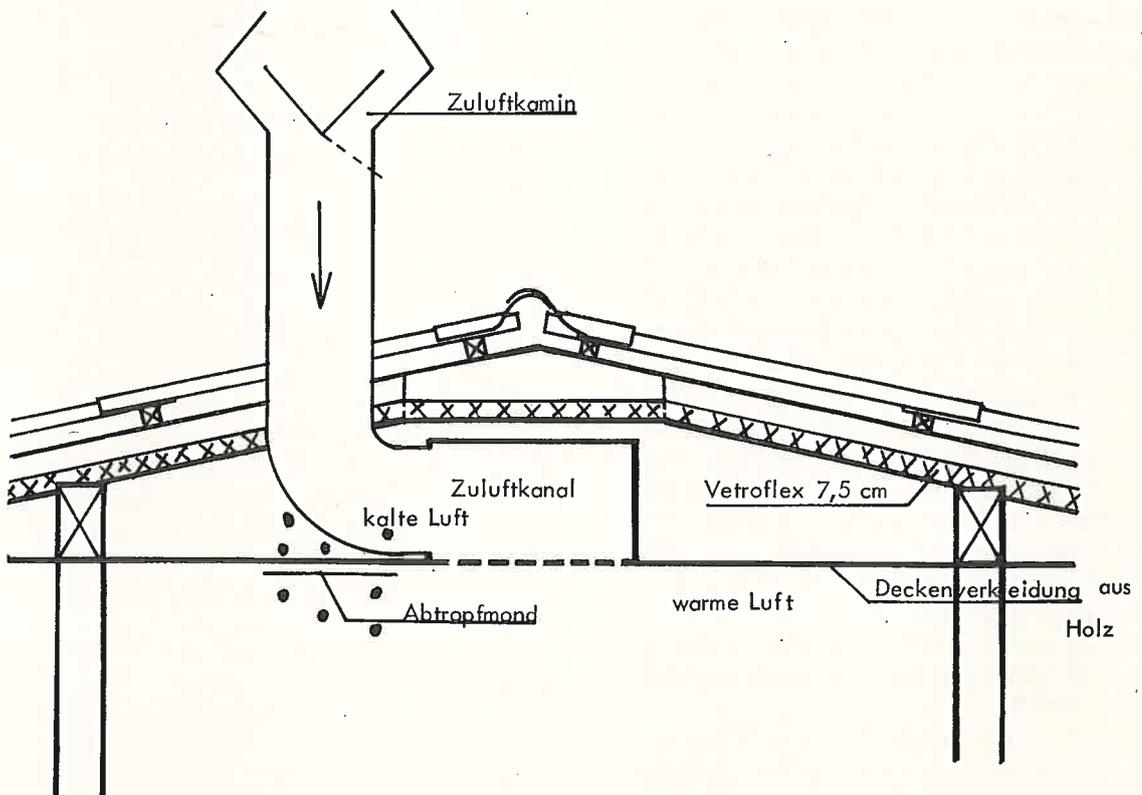


Abb. 4: Kondensatbildung am nicht isolierten Zuluftrohr unterhalb der Isolation. Auch an der Deckenverkleidung bildet sich Kondensat, da der gesamte Deckenzwischenraum durch den Zuluftkanal unterkühlt wird.

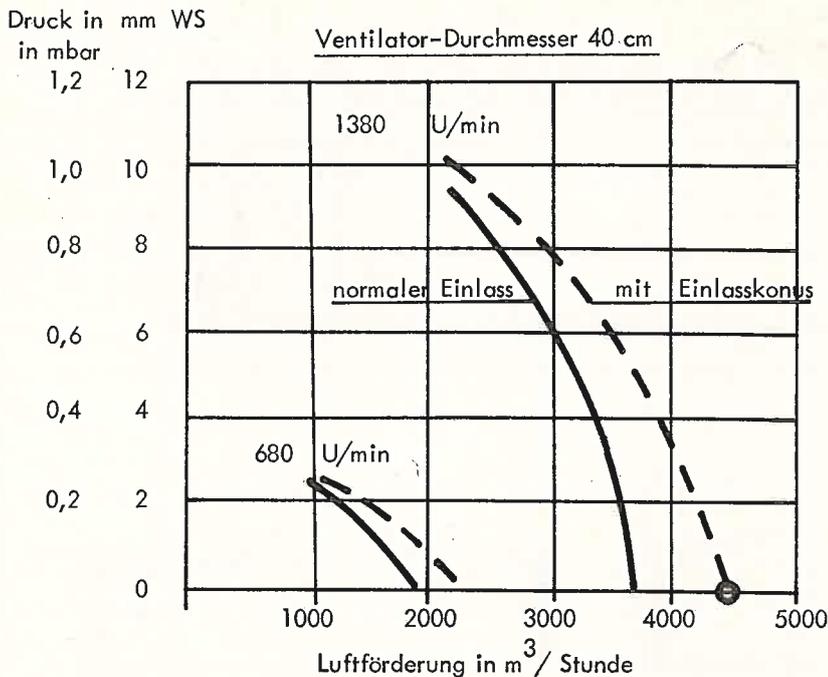


Abb. 5:  
Ventilatorleistungskurven.  
Man wählt die Leistungs-  
kurve für den normalen  
Einlass bei mehr als  
0,6 mbar.

lassen und die Isolation muss dort luftabschliessend sein, wo es andere Bauelemente nicht sind (Dach, Abb. 3).

- Durch Zuluft dürfen keine Bauelemente unterhalb der Isolation abgekühlt werden können.

### Stalllüftung

Da das Dach mit Ausnahme der Sparren ausreichend isoliert war, überraschten die Kondensatschäden und das Tropfen im mittleren Teil der Decke. Die Tauwasserbildung musste noch eine andere Ursache haben, nämlich die Luftführung.

Aus Abbildung 1 geht hervor, dass der Zuluftkanal unterhalb der Isolation des Stalles liegt. Damit wird die wasserdampfhaltige Stallluft lediglich durch die Wand des unisolierten Zuluftkanals und durch die Holztafelung von der kalten Zuluft getrennt. Da der Zwischenraum zwischen dem isolierten Dach und der Tafelung im mittleren Bereich der Decke durch den Zuluftkanal abgekühlt wird, kondensiert die Stallluft an der abgekühlten Tafelung. Am deutlichsten tritt dies unterhalb der Zuluftkamine aus Blech in Erscheinung, die seitlich in den Zuluftkanal münden. Hier hat sich in der Tafelung ein Abtropfmond abgezeichnet (Abb. 4). Offensichtlich kondensiert am Kamin sogar die Luft aus dem Zwischenraum zwischen Decke und Dach.

Im Zusammenhang mit der Luftführung werden häufig noch weitere Fehler gemacht, die allerdings weniger auffallen:

- Oft liefern die Ventilatoren im Sommer zu wenig und im Winter zu viel Luft, da sie

sich nicht genügend regulieren lassen. In Ställen für kleinere Tiere muss dann im Winter zu viel geheizt werden.

Man darf für den Sommer nicht jene Luftmenge in der Berechnung annehmen, die der Ventilator nach seiner Leistungskurve bei optimalen Bedingungen liefert. Abgesetzter Staub, ungünstige Einlässe und Strömungswiderstände reduzieren die Luftleistung erheblich (Abb. 5). In manchen Fällen wäre die Luftleistung für den normalen Einsatz bei 0,6 mbar Druck noch zu hoch angenommen.

- Oft lassen die Zu- und Abluftöffnungen nicht jene Luftmenge durch, die man annahm.

Zu enge Kanäle und Oeffnungen erhöhen die Widerstände, die quadratisch zur Luftgeschwindigkeit zunehmen. Luftgeschwindigkeiten über 7 m/sec an irgendeiner Stelle im Kanal sind nicht zu empfehlen.

- Häufig strömt ein grosser Teil der Luft im Stall ganz anders als gewünscht.

Bei Unterdrucklüftungssystemen strömt Falschluff durch Güllegruben in Güllekanäle und -keller zu, wenn kein Siphon eingebaut ist. Beim Rühren der Gülle können in diesem Fall leicht Tiere vergiftet werden. Oft sind auch Türen und Tore eines Stalles undicht.

### Schluss

Für den Erfolg eines Landwirtes sind sowohl die richtig geplante und entsprechend ausgeführte Wärmedämmung als auch die darauf richtig abgestimmte Stalllüftungsführung von grosser Bedeutung.