

## Sicherheitswerkbanken – Schutzfunktionen und deren Grenzen

Thomas Hinrichs • Berner International GmbH • Elmshorn • Germany

Der Einfluss von Luftströmungen auf die Schutzfunktionen bei Sicherheitswerkbanken wird beschrieben. Die Schutzfunktionen in Form des Personen- und Produktschutzes wurden mittels mikrobiologischer Methode gemäß DIN EN 12469:2000 überprüft.

Das Leistungsvermögen in Form des „Performance Envelope“ wurde für eine **BERNER FlowSafe®** Sicherheitswerkbank ermittelt. Die Variation der Luftströmungsverhältnisse bei Sicherheitswerkbanken verringert das Leistungsvermögen und kann bis zum Verlust der Schutzfunktionen führen. Vergleiche zeigen, dass jede Sicherheitswerkbank konstruktionsbedingt Ihren eigenen PE und somit unterschiedliche Leistungsgrenzen aufweist.

### 1 Einleitung

Die elementarsten Eigenschaften einer Sicherheitswerkbank (SWB) stellen die Schutzfunktionen in Form des Personen- und Produktschutzes dar.

Die richtige Kombination von turbulenzarmer Verdrängungsströmung im Arbeitsraum und der Lufteintrittsströmung in die Arbeitsöffnung tet in Verbindung mit der Filtrierung von Partikeln grundsätzlich die funktionen.

Jede SWB verfügt konstruktionsbedingt über einen spezifischen Betriebspunkt, bei dem die Schutzfunktionen optimal sind. Strömungsmechanisch von hoher Bedeutung ist eine optimale Abstimmung zwischen der Lufteintritts- und Verdrängungsströmung – der sogenannten Wechselbeziehung (s. Abb. 1). [1]

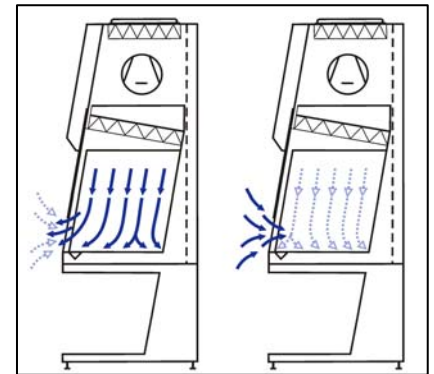


Abb. 1: Inflow und Downflow in der SWB

### 2 Materialien und Methoden

Tabelle 1 präsentiert die Ergebnisse bzgl. der Strömungsgeschwindigkeitsmessungen und mikrobiologischen Prüfung des Personen- und Produktschutz gem. DIN EN 12469 [2].

Zunächst wurde die SWB auf den spezifischen Betriebspunkt von 0,35m/s für die turbulenzarme Verdrängungs- und 0,44m/s für die Lufteintrittsströmung eingestellt.

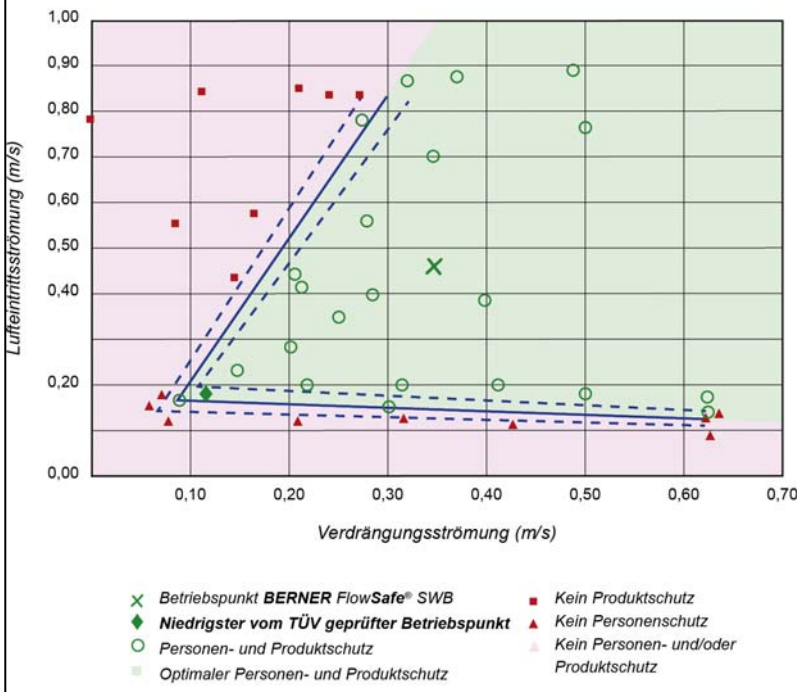
Anschließend sind die Strömungsverhältnisse gem. NSF 49 [3] stufenweise um 0,05 m/s verändert worden, bis ein oder mehrere Grenzwerte für den Personen- und/oder Produktschutz überschritten wurde oder die SWB bauartbedingt an Ihre strömungsmechanischen Grenzen stieß.

### 3 Resultate

Table 1: Detection reg. the performance limits of safety cabinets against airflow variation						
Test subject: Microbiological safety cabinet class 2, <b>BERNER FlowSafe®</b> B-[MaxPro]®-130, hA = 180 mm; Test specifications: DIN EN 12469 (09.2000); DIN 12980 (06.2005), NSF/ANSI 49 (01.2007); Location: BERNER R&D laboratory, Elmshorn, Germany.						
Test Materials: Nebulizer: collision nebulizer, model CN 31, $\bar{v}_n = 0,51 \pm m/s$ , $\Delta p = 1,4$ bar; Cylinder: stainless steel; d = 63 mm; Spore suspension: B. subtilis var. niger, ATCC 9372; Agar plates: trypticase soy agar, d = 90 and 150 mm; Thermal anemometer: Testo AG, model 454; Air capture hood: TSI GmbH model Accubalance®. Materials personal protection: $N_p \geq 5 \cdot 8 \times 10^5$ cfu; $N_p \geq 300$ cfu; Six impinger: model AGI 30, $V_i = 12,5$ l/min, $N_i \leq 10$ cfu; Two slit samplers: model FHF 5, $V_s = 30$ l/min, $N_s \leq 5$ cfu. Materials product protection: $N_p \geq 5 \cdot 8 \times 10^5$ cfu; $N_p \geq 300$ cfu; 25 agar plates: $N_p \leq 5$ cfu						
Tested protective function			Personal protection		Product protection	
Replicates each single airflow combination			5		3	
Airflow combinations					42	
Total number of tests			210		126	
Variable			Airflow		Protective function	
No.	Downflow	Inflow	$\bar{v}_d$ in [m/s]	$\bar{v}_i$ in [m/s]	Personal	Product
0	Operating point		0,35	0,44	Yes	Yes
1	Reduced	Reduced	0,11 - 0,32	0,19 - 0,40	Yes	Yes
2	Reduced	Reduced	$\leq 0,08$	$\leq 0,16$	No	Yes
3	Reduced	Raised	0,21 - 0,33	0,43 - 0,86	Yes	Yes
4	Reduced	Constant	0,08 - 0,27	0,83	Yes	No
5	Raised	Reduced	0,40 - 0,63	0,14 - 0,40	Yes	Yes
6	Constant	Reduced	0,64	$\leq 0,13$	No	Yes
7	Raised	Raised	0,37 - 0,50	0,44 - 0,89	Yes	Yes

Glossary: h<sub>f</sub>: Height of the front aperture in [mm];  $\bar{v}_n$ : Average discharge air flow velocity of the nebulizer in [m/s]; ATCC: American Type Culture Collection, Rockville, MD, USA; N<sub>p</sub>: Minimum number of spores delivered by the nebulizer per test in [cfu]; cfu: Colony forming unit; N<sub>i</sub>: Minimum number of spores on the control plate per test in [cfu]; N<sub>i</sub>: Limit of spores collected by six impinger per test in [cfu]; N<sub>s</sub>: Limit of spores collected by two slit sampler's per test in [cfu]; N<sub>s</sub>: Limit of spores collected with all agar plates per test in [cfu]; V<sub>i</sub>: Volume flow of each impinger in [l/min]; V<sub>s</sub>: Volume flow of each slit sampler in [l/min];  $\bar{v}_d$ : Average downflow velocity in the work room in [m/s];  $\bar{v}_i$ : Average inflow velocity in the work aperture in [m/s]

**Abb. 2:** Ergebnisse der mikrobiologischen Prüfung des Personen- und Produktschutzes in Abhängigkeit der Lufteintritts- und Verdrängungsströmung.



Es sind sieben grundsätzlich verschiedene Varianten mit insgesamt 42 einzelnen Strömungskombinationen realisiert worden. In 210 mikrobiologischen Prüfungen bzgl. des Personen- und 126 bzgl. des Produktschutzes konnten die Grenzen der Schutzfunktionen (s. Abb. 2) ermittelt werden.

Am Betriebspunkt, der Variable 0 sind bei einer Verdrängungsströmung von 0,35m/s und Lufteintrittsströmung von 0,44m/s alle Schutzfunktionen vorhanden.

Die Grenzwerte für den Personenschutz für die Variable 1 liegen bei 0,19m/s Verdrängungsströmung, 0,11m/s Lufteintrittsströmung.

Variable 2 zeigte mit einer strömung von unter 0,08m/s und trittsströmung von unter 0,18m/s aufgrund der insgesamt zu geringen kinetischen Energie der Luftströmungen ein Überschreiten der Grenzwerte für den Personenschutz.

Variable 3 zeigt die Grenzen hinsichtlich des Produktschutzes auf. Dies wird mit der Variablen 4 ab einer Verdrängungsströmung unter 0,27m/s und einer konstanten hohen überlagernden Lufteintrittsströmung von 0,83m/s mit dem Überschreiten der Grenzwerte der für den Produktschutz bestätigt.

Variable 5 zeigt die Grenzen hinsichtlich des Personenschutzes auf. Dies wird mit der Variablen 6 einer konstant hohen überlagernden Verdrängungsströmung von 0,64m/s und unter einer Lufteintrittsströmung von unter 0,13m/s mit dem Überschreiten der Grenzwerte für den Personenschutz bestätigt.

Bei der höchst möglichen Einstellung von Verdrängungsströmung 0,49m/s und Lufteintrittsströmung 0,89m/s für die Variable 7 lagen die Ergebnisse der Personen- und Produktschutz innerhalb der zulässigen Grenzwerte

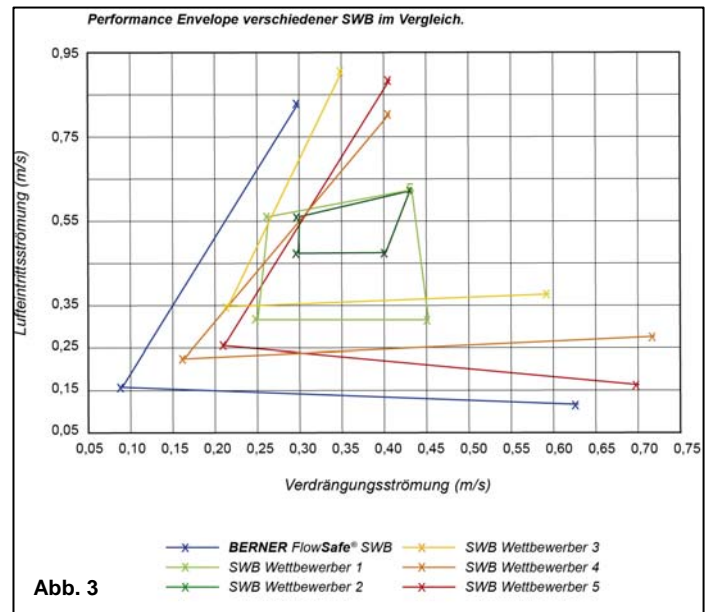
## 4 Diskussion

Die Leistungsgrenzen der Schutzfunktionen sind eine sehr wichtig Größe zur Determination des optimalen spezifischen Betriebspunktes jedes Modells, um die höchstmöglichen Schutzfunktionen zu gewährleisten. Wenn der spezifische Betriebspunkt sehr nah an den Leistungsgrenzen lokalisiert ist, kann jede minimale Veränderung in der Umgebung (z. B. Personenverkehr, Öffnen einer Tür) zu einer signifikanten Störung der SWB in ihren Schutzfunktionen führen.

Eine Reduzierung des Strömungsvolumens in der SWB zur Minimierung von Vibration, Schallpegel oder Erweiterung von Filterstandzeiten führt dazu, dass der spezifische Betriebspunkt sehr nah an der Leistungsgrenze der Schutzfunktionen liegt [4, 5].

Ein zu geringes Strömungsvolumen hat zur Folge, dass sowohl der Personen- als auch der Produktschutz nicht mehr gewährleistet sind. Ist die Lufteintrittsströmung erhöht und die Verdrängungsströmung gleichzeitig stark verringert, geraten Partikel aus dem Labor in den Arbeitsraum. Ist die Verdrängungsströmung wesentlich höher als die Lufteintrittsströmung, so gelangen Partikel aus dem Arbeitsraum in das Labor gelangen.

Zusätzlich wurden die Daten der **BERNER Safe®** SWB mit den Daten weiterer Hersteller [4, 6] verglichen (Abb. 3). Die Leistungsgrenze der Schutzfunktionen variieren stark zwischen den sechs verglichenen Modellen. Es zeigt sich deutlich, dass jedes Modell einen einzigartigen „Performance Envelope“ in Abhängigkeit von der Geometrie, der Arbeitsöffnungshöhe, Form und Größe der Arbeitsfläche und Positionierung des spezifischen Arbeitspunktes hat.



## 5 Zusammenfassung

Die Leistungsgrenzen der Schutzfunktionen wurden mittels mikrobiologischen Prüfverfahren unter extremen Strömungsgeschwindigkeiten für eine **BERNER FlowSafe®** SWB bestimmt. Sind Grenzwerte des mikrobiologischen Prüfverfahrens überschritten, ist ein sicheres Arbeiten an SWB nicht mehr gewährleistet.

Bei zwei SWB können z.B. dieselben Strömungsgeschwindigkeiten eingestellt sein, aber aufgrund unterschiedlicher Konstruktionseigenschaften ist das Schutzniveau nicht gleichwertig. Die Schutzfunktionen der SWB sind von einer Vielzahl von konstruktiven Faktoren abhängig [6].

Zusammenfassend kann man sagen, dass die **BERNER FlowSafe®** SWB im Vergleich zu anderen SWB den breitesten „Performance Envelope“ hat und somit die höchsten Schutzfunktionen gewährleistet.

## 6 Literaturverzeichnis

- [1] Hinrichs, T.; Safety cabinets in clean rooms: A fundamental protective device; labor&more; Succidia Verlag; 36-37; Darmstadt; 01.2009.
- [2] DIN EN 12469; Biotechnology – Performance criteria for microbiological safety cabinets; Beuth Verlag GmbH; Berlin; 09.2000.
- [3] NSF/ANSI 49 - 2007, Class II (Laminar Flow) biosafety cabinetry; Ann Arbor, Michigan; 2007
- [4] Jones, R.J., Stuart, D.G., Eagleson, D., Greenier, J., Eagleson, J.M., The effects of changing intake and supply air flow on biological safety cabinet performance. Appl. Occup. Environ. Hyg. 1990, 5 (6), 370-376.
- [5] Kruse, R. H., Barbeito, M. S.; History of the American Biological Safety Association Part III: Safety Conferences; 1978-1987; <http://www.absa.org/abohist3.html>
- [6] Esco Biotechnology Equipment Division; [Labculture Class II Type A2 Biohazard Safety Cabinet](http://escoglobal.com/biotech/PDF/LA216lowres.pdf); Esco Micro Pte. Ltd.; 2005; <http://escoglobal.com/biotech/PDF/LA216lowres.pdf>