

# Dr. Siemers Umwelttechnik GmbH

## Zweistufige Abluftreinigungsanlage

### DLG-Prüfbericht 6057



#### Hersteller und Anmelder

Dr. Siemers Umwelttechnik GmbH  
IUS-Innovative Umweltsysteme  
Über dem Vehnsteich 2  
D-26169 Markhausen  
info@ius-markhausen.de  
www.ius-markhausen.de



DLG e.V.  
Testzentrum  
Technik und Betriebsmittel

### Kurzbeschreibung

- zweistufiges, biologisch-chemisch arbeitendes Abluftreinigungssystem, bestehend aus pH-Wert geregelter Abluftwäsche (Waschwand mit gepackten Kunststofffüllkörpern) und einem nachgeschalteten Biofilter mit Wurzelholzschüttung zur Abscheidung von Geruch aus der Stallluft einstreuloser Kälbermastbetriebe
- Dicke der gepackten Kunststofffüllkörperwand: 46 cm
- kontinuierliche Berieselung des Wäschers im Kreuzstrom mit schwach angesäuertem Washwasser (pH 6,5 - 6,8) mithilfe von zwei oberhalb der Füllkörper verlaufenden Rohrleitungen
- zur Berieselung der Abluftreinigungsanlage werden kontinuierlich 35 m<sup>3</sup>/h bzw. 1,87 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>h) an Washwasser umgewälzt
- leitfähigkeitsgesteuerte Abschlämmung ( $\leq 15$  mS/cm und maximal 5 g/l Gesamtstickstoff im Washwasser) bei einer durchschnittlichen Abschlämmrate von etwa 0,7 m<sup>3</sup> pro Tag bei 200 Mastkälbern mit durchschnittlich 175 kg (Sommer) bzw. 250 kg (Winter) Lebendmasse während des Prüfzeitraums
- nachgeschalteter Biofilter als zweite Stufe aus gerissenem Wurzelholz mit einer Schüttdicke von 60 cm mit äußerer und innerer, diskontinuierlicher Befeuchtung

# Beurteilung – kurzgefasst

Übersicht 1:

Zweistufige Abluftreinigungsanlage Dr. Siemers Umwelttechnik GmbH

Prüfkriterium	Ergebnis	Bewertung
<b>Ergebnisse der Geruchsmessungen (arithmetische Mittelwerte)*</b>		
<b>Geruch (Sommermessung) an 3 Messtagen</b>		
– Rohgas-Mittelwert [GE/m <sup>3</sup> ]	817	o. B.
– Reingas-Mittelwert an 3 Messpunkten [GE/m <sup>3</sup> ]	70	+
– Rohgasgeruch an 3 Messpunkten im Reingas wahrnehmbar?	nein**	○
<b>Geruch (Wintermessung) an 3 Messtagen</b>		
– Rohgas-Mittelwert [GE/m <sup>3</sup> ]	192	o. B.
– Reingas-Mittelwert an 3 Messpunkten [GE/m <sup>3</sup> ]	63	+
– Rohgasgeruch an 3 Messpunkten im Reingas wahrnehmbar?	nein	○
<b>Verbrauchsmessungen</b>		
Frischwasserverbrauch*** Sommer/Winter [m <sup>3</sup> /d]	1,16/0,93	o. B.
Frischwasserverbrauch*** Sommer/Winter [m <sup>3</sup> /Tierplatz und Jahr]	2,14/1,7	o. B.
Abschlämmvolumen Sommer/Winter [m <sup>3</sup> /d]	0,74/0,58	o. B.
Abschlämmvolumen Sommer/Winter [m <sup>3</sup> /Tierplatz und Jahr]	1,37/1,06	o. B.
Durchschnittlicher Säureverbrauch im Sommer [kg/Tierplatz und Jahr]	2,95	o. B.
Durchschnittlicher Säureverbrauch im Winter [kg/Tierplatz und Jahr]****	6,15	o. B.
<b>Elektrischer Energieverbrauch [kWh/Tierplatz und Jahr]*****</b>		
– Pumpen	76	o. B.
– Ventilatoren (inkl. Abluftreinigungsanlage)	238,5	o. B.

\* es wurde nur ein verkürztes Messprogramm vereinbart; Hintergrund ist die Zertifizierung aus dem Jahr 2010 (Prüfbericht Nr. 5944), bei dem ein Schweinestall mit aufbau- und verfahrensgleicher Abluftreinigungsanlage geprüft wurde; im vorliegenden Bericht wurde antragsgemäß nur die Geruchsabscheidung geprüft

\*\* am ersten Messtag wurde von 50% der Probanden Rohgasgeruch im Reingas wahrgenommen, daraufhin setzte Dr. Siemers Umwelttechnik GmbH die Leitfähigkeit des Waschwassers durch die Abschlämmung von 20 auf 15 mS/cm herab und erhöhte die Berieselungsdichte der Biofilter-Befeuchtung, an den folgenden Messtagen wurde kein Rohgasgeruch im Reingas mehr wahrgenommen

\*\*\* die Berieselung des Biofilters erfolgt diskontinuierlich und ist im Messwert enthalten; Standardeinstellung: Aktivierung der Innenbefeuchtung nach 30 min für 1 min; Aktivierung der Außenbefeuchtung nach 60 min für 1 min

\*\*\*\* der Säureverbrauch ist abhängig von der biologischen Ansäuerung (Nitrifikation); bei sinkenden Wassertemperaturen kann die Nitrifikation verlangsamt ablaufen und so zu einem Mehrbedarf an Mineralsäure führen

\*\*\*\*\* aufgrund der kurzen Messperiode konnten keine „grundsätzlich beschreibenden“ Messwerte generiert werden; die Werte beziehen sich auf die zertifizierte Abluftreinigungsanlage in der Schweinmast (Prüfbericht 5944) und sind auf Mastkälber umgerechnet

Prüfkriterium	Ergebnis	Bewertung
<b>Betriebsverhalten</b>		
Technische Betriebssicherheit	Keine nennenswerten Störungen am System während der Versuchsperioden.	+
Biologische Betriebssicherheit	Durch die Verwendung einer automatischen pH-Wert-Regelung läuft die Anlage bei fehlendem biologischem Stickstoffumsatz als chemisch betriebener Wäscher mit entsprechend höherem Säureverbrauch und erhöhter Abschlämmung.	○
Haltbarkeit	Kein nennenswerter Verschleiß während der Versuchsperioden.	+
<b>Handhabung</b>		
Betriebsanleitung	Die Betriebsanleitung ist übersichtlich mit guter Erklärung der durchzuführenden Wartungen und der automatischen Steuerung.	+
Bedienung	Es erfolgt eine Einweisung in die Anlagenbedienung durch den Hersteller. Die Anlage läuft im bestimmungsgemäßen Betrieb vollautomatisch.	○
Wartung	Bei Wartungsvertrag erfolgt einmal pro Jahr eine gründliche Kontrolle durch den Hersteller. Der Betreiber muss die Anlagensteuerung täglich kontrollieren. Die Anlage muss kontinuierlich betrieben werden. Ein Wartungsvertrag zwischen Hersteller und Betreiber wird seitens des Herstellers empfohlen.	○
Reinigung Filterfläche	Neben der täglichen Kontrolle der Betriebsdaten, welche durch ein Einloggen in das System im elektronischen Betriebsprotokoll vermerkt wird, sind wöchentliche Sichtkontrollen an und in der Anlage durchzuführen. Die Reinigung der ersten Filterwand ist bei Erreichen eines Überdruckes von 80 Pa durchzuführen. Dies wird über eine Warnmeldung in der Steuerung angezeigt.	○
<b>Arbeitszeitbedarf</b>		
– Kontrollen	ca. 10 Minuten pro Tag	○
– Wartung	nach Bedarf ca. 30 - 60 min	○
– Füllkörperwechsel	Über die Nutzungsdauer der Füllkörper liegen bislang keine Erfahrungen vor.	o. B.
– Reinigung der gesamten Anlage	Zweimal jährlich ist eine Reinigung des Raums und des Beckens vor der ersten Filterwand durchzuführen.	○
<b>Dokumentation</b>		
Technische Dokumentation	Anforderungen voll erfüllt, teilweise mit graphischer Visualisierung	+
Elektronisches Betriebstagebuch	Anforderungen erfüllt Die elektronische Aufzeichnung besteht aus dem elektronischen Betriebstagebuch und dem elektronischen Betriebsprotokoll. Die tägliche Kontrolle der Steuerung wird im elektronischen Betriebsprotokoll aufgezeichnet.	+
<b>Sicherheit</b>		
Arbeitssicherheit	Bestätigt durch DPLF (Deutsche Prüf- und Zertifizierungsstelle für Land- und Forsttechnik).	o. B.
Feuersicherheit	Brandschutzkonzept ist vom Betreiber im Rahmen des Baugenehmigungsverfahrens für den Gesamtstall zu erstellen.	o. B.
<b>Umweltsicherheit</b>		
Geräuschemission	Kein erhöhter Schalldruckpegel durch Abluftreinigungsanlage feststellbar.	○
Entsorgung	Eine pflanzenbedarfsgerechte Verwertung des Waschwassers mit der Gülle ist empfehlenswert.	○
<b>Gewährleistung</b>		
Herstellergarantie	1 Jahr Garantie, danach 1 Jahr Gewährleistung	o. B.

\* Bewertungsbereich: ++ / + / ○ / - / -- (○ = Standard) / o.B. = ohne Bewertung

# Beschreibung und Dimensionierung

Übersicht 2:

Zweistufige Abluftreinigungsanlage Dr. Siemers Umwelttechnik GmbH

Merkmale	Ergebnis / Wert
<b>Beschreibung</b>	
Zweistufige Abluftreinigungsanlage	
1. Stufe: chemische/biologische Reinigung durch Wäsche im Kreuzstrom mit pH-Regelung	
2. Stufe: biologische Reinigung durch Biofilter	
<b>Eignung</b>	
Geruchsminderung von Abluft aus einstreuloser Kälbermast	
<b>Dimensionierungsparameter Referenzanlage (nach Angaben des Herstellers)</b>	
<b>Maßangaben Filterwand 1 (Wäscher)</b>	
– Füllkörperbreite / Füllkörperhöhe / Füllkörpertiefe [m / m / m]	7,2 / 2,6 / 0,46
– Anströmfläche [m <sup>2</sup> ] / Füllkörpervolumen [m <sup>3</sup> ]	18,7 / 8,6
– Spezifische Füllkörperoberfläche [m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ]	80
– min. Verweilzeit bei Sommerluft rate [sek]	0,65
– Maximale Füllkörperoberflächenbelastung [m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> h)]	2.530
– Maximale Füllkörpervolumenbelastung [m <sup>3</sup> /(m <sup>3</sup> h)]	5.500
<b>Berieselung der 1. Wand (kontinuierlich)</b>	
– Berieselungsdichte [m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> h)]	1,87
<b>Abschlammung</b>	
– Fassungsvermögen Waschwasservorlagebecken der Referenzanlage [m <sup>3</sup> ]	4,32
– Spezifisches Fassungsvermögen [l/Tierplatz]*	21,6
– durchschnittliche Abschlammrate [m <sup>3</sup> /d]	0,67
– pH-Wert des Waschwassers	6,5 bis 6,8
– Leitfähigkeit [mS/cm]**	≤ 15
– Gesamtstickstoff im Waschwasser [g/l]	≤ 5
<b>Maßangaben Filterwand 2 (Biofilter aus Wurzelholz)</b>	
– Filterbreite / Filterhöhe / Filtertiefe [m / m / m]	7,2 / 3,0 / 0,6
– Anströmfläche [m <sup>2</sup> ] / Füllkörpervolumen [m <sup>3</sup> ]	21,6 / 12,96
– Biofilterschüttung	gerissenes Wurzelholz (Siebung ca. 100-200 mm)
– min. Verweilzeit bei Sommerluft rate [sek]	0,98
– Maximale Filteroberflächenbelastung [m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> h)]	2.193
– Maximale Filtervolumenbelastung [m <sup>3</sup> /(m <sup>3</sup> h)]	3.655
<b>Befeuchtung des Biofilters (diskontinuierlich)***</b>	
– min. Berieselung d. Biofilters m. Frischwasser bezogen auf das Biofiltervolumen [l/(m <sup>3</sup> h)]	1,41
<b>Referenzbetrieb für durchgeführte Messungen</b>	
<b>Kälbermaststall (abteilweise Rein/Raus):</b>	
– Mastplätze [Stück]	200
– Durchschnittliche Tierlebensmasse Sommer/Winter [kg LM]	175 / 250
– Installierte Luftleistung [m <sup>3</sup> /h]	47.368 (2 Ventilatoren á 23.684 m <sup>3</sup> /h) bei 125 Pa max. Differenzdruck
– Druckverlust Abluftreinigung [Pa]	55 bei 47.368 m <sup>3</sup> /h Abluft
– Gesamtdruckverlust (Stall + Abluftreinigung) [Pa]	102 bei 47.368 m <sup>3</sup> /h Abluft
– Maximalluft rate im Sommer gemäß DIN 18910 [m <sup>3</sup> /h Tierplatz]	200

\* 1 Tierplatz TP = 1 Kälberplatz pro Jahr

\*\* Leitfähigkeit wurde nach dem erstem Messtag von 20 auf 15 mS/cm herabgesetzt

\*\*\* Zeitintervalle: Aktivierung der Innenbefeuchtung nach 30 min für 1 min; Aktivierung der Außenbefeuchtung nach 60 min für 1 min (Standardeinstellung)

## Eignung

Die zweistufige Abluftreinigungsanlage eignet sich zur Emissionsminderung von Geruch aus dem Abluftstrom einstreuloser Kälbermastbetriebe bei Auslegung der Lüftung nach DIN 18910 und bei Einhaltung der beschriebenen verfahrenstechnischen Parameter zur Geruchsminimierung (auf  $< 300 \text{ GE/m}^3$  ohne Rohgasgeruch im Reingas).

Grundsätzlich soll an der Anlage, bestehend aus Stall und Abluftreinigungsanlage, eine Lüftungskennlinie mit mindestens fünf Stützstellen aufgenommen und in der Steuerung der Abluftreinigungsanlage hinterlegt werden. Die aus dieser Anlagenlüftungskennlinie ermittelten Absolutwerte der Gesamtventilation sind in der Einheit  $[\text{m}^3/\text{h}]$  im elektronischen Betriebstagebuch anzugeben.

## Beschreibung/Funktion

Die „zweistufige Abluftreinigungsanlage Dr. Siemers Umwelttechnik GmbH“ ist ein im Druckbetrieb gefahrenes, pH-Wert geregeltes System zur Reinigung der Abluft aus einstreulosen Kälbermastställen.

Die erste Stufe besteht aus einer Waschstufe, bei der der pH-Wert mit Schwefelsäure auf einen Wert zwischen 6,5 und 6,8 eingestellt wird. Das Prinzip der Waschfilterwand beruht auf dem Kontakt der Abluftinhaltsstoffe mit dem im Kreislauf geführten, schwach angesäuerten Waschwasser und den in den Füllkörpern angesiedelten Mikroorganismen. Je nach biologischer Ansäuerung (Nitrifikation) schwanken der Säureverbrauch und das Abschlämmvolumen. Bei der rein chemischen Betriebsweise wird mit Hilfe der Schwefelsäure Ammoniak im schwach angesäuerten Wasser gebunden und mit

dem Abschlämmwasser aus dem System entfernt.

Die Abluft wird über alle angeschlossenen Abteile des Stalles gesammelt, abgesaugt und über Abluftkanäle dem zweistufigen Abluftreinigungssystem zugeführt. Die zu reinigende Abluft tritt von oben in die Druckkammer vor der ersten Stufe ein. Die erste Stufe besteht aus einer 46 cm dicken Packung aus Füllkörpern des Typs 2H NET38 150 der Firma Gea-2H und wird von oben kontinuierlich im Kreuzstrom berieselt. Dort erfolgen die Entstaubung der Abluft und die Bindung des in der Abluft befindlichen Ammoniaks mit dem schwach angesäuerten Waschwasser.

Die spezifische Oberfläche der Füllkörper dient zum Einlenken der Vergrößerung der Kontaktfläche zwischen Abluft und Wasser zur physikalischen und mechanischen

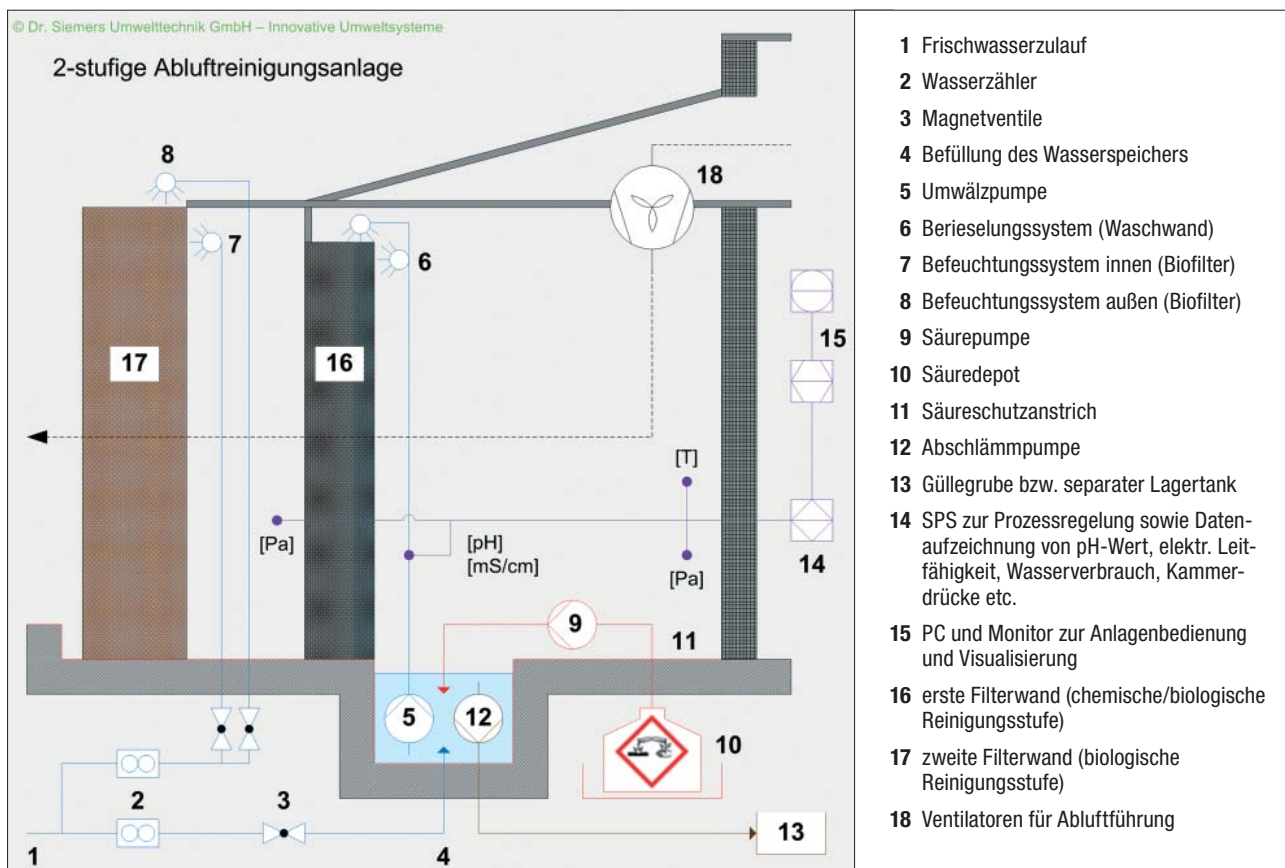


Bild 2:  
Schematischer Aufbau der 2-stufigen Abluftreinigungsanlage für die Kälbermast

Abtrennung von Staub, zur physikalischen oder chemischen Absorption von Ammoniak und zum Anderen als Besiedlungsfläche von Mikroorganismen, die die abzureinigenden Stoffe umsetzen sollen.

Mit dem Waschwasser gelangen Bakterien, Staub, Ammoniak und auch Geruchspartikel in die Waschwasservorlage, wo ein weiterer biologischer bzw. chemischer Abbau erfolgt.

Zur Vermeidung von Salzanreicherungen wie Nitrit, Nitrat und anderen Salzen, die zur Absenkung der mikrobiologischen Aktivität bzw. der physikalischen und chemischen Aufnahmekapazität führen, muss Waschwasser in regelmäßigen Abständen abgeschlammmt werden. Damit die Mikroorganismen nicht vollständig ausgewaschen werden, erfolgt die Abschlämmtung eines Teils der Waschwasservorlage in Abhängigkeit der Leitfähigkeit in regelmäßigen Abständen. Das abgeschlammte Waschwasser wird ebenfalls in regelmäßigen Abständen durch Frischwasser ersetzt. Jedoch erfolgt die Frischwasserzufuhr zeitversetzt von der Abschlämmtung, damit keine Kurzschlussströme entstehen.

Die Abluftinhaltsstoffe dienen als Energie- und Nahrungsquelle für Mikroorganismen, die in dem Füllkörperblock als Biofilm anhaften und in der Waschwasservorlage leben. An diesen Stellen wird der biologische Abbau vollzogen. Hierbei werden sowohl organische Stoffe wie Geruchsstoffe als auch Stickstoffverbindungen der Abluft entzogen und umgesetzt.

Nach dem Durchströmen des Füllkörpers passiert die Abluft einen diskontinuierlich befeuchteten Biofilter (Wurzelholzschüttung mit einer Siebung von ca. 100 bis

### Übersicht 3:

*Übliche Zusammensetzung und Schwankungsbreite des Abschlämmtwassers der Abluftreinigungsanlage*

pH-Wert	5,8 – 6,8
Leitfähigkeit	9,7 – 19,7 mS/cm
Ammonium-Stickstoff	2,0 – 4,1 g/kg

Während den Messungen wurden Umgebungsbedingungen (Temperatur außen/innen, relative Luftfeuchte außen/innen) kontinuierlich erfasst, an den Messtagen für Staub und Geruch wurden zusätzlich folgende Parameter dokumentiert:

- Tierzahlen
- Tiergewichte (geschätzt)
- NH<sub>3</sub>-Konzentration auf Tierhöhe mittels Dräger Prüfröhrchen
- Druckverlust (Roh- und Reingas)
- Temperaturen (Roh- und Reingas)
- relative Luftfeuchte (Roh- und Reingas)

Im elektronischen Betriebstagebuch wurden zusätzlich folgende Parameter erfasst:

- Frischwasser- und elektrischer Energieverbrauch (Zählerstände)
- Säureverbrauch
- Berieselungsmenge
- absoluter Luftvolumenstrom
- Außentemperatur
- Leitwert und pH des Waschwassers
- Ventilatorleistung/Luftrate

Weiterhin wurden die Messwerte, die seitens des Herstellers im elektronischen Betriebstagebuchs aufgezeichnet werden, auf Plausibilität überprüft.

200 mm). Dort erfolgt abschließend die Abreinigung der Geruchsstoffe. Durch die große und gleichmäßig feucht gehaltene Oberfläche des Biofiltermaterials findet eine Absorption von Abluftinhaltsstoffen und deren mikrobiologischer Abbau statt. Die Schüttung besteht aus gerissenem Wurzelholz mit großer spezifischer Oberfläche und langer Haltbarkeit, welche eine gute Besiedlungsfläche für Mikroorganismen darstellt. Aus dem Biofilter tritt die Abluft dann gereinigt in die Umgebung aus. Der Biofilter dient zudem zur Abscheidung von in der Abluft noch enthaltenen Aerosolen.

Die zweistufige Abluftreinigungsanlage Dr. Siemers Umwelttechnik GmbH muss kontinuierlich betrieben werden. Hierdurch wird eine hohe biologische Aktivität im Sinne der effektiven Abluftreinigung dieses Systems aufrecht erhalten. Produktionsbedingte Stillstandszeiten von wenigen Tagen unter Beibehaltung der Berieselung sind hingegen unkritisch. Nach längeren Stillstandszeiten muss mit einem mehrwöchigen Einfahrbetrieb gerechnet werden, in dem nicht die volle Reinigungsleistung erzielt wird.

Die Abschlämmtung an der Anlage muss automatisch und leitfähigkeitsgesteuert bei einer maximalen Leitfähigkeit von 15 mS/cm erfolgen. Dabei liegt der Wasserstand der Waschwasservorlage zu Beginn des Betriebs bzw. nach erfolgter Reinigung der Anlage beim maximal möglichen Füllstand. Es werden ca. 50% des Waschwasservolumens aus der Vorlage abgepumpt. Anschließend wird die Waschwasservorlage wieder auf den maximal möglichen Wasserstand mit Frischwasser befüllt. Damit der pH-Wert nicht über 6,8 ansteigt, wird die Säurezufuhr währenddessen nicht unterbrochen.

### Prüfbedingungen/Referenzstall

Der Referenzstall, an dem die Messungen durchgeführt wurden, besteht aus einem Abteil mit 26 Buchten und aus einem Abteil mit 69 Buchten, in denen 200 Mastkälber bei einer Lebendmasse von jeweils 175 kg (Sommer) und 250 kg (Winter) einstreulos gehalten werden. Die Luft wird von oben aus den Abteilen mithilfe von Ventilatoren abgesaugt, über Abluftkanäle gesammelt und durch die

Tabelle 1:

Messergebnisse zur Geruchsminderung der zweistufigen Abluftreinigungsanlage Dr. Siemers Umwelttechnik GmbH (Sommer- und Wintermessung)

Datum	Sommer			Winter		
	10.09.2010	14.09.2010	20.09.2010	11.02.2011	17.02.2011	10.03.2011
<b>Umgebungs- und Randbedingungen</b>						
Umgebungstemperatur [°C]	17,0	16,0	10,0	4,0	-1,0	2,0
Rohgas-/Reingasfeuchte [%rF]*	88/98	89/94	90/97	86/99	78/92	92/98
Rohgas-/Reingastemperatur [°C]*	22,1**/21	21,2/20,5	20,7/18,1	13,9/9,6	13,5/6,2	14,7/9,8
Tierzahl im Stall	198	198	198	201	201	201
Durchschnittliches Mastgewicht [kg]	170	173	180	240	248	270
Luftvolumenstrom Gesamt [m³/h]	27.600	35.400***	27.300	12.500	14.400	21.100
<b>Geruch</b>						
Rohgas [GE/m³]	595	1.189	667	143	180	254
Geometr. Mittelwert Reingas [GE/m³]	116	45	40	64	34	86
Rohgas im Reingas wahrnehmbar?	Nein****	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein

\* die Reingaswerte wurden nach dem Biofilter gemessen

\*\* Messung im Zentralschacht

\*\*\* berechnet aus 5-Punkt-Kalibrierung

\*\*\*\* 50% der Probanden bemerkten Rohgasgeruch im Reingas, daraufhin wurde die Leitfähigkeit des Waschwassers von 20 auf 15 mS/cm gesenkt und die Biofilterbefeuchtung erhöht

Tabelle 2:

Verfahrenstechnische Daten der zweistufigen Abluftreinigungsanlage Dr. Siemers Umwelttechnik GmbH während der Sommer- und Wintermessung (ausgewählte Tagesmittelwerte)

Datum	Sommer			Winter		
	10.09.2010	14.09.2010	20.09.2010	11.02.2011	17.02.2011	10.03.2011
Lüftungsrate [m³/h]	27.600	35.400*	27.300	12.500	14.400	21.100
Strömungsgeschwindigkeit** [m/s]	0,35	0,46	0,35	0,16	0,19	0,27
Verweilzeit** [sek]	1,7	1,3	1,7	3,7	3,2	2,2
Flächenbelastung des Biofilters** [m³/(m²h)]	1.278	1.639	1.264	579	667	977
Volumenbelastung des Biofilters** [m³/(m³h)]	2.130	2.731	2.106	965	1.111	1.628
Füllkörperflächenbelastung 1. Waschwand** [m³/(m²h)]	1.474	1.891	1.458	668	769	1.127
Füllkörpervolumenbelastung 1. Waschwand** [m³/(m³h)]	3.209	4.116	3.174	1.453	1.674	2.453
Berieselungsdichte [m³/(m²h)]	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87
Ammoniak auf Tierhöhe*** [ppm]	4	4	4	3	4	6

\* berechnet aus 5-Punkt-Kalibrierung

\*\* berechnete Werte aus den jeweiligen Volumenstromangaben

\*\*\* Mittelwerte aus den Abteilungen

Abluftreinigungsanlage gedrückt. Die Lüftungstechnik wurde gemäß den Vorgaben der DIN 18910 ausgelegt, die Maximalluftfrate sollte daraus abgeleitet bei abteilweise Rein-/Rausverfahren ca. 47.000 m<sup>3</sup>/h bei einer Druckdifferenz von 125 Pa betragen (Angaben gemäß Hersteller).

Nach dem ersten Messtag der Sommermessung wurde teilweise Rohgasgeruch im Reingas festgestellt. Daraufhin wurde die Befeuchtung der Biostufe erhöht und die Abschlämmung von 20 mS/cm auf 15 mS/cm gesenkt. Diese Maßnahmen führten dazu, dass an den folgenden Messtagen kein Rohgasgeruch im Reingas mehr festgestellt werden konnte.

## Geruch

Aufgrund einer bereits zertifizierten Abluftreinigungsanlage aus der Schweinemast (Prüfbericht Nr. 5944, Prüfung 06/10) wurde bei der vorliegenden Prüfung ein verkürztes Messprogramm vereinbart, bei dem aufgrund der Anmeldung ausschließlich die Messung der Geruchsemissionen im Fokus stand.

Probenahme und Auswertung erfolgten gemäß DIN EN 13725 mit einem Olfaktometer vom Typ T07 ohne vorherige Staubabscheidung. Über einen Unterdruckprobennehmer wurden Geruchsproben des Rohgases und des Reingases in Probebeuteln gesammelt und maximal 10 Stunden nach der Probenahme durch ein geschultes Probandenkollektiv am Olfaktometer analysiert. Die Geruchsstoffkonzentration der zu messenden Abgasprobe wird durch Verdünnung mit synthetischer Luft bis zur Wahrnehmungsschwelle bestimmt. Die Geruchsstoffkonzentration an der Wahrnehmungsschwelle ist dann definitionsgemäß 1 GE/m<sup>3</sup>. Zur Bestimmung der persönlichen Geruchsschwelle muss jeder Prüfer eine ja-/nein-Entscheidung (es riecht/es riecht nicht) treffen. Die positive Entscheidung wird per Tastendruck einem Auswerteprogramm zugeführt.

Aus dem Verdünnungsverhältnis synthetische Luft/Abgasprobe wird mit einem Rechnerprogramm die Geruchsstoffkonzentration der unverdünnten Abgasprobe ermittelt und in Geruchseinheiten pro m<sup>3</sup> Abgas (GE/m<sup>3</sup>) angegeben.

Zusätzlich zur Geruchsstoffkonzentration wurde noch jeweils subjektiv die Geruchsqualität (nach was riecht das Gas?), die Geruchsintensität (wie stark/schwach riecht das Gas?) und die Hedonik (wie angenehm/unangenehm riecht das Gas?) bestimmt. Als Maßstab für die Geruchsintensität und die Hedonik wurde die VDI-Richtlinie 3882, Blatt 1 bzw. 2 verwendet.

Die Ergebnisse zur Geruchsstoffkonzentration lagen bis auf den Wert vom 10.09.2010 innerhalb des geforderten Bereiches. Es wurde an allen Messtagen eine Unterschreitung des Grenzwertes von 300 GE/m<sup>3</sup> im Reingas verzeichnet. Am ersten Messtag wurde von 50 % des Prüferkollektives Rohgasgeruch im Reingas festgestellt. Nach Erhöhung der Abschlämmrate (Leitfähigkeit von 20 auf 15 mS/cm herabgesenkt) und der Erhöhung der Biofilter-Befeuchtung wurde an den folgenden Messtagen kein Rohgasgeruch im Reingas wahrgenommen. Dadurch kann davon ausgegangen werden, dass bei den erwähnten Verbesserungen dauerhaft die Prüfvorgaben eingehalten werden.

## Verbrauchswerte

### Wasserverbrauch

Abgeschlammtes Waschwasser sowie verdunstetes Wasser muss durch Frischwasser ersetzt werden, daher wird der Wasserverbrauch im Wesentlichen durch die Abschlämmrate sowie die Verdunstungsverluste verursacht und ist deshalb auch witterungsabhängig.

Der Frischwasserverbrauch wurde im Messzeitraum mit Hilfe eines Wasserdurchflusszählers ermittelt. Die Auswertung der einzelnen Zählerstände ergab für die Sommermessung einen durchschnittlichen Verbrauch von 1,2 m<sup>3</sup> Frischwasser pro Tag. Das entspricht einem

Frischwasserbedarf während der Sommermessung von ca. 2,1 m<sup>3</sup> pro Tierplatz und Jahr. Während der Wintermessung wurde ein durchschnittlicher Verbrauch von ca. 0,9 m<sup>3</sup> pro Tag ermittelt, dies bedeutet einen Frischwasserbedarf von ca. 1,7 m<sup>3</sup> pro Tierplatz und Jahr.

Für das Abschlammvolumen ergab sich im Sommer ein Wert von ca. 0,7 m<sup>3</sup> pro Tag bzw. ca. 1,4 m<sup>3</sup> pro Tierplatz und Jahr, im Winter ca. 0,6 m<sup>3</sup> pro Tag bzw. ca. 1,1 m<sup>3</sup> pro Tierplatz und Jahr.

### Verbrauch an elektrischer Energie

Der mit Abstand größte Verbraucher des Abluftreinigungssystems ist die Berieselungspumpe (kontinuierlich betriebene Umlaufpumpe) sowie die Ventilatoren, welche aufgrund des Druckverlustes des Abluftreinigungssystems größer dimensioniert sein müssen als bei reiner Stalllüftung. Aufgrund der kurzen Messperiode (Nachzertifizierung) können für den vorliegenden Prüfbericht keine „grundsätzlich beschreibbaren“ Messwerte generiert werden. Deshalb werden die folgenden Zahlen auf Basis der bereits zertifizierten Dr.-Siemens-Abluftreinigungsanlage für die Schweinemast auf die 200 Kälber umgerechnet.

Berieselungspumpe:  
41,6 kWh/Tag  
(76 kWh/Tierplatz und Jahr)

Ventilatoren (Gesamt):  
130,6 kWh/Tag  
(238,5 kWh/Tierplatz und Jahr)

### Sonstige Verbrauchswerte

Zur Gewährleistung der sicheren Funktion wird die Anlage mit einer automatischen pH-Wert-Regelung betrieben. Im biologischen Betrieb wird nur wenig Säure verbraucht. Sofern sich keine funktionsfähige Biologie im System ausgebildet, läuft die Anlage aufgrund der Steuerung als chemisch betriebener Wäscher (allerdings mit einer maximalen Leitfähigkeit von 15 mS/cm), was einen hohen Säureverbrauch nach sich zieht. Nach der Ausbildung einer Biologie liegt der Säurever-



brauch bei etwa 3 kg/Tierplatz und Jahr (Sommer) und etwa 6,2 kg/Tierplatz und Jahr (Winter).

### **Betriebssicherheit und Haltbarkeit**

An der gesamten Abluftreinigungsanlage sind während der Prüfung keine nennenswerten Schäden oder Verschleißerscheinungen aufgetreten. Der Korrosionsschutz der einzelnen Anlagenteile erscheint, soweit während der Prüfungsdauer zu beobachten war, ausreichend dauerhaft.

### **Dokumentation**

Die aufgezeichneten Daten des elektronischen Betriebstagebuchs sind in Übersicht 4 aufgeführt. Die Speicherzeit muss mindestens 5 Jahre betragen.

Wenn Stallentlüftung und Abluftreinigungsanlage von unterschiedlichen Herstellern installiert worden sind, werden seitens des Herstellers der Abluftreinigung die Lüftungsdaten als Kennlinie aufgenommen und ebenfalls in die Steuerung der Abluftreinigung zur Regelung integriert. Die Kennlinie sollte mindestens fünf Stützstellen (z.B. 20, 40, 60, 80, 100 % Luftleistung) enthalten. Die maximale Lüfterleistung wird in der Steuerung gleich 100 % gesetzt. Da der Luftdurchsatz gemäß Prüfraumen als Absolutwert in m<sup>3</sup>/h angegeben werden soll, muss vor Inbetriebnahme eine Kennlinie der gesamten Lüftungsanlage (Stall + Abluftreinigung) aufgenommen werden.

Nach Abschluss der Prüfung hat Dr. Siemers Umwelttechnik GmbH nach eigenen Angaben die Möglichkeit geschaffen, z.B. Leitwert und pH-Wert aus den letzten vier Wochen graphisch darzustellen.

### **Handhabung und Arbeitszeitbedarf**

Zur Bedienung der Anlage ist es erforderlich, sich einer Unterweisung durch den Hersteller zu unterziehen und sich mit der Bedienungsanleitung vertraut zu machen. Hierzu erfolgt eine protokollierte

Einweisung durch den Hersteller.

Nach erfolgter Inbetriebnahme und ausreichender Einlaufphase ist die Handhabung der Anlage dagegen als einfach anzusehen, da die Abluftreinigungsanlage im Regelbetrieb vollautomatisch läuft und lediglich eine tägliche Kontrolle der Betriebsdaten und eine wöchentliche Kontrolle der gesamten Abluftreinigungsanlage einschließlich der Düsen durchzuführen sind. Bei Fehlermeldungen der Steuerung sind in der Bedienungsanleitung jeweils Anweisungen zur Kontrolle der jeweiligen Anlagenteile beschrieben. Jedweder Eingriff des Betreibers in die Anlagenkonfiguration wird, sofern überhaupt möglich, im elektronischen Betriebsprotokoll automatisch vermerkt und hilft dem Betreiber bei der Rückverfolgung von Änderungen. Zur Gewährleistung der Funktionssicherheit und Verringerung des Arbeitszeitbedarfes wird der Abschluss eines Wartungsvertrages dringend empfohlen.

### **Wartungsaufwand**

Bei Abschluss eines Wartungsvertrages wird jährlich eine Wartung durch Dr. Siemers Umwelttechnik GmbH durchgeführt. Hierbei werden alle Messgeräte und Pumpen überprüft und die Messgeräte neu kalibriert. Bei jeder jährlichen Wartung erfolgt eine Beprobung des Waschwassers, wobei die Parameter pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit und optional Sauerstoffgehalt sowie Ammonium, Nitrat und Nitrit gemessen werden. Es werden beide Filterwände auf ihren Zustand hin kontrolliert. Zusätzlich wird die Ammoniakkonzentration im Roh- und Reingas überprüft. Bei Bedarf erfolgt eine Reinigung der Anlage. Die Wartungen werden in einem Wartungsprotokoll dokumentiert und der technischen Dokumentation an der Anlage beigefügt.

Die pH-Wert-Sonden sollten monatlich bzw. (je nach Verschmutzungsgrad des Waschwassers) auch in kürzeren Intervallen gereinigt und kalibriert werden. Der Sondenkopf der Leitfähigkeitsmessung sollte

ebenfalls mindestens einmal im Monat gereinigt werden. Der Betreiber ist in die Kalibrierung, Handhabung und Reinigung der Elektroden einzuweisen. Gemäß Herstellerangaben sind diese dann regelmäßig zu prüfen und die Ergebnisse der Prüfung im Betriebstagebuch zu dokumentieren.

Bei den täglichen Kontrollgängen ist die Steuerung zu kontrollieren und eventuelle Störungen müssen sofort behoben werden. Bei Fehlermeldungen der Anlagensteuerung sind gemäß Bedienungshandbuch gesonderte Kontrollen durchzuführen.

Bei den wöchentlichen Kontrollen durch den Betreiber müssen die Filterwände und die Befeuchtungsdüsen einer Sichtprüfung unterzogen werden. Die Düsen müssen bei ungleichmäßigem Sprühbild gereinigt oder ausgetauscht werden. Diese müssen daher wöchentlich kontrolliert werden und ggf. gereinigt werden. Ebenfalls wöchentlich sind die Pumpen auf Verschmutzung zu kontrollieren. Bei der automatischen pH-Wert-Regelung ist wöchentlich die Säuredosiereinrichtung auf Funktion zu prüfen und auf ausreichenden Schwefelsäurevorrat zu achten.

Sofern der Druckverlust der ersten Filterwand über 80 Pa steigt oder die Druckdifferenz der Biostufe über 60 Pa steigt, wird über die Steuerung Alarm ausgelöst. Dann muss eine Reinigung des Füllkörpers bzw. der Biostufe erfolgen.

### **Betriebsanleitung**

Die Betriebsanleitung ist ausreichend und erklärt in groben Zügen die Funktionsweise der Anlage. In Verbindung mit der Dokumentation erfährt der Betreiber, welche Arbeiten er an der Anlage in täglichem, wöchentlichem und jährlichem Turnus durchzuführen hat. Durch den Abschluss eines Wartungsvertrages kann die Anlage zusätzlich durch Fernüberwachung seitens des Herstellers überwacht werden. Die Bedienung der Abluftreinigungsanlage ist somit weitestgehend automatisiert.

Das elektronische Betriebstagebuch inklusive des elektronischen Betriebsprotokolls ermöglicht eine lückenlose Aufzeichnung der für den sicheren Anlagenbetrieb erforderlichen Daten. Die Aufzeichnung erfolgt durch den Hersteller der Anlage und die Daten werden über 5 Jahre gespeichert. Diese Daten können optional vom Betreiber ausgelesen werden.

### **Umweltsicherheit**

Das abgeschlammte Wasser kann über die anfallende Gülle verwertet werden, da es sich bei dem enthaltenen Stickstoff um einen wertvollen Düngergrundstoff handelt. Waschwasser mit pH-Werten  $> 6$  kann problemlos mit der Gülle gelagert werden.

Die Demontage und Entsorgung sonstiger Anlagenteile kann laut Hersteller durch anerkannte Verwertungsbetriebe erfolgen.

Für den Anlagenbetrieb wird Säure benötigt. Die Handhabung der Säure ist durch eine Betriebsanweisung seitens des Herstellers erklärt und liegt im Verantwortungsbereich des Betreibers. Der Säurevorlagebehälter befindet sich in einem abschließbaren Kunststoff-Container.

### **Sicherheitsaspekte**

Die Feuersicherheit ist über ein Brandschutzkonzept nachzuweisen, das vom Betreiber i. V. m. dem Hersteller zu erstellen und dem Bauantrag beizufügen ist.

Das abschließbare Säuredepot ist gegen unbefugtes Benutzen gesichert. Die 96%ige Schwefelsäure wird in dem Sicherheitsdepot zur Außenaufstellung gelagert, welches eine bauaufsichtliche Zulassung des Deutschen Institutes für Bautechnik (DIBT, Zulassungsnr. Z-40.22-254) besitzt und somit die Anforderungen nach dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG) erfüllt. Das mit einer Auffangwanne ausgestattete Depot besteht aus einem UV-beständigen Kunststoff (Polyethylen) und kann komplett verschlossen werden (Bild 3).

Das Säurevorlagebecken vor der ersten Waschwand ist mit Kunststoffgeländern gegen Abstürzen gesichert.

Die beschriebene Anlage „zweistufige Abluftreinigungsanlage Dr. Siemers Umwelttechnik GmbH“ wurde durch die Deutsche Zertifizierungs- und Prüfstelle für Land- und Forsttechnik (DPLF) begutachtet.

tet. Gegen die Verwendung der Anlage bestehen aus arbeitssicherheitstechnischer Sicht keine Bedenken.

### **Gewährleistung**

Der Hersteller gibt eine Garantie von einem Jahr, welche den ordnungsgemäßen Betrieb der Anlage voraussetzt. Die Garantie bedingt ebenso die korrekte Führung des Betriebstagebuchs.

### **Umfrageergebnis**

Eine Umfrage bei Besitzern typengleicher Abluftreinigungsanlagen konnte während des Prüfungszeitraums nicht durchgeführt werden, da es sich bei der geprüften Anlage um eine Prototypanlage handelte.



*Bild 3:  
Säuredepot zur Außenaufstellung*

Übersicht 4:  
Erfüllung der Anforderungen an das elektronische Betriebstagebuch des Wäschers

	voll erfüllt	teilweise erfüllt	nicht erfüllt	Bemerkungen
<b>Druckverlust über die Abluftreinigungsanlage</b>	X			Es gibt elektronische Absolutdrucksensoren vor und hinter der Füllkörpereinheit mit einer Alarmauslösung und einer Speicherung des Alarms in der SPS.
<b>Luftdurchsatz</b>	X			Vor Inbetriebnahme erfolgt die Aufnahme der Anlagenkennlinie mithilfe eines Messventilators oder gemäß DIN 12599. Diese wird dann im elektronischen Betriebstagebuch hinterlegt.
<b>Pumpenlaufzeit</b>	X			Es wird der elektrische Verbrauch der Pumpen in kWh aufgezeichnet und gespeichert.
<b>pH-Wert</b>	X			Automatische Säuredosierung
<b>Kalibrierung pH-Sensoren</b>	X			Nach 53 Tagen wird der Betreiber durch die Steuerung informiert, eine Kalibrierung des pH-Sensors vorzunehmen. Sofern dieser dem nicht nachkommt, erfolgt nach 60 Tagen eine automatische Abschaltung der Anlage.
<b>Berieselungsintervalle</b>	X			Berieselung erfolgt permanent und ist durch den Anwender nicht editierbar. Bei Pumpenausfall erfolgen eine Alarmmeldung und die Speicherung in der Steuerung.
<b>Gesamtfrischwasserverbrauch des Wäschers</b>	X			Der Frischwasserverbrauch wird im elektronischen Betriebstagebuch protokolliert.
<b>Abgeschlammte Wassermenge und Verbleib</b>	X			Die Abschlämzung wird mithilfe der Laufzeit der Entleerungspumpe und des Frischwasserverbrauchs dokumentiert.
<b>Roh- und Reingastemperatur</b>	X			Die Temperaturen im Rohgas und die Wassertemperatur im Waschwasser werden erfasst.
<b>Sprühbildkontrolle</b>		X		Eine manuelle Eintragung in das elektronische Betriebsprotokoll ist nicht möglich, jedoch durch Kontrollgänge indirekt feststellbar.
<b>Wartungs- und Reparaturzeiten</b>	X			Wartungsintervalle können durch Hersteller elektronisch vorgegeben werden.

Die Prüfung wurde gemäß dem DLG-Prüfrahmen „Abluftreinigungssysteme für Tierhaltungsanlagen“ (Stand 10/2010) durchgeführt.

Die Messungen wurden an einer Referenzanlage in Markhausen bei einem maximalen Abluftvolumenstrom von 35.400 m<sup>3</sup>/h durchgeführt, die Prüfung umfasst eine verkürzte Winter- und Sommermessung.

## Prüfungsdurchführung

DLG e.V.,  
Testzentrum  
Technik und Betriebsmittel,  
Max-Eyth-Weg 1,  
64823 Groß-Umstadt

## Labor- und Labor- und Emissionsmessungen (Geruchsmessungen)

Braunschweiger Umwelt-Biotechnologie GmbH (BUB),  
Hamburger Straße 273a,  
38114 Braunschweig

## Praktischer Einsatz

Landwirtschaftlicher Betrieb  
des Herrn Oldemanns,  
Zum Eleonorenwald 1,  
26169 Markhausen

## Berichterstatter

Dipl.-Ing. W. Gramatte,  
DLG-Testzentrum Groß-Umstadt

Dipl.-Ing. (FH) T. Pfeifer,  
DLG-Testzentrum Groß-Umstadt

## DLG-Prüfungskommission für Abluftreinigungstechnik

*prüfungsbegleitend:*

Friedrich Arends,  
LWK Niedersachsen

Dr. Jochen Hahne,  
vTI Braunschweig

*beratend:*

Andreas Schlichting,  
TÜV Nord Hamburg

Gerd Franke, LLH Kassel

Ewald Grimm, KTBL Darmstadt

Prof. Dr. Eberhard Hartung,  
Uni Kiel

Christian Haskamp, Landwirt,  
Steinfeld

Vertreter des Landkreises Cloppenburg  
(Verwaltungsvollzug)

## Herausgegeben

mit Förderung durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft und Verbraucherschutz.



ENTAM – European Network for Testing of Agricultural Machines, ist der Zusammenschluss der europäischen Prüfstellen. Ziel von ENTAM ist die europaweite Verbreitung von Prüfergebnissen für Landwirte, Landtechnikhändler und Hersteller. Mehr Informationen zum Netzwerk erhalten Sie unter [www.entam.com](http://www.entam.com) oder unter der E-Mail-Adresse: [info@entam.com](mailto:info@entam.com)

10-528  
Februar 2012  
© DLG



DLG e.V. – Testzentrum Technik und Betriebsmittel

Max-Eyth-Weg 1, D-64823 Groß-Umstadt, Telefon: 069 24788-600, Fax: 069 24788-690  
E-Mail: [tech@dlg.org](mailto:tech@dlg.org), Internet: [www.dlg-test.de](http://www.dlg-test.de)

Download aller DLG-Prüfberichte kostenlos unter: [www.dlg-test.de](http://www.dlg-test.de)!