

Klima in geschlossenen Ställen

Wasserdampf- und Wärmehaushalt im Winter, Lüftung, Beleuchtung

DIN
18910

Climate in closed stables; water vapour and heat conditions
during the winter; ventilation, lighting

Ersatz für DIN 18910
Blatt 1, Blatt 2 und Blatt 3

Nach der „Ausführungsverordnung zum Gesetz über Einheiten im Meßwesen“ vom 26. Juni 1970 dürfen die bisher verwendeten Einheiten Torr und Kilokalorie (kcal) nur noch bis zum 31. Dezember 1977 benutzt werden. Nach diesem Zeitpunkt sind die neuen gesetzlichen Einheiten zu verwenden. Es sind dann zu setzen für 1 Torr = 1,33 mbar (Millibar) und für 1 kcal = 1,16 Wh (Wattstunde). Diese Angaben sind im Text der Norm in Klammern hinzugefügt. Außerdem werden in dieser Norm die gesetzlichen Einheiten nach DIN 1301, Ausgabe November 1971, für die Temperaturdifferenz Kelvin (K) (bisher „grd“; 1 grd = 1 K) verwendet.

Diese Norm beruht auf Vorarbeiten des Kuratoriums für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL), 61 Darmstadt-Kranichstein, Bartningstr. 49.

Aus der Vielzahl der mitbestimmenden Faktoren und einigen noch nicht völlig geklärten Grundlagen haben sich teilweise empirisch festgelegte, vereinfachte Berechnungsgrundlagen und -verfahren ergeben.

Inhalt

	Seite
1. Geltungsbereich	2
2. Begriffe	2
3. Bedeutung und Wirksamkeit des Stallklimas	2
4. Anforderungen	2
5. Berechnungsgrundlagen und Berechnungsannahmen	3
6. Berechnungsverfahren	4

Fortsetzung Seite 2 bis 13

Fachnormenausschuß Bauwesen (FNBau) im Deutschen Normenausschuß (DNA)
Fachnormenausschuß Heizung und Lüftung (FNHL) im DNA
Fachnormenausschuß Lichttechnik (FNL) im DNA



Documents

Document Sharing Hub

1. Geltungsbereich

Diese Norm gilt für Warmställe, deren Wärme- und Wasserdampfhaushalt durch Lüftung gesteuert werden soll. Die Angaben über Beleuchtung sind auch für Kaltställe gültig.

Diese Norm enthält Daten und Regeln zur Berechnung des Wasserdampf- und Wärmehaushaltes bei geschlossenen Ställen. Sie gibt Anweisungen für die Bemessung der Lüftung und der Beleuchtung.

Sofern in dieser Norm nichts anderes bestimmt wird, gelten auch die Normen DIN 4108 „Wärmeschutz im Hochbau“, Ausgabe August 1969, insbesondere die Abschnitte 3, 4.1, 4.2, 4.4, 8 und DIN 4701 „Regeln für die Berechnung des Wärmebedarfs von Gebäuden“, Ausgabe Januar 1959, insbesondere die Tabellen 3, 5 bis 12 c und Abschnitt 4.

2. Begriffe

2.1. Abluft

Luft, die aus dem Stall abgeführt wird.

2.2. Abluft rate

Aus dem Stall abgeführte Luftmenge (Fortluft) in Kubikmeter je Stunde.

2.3. Freie Lüftung

Lüftung, abhängig von den natürlichen Energien aus Wärme, Wasserdampf und Wind.

2.4. Geschlossener Stall

Allseits von Bauteilen umschlossener Stallraum.

2.5. Kaltstall

Geschlossener oder offener Stall, bei dem die Gebäudehülle vorwiegend dem Schutz der Tiere gegen Niederschläge, Sonne und Wind dient. Im Winter liegt die Stalllufttemperatur im allgemeinen nur wenige Grad über der jeweiligen Außenlufttemperatur.

2.6. Kernkondensat (Kondenswasser)

Feuchtigkeit, die im Innern der Bauteile ausfällt, wenn diffundierender Wasserdampf infolge Abkühlung kondensiert, oder wenn der Dampfteildruck den Sättigungsdruck überschreitet.

2.7. Kohlendioxidhaushalt

Bilanz aus Kohlendioxidanfall und Kohlendioxidabführung.

2.8. Lüftung

Zuführen und Verteilen der Zuluft sowie Abführen der Abluft.

2.9. Lüftungsanlage

Gesamtheit der technischen Einrichtungen zur Lüftung.

2.10. Luftrate

Luftmenge, in Kubikmeter je Stunde.

2.11. Oberflächenkondensat (Tauwasser)

Feuchtigkeit, die sich aus der Luft an den Oberflächen von Bauteilen bildet, wenn die Luft dort unter ihren Taupunkt abgekühlt wird.

2.12. Relative Feuchte der Luft

In Prozent ausgedrücktes Verhältnis des bei einer bestimmten Temperatur vorhandenen Wasserdampfgehaltes, zu dem bei dieser Temperatur höchstmöglichen Wasserdampfgehalt der Luft.

2.13. Stallbesatz

Anzahl der im Stall gehaltenen Tiere, aufgeschlüsselt nach Art, Nutzung und Gewicht.

2.14. Stallklima

Es ergibt sich im wesentlichen aus dem Zusammenwirken von Luft, Licht, Wärme, Feuchtigkeit sowie festen und gasförmigen Beimengungen der Luft.

2.15. Taupunkt der Luft

Temperatur, bei welcher der vorhandene Wasserdampfgehalt der Luft beim Abkühlen den Sättigungsgrad erreicht (relative Feuchte = 100 %).

Wird Luft unter ihren Taupunkt abgekühlt, so wird Wasserdampf zu Wasser.

2.16. Wärmehaushalt

Bilanz aus Wärmeanfall und Wärmeverlust.

2.17. Warmstall

Geschlossener Stall, dessen raumumschließende Bauteile so ausreichend wärmegeklämt sind, daß die in den Tabellen 1 bis 5 aufgeführten Rechenwerte für die Temperatur und Feuchte der Stallluft im Winter erzielt werden können, wobei unzureichende tierische Wärmeproduktion eine zusätzliche Heizung notwendig machen kann.

2.18. Wasserdampfhaushalt

Bilanz aus Wasserdampfanfall und Wasserdampfabführung.

2.19. Zuluft

Luft, die dem Stallraum zugeführt wird.

2.20. Zuluft rate

In den Stall eingeführte Außenluftmenge in Kubikmeter je Stunde.

2.21. Zwangslüftung

Lüftung mit Ventilatoren.

3. Bedeutung

und Wirksamkeit des Stallklimas

Das Stallklima beeinflußt als wichtiger Umweltfaktor die Gesundheit und die Leistungsfähigkeit von Tier und Mensch. Überhöhter Wasserdampfgehalt und aggressive Bestandteile der Stallluft können die Wärmedämmung und die Dauerhaftigkeit der Baustoffe und Bauteile vermindern.

Besonders zu berücksichtigen sind:

Wärme-, Wasserdampf- und Gasanfall sowie Luftbewegung im Stall; Temperatur, Wasserdampf- und Gasgehalt der Stall- und Außenluft; Wärmedämmung, Oberflächentemperatur und Feuchtigkeit der raumumschließenden Bauteile.

4. Anforderungen

4.1. Temperatur und Feuchte der Stallluft

Der Stallklimaberechnung sind in der Regel die Rechenwerte der Tabellen 1 bis 5 zugrunde zu legen. Abweichungen hiervon sind mit dem Auftraggeber ausdrücklich zu vereinbaren.

4.2. Stallbesatz

Der Auftraggeber hat den vorgesehenen minimalen und maximalen Stallbesatz festzulegen.

Für die Berechnung des Wärmehaushaltes und der Mindestluftrate des Stalles im Winter ist der minimal und maximal mögliche Stallbesatz zugrunde zu legen. Für die Berechnung der Mindestluftrate des Stalles im Sommer ist der maximale Stallbesatz zugrunde zu legen.

4.3. Wasserdampfhaushalt im Winter

Der Wasserdampfhaushalt des Stalles muß bei den gegebenen außenklimatischen und den geforderten stallklimatischen Verhältnissen ausgeglichen sein. Die Berechnung kann nach Abschnitt 6.1.1 durchgeführt werden. Eine zu berücksichtigende unabhängige Entfeuchtung ist auf 2 zu berücksichtigen.

4.4. Kohlendioxidhaushalt im Winter

Der Kohlendioxidgehalt der Stallluft (K_i) darf $3,5 \text{ l/m}^3$ nicht übersteigen. Die Berechnung kann nach Abschnitt 6.1.2 durchgeführt werden.

4.5. Mindestluftfrate im Winter

Die größere sich nach dem Wasserdampfhaushalt bzw. dem Kohlendioxidhaushalt ergebende Luftfrate ist als Mindestluftfrate im Winter anzusetzen. Die Berechnung kann nach Abschnitt 6.1 durchgeführt werden.

4.6. Wärmehaushalt im Winter

Der Wärmehaushalt des Stalles muß nach Abschnitt 6.4 bei den gegebenen außenklimatischen und den geforderten stallklimatischen Verhältnissen gedeckt sein. Eine mögliche Heizung sowie eine Rückgewinnung von Wärme durch Luftentfeuchtung sind ggf. zu berücksichtigen.

4.7. Mindestluftfrate im Sommer

Die Lüftungsanlage muß so ausgelegt werden, daß die in den Tabellen 6 bis 8 angegebenen Mindestluftfraten im Sommer eingehalten werden können. Die Mindestluftfraten ermöglichen, daß die Stalllufttemperatur nicht wesentlich über die Außenlufttemperatur ansteigt und die angegebenen $\Delta t'$ -Werte annähernd erreicht werden. Dabei sind die Sonneneinstrahlung und das wärmetechnische Verhalten der Bauteile nicht berücksichtigt. Wenn die Stalllufttemperatur durch Kühlung abgesenkt wird und dabei mindestens die in den Tabellen 6 bis 8 angegebenen Werte zu $\Delta t'$ annähernd erreicht werden, dürfen die Mindestluftfraten nach Abschnitt 4.5 jedoch nicht unterschritten werden.

4.8. Luftbewegung im Stall

Im Bereich der in den Tabellen 1 bis 5 angegebenen Rechenwerte für die Stallluft soll in der Nähe der Tierkörper die Luftgeschwindigkeit möglichst $0,2 \text{ m/s}$ nicht überschreiten.

Übersteigen im Sommer die Stalllufttemperaturen die in den Tabellen 1 bis 5 angegebenen Höchstwerte des optimalen Bereichs, so ist für ausgewachsene Tiere eine Erhöhung der Luftgeschwindigkeit bis zu $0,6 \text{ m/s}$ zweckmäßig.

4.9. Gesundheitsschädliche Gaskonzentrationen in der Stallluft

Da die MAK-Werte¹⁾ für Ammoniak (NH_3) = $0,05 \text{ l/m}^3$ und für Schwefelwasserstoff (H_2S) = $0,01 \text{ l/m}^3$ nicht überschritten werden sollen, müssen zur Vermeidung von Gasvergiftungen die Unfallverhütungsvorschriften und Richtlinien des Bundesverbandes der landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaft in Kassel beachtet werden. Die Verbindung zwischen Ställen und außenliegenden Flüssigmist- und Jauchegruben müssen mit Geruchsverschlüssen ausgestattet sein.

4.10. Lüftung

Die Mindestluftfraten müssen mit Sicherheit gefördert werden, wobei sämtliche Strömungswiderstände zu berücksichtigen sind. Bei einem möglichen Ausfall der Lüftungsanlage soll der Luftaustausch in Geflügel- und Mastkälberställen nicht länger als eine halbe Stunde, in allen übrigen Ställen nicht länger als 1 Stunde völlig unterbrochen sein. Jeder Stall sollte mit einer Alarmanlage, einem Ersatzstromaggregat und Notluftöffnungen versehen sein.

4.11. Beleuchtung

Eine ausreichende Helligkeit (Beleuchtungsstärke) ist sowohl im Bereich der Tiere als auch an den Hauptarbeitsplätzen erforderlich. Der Lichtbedarf kann zeitweise durch Tageslicht gedeckt werden. Alle Ställe sind mit ausreichenden Beleuchtungsanlagen auszustatten. Helligkeit, Lichtfarbe und Beleuchtungszeit sind den Haltungs- und Arbeitsbedingungen anzupassen. Richtwerte für die Bemessung der Beleuchtung sind in Tabelle 9 angegeben.

¹⁾ MAK = maximale Arbeitsplatzkonzentration

Bei der Anordnung der Leuchten ist darauf zu achten, daß sie die Luftführung im Stall nicht beeinträchtigen.

Mit Rücksicht auf den Wärmehaushalt der Ställe sollen die Fensterflächen (Rohbau-Richtmaß) folgende Richtwerte nicht überschreiten: In Mastställen $1/20$ und in Zuchtställen $1/15$ der Stallgrundfläche.

4.12. Schutz der Bauteile gegen Feuchtigkeit

Oberflächenkondensate sind unzulässig, wenn durch sie die Wärmedämmung der Bauteile nennenswert beeinträchtigt und/oder die Dauerhaftigkeit und statische Funktion der Baustoffe und Bauteile gefährdet werden. Eine ausreichende Wärmedämmung der Bauteile kann neben anderen klimatischen Maßnahmen die Bildung von Oberflächenkondensat an den Bauteilen einschränken oder verhindern.

Kernkondensate sind unzulässig, wenn durch sie die Wärmedämmung der raumumschließenden Bauteile nennenswert beeinträchtigt und/oder die Dauerhaftigkeit und statische Funktion der Baustoffe und Bauteile gefährdet werden. Zeitweilig anfallendes Kernkondensat muß während der jahreszeitlichen Trockenperioden wieder vollständig ausdiffundieren können. Bei mehrschichtigen Konstruktionen kann eine sachgemäße Schichtenfolge die Bildung von Kondenswasser im Innern der Bauteile verhindern. Deshalb sollten diese Schichten von innen nach außen so angeordnet werden, daß in Richtung des Dampfdruck- und Temperaturgefälles ihr Wärmedurchlaßwiderstand zunimmt und ihr Wasserdampfdurchlaßwiderstand abnimmt. Es ist vorgesehen, den Feuchtigkeitsschutz in einer gesonderten Norm zu behandeln.

5. Berechnungsgrundlagen und Berechnungsannahmen

5.1. Außenluft im Winter

Die Wintertemperaturwerte (siehe Seite 7) beruhen auf der mittleren Anzahl winterlicher Eistage, die sehr eng mit der Häufigkeit und Dauer von Kaltluftperioden korreliert. Die Zuordnung der Temperaturwerte erfolgte durch Analogsetzung.

Die farbig dargestellten 4 Temperaturzonen umfassen jeweils 2 Temperaturwerte, wobei der tiefere Wert die betreffende Temperaturzone kennzeichnet. Dieser Temperaturzonenwert gilt als Rechenwert in $^{\circ}\text{C}$ bei der Bemessung der Luftfraten und des baulichen Wärmeschutzes im Winter.

Als Rechenwert für die relative Feuchte der Außenluft im Winter werden 100 % angesetzt.

5.2. Rechenwerte für Lufttemperaturen im Winter in angrenzenden Nebenräumen

Siehe Tabelle 10.

5.3. Wärmeverluste durch die Bauteile

Der Wärmeverlust durch die raumumschließenden Bauteile setzt sich zusammen aus den Wärmeverlusten durch die Außenwände, Innenwände, Decken, Fenster und Türen. Der Wärmeverlust durch den Fußboden wird im allgemeinen vernachlässigt. Bei Ställen über unbeheizten Räumen ist dieser jedoch zu berücksichtigen. Für Wand- und Deckenflächen sind die lichten Raummaße, für Wand- und Deckenöffnungen sind die Rohbaurichtmaße zu verwenden.

Für die Berechnung der Wärmedurchgangszahlen k bei der Wärmehaushaltsberechnung gelten die Wärmeübergangszahlen nach DIN 4108 und DIN 4701.

5.4. Außenluft im Sommer

Zur Bemessung der Mindestluftfraten im Sommer gelten die Sommertemperaturzonen <26 und ≥ 26 (siehe Seite 8).

Die Temperaturwerte sind arithmetische Mittel aus der mittleren Jahreshöchsttemperatur (t_{max}) und der langjährigen Mitteltemperatur des Juli (t_{Juli}) aufgerundet auf ganze Celsiusgrade.

$$t = \frac{t_{\text{max}} + t_{\text{Juli}}}{2}$$



Documents

Document Sharing Hub

5.5. Mindestluftraten im Sommer

Der in Abschnitt 6.5 verwendete Näherungswert von $0,8 \text{ kcal/m}^3 \text{ K}$ ($\sim 0,9 \text{ Wh/m}^3 \text{ K}$) entspricht den an heißen Sommertagen zur wärmsten Tageszeit allgemein anzutreffenden Außenluftbedingungen von 25°C bis 30°C bei 60 % relativer Feuchte oder 30°C bis 34°C bei 50 % relativer Feuchte (siehe Tabelle 13). Gegen Strahlungsabsorption der Bauteile sollten Sommerställe so gebaut werden, daß viel Strahlung reflektiert wird oder Wände nach Südost, Süden oder Südwesten beschattet sind.

5.6. Luftdruck

Bei den Tabellen 11 bis 13 ist ein mittlerer Luftdruck von 725 Torr (966 mbar) unterstellt, der gemäß unseren zeitlichen Luftdruckschwankungen einem Höhenbereich zwischen 200 m und 600 m über NN entspricht. Für Höhenlagen von 0 bis 200 m und 600 bis 1000 m über NN sind die dabei entstehenden Abweichungen unerheblich.

5.7. Richtwerte für den Wasserdampfanfall X_{Ti}' Wärmeanfall Q_{Ti} und Kohlendioxidanfall K_{Ti} pro Tier und Stunde in Abhängigkeit vom Tiergewicht (siehe Tabellen 14 bis 18)

Im Stall entsteht Wasserdampf durch die Tiere, durch Verdunstung aus Kot, Harn und Reinigungswasser (X_{Ti}). Werden Abgase von Heizgeräten bei der Verbrennung fester, flüssiger oder gasförmiger Brennstoffe in den Stall geleitet, so entsteht ein zusätzlicher Wasserdampfanfall (X_H) (siehe Tabelle 19).

Im Stall entsteht Kohlendioxid durch die Tiere und bei der Zersetzung von Kot und Harn (K_{Ti}). Werden Abgase von Heizgeräten bei der Verbrennung von festen, flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen in den Stall geleitet, so entsteht ein zusätzlicher Kohlendioxidanfall (K_H) (siehe Tabelle 19).

Bei höheren Stalllufttemperaturen als den Rechenwerten (siehe Tabellen 1 bis 5) ist bei etwa 5 K Temperaturüberhöhung der Wasserdampfanfall im Stall um 10 % höher anzusetzen. Bei tieferen Stalllufttemperaturen als den Rechenwerten ist bei etwa 5 K Temperaturunterschreitung der Wasserdampfanfall im Stall um 10 % geringer anzusetzen.

5.8. Beleuchtungsbedarf

Die Tabelle 9 kennzeichnet für bestimmte Raumarten den Beleuchtungsbedarf. Es werden die jeweiligen Beleuchtungsstärken für unterschiedliche Leuchten, bezogen auf die Hauptbeleuchtungszonen (HBZ) oder auf den Stallbereich, angegeben.

5.9. Stallbesatz

Der Stallbesatz errechnet sich aus der Anzahl und dem Einzelgewicht der Tiere.

6. Berechnungsverfahren

Es bedeuten:

$\sum X_{Ti}$	= Wasserdampfanfall durch die Tiere	in $\frac{\text{g}}{\text{h}}$
x_i	= Wasserdampfgehalt der Stallluft	in $\frac{\text{g}}{\text{m}^3}$
x_a	= Wasserdampfgehalt der Außenluft	in $\frac{\text{g}}{\text{m}^3}$
ρ_i	= Dichte der Stallluft	in $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
ρ_a	= Dichte der Außenluft	in $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
i_i	= Wärmeinhalt der Stallluft	in $\frac{\text{kcal}}{\text{m}^3} \left(\frac{\text{Wh}}{\text{m}^3} \right)$
i_a	= Wärmeinhalt der Außenluft	in $\frac{\text{kcal}}{\text{m}^3} \left(\frac{\text{Wh}}{\text{m}^3} \right)$
$\sum Q_{Ti}$	= Wärmeanfall durch die Tiere	in $\frac{\text{kcal}}{\text{h}}$ (W)

$\sum X_H$	= Wasserdampfanfall durch Heizung	in $\frac{\text{g}}{\text{h}}$
$\sum K_{Ti}$	= Kohlendioxidanfall durch die Tiere	in $\frac{\text{l}}{\text{h}}$
$\sum K_H$	= Kohlendioxidanfall durch Heizung	in $\frac{\text{l}}{\text{h}}$
$K_{i\text{zul}}$	= zulässiger Kohlendioxidgehalt der Stallluft ($\leq 3,5 \text{ l/m}^3$)	in $\frac{\text{l}}{\text{m}^3}$
K_a	= Kohlendioxidgehalt der Außenluft ($0,3 \text{ l/m}^3$)	in $\frac{\text{l}}{\text{m}^3}$
k	= Wärmedurchgangszahl des Bauteils nach DIN 4701 oder DIN 4108	in $\frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{h} \cdot \text{K}} \left(\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \right)$
$\sum V_i$	= Gesamtluftrate im Sommer	in $\frac{\text{m}^3}{\text{h}}$
$\sum V_{xAb}$	= Abluftrate nach dem Wasserdampphaushalt	in $\frac{\text{m}^3}{\text{h}}$
$\sum V_{xZu}$	= Zulufrate nach dem Wasserdampphaushalt	in $\frac{\text{m}^3}{\text{h}}$
$\sum V_{KAb}$	= Abluftrate nach dem Kohlendioxidhaushalt	in $\frac{\text{m}^3}{\text{h}}$
$\sum V_{KZu}$	= Zulufrate nach dem Kohlendioxidhaushalt	in $\frac{\text{m}^3}{\text{h}}$
Δt	= Temperaturunterschied zwischen Raum- und Außenluft	in K
$\Delta t'$	= Zielgröße für den Temperaturunterschied zwischen Raum- und Außenluft, ohne Berücksichtigung der Sonneneinstrahlung und des wärmetechnischen Verhaltens der Bauteile	in K

6.1. Luftraten im Winter

6.1.1. Gesamtluftrate nach dem Wasserdampphaushalt für den Stall ($\sum V_x$)

$$\sum V_{xAb} = \frac{\sum T_i + \sum X_H}{x_i - x_a \frac{\rho_i}{\rho_a}} \approx \frac{\sum X_{Ti} + \sum X_H}{x_i - x_a} \quad \text{in } \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$\sum V_{xZu} = \sum V_{xAb} \cdot \frac{\rho_i}{\rho_a} \quad \text{in } \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Tabelle 1. Rindviehställe, Temperatur t_i und Feuchte φ_i

Stall für	Optimalbereich für die Tiere		Rechenwerte im Winter	
	Lufttemperatur $^\circ \text{C}$	rel. Luftfeuchte %	Lufttemperatur $^\circ \text{C}$	rel. Luftfeuchte %
Milchkühe, Zuchtkälber, Zuchtbullen, Jungviehaufzucht und Abkalbung	0 bis 20	60 bis 80	10	80
Jungviehmast, Mastbullen	20 bis 12*)	60 bis 80	16	80
Mastkälber	20 bis 16*)	60 bis 80	18	70

*) Lufttemperatur mit zunehmendem Alter der Tiere allmählich vom höheren auf den niederen Wert abnehmend



Documents

Document Sharing Hub