

## Gutachten

über die Leistungsfähigkeit des HI-TECH NATURE SYSTEM der  
Fa. Expansion Electronic bei der Abscheidung von belebten (Mikroorga-  
nismen) und unbelebten (Staub) Partikeln aus der Luft

Geprüftes Gerät: HI-TECH NATURE SYSTEM (HTNS) der  
Fa. EXPANSION ELECTRONIC S.r.l., Italien

Auftraggeber: Fa. EXPANSION ELECTRONIC S. r. l.  
Via delle industrie 18  
I-36050 Cartigliano (VI)  
Vicenza, Italien

Auftragnehmer: Institut für Lufthygiene  
Kluckstr. 35  
10785 Berlin

Datum: 22.05.2001

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>GEGENSTAND DES GUTACHTENS .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>GEPRÜFTES GERÄT .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>DURCHFÜHRUNG DER UNTERSUCHUNGEN .....</b>	<b>3</b>
3.1	Bestimmung der Abscheideleistung gegenüber Mikroorganismen .....	3
3.2	Bestimmung der Abscheideleistung des HTNS gegenüber luftgetragenen Partikeln.....	5
<b>4</b>	<b>ERGEBNISSE DER UNTERSUCHUNGEN .....</b>	<b>5</b>
4.1	Rückhaltevermögen des HTNS gegenüber dem natürlichen Außenluftspektrum (Gesamtkeimzahl).....	10
4.2	Rückhaltevermögen des HTNS gegenüber luftgetragenen Mikroorganismen bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 40 % r.F. ....	10
4.3	Rückhaltevermögen des HTNS gegenüber luftgetragenen Mikroorganismen bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 60% r.F. ....	11
4.4	Rückhaltevermögen des HTNS gegenüber luftgetragenen Mikroorganismen bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 90% r.F. ....	11
4.5	Rückhaltevermögen des HTNS gegenüber Partikeln (Staub).....	12
<b>5</b>	<b>BEWERTUNG .....</b>	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG.....</b>	<b>15</b>

## **1 Gegenstand des Gutachtens**

Das vorliegende Gutachten beschreibt das Ergebnis der Untersuchungen zur Leistungsfähigkeit des HI-TECH NATURE SYSTEM (HTNS) der Fa. EXPANSION ELECTRONIC S.r.l., Vicenza (Italien) bei der Abscheidung von luftgetragenen unbelebten Partikeln (Staub) und Mikroorganismen (Bakterien, Hefen, Schimmelpilze).

## **2 Geprüftes Gerät**

Zur Durchführung der unter Punkt 1 genannten Untersuchungen wurde seitens des Auftraggebers Fa. EXPANSION ELECTRONIC S.r.l. ein Mustergerät vom Typ HI-TECH NATURE SYSTEM (HTNS) zur Verfügung gestellt, bestehend aus 1 aus der laufenden Produktion stammenden modularen Filtrationseinheit (Modell M2D) und einem verzweigten Lüftungskanal mit insgesamt 5 Elektronen-Emittern, die im Innern des Luftkanals angeordnet sind und 2 Neutralisatoren, die sich am Luftkanal befinden, und 2 Revitalisatoren (Elektronen-Emittern), die unmittelbar hinter dem Neutralisator installiert sind. Der Lüftungskanal ist aus dem Material P3 DUCTAL der Fa. P3, Padova, Italien gefertigt. Der konstruktive Aufbau des HI-TECH NATURE SYSTEM (HTNS) sowie die technischen Daten der Filtrationseinheit und der elektrostatischen Zelle (Modell 115/3D Ölausführung) sind im Anhang, S. A 1 – A 3 abgebildet.

## **3 Durchführung der Untersuchungen**

Zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit des unter Punkt 2 genannten Gerätes hinsichtlich der Abscheidung bzw. Inaktivierung von Mikroorganismen (Bakterien, Hefen, Schimmelpilze) und Partikeln aus der Luft wurde das Gerät an ein Lüftungsventilatormodul mit Volumenstrom-Drossel der Fa. HANSA vom Typ HKG-5 angeschlossen.

### **3.1 Bestimmung der Abscheideleistung gegenüber Mikroorganismen**

Als Prüfluft wurde Außenluft verwandt, die vor der Ventilatereinheit künstlich mit definierten Konzentrationen an Bakterien und Hefen beaufschlagt wurde. Die Aerosol-aufgabe erfolgte parallel mit dem Aerosolgenerator ATM 225 der Fa. Leschke, Frankfurt-Oder und dem Aerosolgenerator K13 der Fa. Klimatechnik, Berlin. Als Testkeime wurden *Micrococcus luteus* als Vertreter der Bakterien und *Rhodotorula rubra* als Vertreter der Hefen verwendet. Zur Bestimmung der Wirksam-

keit des HTNS gegenüber Schimmelpilzen wurde Außenluft mit ihrem natürlichen Spektrum an Schimmelpilzen verwandt.

Zur Ermittlung der Leistungsfähigkeit des HTNS im o.g. Sinne wurde simultan im Kanal vor und hinter der elektrostatischen Filtrationseinheit, hinter den einzelnen Emittern und am Zuluftauslaß (hinter dem Neutralisator und Revitalisator) die Luftkeimzahl ermittelt. Die Messung erfolgte mittels 6-stufiger Andersen-Kaskaden-Impaktoren. Die Probenahmedauer betrug 5 min (Nachweis von *M. luteus*) bzw. 10 min (Nachweis von *R. rubra*, Schimmelpilzen) bei einem Volumenstrom von 28,3 l/min. Als Kollektorplatten wurden mit Trypton-Soja-Agar (Nachweis von *M. luteus*) bzw. Malzextrakt-Agar (Nachweis von *R. rubra*, Schimmelpilzen) befüllte Petrischalen (d=85 mm) verwendet.

Die Messungen wurden für jede Keimart als 3-fach-Bestimmung durchgeführt. Anschließend wurden die Agarschalen bei  $30 \pm 1^\circ\text{C}$  (Nachweis von *M. luteus*, *R. rubra*) bzw.  $20 \pm 1^\circ\text{C}$  (Nachweis von Schimmelpilzen) inkubiert und nach 4 bis 10 Tagen die Anzahl an makroskopisch sichtbaren Kolonien bestimmt. Die auf den 6 Stufen des Luftkeimsammelgerätes ermittelten KBE<sup>1</sup> – Werte wurden aufsummiert und über die drei Parallelmessungen gemittelt. Das Endergebnis wurde auf 1 m<sup>3</sup> Luft hochgerechnet. Anschließend wurde aus der Keimkonzentration vor und hinter der modularen Filtrationseinheit bzw. am Zuluftauslaß nach Formel 1 die prozentuale Reduktion an Keimen in der Luft ermittelt.

$$R[\%] = \frac{(c_{vor} - c_{hinter})}{c_{vor}} \cdot 100 \quad (1)$$

$c_{vor}$  = Keimkonzentration in der Luft vor der Elektrofiltrationseinheit

$c_{hinter}$  = Keimkonzentration in der Luft hinter der Elektrofiltrationseinheit / am Zuluftauslaß

Die Untersuchungen zur Ermittlung der Abscheideleistung des HTNS gegenüber Mikroorganismen erfolgte bei verschiedenen Luftgeschwindigkeiten und bei unterschiedlichen relativen Luftfeuchtigkeiten (unaufbereitete Außenluft, 40 % r.F., 60 % r.F und 90 % r.F). Tabelle 1 zeigt die Prüfbedingungen des HTNS.

---

<sup>1</sup> KBE = Koloniebildende Einheiten

Tabelle 1: Prüfbedingungen

Geschwindigkeit im Kanal (A= 0,162m <sup>2</sup> )	2,6 m/s; 4,6 m/s
Geschwindigkeit in der Zelle (A = 0,297 m <sup>2</sup> )	1,27 m/s; 2,25 m/s
Relative Luftfeuchte	entsprechend Außenluftfeuchte; 40%, 60%; 90%
Spannung Ionisationssektion	diese Daten werden nicht bekannt gegeben
Spannung Einfanglamellen	diese Daten werden nicht bekannt gegeben
Spannung Emmitter	diese Daten werden nicht bekannt gegeben
Spannung Neutralisator	diese Daten werden nicht bekannt gegeben
Spannung Revitalisator	diese Daten werden nicht bekannt gegeben

### 3.2 Bestimmung der Abscheideleistung des HTNS gegenüber luftgetragenen Partikeln

Die Bestimmung des Wirkungsgrades (Abscheideleistung) der modularen Filtrationseinheit EXPANSION ELECTRONIC Modell M2D gegenüber luftgetragenen Partikeln erfolgte bei den in Tabelle 1 aufgeführten Betriebsbedingungen. Als Prüfluft diente Außenluft. Die Bestimmung der Partikelkonzentration erfolgte simultan an den o.g. Meßpunkten mit dem Partikelzählgerät PM 28 DD der Firma Leschke getrennt in vier Korngrößenklassen zwischen 0,5 µm und > 5 µm. Die Probenahmedauer betrug 1 Minute bei einem Ansaugvolumen von 28,3 l / min. Die Meßergebnisse wurden auf 1 m<sup>3</sup> Luft hochgerechnet und der arithmetische Mittelwert aus drei parallel durchgeführten Einzelmessungen errechnet.

Die physikalischen Parameter Lufttemperatur, relative Luftfeuchtigkeit und Luftgeschwindigkeit wurden mit Hilfe des Meßgerätes Testo 400 der Firma Testo GmbH & Co. Deutschland, Lenzkirch, mit einer kombinierten Feuchte- / Temperatursonde und Flügelradanemometer zur Geschwindigkeitsmessung gemessen. Die Meßgenauigkeit dieses Meßgerätes beträgt ± 2 % für die Feuchtemessung, ± 0,4°C für die Temperaturmessung und ± 0,1 m/s für die Strömungsgeschwindigkeit.

## 4 Ergebnisse der Untersuchungen

Die folgenden Tabellen und Abbildungen zeigen die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen.

**Tabelle 2: Rückhaltevermögen gegenüber den Keimen in der unbehandelten Außenluft**

Testorganismus	v [m/s]	Konzentration [KBE/m <sup>3</sup> ]					RV-Filter	RV-HTNS
		MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	[%]	[%]
Gesamtkeimzahl <sup>3)</sup>	2,6 m/s	560	3	3	< NWG	< NWG	99,46	> 99,96
Gesamtkeimzahl <sup>3)</sup>	4,6 m/s	653	5	4	4	2	99,23	99,69

**Tabelle 3: Rückhaltevermögen bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 40%**

Testorganismus	v [m/s]	Konzentration [KBE/m <sup>3</sup> ]					RV-Filter	RV-HTNS
		MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	[%]	[%]
<i>M. luteus</i> <sup>1)</sup>	2,6 m/s	2.965	6	6	4	2	99,80	99,93
<i>M. luteus</i> <sup>1)</sup>	4,6 m/s	2.046	9	9	5	4	99,56	99,80
<i>R. rubra</i> <sup>2)</sup>	2,6 m/s	1.800	< NWG	< NWG	< NWG	< NWG	> 99,97	> 99,96
<i>R. rubra</i> <sup>2)</sup>	4,6 m/s	1.096	11	< NWG	< NWG	< NWG	99,00	> 99,96
Schimmelpilze <sup>3)</sup>	2,6 m/s	376	2	< NWG	< NWG	< NWG	99,47	> 99,96
Schimmelpilze <sup>3)</sup>	4,6 m/s	345	3	3	2	2	99,13	99,42

<sup>1)</sup> = *Micrococcus luteus* als Vertreter der Bakterien

<sup>2)</sup> = *Rhodotorula rubra* als Vertreter der Hefen

<sup>3)</sup> = Außenluftspektrum

NWG = Nachweisgrenze ( 1 KBE/m<sup>3</sup>)

RV = Rückhaltevermögen

HTNS = Hi-Tech Nature System

MP = Meßort

v = Luftgeschwindigkeit im Kanal

Meßorte:

1: vor der elektrostatischen Filtrationseinheit

2: hinter der Filtrationseinheit und hinter den Emittern I und II

3: hinter dem Emitter III

4: hinter den Emittern IV bzw. V

5: am Zuluftauslaß hinter dem Neutralisator und dem Revitalisator

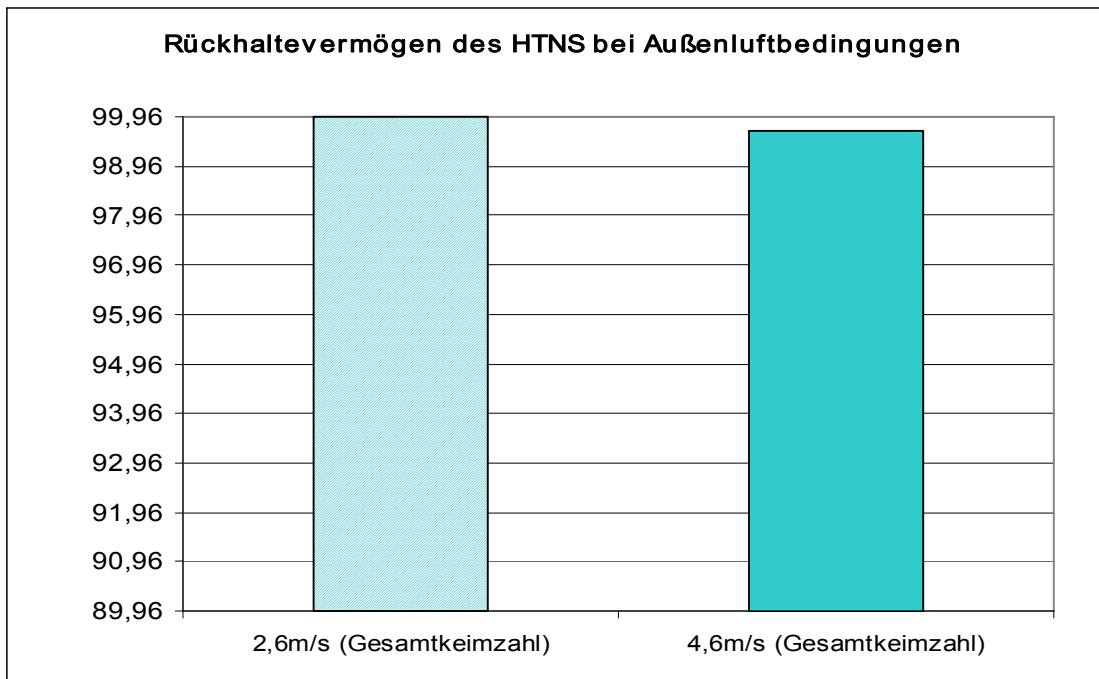


Abbildung 1: Rückhaltevermögen des HTNS gegenüber Mikroorganismen in der Außenluft

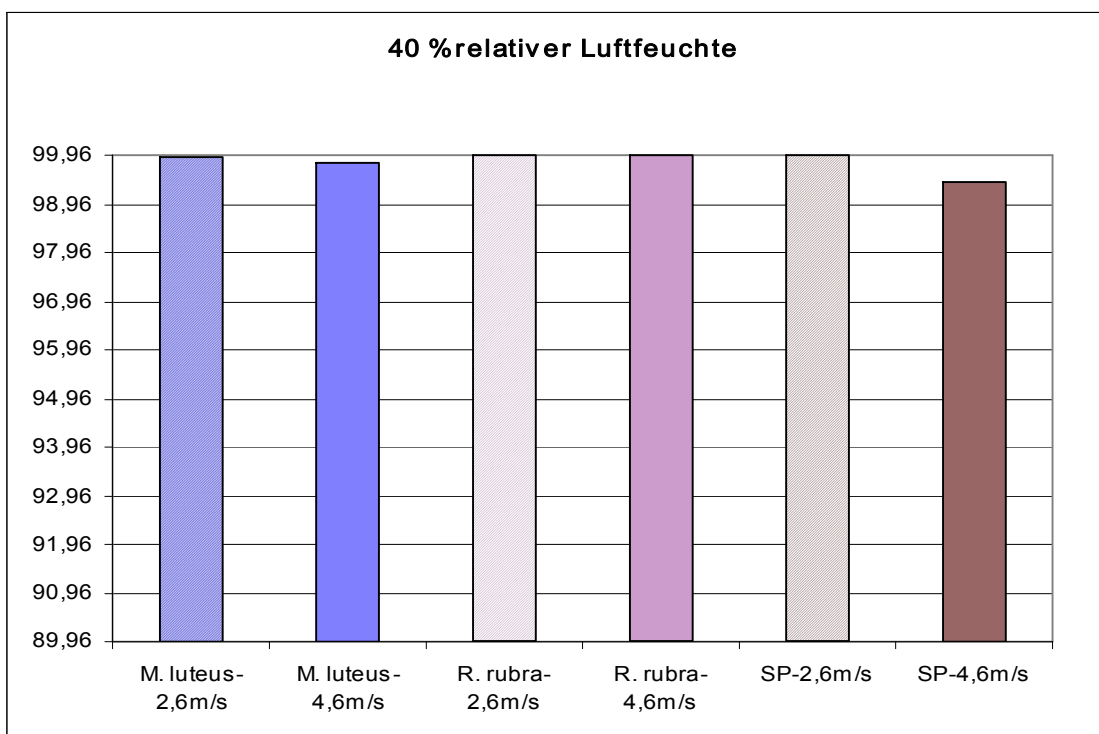


Abbildung 2: Rückhaltevermögen des HTNS gegenüber Mikroorganismen bei 40 % relativer Luftfeuchte (*M. luteus*, *R. rubra*, Schimmelpilze)

**Tabelle 4: Rückhaltevermögen bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 60%**

Testorganismus	v [m/s]	Konzentration [KBE/m <sup>3</sup> ]					Rückhaltevermögen	
		MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	Filter [%]	HTNS [%]
<i>M. luteus</i> <sup>1)</sup>	2,6 m/s	2.826	< NWG	< NWG	< NWG	< NWG	> 99,96	> 99,96
<i>M. luteus</i> <sup>1)</sup>	4,6 m/s	1.891	< NWG	< NWG	< NWG	< NWG	> 99,96	> 99,96
<i>R. rubra</i> <sup>2)</sup>	2,6 m/s	830	9	9	4	< NWG	98,92	> 99,96
<i>R. rubra</i> <sup>2)</sup>	4,6 m/s	567	10	9	4	4	98,24	99,29
Schimmelpilze <sup>3)</sup>	2,6 m/s	548	2	< NWG	< NWG	< NWG	99,64	> 99,96
Schimmelpilze <sup>3)</sup>	4,6 m/s	369	3	< NWG	< NWG	< NWG	99,19	> 99,96

**Tabelle 5: Rückhaltevermögen bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 90 %**

Testorganismus	v [m/s]	Konzentration [KBE/m <sup>3</sup> ]					RV-Filter	RV-HTNS
		MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	[%]	[%]
<i>M. luteus</i> <sup>1)</sup>	2,6 m/s	2.675	9	9	8	7	99,66	99,74
<i>M. luteus</i> <sup>1)</sup>	4,6 m/s	2.515	62	40	21	9	97,53	99,64
<i>R. rubra</i> <sup>2)</sup>	2,6 m/s	314	4	4	2	2	98,73	99,36
<i>R. rubra</i> <sup>2)</sup>	4,6 m/s	305	10	5	3	2	96,72	99,23
Schimmelpilze <sup>3)</sup>	2,6 m/s	439	9	9	7	7	97,95	98,41
Schimmelpilze <sup>3)</sup>	4,6 m/s	425	10	9	7	7	97,65	98,35

<sup>1)</sup> = *Micrococcus luteus* als Vertreter der Bakterien

<sup>2)</sup> = *Rhodotorula rubra* als Vertreter der Hefen

<sup>3)</sup> = Außenluftspektrum

NWG = Nachweisgrenze ( 1 KBE/m<sup>3</sup>)

RV = Rückhaltevermögen

HTNS = Hi-Tech Nature System

MP = Meßort

v = Luftgeschwindigkeit im Kanal

Meßorte:

- 1: vor der elektrostatischen Filtrationseinheit
- 2: hinter der Filtrationseinheit und hinter den Emittlern I und II
- 3: hinter dem Emitter III
- 4: hinter den Emittlern IV bzw. V
- 5: am Zuluftauslaß hinter dem Neutralisator und dem Revitalisator



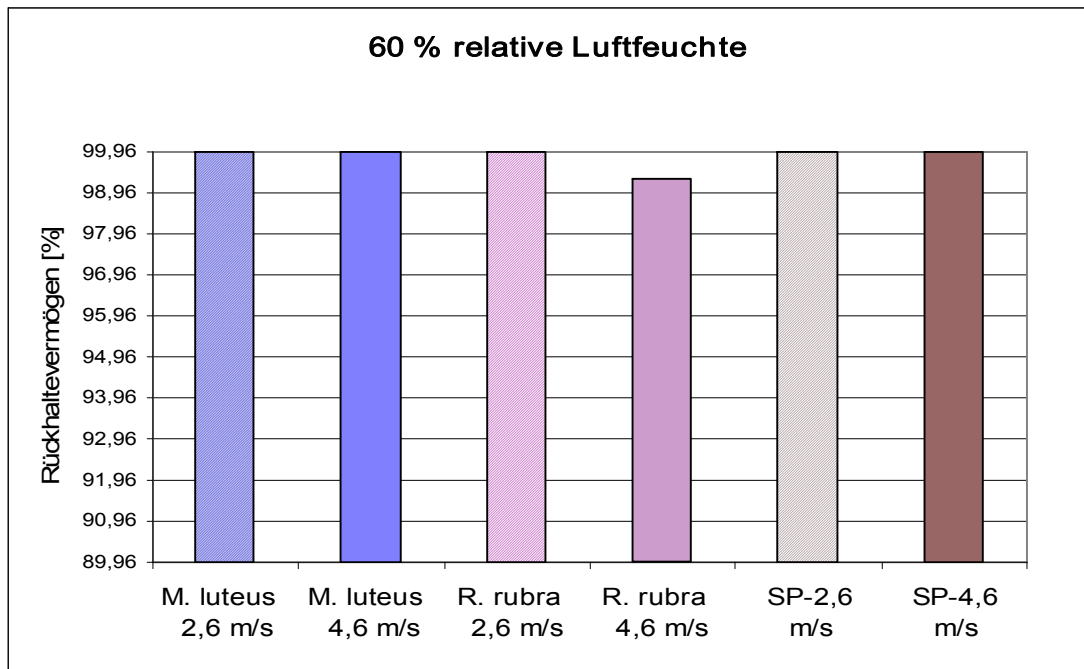


Abbildung 3: Rückhaltevermögen des HTNS gegenüber Mikroorganismen bei 60 % relativer Luftfeuchte (*M. luteus*, *R. rubra*, Schimmelpilze)

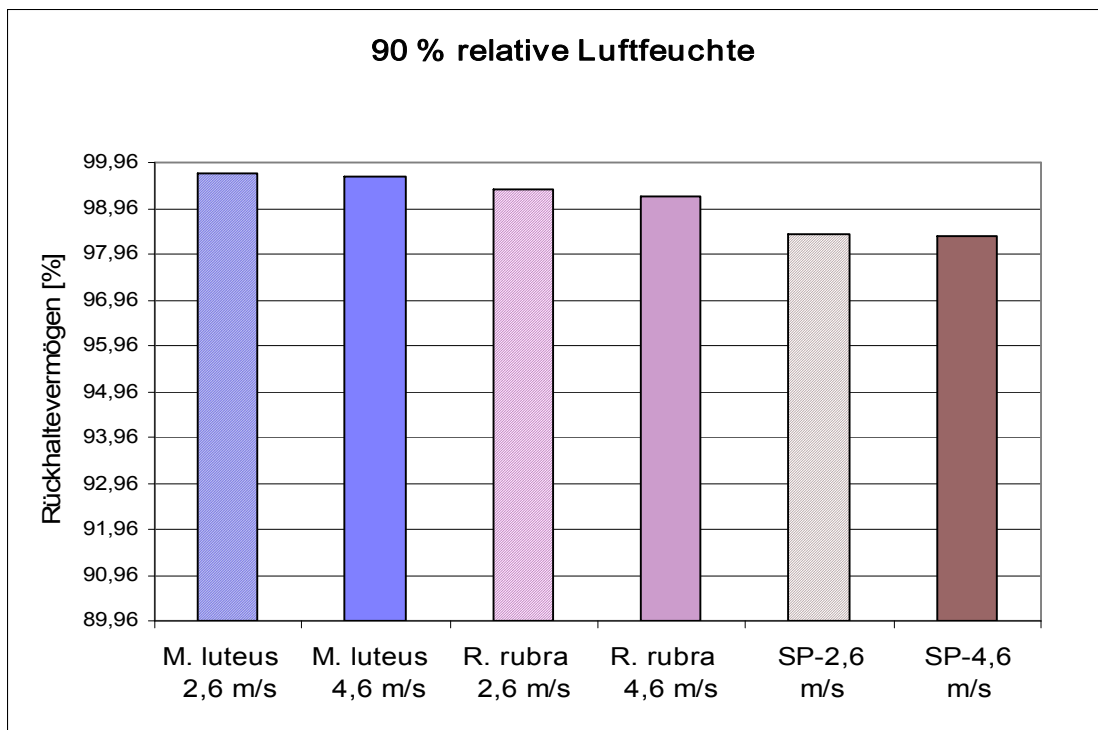


Abbildung 4: Rückhaltevermögen des HTNS gegenüber Mikroorganismen bei 90% relativer Luftfeuchte (*M. luteus*, *R. rubra*, Schimmelpilze)

#### 4.1 Rückhaltevermögen des HTNS gegenüber dem natürlichen Außenluftspektrum (Gesamtkeimzahl)

Das HTNS zeigte eine sehr starke Reduktion der in der angesaugten Außenluft vorhandenen Mikroorganismen von > 99,96 % ( $v=2,6 \text{ m/s}^2$ ) bzw. 99,69 % ( $v=4,6 \text{ m/s}^2$ ). Die Mikroorganismenkonzentration wurde von  $560 \text{ KBE/m}^3$  auf unterhalb der Nachweisgrenze ( $v=2,6 \text{ m/s}$ ) bzw. von  $653 \text{ KBE/m}^3$  auf  $2 \text{ KBE/m}^3$  ( $v=4,6 \text{ m/s}$ ) reduziert (Tabelle 2).

#### 4.2 Rückhaltevermögen des HTNS gegenüber luftgetragenen Mikroorganismen bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 40 % r.F.

Wie aus Tabelle 3 zu erkennen ist, wurde die Konzentration an Bakterien (*M. luteus*) in der Luft vor der Filtrationseinheit durch die Filterzelle von durchschnittlich  $2.965 \text{ KBE/m}^3$  ( $v=2,6 \text{ m/s}$ ) bzw.  $2.046 \text{ KBE/m}^3$  ( $v=4,6 \text{ m/s}$ ) auf  $6 \text{ KBE/m}^3$  ( $v=2,6 \text{ m/s}$ ) bzw.  $9 \text{ KBE/m}^3$  ( $v=4,6 \text{ m/s}$ ) reduziert. Am Zuluftauslaß wurden Werte von  $2 \text{ KBE/m}^3$  ( $v=2,6 \text{ m/s}$ ) bzw.  $4 \text{ KBE/m}^3$  ( $v=4,6 \text{ m/s}$ ) gemessen. Das HTNS bewirkte somit bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 40 % r.F. eine Reduktion der Bakterienkonzentration (*M. luteus*) in der Luft von 99,93 % ( $v=2,6 \text{ m/s}$ ) bzw. 99,80 % ( $v=4,6 \text{ m/s}$ ).

Die Konzentration an Hefen (*R. rubra*) wurde von durchschnittlich  $1.800 \text{ KBE/m}^3$  ( $v=2,6 \text{ m/s}$ ) bzw.  $1.096 \text{ KBE/m}^3$  ( $v=4,6 \text{ m/s}$ ) durch die Filtrationseinheit auf < NWG ( $v=2,6 \text{ m/s}$ ) bzw.  $11 \text{ KBE/m}^3$  ( $v=4,6 \text{ m/s}$ ) reduziert. Am Zuluftauslaß konnten keine Hefen mehr nachgewiesen werden. Das HTNS führte somit bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 40 % r.F. zu einer Reduktion der Hefen (*R. rubra*) in der Luft von > 99,96% ( $v=2,6 \text{ m/s}$  bzw.  $4,6 \text{ m/s}$ ).

Die Konzentration an Schimmelpilzen in der angesaugten Außenluft wurde von durchschnittlich  $376 \text{ KBE/m}^3$  ( $v=2,6 \text{ m/s}$ ) bzw.  $345 \text{ KBE/m}^3$  ( $v=4,6 \text{ m/s}$ ) durch die Filtrationseinheit auf  $2 \text{ KBE/m}^3$  ( $v=2,6 \text{ m/s}$ ) bzw.  $3 \text{ KBE/m}^3$  ( $v=4,6 \text{ m/s}$ ) reduziert. Am Zuluftauslaß wurden keine Schimmelpilze ( $v=2,6 \text{ m/s}$ ) bzw. Werte von  $2 \text{ KBE/m}^3$  ( $v=4,6 \text{ m/s}$ ) Schimmelpilzen nachgewiesen. Das HTNS führte zu einer Reduktion der natürlich in der Außenluft vorkommenden Schimmelpilze von > 99,96 % ( $v=2,6 \text{ m/s}$ ) bzw. 99,54 % ( $v=4,6 \text{ m/s}$ ) bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 40 %.

---

<sup>2</sup> Luftgeschwindigkeit im Kanal.

#### 4.3 Rückhaltevermögen des HTNS gegenüber luftgetragenen Mikroorganismen bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 60% r.F.

Bei einem relativen Luftfeuchtegehalt von 60 % r.F. wurde die Konzentration an Bakterien (*M. luteus*) von 2.826 KBE/m<sup>3</sup> (v=2,6 m/s) bzw. 1.891 KBE/m<sup>3</sup> (v=4,6 m/s) durch das HTNS auf < NWG (Tabelle 4) in beiden Geschwindigkeiten reduziert.

Hefen (*R. rubra*) wurden von durchschnittlich 830 KBE/m<sup>3</sup> (v=2,6 m/s) bzw. 567 KBE/m<sup>3</sup> (v=4,6 m/s) durch das HTNS auf < NWG (v=2,6 m/s) bzw. 4 KBE/m<sup>3</sup> (v=4,6 m/s) reduziert.

Die in der angesaugten Außenluft vorhandenen Schimmelpilze mit Konzentrationen von bis zu 550 KBE/m<sup>3</sup> konnten in der Luft am Zuluftauslaß nicht mehr nachgewiesen werden.

Das HTNS führte bei relativen Luftfechtigkeiten von 60 % r.F. zu einer Reduktion der Mikroorganismenkonzentration in der behandelten Luft von > 99,96 % (*M. luteus*, *R. rubra* bei 2,6 m/s, natürlich in der Außenluft vorkommende Schimmelpilze) bzw. 99,29 % (*R. rubra*, 4,6 m/s).

#### 4.4 Rückhaltevermögen des HTNS gegenüber luftgetragenen Mikroorganismen bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 90% r.F.

Bei der höchsten getesteten Luftfeuchte (90%r.F.) wurde die Konzentration an Bakterien (*M. luteus*) durch das HTNS von 2.675 KBE/m<sup>3</sup> auf 7 KBE/m<sup>3</sup> (v = 2,6 m/s) bzw. von 2.515 KBE/m<sup>3</sup> auf 9 KBE/m<sup>3</sup> (v=4,6 m/s) reduziert.

Hefen (*R. rubra*) wurden von durchschnittlich 312 KBE/m<sup>3</sup> auf 2 KBE/m<sup>3</sup> (v=2,6 m/s) bzw. von 259 KBE/m<sup>3</sup> auf 2 KBE/m<sup>3</sup> (v=4,6 m/s) reduziert.

Die in der angesaugten Außenluft vorhandenen Schimmelpilze wurden von 439 KBE/m<sup>3</sup> auf 5 KBE/m<sup>3</sup> (v=2,6 m/s) bzw. von 425 KBE/m<sup>3</sup> auf 7 KBE/m<sup>3</sup> (v=4,6 m/s) reduziert.

Das HTNS führte somit bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 90% r.F. zu einer Reduktion der Mikroorganismenkonzentration zwischen 98,35 % und 99,74 %.

#### 4.5 Rückhaltevermögen des HTNS gegenüber Partikeln (Staub)

Das Rückhaltevermögen des HTNS gegenüber luftgetragenen Partikeln  $< 0,5 \mu\text{m}$  bei verschiedenen Luftfeuchtigkeiten und für verschiedene Luftgeschwindigkeiten zeigen die Tabelle 6 und die Abbildung 5.

Tabelle 6: Auswirkung des HTNS auf die Partikelkonzentration in der angesaugten Außenluft

Luftgeschwindigkeit	2,6 m/s	2,6 m/s	4,6 m/s	4,6 m/s
rel. Luftfeuchte	60 %	90 %	60 %	90 %
<i>Partikelkonzentration / m<sup>3</sup></i>				
Meßort 1	155.437.100	164.539.243	172.450.954	175.247.389
Meßort 2	1.074.336	1.560.220	3.004.022	3.123.467
Meßort 3	948.290	1.382.570	2.854.125	3.100.247
Meßort 4	806.000	1.235.422	2.634.512	3.090.680
Meßort 5	805.622	1.020.573	2.512.430	3.078.914
<i>Rückhaltevermögen [%]</i>				
elektrostatische Filterzelle	99,31	99,05	98,26	98,22
HI-TECH NATURE SYSTEM	99,48	99,38	98,54	98,24

Bei 60% r.F. relativer Feuchte wurden die Partikel um 99,48 % ( $v = 2,6 \text{ m/s}$ ) bzw. 98,54 % ( $v = 4,6 \text{ m/s}$ ) reduziert. Bei 90 % relativer Luftfeuchte erfolgte eine Reduktion von 99,38 % ( $v = 2,6 \text{ m/s}$ ) bzw. 98,24 % ( $v = 4,6 \text{ m/s}$ ).

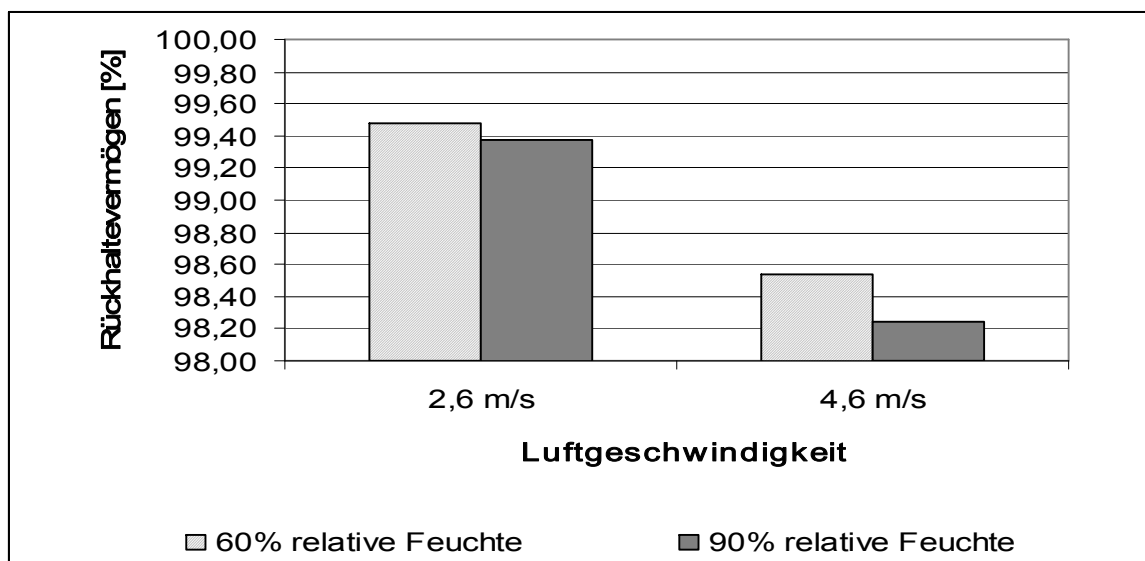


Abbildung 5: Rückhaltevermögen des HTNS gegenüber Partikeln

## 5 Bewertung

Die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen zeigen, daß das HTNS in der Lage ist, luftgetragene Bakterien (*M. luteus*), Hefen (*R. rubra*) und Schimmelpilze mit einem Wirkungsgrad von 98,53 bis > 99,96 % in Abhängigkeit von der Keimart und von der relativen Luftfeuchte aus der zu filtrierenden Luft zu entfernen. Gegenüber Partikeln wurden Rückhaltevermögen zwischen 98,24 und 99,48 % ermittelt. Allgemein lässt sich feststellen, dass mit steigender Luftgeschwindigkeit und Luftfeuchte das Rückhaltevermögen leicht abnimmt.

Die ermittelten Abscheidegrade der untersuchten Filtrationseinheit übersteigen die Abscheideleistung herkömmlicher Feinfilter (F5 - F9 gemäß DIN EN 779) erheblich und sind annähernd vergleichbar mit Luftfiltern der Filterklasse H 11 – H 13 entsprechend DIN EN 1882. Eine genauere Einstufung ist nur bei exakter Prüfung des HTNS gemäß DIN-EN 1882 möglich.

Aus den durchgeführten Untersuchungen ergibt sich, dass das HTNS umfangreiche Einsatzmöglichkeiten bietet:

Entsprechend den Resultaten der durchgeführten Untersuchungen ergeben sich durch den Einsatz des HTNS folgende Vorteile gegenüber herkömmlichen Tiefenfiltern (Taschen-, Zellen- oder Kassettenfiltern aus Glas-, Synthese- oder Zellulosefasermaterialien):

1. Höhere Abscheideleistung der elektrostatischen Filtrationseinheit (vgl. H 11 – H 13 gemäß DIN EN 1882);
2. Infolge von (1) : Reinhaltung der Lüftungskanäle (sichere Einhaltung der maximal zulässigen Staubflächendichte von 10 g/m<sup>2</sup> gemäß VDI 6022, Blatt 1 (7/98));
3. Die beim Einsatz von Taschen- und Kassettenfiltern mögliche Bildung und Freisetzung von mikrobiellen, toxischen Zerfallsprodukten wie z.B. Endotoxine ist entsprechend den Resultaten der durchgeführten Untersuchungen beim Einsatz des HTNS aufgrund der Verwendung von Elektrofiltern nicht bzw. nur in vernachlässigbarem Maße zu erwarten.
4. Die Abscheideleistung der elektrostatischen Filterzelle hängt grundlegend vom Partikeldurchmesser und der Fähigkeit der Partikel, elektrisch aufgeladen zu werden ab. Da die Partikeldurchmesser von *Legionellen* und von *M. luteus* in der gleichen Größenordnung liegen, ist davon auszugehen, dass die Abscheideleistung der Filterzelle des HTNS gegenüber *Legionellen* genauso hoch ist, wie gegenüber *Micrococcus luteus*.

5. Minimale und nahezu konstante Druckdifferenz;
6. Geringere Wartungskosten durch vielfache Regeneration der elektrostatischen Filterzellen.

Infolge seiner hygienischen, energetischen und wirtschaftlichen Vorteile ist das HTNS in einer Vielzahl von Anwendungsfällen zu empfehlen, insbesondere als 2. Filterstufe in den Bereichen

- Agrar- und Nahrungsmittelindustrie
- Pharmaerzeugnis
- Reinraum
- Krankenhaus
- Textil
- Druck- und Papier
- Tabak
- Standorten mit hoher Luftverschmutzung.

## 6 Zusammenfassung

Im Auftrag der Fa. EXPANSION ELECTRONIC S.r.l., Vicenza, Italien wurde basierend auf den orientierenden praktischen Untersuchungen unter Laborbedingungen ein Gutachten über das Rückhaltevermögen des HI-TECH NATURE SYSTEMS Expansion Electronic (HTNS) gegenüber luftgetragenen Mikroorganismen erstellt.

Hierzu wurde das HTNS an einen speziellen Klimaanlage-Prüfstand angeschlossen und die Konzentration an künstlich im Luftstrom vernebelten Mikroorganismen bzw. natürlicherweise in der angesaugten Außenluft vorhandenen Mikroorganismen simultan in der Luft vor und hinter der elektrostatischen Filtrationseinheit, hinter den einzelnen Emittlern und am Zuluftauslaß (hinter dem Neutralisator und dem Revitalisator) bei verschiedenen Luftgeschwindigkeiten und Luftfeuchtigkeiten bestimmt. Als Prüforganismen wurden *Micrococcus luteus* (Vertreter der Bakterien) *Rhodotorula rubra* (Vertreter der Hefen) und das natürliche Außenluftspektrum (Schimmelpilze, Gesamtkeimzahl) verwendet.

Die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen zeigen, daß das HTNS in der Lage ist, luftgetragene Bakterien (*M. luteus*), Hefen (*R. rubra*) und Schimmelpilze mit einem Wirkungsgrad von 98,53% bis > 99,96 % in Abhängigkeit von der Keimart und von der relativen Luftfeuchte aus der zu filtrierenden Luft zu entfernen. Gegenüber luftgetragenen Partikeln wurden Rückhaltevermögen zwischen 98,24% und 99,48 % ermittelt. Allgemein läßt sich feststellen, dass mit steigender Luftgeschwindigkeit und Luftfeuchte das Rückhaltevermögen leicht abnimmt.

Entsprechend den Resultaten der durchgeführten Untersuchungen ergeben sich durch den Einsatz des HTNS folgende Vorteile gegenüber herkömmlichen Tiefenfiltern (Taschen-, Zellen- oder Kassettenfiltern aus Glas-, Synthese- oder Zellulosefasermaterialien):

1. Höhere Abscheideleistung der elektrostatischen Filtrationseinheit (vgl. H11 – H13 gemäß DIN EN 1882);
2. Infolge von (1) : Reinhaltung der Lüftungskanäle (sichere Einhaltung der maximal zulässigen Staubflächendichte von 10 g/m<sup>2</sup> gemäß VDI 6022, Blatt 1 (7/98));
3. Die beim Einsatz von Taschen- und Kassettenfiltern mögliche Bildung und Freisetzung von mikrobiellen, toxischen Zerfallsprodukten wie z.B. Endotoxine ist entsprechend den Resultaten der durchgeführten Untersuchungen beim Einsatz des HTNS aufgrund der Verwendung von Elektrofiltern nicht bzw. nur in vernach-

Seite 15 von 16

lässigbarem Maße zu erwarten.

4. Die Abscheideleistung der elektrostatischen Filterzelle hängt grundlegend vom Partikeldurchmesser und der Fähigkeit der Partikel, elektrisch aufgeladen zu werden ab. Da die Partikeldurchmesser von Legionellen und von *M. luteus* in der gleichen Größenordnung liegen, ist davon auszugehen, dass die Abscheideleistung der Filterzelle des HTNS gegenüber Legionellen genauso hoch ist, wie gegenüber *Micrococcus luteus*.
5. Minimale und nahezu konstante Druckdifferenz;
6. Geringere Wartungskosten durch vielfache Regeneration der elektrostatischen Filterzellen.

Infolge seiner hygienischen, energetischen und wirtschaftlichen Vorteile ist das HTNS in einer Vielzahl von Anwendungsfällen zu empfehlen, insbesondere als 2. Filterstufe in den Bereichen Agrar- und Nahrungsmittelindustrie, Pharmaerzeugnis, Reinraum, Krankenhaus, Textil, Druck- und Papier, Tabak sowie in Standorten mit hoher Luftverschmutzung.