

Dynamische Störungen und deren Einfluss auf die Schutzfunktion von Sicherheitswerkbänken

Von Gragert, S.; Harder, M.; Hinrichs, T.; Kamdem Medom, B.; Elmshorn

Sicherheitswerkbänke (SWB) sind in vielen biotechnologischen und pharmazeutischen Laboratorien eine wichtige Schutzeinrichtung für den sicheren Umgang mit Gefahrstoffen resp. gefährlichen biologischen Arbeitsstoffen [1-3]. Die Schutzfunktionen in Form des Personen-, Produkt- und Verschleppungsschutzes sind die elementaren Eigenschaften einer jeden Sicherheitswerkbank. Diese werden durch veränderte Luftströmungsverhältnisse ebenso beeinflusst, wie durch dynamische Störfaktoren in Form eines sich bewegenden Menschen. In einem zweijährigen Forschungsprojekt zusammen mit dem Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V. (IUTA) konnte aufgezeigt werden, dass der sich bewegende Mensch vor einer Sicherheitswerkbank und zu schnelle Armbewegungen in der Arbeitsöffnung die größten Störungen verursachen.

► 1 Einleitung

Bei der Handhabung von biologischen Arbeitsstoffen und Gefahrstoffen werden in pharmazeutischen und biotechnologischen Laboratorien sowie in medizinischen Einrichtungen Sicherheitswerkbänke (SWB) nach DIN EN 12469 [4] und nach DIN 12980 [5] für den Personen-, Produkt- und Verschleppungsschutz eingesetzt. Für den Personenschutz ist das Rückhaltevermögen an der Arbeitsöffnung der SWB von besonderer Bedeutung. Das Rückhaltevermögen beschreibt die Eigenschaft einer SWB, den Austritt von gefährlichen Partikeln durch die Arbeitsöffnung zu verhindern.

Die Definition der jeweiligen Schutzfunktion basiert auf einer bestandenen mikrobiologischen Prüfung gem. Stand der Technik

(Abb. 1) bei spezifischen Luftströmungsverhältnissen einer SWB.

Bei dieser Prüfung werden die Luftströmungen mit Bioaerosolen beaufschlagt. Ein Vernebler dispergiert die Bioaerosole aus einer apathogenen Sporensuspension von *Bacillus subtilis*. In verschiedenen Probenahmeverfahren werden aus- und übertretende luftgetragene Sporen gesammelt, inkubiert und ausgewertet. Diese mikrobiologische Prüfung ist das normative Verfahren in Europa, den USA und Asien zur Bestimmung der Schutzfunktionen von SWB [6-7].

Partikel überwinden die Luftbarriere in der Arbeitsöffnung einer SWB umso leichter:

a) je schneller und ungünstiger die Bewegungsmuster des an der SWB arbeiten-

den Personals und ggf. des an der SWB vorbeigehenden Personals sind,

b) je kleiner die Geschwindigkeiten der Lufteintrittsströmung in der Arbeitsöffnung (Inflow) und die der turbulenzarmen Verdrängungsströmung im Arbeitsraum (Downflow) der SWB sind,

c) je kleiner die Geschwindigkeit der Lufteintrittsströmung im Verhältnis zur Verdrängungsströmung ist.

Zu a):

In entsprechenden Merkblättern und Regelwerken werden aus diesem Grund vom Personal bestimmte Verhaltensregeln gefordert. Hierzu zählen z. B. langsame Armbewegungen innerhalb des Arbeitsraumes einer SWB sowie den Personenverkehr während der Tätigkeit an Sicherheitswerkbänken einzuschränken oder gar vollständig zu vermeiden [8, 9].

Im Merkblatt M620 der BGW [10] werden in Bezug auf die Mindestanforderungen der Betriebsanweisung für SWB u. a. folgende Verhaltensregeln aufgestellt:

- Störungen des laminaren Luftstroms vermeiden.
- Arbeiten nur mit Frontscheibe in Arbeitsposition durchführen.
- Ansaugöffnungen im Arbeitsraum der SWB und Abluftöffnungen nicht blockieren.
- Keine schnellen und heftigen Bewegungen.
- Zugluft verhindern (unter anderem Fenster, Türen geschlossen halten).

Auch im Merkblatt B011 der BGRCI [11] ist in den Verhaltensregeln u. a. der Passus „Starker Personenverkehr in der direkten Umgebung einer SWB ist zu vermeiden“ zu finden.



Abb. 1: Prüfstand der mikrobiologischen Prüfung des Personenschutzes gem. DIN EN 12469.

Zu b):

Die absoluten Werte von Inflow und Downflow werden aktuell von immer mehr Herstellern von SWB verringert. Gründe dafür sind z. B.

- Reduzierung des Schalldruckpegels
- Reduzierung von Vibrationen
- Verlängerung der Standzeit von Filtern und hiermit Reduzierung der Wartungskosten
- Verwendung von kleineren und i. d. R. günstigeren Ventilatoren

Luftströmungen dürfen nicht zugunsten eines niedrigen Schallpegels, eines geringeren Energieverbrauchs oder aber Verlängerung von Filterstandzeiten beliebig reduziert werden, da dies mit einer Minimierung resp. Versagen der Schutzfunktionen einhergehen kann [12, 13].

Zu c):

Jede SWB hat bauartspezifisch einen optimalen Betriebspunkt hinsichtlich der Strömungsgeschwindigkeiten an der Arbeitsöffnung (Inflow) und im Arbeitsraum (Downflow). Diese strömungsmechanische „Inflow-Downflow“ Wechselbeziehung (Abb. 2) ist in den USA eine bekannte Tatsache [14]. Nach der amerikanischen Norm NSF 49 für mikrobiologische Sicherheitswerkbanken sind zusätzliche Prüfungen hinsichtlich der Schutzfunktionen durchzuführen.

Die unter Punkt a) beschriebene Problematik wird noch verstärkt, wenn wie unter Punkt b) beschrieben, die Strömungsgeschwindig-

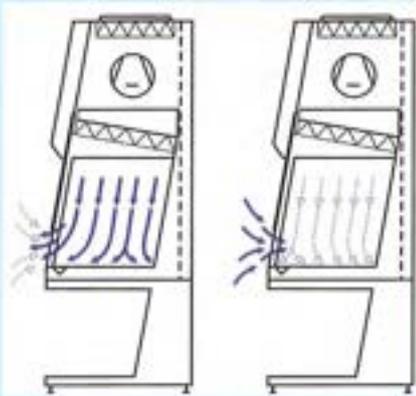


Abb. 2: Wechselbeziehung der Lufteintritts- vs. Verdrängungsströmung bei Sicherheitswerkbanken in der Seitenansicht.

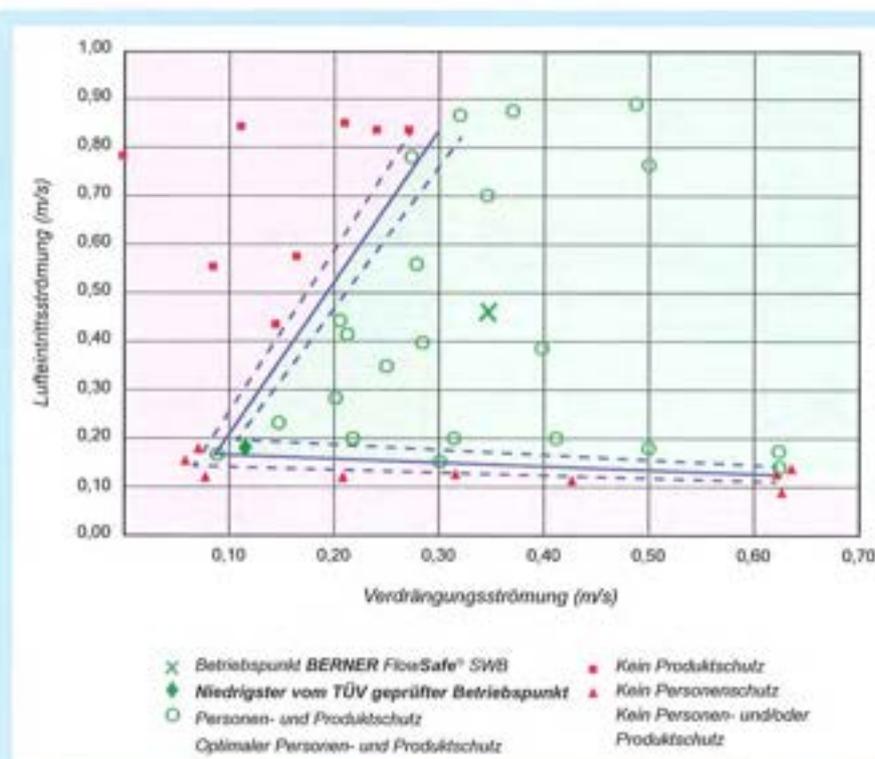


Abb. 3: Ergebnisse der mikrobiologischen Prüfung des Personen- und Produktschutzes in Abhängigkeit der Lufteintritts- und Verdrängungsströmung

keiten von Inflow und Downflow reduziert werden. Durch die reduzierten Strömungsgeschwindigkeiten reagieren die Sicherheitswerkbanken empfindlicher auf Störströmungen, z. B. aufgrund ungünstiger Bewegungen des Personals. Formal bestehen auch diese SWB die für die Zulassung vorgeschriebene Prüfung bzgl. der Schutzfunktion an der Arbeitsöffnung. In der Praxis, wenn im Vergleich zu den Prüfbedingungen weniger ideale Umgebungs- und Betriebsbedingungen vorherrschen, arbeiten die Sicherheitswerkbanken möglicherweise aber bereits im kritischen Grenzbereich. Schon bei geringeren Störungen der Luftströmung im Nahbereich der Arbeitsöffnung kann dann die Schutzfunktion der SWB reduziert und der Austritt von gefährlichen Partikeln aus dem Inneren der SWB in das Labor begünstigt werden.

Die empfohlenen Verhaltensregeln ans Personal während des Arbeitens an der SWB erlangen in diesen Fällen eine noch größere Bedeutung. Insbesondere detaillierte und nachvollziehbare Beschreibungen, wie „langsame Bewegungen“ in der Praxis durchzuführen sind, existieren nicht. In der täglichen Arbeitsroutine ist das Personal somit auf das eigene „Gefühl“ angewiesen.

In der Realität erfolgt die Prüfung des Personenschutzes an der Arbeitsöffnung einer SWB gem. DIN EN 12469 resp. DIN 12980, ohne dass der Mensch während der Prüfung anwesend ist (Abb. 1).

► 2 Material und Prüfmethode

2.1 Ohne Störung

Die Strömungsgeschwindigkeiten der BERNER FlowSafe® SWB wurden zunächst entsprechend den Herstellerangaben auf den spezifischen Betriebspunkt mit:

- 0,35 m/s Verdrängungsströmungsgeschwindigkeit und
- 0,44 m/s Lufteintrittsströmungsgeschwindigkeit eingemessen.

Um das angestrebte Ziel, den Verlust der Schutzfunktionen, zu erreichen wurde dann die Lufteintritts- und Verdrängungsströmungsgeschwindigkeit der SWB solange stufenweise gem. NSF 49 reduziert bis die Schutzfunktionen nach Norm nicht mehr vorhanden waren (Abb. 3). Die Schutzfunktion der SWB bei reduzierten Strömungs-

verhältnissen außerhalb des Betriebspunktes der SWB wurde bei allen Einstellungen mittels der mikrobiologischen Prüfung gem. DIN EN 12469 ermittelt.

Um den Einfluss von externen Faktoren auf die Leistung bzw. Schutzfunktion der SWB zu prüfen, wurden während der Prüfung des Personenschutzes definierte Störobjekte vor und in der SWB platziert.

Als Störobjekte dienten in diesem Forschungsprojekt:

- Eine Dummy-Puppe, zur Ermittlung des Einflusses der arbeitenden Person,
- ein Roboterarm, für Bewegungen in der Arbeitsöffnung und innerhalb der SWB und
- eine bewegte Platte, zur Simulation von Bewegungen außerhalb der SWB.

2.2 Störung „Person vor der SWB“

Als Störfaktor wurde eine Dummy-Puppe (Abb. 4) eingesetzt, die eine vor der SWB sitzende bzw. arbeitende Person simuliert. Diese wurde in der Mitte der SWB so positioniert, dass sie keinen Einfluss auf die aufgestellten Luftkeimsammler hat. Der Abstand von Kopf und Brust zur Frontscheibe wurde gemessen und der Sitzposition einer arbeitenden Person angepasst. Die Eindringtiefe der Arme der Dummy-Puppe in die SWB betrug 25 cm.

2.3 Störung „Bewegter Arm“

Um den Einfluss von Störströmungen innerhalb der Arbeitsöffnung und des Arbeitsraumes der SWB zu untersuchen, wurde ein Roboterarm als externer Störfaktor (Abb. 5) eingesetzt. Dieser war so konzipiert, dass er wie der Arm einer arbeitenden Person in einer Ebene bewegt werden konnte. Außerdem konnten reproduzierbare Bewegungsmuster realisiert werden. Der Roboterarm wurde mittig vor der SWB platziert und ragte 55 cm in den Arbeitsraum der SWB hin. Während der Prüfsequenz schwenkte er von der Mittenposition um $\pm 55^\circ$ nach links bzw. nach rechts. Dabei bewegte sich der Arm zusätzlich um 11 cm aus der SWB heraus. Diese Bewegung ist der Schulterbewegung einer an der SWB arbeitenden Person nachempfunden.

2.4 Störung „Bewegter Mensch“

Eine sich bewegende Person wurde durch eine Platte simuliert, welche parallel zur



Abb. 4: Störung „Person vor der SWB“ während der Prüfung des Personenschutzes.



Abb. 5: Störung „Bewegter Arm in der Arbeitsöffnung und im Arbeitsraum“ während der Prüfung des Personenschutzes

SWB vorbeilief und potentiellen Einfluss auf die Schutzfunktion der SWB nehmen konnte. Die Abmaße und Randbedingungen der bewegten Platte wurden der DIN EN 14175-3 „Robustheit der Rückhaltevermögens von Laborabzügen“ entnommen [14]. In Abbildung 6 ist der Versuchsaufbau zur Prüfung des Personenschutzes mittels mikrobiologischer Prüfung dargestellt.

Die Startposition ist die Mitte der Lineareinheit auf der die 400mm breite und 1900mm hohe Platte montiert war. Diese war 40 cm von der Arbeitsöffnung der SWB entfernt. Von dieser Position fuhr sie ca. 80 cm über die Außenkanten der SWB hinaus. An der Endposition angekommen, fuhr die Platte nach einer Verweilzeit von 30 Sekunden wieder zur anderen Seite zurück. Während der gesamten Prüfung bewegte sich die Platte mit einer Geschwindigkeit von $1,0 \pm 0,1$ m/s parallel zur Vorderseite der SWB.

2.5 Theoretische Betrachtung mittels numerischer Simulation

Parallel zur Prüfung des Personenschutzes wurde am IUTA die Strömungssituation als instationärer Vorgang mittels der numerischen Simulationssoftware FLUENT berechnet. Da sich durch die bewegte Platte das Rechengitter zeitlich veränderte, wurde zur Berechnung das sogenannte MDM (Moving Deforming Mesh) – Verfahren eingesetzt. Um die Arbeitsbedingungen möglichst realistisch nachzubilden, wurde



Abb. 6: Störung „Bewegter Mensch vor der SWB“ während der Prüfung des Personenschutzes.

zusätzlich zur bewegten Platte eine vor der SWB sitzende Person in das numerische Modell integriert. Abb. 7 zeigt in der Vektordarstellung die unterschiedlichen Beiträge der Strömungsgeschwindigkeiten durch unterschiedliche Farben (blau: kleine Geschwindigkeit, grün: größere Geschwindigkeit).

► 3 Ergebnisse

Detaillierte Ergebnisse sind Tabelle 1 und den Abbildungen 8 und 9 zu entnehmen.

3.1 Ohne Störung

Die Leistungsgrenze der untersuchten SWB bzgl. des Personenschutzes liegt bei $0,19$ m/s bzgl. des Personenschutzes liegt bei $0,19$ m/s Lufteintrittsströmung und $0,09$ m/s Verdrängungsströmung. Bezogen auf den Be-

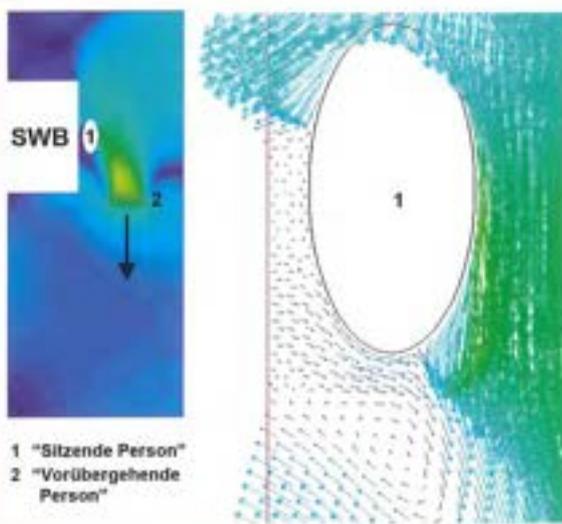


Abb. 7:
Bewegte Platte
 („Vorübergehende
 Person“) und sitzende
 Person vor der SWB im
 Simulationsraum (links)
 und zugehörige
 Geschwindigkeitsvektoren
 4 s nach dem Start der
 bewegten Platte (rechts).

triebspunkt (0,44m/s / 0,35m/s) ist somit eine theoretische Strömungsreduzierung um bis zu 57% bzw. 74% möglich.

3.2 Störung „Person vor der SWB“

Die Leistungsgrenze bzgl. des Personenschutzes mit einer starren Person als Stör-

faktor vor der SWB liegt bei 0,19 m/s Lufteintrittsströmung und 0,13 m/s Verdrängungsströmung. Bezogen auf den Betriebspunkt ist eine theoretische Strömungsreduzierung um bis zu 57% bzw. 63% möglich.

3.3 Störung „Bewegter Arm“

Die Leistungsgrenze bzgl. des Personenschutzes mit dem bewegten Arm als Störfaktor liegt bei 0,24 m/s Lufteintrittsströmung und 0,15 m/s Verdrängungsströmung für die Bewegung nach rechts resp. 0,28 m/s Lufteintrittsströmung und 0,19 m/s Verdrängungsströmung für die Bewegung nach links.

Bezogen auf den Betriebspunkt ist eine theoretische Strömungsreduzierung nur noch bis zu 45% und 57% resp. 36% und 46% möglich. Dies lässt den Schluss zu, dass die Armbewegungen ein Störpotential aufweisen.

3.4 Störung „Bewegter Mensch“

Die Leistungsgrenze bzgl. des Personenschutzes mit einer bewegten Person vor der SWB als Störfaktor liegt bei 0,38 m/s Lufteintrittsströmung und 0,25 m/s Verdrängungsströmung. Bezogen auf den Betriebspunkt ist eine theoretische Strömungsreduzierung um lediglich bis zu 14% und 29% möglich. Dies lässt den Schluss zu, dass

Materialien, Methode und Ergebnisse

Aufgabenstellung: Ermittlung der Leistungsgrenzen für den Personenschutz unter dem Einfluss dynamischer Störfaktoren;

Prüfgegenstand: Mikrobiologische Sicherheitswerkbank Klasse 2 resp. Sicherheitswerkbank für Zytostatika, **BERNER FlowSafe® C-(MaxPro)P-130;**

Prüfspezifikationen: DIN EN 12469 (09.2000); DIN 12980 (06.2005), NSF/ANSI 49 (01.2007); **Ort:** BERNER F&E Labor, Elmshorn, Deutschland.

Test Materialien: Vernebler: Collision-Vernebler, Typ CN 31, $\bar{v}_n = 0,51 \pm 0,05$ m/s, $\Delta p = 1,4$ bar; Zylinder: V2A, $d = 63$ mm; Sporen Suspension: B. subtilis var. niger, ATCC 9372; Agarplatten: Tryptischer Soja-Agar, $d = 90$ und 150 mm; Anemometer: Testo AG, Typ 454; Messhaube: TSI Inc. Typ Accu-balance®.

Test Materialien Personenschutz: $N_1 \geq 5 \cdot 8 \times 10^6$ KBE; $N_2 \geq 300$ KBE; 6 Flüssigkeitsprobennnehmer: Typ AGI 30, $\bar{v}_d = 12,5$ l/min, $N_1 \leq 10$ KBE; 2 Schlitzprobennnehmer: Typ FH 5, $\bar{v}_d = 30$ l/min, $N_1 \leq 5$ KBE.

| | Lufteintrittsströmung | Verdrängungsströmung |
|---|-----------------------|----------------------|
| Betriebspunkt | 0,44 m/s | 0,35 m/s |
| Leistungsgrenze ohne Störung | 0,19 m/s | 0,09 m/s |
| Mögliche Reduzierung um | 57 % | 74 % |
| Leistungsgrenze mit Störung: Starre Person | 0,19 m/s | 0,13 m/s |
| Mögliche Reduzierung um | 57 % | 63 % |
| Leistungsgrenze mit Störung: Bewegter Arm rechts | 0,24 m/s | 0,15 m/s |
| Mögliche Reduzierung um | 45 % | 57 % |
| Leistungsgrenze mit Störung: Bewegter Arm links | 0,28 m/s | 0,19 m/s |
| Mögliche Reduzierung um | 36 % | 46 % |
| Leistungsgrenze mit Störung: Bewegter Mensch | 0,38 m/s | 0,25 m/s |
| Mögliche Reduzierung um | 14 % | 29 % |

Glossar: \bar{v}_n : Mittlere Austrittsgeschwindigkeit des Verneblers in [m/s]; ATCC: American Type Culture Collection, Rockville, MD, USA; N_1 : Von Vernebler freigesetzte mindestanzahl von Sporen in [KBE]; KBE: Koloniebildende Einheit; N_2 : Mindestanzahl von Sporen auf der Kontrollplatte in [KBE] je Prüfung; N_3 : Geowert Anzahl der Sporen für sechs Flüssigkeitsprobennnehmer in [KBE]; N_4 : Geowert Anzahl der Sporen für zwei Schlitzprobennnehmer in [KBE]; N_5 : Geowert Anzahl Sporen für alle Agarplatten in [KBE]; \bar{v}_d : Volumenstrom Flüssigkeitsprobennnehmer in [l/min]; \bar{v}_s : Volumenstrom Schlitzprobennnehmer in [l/min]; \bar{v}_v : Durchschnittliche Verdrängungsströmung im Arbeitsraum in [m/s]; \bar{v}_e : Durchschnittliche Lufteintrittsströmung in der Arbeitsöffnung in [m/s]

Tab. 1: Leistungsgrenzen für den Personenschutz einer BFS® SWB und mögliches Strömungsreduzierungspotential mit und ohne Störung.

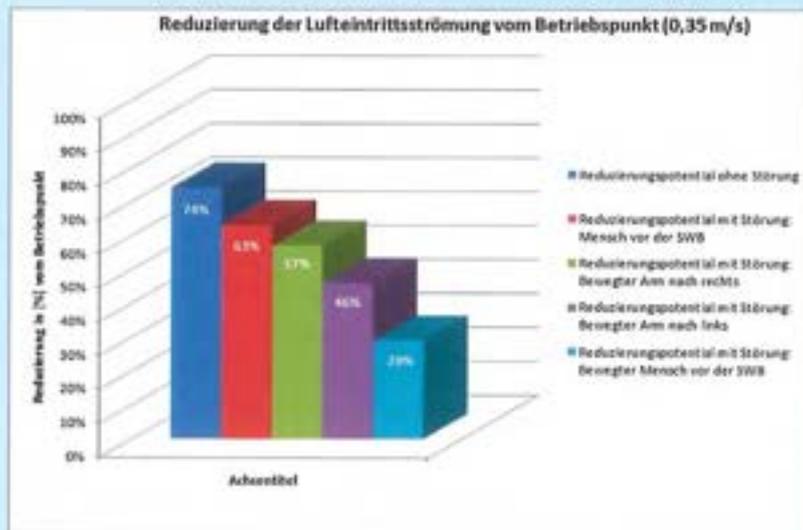


Abb. 8: Reduzierungspotential der Verdrängungsströmung bzgl. des Betriebspunktes, so dass die Schutzfunktion des Personenschutzes gerade noch vorhanden ist.



Abb. 9: Reduzierungspotential der Lufteintrittsströmung bzgl. des Betriebspunktes, so dass die Schutzfunktion des Personenschutzes gerade noch vorhanden ist.

die bewegte Person das größte Störpotential aufweist.

3.5 Strömungssimulation Störung „Bewegter Mensch“

Diese gemessenen Ergebnisse decken sich mit den Resultaten der numerischen Berechnung des Partikeltransportes vom IUTA. Im Bereich zwischen Arbeitsöffnung und Person wurden kleine, gegen Null strebende Geschwindigkeiten berechnet. Die Vergrößerung dieses Bereiches und die zusätzliche Darstellung der Geschwindigkeitsvektoren zeigen, dass die normalerweise in die SWB gerichtete Strömung sich umkehrte und aus der SWB heraus gezogen wird. Es besteht die Gefahr, dass

freigesetzte Partikel in diesem Fall aus der SWB heraus in die Umgebung transportiert werden. Tabelle 1 zeigt die ermittelten Strömungsverhältnisse bei denen der Personenschutz der SWB noch gewährleistet ist.

► 4 Diskussion

Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Leistungsgrenzen einer SWB für den Personenschutz deutlich unterscheiden (Tab. 1).

So können die Luftströmungen ohne Störung bis zu 74% resp. 57% bezogen auf den Betriebspunkt der hier untersuchten SWB reduziert werden, ohne dass dies mit dem

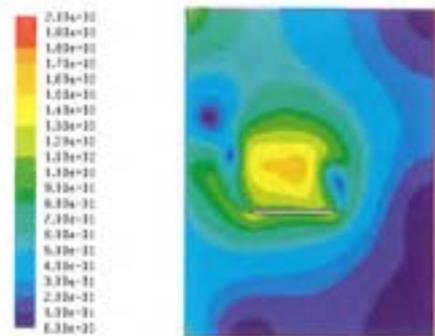


Abb. 10: Auf der Rückseite der sich bewegenden Platte („Vorübergehende Person“) entsteht partiell ein Unterdruck mit einer lokalen mittleren Strömungsgeschwindigkeit von 1-1,8 m/s (grün-gelb-orange). Simulation unter www.berner-international.de/Forschung.

Verlust der Schutzfunktionen einhergeht (Abb. 8, 9). Wenn der spezifische Betriebspunkt sehr nah an den Leistungsgrenzen lokalisiert ist, kann jede noch so kleine Veränderung in der Umgebung (z. B. Personenverkehr, Öffnen einer Tür) oder in der Arbeitsöffnung (z. B. Armbewegungen) zu einer Störung bis zum Verlust der Schutzfunktionen von SWB führen.

Es wird dringend davon abgeraten, Luftströmungen pauschal zu reduzieren, um Schallpegel, Energieverbrauch, Vibrationen etc. zu verringern, ohne die spezifischen Leistungsgrenzen einer SWB zu kennen. Das Leistungsvermögen bzgl. der Schutzfunktionen bei SWB ist, je nach Konstruktion und Modell, völlig unterschiedlich. Dies belegen die Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt „Leistungsgrenzen von Sicherheitswerkbänken“ hinreichend. Dies ist vor dem Hintergrund der realen durch den Menschen verursachten Störungen umso bedeutsamer [16].

Eine vor der SWB sitzende und sich nicht bewegende Person stellt im Grunde keine Störung hinsichtlich des Personenschutzes dar. Die Leistungsgrenze und das hiermit einhergehende Reduzierungspotential der Luftströmungen ist nahezu identisch mit der Konstellation „ohne Störung“. Der Grund liegt darin, dass die Luft in der Arbeitsöffnung und im Arbeitsraum nahezu ohne Störeinfluss strömen kann und die „Dummy-Puppe“ sich nicht bewegt.

In der Realität führt der Mensch Bewegungen vor und in der SWB durch. Es war

festzustellen, dass die dynamischen Störfaktoren in Form von „Bewegter Arm in der Arbeitsöffnung“ und „Bewegter Mensch vor der SWB“ die Schutzfunktion des Personenschutzes relevant beeinflussen.

Als größtes Störpotential konnte der „Bewegte Mensch“ vor der SWB identifiziert werden. Hierbei konnte die Lufteintrittsströmung maximal um 14% und die Verdrängungsströmung bis zu 29% reduziert werden, ohne die Schutzfunktion zu verlieren. Wurde die SWB bzgl. der Luftströmungen relativ nahe resp. am Betriebspunkt betrieben, konnte allerdings die signifikante Störung in Form des „bewegten Menschen“ vor der SWB kompensiert werden.

Die Strömungssimulation „Bewegter Mensch“ zeigte eine gute Korrelation mit den Ergebnissen aus der Personenschutzprüfung. Eine Störströmung ausgelöst durch einen partiellen Unterdruck direkt hinter der Platte kann Geschwindigkeiten bis zu 2 m/s (Abb. 10) erreichen. Die ohne Störung in die SWB hinein gerichtete Lufteintrittsströmung wird regelrecht aus der Arbeitsöffnung herausgezogen. Im Arbeitsraum freigesetzte Partikel werden in diesem Fall aus der SWB heraus und in die Umgebung transportiert. Dies zeigen die Ergebnisse der Personenschutzprüfungen und der Visualisierungsversuche (Video „Bewegter Mensch“).

Zukünftig müssen die Anforderungen gem. DIN EN 12469 und DIN 12980 für die Prüfung der Schutzfunktionen von Sicherheitswerkbänken geändert werden. Für Hersteller von SWB gilt es, die spezifischen Leistungsgrenzen bzgl. des Person- und Produktschutzes seiner SWB zu ermitteln. Der Betriebspunkt für die Lufteintritts- und Verdrängungsströmung ist so zu wählen, dass selbst signifikante Störungen, durch sich bewegende Menschen vor der Arbeitsöffnung kompensiert werden können.

► 5 Zusammenfassung

Es konnte gezeigt werden, dass diverse externe Störfaktoren die Leistungsgrenzen und somit die Schutzfunktionen einer SWB beeinflussen. Der optimale Betriebspunkt der untersuchten SWB ist so gewählt, dass die Luftströmung ohne Störungen bis zu 74 % reduziert werden könnte, ohne dass dies mit dem Verlust der

Schutzfunktionen einhergeht (Abb. 3). Diese Voraussetzung gilt jedoch nur für den Fall, dass keine Person vor der SWB sitzt und arbeitet, sowie keine Person sich unmittelbar vor der Arbeitsöffnung der SWB bewegt.

Die Realität zeigt jedoch, dass eine SWB in der Regel nie ohne äußere Störungen betrieben werden kann. Als das größte Störpotential konnte der „Bewegter Mensch“ vor der SWB identifiziert werden. Hierbei können die Luftströmungen nur noch bis zu 29% reduziert werden, bevor die Personenschutzfunktion außer Kraft gesetzt wird. Aus diesem Grund ist es wichtig, dass der Hersteller den Betriebspunkt einer SWB so wählt, dass auftretende externe Störeinflüsse problemlos kompensiert werden können. Nur so können die Schutzfunktionen der SWB zu jeder Zeit aufrechterhalten werden.

Liegt der Betriebspunkt aufgrund der Reduzierung der Luftströmungen jedoch zu nahe an den Leistungsgrenzen, besteht die Gefahr, dass die Schutzfunktionen einer SWB im alltäglichen Betrieb nicht mehr gewährleistet werden können. Zusammenfassend ist festzustellen, dass ein Herabsinken der Luftströmungen in Verbindung mit der Bewegung des Menschen zu deutlich verringerten Schutz des Personals führen kann.

Videos mikrobiologische Prüfung, bewegter Arm und bewegter Mensch können unter www.youtube.de Stichwort „Berner International“ betrachtet werden.



Danksagung

Wir danken dem IUTA e. V. und seinen Mitarbeitern für die hervorragende Zusammenarbeit in Rahmen dieses Forschungsprojektes und dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie für die finanzielle Unterstützung.

AUTOREN

Dipl.-Ing. Sven Gragert
Dipl.-Ing. Marcus Harder
Dipl.-Ing. Thomas Hinrichs
Dipl.-Ing. Berthe Kamdem Medom
Berner International GmbH
Mühlenkamp 6
25337 Elmshorn
T 04121/4356-55
t.hinrichs@berner-international.de
www.berner-international.de

LITERATUR

- [1] Hinrichs, T.: Sicherheitswerkbänke in Reinräumen: Eine elementare Schutzeinrichtung; labor & more; Succida AG; 54-55; Darmstadt; 01.2009
- [2] Hinrichs, T.: Sicherer Umgang mit biologischen Arbeits- und Gefahrstoffen; contamination control report; bw medien AG; 8-13; CH-Einsiedeln; 01.2007
- [3] Hinrichs, T.: Sicherheitswerkbänke: Schutz vor biologischen Arbeitsstoffen und Gefahrstoffen; Reinraum Technik; GIT Verlag; 25-27; Darmstadt; 03.2006
- [4] DIN EN 12469; Biotechnologie - Leistungskriterien für mikrobiologischen Sicherheitswerkbänke; Beuth Verlag GmbH; Berlin; 09.2000
- [5] DIN 12980; Laboreinrichtungen - Sicherheitswerkbänke für Zytostatika; Beuth Verlag GmbH; Berlin; 06.2005
- [6] NSF/ANSI 49; Biosafety Cabinetry: Design, Construction, Performance and Field Certification; Ann Arbor, Michigan, USA; 06.2009
- [7] JIS K3800; Class II biological safety cabinets; Japan; 04.2009
- [8] Deutsche Gesellschaft für Onkologische Pharmazie (DGOP e.V.); QuapoS4: Qualitätsstandard für den pharmazeutisch-onkologischen Service; onkopress; Oldenburg; 01.2009
- [9] Predel, B. et al.: Zytostatika - Pharmazeutische Grundlagen; Deutscher Apotheker Verlag; Stuttgart; 2003
- [10] Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege: Zytostatika im Gesundheitsdienst, M620; Hamburg; 07.2009
- [11] Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie (BG Chemie); B 011 bzw. BGI 863: Merkblatt „Sicheres Arbeiten an mikrobiologischen Sicherheitswerkbänken“; Jedermann Verlag; Heidelberg; 09.2004
- [12] Christiansen, S., Gragert, S., Hinrichs, T., Karpinska, R.: Leistungsgrenzen von Sicherheitswerkbänken; Onkologische Pharmazie, onkopress; Oldenburg; 12. Jahrgang; 01.2010
- [13] Hinrichs, T.; Christiansen, S.; Karpinska, R.; Gragert, S.: Microbiological safety cabinets - Protective functions and their limits; Abstract for poster presentation; 15th EBSA Conference; Manchester, UK; 06.2012
- [14] Jones, R., Stuart, D., et al.: The effects of changing intake and supply air flow on biological safety cabinet performance; Appl. Occup. Environ. Hyg. 5(6); 06.1990
- [15] DIN EN 14175-3; Abzüge - Teil 3; Baumusterprüfverfahren; Beuth Verlag GmbH; Berlin; 03.2004
- [16] Hinrichs, T.; Gragert, S.; Kamdem Medom, B.: Safety Cabinets: The influence of dynamic interference factors on the safety function; Abstract for Poster Presentation; 55th Annual Biological Safety Conference; Orlando, FL, USA; 10.2012