

# Lüftungstechnik: Planungs-, Ausführungs- und Managementfehler

A. HAUSLEITNER

## 1. Allgemeines

Die Funktion jeder Lüftungsanlage besteht darin, frische Luft zuzuführen, diese im Stall möglichst gleichmäßig zu verteilen und die verbrauchte Luft nach außen abzutransportieren, ohne dass es dabei zu schädlicher Zugluft im Tierbereich kommt. Dabei geht es immer um ein Zusammenspiel von Anlagenteilen im engeren Sinn (Schächte, Klappen, Düsen, Ventilatoren, Regeleinrichtungen) und von Systemkomponenten im weiteren Sinn (Gebäudeteile, Haltung- und Aufstallungssystem, HAUSLEITNER, 1997).

Der Lüftungsbedarf ergibt sich auf der einen Seite aus den physiologischen Erfordernissen der Tiere (entscheidend für die Mindestluftrate) und den Anforderungen an eine bestimmte Luftgüte. Für die Einhaltung bestimmter Grenzwerte ist es notwendig, Schad- und Fremdgase, Wasserdampf und von den Tieren abgegebene Wärme nach außen abzuführen. Die maximale Luftrate (Sommerluftrate) wird primär von der Wärmeproduktion der Tiere bestimmt.

## 2. Planung

### 2.1. Planungskriterien

In Abhängigkeit vom gewählten Haltungssystem, von den persönlichen Präferenzen udgl. kann es für die Stalllüftung unterschiedliche Planungsansätze geben. Folgende Kriterien werden dabei eine Rolle spielen:

- Investitionskosten
- Notlüftungseigenschaften
- Energiebedarf für Ventilatoren, Heizung und Zuluftkonditionierung
- Fehlbedienungsrisiko
- Automatisierungsgrad
- Eigenleistungsfreundlichkeit
- Durchschaubarkeit des Systems
- Bisherige Erfahrungen

- Behördliche Auflagen

Um Fehler in diesen Bereichen zu vermeiden, muss man sich wohl oder übel darüber im Klaren sein, mit welchen dieser Punkte man sich auseinander setzen muss.

### 2.2. Wahl des Lüftungssystems

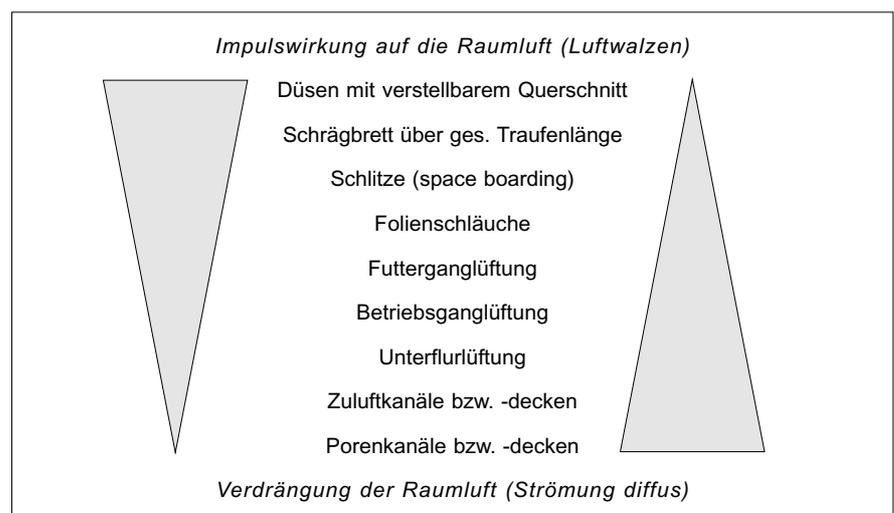
Obwohl jede Lüftungsanlage aus vielen Anlagebauteilen besteht, erfolgt die Systemeinteilung in Abhängigkeit von der Zuluftführung. Die Unterschiede zwischen den Systemen erlauben es nicht, von guten oder schlechten Lüftungen zu sprechen. Es geht eher darum, eine Einschätzung hinsichtlich des Fehlbedienungsrisikos vorzunehmen, d.h. welche Auswirkungen auf Gesundheit und Wohlbefinden der Tiere sind zu erwarten, wenn die Anlage nicht systemkonform betrieben wird.

Allgemein gilt, dass das Risiko umso geringer ist, je weniger Impulswirkung auf die Raumluft vom Zulufteströmsystem ausgeht. *Abbildung 1* zeigt verschiedene Zuluftsysteme und ihre Einordnung in die fließenden Übergänge zwischen den Kategorien Strahl- und Verdrängungssysteme (BÜSCHER, 1991).

Man muss davon ausgehen, dass die Vorkenntnisse hinsichtlich der Grundlagen der Stallklimatisierung sehr unterschiedlich sind (SCHULTE-SUTRUM, 2000). Unabdingbar für jeden Tierhalter, der eine neue Lüftungsanlage einbauen muss, ist daher die intensive Auseinandersetzung mit allen Vor- und Nachteilen des jeweiligen Systems, weil ansonsten die Entscheidung nicht von ihm, sondern in Wahrheit von externen, mehr oder weniger fachkundigen Ratgebern getroffen wird. Wie viele Beispiele in der Praxis zeigen, sind die besten Verkäufer vielfach nicht die besten Techniker.

### 2.3. Luftraten

Mehr als 30 Jahre lang war die DIN 18910 das Instrument, um im Genehmigungsverfahren den „Stand der Technik“ festzulegen. Für Österreich gibt es seit fast 20 Jahren ein an den CIGR-Standard angelehntes Luftratenbemessungsverfahren (BARTUSSEK, 1983). In den vergangenen Jahren sind die sehr hohen Sommerluftraten kritisch beurteilt worden, weil anhand von konkreten Messergebnissen nachgewiesen werden konnte, dass sich ab einer gewissen Lüftungsintensität keine Reduktion der Stalltem-



**Abbildung 1: Differenzierung der derzeit üblichen Zulufteströmsysteme nach ihrer Impuls- bzw. Verdrängungswirkung auf die Raumluft**

**Autor:** Dr. Anton HAUSLEITNER, Abteilung für Stallklimastechnik und Tierschutz, BAL Gumpenstein, A-8952 IRDNING

peratur ergibt. Die Folgen sind aber erhöhte Anschaffungskosten, erhöhte Emissionen und eine schlechtere Einstellbarkeit der Anlage im Winter bei niedriger Luftrate. Es ist daher damit zu rechnen, dass es in der überarbeiteten DIN eine rund 20 %ige Verminderung der rechnerischen Sommerluftraten geben wird (BÜSCHER, 2000).

Verschiedentlich orientiert man sich bei der Luftratenmittlung neuerdings aber auch an den tierschutzrechtlich gebotenen Erfordernissen der jeweiligen Nutztierhaltungsverordnung. Die darin enthaltenen Vorgaben stellen Mindestbedingungen dar, die sich an einer gerade noch tolerierbaren Luftgüte orientieren. Sie können nicht Basis für die Luftratenmittlung sein.

Die Luftratenberechnung ist bei weitem nicht so kompliziert, wie das vielfach dargestellt wird. Geht man von vorliegenden und einfach zu handhabenden Empfehlungen (HAUSLEITNER und IRGANG, 2000, *Tabelle 1*) aus, dann kann selbst für sehr große Bestände die Minimal- und Maximalluftrate innerhalb kürzester Zeit verlässlich ermittelt werden.

Diese Werte sind niedriger, als die zu erwartende DIN-Sommerluftrate. Eigene Sommermessreihen haben gezeigt, dass bei Vorhandensein von großen Speichermassen eine weitere Reduktion um rund 20 % möglich ist. Steht ein richtig bemessener und zufriedenstellend funktionierender Erdspeicher zur Verfügung, genügen sogar nur rund 60 % der angegebenen Sommerluftraten.

#### 2.4. Wärmebilanz

Ähnlich wie bei der Luftratenmittlung, wird auch bei der Kontrolle der Wärmebilanz nicht notwendigerweise so getan,

als wären nur wenige Spezialisten in der Lage, die gestellten Fragen hinreichend genau zu beantworten. Gründe für diese Fehleinschätzung gibt es viele, einen wesentlichen Beitrag liefern aber auch komplizierte und detailliert aufgebaute diesbezügliche EDV-Programme. Es ist aber nicht zielführend seitenweise und akribisch genau auf die Suche nach einzelnen **W** zu gehen, wenn allein aufgrund unterschiedlicher Betriebsweisen (etwa Änderung der Stalltemperatur um 1 °C) Differenzen von mehreren **kW** zu erwarten sind.

Bei den üblichen Heizlastberechnungen wird hingegen nicht berücksichtigt, dass eine Heizung auch bei ausgeglichener Wärmebilanz notwendig ist, wenn das Lüftungssystem dies erforderlich macht. Die Türgang-, sowie die Betriebsganglüftung, wie auch alle gelochten Zuluftdecken funktionieren im Winter nur dann zufriedenstellend, wenn zwischen Außen- und Stalltemperatur maximal 10 Kelvin Unterschied zugelassen werden. Daraus ergibt sich, dass nicht nur die Wärmebilanz des Gebäudes, sondern auch die spezielle Zuluft einbringung für die Höhe der Heizlast (maximal erforderliche Heizleistung der externen Wärmequelle in **W**) verantwortlich ist.

In modernen, gut wärmegeprägten Stallungen ist der Lüftungswärmeverlust durchwegs um ein Vielfaches höher, als der Wärmeverlust durch die Bauteile. Zwangsläufig übt die Luftrate daher den entscheidenden Einfluss auf die Wärmebilanz aus. Wichtig in diesem Zusammenhang ist, dass von der Wärmeproduktion der Tiere, die ganz erheblich sein kann, nur der fühlbare, sensible Teil für die Wärmebilanz genutzt werden kann. Dieser Teil hängt wiederum stark von der

**Tabelle 2: Gesamtwärmeproduktion von Schweinen in **W** pro Tier**

Ferkel 5 kg	37
Ferkel 10 kg	61
Ferkel 20 kg	96
Ferkel 30 kg	124
Mastschwein 40 kg	148
Mastschwein 60 kg	188
Mastschwein 80 kg	223
Mastschwein 100 kg	253
leere Sauen, Eber 200 kg	268
leere Sauen, Eber 300 kg	350
trächtige Sauen 200 kg	272
trächtige Sauen 300 kg	364
säugende Sauen 200 kg	440
säugende Sauen 300 kg	532

Umgebungstemperatur ab. Während bei einer Stalltemperatur von rund 10 °C noch ca. 80 % als fühlbare Wärme genutzt werden können, so stehen bei 26 °C hingegen nur noch rund 50 % zur Verfügung.

Einen Anhaltspunkt, über die Höhe der von den Tieren abgegebenen Energie (fühlbarer und gebundener Anteil) soll *Tabelle 2* liefern. Unbedingte Voraussetzung für diese Werte ist, dass die Tiere gesund sind und daher auch hohe Leistungen liefern.

Bei der Ermittlung der Heizlast ist von den kleinsten Tieren auszugehen, weil diese die niedrigste Wärmeproduktion, aber die höchsten Temperaturansprüche haben.

#### 2.5. Bauteilspezifische Druckverluste

Vor allem Reibungsverluste durch Einzelwiderstände können die tatsächlich geförderten Luftraten ganz erheblich beeinflussen, weil dieser Druckabfall quadratisch mit der Luftgeschwindigkeit ansteigt. Jede Ein- und Ausströmöffnung der Luft stellt genau genommen eine plötzliche Querschnittsverengung bzw. –erweiterung dar. Welche Auswirkungen sich allein aufgrund unterschiedlicher Gestaltung des Abluftkamins ergeben, zeigt *Abbildung 2*. Die diesen Ergebnissen zugrunde liegenden Messungen des Dänischen Instituts für Agrarwissenschaft (PEDERSEN, 1999) wurden mit derselben Ventilatoreinheit in verschiedenen Kombinationen gemacht.

Mit gut gekapselten Ventilatoren, neuerer Bauart ist es nicht mehr notwendig

**Tabelle 1: Erforderliche Winter- und Sommerluftraten in m<sup>3</sup> pro Stunde**

	Luftrate pro kg Lebendgewicht		Luftrate für 100 Tiere (10 bei säugenden Sauen)	
	Winter	Sommer	Winter	Sommer
Ferkel bis 10 kg	0,6	2,5	600	2500
Ferkel bis 30 kg	0,4	1,8	1200	5400
Mast bis 50 kg	0,3	1,5	1500	7500
Mast über 50 kg (Beispiel 100 kg)	0,2	1,0	2000	10000
Leere Sauen, Eber 200 kg	0,15	0,6	3000	12000
Säugende Sauen 250 kg	0,2	0,8	500	2000

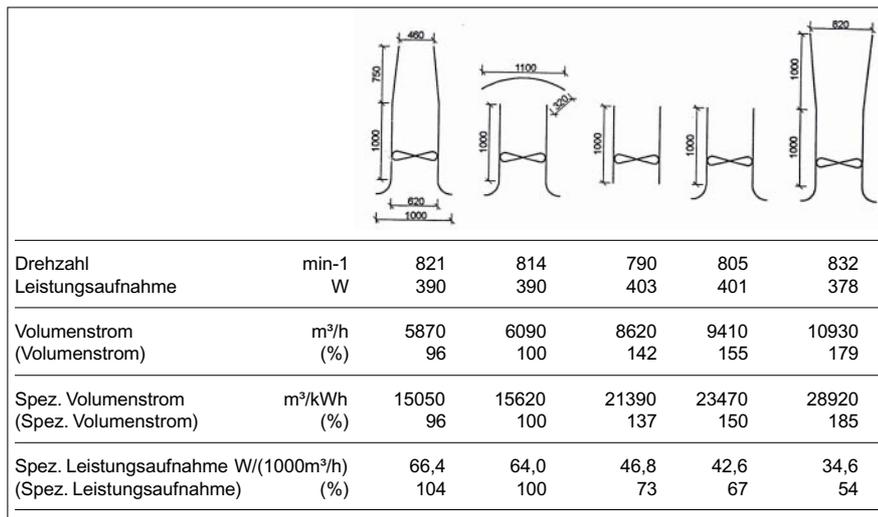


Abbildung 2: Spezifischer Volumenstrom in Abhängigkeit vom Abluftkamin

Kaminabdeckungen, noch dazu mit viel zu geringem Abstand zum Kaminende, anzubringen. Abgesehen von den unnötigen Druckverlusten verändert sich dadurch auch der Emissionspunkt des Abluftstromes ganz erheblich. Gerade im Genehmigungsverfahren ist dieser Punkt mittlerweile von zentraler Bedeutung.

Allgemein gilt, dass die Gestaltung der gesamten Zu- und Abluftbauteile aus möglichst ebenen, glatten Oberflächen in strömungstechnisch optimierter Ausführung erfolgen soll. Es darf keinen Flaschenhals und keine scharfkantigen Übergänge geben. Vielmehr sollte der strömungstechnische Effekt abgerundeter Ecken und der Einsatz von Luftleitblechen genutzt werden, weil sich dadurch der Widerstandswert auf ein Minimum des Ausgangswertes reduzieren lässt.

## 2.6. Zuluftentnahme

Bereits bei der Planung sollte darauf geachtet werden, dass für den Sommer eine Zuluftentnahme von der NORD bzw. OST-Seite des Gebäudes möglich ist, soweit nicht ohnehin kühlere Nebengebäude als Ansaugbereiche vorhanden sind. Messungen haben ergeben, dass im Vergleich zur Entnahme von der Südseite, ev. sogar von einer asphaltierten Hoffläche, Unterschiede hinsichtlich der Höhe der Stalltemperatur von bis zu 5 Kelvin zu verzeichnen sind (HAUSLEITNER und ZAINER, 2000). Wenn diese Zusammenhänge bereits in der Planung Berücksichtigung finden, dann kann ohne wesentlichen Mehraufwand die Zuluft im

Winter von der wärmeren und im Sommer von der kühleren Seite entnommen werden.

Soll etwa für eine direkt an den Binderuntergurt montierte Porenlüftung die Zuluft aus dem Dachraum entnommen werden, dann muss mit einer ausreichenden Durchlüftung, bzw. mit einer fugenfreien Dämmstoffauskleidung sichergestellt werden, dass die Zulufttemperatur nur geringfügig (max. 1 K) angewärmt wird. Die Dachraumhinterlüftung ist in diesem Zusammenhang nur dann ausreichend, wenn unterhalb der Dachhaut eine zweite Hinterlüftungsebene, sowie ein durchgehend offener First hergestellt wird.

## 2.7. Vertragliche Absicherung

Alle vereinbarten und zugesicherten Leistungen einer Lüftungsanlage sind möglichst präzise zu formulieren und ausdrücklich in den Kaufvertrag aufzunehmen. Darüber hinaus erleichtert eine in den Vertrag aufgenommene Pönale die Durchsetzung der ausbedungenen Eigenschaften ganz erheblich. Es wird von diesen naheliegenden Instrumentarien des Vertragsrechts immer noch viel zu wenig Gebrauch gemacht.

## 2.8. Endabnahme der Anlage

Jeder seriöse Anbieter und Vertreter von Lüftungsanlagen muss heute in der Lage sein, nach Lieferung und Montage die Anlage zu überprüfen, die tatsächlichen Leistungen mit den vereinbarten, bzw. errechneten zu vergleichen. Diese Endabnahme, bei der der Tierhalter die Lie-

ferfirma mit seiner Unterschrift aus der Pflicht nimmt, darf erst nach einem Probebetrieb unter Praxisbedingungen erfolgen. Für den Landwirt bringt das den Vorteil, dass er auf alle offenen Fragen, die sich im Laufe des Probebetriebes angesammelt haben, vor Ort von kompetenter Seite Antworten erhält.

## 3. Ausführung

### 3.1. Details werden nicht gebührend berücksichtigt

Es sollte eigentlich eine Selbstverständlichkeit sein, das jeweils gewählte Lüftungssystem in allen Details umzusetzen und auszuführen. In der Praxis ist es aber vielfach so, dass bei nahezu allen Grenzwerten Kompromisse eingegangen werden, so dass trotz teilweise nur geringfügiger Unterschreitung dieser Kennzahlen eine schwerwiegende Systembeeinträchtigung festzustellen ist.

### 3.2. Fühleranordnung

Die wichtigste Regelgröße aller Stalllüftungen ist auch heute noch der erzielte Temperaturmesswert. Dieses Ergebnis muss deshalb repräsentativ und unverfälscht vorliegen. Dem wird am ehesten entsprochen, wenn der Fühler so weit als möglich in der Nähe (so knapp, dass gerade keine Beschädigung durch die Tiere zu erwarten ist) des Tierbereiches montiert wird. Auch heute findet man noch an der Außenwand oder in Deckennähe angebrachte Regler.

### 3.3. Ventilatorauswahl

Der Energieverbrauch von Stalllüftern steht heute im Mittelpunkt des Interesses. In den vergangenen Jahren hat es in diesem Bereich vor allem seit dem Einsatz von EC-Energiesparventilatoren (EC = elektronisch kommutierte Motoren) enorme Entwicklungsschritte gegeben. So kann der Elektrokonsum im Vergleich zur ungünstigen 2-Leitertechnik von Phasenanschnittreglern um bis zu 80% gesenkt werden (KLUGE, 1999). Vielfach wird diesen Gegebenheiten heute noch zu wenig Beachtung geschenkt, sondern zu sehr auf die Anschaffungskosten geschaut.

### 3.4. Regelung der Ventilatoren

Unabhängig von der Ventilatorentechnik kommen immer öfter Klimacomputer

zum Einsatz. Steht aber nur die Stalltemperatur als Regelgröße zur Verfügung, kann ein derartiges, meist sehr teures Gerät faktisch nicht viel mehr als ein dezentraler Regler.

Klimacomputer mit unterschiedlichen Optionen (Absenkautomatik, Solltemperaturanpassung, automatische Kurvenanpassung, Außentemperaturkompensation udgl.) machen es notwendig, dass sich jeder Betreiber intensiv mit dem System auseinandersetzt. Die steigende Anzahl an Regelfunktionen erschwert die Bedienung für den Landwirt ganz erheblich. Bleiben die Einstellmöglichkeiten ungenutzt, oder werden sogar falsche Vorgaben getroffen, dann funktioniert die Anlage unter Garantie absolut unzureichend! Die Mehrzahl der Landwirte, die bereits derartige Regelungen einsetzen, gaben bei einer Befragung (MARKS, 2000) an, dass die Bedienungsanleitungen nur schwer verständlich bzw. unverständlich sind, d.h. die Gefahr einer Fehlbedienung ist durchaus gegeben.

Man kann für ein Lüftungsregelsystem beispielsweise in der Schweinehaltung optimale Werte vorgeben, dynamische Sollwerte als Führungsgrößen ermitteln oder über selbstregelnde Systeme Sollwerte vom Tier entnehmen, um so das Lebewesen als eine tierische Systemmöglichkeit in die Regelprozesse zu integrieren (LEUSCHNER, 1998).

In immer größeren Beständen wird die Abluft immer öfter zentral abgeführt.

Besondere Bedeutung erlangt dabei die Gruppenschaltung der Ventilatoren. Günstigstenfalls handelt es sich dabei um eine Kombination aus Stufenschaltung, Drehzahl- und Drosselsteuerung. Welche Arten von Gruppensteuerungen sind geeignet, bzw. sinnvoll (SCHIERBAUM, 1999):

- Gruppensteuerungen mit transformatorischer Drehzahlsteuerung mehrerer Asynchron-Ventilatoren vom Grundlast- bis Volllastbereich.
- Gruppensteuerung mit ETAvent-Energiesparventilatoren für die Grund- und Teillast und Zuschaltung von Asynchron-Ventilatoren an voller Netzspannung für den Teillast- bzw. Volllastbereich.
- Gruppensteuerungen mit ETAvent-Energiesparventilatoren in der Grundlast

und Zuschaltung von geregelten ETAvent-Energiesparventilatoren für den Teillast- bzw. Volllastbereich.

- Gruppensteuerungen von frequenzgeregelten Asynchron-Ventilatoren in der Grundlast und Zuschaltung von frequenzgeregelten Asynchron-Ventilatoren im Teillast- bzw. Volllastbereich.
- Gruppensteuerungen mit phasenschnittgeregelten Asynchron-Ventilatoren in der Grundlast und Zuschaltung von geregelten Asynchron-Ventilatoren im Teil- und Volllastbereich.
- Gruppensteuerungen mit phasenschnittgeregelten Asynchron-Ventilatoren in der Grundlast und Zuschaltung von Asynchron-Ventilatoren an die volle Netzspannung im Teillast- bzw. Volllastbereich.

### 3.5. Heizsystem

Nicht jede Heizung passt zum jeweiligen Lüftungssystem! Wenn etwa die Physik und nicht die Wärmebilanz eine Heizung erforderlich macht, dann kann das nicht mit Heizelementen im Stall selbst erfolgen. Vielmehr muss zur Aufrechterhaltung einer bestimmten Strömungscharakteristik die Zuluft genau im geforderten Ausmaß (und ja nicht höher!) vorgewärmt werden. Aber selbst dann, wenn mit Heizelementen im Stall selbst gearbeitet werden kann, darf die Vorlauftemperatur nicht zu hoch sein, weil ansonsten ein zu großer Impuls auf die Luftverteilung im Raum ausgeübt wird, bzw. sich unter der Decke ein für die Tiere nicht nutzbarer Warmluftpolster aufbauen kann.

Heizkanonen sind hervorragend geeignet, kurzfristige Energieengpässe, wie sie beim Aufheizen des Stalles auftreten (Wärmeproduktion der Tiere als ganz wichtiger Energieinput fehlt) abzudecken. Für einen Dauerbetrieb als ständige Heizquelle sind sie aber bei keinem Lüftungssystem zu empfehlen, weil neben dem Anstieg des Kohlendioxidgehaltes vor allem Zugluft im Tierbereich, sowie die Aufwirbelung von Staub zu einer erheblichen Beeinträchtigung des Wohlbefindens und der Gesundheit der Nutztiere beitragen kann.

### 3.6. Fugen einer Porendecke

Dem Umstand, dass bei allen Porendecken der Dämmstoff (Wärmedämmfilz

oder sehr leichte Dämmplatten) absolut fugenfrei verlegt werden muss, wird in der Praxis einfach nicht im gebührenden Ausmaß Rechnung getragen. Bei einer richtig ausgeführten Porenlüftung muss dieser Dämmstoff um einige cm breiter sein, als die lichte Weite, damit an allen Rändern eine Pressung stattfindet. Nur unter diesen Bedingungen ist die Funktion dieser Dämmschichte, nämlich die einzige Luftbremse darzustellen, auch gesichert. Besonders wichtig ist in diesem Zusammenhang auch die Abdichtung zur Wand hin.

Eine unzureichend ausgeführte Porendecke mit einigen durchgehenden Fugen funktioniert im Extremfall nicht anders, als ein schlechtes Strahl Lüftungssystem. Lange Zeit hat die mangelhafte Ausführung zu einer Fehleinschätzung dieses sicherlich insgesamt günstigsten Lüftungssystems geführt.

Immer wieder muss auch darauf hingewiesen und klar gestellt werden, dass eine Holzwoleplatte ohne Dämmstoffauflage genauso wenig eine Porendecke ist, wie alle Zuluftdecken mit gelochten Folien oder Dämmplatten.

### 3.7. Staubgehalt der Zuluft

Das besondere Porengefüge von geeigneten Porendecken-Dämmfilzen bewirkt, dass bei üblichen Staubfrachten in ländlichen Gebieten auch nach 30 Jahren Lüftungsbetrieb noch mindestens 80 % der Ausgangsluftdurchlässigkeit vorhanden sind.

Wird die Zuluft zur Konditionierung aber durch Räume geführt, in denen mit Futter hantiert wird, dann kann dieser eingetragene Futterstaub tatsächlich vergleichsweise rasch den Luftdurchgangswiderstand durch die Decke soweit erhöhen, dass ein systemkonformer Betrieb der Anlage nicht mehr gewährleistet ist.

### 3.8. Abluftpunkt

Obwohl es bei Unterdruckanlagen grundsätzlich nicht so entscheidend ist, wo sich der Abluftpunkt im Stall befindet, sieht man von der Futterganglüftung einmal ab, findet man in der Praxis immer wieder denkbar ungünstige Anordnungen. Das ist etwa dann der Fall, wenn die einströmende Frischluft sofort wieder ungenutzt ins Freie transportiert wird (Luftkurzschlüsse).

### 3.9. Einbau der Ventilatoren

Ventilatoren müssen genau in die dafür vorgesehenen Öffnungen (*Abbildung 3*) passen, weil es zu turbulenzbedingten unnötigen Druckverlusten kommt. Sitzen mehrere Ventilatoren nebeneinander und sind nicht alle gleichzeitig in Betrieb, dann muss die Fläche der stillstehenden dicht verschlossen werden, damit es nicht zu Luftkurzschlüssen (*Abbildung 4*) kommt.

### 3.10. Mischen unterschiedlicher Fabrikate

Vielfach sind unterschiedliche Marken schon von der Technik her schlecht miteinander zu kombinieren. Das größte Problem ergibt sich in der Praxis aber meist dadurch, dass bei nicht einwand-

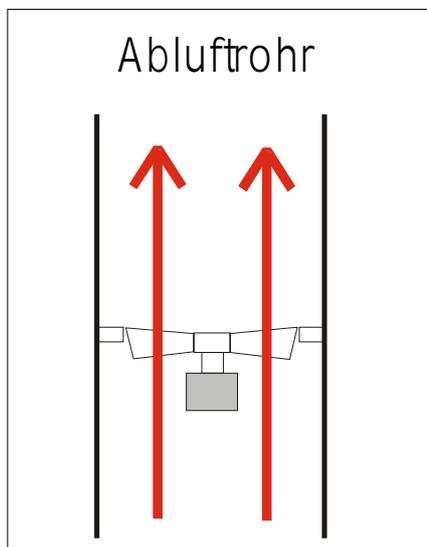


Abbildung 3: Turbulenzen am Rand

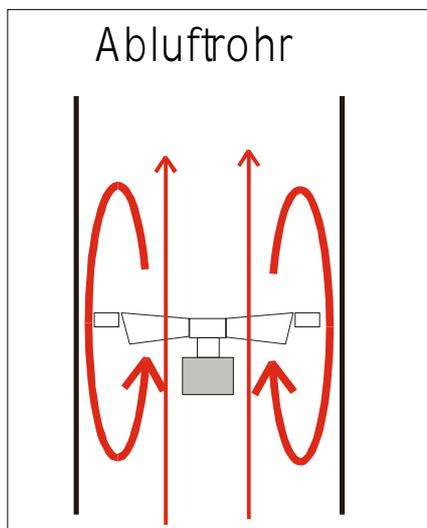


Abbildung 4: Luftkurzschlüsse, wenn ein Ventilator ausgeschaltet wird

freier Funktion die Verantwortlichkeit auf den jeweils anderen Lieferanten geschoben wird, sofern nicht überhaupt mit einem Gewährleistungsausschluss (der bei systemkonformen Einbau unstatthaft wäre) reagiert wird. Mit den gleichen Problemen hat man auch zu kämpfen, wenn die technische Gerätschaft nicht vom Fachbetrieb, sondern vom Landwirt selbst eingebaut wird. Vielfach lohnt sich diese Ersparnis nicht, sondern wird in Wirklichkeit zu einer Preisfalle.

## 4. Management

### 4.1. Stalltemperatur

Nach wie vor das größte Problem für die Praxis stellt die Wahl der richtigen Raumtemperatur dar. Allgemein gültige Empfehlungen sind schwer abzugeben, weil viele Einflussfaktoren, wie z.B. das Lüftungssystem, die Art der Heizung, die Aufstallung, die Bodengestaltung, die Oberflächentemperatur der raumumschließenden Bauteile, Einstreu udgl. mehr das Ergebnis determinieren. Generell verhält es sich so, dass im Winter auf Kosten der Luftgüte vielfach eine zu hohe Temperatur beibehalten wird. Im Sommer stellt sich zwangsläufig ohnehin eine zu hohe Stalltemperatur ein.

### 4.2. Einstalltemperatur

Ganz besonders wichtig ist bei jeder Neubelegung im Winter nach Reinigung und Desinfektion, dass nicht nur die Lufttemperatur den Bedürfnissen der Tiere angepasst ist, sondern auch die Oberflächentemperatur der raumumschließenden Bauteile und ganz besonders des Bodens. Dafür ist es notwendig, während dieser Aufheizphase die Abteile deutlich zu „überheizen“. Die normale Heizung kann nicht auf diese Anforderungen ausgelegt werden. Hier handelt es sich um den klassischen Anwendungsfall der Heizkanone.

### 4.3. Temperaturanpassung

Vor allem in der Ferkelaufzucht und in der Mast muss die Stalltemperatur in den ersten Wochen im Winter abgesenkt werden. Dabei ist zu beachten, dass diese Reduktion pro Tag nicht höher als 0,5 °C sein soll. Aus Zeitgründen wird hingegen in der Praxis meist nur einmal pro Durchgang eine entsprechende Anpassung vorgenommen. Im Sommer ist es

in Hitzeperioden ebenfalls notwendig eine Veränderung der Solltemperatur vorzunehmen, weil sonst auch während der Nachtstunden die Lüftung voll durchlaufen würde. Für diese Erhöhung der Solltemperatur stellen aber 25 – 26 °C die absolute Obergrenze dar. Gerade bei einer automatischen Außentemperaturanpassung könnte es nämlich vorkommen, dass mit einem sukzessiven Anheben überhaupt keine Kühle mehr in das Gebäude eingebracht werden kann. Für die Tiere bedeutet das dann Hitzestress nicht nur tagsüber, sondern auch während der Nachtstunden. Sind Speichermassen vorhanden, dann können diese nur genutzt werden, wenn eine gewisse Temperaturdifferenz zugelassen wird. Eine gleichmäßig verlaufende Temperaturkurve mit Schwankungen bis zu 10 °C innerhalb von 24 Stunden hat keine negativen Auswirkungen auf Wohlbefinden und Leistung von Schweinen, wenn die Tiere daran gewöhnt sind – im Gegenteil, es spricht viel dafür, dass derartige Bedingungen tiergerechter sind, als die Einhaltung einer konstanten Temperatur. Diese gleichmäßige Temperaturänderung ist nicht zu verwechseln mit kurzfristigen Temperaturschwankungen, auf die alle Tiere sehr empfindlich reagieren.

### 4.4. Spreizung

Am meisten Unsicherheit herrscht wohl darüber, wie man diesen Wert richtig einstellen soll und ob es während eines Durchganges Veränderungen geben muss. Mit der Spreizung wird indirekt die Reaktionsgeschwindigkeit der Ventilatoren bestimmt. Je kleiner der Wert ist, desto rascher fährt die Lüftung bis zur maximalen Luftgeschwindigkeit hoch. Nachdem gerade bei Mastschweinen aufgrund unruhebedingter Aktivität der Tiere die Stalltemperatur innerhalb weniger Minuten um einige °C ansteigen kann, besteht selbst im Winter die Gefahr, dass es bei niedriger Spreizung zu richtigen „Kaltluftduschen“ für die Tiere kommt.

Um diese, der Tiergesundheit abträglichen Zustände sicher auszuschließen, sollte daher die Spreizung im Winter, wie auch im Sommer auf mindestens 6 K eingestellt werden. Lediglich im Außentemperaturbereich von 15 bis 25 °C könnte man den Wert auf 4 K absenken. Weil es aber keine fixen Grenzen zwischen Win-

ter- und Sommerlüftungsbedingungen gibt (streng genommen oft tagsüber Sommerlüftungsbetrieb, während der Nacht hingegen Winterlüftungsbetrieb) sollte die Spreizung auch für diesen Zeitraum unverändert hoch eingestellt sein.

#### 4.5. Ausschalten der Ventilatoren

Jede Lüftungsregelung sollte so konzipiert sein, dass EIN/AUS-Betriebszustände nie auftreten. Abgesehen davon, dass es tierschutzrechtlich unstatthaft wäre, den vielfach einzigen Lüfter eines Abteils abzuschalten und das Abluftrohr mit selbstfallenden Drosselklappen abzudichten, gehen mit diesen unterschiedlichen Betriebsbedingungen extreme Unterschiede in der Frischluftversorgung der Tiere und damit mit der Luftgüte einher.

#### 4.6. Heizungsregelung

Es muss selbstverständlich sein, dass die Heizung erst anspringen darf, wenn die Lüftung auf Mindestluftfrate geregelt wird. Ein großes, vielfach leider unbefriedigendes Problem ergibt sich beim Heizbetrieb einer Unterflur-Betriebsganglüftung. Die Regelung muss unabhängig von der Wärmebilanz nämlich so erfolgen, dass exakt die erforderliche Temperaturdifferenz von rund 10 K zuluftseitig eingehalten wird. Eine EIN/AUS-Regelung der Heizung verändert innerhalb von Sekunden die Strömungscharakteristik komplett (dort wo es eben noch angenehm warm war, ist es plötzlich eisig kalt), Verkühlungen und kanibalistische Verhaltensmuster sind vielfach zu beobachten.

#### 4.7. Wartung und Reinigung

Je rascher und empfindlicher Sensoren auf Veränderungen reagieren, desto größer ist die Veränderung des Messergebnisses, wenn Staub abgelagert wird. In den Stallungen wird durch die Fütterung und den Hautabrieb so viel Staub aufgewirbelt, dass es zumindest alle 14 Tage angebracht ist, die empfindlichen Bauteile zu reinigen.

Zur Wartung zählt auch, dass man die Sensoren in regelmäßigen Abständen auf ihre Plausibilität überprüft. Es zeigt sich immer wieder, dass einzelne Temperaturfühler entweder bereits von Beginn an oder aufgrund schleichender Trift um bis zu 3 K vom tatsächlichen Wert entfernt sind.

Gemäß aller Tierhalterverordnungen der Bundesländer müssen mechanische Lüftungen über ein Ersatzsystem und eine Alarmanlage verfügen. Die einwandfreie Funktion der Alarmanlage muss in regelmäßigen Abständen überprüft werden. Es kommt leider aber immer wieder vor, dass Tiere verenden, weil die Alarmanlage nicht reagiert hat. Trügerisch ist ja, dass man sich auf die Alarmanlage verlässt, wenn eine vorhanden ist.

Um diese wichtige Funktionsüberprüfung auch tatsächlich in Zeiten mit Arbeitsspitzen vorzunehmen, sollte man ein Überprüfungsprotokoll mit vorgegebenen Terminen anlegen. Nach einem Gewitter ist dann ohnehin eine weitere Überprüfung vorzunehmen.

#### 4.8. Lüftung während der Stallreinigung

War es vor 15 Jahren noch zur Verhinderung von elektrischen oder elektronischen Schäden noch angebracht, die Stalllüftung während der Reinigung und Desinfektion auszuschalten, so ist diese Maßnahme heute absolut kontraproduktiv. Durch die enorme Feuchtigkeitsentwicklung bei der Arbeit mit dem Hochdruckreiniger wird Staub auch im Bereich der Zuluftleitungen gelöst, der bei der nachfolgenden Abtrocknung sogar Krusten bilden kann.

Derartige Ablagerungen beeinträchtigen die Beweglichkeit aller Klappensysteme bzw. können auch den Luftdurchgang von Porendecken nachhaltig beeinflussen. Die Lüftung muss daher so lange in Betrieb bleiben, bis diese hohen Feuchtigkeitsmengen gesichert nach außen abgeführt worden sind.

#### 4.9. Schweinedusche

Mit einer richtig betriebenen Schweinedusche können in der Tat mit sehr geringem Aufwand trotz hoher Umgebungstemperaturen Haltungsbedingungen für die Schweine geschaffen werden, die Hitzestress im Sommer nicht zum Problem werden lassen. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass diese Möglichkeit sehr sparsam und kurzzeitig (rund 90 sec lang), d.h. nur wenn tatsächlich Bedarf besteht (bei Schweinen unter 60 kg ab ca. 28 °C, bei schwereren Tieren ab ca. 26 °C) eingesetzt wird, dass ein sehr feiner Sprühnebel verabreicht wird, dass nur ein Teil der Bucht von diesem Sprühkegel erfasst wird und dass die Tiere sozusagen freiwillig unter die Dusche gehen können. Wenngleich sich die Stalltemperatur selbst gar nicht ändert, ist die Wirkung auf die Behaglichkeit der Tiere wie *Abbildung 5* zeigt, ganz erheblich (GOETZ, 1986).

Bei der Schweinedusche kommt es nicht auf die Wassertemperatur an. Die überaus positive Wirkung kommt dadurch zustande, dass dem Körper zur Verdunstung des Wasserfilms auf der Hautoberfläche Energie entzogen wird.

Die Schweinedusche darf nicht mit dem Aufspritzen von Wasser auf den Gängen udgl. an heißen Tagen gleichgesetzt werden. Dabei wird versucht, die Stalltemperatur abzusenken, was in geringem Ausmaß auch passiert. Allerdings geht damit ein starker Anstieg der relativen Luftfeuchtigkeit und damit der Enthalpie, d.h. des Wärmeinhalts der Luft einher. Für die Tiere kann sich dadurch trotz niedrigerer Raumtemperatur mehr Hitzestress einstellen, wenn es zu einer Art

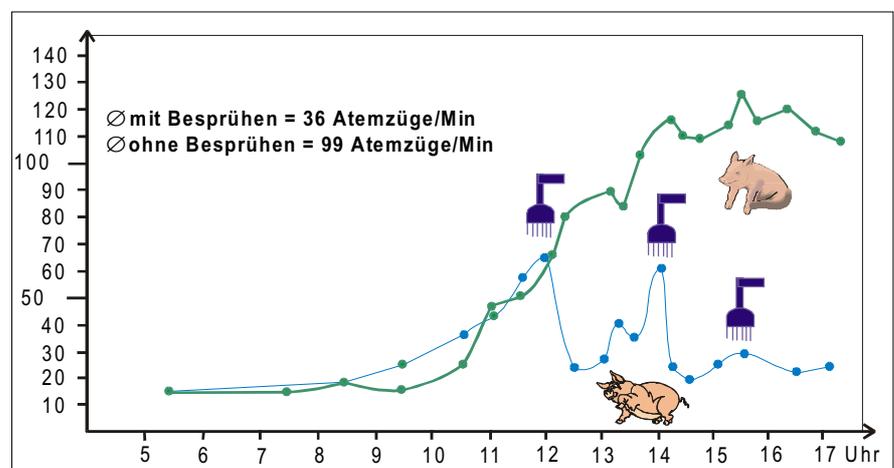


Abbildung 5: Schweinedusche

Tropenklima kommt. Ebenfalls abzulehnen ist das direkte Bespritzen der Tiere mit dem Wasserschlauch. Durch die großen Wassertropfen bei niedriger Wassertemperatur kann es zu einem regelrechten Kälteschock für die Tiere kommen.

Bei neueren Untersuchungen konnte belegt werden, dass mit einer „Befeuchungskühlung“ im Schweinestall die Stalltemperatur um bis zu 3 K gesenkt werden konnte. Es wird dabei der Zuluft im Zentralgang kühles Wasser mit Hochdruckdüsen (bei einem Druck bis 20 bar) beigelegt (LICKERT, 2000). Über die Auswirkung auf die relative Luftfeuchtigkeit und damit auf die Enthalpie liegen aber keine Ergebnisse vor.

## 5. Zusammenfassung

Jedes heute am Markt erhältliche Lüftungssystem ist mehr oder weniger geeignet, wenn es **richtig** betrieben wird. Je komplizierter ein System ist, bzw. je mehr Möglichkeiten die Regelung eröffnet, desto wichtiger ist es, dass sich der Tierhalter intensiv mit der Problematik auseinandersetzt, damit Planungs- Aus-

führungs- und Managementfehler vermieden werden. Weil es sich um ein sehr komplexes Thema handelt, werden etwa in Deutschland für die Landwirte spezielle diesbezügliche Kurse angeboten, die sich mittlerweile großer Beliebtheit erfreuen. Eine derartige Schulungsoffensive zumindest in den viehhaltungsstarken Bundesländern scheint auch bei uns angebracht, weil gerade bei der Stalllüftung der Betriebsführer selbst den wichtigsten Einflussfaktor für eine klaglose Funktion darstellt.

## Literatur

- BARTUSSEK, H., 1983: ÖKL-Anleitung - Stallklima auf Grundlage des Europäischen CIGR-Stallklimastandards 1983, hrsg. Österreichisches Kuratorium f. Landtechnik.
- BÜSCHER, W., 1991: Experimentelle Untersuchungen zur Luftführung in Stallanlagen, Dissertation Universität Bonn, 1991; ergänzt von HAUSLEITNER, 2001 (Futterganglüftung und Unterflur-Betriebsganglüftung).
- BÜSCHER, W., 2000: Stand der Überarbeitung der DIN 18910, Förderkreis Stallklima.
- GÖTZ, M-W., 1986: Bioklimatische Bedeutung hoher Umgebungstemperaturen und künstlicher Evaporationskühlung für die tieradäqua-

te Dimensionierung von Mastschweinebuchten, Dissertation, ETH Zürich.

- HAUSLEITNER, A., 1997: Beurteilung verschiedener Zuluftsysteme, Bericht über die Gumpensteiner Bautagung „Aktuelle Fragen des landwirtschaftlichen Bauens“, S. 67-72.
- HAUSLEITNER, A. und P. IRGANG, 2000: Stallklima für Schweineställe, in Stallbau und Stallklima, Handbuch von Stmk LK, SGD und Styriabrid, Graz.
- HAUSLEITNER, A. und J. ZAINER, 2000: Af-fenhitze im Schweinestall, AgroBonus, 5/2000, 16-19.
- KLUGE, J., 1999: Erfahrungen mit EC-Ventilatoren (Ergebnisse aus der Ferkelaufzucht), Förderkreis Stallklima.
- LEUSCHNER, P., 1998: Dynamische Soll-Wert-Vorgaben Wachstumskurven in Klimacomputern, Förderkreis Stallklima.
- LICKERT, I., 2000: Beispiele zur Kühlung beim Schwein, Förderkreis Stallklima.
- MARKS, M., 2000: Umfrage zum Einsatz von Klimacomputern in Westfalen, Förderkreis Stallklima.
- PEDERSEN, S., 1999: Zu- und Abluftführung aus dänischer Sicht, Förderkreis Stallklima.
- SCHIERBAUM, H., 1999: Gruppenschaltung von großen Ventilatoren bei der zentralen und de-zentralen Absaugung, Förderkreis Stallklima.
- SCHULTE-SUTRUM, R., 2000: Erfahrungen mit dem Klimacomputerseminaren auf Haus Düse, Förderkreis Stallklima, Tagungsbericht.

