

Abluftreinigung für die Geflügelhaltung:

Ergebnisse mehrjähriger Versuche zur Staub- und Ammoniakabscheidung



1. Ziele
2. Schwierige Rahmenbedingungen in der Geflügelhaltung
3. Material und Methoden
 - 3.1 Rohgas
 - 3.2 Versuchsanlagen
 - 3.3 Analysetechnik
4. Ergebnisse
5. Zusammenfassung und Ausblick

Dr. Jochen Hahne, Bundesforschungsanstalt für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, Institut für Agrartechnologie und Biosystemtechnik, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, Tel: 0531-596-4111, Email: jochen.hahne@vti.bund.de

Ziele:



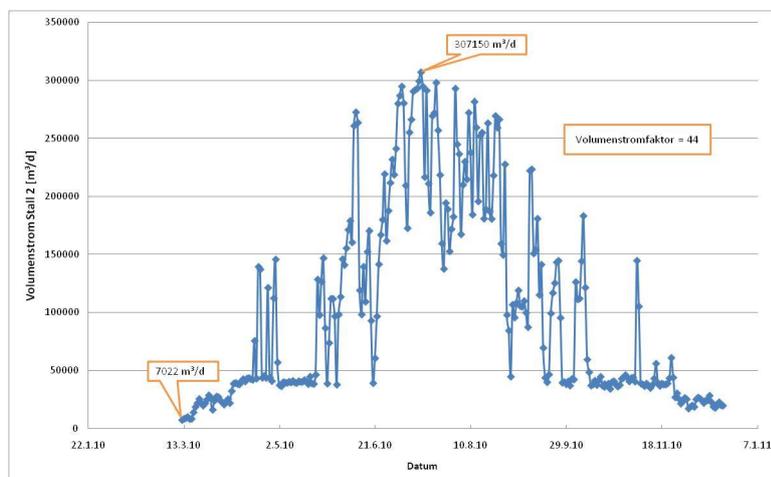
- Entwicklung und Bewertung von Techniken zur Abluftreinigung für die Geflügelhaltung
- Mindestanforderungen:
 - 70 % Abscheidung für Gesamtstaub, PM_{10} und $PM_{2,5}$
 - 70 % Abscheidung für Ammoniak und Rückgewinnung als Flüssigdünger, Nachweis über N-Bilanzierung
 - Geruchsstoffabscheidung
 - Keine sekundären Spurengase (NO_x , N_2O)
 - Keine zu entsorgenden Abfälle

Schwierige Rahmenbedingungen

- Hoher Kostendruck in der Geflügelhaltung
 - Wachsende Geflügelbestände in Deutschland und größer werdende einzelbetrieblich gehaltene Bestände
- Unzureichender Umwelt- und Immissionsschutz
 - Erhebliche Emissionen an Feinstaub, Keimen, Ammoniak und Geruchsstoffen
- Unzureichende wissenschaftlich/technische Entwicklungen bei der Abluftreinigung für die Geflügelhaltung
 - Nur wenig marktfähige Techniken
 - Wegen fehlender Auflagen noch geringes Marktpotenzial

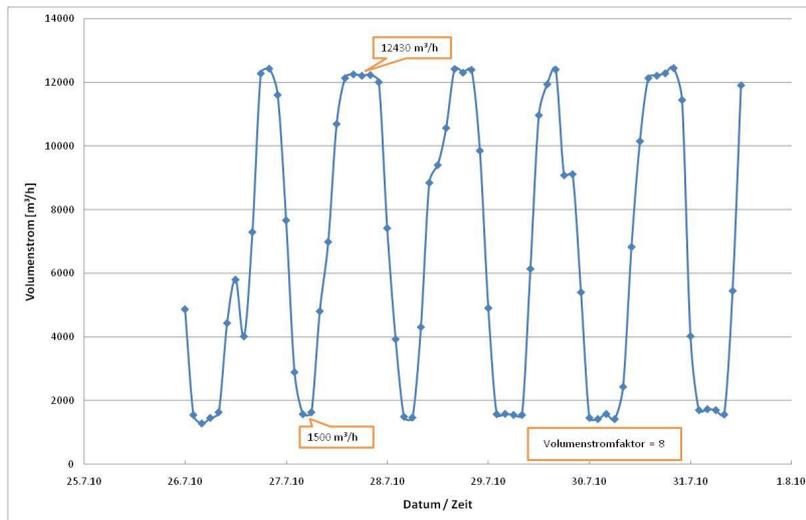
Schwierige Rahmenbedingungen:

Jahreszeitliche Schwankungen des Volumenstroms



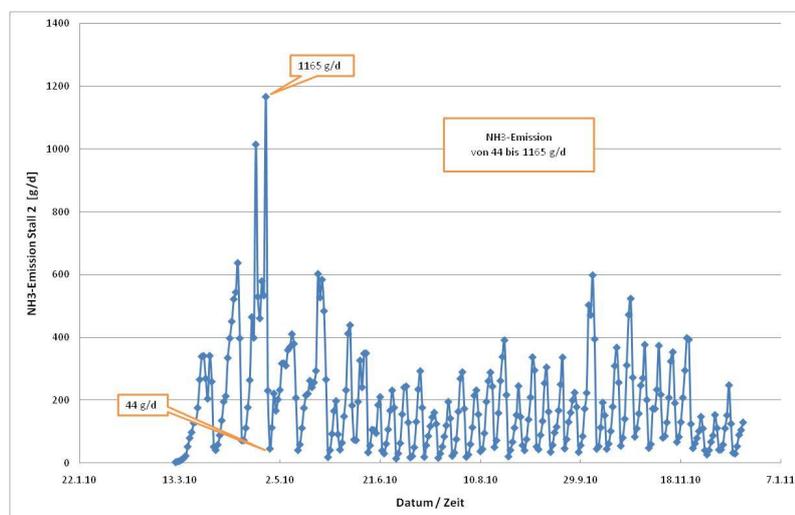
Schwierige Rahmenbedingungen:

Tageszeitliche Schwankungen des Volumenstroms

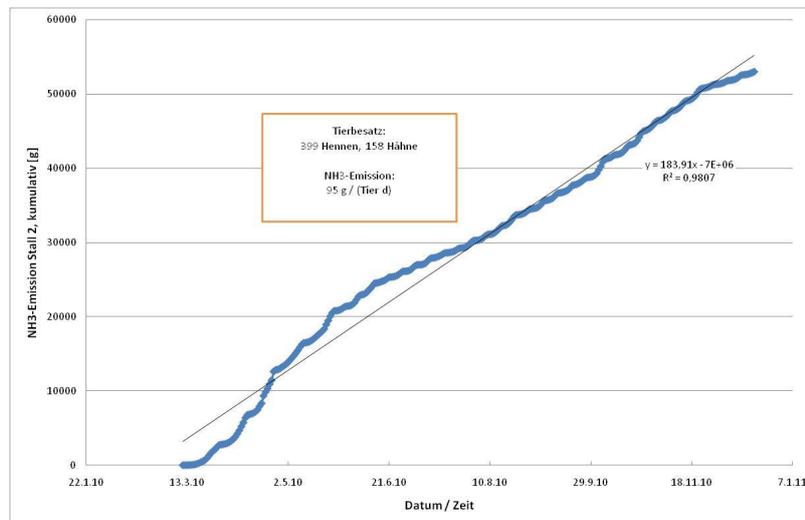


Schwierige Rahmenbedingungen:

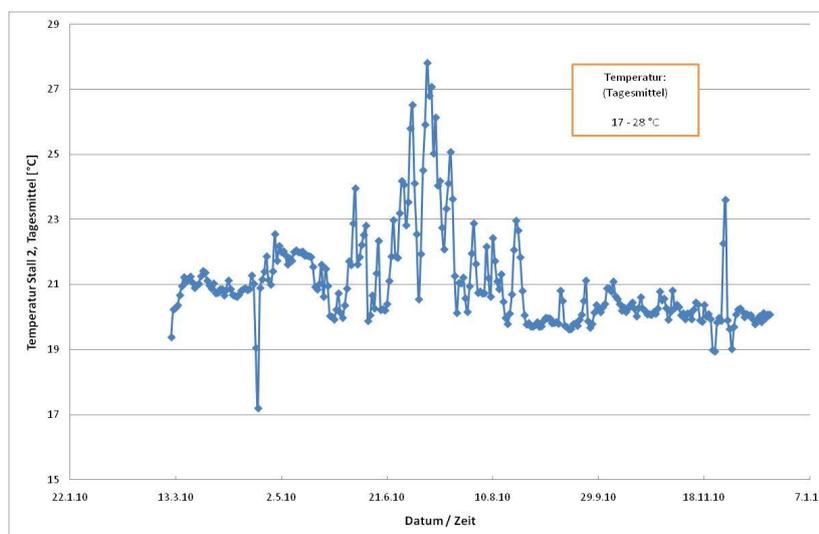
Tageszeitliche Schwankungen des Emissionsmassenstroms



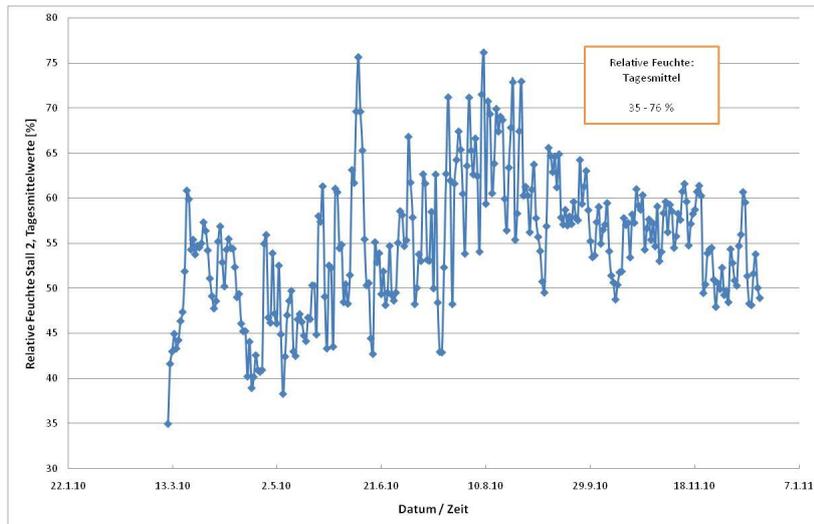
Schwierige Rahmenbedingungen: *Erhebliche NH3-Emissionen*



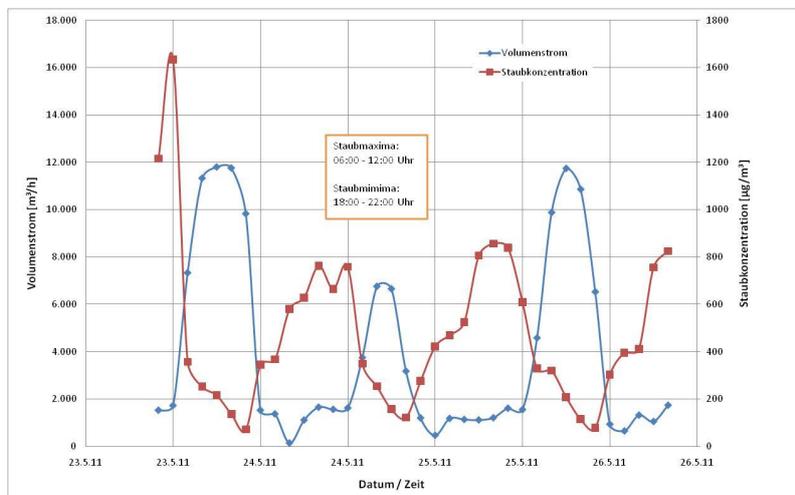
Schwierige Rahmenbedingungen *Schwankungen der Rohgastemperatur*



Schwierige Rahmenbedingungen *Schwankungen der Rohluftfeuchte*



Schwierige Rahmenbedingungen *Schwankungen der Staubkonzentration*



Abluftreinigung für die Geflügelhaltung:

Ergebnisse mehrjähriger Versuche zur Staub- und Ammoniakabscheidung



1. Ziele
2. Schwierige Rahmenbedingungen in der Geflügelhaltung
3. Material und Methoden
 - 3.1 Rohgas
 - 3.2 Versuchsanlagen
 - 3.3 Analysetechnik
4. Ergebnisse
5. Zusammenfassung und Ausblick

Dr. Jochen Hahne, Bundesforschungsanstalt für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, Institut für Agrartechnologie und Biosystemtechnik, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, Tel: 0531-596-4111, Email: jochen.hahne@vti.bund.de

Schwankende Rohgaszusammensetzung

Beispiel Hühnerstall, 2010, jeweils 2h-Mittelwerte



Parameter	Mittelwert	Minimum	Maximum
Temperatur [°C]	21,0	12,8	33,7
Rel. Feuchte [%]	55,1	26,5	82,4
NH ₃ [ppm]	6,0	0,3	29,7
H ₂ S [ppm]	0,9	0,3	3,5
CO ₂ [ppm]	1032	351	2507
Staub [mg/m ³]*	0,8	0,1	16,0

* laseroptisches Verfahren nach Sick

Versuchsanlage zur Reinigung von Abluft aus der Geflügelhaltung

Versuchsanlage an einem Hühnerstall

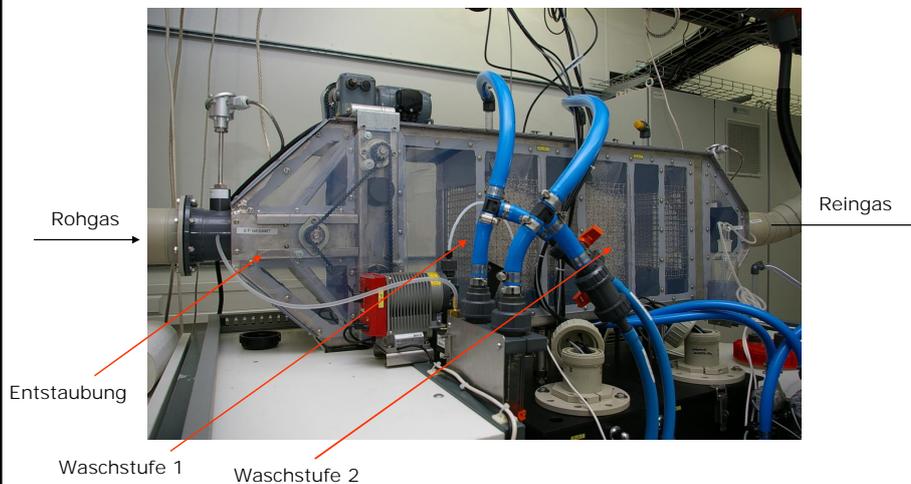


Das Innenleben im
Container.....



Versuchsanlage zur Reinigung von Abluft aus der Geflügelhaltung (Stand: 2009)

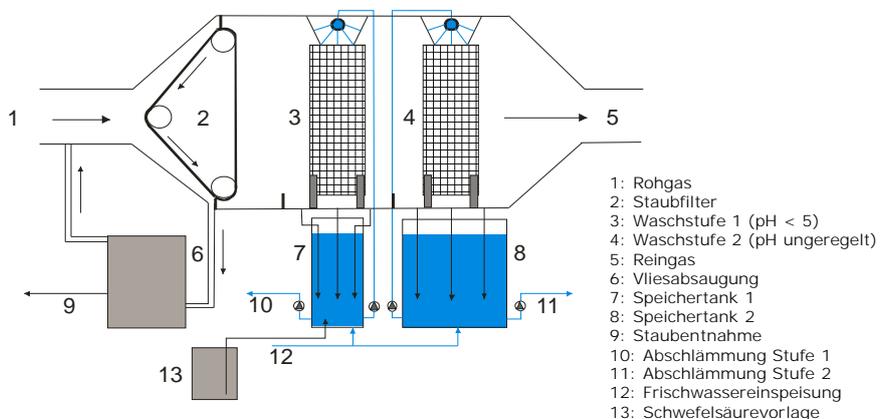
Versuchsanlage



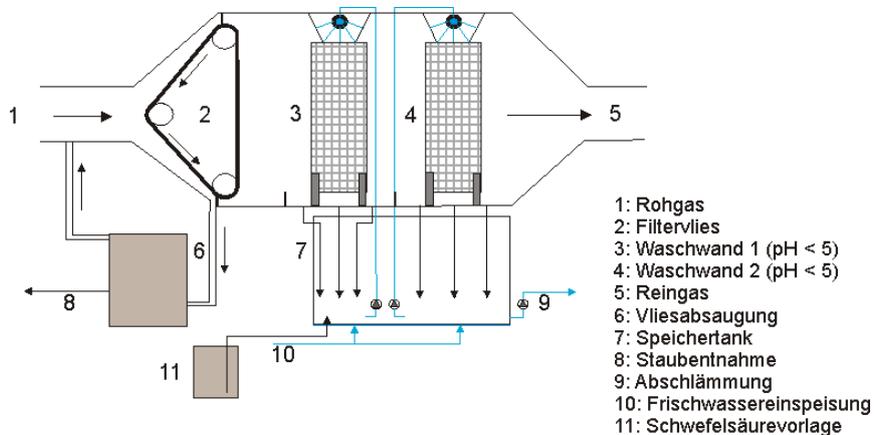
Dimensionierung:

Parameter / Einheit	Wert
Filterflächenbelastung [m ³ /(m ² h)]	1800 - 3600
Berieselungsdichte [m ³ /(m ² h)]	3 – 4 je Waschkreislauf
Anzahl Waschstufen	2 mit je 150 mm Stärke
Füllkörper	Hiflow-Raschig-Ringe
pH-Wert, Waschwasser [-]	1. Stufe < 5 2. Stufe: variabel
Leitfähigkeit, Waschwasser [mS/cm]	Variabel, i. d. R. < 20 mS/cm
Druckverlust, Abluftanlage [Pa]	Maximal 140 Pa

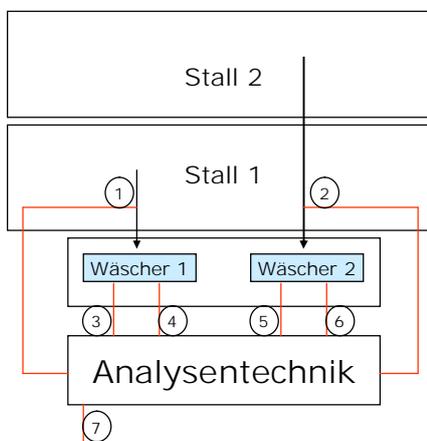
Schematischer Aufbau der Versuchsanlage zur Reinigung von Abluft aus der Geflügelhaltung (Stand: 2009)



Schematischer Aufbau der Versuchsanlage zur
Reinigung von Abluft aus der Geflügelhaltung
(Stand: 2010)



Analysentechnik



Analysentechnik

- FTIR (CH₄, CO, CO₂, NH₃, H₂O, N₂O)
- Chemolumineszenz-Detektor (NO, NO₂)
- UV-Spektrometer (H₂S)
- Paramagnetische Zelle (O₂)
- FID (Gesamt Org-C)
- 7 online-Messstellen
 - Rohgas (1+2)
 - Wäscher 1 (3+4)
 - Wäscher 2 (5+6)
 - Außenluft (7)
- Abwasseranalytik (Stickstoff, Phosphor)

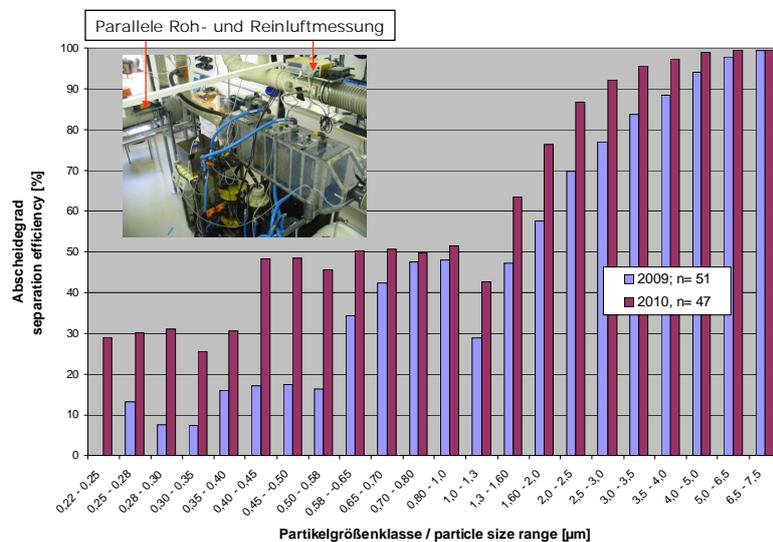
Abluftreinigung für die Geflügelhaltung:

Ergebnisse mehrjähriger Versuche zur Staub- und Ammoniakabscheidung

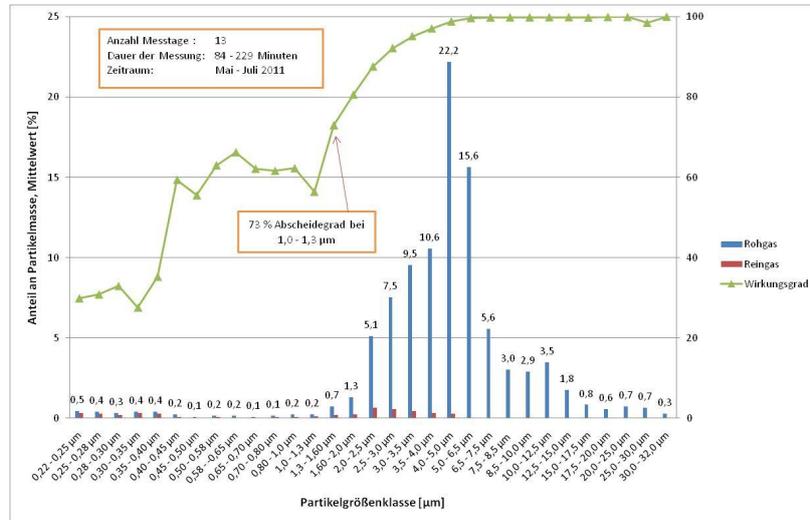
1. Ziele
2. Schwierige Rahmenbedingungen in der Geflügelhaltung
3. Material und Methoden
 - 3.1 Rohluft
 - 3.2 Verstaubungsanlagen
 - 3.3 Analysetechnik
4. Ergebnisse
5. Zusammenfassung und Ausblick

Dr. Jochen Hahne, Bundesforschungsanstalt für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, Institut für Agrartechnologie und Biosystemtechnik, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, Tel: 0531-596-4111, Email: jochen.hahne@vti.bund.de

Partikelabscheidung 2009, 2010



Partikelabscheidung 2011

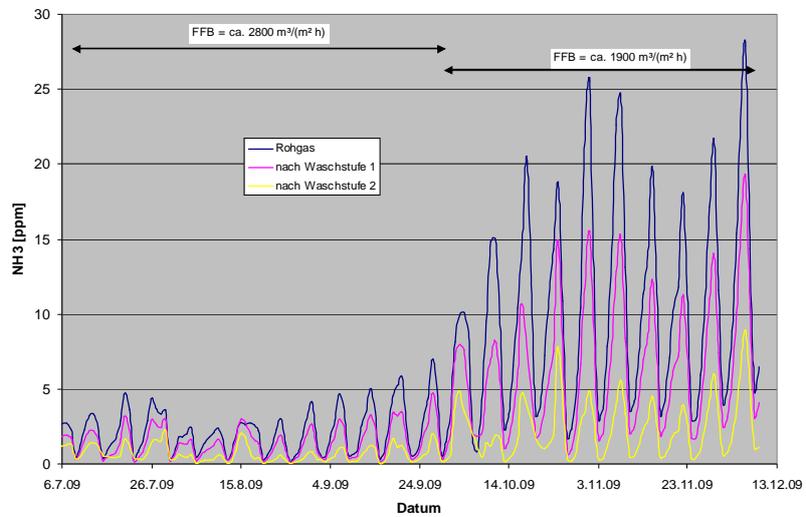


Staub als Stickstoffquelle

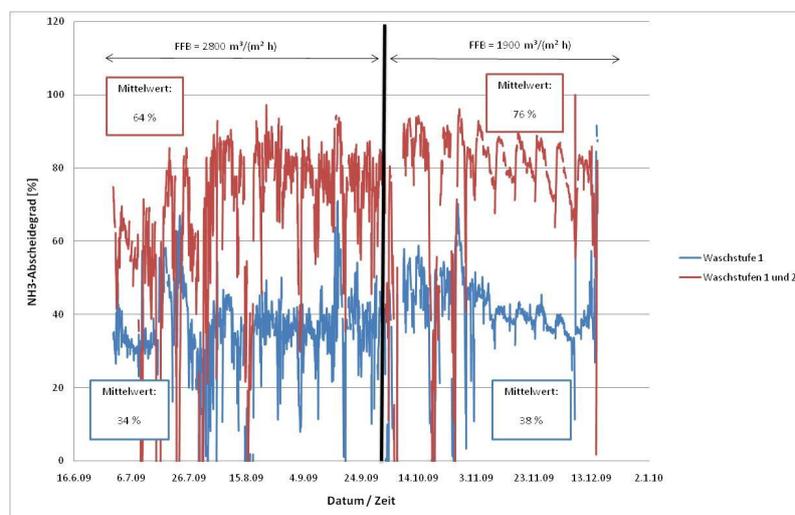
- Staub aus der Geflügelhaltung enthält erhebliche Mengen an Phosphor und Stickstoff

Parameter	Mittelwert	Minimum	Maximum
Gesamtstaub [mg/m ³]	0,8	0,1	16,0
davon Phosphor [%]	0,9	0,7	1,18
davon Stickstoff [%]	11,3	10,4	12,5

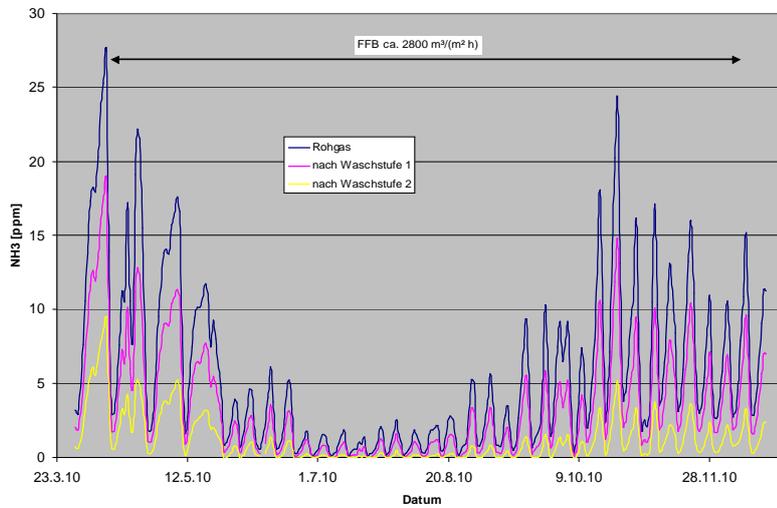
Verlauf und Reduzierung der NH₃-Konzentrationen im Versuchsbetrieb (2009)



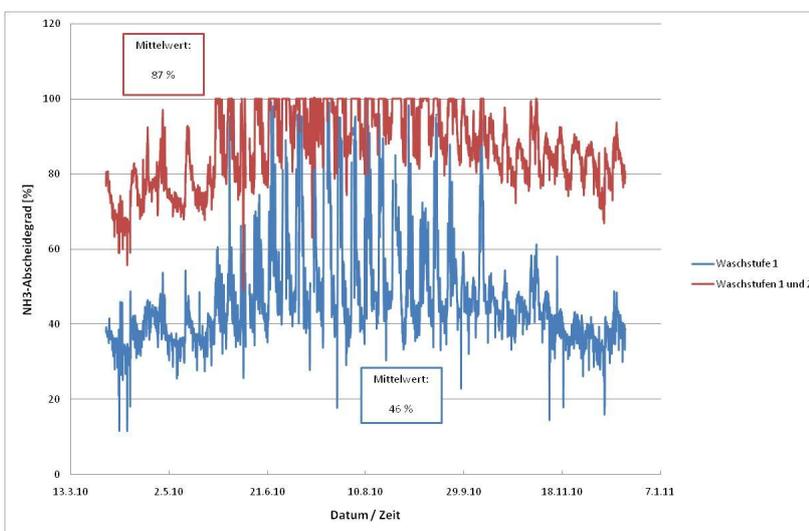
Wirkungsgrad der NH₃-Abscheidung (2009)



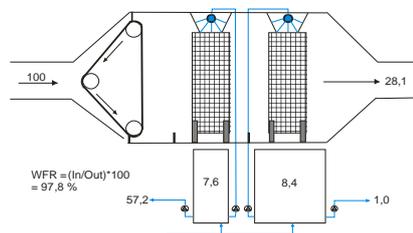
Verlauf und Reduzierung der NH₃-Konzentrationen im Versuchsbetrieb (2010)



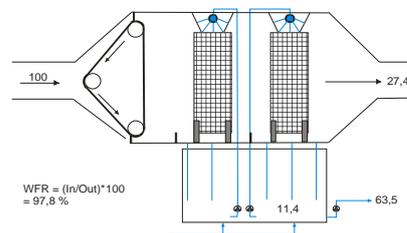
Wirkungsgrad der NH₃-Abscheidung (2010)



N-Bilanzierungen 2009 und 2010



- N-Abscheidung: 72 %
- Ammoniakminderung: 72 %
 - N₂O nicht erfasst
 - minimale NO_x-Produktion

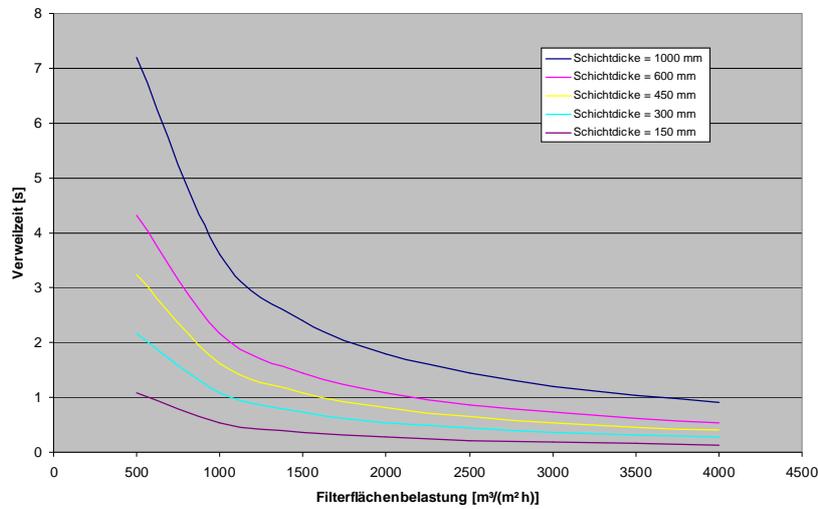


- N-Abscheidung: 73 %
- Ammoniakminderung: 78 %
 - keine N₂O-Produktion
 - keine NO_x-Produktion

Wichtige Verbrauchs- und Kenndaten der vorgestellten Verfahren

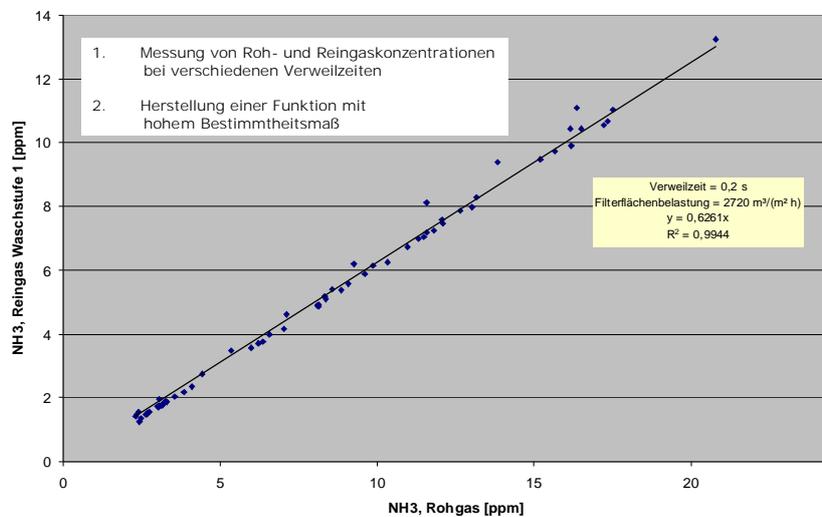
Parameter /Einheit	2009	2010
Frischwasser [l/1000 m ³ Rohgas]	4,2	4,1
Abwasser bei LF = 20 mS/cm [l/kg NH ₃ -N abgeschieden]	217	271
N im Abwasser bei LF = 20 mS/cm [g/kg]	Ø = 3,3	Ø = 3,1
Säureverbrauch (H ₂ SO ₄ , 96 %) [kg/kg NH ₃ -N abgeschieden]	3	3
Druckverlust Entstaubung [Pa] (FFB ~ 2800 m ³ /(m ² h))	54 – 99 Ø = 79	39 – 91, Ø = 64
Druckverlust Abluftreinigungsanlage [Pa]	94 – 143 Ø = 119	117 – 153 Ø = 134

Zusammenhang zwischen Schichtdicke, Filterflächenbelastung und Verweilzeit



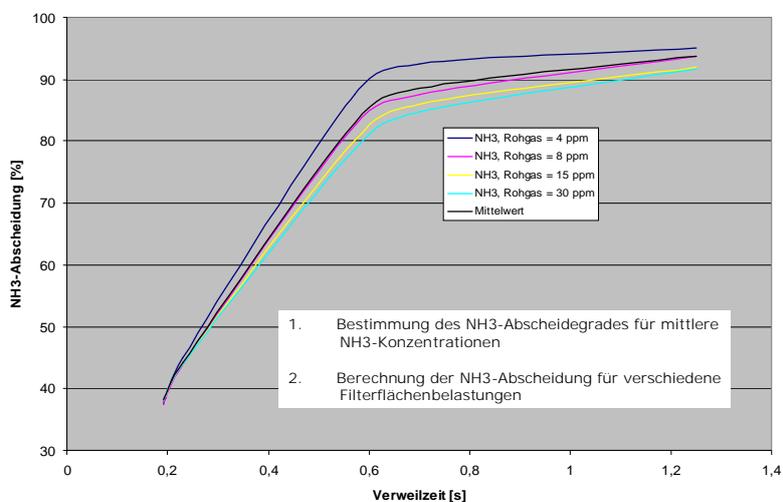
Bestimmung der Mindestverweilzeit für eine 70 %-ige NH₃-Abscheidung

Berieselungsdichte = $2 \times 4 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ h})$, pH, Waschwasser = < 5



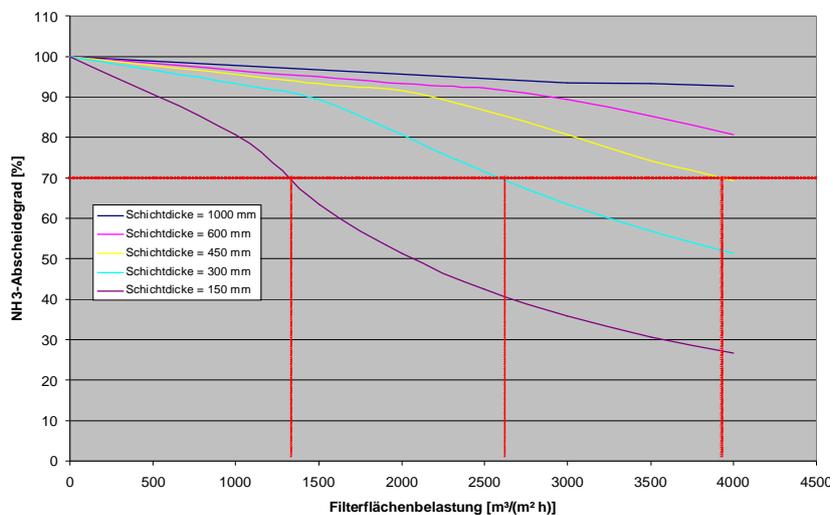
Geringer Einfluss der NH₃-Konzentration auf die NH₃-Abscheidung bei konstanten Verweilzeiten

Berieselungsdichte = $2 \times 4 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ h})$, pH, Waschwasser = < 5



NH₃-Abscheidegrad in Abhängigkeit der Verweilzeit in der Füllkörperschüttung

Berieselungsdichte = $2 \times 4 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ h})$, pH, Waschwasser = < 5



Abluftreinigung für die Geflügelhaltung:

Ergebnisse mehrjähriger Versuche zur Staub- und Ammoniakabscheidung



- 1. Ziele
- 2. Schwierige Rahmenbedingungen in der Geflügelhaltung
- 3. Material und Methoden
 - 3.1 Rohstoffe
 - 3.2 Verarbeitungsanlagen
 - 3.3 Analysetechnik
- 4. Ergebnisse
- 5. Zusammenfassung und Ausblick

Dr. Jochen Hahne, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, Institut für Agrartechnologie und Biosystemtechnik, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, Tel: 0531-596-4111, Email: jochen.hahne@vti.bund.de

Ziele und Zielerreichung



Ziele	Zielerreichung (2010)
Entwicklung und Bewertung von Verfahren	2 Verfahren mit relevanten Kenndaten
Abscheidung 70 % Gesamtstaub	✓
Abscheidung 70 % PM10	✓
Abscheidung 70 % PM 2,5	möglich, aber nicht sicher
Abscheidung Ammoniak 70 %	✓ (FFB ≤ 2800 m ³ /(m ² h), pH < 5, Verweilzeit > 0,4 s)
Rückgewinnung	möglich
Geruchsabscheidung	- mit Chemowäsche nicht möglich
Keine sekundären Spurengase	✓ (weitgehend)
Keine zu entsorgenden Abfälle	✓

- Die Abluftreinigungsanlage mit einer Trockenentstaubung und zwei Washwänden arbeitet sicher und zuverlässig und ist für den Einsatz in der Geflügelhaltung geeignet.
- Bei FFB von ca. $2800 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ h})$ betrug die Partikelabscheidung $69,7 - 86,7 \%$ ($\text{PM}_{2,0-2,5}$) bzw. $99,7 - 99,8 \%$ ($\text{PM}_{8,5-10}$).
- Die Ammoniakabscheidung liegt nach den N-Bilanzierungen zwischen 72 und 78% (pH , Washwasser < 5 , Berieselungsdichte = $2 \times 4 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ h})$). Die Verweilzeit ist für die Abscheidung entscheidend, nicht die Rohgaskonzentration. Eine Verweilzeit von $0,45 \text{ s}$ sollte für eine 70% -ige Abscheidung nicht unterschritten werden.
- Eine nennenswerte Abscheidung von Geruchsstoffen ist mit dem beschriebenen Verfahren noch nicht möglich. An einer entsprechenden Verfahrensstufe wird gearbeitet.