

# Funktionsicherheit integrierter Laufhöfe gemäß EG-Öko-VO in der Milchviehhaltung

Jochen Simon<sup>1</sup>, Ferdinand Oberhardt<sup>1</sup>, Bernhard Bauhofer<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik und Tierhaltung  
<sup>2</sup>GfA Gesellschaft für Aerophysik mbH

## Zusammenfassung

Beim Bau von Außenklimaställen steht das Tierwohl im Vordergrund. Nicht überdachte Laufhöfe gemäß EG-Öko-VO sind zwischenzeitlich fester Bestandteil zukunftsfähiger Stallanlagen. Diese geben den Tieren die Möglichkeit, sich dem direkten Außenklimareiz auszusetzen. Bei einhäusigen Stallanlagen werden Laufhöfe außerhalb, bei mehrhäusigen zwischen den Teilbaukörpern angeordnet. Diese integrierten Laufhöfe weisen Vorteile (u. a. verringerter Investitionsbedarf) auf. Je nach Geometrie und Anordnung der Teilbaukörper kann es aber zum vermehrten Eintrag von Schnee in den Laufhof und unerwünschtem Schlagregen in angrenzende Funktionsbereiche kommen. Bei den untersuchten Varianten für mehrhäusige Stallmodelle zeigen flache Dachneigungen mit großen Vordächern die geringsten Niederschlagseinträge.

## Abstract

Animal welfare is the main criterion for the construction of outdoor climate barns. Non-covered exercise yards corresponding to the Council Regulation (EC) No 834/2007 have become an established part of future-oriented animal housing. Exercise yards allow the animals to expose themselves to direct outdoor climate stimuli. In single-house barns, exercise yards are located outside the building. In multiple-house barns, they are situated between the individual buildings. These integrated exercise yards have certain advantages (e. g. lower investment requirements). Depending on the geometry and the arrangement of the individual buildings, however, a larger quantity of snow may accumulate in the exercise yard, and adjoining functional areas may be affected by undesirable wind-driven rain. Among the examined variants for multiple-barn houses, roofs with a low inclination angle and large canopy roofs show the lowest precipitation input.

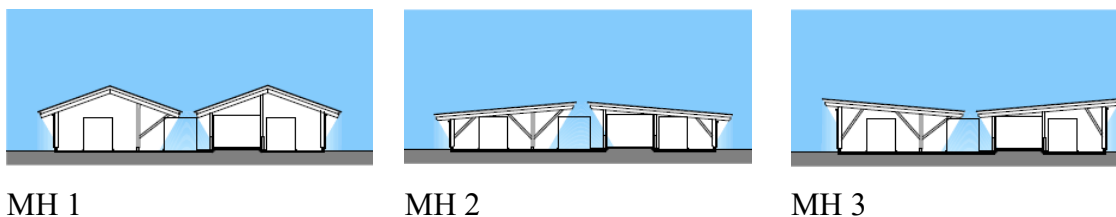
## 1 Einleitung

Stand der Technik bei der Errichtung von Milchviehställen ist der Außenklimastall. Vorrangig soll den Rindern aus physiologischen Gründen ein möglichst natürliches Stallklima geboten werden. Mit dem Klimawandel wird die Gebäudehülle, neben technischen Maßnahmen (z. B. Ventilatoren), als Puffer gegen den Energieeintrag aus der Sonneneinstrahlung immer wichtiger. Entscheidend sind hier der Dachaufbau (Verringerung Wärmedurchgang) und Dachüberstände (Schattierung). Keinen Einfluss auf die Hitzestress-Stunden haben u. a. das Gebäudevolumen bzw. die Gebäudehöhe sowie die Ausrichtung der Baukörper (Stötzl und Simon 2017). Eine verringerte Gebäudehöhe ist wiederum Kennzeichen mehrehäusiger Baulösungen mit integrierten Laufhöfen. Neben anderen Vorteilen kann mit dieser Bauweise bei entsprechender baulicher Ausführung der Investitionsbedarf gegenüber

klassischen einhäusigen Satteldachhallen um 25 % und mehr gesenkt werden (Simon *et al.* 2013).

## 2 Problemstellung und Stand des Wissens

Die Weide gilt im Ökolandbau als ideale Haltungsform für Milchvieh. Kann diese aus betrieblichen Gründen nicht umgesetzt werden, ist allen Tieren gemäß Verordnung (EG) Nr. 834/2007 (EG-Öko-VO) ein nicht überdachter Laufhof zur Verfügung zu stellen. Bei einhäusigen Stallanlagen werden nicht überdachte Laufhöfe außerhalb des Baukörpers, bei mehrhäusigen Stallanlagen zwischen den Teilgebäuden (z. B. in Kombination mit dem Futtertisch) angeordnet. Bzgl. der Bauweise der Teilgebäude werden in der Regel Sattel- oder Pultdach-Konstruktionen umgesetzt (Abb. 1). Bezüglich des potenziellen Regen- und Schneeeintrags ist der Laufhof bei einhäusigen Stallanlagen ganzjährig der Bewitterung ausgesetzt. Die Funktionsbereiche unter Dach können dagegen vollständig geschützt werden. Bei mehrhäusigen Stallanlagen mit Satteldachkonstruktionen (MH 1) ist es bei einer Dachneigung von ca. 20° vermehrt zu Schneeeintrag auf die integrierten Laufhöfe gekommen. Bayerische Pilotbetriebe nach Typ MH 2 (satteldachförmige Anordnung von Pultdächern) in Regionen mit hohen Niederschlägen zeigen wiederum, dass dieser vernachlässigt werden kann. Gleichzeitig kann es bei Anlagen mit dieser Gebäudegeometrie bei widrigen Witterungsverhältnissen (z. B. Gewitterereignisse) an wenigen Tagen im Jahr zu Schlagregeneintrag in angrenzende Funktionsbereiche (z. B. Liegeboxen, Futtertisch) kommen. Für die notwendige Planungssicherheit fehlten dazu bislang systematische Dauermessungen sowie abgesicherte Erklärungen aus der Gebäudeaerodynamik.



MH 1

MH 2

MH 3

Abb. 1: Bauweisen mehrhäusiger Stallanlagen mit integriertem, nicht überdachtem Laufhof

## 3 Grundlagen für den Eintrag von Regen und Schnee

Bei Windstille ist der Eintrag von Regen und Schnee in die nicht überdachten Laufhofbereiche gleichermaßen der Schwerkraft unterworfen (Cziesielski 1981). Unter Windwirkung wirken zur Schwerkraft gebäudeaerodynamische Vorgänge. Es wird davon ausgegangen, dass der Eintrag von Schlagregen durch eine entsprechende seitliche Windkraft weit oberhalb des Gebäudes vorgegeben wird. Der Eintrag kann mit festen Winkeln (60° bei senkrechter bzw. 68° bei Anströmung in Querrichtung) geometrisch ermittelt werden (Frank 1973 bzw. DIN 68800, Teil 2). Dagegen wird der Schneeeintrag durch die große Windangriffsfläche, die geringe Fallgeschwindigkeit und das geringe Gewicht der Schneeflocken viel stärker von der Um- und Durchströmung des Gebäudes und den daraus resultierenden Sog- und Druckverhältnissen, insbesondere im nicht überdachten Bereich zwischen den Teilbaukörpern, abhängen.

Das sich ausbildende Strömungsfeld bzw. die sich einstellenden Winddruckverteilungen an einfachen Baukörpern zeigen im Luvbereich durch Stauung der auftreffenden Luftmassen Überdruck (Abk. „D“, Vorzeichen „+“ bzw. rote Pfeile in das Gebäude hinein (Abb. 2)).

Die verdrängte Strömung löst sich an den Gebäudekanten ab und wird in einer beschleunigten Bewegung um und über das Gebäude transportiert. In Folge erhöht sich sowohl im Dachbereich als auch an den Längsseiten die Strömungsgeschwindigkeit. In der abgelösten und beschleunigten Strömung entstehen Unterdrücke bzw. „Sog“ (Abk. „S“, Vorzeichen „-“ bzw. blaue Pfeile aus Gebäude heraus (Abb. 2)). Auf der windabgewandten Seite der Gebäude stellt sich eine Windabschwächung mit moderaten Sog-wirkungen ein. Der sich im Gebäudeinnern einstellende windbedingte Innendruck ist dabei von der jeweiligen Öffnungskonfiguration (Größe der Öffnungen, Leckagen), von der Windrichtung bzw. -geschwindigkeit und vom Nutzerverhalten abhängig (Moor 1987). Ziel für die Verringerung des Schneeeintrags im Bereich der nicht überdachten Laufhöfe ist es, Zuluft durch windbedingten Überdruck im Fassadenbereich (z. B. über Leckagen) zu- und durch windbedingten Unterdruck (Sog) im Laufhofbereich wieder ins Freie abzuführen. Dabei gestalten sich gebäudeaerodynamische Messungen in der Praxis vor allem auf Grund der Turbulenz der Windströmung sowie standortabhängiger Einflussparameter (Oberflächenrauigkeit, Relief, ggf. Bebauung bzw. Vegetation) schwierig bzw. sind nicht wiederholbar. Windkanalversuche eignen sich methodisch sehr gut und werden deshalb im Rahmen dieser Untersuchung zur Abschätzung des Schneeeintrags in die nicht überdachten Laufhöfe verwendet.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Ergebnisse Schneeeintrag

Insgesamt wurden aus einer Vielzahl von praxisüblichen Bauweisen für mehrhäusige Stallanlagen fünf Stallmodelle mit unterschiedlichen Gebäudegeometrien und Dachneigungen (DN) ausgewählt und modellbautechnisch im Maßstab 1 : 100 umgesetzt. Aus diesen werden exemplarisch die Ergebnisse für die Variante MH 1 – addierte Baukörper mit gleich großen Satteldächern (DN = 20°), MH 2 – Pultdächer in satteldachförmiger Anordnung (DN = 3°) und MH 3 – Pultdächer in trogförmiger Anordnung (DN = 3°) vorgestellt. Gemessen wurden die Windrichtungen senkrecht auf die Giebelwände (180°), über Eck (225°) und senkrecht auf die Traufwände (270°) bei einer Windgeschwindigkeit von 3 m/s (10 m Höhe) und geschlossenen Fassaden (Leckage-Anteil Wände ca. 3,0 %). Dargestellt sind in Abbildung 2 die Werte für die ein- und ausströmende Luft, exemplarisch für die kritische Anströmung über Eck (225°). Die Ergebnisse zeigen, dass Luft im Wand- und nicht überdachten Laufhofbereich gleichzeitig ein- und ausströmt (Abb. 2, s. jeweils Teilsommen für Druck und Sog). MH 1 (20° Dachneigung) weist mit einem Wert von + 84.277 m<sup>3</sup>/h den höchsten Wert für Druck im nicht überdachten Laufhofbereich auf. Mit + 55.974 m<sup>3</sup>/h liegt MH 3 etwa um ein Drittel niedriger. Geringen Druck (+ 14.667 m<sup>3</sup>/h) im Bereich des nicht überdachten Laufhofes zeigt dagegen MH 2. Über die einströmende Luft wird es bei MH 1 und MH 3 zu einem deutlich höheren Schneeeintrag als bei MH 2 kommen. Beide Ergebnisse korrelieren mit den Praxiserfahrungen mit hohen (MH 1) und geringen (MH 2) Schneeeinträgen.

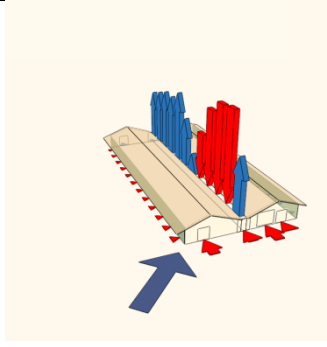
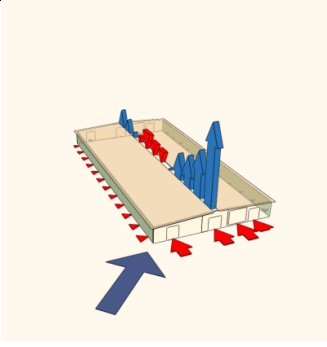
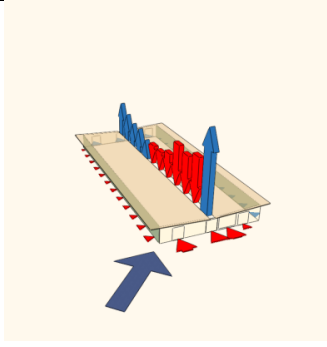
	MH 1 (DN 20°)	MH 2 (DN 3°)	MH 3 (DN 3°)
			
Wind über Eck 090°	<b>Leckagefläche Wände</b>	<b>Leckagefläche Wände</b>	<b>Leckagefläche Wände</b>
	$\Sigma D   S + 50.152   - 14.624 \text{ [m}^3/\text{h]}$	$\Sigma D   S + 55.345   - 9.737 \text{ [m}^3/\text{h]}$	$\Sigma D   S + 37.093   - 31.529 \text{ [m}^3/\text{h]}$
	Diff. Wände <b>+ 35.528 m<sup>3</sup>/h</b>	Diff. Wände <b>+ 45.608 m<sup>3</sup>/h</b>	Diff. Wände <b>+ 5.564 m<sup>3</sup>/h</b>
	<b>Nicht überdachter Laufhof</b>	<b>Nicht überdachter Laufhof</b>	<b>Nicht überdachter Laufhof</b>
$\Sigma D   S + 84.277   - 119.805 \text{ [m}^3/\text{h]}$	$\Sigma D   S + 14.667   - 60.275 \text{ [m}^3/\text{h]}$	$\Sigma D   S + 55.974   - 61.538 \text{ [m}^3/\text{h]}$	
Diff. Laufhof <b>- 35.528 m<sup>3</sup>/h</b>	Diff. Laufhof <b>- 45.608 m<sup>3</sup>/h</b>	Diff. Laufhof <b>- 5.564 m<sup>3</sup>/h</b>	

Abb. 2: Ein- und ausströmende Luft über Druck und Sog ( $D = \text{Druck}$  bzw.  $S = \text{Sog}$ ) bei mehrhäusigen Stallanlagen

## 4.2 Ergebnisse Regeneintrag

Bei den untersuchten mehrhäusigen Stallmodellen zeigt sich, dass die wesentlichen Einflussfaktoren für den Schlagregeneintrag die Gebäudeorientierung (Nord-Süd bzw. Ost-West), die Gebäudehöhe und die Vordächer sind. Lage und Höhe der Vordächer ergeben sich aus der Dachform, der Trauf- bzw. Firsthöhe, der erforderlichen, nicht überdachten Laufhoffläche gemäß EG-Öko-VO sowie einer wirtschaftlichen Fressgangbreite (hier: 5,20 m). Für alle Modelle wurde im Fress- und Laufgangbereich eine Durchfahrtshöhe von 3,40 m (s. eingezeichnete Rechtecke in Abb. 3) eingehalten. Die Außenfassaden werden als geschlossen (Windschutznetze, Curtains o. ä.), die innenliegenden Fassaden zum Fressgang als offen angenommen.

Bei Nord-Süd-Ausrichtung der Ställe ist zunächst keines der untersuchten Stallmodelle zu 100 % schlagregensicher (Farbe Gelb). Durch abgehängte Regenschürzen oder Spritzschutzmaßnahmen (z. B. lamellenartige Holzverkleidungen vor den Liegeboxen) mit geringer Bauhöhe lässt sich dies für 2-reihige Aufstallungen lösen. 3-reihige Liegeboxenlaufställe können dagegen nicht geschützt werden. Bei Ost-West-Ausrichtung der Ställe ist dagegen nur mit geringfügigen Einträgen in die Liegeboxen zu rechnen. Dies resultiert aus der Abschwächung des Einfallwinkels durch den schrägen Regeneintrag in Abhängigkeit zur Hauptwindrichtungsverteilung. Bis auf MH 2, bei dem der Schlagregeneintrag durch Spritzschutzmaßnahmen verhindert werden kann, schützen allein die angenommenen Geometrien, Trauf- bzw. Firsthöhen und Dachüberstände.

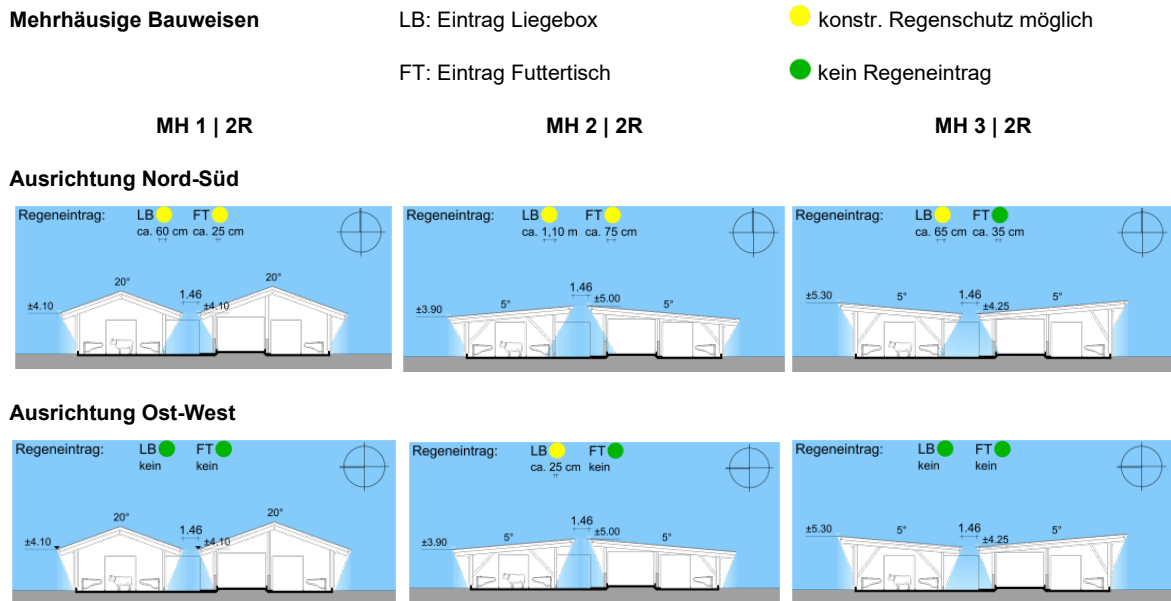


Abb. 3: Geometrische Ermittlung des Schlagregeneintrags bei unterschiedlicher Gebäudeausrichtung

## 5 Schlussbemerkung

Durch diese Untersuchung konnte eine hohe Planungssicherheit für mehrhäusige Stallanlagen mit integrierten Laufhöfen gemäß EG-Öko-VO erreicht werden. Für die Funktionsicherheit sind die Ausrichtung der Stallanlagen sowie die Gebäudehöhe bzw. -geometrie entscheidend. Mit den Messdaten aus dem Windkanal ist es jetzt möglich, die hohen (MH 1) und geringen Schneeeinträge (MH 2), die aus der Praxis bereits bekannt sind, durch die entsprechenden Druckwerte im Bereich der nicht überdachten Laufhöfe zu verifizieren. In wieweit sich die höheren Werte für Druck im nicht überdachten Laufhofbereich bei der trogförmigen Anordnung (MH 3) gegenüber Modell MH 2 auf die Schneeeintragsmenge auswirken, wird in weiteren Simulationen überprüft, da für diese Gebäudegeometrie noch keine Stallanlagen in der Praxis zur Verfügung stehen.

Gegen Schlagregeneintrag auf angrenzende Funktionsflächen schützt bei Nord-Süd-Ausrichtung zunächst keine Gebäudegeometrie. Dabei können 2-reihige Aufstallungen im Gegensatz zu 3-reihigen durch einfache Regenabweiser ertüchtigt werden, so dass 3-reihige Aufstallungen bei dieser Ausrichtung generell nicht empfohlen werden können. Dagegen sind bei Ost-West-Ausrichtung alle Aufstallungsformen durch die untersuchten Gebäudegeometrien gegen Schlagregen geschützt. Bei der Wahl der passenden Dachform ist hier dann wieder die Abwägung mit dem potenziellen Schneeeintrag erforderlich.

## 6 Literaturverzeichnis

Cziesielski E (1981) Methode zur Erzeugung eines Schlagregens für die Bauteilprüfung. Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau. Stuttgart

DIN 68800-2:2012-02, Holzschutz - Teil 2: Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau

Verordnung (EG) Nr. 834/2007 (EG-Öko-VO) des Rates vom 28. Juni 2007 über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91

Frank W (1973) Einwirkungen von Regen und Wind auf Gebäudefassaden. Institut für Bauphysik der Fraunhofer-Gesellschaft. Stuttgart

Moor H (1987) Physikalische Grundlagen der Gebäudeaerodynamik im Hinblick auf die Berechnung des Luftaustausches. EMPA. Dübendorf

Simon J, Blenk M, Dietl H, Geischeder S, Goblirsch G, Helm S, Huene A von, Lubenau C, Richter K, Schulze A & Weber-Blaschke G (2013) Landwirtschaft – Bauen in regionalen Kreisläufen. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising

Stötzel P & Simon J (2017) Simulationen des Einflusses von baulichen Maßnahmen zur Reduzierung von Hitzestress in Milchviehställen. In Tagungsband zur 14. Tagung: Bauen, Technik und Umwelt, Hohenheim

Zitiervorschlag: Simon J, Oberhardt F, Bauhofer B (2020): Funktionssicherheit integrierter Laufhöfe gemäß EG-Öko-VO in der Milchviehhaltung. In: Wiesinger K, Reichert E, Saller J, Pflanz W (Hrsg.): Angewandte Forschung und Entwicklung für den ökologischen Landbau in Bayern. Öko-Landbautag 2020, Tagungsband. –Schriftenreihe der LfL 4/2020, 27-32