



**GUI – Gesellschaft für
Umwelt- und Innenraumanalytik
mbH**

Berliner Platz 12
41061 Mönchengladbach
Telefon: +49 / 2161 / 823 92 -0
Telefax: +49 / 2161 / 823 92 -22
E-Mail: info@gui-lab.de
www.gui-lab.de

PRÜFBERICHT

Ihr Zeichen/ Your Code:
Ihre Nachricht vom/ Your letter Date:

Mein Zeichen/ My Code:

Datum/ Date:
27.07.2010

Auftrags- Nr.: **100610-01**
Auftraggeber: **Rainbow Benelux**
Herr Edwin Huyzendveld
Van Rietlaan 11
3461 HW Linschoten

Prüfobjekt: **Rainbow[®] Reinigungssystem**

Auftragseingang: **02.06.2010**
Prüfzeitraum: **10.06.2010 – 27.07.2010**

Bankverbindung:
Stadtsparkasse Mönchengladbach
Kto.Nr.: 333 5924
BLZ: 310 500 00
IBAN: DE44 310 500 00 0003335924
SWIFT: MGLSDE33

Geschäftsführer:
Dr. Andreas Winkens VDI
Dipl.-Kfm. Norbert Krämer
Amtsgericht Mönchengladbach HRB 12304
USt-Id Nr.: DE 255 934 812
Steuer-Nr.: 121/5718/0930

Hinweis:

Bei der Veröffentlichung muss dieser Analysenbericht vollständig veröffentlicht werden. Eine auszugsweise Veröffentlichung könnte die Aussage des Analysenberichts verändern und bedarf der schriftlichen Genehmigung.



1. Aufgabenstellung

Wir wurden am 02.06.2010 von der Firma Rainbow Benelux damit beauftragt, den Staubsauger mit der Bezeichnung „Rainbow“ sequentiell analog der Prüfung mit der Auftrags Nr. 031210-01 zu prüfen.

Der Prüfumfang wurde auf folgende orientierende Prüfleistungen festgelegt:

- ∅ Optische Prüfung des Geräts auf Beschädigungen
- ∅ Prüfung des Hepa-Filters (Vorder- und Rückseite) auf Feuchtigkeit
- ∅ Messung des Volumenstromes
- ∅ Messung der Abscheideleistung gegenüber Raumlufstaub
- ∅ Messung der Abscheideleistung gegenüber realem Hausstaub
- ∅ Messung der Keimabscheideleistung

Alle oben genannten Leistungen wurden bei einem Betrieb des Gerätes mit Wasser erbracht. Zur Verwendung kam haushaltsübliches Wasser aus der Frischwasserleitung mit einer vom Wasserversorger für diese Region garantierten Wasserhärte von 2dH.

Für die Prüfungen wurde uns ein Muster des Modells „Rainbow“ vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt.



2. Versuchsbeschreibung

Zur Überprüfung der ausgelobten Eigenschaften des Rainbow Reinigungssystems wurden verschiedene orientierende Prüfungen durchgeführt.

So wurde die Abscheideleistung des Rainbow- Reinigungssystems gegenüber Hausstaub auf einem standardisierten Messstand geprüft. Als Hausstaub wurde eine aufbereitete, von Fasern $>100 \mu\text{m}$ gereinigte Hausstaubmischung verwendet, die in ihrer Partikelzusammensetzung als typisch für Haushalte in Deutschland gelten kann. Die Hausstaubproben wurden zuvor im Bundesgebiet in verschiedenen Haushalten eingesammelt. Zur Verwendung kam eine Anzahl von $n = 27$. Die Staubproben wurden nach den Aufbereitungsschritten homogenisiert. Anschließend wurde der Keimgehalt dieses Staubes ermittelt.

Neben der Staubabscheideleistung wurde die Abscheideleistung gegenüber Keimen (Schimmelpilze und Bakterien) während des Staubversuches festgestellt.

Die Bestimmung der Abscheideleistungen des Rainbow- Reinigungssystems wurde messtechnisch wie folgt durchgeführt:

Der Prüfling wurde mit einer aufkonditionierten und homogenisierten Hausstaubkonzentration von $500\text{mg}/\text{m}^3$ beaufschlagt. Aus der Ausblasluft wurden standardisierte Luftproben analog den gängigen Richtlinien und Normen entnommen. Zur Bestimmung der Staubabscheideleistung wurde der Feinstaubgehalt in der Abluft bestimmt. Zur Bestimmung der Keimabscheideleistungen wurden die Keimgehalte (Schimmelpilze und Bakterien) in der Abluft bestimmt.

Die Fein-/ Schwebstaubmessungen wurden optisch mit einem Laser-Partikelzähler vorgenommen.

Die Luftproben zur mikrobiologischen Analyse wurden nach dem Impaktionsverfahren durchgeführt. Zur Verwendung kam der mikrobiologische Präzisions-Air-Sampler MAS-100 der Firma MERCK. Verwendet wurden dabei Malzextrakt- Agarplatten und DG18- Agarplatten (für Schimmelpilze) und CASO- Agarplatten (für Bakterien), die in den Sampler



eingespannt und mit der durchgesaugten sporen- bzw. keimhaltigen Luft beaufschlagt wurden. Die Agarplatten wurden nach der Beprobung in einem Brutschrank unter definierten klimatischen Bedingungen gelagert.

Parallel zur der Erfassung der Daten für die Bestimmung der Abscheideleistungen wurden die klimatischen Daten der Abluft (Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit) mittels Datenlogger über den Versuchszeitraum erfasst.

Eine eventuelle Durchfeuchtung des Hepa-Filters wurde durch entsprechende Messungen vor und nach Inbetriebnahme des Geräts ermittelt. Der Feuchtigkeitsgehalt des Hepafilters wurde mit einer GANN Hydromette gemessen. Verwendet wurde dabei ein spezieller zerstörungsfreier Oberflächensensor (BF-60).

Die Versuchsdurchführung stellt sich im Einzelnen wie folgt dar:

1. Optische Prüfung des Geräts auf Beschädigungen
2. Vorbereiten und Einjustieren der Prüfstrecke
3. Befüllen des Flüssigkeitsbehälters
4. Einbau des Prüflings in die Prüfstrecke
5. Erfassen der Versuchdaten zu Volumenstrom, Abscheideleistung gegenüber Hausstaub, Abscheideleistung gegenüber Raumluftstaub, Abscheideleistung gegenüber Keimen, klimatischen Daten
6. Prüfung des Hepa-Filters (Vorder- und Rückseite) auf Feuchtigkeit
7. Versuchsende und Ausbau aus der Prüfstrecke
8. Auslitern des Schmutzwassers
9. Optische Prüfung des Geräts auf Beschädigungen und Reinigung gemäß Herstellerangabe.
10. Reinigung und Desinfektion der Prüfstrecke

3. Material und Methoden

3.1 Erfassung der klimatischen Daten ^[A]

Die Raum- und Ablufttemperaturen sowie die relativen Luftfeuchtigkeiten wurden mit dem Feuchtigkeits- und Temperatur - Datenlogger 177-H1 der Firma TESTO gemessen. Gemessen wurde parallel zu den laufenden Luftkeimmessungen. Der Luftdruck wurde mit einem Präzisionsbarometer bestimmt.

3.2 Ermittlung der relativen Feuchte des HEPA-Filters [nA]

Die Oberflächenfeuchten wurden mit einer „GANN Hydromette RTU 600“ gemessen. Verwendet wurde dabei ein spezieller Oberflächensensor (BF-60).

3.3 Bestimmung des Fein-/ Schwebstaubgehalts in der Raumluft ^[A]

Die Fein-/ Schwebstaubmessungen werden mit dem Laser-Partikelzähler SFP 3 isokinetisch vorgenommen. Gemessen wurde parallel zu den laufenden Luftkeimmessungen, wobei die einzelnen Messwerte anschließend gemittelt wurden. Man erhält den Gesamt-Feinstaubgehalt in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sowie eine Häufigkeitsverteilung in Abhängigkeit von der Partikelgröße.

3.4 Raumluftmessungen auf Luftkeime (Schimmelpilze und Bakterien) ^[A]

Die Luftproben wurden mit dem mikrobiologischen Präzisions-Air-Sampler MAS-100 der Firma MERCK durchgeführt. Verwendet wurden dabei Malzextrakt-Agarplatten und DG 18-Agarplatten (für Schimmelpilze) und CASO-Agarplatten (für Bakterien), die in den Sampler eingespannt und mit der durchgesaugten sporen- bzw. keimhaltigen Luft beaufschlagt werden. Eine in der Umgebungsluft durchgeführte Messung dient nach wissenschaftlichem Standard als Vergleich mit den in der Zuluft festgestellten Konzentrationen. Die Agarplatten wurden nach der Beprobung in einem Brutschrank unter definierten klimatischen Bedingungen gelagert. Die lebensfähigen und zum Koloniewachstum fähigen Pilz- und



Bakterieneinheiten (KBE = Kolonie bildende Einheit) wurden nach viertägiger Kultivierung bei 25°C ausgezählt. Die mikroskopische Bestimmung der Pilzarten erfolgte nach 14 Tagen. Die CASO-Agarplatten wurden nach der Beprobung in einem Brutschrank bei 32°C gelagert und nach 2 Tagen ausgezählt.

Legende:

- [A] akkreditiertes Verfahren
- [nA] nicht akkreditiertes Verfahren
- [F] Fremdvergabe
- [F_a] Fremdvergabe an akkreditiertes Labor
- [U] Vergabe im Unterauftrag



4. Ergebnisse

4.1 Optische Prüfung des Geräts

Das Gerät war zum Prüfzeitraum zu jedem Zeitpunkt optisch einwandfrei und funktionstüchtig. Es waren keine Beschädigungen am Gerät und/oder am Filter erkennbar.

4.2 Prüfung des Hepa-Filters auf Durchfeuchtung

Die Prüfung des Hepa-Filters auf Durchfeuchtung ergab jeweils sehr niedrige Werte. Werte ≤ 32 Digits beschreiben ein „trockenes“ Medium. Im Mittel wies der Filter einen Feuchtigkeitsgehalt von 11,5 Digits auf. Der Filter ist somit als „trocken“ einzustufen und birgt somit kein zusätzliches Risiko einer verstärkten Verkeimung.

4.3 Flüssigkeitsverlust über den Abluftstrom

Der Flüssigkeitsbehälter des Geräts wurde mit 2,0 Liter Wasser befüllt. Nach Beendigung des Versuchs wurde das Schmutzwasser ausgelitert. Es ergab sich eine durchschnittliche Schmutzwassermenge von 1,6 Liter. Daraus ergibt sich ein Flüssigkeitsverlust von 0,4 Liter Wasser während eines 30 minütigen Saugvorgangs. Diese Wassermenge muss mit der Ausblasluft abgeführt worden sein.

4.4 Klimatische Daten der Ausblasluft in zeitlicher Abhängigkeit zur Versuchsdurchführung

4.4.1 Temperatur

Es zeigt sich, dass bei Inbetriebnahme des Gerätes die Temperatur der ausgeblasenen Luft mit der Betriebsdauer ansteigt. Es findet eine Erwärmung durch die Motorwärme statt. Die Ausblasluft erwärmt sich dabei um etwa 11,5 Kelvin auf bis ca. 41,5 °C, die innerhalb von rund 24 min erreicht werden (vgl. Diagramm 1).

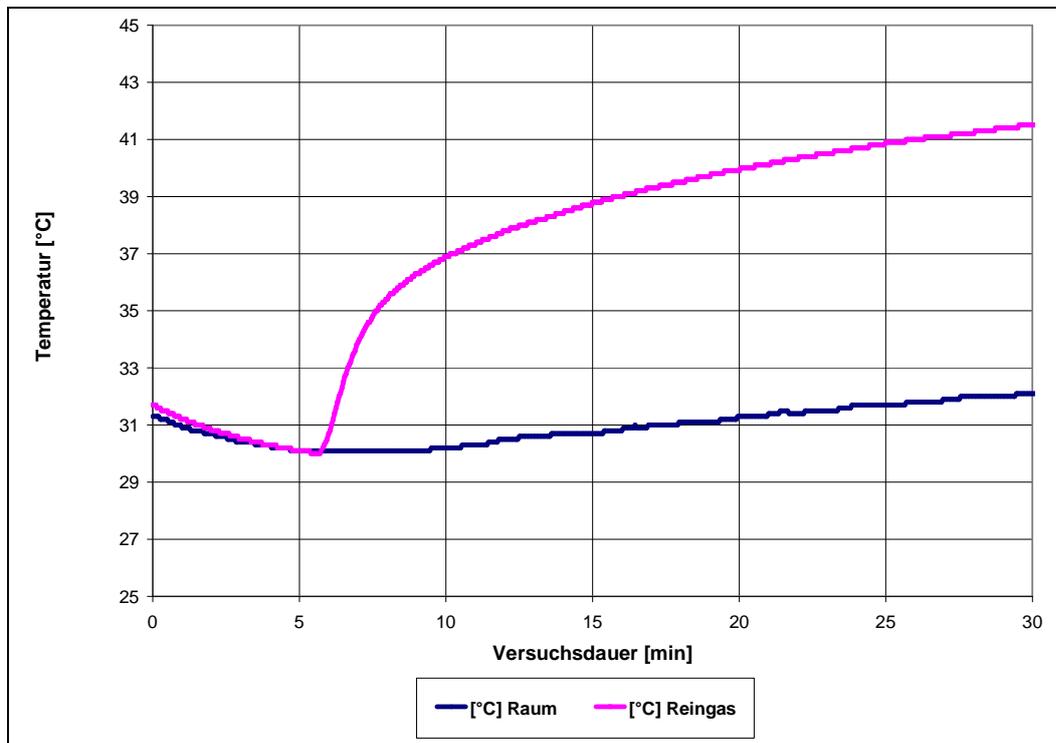


Diagramm 1: Temperaturverlauf bei Versuchsdurchführung

4.4.2 relative Luftfeuchte

Mit Inbetriebnahme steigt die relative Luftfeuchtigkeit sprunghaft an, um dann wieder auf ein unauffälliges Niveau abzufallen. Es ist zu vermuten, dass sich im Flüssigkeitsbehälter über der Wasserfläche eine mit Wasserdampf gesättigte Luftschicht gebildet hat, die bei Inbetriebnahme schnell ausgeblasen wird. Im späteren Betrieb beeinflusst die mitgerissene Wassermenge die relative Luftfeuchtigkeit der Ausblasluft (Reingas) nicht mehr signifikant.

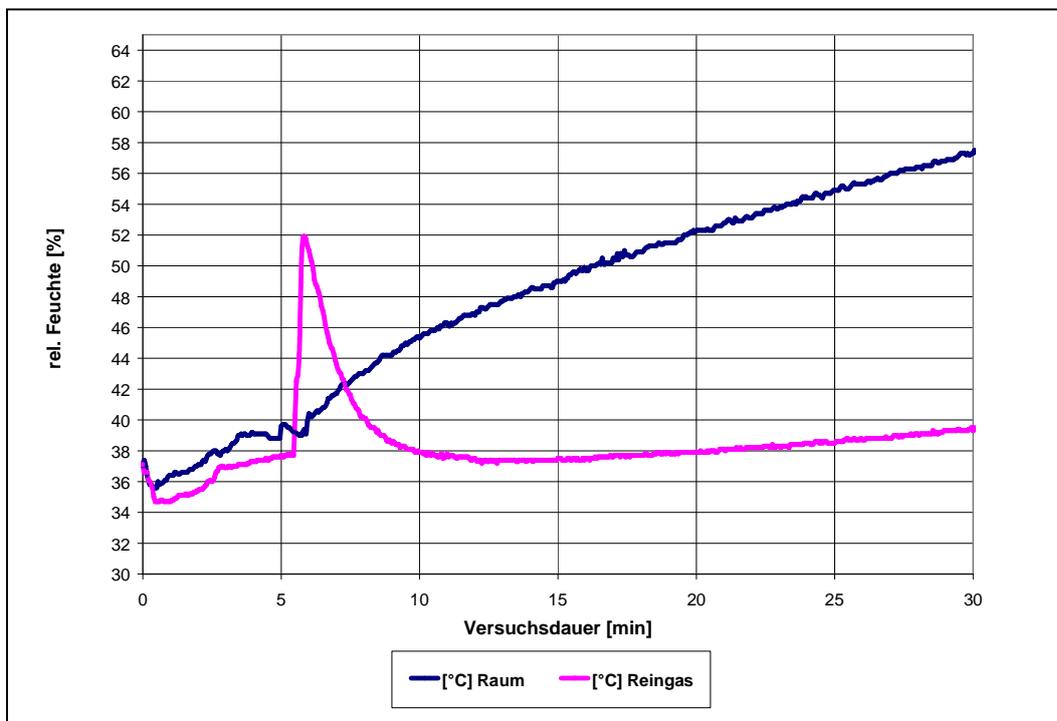


Diagramm 2: Verlauf der relativen Feuchte bei Versuchsdurchführung

4.5 Orientierende Ermittlung des Volumenstroms

Der Volumenstrom, den der Prüfling erzeugt, wurde in beiden Leistungsstufen (Luftstromregler geschlossen/ Luftstromregler geöffnet) orientierend ermittelt.

Folgende Volumenströme wurden ermittelt:

Mittlerer Volumenstrom:

1. bei geschlossenem Luftstromregler:

115,67 m ³ /h ≈ 116 m ³ /h
--
2. bei geöffnetem Luftstromregler:

88,81 m ³ /h ≈ 98 m ³ /h
--

4.6 Feinstaubgehalte an realem Hausstaub in der Ausblasluft

Die Staubbeladung der angesaugten Luft erfolgte in einer Konzentration von **500 mg_{Hausstaub}/m³_{Luft}**. Dies entspricht einer absoluten Staubmenge von 58 g_{Hausstaub}/h bei einem mittleren Volumenstrom von 116 m³/h bzw. 9,7g_{Hausstaub}/Versuchszeit (10 min).

Die ausgeblasene Luft wies eine mittlere Feinstaubkonzentration von ca. **7 µg/m³** auf. Die Ausblasluft weist trotz hoher Staubbeladung der eingesaugten Luft somit einen **sehr niedrigen** Gehalt an Feinstaub auf.

Übliche Feinstaubgehalte in Innenräumen liegen zwischen 20 und 100 µg/m³.

4.7 Feinstaubgehalte an Raumluftstaub in der Ausblasluft

Die Staubkonzentration der angesaugten Luft während des Versuches mit Raumluftstaub erfolgte in einer Konzentration von **0,0512 mg_{Staub}/m³_{Luft}**.

Die ausgeblasene Luft wies eine mittlere Feinstaubkonzentration von ca. **5 µg/m³** auf. Die Ausblasluft weist somit einen **sehr niedrigen** Gehalt an Feinstaub auf.

Übliche Feinstaubgehalte in Innenräumen liegen zwischen 20 und 100 µg/m³.

4.8 Ermittlung der Abscheideleistung gegenüber Hausstaub/Raumluftstaub

Aus den Feinstaubmessungen werden die Abscheideleistungen wie folgt berechnet:

$$\text{Abscheideleistung} = \frac{[(\text{Staubkonz. der Ansaugluft}) - (\text{Staubkonz. der Ausblasluft})]}{(\text{Staubkonz. der Ansaugluft})} (*100) [\%]$$

Somit ergeben sich folgende Abscheideleistungen

a) für realen Hausstaub (vgl. 4.6)

Staubkonzentration der eingesaugten Luft: 500 mg/m³

Abscheideleistung = 99,9986 %

b) für Raumluft (vgl. 4.7)

Staubkonzentration der eingesaugten Luft: 51,2 µg/m³

Abscheideleistung = 90,136 %

4.9 Ermittlung der Abscheideleistung gegenüber Keimen (Schimmelpilze und Bakterien)

Die Abscheideleistung gegenüber Keimen wurde mit konditioniertem realen Hausstaub ermittelt. Die Abscheideleistung gegenüber Keimen ergibt sich wie folgt:

$$\text{Abscheideleistung} = \frac{[(\text{Keimkonz. der Ansaugluft}) - (\text{Keimkonz. der Ausblasluft})]}{(\text{Keimkonz. der Ansaugluft})} (* 100) [\%]$$

Dabei errechnet sich die Keimkonzentration der eingesaugten Luft aus dem Feinstaubgehalt der eingesaugten Luft und der Keimbelastung des eingesetzten Hausstaubs, die vor Versuchsbeginn ermittelt wurde. Die Keimkonzentration der ausgeblasenen Luft wurde jeweils messtechnisch erfasst.

4.9.1 Keimbelastung des Hausstaubs

Die Keimkonzentrationen des eingesetzten Hausstaubs waren wie folgt:

- a) Schimmelpilzkonzentration: 350.000 KBE/g
- b) Bakterienkonzentration: 140.000 KBE/g

4.9.2 Keimkonzentration in der Abluft

Die ermittelten Keimkonzentrationen in der gefilterten Abluft des Prüflings sind als sehr gering einzustufen. Die Keimabscheideleistung beträgt über den gesamten Versuchszeitraum von 10 Minuten:

a) für Schimmelpilze

Abscheideleistung = 99,87 %

b) für Bakterien

Abscheideleistung = 99,93 %



Bewertung und Empfehlung¹

zu Bericht Nr.: 100610-01

- ∅ Die ausgeblasene Feinstaubmenge ist sehr gering.
- ∅ Gegenüber realem Hausstaub zeigen sich sehr hohe Abscheideleistungen.
- ∅ Gegenüber von der Raumluft getragendem Staub besteht eine hohe Abscheideleistung.
- ∅ Gegenüber Schimmelpilzen und Bakterien besteht eine hohe Abscheideleistung

Der „Rainbow“ scheidet in hohem Maße Stäube und Keime ab. Insgesamt zeigen sich bei der orientierenden Überprüfung des Gerätes ähnliche Ergebnisse wie die im Rahmen der umfangreichen Untersuchungen im Prüfbericht Nr. 031210-01.

Mönchengladbach, den 27.07.2010

(Dipl.-Ing. Frank Praetorius VDI)
- Technischer Leiter -

(Dr. Andreas Winkens VDI)
- Geschäftsführer -

¹ Die Bewertung und Empfehlung erfolgt auf Basis gültiger Grenzwerte, existierender Richt- oder Orientierungswerte sowie eigener Erfahrung.