



Informazioni tecniche – Protezione degli animali

Valori climatici della stalla e loro misura nella detenzione di suini

L'importanza del clima della stalla per l'animale

Il clima della stalla è tanto importante ai fini di un sistema di detenzione rispettoso degli animali quanto lo sono le condizioni di spazio, le attrezzature utilizzate nella stalla, la cura e l'alimentazione degli animali. Il clima della stalla (clima interno) si differenzia in misura più o meno consistente dal clima esterno per temperatura, umidità relativa e velocità dell'aria nonché per concentrazione di gas nocivi e di particelle di polvere. I gas nocivi sono prodotti dal metabolismo animale (respirazione, escrementi), mentre la polvere proviene principalmente dagli alimenti, dalla lettiera, dalle particelle cutanee, dalle piume e dagli escrementi essiccati. Il clima della stalla è un fattore complesso nella detenzione degli animali da reddito che non può essere considerato indipendentemente da altre condizioni di detenzione quali il tipo di stalla, l'alimentazione e la cura degli animali.

In linea di principio va osservato che nei sistemi di detenzione gli animali sono sempre tenuti in uno spazio limitato ed hanno poche possibilità di sottrarsi al clima prevalente nella stalla. L'ordinanza sulla protezione degli animali esige pertanto che il clima nei locali e nei parchi interni deve essere adeguato agli animali (art. 11 cpv. 1). È compito del detentore garantire che il clima della stalla sia tale da non richiedere agli animali uno sforzo di adattamento superiore alle loro facoltà. A tal fine, il detentore ha due possibilità: reagire ad ogni singola situazione adottando misure puntuali che evitino di stressare gli animali. In un porcile, ad esempio, in presenza di temperature basse, può ricoprire il settore di riposo con ulteriore lettiera e, in caso di calura, utilizzare docce volte a garantire agli animali un po' di refrigerio. Oppure può strutturare il suo sistema di detenzione in modo che, a seconda del tipo di clima presente nella stalla, gli animali possano soggiornare negli ambienti che meglio rispondono ai loro bisogni. Nel caso dei suini da ingrasso, ad esempio, gli animali utilizzano i box di riposo quando la temperatura dell'aria è bassa mentre li evitano quando la temperatura è troppo elevata.

Un'attenzione particolare va riservata agli animali che vengono trasferiti da una stalla calda ad una stalla fredda o viceversa, ad esempio quando, durante lo svezzamento, i lattonzoli vengono trasferiti in una stalla con clima esterno. Di norma, gli animali hanno bisogno di alcuni giorni prima che i processi fisiologici di adattamento producano tutti i loro effetti. I processi morfologici (crescita del pelame, immagazzinamento del grasso) richiedono un periodo di adattamento ancora più lungo. Durante questa fase transitoria può quindi rendersi necessario adottare apposite misure (ad esempio munire il settore di riposo di un'abbondante lettiera) per attenuare gli effetti della nuova situazione climatica.

Un altro aspetto di cui occorre tenere conto è che alcune razze di animali da reddito e alcune linee di allevamento possono avere esigenze particolari in merito al clima della stalla, a causa delle loro caratteristiche genetiche. In presenza di temperature basse dell'aria, i maiali, ad esempio, hanno una capacità di mantenere inalterata la temperatura corporea notevolmente inferiore a quella dei maiali selvatici e ciò a causa della minore densità delle setole nonché di uno strato di grasso che, per effetto delle pratiche zootecniche, risulta molto meno consistente. Questo può causare problemi legati ad un'insufficiente liberazione di calore anche nelle scrofe da allevamento e nei suini da ingrasso.

Valutazione del clima della stalla

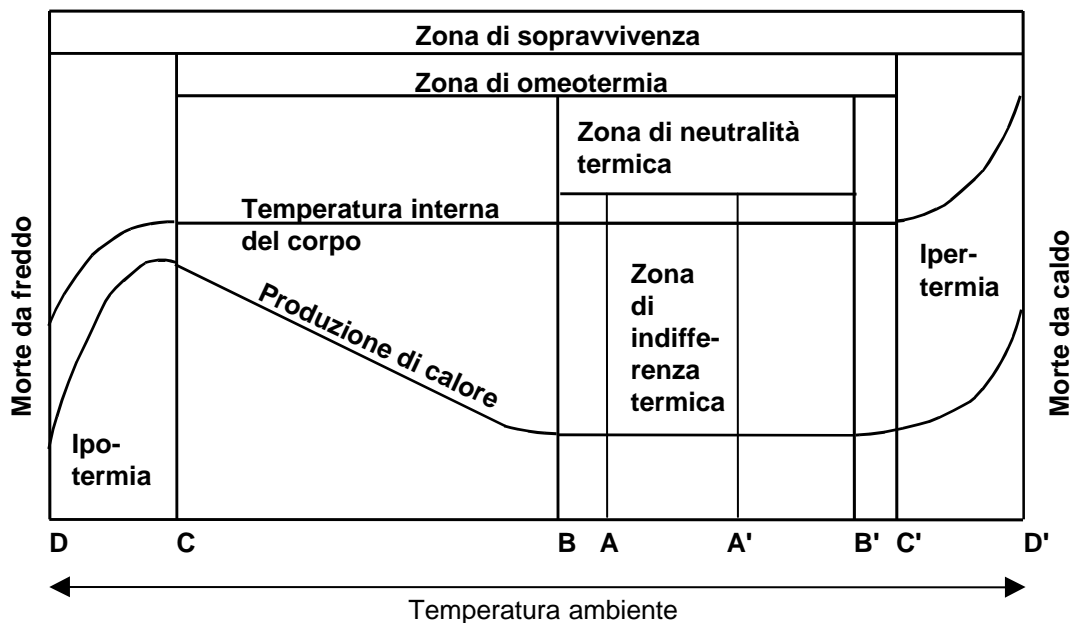
Per valutare l'effetto del clima della stalla sugli animali occorre tenere presenti aspetti vari: ad esempio, l'età dell'animale, l'intensità dell'utilizzazione, il tipo di sistema di detenzione, la durata e l'intensità dell'effetto di un fattore climatico della stalla. Alcuni fattori climatici, inoltre, non vanno considerati solo singolarmente bensì in combinazione con altri. Così, ad esempio, una temperatura bassa associata a valori di umidità e di velocità dell'aria bassi è sopportata meglio dall'animale di quanto lo sia una temperatura bassa combinata a valori di umidità e di velocità dell'aria elevati.

La valutazione del clima della stalla può avvenire in base ad apposite misurazioni, i cui metodi per i singoli fattori climatici sono illustrati nelle presenti informazioni tecniche. La valutazione del clima della stalla può anche aver luogo attraverso semplici indicatori che consentono di individuare le carenze dell'uno o dell'altro fattore. Indicatori di questo tipo sono le sensazioni dell'essere umano, il comportamento degli animali e lo stato del sistema di detenzione e delle attrezzature tecniche nella stalla.

In linea di massima, le misurazioni vanno effettuate nell'area in cui gli animali soggiornano più frequentemente. Occorre tenere conto del fatto che i risultati delle misurazioni possono variare a seconda della stagione, dell'ora, delle condizioni climatiche, del luogo nella stalla, della composizione dell'aria, della temperatura superficiale degli elementi della costruzione e di altri fattori. Misurazioni effettuate in luoghi diversi e per periodi lunghi sono più affidabili delle misurazioni saltuarie. Altrettanto importante, inoltre, è l'impiego di strumenti di misurazione calibrati. Se si rendono necessari valori di misurazione affidabili e ripetibili (stessi risultati alle stesse condizioni), occorre registrare il più dettagliatamente possibile la procedura di misurazione e le circostanze in cui è stata effettuata (ad esempio luoghi, ora, condizioni climatiche, ecc.).

1. Temperatura dell'aria

Per ogni animale esiste una zona di temperatura ambiente all'interno della quale l'organismo può mantenere la sua temperatura corporea ricorrendo in misura minima a misure regolatrici. Questa zona, nella quale la produzione di calore resta praticamente costante e indipendente dalla temperatura dell'ambiente circostante, viene definita zona di neutralità termica (ill. 1, zona da B a B'). Verso il basso essa è delimitata dalla temperatura critica inferiore (B). Qui l'organismo attiva dei meccanismi (ad esempio brividi di freddo) per aumentare la produzione di calore. La temperatura critica superiore (B') è la temperatura dell'aria a partire dalla quale l'animale inizia a liberare acqua (attraverso la sudorazione e/o la respirazione) per impedire il rialzo della temperatura del corpo. All'interno della zona di neutralità termica si trova la zona di indifferenza termica nella quale la temperatura corporea resta costante praticamente senza interventi da parte dei meccanismi omeostatici e l'animale sopporta bene sia il caldo che il freddo (ill.1, zona da A a A').



Ill. 1: Temperature e zone critiche per la termoregolazione, secondo Bianca (1976).

La capacità di adattamento degli animali alla temperatura ambiente è chiaramente esaurita quando i meccanismi fisiologici (ad esempio brividi di freddo, ansimare, aumento o diminuzione del consumo di alimenti) ed etologici (ad esempio cercare un riparo all'ombra, rotolarsi nel fango, ammassarsi gli uni sugli altri) di termoregolazione non sono più sufficienti per mantenere la temperatura interna corporea, dunque al di fuori della zona C-C' (vedi ill. 1). Ne consegue che all'interno della zona da C a C' la capacità di adattamento degli animali è sollecitata entro i limiti delle possibilità di reazione.

La zona di neutralità termica è nettamente più elevata negli animali neonati che negli animali adulti della stessa specie. Le due temperature critiche e pertanto il bisogno di calore sono in effetti più elevati negli animali giovani che in quelli adulti. Inoltre, l'ampiezza della zona di neutralità termica è notevolmente inferiore negli animali giovani. Per i lattinzoli essa si estende solo su alcuni gradi di temperatura. Affinché il loro sviluppo sia ottimale, essi necessitano dunque di un settore di riposo con temperature elevate e costanti.

Fasce di temperatura ottimali

La tabella n. 1 riporta le fasce ottimali della temperatura dell'aria. Quando nella stalla la temperatura dell'aria si colloca entro i valori delle fasce ottimali il rendimento dei suini raggiunge valori molto elevati. Considerato che dette fasce di temperatura sono più elevate per gli animali giovani che per quelli adulti della stessa specie, nella tabella sono riportati valori differenziati per le diverse categorie di animali. Essi valgono per l'area immediatamente circostante (microclima) al luogo nel quale gli animali soggiornano per lunghi periodi, come nel caso dei giacigli. Le fasce di temperatura all'interno delle quali gli animali sono in grado di adattarsi sono più ampie rispetto a quelle ottimali indicate nella tabella 1. Con l'aumento del rendimento, inoltre, le fasce ottimali si spostano verso il basso. Ai fini della valutazione del clima della stalla va tenuto conto del fatto che l'equilibrio termico degli animali è anche influenzato da altri fattori. Dalla tabella 2 emerge chiaramente che gli animali grandi e di elevata produttività hanno maggiori difficoltà con il caldo che con il freddo. Animali tenuti individualmente (ad esempio scrofe da rimonta tenute in gabbie) hanno un maggiore bisogno di calore rispetto agli animali tenuti in gruppi, poiché viene a mancare il meccanismo di termoregolazione sociale (il contatto corporeo con gli altri animali) e la possibilità di soggiornare in microclimi protetti (nicchie).

Nelle stalle senza isolamento termico (stalle fredde, stalle con clima esterno), la temperatura dell'aria subisce, a seconda della temperatura esterna, variazioni molto più marcate che nelle stalle chiuse di modo che possono aversi anche valori estremi. Nelle stalle con clima esterno è dunque indispensabile garantire un microclima adeguato attraverso la creazione di apposite zone (nicchie, ripari, lettiere profonde, superfici ombreggiate ecc.).

A seguito della crescente diffusione delle stalle non isolate, nel corso degli ultimi venticinque anni è stato possibile raccogliere molte informazioni circa la capacità di adattamento di alcune categorie e specie di animali da reddito a temperature dell'aria alte e basse. Se in stalle non isolate vengono utilizzati box per il parto, ai lattonzoli va garantita, subito dopo la nascita, la possibilità di soggiornare in un microclima dotato di una fonte di calore. Per l'allevamento dei lattonzoli e per la detenzione di maiali da ingrasso si sono dimostrati validi – con temperature dell'aria basse - sia i sistemi di detenzione a lettiera profonda (autoriscaldanti) sia le stalle munite di casse di riposo nelle quali gli animali riscaldano il settore di riposo attraverso il calore liberato dal corpo. Per evitare che i maiali da ingrasso con un peso corporeo di oltre 70 kg si ammassino gli uni sugli altri, la temperatura dell'aria non deve essere inferiore a 9 °C in sistemi di detenzione con lettiera (non lettiera profonda) e a 15 °C in box totalmente graticciati.

Tab. 1: Valori ottimali (fasce) della temperatura dell'aria

Categoria di animali	Peso (kg)	Fascia ottimale (°C)
Suini		
lattonzoli ²⁾	2-25	33 → 22 ¹⁾
mezzanotti ²⁾	25-60	22 → 15 ¹⁾
maiali da ingrasso ²⁾	60-100	18 → 9 ¹⁾
scrofe da allevamento e verri ²⁾	150-350	8-15
scrofe allattanti (lattonzoli vedi sopra) ²⁾	150-250	5-15

Osservazioni:

- 1) Valore degressivo in funzione dell'aumento di peso degli animali.
- 2) Microclima: vale per nicchie e luoghi nella stalla che garantiscono localmente il clima adatto ad una specifica categoria di animali.

Tab. 2: Fattori in funzione dei quali gli animali sopportano meglio (+) o peggio (-) temperature ambiente alte o basse

Fattore	Temperatura ambiente	
	Bassa	Alta
Aumento dell'età (animale giovane – animale adulto)	+	(-)
Consumo elevato di alimenti	+	-
Produttività elevata	+	-
Gestazione	+	-
Movimento	+	-
Pelame spesso	+	-
Lettiera abbondante e asciutta	+	-
Tenuta in gruppo	+	-
Tenuta individuale	-	+
Vento	-	+
Irraggiamento solare	+	-
Acclimatazione (al freddo o al caldo)	+	+

Per questa ragione, in giorni particolarmente caldi, devono essere offerte loro possibilità di refrigerio quali docce o superfici di riposo fresche ed eventualmente umide sulle quali tutti gli animali di un box possano sdraiarsi su un fianco completamente distesi. Refrigerio può essere offerto anche da settori del porcile con un considerevole movimento d'aria.

Misurazione della temperatura dell'aria

Per determinare la temperatura dell'aria in un determinato momento può essere utilizzato un termometro calibrato. Per una valutazione più significativa occorre invece procedere a misurazioni quasi continue (intervallo di misurazione < un'ora) su un lasso di tempo sufficientemente lungo. Adatti a questo scopo sono gli strumenti di misurazione e registrazione di dati (datalogger) che combinano spesso la misurazione della temperatura e dell'umidità relativa dell'aria.

Indicatori di carenze nella temperatura dell'aria

Il comportamento dei suini è caratterizzato da chiare reazioni quando il clima della stalla non corrisponde ai loro bisogni. Se la temperatura è troppo bassa, essi non si stendono più sul fianco, bensì solo sul ventre al fine di ridurre la quantità di calore corporeo liberato al suolo. Se la temperatura diminuisce ulteriormente, gli animali tendono ad ammassarsi gli uni sugli altri, poiché attraverso il contatto con il suolo e con l'aria perdono una quantità eccessiva di calore. Questo comportamento può causare una forte agitazione nel box in quanto gli animali che si trovano ai bordi del mucchio tentano continuamente di portarsi al centro. Ai gridi che esprimono l'aggressività degli animali in conflitto si aggiungono i lamenti. Un ulteriore elemento che indica temperature troppo basse per i suini sono i brividi di freddo. Critica è anche la situazione nella quale il settore di riposo in una stalla con temperature basse è bagnato o molto sporco oppure non offre a tutti gli animali la possibilità di sdraiarsi contemporaneamente. Nei box per il parto, temperature troppo basse possono causare un aumento del numero di decessi dei lattinzoli nei primi giorni dopo il parto.

L'articolo 27 dell'ordinanza dell'UFV sulla detenzione di animali da reddito e di animali domestici riporta le temperature che devono essere garantite nel settore di riposo dei suini e come quest'ultimo deve essere isolato termicamente per proteggere gli animali dal freddo.

Quando invece la temperatura è troppo elevata, i suini cercano di liberare calore stendendosi su superfici fresche e preferibilmente umide. Addirittura, non si stendono più nel settore del box previsto a tale scopo bensì nel settore riservato alle attività e in quello per la defecazione. Si sdraiano con il corpo totalmente disteso ed evitano il più possibile il contatto con i compagni di box. Può persino succedere che alcuni animali manipolino i dispositivi per l'abbeveraggio per creare vicino agli abbeveratoi dei punti umidi nei quali sdraiarsi. Un altro indicatore per una temperatura troppo elevata è il forte insudiciamento degli animali che tendono a sdraiarsi e a rotolarsi nel fango del defecatoio e del settore riservato alle attività. In presenza di temperature troppo alte, inoltre, i suini ansimano fortemente e mostrano una diminuzione dell'appetito: il contenuto dei trogoli non viene interamente consumato e gli animali si tengono lontani dai trogoli automatici per il foraggiamento a volontà.

Nei porcili di nuova realizzazione i suini di almeno 25 kg tenuti in gruppo e i verri devono avere la possibilità di rinfrescarsi in caso di caldo intenso (art. 46 OPAn). L'articolo 28 dell'ordinanza dell'UFV sulla detenzione di animali da reddito e di animali domestici indica la temperatura a partire dalla quale gli animali devono disporre di possibilità di refrigerio. Inoltre, vengono elencati gli impianti che fungono da possibilità di refrigerio e che proteggono gli animali dal caldo.

2. Umidità dell'aria

Gli animali da reddito che vivono alle nostre latitudini sono in grado di adattarsi ad oscillazioni anche considerevoli dell'umidità relativa dell'aria. Non è dunque un problema tenerli in stalle aperte nelle quali l'umidità dell'aria presenta le stesse oscillazioni dell'umidità al di fuori della stalla.

Per gli animali possono essere spossanti le situazioni in cui un elevato tasso di umidità è associato ad un'elevata temperatura dell'aria. In tal caso, essi non hanno, infatti, praticamente alcuna possibilità di liberare il calore del corpo. Non va inoltre dimenticato che un'elevata umidità dell'aria favorisce la moltiplicazione di batteri, di parassiti e soprattutto di muffe.

Inoltre, possono essere critiche le situazioni in cui animali zuppi d'acqua sono tenuti in condizioni di elevata umidità dell'aria e di temperature basse per periodi di tempo lunghi.

Una bassa umidità dell'aria, come si riscontra spesso d'inverno nelle stalle riscaldate, favorisce la creazione di polvere nella stalla, la secchezza delle vie respiratorie e ne aumenta la predisposizione alle infezioni.

Umidità relativa ottimale dell'aria

L'ottimale umidità relativa dell'aria per gli animali da reddito nell'agricoltura si situa fra il 50% e l'80%.

Misurazione dell'umidità dell'aria

Per determinare l'umidità relativa dell'aria si può utilizzare uno psicrometro. Ai fini di una valutazione rappresentativa è necessario procedere a misurazioni quasi continue (intervallo di misurazione < un'ora) su un lasso di tempo sufficientemente lungo. Particolarmente adatto a questo scopo è uno strumento di misurazione e di registrazione di dati (datalogger) munito di sensori di umidità.

Indicatori di carenze nell'umidità dell'aria

Una bassa umidità dell'aria, che è spesso combinata con un'elevata concentrazione di polvere, provoca stimoli di tosse poco dopo l'ingresso nella stalla.

Anche un'eccessiva umidità dell'aria risulta fastidiosa per l'uomo. Se combinata con temperature elevate, il clima della stalla assomiglia a quello di un bagno turco; combinata invece con una temperatura bassa si ha l'impressione di entrare in una cantina. Chiari segnali di un'umidità dell'aria eccessiva sono la condensa sul soffitto e sulle pareti e pavimenti. A lungo termine, un tasso di umidità elevato provoca la formazione di macchie di muffa grigie o nere sulle pareti e sul soffitto.

3. Movimento dell'aria

Il movimento dell'aria, combinato con la temperatura, esercita un influsso decisivo sulla possibilità degli animali di liberare calore in situazioni di caldo eccessivo e di evitare ipotermie in presenza di temperature basse. Per questo motivo, è necessario aumentare adeguatamente il movimento dell'aria quando la temperatura è elevata e, viceversa, offrire possibilità di riparo quando la temperatura si abbassa.

Velocità elevate dell'aria hanno un duplice effetto. Da un lato, aumentano lo scambio termico per ogni grado di differenza di temperatura fra la superficie dell'animale e l'aria, e dall'altro, diminuiscono l'isolamento termico attraverso la distruzione del film d'aria protettivo nel pelame dell'animale. Il benessere degli animali è intaccato soprattutto quando l'aria in movimento ha una temperatura più bassa di quella della stalla e colpisce una sola parte del corpo dell'animale provenendo da una stessa direzione. Si parla qui di corrente d'aria. La velocità dell'aria non è il solo fattore che svolge un ruolo

determinante: va infatti tenuto conto anche delle turbolenze dell'aria. Quanto maggiori sono le turbolenze, tanto più la "sensibilità alla corrente d'aria" è accentuata.

Valori ottimali del movimento dell'aria

Il valore ottimale della velocità dell'aria dipende essenzialmente dalla temperatura dell'aria. D'estate, un movimento dell'aria abbastanza sostenuto dà refrigerio all'animale e impedisce una stasi termica. D'inverno, invece, se la velocità dell'aria è troppo elevata ne possono conseguire perdite eccessive di calore. Ferma restando la temperatura dell'aria, il raffreddamento dell'animale è tanto maggiore quanto più è elevata la velocità dell'aria.

Le correnti d'aria vanno possibilmente evitate nei confronti di tutti gli animali da reddito. L'assenza di correnti d'aria è particolarmente importante nel settore di riposo – dove, se necessario, gli animali possono proteggersi da perdite di calore – e nel caso di animali zuppi d'acqua che sono esposti a temperature basse.

Misurazione del movimento dell'aria

Il movimento dell'aria può essere misurato mediante un anemometro a filo caldo. Questo apparecchio consente misurazioni a partire da 0,1 m/s ed è quindi particolarmente adatto per le piccole velocità. I valori misurati sono indipendenti dalla direzione.

Per misurare velocità elevate dell'aria può essere utilizzato un anemometro a mulinello. Questo apparecchio non è tuttavia adatto se nei locali della stalla vi sono correnti turbolente. I valori misurati dipendono dalla direzione dell'aria.

Se necessario, la direzione del flusso d'aria può essere determinata con l'aiuto di prove con fumogeno (ad esempio pipette fumogene).

Indicatori di carenze nel movimento dell'aria

La circolazione dell'aria deve essere misurata nell'area in cui gli animali soggiornano principalmente. La corrente d'aria presente nel corridoio della stalla non fornisce indicazioni in merito alla circolazione dell'aria nei singoli box. Se vi è corrente d'aria, l'uomo la percepisce in particolare sul collo e sul dorso delle mani.

Se nel settore di riposo per i maiali vi è corrente d'aria, gli animali evitano il settore oppure vi si sdraiano, malgrado la piacevole temperatura, solo sulla pancia o ammicchiati gli uni sugli altri. Le correnti d'aria nel settore di riposo possono causare in varie specie di animali da reddito una diminuzione del rendimento o un aumento della predisposizione alle malattie.

Una circolazione insufficiente dell'aria in alcuni settori della stalla è percepita dall'uomo sotto forma di concentrazioni localmente elevate di gas nocivi (ammoniaca). Una circolazione insufficiente dell'aria quale conseguenza di un sistema di aerazione inadeguato o con una capacità insufficiente può anche rendere l'aria della stalla pesante (umida) o polverosa. In questi casi, nelle stalle con aerazione artificiale va controllato il buon funzionamento dell'impianto di aerazione, rispettivamente, il sistema di immissione e di scarico dell'aria.

4. Gas nocivi

I nostri animali da reddito non sono in grado di adattarsi alle elevate concentrazioni di gas nocivi tipiche delle stalle poiché tali concentrazioni non sono presenti in natura. A lungo termine, esse nuocciono al benessere degli animali provocando danni alla salute e vanno pertanto assolutamente evitate. L'esperienza dimostra che elevate concentrazioni di gas nocivi si verificano soprattutto nelle stalle calde con un'aerazione insufficiente, mentre nelle stalle con clima esterno in cui è presente un

elevato tasso di ricambio dell'aria non si riscontrano problemi di questo tipo. L'immagazzinamento del colaticcio nella stalla sotto i pavimenti grigliati può risultare problematico per l'igiene dell'aria della stalla.

Il biossido di carbonio (CO₂) è un gas di respirazione (gas espirato) più pesante dell'aria ma che si distribuisce relativamente bene nella stalla. Le concentrazioni di CO₂ usuali nelle stalle non sono tossiche.

L'ammoniaca (NH₃) è un gas prodotto dalla scissione delle molecole di urea da parte dell'enzima ureasi. Nonostante sia più leggero dell'aria, le sue concentrazioni sono maggiori al suolo, ossia vicino al letame dal quale viene prodotto, che sotto il soffitto dove è rarefatto e infine disperso dalla forza ascensionale termica e dalle correnti d'aria. Sia negli animali che nell'uomo l'ammoniaca produce forti irritazioni alle mucose e alle vie respiratorie.

L'idrogeno solforato (H₂S) è un gas di fermentazione estremamente velenoso che proviene dal colaticcio. È più pesante dell'aria e si concentra nei punti più bassi – dunque nei canali di scolo e nelle fosse. Non appena le concentrazioni di questo gas sono misurabili, l'uomo e l'animale possono correre dei rischi. Al momento del rimestamento o dello spandimento del colaticcio l'idrogeno solforato è spesso liberato in grosse quantità (formazione di una nuvola) nell'aria della stalla. In queste condizioni, l'idrogeno solforato può presentarsi in concentrazioni letali.

Per evitare concentrazioni troppo elevate di gas nocivi è essenziale che i canali di scolo verso la fossa siano provvisti di un sifone e che durante il rimestamento del colaticcio o lo svuotamento della fossa si provveda ad aerare sufficientemente la stalla. Se si utilizzano sistemi per la raccolta congiunta del letame e del colaticcio è necessario osservare i principi di cui all'opuscolo SPAA per evitare la formazione di gas nocivi.

Oltre ai tre principali gas menzionati, nella stalla possono formarsene altri (ad esempio, metano, monossido di carbonio, biossido di azoto). La combinazione di più gas può avere effetti sinergici dannosi, per cui è opportuno mantenere i valori dei gas più bassi possibile.

Se si utilizzano stufe ad irraggiamento di gas vi è il rischio che si formi il pericoloso monossido di carbonio (CO). È dunque indispensabile controllarle frequentemente e provvedere regolarmente alla loro manutenzione. Una perfetta regolazione del bruciatore e l'apporto d'aria fresca sono importanti.

Concentrazioni massime consentite

Nella tabella 3 sono riportate le concentrazioni massime per i tre gas nocivi CO₂, NH₃ e H₂S raccomandate dallo "Scientific Veterinary Committee" (1997). In linea di principio, occorre organizzare l'evacuazione del letame e l'aerazione in modo da impedire concentrazioni troppo elevate di gas nocivi.

Tab. 3: Concentrazioni massime per i tre principali gas nocivi, raccomandate dallo "Scientific Veterinary Committee" (1997)

Gas nocivo	Concentrazione massima
CO ₂ (biossido di carbonio)	3000 ppm
NH ₃ (ammoniaca)	10 ppm
H ₂ S (idrogeno solforato)	0,5 ppm (temporaneamente 5 ppm durante l'evacuazione)

Conformemente all'articolo 11 capoverso 2 OPAn nei locali chiusi con aerazione artificiale l'afflusso di aria fresca deve essere assicurato anche in caso di guasto all'impianto. Ciò può essere garantito da

un sistema d'allarme funzionante, da finestre ad apertura automatica (ad esempio con interruttore magnetico) o da un gruppo elettrogeno d'emergenza.

Misurazione delle concentrazioni di gas nocivi

Il biossido di carbonio (CO₂) può essere misurato in modo relativamente affidabile con un'analisi ai raggi infrarossi oppure con provette Dräger. Per misurare l'ammoniaca (NH₃) è possibile ricorrere a vari metodi: il principio idrochimico (bottiglie di assorbimento), le analisi ai raggi infrarossi, il sensore elettrochimico (una reazione di ossidoriduzione genera corrente elettrica), provette Dräger oppure il principio della chemiluminiscenza. Per misurare l'idrogeno solforato (H₂S) si possono utilizzare cellule elettrochimiche (intervallo di misurazione 1-1000 ppm) o provette Dräger.

Le concentrazioni di gas nocivi in una stalla oscillano notevolmente sia in funzione dei locali che dei periodi, motivo per cui una valutazione affidabile del clima della stalla non può essere effettuata sulla base di singole misurazioni puntuali. Nel caso in cui vi siano motivati sospetti di concentrazioni molto elevate è opportuno procedere a misurazioni quasi continue (ad esempio con l'aiuto di analizzatori di gas). Misurazioni attive puntuali sono eventualmente necessarie per l'idrogeno solforato al momento del rimestamento o dello spandimento del colaticcio. Le concentrazioni massime non devono essere superate in permanenza, ovvero i valori indicati non possono essere costantemente oltrepassati per più di un giorno a settimana. Misurazioni a lungo termine in una stalla dovrebbero pertanto durare almeno una settimana.

L'esperienza dimostra che concentrazioni costantemente elevate si registrano in particolare nelle stalle isolate, durante i mesi invernali, quando il grado di aerazione è ridotto per minimizzare le perdite di calore. È tuttavia importante che anche in queste stalle le concentrazioni massime prescritte non vengano permanentemente superate. In alcuni casi può quindi rivelarsi opportuno aumentare, ad intervalli regolari e per brevi periodi, il grado di aerazione (eventualmente con l'aiuto di un interruttore orario) durante la giornata in modo da mantenere le concentrazioni di gas nocivi al di sotto dei valori massimi.

Indicatori di carenze nelle concentrazioni di gas nocivi

L'ammoniaca in piccole concentrazioni ha un odore leggermente pungente. In concentrazioni elevate provoca bruciore agli occhi e alle mucose delle vie respiratorie, lacrimazione degli occhi e stimoli di tosse.

Il biossido di carbonio è inodore. Quando tuttavia l'aerazione della stalla non è sufficiente e il gas è presente in concentrazioni elevate, l'aria della stalla diventa soffocante.

L'idrogeno solforato produce un odore simile a quello delle uova marce. Concentrazioni elevate di questo gas nocivo si hanno normalmente solo per un lasso di tempo breve durante lo spandimento del colaticcio. Concentrazioni elevate d'idrogeno solforato non possono essere percepite olfattivamente perché paralizzano i nervi olfattivi e si rivelano letali per gli uomini e gli animali.

Elevate concentrazioni di gas nocivi provocano nell'uomo il bisogno di lasciare la stalla il più rapidamente possibile. È quindi opportuno controllare il buon funzionamento dell'aerazione e del sistema di evacuazione del letame.

5. Polvere

Gli animali da reddito non sono in grado di proteggersi neppure dalle elevate concentrazioni di particelle di polvere sospese poiché nel corso dell'evoluzione non hanno sviluppato alcun meccanismo di protezione. La polvere sospesa nell'aria della stalla si compone principalmente di un misto di particelle organiche di lettiera, alimenti per animali, pelle, pelame, piume ed escrementi. Gli

effetti biologici della polvere dipendono non solo dalla composizione specifica della polvere bensì anche dalla grandezza delle particelle. Particolarmente problematica per la salute dei detentori di animali e degli animali da reddito è la polvere fine che s'introduce negli alveoli polmonari (dimensione delle particelle $< 5 \mu\text{m}$). Questa polvere può depositarsi nei polmoni provocando irritazioni meccaniche e fisicochimiche con conseguenti danni. Concentrazioni permanentemente elevate di particelle di polvere vanno dunque evitate anche nell'interesse del detentore.

L'effetto nocivo della polvere è aggravato dal fatto che i gas nocivi (ad esempio l'ammoniaca), i microrganismi e le sostanze velenose prodotte dai batteri (endotossine) si legano alle particelle di polvere e vengono così trasportate nei polmoni. Le concentrazioni di polvere sono particolarmente elevate nei pollai per pollame da ingrasso, seguiti dai porcili per suini da ingrasso, dai pollai per le galline ovaiole, dai porcili per i suini d'allevamento e dalle stalle per i bovini. Elevate concentrazioni di particelle di polvere sono riscontrabili anche in sistemi di detenzione senza lettiera.

Concentrazioni massime consentite

Attualmente, la normativa svizzera non prevede disposizioni in materia di concentrazioni massime della polvere nelle stalle. In Svezia, il valore limite per le particelle organiche di polvere (polveri totali) nelle stalle è di 10 mg/m^3 , in Danimarca è invece di soli 3 mg/m^3 .

Misurazione della concentrazione di polvere

Per misurare l'andamento della concentrazione delle particelle sospese possono essere impiegati, ad esempio, fotometri a dispersione oppure strumenti di misura TEOM. Gli strumenti di misura TEOM registrano permanentemente il contenuto di polvere nell'aria senza regolare calibrazione. Il metodo di misura si basa sul cambiamento di frequenza di una lamina oscillante, causato dalla deposizione di polvere.

Poiché la concentrazione di particelle sospese può oscillare durante il giorno o variare da un giorno all'altro, la concentrazione media su un lasso di tempo di 24 ore va determinata con misurazioni quasi continue per almeno una settimana. Le misurazioni riguardano le frazioni di polvere inalabili (dimensione delle particelle $< 10 \mu\text{m}$).

Indicatori di carenze nella concentrazione di polvere

Elevate concentrazioni di polvere causano nelle persone tosse e starnuti. Le particelle di polvere sospese possono essere viste nei raggi di luce. In capannoni molto grandi, se le concentrazioni di polvere sono elevate, diviene spesso difficile scorgere la fine della stalla. Un ulteriore indicatore per elevate concentrazioni di polvere nell'aria sono strati di polvere piuttosto spessi sulle attrezzature della stalla, nonché abiti e documenti impolverati al termine della visita nella stalla.

6. Illuminazione

La luce del giorno non solo consente agli animali di orientarsi visivamente nella stalla, ma adempie anche ad altre importanti funzioni fisiologiche (irradiamento ultravioletto, ritmo giorno/notte, stimolazione delle ghiandole sessuali). La luce del sole non può essere integralmente sostituita dall'illuminazione della stalla. Un'intensità luminosa insufficiente ha effetti negativi sulla fertilità degli animali. Il passaggio dalla luce al buio e le variazioni di luminosità aumentano gli stimoli offerti agli animali.

Intensità luminosa minima

I locali in cui gli animali soggiornano in prevalenza devono essere illuminati con luce naturale (art. 33 cpv. 2 OPAn). L'intensità luminosa deve essere di giorno di almeno 15 lux , eccetto nei settori in cui gli animali si riposano o si ritirano e nei nidi, purché gli animali abbiano costantemente a disposizione un

altro luogo sufficientemente illuminato; l'intensità luminosa per i volatili domestici è disciplinata dall'articolo 67 (art. 33 cpv. 3 OPAn). La fase di luce non può essere estesa artificialmente a più di 16 ore al giorno (art. 33 cpv. 5 OPAn). Sono vietati i programmi di illuminazione che prevedono più di una fase di oscurità

nell'arco di 24 ore (art. 33 cpv. 6 OPAn).

L'intensità luminosa minima obbligatoria deve consentire agli animali l'orientamento visivo nella stalla. I valori minimi, che devono essere raggiunti nell'area in cui si trova la testa dell'animale, valgono per quei settori della stalla nei quali gli animali sono attivi. Se una stalla è suddivisa in più box, i valori minimi devono essere soddisfatti in ognuno di essi.

Se l'intensità luminosa nei locali esistenti il 1° settembre 2008 non può essere ottenuta con la luce naturale del giorno mediante investimenti sostenibili o lavori ragionevoli di posa di finestre o di superfici che permettano l'infiltrazione di luce, occorre utilizzare altre fonti di luce artificiale (art. 33 cpv. 4 OPAn). Non vi sono invece disposizioni secondo cui, in questi casi, l'illuminazione con luce artificiale deve essere regolata da un orologio programmabile. In casi particolari, può tuttavia essere opportuno imporre tale sistema se non vi è garanzia del fatto che il detentore degli animali attivi e disattivi la luce artificiale tenendo conto dei bisogni degli animali.

Le lampade a raggi ultravioletti per la disinfezione dell'aria della stalla non possono sostituire la luce del giorno, in quanto lo spettro dei raggi ultravioletti non corrisponde allo spettro della luce del giorno che permette l'orientamento visivo. Nel caso in cui vengano impiegate lampade a raggi ultravioletti, occorre che la distanza fra la lampada (parte inferiore) e gli animali (dorso risp. testa) sia di almeno 1,2 metri. In particolare nelle stalle basse, gli animali devono essere protetti mediante degli schermi (lastre schermanti applicate alla parte inferiore della lampada) contro un'irradiazione diretta a distanza troppo ravvicinata. Gli animali possono inoltre essere esposti solo ad un'irradiazione indiretta in modo da essere raggiunti unicamente da radiazioni diffuse. L'irradiazione diretta degli occhi e della pelle degli animali o dell'uomo può causare, a seconda della sensibilità individuale nonché della dose di radiazione, congiuntiviti ed eritemi (arrossamento della cute). Le lampade a raggi UV devono pertanto essere disattivate quando il personale entra nella stalla (interruttore di sicurezza collegato alla porta). La distanza fra le lampade dipende dalla potenza e dunque dall'intensità luminosa di ognuna che varia a seconda dei modelli.

Misurazione dell'intensità luminosa

Un'intensità luminosa di 15 lux consente all'uomo l'orientamento visivo, ma è appena sufficiente per poter leggere o scrivere a lungo.

La misurazione dell'intensità luminosa deve avvenire all'altezza della testa dell'animale con un luxmetro corretto riguardo ai colori, in grado di misurare la luce incidente secondo la legge del coseno. Per determinare la quantità totale di luce ricevuta dall'animale, va applicato il sistema dei sei livelli. Ciò significa che il sensore (elemento fotoelettrico) va tenuto all'altezza della testa dell'animale e spostato verso l'alto, verso il basso e verso i quattro punti cardinali. Sulla base dei 6 valori ottenuti potrà essere determinato un valore medio.

Indicatori di carenze nell'illuminazione

L'intensità luminosa deve essere misurata nell'area in cui gli animali soggiornano abitualmente e all'altezza della loro testa. Se l'intensità luminosa è insufficiente, risulta difficile scrivere o leggere per molto tempo. Un'accurata valutazione dell'intensità luminosa è particolarmente opportuna quando la superficie totale permeabile alla luce del giorno nelle pareti o nel soffitto non corrisponde ad almeno un ventesimo della superficie del pavimento, quando le finestre nelle stalle basse sono disposte solo su un lato oppure quando i vetri delle finestre sono sporchi od oscurati dalla presenza di oggetti.

Bibliografia

- Bianca W., 1976. The significance of meteorology in animal production. *International Journal of Biometeorology* 20, 139-156.
- Bianca W., 1979. Nutztier und Klima. *Der Tierzüchter* 31, 188-192.
- Blendl H.M., 1985. UV-Strahler in der Schweinehaltung, *Handbuch Schweine* 3, Kap. 23, 199-206.
- Clarke A.F., 1993. Stable dust – threshold limiting values, exposures variables and host risk factors. *Equine Vet. J.* 25, 172-174.
- Danuser B., Weber C., Künzli N., Schindler C. und Nowak D., 2001. Respiratory symptoms in Swiss farmers: an epidemiological study of risk factors. *Am. J. Ind. Med.* 39, 410-418.
- Driemer J. und Van den Weghe H., 1997. Der Einsatz eines gravimetrischen Messgerätes zur kontinuierlichen Bestimmung der Schwebstaubkonzentrationen in Stallungen. Tagung: Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, 11.-12. März 1997, D-Kiel.
- Jakobsson C., 1999. Ammonia emissions – current legislation affecting the agricultural sector in Sweden. In: Kunisch M. und Eckel H. (Hrsg.) *Regulation of animal production in Europe*. KTBL-Arbeitspapier 270, 208-213.
- Janeczek W., Hibner A. und Lukaszewski Z., 1985. Einfluss der Beleuchtungsstärke im Kuhstall auf einige Parameter der Kühefertilität. *Proceedings of International Congress on Animal Hygiene, D-Hannover 1985*, 429-433.
- Kunz P. und Montandon G., 1985. Vergleichende Untersuchungen zur Haltung von Kälbern im Warm- und Kaltstall während der ersten 100 Lebenstage. *FAT-Schriftenreihe Nr. 26*, FAT, Tänikon.
- Mayer C., 1999. Stallklimatische, ethologische und klinische Untersuchungen zur Tiergerechtheit unterschiedlicher Haltungssysteme in der Schweinemast. *FAT-Schriftenreihe Nr. 50*, FAT, Tänikon.
- Nosal D. und Steiner T., 1986. Flüssigmistsysteme: Funktion und Schadgasentwicklung, *FAT-Berichte Nr. 292*, FAT, Tänikon.
- Nosal D., 1997. Schadgase in Milchvieh-Laufställen: Vorkommen von Schwefelwasserstoff (H₂S) bei der Güllelagerung unter Spaltenböden in offenen Ställen und Laufhöfen, *FAT-Berichte Nr. 500*, FAT, Tänikon.
- Schweizerische Stallklimakommission, 1983. *Schweizerische Stallklimanorm*. Institut für Nutztierwissenschaften, ETH Zürich. 41 S.
- Scientific Veterinary Committee, 1997. *The welfare of intensively kept pigs*. European Commission, Brussels. 187 S.
- SPAA, 1995a. *La sécurité dans la construction et la transformation des bâtiments agricoles*. SPAA, Schöftland (non disponibile in italiano).
- SPIA, 1995b. "Pericoli dovuti ai gas nell'agricoltura". SPIA, Schöftland.
- Takai H. et al., 1998. Concentrations and emissions of airborne dust in livestock buildings in Northern Europe. *Journal of Agricultural Engineering Research* 70, 59-77.
- Van Caenegem L. und Wechsler B., 2000. Stallklimawerte und ihre Messung. *FAT-Schriftenreihe Nr. 51*, FAT, Tänikon.
- Zeitler-Feicht M.H., 1993. Mindestanforderungen an die Beleuchtung und Stallluft in der Pferdehaltung unter Tierschutzgesichtspunkten. *Tierärztl. Umschau* 48, 311-317.

Legislazione:

Ordinanza sulla protezione degli animali (OPAn), ordinanza dell'USAV sulla detenzione di animali da reddito e di animali domestici (di seguito O animali da reddito e domestici)

Art. 11 OPAn

Clima nei locali

1. Il clima nei locali e nei parchi interni deve essere adeguato agli animali.
2. Nei locali chiusi con aerazione artificiale l'afflusso di aria fresca deve essere assicurato anche in caso di guasto all'impianto.

Art. 33 OPAn

Illuminazione

1. Gli animali domestici non possono essere tenuti costantemente al buio.
2. I locali in cui gli animali soggiornano in prevalenza devono essere illuminati con luce naturale.
3. L'intensità luminosa deve essere di giorno di almeno 15 lux, eccetto nei settori in cui gli animali si riposano o si ritirano e nei nidi, purché gli animali abbiano costantemente a disposizione un altro luogo sufficientemente illuminato; l'intensità luminosa per i volatili domestici è disciplinata dall'articolo 67.
4. Se l'intensità luminosa nei locali esistenti il 1° settembre 2008 non può essere ottenuta con la luce naturale del giorno mediante investimenti sostenibili o lavori ragionevoli di posa di finestre o di superfici che permettano l'infiltrazione di luce, occorre utilizzare altre fonti di luce artificiale.
5. La fase di luce non può essere estesa artificialmente a più di 16 ore al giorno, eccetto nei primi tre giorni di vita dei pulcini, in cui può essere prolungata fino a 24 ore. In caso di impiego di programmi di illuminazione, la fase di luce per l'allevamento di galline ovaiole può essere abbreviata.
6. Sono vietati i programmi di illuminazione che prevedono più di una fase di oscurità nell'arco di 24 ore.

Art. 46 OPAn

Protezione dal caldo

1. Nei porcili di nuova realizzazione i suini di almeno 25 kg tenuti in gruppo e i verri devono avere la possibilità di rinfrescarsi in caso di caldo intenso.

Art. 27 O animali da reddito e domestici

Protezione contro il freddo

1. Con temperature nel settore di riposo inferiori a quelle riportate di seguito, il pavimento del settore di riposo deve essere isolato termicamente, sufficientemente coperto di lettiera oppure provvisto di riscaldamento:
 - a. 24 °C per lattonzoli fino allo svezzamento;
 - b. 20 °C per suinetti dallo svezzamento fino ad un peso non superiore a 25 kg;
 - c. 15 °C per suini di peso compreso tra 25 e 60 kg;
 - d. 9 °C per suini di peso superiore a 60 kg.
2. Nei primi tre giorni dopo il parto, la temperatura nel giaciglio dei lattonzoli deve essere di almeno 30 °C.

3. I lattinzoli devono avere costantemente accesso al loro giaciglio.
4. Nelle stalle con clima esterno deve essere presente una cassa per il riposo o un impianto analogo oppure i suini devono avere la possibilità di interrarsi in una lettiera profonda.

Art. 28 O animali da reddito e domestici Protezione contro il caldo

1. Se la temperatura nei porcili di nuova realizzazione, destinati a suini con un peso di 25 kg o superiore tenuti in gruppo o a verri, oltrepassa i 25 °C, gli animali devono avere la possibilità di rinfrescarsi.
2. La possibilità, per gli animali, di rinfrescarsi sussiste in presenza di scambiatori di calore geotermici, condizionatori dell'aria, impianti di raffreddamento del suolo, impianti di nebulizzazione o impianti per il raffrescamento degli animali per mezzo dell'umidità come le docce o le aree fangose.
3. Con una temperatura atmosferica di 25 °C all'ombra o superiore, i suini tenuti all'aperto devono disporre di un'area fangosa e in caso di forte irraggiamento solare di una superficie ombrosa sufficientemente vasta fuori dalle capannine per il riposo.