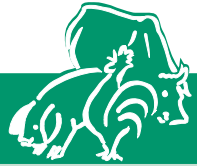




Prüfbericht 4895



REVENTA Abluftrohre, Einströmdüsen und Diffusoren

mit 370, 420, 470, 520, 580, 650, 730, 820
und 920 mm Innendurchmesser

Hersteller und Anmelder

REVENTA GmbH & Co. KG
Im Gewerbegebiet 3
D-48612 Horstmar

Telefon 0 25 58 / 93 92 - 0
Telefax 0 25 58 / 93 92 - 30
E-mail: info@reventa.de
Internet: www.reventa.de



Beurteilung - kurzgefasst

REVENTA Abluftrohre, Einströmdüsen und Diffusoren
REVENTA GmbH & Co. KG, D-48612 Horstmar

Prüfmerkmal	Prüfergebnis	Bewertung
Eignung		
■ Abluftrohre	zur Abluftfütterung aus Ställen, zum Einsatz mit Axialventilatoren der Normzahlreihe R 20 (gemäß DIN 323)	
■ Einströmdüsen	zum Aufstecken auf die Rohrenden, verbessern das Einströmverhalten der Luft in die Rohre	
■ Diffusoren	zur Verminderung der Druckverluste beim Austritt der Luft aus Abluftrohren	
Abluftrohre		
Rohrreibungszahl		
bei sauberen Rohren	gut (zwischen 0,0149 und 0,0126)	+
bei verschmutzten Rohren	zwischen 0,0413 und 0,0319	
Druckverlust		
bei sauberen Rohren	gering (zwischen 2,4 und 0,8 Pa/m)	+
bei verschmutzten Rohren	zwischen 6,7 und 2,1 Pa/m	
Ventilator-Kennlinie		
bei aufgesetztem Rohr	Druckerhöhung verbessert	+
bei Ventilatoreinbau	Druck-Volumenstromkennlinie stark verändert	○
Haltbarkeit, Reinigung		
Haltbarkeit	gut	+
Bauweise	sehr stabil	++
Reinigung	mit Hochdruckreiniger möglich durch glatte Oberfläche gut	++ +
Montage		
Zusammenfügen der Rohre	einfach	+
Klebestellen	stabil	+
Dachabdichtung	durch mitgelieferte Folie einfach	+
Einströmdüsen		
Widerstandsbeiwert	zufriedenstellend (im Mittel etwa 0,16)	○
Druckverlust	verhältnismäßig gering	+
Montage	einfach aufsteck- und verklebbar	+
Diffusoren		
Druckgewinn	zufriedenstellend bis gut (etwa 18 bis 25 Pa)	○/+
Volumenstromzunahme	gut (etwa 6 bis 12 %)	+
Entwässerung	Regenwasser wird abgeleitet	+
Abluftfahne	wird nur wenig beeinflusst	+
Haltbarkeit		
■ Bauweise	stabil	+
■ Material	gegenüber Stallabluft sehr widerstandsfähig	++

Bewertungsbereich: ++ / + / ○ / - / -- (○ = Standard)

Kurzbeschreibung

Abluftrohre

- aus Polyurethan-Hartschaum mit innen- und außenwandseitiger Beschichtung aus glasfaserverstärktem Polyester;
- Innendurchmesser der Rohre auf die Ventilatorgröße 350 bis 900 mm der Normzahlreihe R 20 abgestimmt.

Einströmdüsen

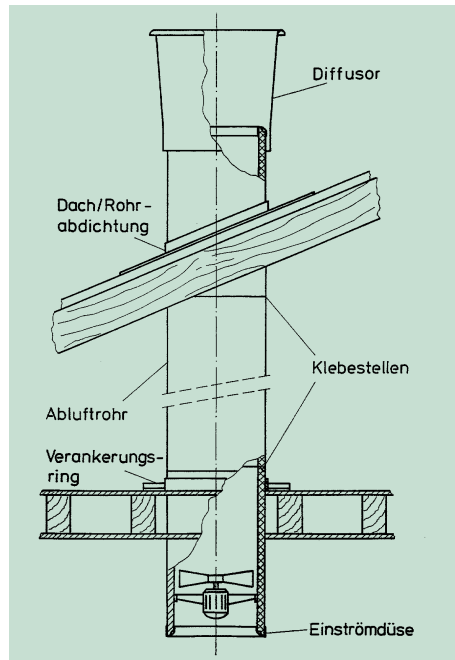
- zum Aufstecken auf den Rohranfang (Einströmseite) oder das Rohrende (Ausströmseite), wenn sie als Witterungsschutz dienen sollen;
- Material: Kunststoff.

Diffusoren

- kegelstumpfförmige Erweiterungsstücke zum Aufsetzen auf das Ende der Abluftrohre;
- aus glasfaserverstärktem Polyester;
- im Befestigungsbereich Abstandsnoppen für Ablauf von Regenwasser.

(Beschreibung und Technische Daten siehe Seite 8)

Bild 1: Abluftführung mit Abluftrohren, Einströmdüsen und Diffusor



Prüfergebnisse

Eignung

Die REVENTA Abluftrohre in den Größen 370, 420, 470, 520, 580, 650, 730, 820 und 920 mm Innendurchmesser eignen sich zur Abluftführung aus Ställen. Die Abluftrohre können auch zur Zuluftführung verwendet werden.

Die REVENTA Einströmdüsen eignen sich zum Aufstecken auf die Abluftrohre an der Einströmseite und verbessern gegenüber einem scharfkantigen Rohr das Einströmverhalten der Luft in die Rohre.

Die REVENTA Diffusoren eignen sich zur Verminderung der Druckverluste beim Austritt der Luft aus Abluftrohren.

Abluftrohre

Innendurchmesser

Der Innendurchmesser der Abluftrohre ist auf Axialventilatoren mit Durchmessern der Normzahlreihe R 20 gemäss DIN 323 abgestimmt.

Stallventilatoren werden mit 350, 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800 und 900 mm Innendurchmesser angeboten. Die Abluftrohre können auf solche Ventilatoren der Normzahlreihe R 20 mit Stahlblech- oder Kunststoffgehäuse problemlos aufgesetzt werden (siehe Bild 2). Ventilatoren ohne Gehäuse aus der Normzahlreihe R 20 können ohne Probleme in die Abluftrohre eingebaut werden, wenn vom

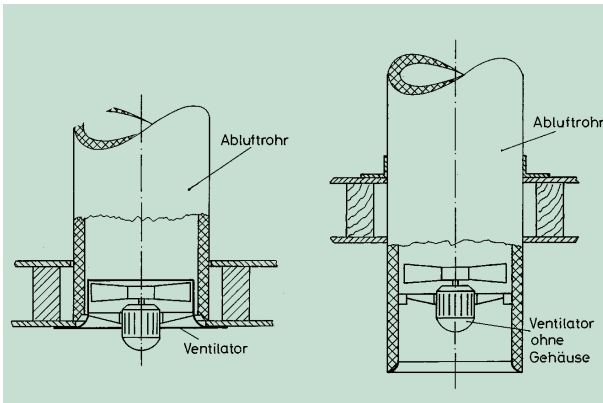


Bild 2: Auf den Ventilator aufgesetztes Abluftrohr (links); in das Abluftrohr eingebauter Ventilator ohne Gehäuse (rechts)

Hersteller oder Vertreter der Ventilatoren entsprechende Motorträger und Trägerhalter angeboten werden (siehe Bild 2).

Rohrreibungszahl, Druckverlust

Die Rohrreibungszahl λ ist eine dimensionslose Kennzahl und dient der Berechnung des Druckverlustes¹⁾ in einer geraden Rohrleitung. Die aus Messungen ermittelten Werte decken sich gut mit theoretisch ermittelten Werten. Sie liegen zwischen 0,0149 beim Rohr mit 370 mm Innendurchmesser und 0,0126 beim Rohr mit 920 mm Innendurchmesser (siehe Tabelle).

Bei einer in der Praxis üblichen Verschmutzung der Rohre - insbesondere bei Abluftrohren - ist der Druckverlust mit wesentlich höheren Rohrreibungszahlen zu berechnen. Die Werte liegen beim verschmutzten Rohr (Rohrrauigkeit 5 mm) zwischen 0,0413 und 0,0319 (Rohrinnendurchmesser 370 mm bzw. 920 mm) (siehe Tabelle).

Der Druckverlust $\Delta p_{V,R}$ je Meter Rohrlänge ist bei sauberen Rohren gering. Bei einer mittleren Strömungsgeschwindigkeit der Luft im Rohr von 10 m/s (Sommerluftfrate) beträgt der

Druckverlust 2,4 Pa/m beim Rohr mit 370 mm Innendurchmesser und 0,8 Pa/m beim Rohr mit 920 mm Innendurchmesser. Bei verschmutzten Rohren nimmt der Druckverlust zu (siehe Tabelle).

Bei der Planung einer Lüftungsanlage und bei der Auslegung der Ventilatoren sollten stets die Druckverluste verschmutzter Rohre zugrunde gelegt werden.

Ventilator

Bedingt durch die günstigere Abströmung der Luft bei aufgesetztem Rohr wird die Druck-Volumenstrom-Kennlinie des Ventilators verbessert (siehe Bild 3). Die Volumenstromzunahme kann je nach Ventilator und Betriebspunkt bis zu 15 % betragen.

Beim Rohreinbau von Ventilatoren aus der Normzahlreihe R 20 wird die Druck-Volumenstrom-Kennlinie stark verändert (siehe Bild 3). Insbesondere die maximale Druckerhöhung erreicht wegen des verhältnismäßig großen Spaltes zwischen Laufrad und Rohrwand (je nach Ventilatorfabrikat zwischen 10 und 15 mm) einen wesentlich niedrigeren Wert gegenüber einem Ventilator mit Gehäuse²⁾.

1) Der Druckverlust $\Delta p_{V,R}$ in einer geraden Rohrleitung kann mit folgender Formel berechnet werden:

$$\Delta p_{V,R} = \lambda \cdot l / D_i \cdot \rho / 2 \cdot c^2 \quad (\lambda - \text{Lambda}, \rho - \text{Rho})$$

λ - Rohrreibungszahl

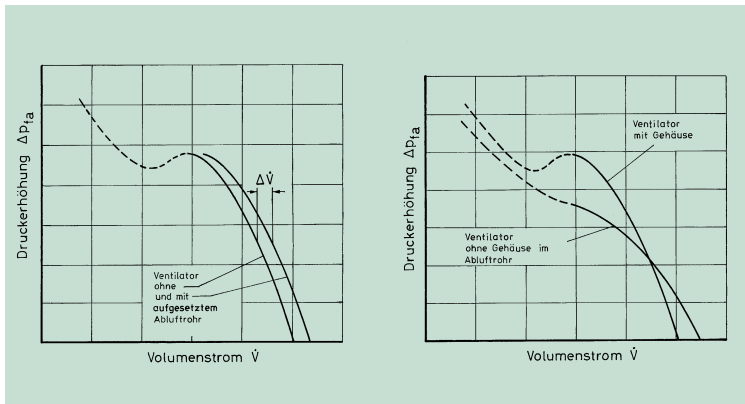
l - Rohrlänge

D_i - Innendurchmesser des Rohres

ρ - mittlere Dichte der Luft zwischen Rohranfang und Rohrende

c - mittlere Strömungsgeschwindigkeit der Luft im Rohr

Bild 3: Zunahme des Volumenstroms $\Delta\dot{V}$ durch aufgesetztes Rohr auf den Ventilator (links gemäß Bild 2, links); veränderte Druck-Volumenstrom-Kennlinie bei Einbau eines Ventilators ohne Gehäuse in das Abluftrohr (rechts gemäß Bild 2, rechts).



Im Bereich niedriger Druckerhöhungen - etwa zwischen 0 und 30 Pa - wurde eine Zunahme des Volumenstromes bis zu 10 % festgestellt.

Haltbarkeit, Reinigung

Die Haltbarkeit der Abluftrohre ist gut, die Rohre sind sehr stabil gebaut.

Der Kern aus Polyurethan-Hartschaum ist durch die glasfaserverstärkte Polyesterbeschichtung auf der Außen- und Innenseite der Abluftrohre wirksam geschützt. Kondensatbildung auf der Innenseite wird weitestgehend vermieden.

Bei Einbau der Ventilatoren in die Abluftrohre muss kein zusätzlicher Schutz im Bereich des

Tabelle Rohrreibungszahl und Druckverlust der Reventa-Abluftrohre

(bei einer mittleren Strömungsgeschwindigkeit der Luft von 10 m/s)

Rohrinnen- durchmesser	Volumenstrom	Rohrreibungszahl sauberes/verschmutztes Rohr	Druckverlust sauberes/verschmutztes Rohr
D_i [mm]	\dot{V} [m ³ /h]	λ [-/-]	Δp_{VR} [Pa/m]
370	3870	0,0149 / 0,0413	2,4 / 6,7
420	4990	0,0145 / 0,0398	2,1 / 5,7
470	6250	0,0143 / 0,0385	1,8 / 4,9
520	7650	0,0140 / 0,0375	1,6 / 4,3
580	9510	0,0137 / 0,0363	1,4 / 3,8
650	11950	0,0134 / 0,0352	1,2 / 3,3
730	15070	0,0132 / 0,0340	1,1 / 2,8
820	19010	0,0129 / 0,0330	0,9 / 2,4
920	23930	0,0126 / 0,0319	0,8 / 2,1

2) Werden auf die Rohrdurchmesser angepasste Laufräder mit einem Spalt zwischen Laufrad und Rohrwandung von etwa 1 % des Rohrdurchmessers eingesetzt, verändert sich die Druck-Volumenstrom-Kennlinie nicht oder nur unwesentlich.

Lauftrades an der Innenwand der Rohre angebracht werden. Die glasfaserverstärkte Polyesterbeschichtung ist ausreichend abriebfest. Bei einem Kälte- und Hitzetest bei minus 30 °C und plus 70 °C konnte keine Veränderung an der Innen- und Außenbeschichtung festgestellt werden.

Nach Angaben des Herstellers sind die Rohre in die Baustoffklasse B2 "normalentflammbare Baustoffe" einzuordnen. Die Schäumung des Polyurethan-Hartschaumkerns der Rohre erfolgt nach Angaben des Herstellers mit einem 100 % FCKW-freien Treibmittel.

Eine Reinigung der Rohre - insbesondere auf der Abluftseite - wird aus hygienischen Gründen wesentlich gewünscht und kann mit einem Hochdruckreiniger durchgeführt werden. Versuche haben gezeigt, dass eine Beschädigung der Rohrbeschichtung bei Einsatz einer Flachstrahldüse nicht zu befürchten ist. Bedingt durch die glatte Oberfläche ist der Reinigungserfolg gut.

Das Zusammenfügen der Rohre ist einfach. Die Zentrierung ist durch die abgesetzte Stoßfläche (wie Nut und Falz) gegeben. Die Rohre werden mit einem Spezial-Polyurethan-Kleber verbunden. Die Verklebung ist stabil (48 N/cm²).

Die Abdichtung zwischen Dach und Rohr durch die mitgelieferte Folie ist einfach. Sie legt sich dicht am Rohr an und kann für die unterschiedlichsten Dacheindeckungen eingesetzt werden.

Zubehör (nicht geprüft)

Für jede Rohrgröße bietet REVENTA verschiedene Montage- und Einbauteile an:

- Verankerungsringe zur Befestigung der Abluftrohre (Stahlblech, verzinkt);
- Sturmverstreben für weit über das Dach stehende Rohre (V2A);
- Rohrschellen zur zusätzlichen Sicherung (V2A);

- Verschlussklappen zur selbsttätigen Verstellung, für Hand- oder für motorische Verstellung (aus Kunststoff mit Rohrwelle aus V2A).

Einströmdüsen

Widerstandsbeiwert

Der Widerstandsbeiwert³⁾ ζ_D der Einströmdüsen - eine Kennzahl für die strömungstechnische Gestaltung und für die Berechnung des Druckverlustes - ist zufriedenstellend. Er beträgt im Mittel etwa 0,16⁴⁾.

Druckverlust

Der Druckverlust $\Delta p_{V,D}$ der beim Einströmen der Luft in das Rohr entsteht, ist verhältnismäßig gering. Er beträgt, bezogen auf 10 m/s Strömungsgeschwindigkeit der Luft im Rohr, etwa 10 Pa.

Montage

Die Düsen können in einfacher Weise auf den Rohranfang und das Rohrende aufgesteckt und mit den Rohren verklebt werden (Bild 4).

Strömungstechnisch ohne Belang ist die Montage der Düse am Rohrende. Sie schützt jedoch die Hartschaumisolierung der Rohre vor Witterungseinflüssen und vor eindringender Feuchtigkeit.

Diffusoren

Druckgewinn

Der Druckgewinn durch die Diffusoren ist im Vergleich zu strömungstechnisch optimalen und unter vertretbaren Abmessungen ausgeführten Diffusoren zufriedenstellend bis gut. Der Druckgewinn ist abhängig von der Art der Luftzuströmung und der Strömungsgeschwindigkeit bei Eintritt in den Diffusor. Bei einer Luftströmung, wie sie üblicherweise auf der Druckseite eines Ventilators vorliegt und

3) Der Widerstandsbeiwert ζ_D ist eine dimensionslose Kennzahl mit dem der Druckverlust $\Delta p_{V,D}$ berechnet werden kann:

$$\Delta p_{V,D} = \zeta_D \cdot \rho / 2 \cdot c^2 \quad (\zeta - \text{Zeta, } \rho - \text{Rho})$$

ζ_D - Widerstandsbeiwert

ρ - Dichte der Luft

c - mittlere Strömungsgeschwindigkeit der Luft im Rohr.

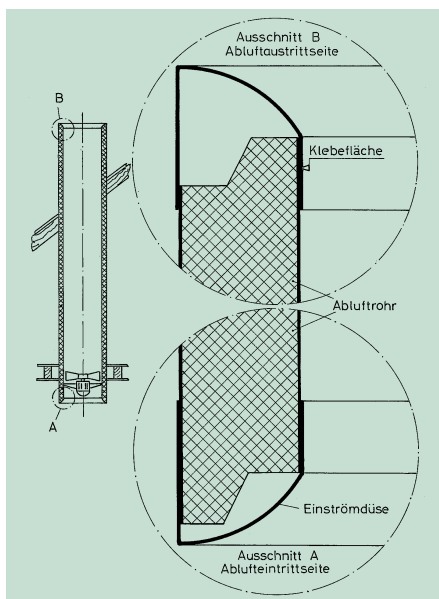
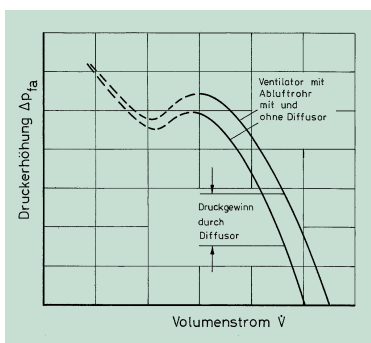
4) Anmerkung:

$\zeta_D = 0,5$ beim Einströmen der Luft in ein scharfkantiges Rohr ($\Delta p_{V,D} = 30$ Pa);

$\zeta_D = 0,02$ beim Einströmen der Luft in eine sehr gut geformte und in akzeptablen Abmessungen gefertigte Düse ($\Delta p_{V,D} = 1,2$ Pa).

Bild 4 (rechts): Auf den Rohranfang und das Rohrende aufgesteckte und mit dem Rohr verklebte Einströmdüsen.

Bild 5 (unten): Beispielhafte Darstellung der Druck-Volumenstrom-Kennlinie mit und ohne Diffusor auf dem Abluftrohr; Druckgewinn durch Diffusor.



bei einer mittleren Strömungsgeschwindigkeit von 10 m/s, liegt der Druckgewinn im Bereich zwischen etwa 18 Pa (Größe 370 mm) und 25 Pa (Größe 920 mm).

Der Druckgewinn von dazwischenliegenden Diffusorgrößen kann durch lineare Interpolation ermittelt werden.

Volumenstromzunahme

Wegen des Druckgewinns durch den Diffusor erhöht sich der Volumenstrom des Ventilators (siehe Bild 5). Je nach Steilheit der Druck-Volumenstrom-Kennlinie und des Betriebspunktes des Ventilators wurde eine Zunahme des Volumenstromes um etwa 6 bis 12 % festgestellt. Mit dem Einsatz der Diffusoren kann bei gleichem Volumenstrom auch elektrische Energie in der Größenordnung bis zu 15 % eingespart werden.

Entwässerung

Das im Erweiterungsbereich auf der Innenwandung des Diffusors anfallende Regenwasser kann zur Außenseite des Abluftrohres abfließen. Die Diffusoren sind dazu im Befesti-

gungsbereich mit sechs Abstandsnoppen versehen. Sie gewährleisten einen Entwässerungsschlitz von etwa 15 bis 18 mm Breite zwischen Diffusor und Abluftrohr.

Abluffahne

Die Überhöhung der Abluffahne wird durch Einsatz der Diffusoren nur wenig beeinflusst. Versuche haben gezeigt, dass das Geschwindigkeitsprofil der Abluft einen Meter über dem Diffusor dem Profil etwa 2,5 m über dem normalen Abluftrohraustritt entspricht. Gleiche Verhältnisse können bei Einsatz der Diffusoren durch Verlängern der Abluftrohre um ein Einmeterstück erreicht werden. Durch den Entwässerungsschlitz an den Diffusoren wird wegen der Injektorwirkung der Luftströmung von außen Luft beigeaugt und der Abluftstrom erhöht (siehe Bild 6). Die Zunahme liegt im Bereich zwischen 8 und 12 % und ist hinsichtlich der Abluffahne günstig zu bewerten. Die am Diffusorende reduzierte Abluftaustrittsgeschwindigkeit wird damit zu einem hohen Teil kompensiert. Der Entwässerungsschlitz ist ausreichend

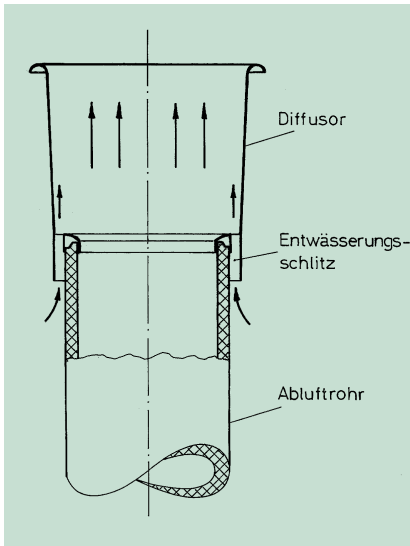


Bild 6: Luftansaugung am Entwässerungsschlitz des Diffusors durch Injektorwirkung der Luftströmung.

dimensioniert. Von Zeit zu Zeit sollten Schmutzablagerungen im Schlitz beseitigt werden.

Haltbarkeit, Befestigung

Die Diffusoren aus glasfaserverstärktem Polyester sind stabil gebaut. Der Wölbungsrand am Austritt der Diffusoren gibt die nötige Steifigkeit und Formstabilität. Das Material ist gegenüber Stallablufteinflüssen widerstandsfähig.

Die Befestigung an den Abluftrohren ist ein-

fach. Im Bereich der Abstandsnoppen wird der Diffusor mit dem Rohr verschraubt. Es sollten je Befestigungsstelle (insgesamt sechs) eine durchgehende Schraube mit großen Unterlegscheiben - möglichst in V2A-Ausführung - verwendet werden.

Bei den Versuchen mit etwa 12 m/s Windgeschwindigkeit (Windstärke 7, steifer Wind), erwies sich die Befestigung als stabil und dürfte auch bei höherer Windgeschwindigkeit ausreichend sein.

Beschreibung und Technische Daten (gemessene Werte)

Abluftrohre

- Wärme gedämmte Rohre aus Polyurethan-Hartschaum mit beidseitiger Beschichtung (1 mm dick) aus glasfaserverstärktem Polyester in den Farben braun oder grau;
- Rohre können sowohl zur Abluft- als auch zur Zulufteführung eingesetzt werden;
- Rohrlänge 1000 mm bei allen Rohrgrößen.

Einströmdüsen

- Düsen aus Kunststoff für jede Rohrgröße lieferbar;
- zum Aufstecken auf den Rohranfang (günstigere Lufteinströmung) und auf das Rohrende (Wetterschutz der Rohrdämmung);
- Einströmdüsen werden mit dem Rohrmantel verklebt;

- Materialstärke des Kunststoffs (Farbe schwarz) etwa 1 mm bei allen Größen.

Diffusoren

- Kegelstumpfförmige Rohrerweiterung aus glasfaserverstärktem Polyester zum Aufstecken auf die Rohrenden;
- für jede Rohrgröße sind passende Diffusoren lieferbar;

- sechs Abstandsnoppen auf der Innenseite am Diffusoranfang;
- Befestigung mit den Rohren mittels durchgehender Schrauben im Bereich der Abstandsnoppen;
- Regenwasserablauf zur Außenseite der Rohre.

Hauptabmessungen und Gewichte

Abluftrohre (Länge 1000 mm)

Rohrgröße [mm]	Innendurchmesser [mm]	Außendurchmesser [mm]	Wanddicke [mm]	Gewicht [kg]
370		460	45	6,4
420		510	45	7,3
470		570	50	8,5
520		620	50	9,3
580		680	50	10,2
650		750	50	11,4
730		830	50	12,9
820		920	50	13,7
920		1020	50	14,8

Einströmdüsen

Rohrgröße [mm]	Ringstärke außen/innen [mm]	Länge [mm]	Einströmradius [mm]	Gewicht [kg]
370	48/46	60	60	0,28
420	48/46	60	60	0,33
470	53/51	60	60	0,39
520	53/51	60	60	0,38
580	53/51	60	60	0,43
650	53/51	60	60	0,51
730	53/51	60	60	0,59
820	53/51	60	60	0,70
920	53/51	60	60	0,90

Diffusoren

Rohrgröße [mm]	Durchmesser Luft Eintritt [mm]	Luftaustritt [mm]	Länge gesamt [mm]	wirksam [mm]	Gewicht [kg]
370	511	550	650	510	4,8
420	553	595	665	510	5,8
470	625	675	740	620	6,3

Fortsetzung: Diffusoren

520	680	720	760	615	6,5
580	742	790	810	650	9,0
650	792	835	830	650	10,8
730	879	930	960	820	12,2
820	960	1050	1000	800	15,5
920	1060	1150	1180	1000	19,4

Prüfung

Die REVENTA Abluftrohre, Einströmdüsen und Diffusoren mit den Innendurchmessern 370 bis 730 mm wurden bereits 1995 "DLG-anerkannt". Sie werden weiterhin in unveränderter Ausführung gefertigt. Die Baureihe wurde nun um die Größen 820 und 920 mm Durchmesser ergänzt und in gleicher Weise wie zuvor einer Gebrauchswertprüfung unterzogen.

Im Rahmen der Gebrauchswertprüfung erfolgten strömungstechnische Untersuchungen auf dem Ventilatorprüfstand und ein praktischer Einsatz.

Auf dem Prüfstand wurden vorrangig die Strömungswiderstände der Abluftrohre, der Widerstandsbeiwert der Einströmdüsen und der Druckgewinn durch die Diffusoren sowie deren Einfluss auf die Abluffahne ermittelt. Die Messungen und strömungstechnischen Untersuchungen wurden sowohl mit als auch ohne eingebaute Ventilatoren durchgeführt. Im praktischen Einsatz stand die Haltbarkeit der Materialien unter stall- und außenklima-

bedingten Einflüssen im Vordergrund. Ein Abluftrohr der Größe 520 mm mit Einströmdüse und Diffusor wurde für die Abluftführung aus einem Schweinevormaststall eingesetzt.

Prüfungsdurchführung

DLG-Prüfstelle für Landmaschinen, Max-Eyth-Weg 1, 64823 Groß-Umstadt

Praktischer Einsatz

Landw.-Meister P. Klimmer, Obernburg

Berichtersteller

Dipl.-Ing. F. Niethammer, Groß-Umstadt

DLG-Prüfungskommission

Dipl.-Ing. G. Franke, Kassel

Dipl.-Ing. K. Görlitz, Freiburg

Dr. K. Kempkens, Bonn

Landw.-Meister P. Klimmer, Obernburg

Prof. Dr. H.-F. Wolfersmann, Hargesheim

Herausgegeben
mit Förderung durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und
Forsten.

Oktober 2000
© DLG DLG-Anerkennung gültig bis 2005

2000-136/137/138/139/140
Gruppe 10h/32



Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V.
Fachbereich Landtechnik - Prüfstelle für Landmaschinen
Max-Eyth-Weg 1, D-64823 Groß-Umstadt
Tel. 0 60 78/96 35-0, Fax 0 60 78/96 35-90
E-mail Tech@dlg-frankfurt.de