

Möller GmbH

Befeuchtungskühlung BFK 1

DLG-Prüfbericht 5200



Hersteller und Anmelder
 Möller GmbH
 Agrarklima-Steuerungen
 Bremer Straße 7
 D-49356 Diepholz
 Telefon: 05441/59 59-0
 Telefax: 05441/59 59-20



Deutsche Landwirtschafts-
 Gesellschaft e.V.
 Prüfstelle für Landmaschinen

Kurzbeschreibung

Anlage zur Befeuchtungskühlung und Befeuchtung der Zuluft oder Stallluft (Bilder1 und2); Hochdruckpumpe, Magnetventile und elektrische Schaltteile als Einheit vormontiert;

Hochdruckleitung und Anzahl der Düsen ist an auszurüstende Stalllüftungsanlage anzupassen; Regelung wählbar, z.B. Regelgerät DF1 oder Klimacomputer DR2 bzw. DR4 der Firma Möller.

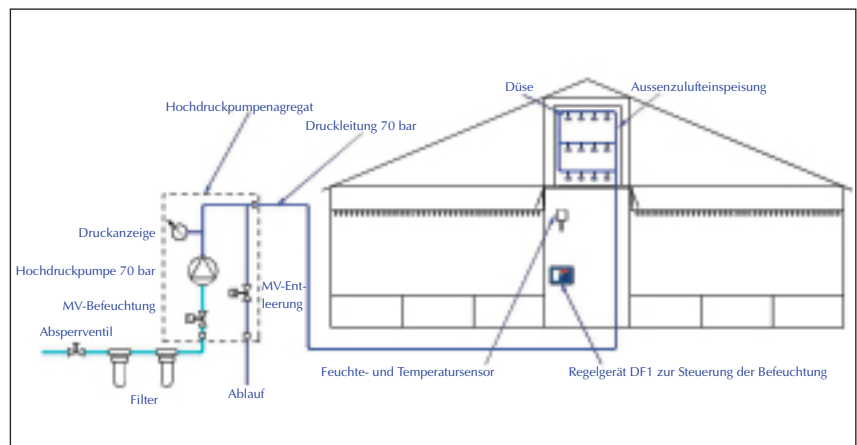


Bild 1:
 Prinzipskizze Befeuchtungskühlung der Zuluft im zentralen Zuluftkanal bzw. in einem Vorraum

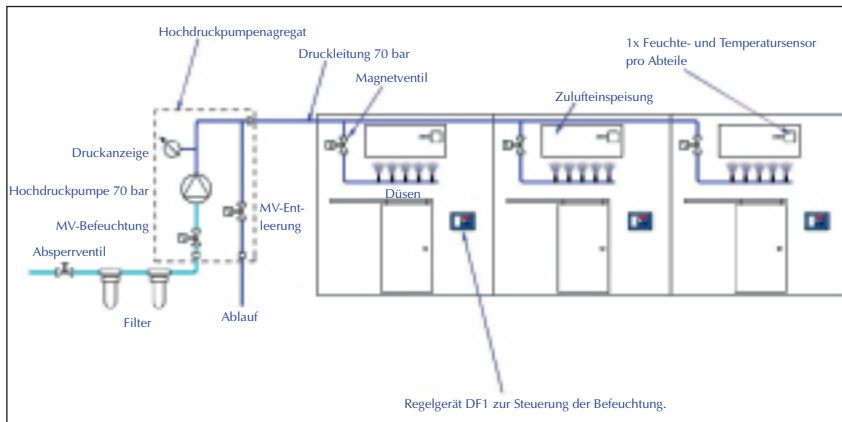


Bild 2:
Prinzipskizze Befeuchtungskühlung
bzw. Befeuchtung der Luft im Stall-
abteil

Beurteilung – kurzgefasst

Prüfmerkmal	Prüfergebnis	Bewertung
Eignung		
in Verbindung mit einer geeigneten Regelung zur Kühlung und Befeuchtung der Zuluft oder der Stallluft		
Befeuchtungskühlung		
bei Befeuchtung der Stallluft	Temperaturabsenkung der Luft im Stall bis etwa 4,5 K	++
bei Befeuchtung der Zuluft im zentralen Zuluftkanal oder im Vorraum	Temperaturabsenkung der Luft bis etwa 3,5 K	+
bei Außen- bzw. Stallluftzuständen mit hoher relativer Luftfeuchte	Befeuchtungskühlung nur noch eingeschränkt möglich	
Befeuchtung		
Befeuchtung der Luft in Ställen	kann zum Wohlbefinden der Tiere beitragen	+
Regelung		
zur Regelung der Befeuchtungskühlung und der Befeuchtung	geeignete Regelgeräte oder Klimacomputer erforderlich	○
Wasserverbrauch		
Gesamtverbrauch	abhängig von der Anzahl der Düsen	○
je Düse und 70 bar Druck	etwa 3,9 l/h	○
Elektrischer Energieverbrauch		
Energieverbrauch	wird hauptsächlich durch die Hochdruckpumpe und durch entsprechende Regeleinstellungen bestimmt	○
Leistungsaufnahme	etwa 1,05 kW	
Bedienung/Bedienungsanleitung		
Bedienung	abhängig von der Benutzerfreundlichkeit der Regeleinrichtung	○
Montage/Montageanleitung		
in Eigenleistung	möglich	+
Anleitung	ist ausführlich und verständlich abgefaßt	+
Wartung		
Anlagenteile	erfordern regelmäßige Kontroll- und Wartungsarbeiten	○
Sprühdüsen	Wechsel sehr einfach durchzuführen	++
Reinigung der Düsen	ist möglich	+
Haltbarkeit und Betriebssicherheit		
Haltbarkeit	sehr gut	++
Betriebssicherheit	Pumpe und elektrische Anlage sehr gut Düsen abhängig von der Wasserqualität	++ ○
Service- und Garantieleistungen		
Serviceleistungen	sehr gut, Bereitschaftsdienst auch an Sonn- und Feiertagen	++
Garantieleistungen	ein Jahr, gesetzliche Frist	○
Arbeitssicherheit	bestätigt durch DPLF	

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

Eignung

Die Befeuchtungskühlung BFK1 eignet sich in Verbindung mit einer geeigneten Regelung (z.B. Regelgerät DF1 oder Klimacomputer DR2 bzw. DR4 der Firma Möller) zur Kühlung und zur Befeuchtung der Zuluft oder der Stallluft.

Befechtungskühlung

Eine Kühlung der Zuluft oder Stallluft durch Verdunstung von in die Luft eingesprühtem Wasser kann im zentralen Zuluftkanal, im Stallabteil oder ggf. auch an beiden Orten zugleich erfolgen.

Unter der Annahme, dass Außenluft mit 25 °C und 40% relativer Feuchte etwa 2,6 g Wasser je 1 kg trockene Luft aufnimmt, kann je Düse ein Volumenstrom von etwa 1500 m³/h durch Befeuchtung um etwa 6,5 K auf 18,5 °C abgekühlt werden (relative Feuchte der Luft 80%).

Die Befechtungskühlung der Luft im Stall oder Stallabteil während hoher Temperaturen im Sommer hat sich sehr gut bewährt. Eine Temperaturabsenkung der Luft im Stall ist von vielen Faktoren abhängig. Unter Bedingungen, wie sie im Sommer häufig vorkommen, konnte eine Absenkung bis zu etwa 4,5 K¹⁾ erreicht werden. Die relative Feuchte der Luft im Stall blieb dabei unter 80%. Mit der Befeuchtung der Luft im zentralen Zuluftkanal oder in einem Vorraum kann ebenfalls eine Lufttemperaturabsenkung im Stallabteil gut erreicht werden. Unter üblichen Sommerluftzuständen wurden Absenkungswerte bis zu etwa 3,5 K gemessen. Dabei lag die Zuluftabkühlung zwischen 6 und 7 K und erreichte etwa 2/3 des theoretisch möglichen Wertes. Die relative Feuchte der Luft im Stall lag dabei in der Regel unter 70%. Wenn die Temperaturansprüche in den verschiedenen Abteilen eines Kammstalls sehr unterschiedlich sind, ist eine Befechtungskühlung

¹⁾ Temperaturdifferenzen werden in Kelvin (K) angegeben; 1 K entspricht 1 °C.

auf Abteilebene der Befechtungskühlung im zentralen Zuluftkanal oder im Vorraum vorzuziehen. Unter bestimmten Voraussetzungen kann auch eine kombinierte Befechtungskühlung im zentralen Zuluftkanal bzw. Vorraum und im Stallabteil sinnvoll sein.

Bei Außenluft- bzw. Stallluftzuständen mit hoher relativer Luftfeuchte kann eine Befechtungskühlung nur noch eingeschränkt durchgeführt werden. Feuchtwarme schwüle Zuluft bzw. Stallluft schließt gegebenenfalls eine Befechtungskühlung zeitweise gänzlich aus.

Befeuchtung

Eine Befeuchtung der Luft in Ställen während bestimmter Zeiten (z.B. im Winter bei aktivierter Heizung) kann vorteilhaft sein und zum Wohlbefinden der Tiere beitragen. Die Anlage zur Befechtungskühlung ist bei Bedarf auch gut zur Luftbefeuchtung einzusetzen. Voraussetzung dazu ist, dass die Anlage nicht im zentralen Zuluftkanal, sondern im Stall oder Stallabteil eingebaut ist. Insbesondere in Ställen in denen ein höheres Temperaturniveau erforderlich ist, kann bei zu trockener Luft (z.B. kleiner 40% r.F.²⁾) die relative Feuchte mit der Anlage günstig angehoben werden. Eine Anhebung der relativen Feuchte der Luft um 20% und höher bereitet bei Auslegung der Anlage zur Befechtungskühlung keine Probleme. Je Düse mit einem Wasserdurchsatz von etwa 3,9 l/h (Vordruck 70 bar) ist ein Luftvolumenstrom von etwa 1100 m³/h bei einer konstanten Temperatur von 25 °C von 40% auf 60% r.F. anzuheben.

Regelung von Kühlung und Befeuchtung

Die Regelung zur Kühlung und Befeuchtung der Luft erfordert Kenntnisse über die physikalischen

²⁾ die relative Feuchte wird in der Fachliteratur hinter dem Zahlenwert in der Regel mit „r.F.“ angegeben

Zusammenhänge zwischen Temperatur und relativer Feuchte sowie geeignete Regelgeräte bzw. Klimacomputer (z.B. Regelgerät DF1 oder Klimacomputer DR2 bzw. DR4 der Firma Möller) mit entsprechenden Sensoren zur Temperatur- und Feuchteerfassung.

Das Regelgerät DF1 und die Klimacomputer DR2 oder DR4 sind gut zur Regelung der Luftbefechtungskühlung und zur Befeuchtung der Luft geeignet. Die Geräte besitzen die entsprechenden Eingabemöglichkeiten für die Sollwerte, Min-/Max-Werte, Hysteresen und Grenzwerte von Temperatur und relativer Feuchte.

Die zugehörigen Temperatur- und Feuchtesensoren erfassen ausreichend genau und zuverlässig die wahren Werte. Die Abweichungen lagen auch nach mehrjährigem Einsatz bei der Temperatur im zehntel Grad Bereich und bei der Feuchteerfassung zwischen -2% und +5% relative Feuchte.

Wasserverbrauch/ Wasserversorgung

Der Wasserdurchsatz je Düse beträgt bei einem Pumpendruck von 70 bar etwa 3,9 l/h. Der Gesamtwasserverbrauch ist abhängig von der Anzahl der installierten Düsen bzw. von dem durch die Befeuchtung zu kühlenden Luftvolumenstrom und der Einschaltdauer der Anlage.

Bei der Befechtungskühlung in einem zentralen Zuluftkanal mit einem Volumenstrom von 50000 m³/h ist unter Einsatz von 40 Düsen während des Betriebs der Befeuchtungsanlage mit einem Wasserverbrauch von 156 l/h zu rechnen. Zur Befechtungskühlung im Abteil (100 Mastschweine, 100 kg Tiergewicht) mit 8 Düsen bei 10000 m³/h Luftvolumenstrom werden stündlich etwa 31 l Wasser verbraucht.

Um nach dem Abschalten der Befeuchtung oder der Befechtungskühlung ein Nachtropfen an den Düsen zu verhindern, wird

über ein Magnetventil die Druckleitung kurzzeitig entlastet. Der damit verbundene Wasserverlust je Schaltintervall ist akzeptabel (etwa 0,5 l), hängt jedoch im Tages-, Wochen- oder Monatsverlauf von der Häufigkeit der Schaltintervalle ab.

In der untersuchten Stallanlage wurden bis zu 15 Intervalle während des mehrstündigen Betriebs der Anlage an einem Tage gezählt und können unter entsprechenden Luftzuständen noch höher sein.

Elektrischer Energieverbrauch

Der elektrische Energieverbrauch wird hauptsächlich bestimmt von der Laufzeit der Hochdruckpumpe, vom eingesetzten Typ und von der Einschaltdauer der Befeuchtungskühlungs- oder Befeuchtungsanlage. Der jährliche Energieverbrauch kann unter Berücksichtigung der zeitlich im Tages- und Jahresverlauf recht begrenzten Betriebszeiten als gering eingestuft werden.

Bei einem Druck von 70 bar und einem Wasserdurchsatz von 200 l/h beträgt die elektrische Leistungsaufnahme etwa 1,05 kW (Pumpenaggregat HDP 5/70). Die Stromaufnahme liegt unter diesen Betriebszuständen bei 3,8 A.

Bedienung/Bedienungsanleitung

Die Bedienung ist abhängig von der Benutzerfreundlichkeit der zur Regelung der Anlage verwendeten Regelgeräte oder Klimacomputer. Die Regelung der Befeuchtungskühlung und der Befeuchtung kann beispielsweise mit dem Regelgerät DF1 oder dem Klimacomputer DR2 bzw. DR4 der Firma Möller gut durchgeführt werden. Nach einer gründlichen Einweisung und nach einer Verständnisphase für die Zusammenhänge zwischen Temperatur und relativer Feuchte der Luft können die erforderlichen Einstellungen der Regel-, Hysterese- und Grenzwerte verhältnismäßig einfach ausgeführt werden. Die Anleitungen zu dem Regelgerät und den Klimacomputern sind jeweils mit praktischen Einstellbe-

spielen versehen. Dies erleichtert sehr das Verständnis für den Ablauf der Regelung und für die entsprechend vorzunehmenden Einstellungen.

Montage/Montageanleitung

Die Montage der Anlage kann auf Wunsch in Selbsthilfe ausgeführt werden. Hochdruckpumpe und elektrische Schaltanlage werden vormontiert, Rohrleitungen, Fittings und Düsenstöcke bedarfsgerecht nach Planvorgabe geliefert.

Für die Befeuchtungskühlung der Zuluft im zentralen Zuluftkanal wird eine leiterartig aufgebaute Sprüheinheit passend für den Kanalquerschnitt vorgefertigt.

Die Montage von Temperatur- und Feuchtesensor im Zuluftkanal oder Stallraum muss so erfolgen, dass sie keinesfalls dem direkten Sprühnebel ausgesetzt sind. Fehlmessungen wären ansonsten unvermeidlich. Sie sind an einem Ort zu installieren, an dem repräsentative Werte für Temperatur und relative Feuchte zu erwarten sind.

Die Aufbereitung und Behandlung des Wassers sind den Standortbedingungen anzupassen. Der Hersteller bietet entsprechende Einrichtungen dazu an, waren jedoch nicht Gegenstand der Prüfung.

Der elektrische Anschluss darf nur von einer Elektrofachkraft durchgeführt werden.

Die Anleitung zur Installation und Montage der Anlage ist ausführlich und verständlich abgefasst.

Wartung

Verschiedene Anlagenteile zur Befeuchtungskühlung bzw. Befeuchtung erfordern Kontroll- und Wartungsarbeiten.

Die Einsätze der Wasserfilter müssen gemäß der Anleitung in regelmäßigen Zeitabständen gewechselt werden.

Die Sprühdüsen sind von Zeit zu Zeit auf einwandfreie Funktion zu überprüfen und gegebenenfalls auszutauschen. Ersatzdüsen sollten dazu vorrätig sein. Der Wechsel ist – bei abgeschalteter Anlage – sehr

einfach. Verstopfte und nicht mehr voll funktionsfähige Düsen können zur Ultraschallreinigung der Firma Möller zugesandt werden.

Bei Installation der Anlage im zentralen Zuluftkanal und nicht frostfreier Verlegung der Zuleitung zu den Düsen ist im Winter das Wasser zu entleeren.

Der Ölvorrat zur Schmierung der Hochdruckpumpe sollte insbesondere während den Hauptbetriebszeiten in regelmäßigen Zeitabständen überprüft und ggf. Öl nachgefüllt werden.

Fallen Hauptreinigungsarbeiten im Kanal oder im Stallabteil an, muss der Feuchtesensor überdeckt oder entfernt werden. Der Staubschutz für den Sensor (aufgeschraubtes Sintermetall) sollte zumindest mit Beginn der jährlich ggf. mehrmals wiederkehrenden Inbetriebnahme der Anlage gereinigt werden. Eine Überprüfung und ggf. Korrektur des Feuchtesensors sollte in regelmäßigen Zeitabständen vom Service-Techniker durchgeführt werden. Temperatursensoren sind unter normalen stallüblichen Staubbelastungen gegen Verschmutzungen unempfindlich.

Haltbarkeit und Betriebssicherheit

Die Haltbarkeit und die Betriebssicherheit sind sehr gut mit der Einschränkung, dass die sichere Funktion der Düsen von der Wasserqualität und Wasseraufbereitung abhängig ist.

In der untersuchten Stallanlage fielen während der zweimonatigen Einsatzzeit der Befeuchtungskühlung 5 von 53 Düsen wegen Verstopfung und Fehlfunktion aus bzw. mussten gewechselt werden. Hochdruckpumpe und Schaltanlage gaben keinen Anlaß zur Beanstandung. Rohrleitungen aus Edelstahl (V2A) haben sich bewährt. Die Dichtheit an den Verbindungsstellen der Fittings und Düsenstöcke ist bei fachgerechter Montage gewährleistet.

Eine täglich kurzzeitige vom Regelgerät oder Klimacomputer automatisch aktivierte Anlage während Jahreszeiten ohne erforderliche

Befeuchungskühlung oder Befeuchtung hat sich hinsichtlich der Betriebssicherheit sehr gut bewährt. Eine Wassermangelschaltung wird vom Hersteller angeboten und ist zum Schutz der Hochdruckpumpe auch dringend zu empfehlen.

Service- und Garantieleistungen

Die Serviceleistungen des Herstellers sind sehr gut. Kompetente Fachkräfte stehen bei auftretenden Problemen zur Verfügung. Ein 24-Stunden-Bereitschaftsdienst, auch an Sonn- und Feiertagen, garantiert schnelle Hilfe bei Störungen oder Schäden an der Anlage. Die Garantie von einem Jahr auf Anlagenteile entspricht der gesetzlich vorgeschriebenen Zeit. Herstellungsbedingte Fehler werden innerhalb dieser Frist kostenfrei beseitigt.

Umfrageergebnis

Im Rahmen der Gebrauchswertprüfung wurden mehrere Anlagen besichtigt und die Betreiber über ihre Erfahrungen mit der Befeuchungskühlung befragt. Übereinstimmend hoben sie die für die Tiere sehr positiv zu beurteilende Tem-

peraturabsenkung der Luft im Stall hervor. Besonders in Sauenställen würden sie während sehr heißer Tage nicht mehr auf eine solche Anlage verzichten wollen. Kritisch wurde die Funktion der Düsen beurteilt. Ausfälle traten trotz guter Filterung des Wassers immer wieder auf. Ersatzdüsen hatten alle Betreiber auf Vorrat. Hier war der Wunsch nach mehr Funktionssicherheit vorherrschend.

Planungshinweise

Die Entscheidung zur Befeuchungskühlung im zentralen Zuluftkanal, im Vorraum oder im Stallabteil hängt von den örtlichen Vorgaben, den zu akzeptierenden Investitionen und einer weiteren Verwendung der Anlage zur reinen Befeuchtung – z.B. bei zu trockener Luft im Winter – ab. Die Anzahl der zu installierenden Düsen richtet sich nach dem zu befeuchtenden und zu kühlenden Luftvolumenstrom. Erfahrungen aus dem praktischen Einsatz zeigten, dass eine größtmögliche Befeuchungskühlung ohne Feuchteniederschlag im Nahbereich der Wasserversprühung dann erreicht werden kann. Planerisch kann für eine Düse ein Luftvolumenstrom von

etwa 1200 bis 1500 m³/h angenommen werden. Wasserzuleitung, Filter und Hochdruckpumpe müssen an einem Ort installiert werden, der ganzjährig frostfrei gehalten werden kann. Die Zuleitung zu den Düsen und die Sprüheinheit – insbesondere bei Montage im zentralen Zuluftkanal – sollten während der Frostperiode entleert werden können. Geeignete Hochdruckventile sind entsprechend vorzusehen. Zu empfehlen ist die regelmäßige Überprüfung der einwandfreien Funktion der Düsen während des Betriebs der Anlage. Ist die Befeuchungskühlung im zentralen Zuluftkanal installiert, muss dieser begehrbar und mit einer Revisionsöffnung versehen sein. Die Anordnung von Leitung und Düsen sollte immer auf die Luftführung abgestimmt und mit dem Hersteller abgesprachen werden.

Arbeitssicherheit

Die Befeuchungskühlung BFK 1 wurde durch die Deutsche Prüfstelle für Land- und Forsttechnik (DPLF) begutachtet. Gegen die Verwendung der Befeuchungskühlung bestehen aus arbeitssicherheits-technischer Sicht keine Bedenken.

Beschreibung und Technische Daten (gemessene Werte)

Hochdruckpumpenaggregat

Baueinheit bestehend aus

- Dreiphasen-Wechselstrommotor (400 V) mit angeflanschem Hochdruckpumpenaggregat
- elektrische Schalteinrichtung
- Handstell- sowie Magnetventile und Manometer

montiert auf einem Grundrahmen aus Edelstahlblech für die Wand-

montage; Breite/Höhe/Tiefe 1000/350/225 mm
Auswahl aus drei Typen (siehe Tabelle, Angaben des Herstellers) entsprechend dem erforderlichen Wasserdurchsatz bei 70 bar Druck.

Leitungen, Verschraubungen und Düsen

- Hochdruckschlauch (Verbindung Pumpe/Zuleitung), Länge 500, 1000 und 2000 mm;
- Hochdruckleitung aus Edelstahl (V2A), Länge nach Bedarf, 12 mm Außendurchmesser, 1 mm Wandstärke;
- Hochdruckleitung (Befeuchtungseinheit) aus Edelstahl (V2A)
 - im Abteil und im Vorraum: Länge nach Anforderung, Anzahl der Düsen nach Bedarf;
 - im zentralen Zuluftkanal: entsprechend dem Kanalquerschnitt leiterartig vormontierte Leitung mit Düsenstöcken, Anzahl der Düsen nach Bedarf;

Typ	Wasserdurchsatz	Nennleistungsaufnahme	Nennstrom	Gewicht
HDP 5/70 ³⁾	5 l/min	0,75 kW	1,5 A	51,8 kg
HDP 12/70	12 l/min	2,2 kW	4,2 A	51,8 kg
HDP 21/70	21 l/min	3,0 kW	9,0 A	71,4 kg

³⁾ In der untersuchten Stallanlage eingesetztes Aggregat

- Verschraubungen aus Messing oder Edelstahl, gerade, 90° Winkel, T-Abzweig und diverse andere Teile;
- Verschraubungen für Düsenaufnahme (Düsenstöcke) mit
 - einer Düse
 - zwei Düsen, Winkelstellung 120° oder 180 °
 - sechs Düsen, Winkelstellung 60°
- Düsen mit 0,2 mm Durchmesser.

Filtereinheit (lieferbare Zusatzausrüstung, nicht geprüft)

Je nach Wasserqualität Einsatz einer ein- oder mehrstufigen Filterbatterie, z.B.
einstufig: Wasserfilter 5 µm

dreistufig: Wasserfilter 10 µm, 5 µm und 1 µm
5 µm-Filter ggf. auch als chemischer Filter lieferbar
Filterbatterie auf Montageschiene vormontiert.

Prüfung

Die Prüfung der Befeuchtungskühlung BFK 1 umfaßte hauptsächlich Untersuchungen und Messungen im praktischen Einsatz.

Die Anlage war im Einsatzbetrieb – Mastschweinstall mit 10 Abteilen und Zentralentlüftung – sowohl für die Befeuchtungskühlung der Zuluft im zentralen Zuluftkanal als auch zur Befeuchtungskühlung in einem einzelnen Abteil ausgeführt. Die Regelung erfolgte über einen Klimacomputer DR2 der Firma Möller.

Während der Prüfung wurden aus Versuchsgründen mehrere Umbauten an der Anlage vorgenommen und verschiedene Ausführungsvarianten getestet. Die Erhöhung des Anlagendruckes von 15 auf 70 bar brachte wesentliche Verbesserungen. Der Sprühnebel wurde feiner, die Temperaturabsenkung der Luft größer und eine Einnässung in unmittelbarer Umgebung der Düsen nicht mehr festgestellt.

Besitzer von Befeuchtungskühlungsanlagen wurden über ihre bisherigen Erfahrungen befragt. Im Einsatz waren ausschließlich Anlagen mit 15 bar Druck.

ENTAM-Registrierung

Dieser Prüfbericht ist beim European Network for the Testing of Agricultural Machines (ENTAM) registriert und damit europaweit gültig.



Prüfungsdurchführung

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

Einsatzbetrieb

Landwirt W. Hultsch,
Groß-Umstadt

Berichterstatter

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

DLG-Prüfungskommission

Landwirt H. Bayer,
Sulzbach-Rosenberg

Prof. Dr. W. Büscher,
Bonn

Dipl.-Ing. G. Franke,
Kassel

Landwirt J. Horn,
Schenklengsfeld

Landw.-Meister W. Hultsch,
Groß-Umstadt

Landw.-Meister P. Klimmer,
Obernburg

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

Herausgegeben

mit Förderung durch das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft

10/2003
© DLG



Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V.
Prüfstelle für Landmaschinen
Max-Eyth-Weg 1, D-64823 Groß-Umstadt
Telefon: 0 60 78/96 35-0, Fax: 0 60 78/96 35-90
E-Mail: Tech@DLG-Frankfurt.de
Internet: www.dlg-test.de

Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V.
Prüfstelle für Landmaschinen
Lerchensteig 42, D-14469 Potsdam
Telefon: 03 31/5 67 02-0, Fax: 03 31/5 67 02-90
E-Mail: Tech@DLG-Frankfurt.de
Internet: www.dlg-test.de

Download aller DLG-Prüfberichte unter: www.dlg-test.de!