

Torsten Hinz, Florian Zander und Hans-Jürgen Osteroth

Normung – ein Weg zum besseren Schutz des Anwenders von Pflanzenschutzmitteln

Teil 2: Kabinen auf Traktoren und selbstfahrenden Spritzgeräten

Der Umgang mit Pflanzenschutzmitteln kann mit Risiken für Mensch und Umwelt verbunden sein. Deshalb müssen alle möglichen Risiken durch technische Hilfsmittel auf ein akzeptables Maß gemindert werden oder es muss mithilfe von Schutzmaßnahmen für sichere Arbeitsbedingungen gesorgt werden. Hierfür stehen persönliche Schutzausrüstungen (PSA) oder maschinengebundene Fahrerinnenkabinen zur Verfügung. Die Festlegung von Klassen und Definitionen von Schutzkategorien ist eine klassische Aufgabe der Normung. Seit November 2009 ist die EN 15695 in Kraft, mit der vier Kategorien von Fahrerinnenkabinen und entsprechende Prüfmethoden festgelegt werden.

Schlüsselwörter

Pflanzenschutzmittel, Anwenderschutz, Fahrerinnenkabinen, Anforderungen, Leckage, Kabinenwirkungsgrad

Keywords

pesticide, operators' protection cabs, cabs on tractors, performance, leakage flow, cabs efficiency

Abstract

Hinz, Torsten; Florian, Zander and Osteroth, Hans-Jürgen

Standardisation – one way for better protection of operators against pesticides

Part 2: Cabs on tractors and self propelled sprayers

Landtechnik 67 (2012), no. 1, pp. 55–59, 7 figures, 2 references

The use of pesticides is possibly connected with risks for the environment and for the bystanders, but also for the farmer himself. All possible risks must be diminished to acceptable levels by active technical means of reduction or ultimately protective equipment must secure the working conditions.

Means of protection are machinery bound cabs or personal protective equipment (PPE). Classification and definition of types or categories of protection are classical tasks for standardisation. Since November 2009, EN 15695 with two parts is in force defining four categories of cabs and introducing methods for testing.

■ Kulturpflanzen müssen gegen alle denkbaren Schädigungen geschützt werden, um Verluste zu vermeiden und damit die menschliche Ernährung weltweit sicherzustellen. Dafür gibt es verschiedene Möglichkeiten, beginnend mit der mechanischen Beseitigung von Unkräutern oder dem Absammeln von Schädlingen bis hin zum chemischen Pflanzenschutz. Leider können diese Chemikalien mit einem Risikopotenzial für Mensch und Umwelt verbunden sein. Mit Blick auf einen ganzheitlichen Ansatz müssen alle Wege der Aufnahme berücksichtigt werden – inhalativ, respiratorisch und dermal. Dieses gilt für alle Kulturen und Arbeitsabläufe.

Für Traktoren und Selbstfahrer ist die Installation einer Fahrerinnenkabine als Schutz gegen Pflanzenschutzmittel eine umfassende Lösung (**Abbildung 1**).

Am 30. September 2006 erhielt das Europäische Normungsinstitut CEN von der Europäischen Kommission das Mandat zur Erstellung einer Norm zur Festlegung von Anforderungen und Prüfmethoden für Fahrerinnenkabinen, die in der Landwirtschaft mit dem Schwerpunkt Pflanzenschutz eingesetzt werden. Seit November 2009 sind die beiden Teile (Teil 1 betrifft Kabinen [1],

Abb. 1



Mit Kabine ausgerüsteter Traktor mit angehängtem Spritzgerät
(Foto: Dittmar, Kassel)

Fig. 1: Cab equipped tractor with boom sprayer

Teil 2 betrifft Filter [2]) der EN 15695 in Kraft: vier Kategorien von Kabinen sind definiert und entsprechende Anforderungen an deren Schutzwirkung sind festgelegt.

Für die EU ist die höchste Kategorie 4, laut einer Direktive der Kommission, für den Einsatz im Pflanzenschutz einzuhalten.

Im Folgenden werden die vier Kategorien für Fahrerkabinen und die festgelegten Prüfmethode aus der EN 15695 [1] vorgestellt und erläutert. Erste Prüfergebnisse werden exemplarisch dargestellt. Auf Mängel in der EN 15695 wird hingewiesen und eine Revision empfohlen.

Anforderungen an Fahrerkabinen

Kabinen müssen, um den gleichen Schutz wie die PSA zu bieten, dieselben Reduktionsgrade gegenüber Pflanzenschutzmitteln (PSM) einhalten. Dafür sind folgende Anforderungen an eine Kabine zu stellen:

- Vollständig geschlossene Struktur
- Zwangsbelüftung (klimatisiert)
- Überdruck im Innenraum zur Verhinderung von Leckageflüssen in die Kabine

- Dicht gegenüber Partikeln
- Dicht gegenüber Dämpfen und Gasen

Die weiteren Ausführungen befassen sich ausschließlich mit dem Teil 1 der Norm, mit der Definition der Kategorien und den Testmethoden:

- Kategorie 1: kein definierter Schutz gegen gefährdende Substanzen
- Kategorie 2: Schutz gegen Staub
- Kategorie 3: Schutz gegen Staub und Aerosole
- Kategorie 4: Schutz gegen Staub und Aerosole sowie Dämpfe

Während Kabinen der Kategorie 1 mehr oder weniger offene Strukturen ohne Belüftungssysteme sind, erfordern alle anderen Kategorien Vorrichtungen für Filter, um das Eindringen kontaminierter Luft in die Kabine zu verhindern. Zur Belüftung ist ein Mindestluftdurchsatz von 30 m³/h vorgeschrieben. Zusätzlich besteht die Forderung nach einem Überdruck in der Kabine. Dieser muss 50 Pa unter Testbedingungen betragen, und 20 Pa wenn eine entsprechende Druckanzeige installiert ist. Diese ist Pflicht für die Kategorien 3 und 4.

Kabinen gemäß der Kategorie 4 müssen mit einem Hochleistungs-aerosolfilter mit einem Abscheidegrad von 99,95 % und einem Aktivkohlefilter zur Abtrennung gasförmiger Komponenten ausgerüstet sein. Kabinen der Kategorie 4 unterscheiden sich von jenen der Kategorie 3 nur durch das Vorhandensein eines Aktivkohlefilters.

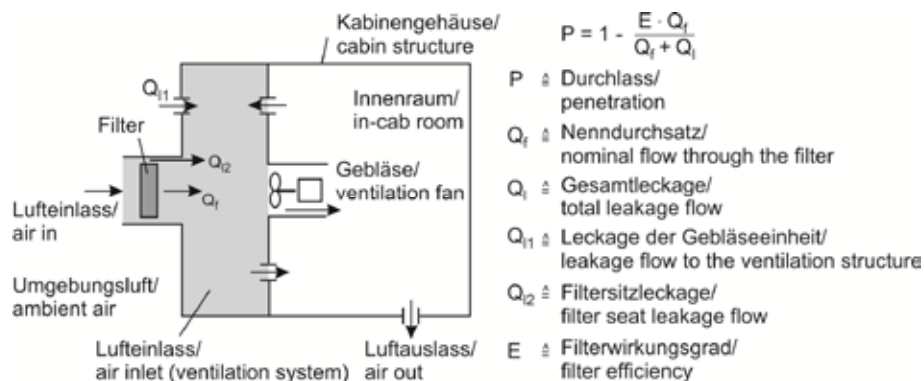
Für den Einsatz im Pflanzenschutz sind nur Kabinen der Kategorie 4 zulässig.

Prüfmethode zur Bestimmung von Leckagen und Kabineneffizienz

Die Schutzwirkung einer Fahrerkabine ist von ihrer Dichtigkeit gegenüber dem Eindringen kontaminierter Außenluft abhängig. **Abbildung 2** zeigt, wie kontaminierte Außenluft in die Kabine und damit an den Arbeitsplatz des Fahrers gelangen kann.

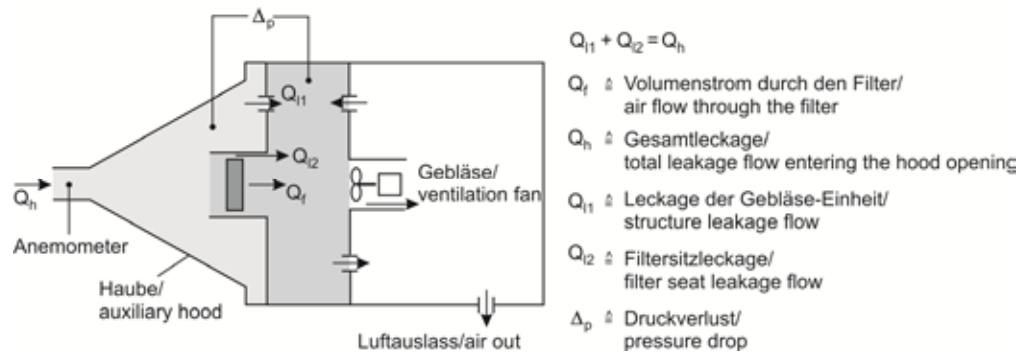
Die Schutzwirkung E einer Kabine (1-P) ist hauptsächlich eine Funktion des Filterwirkungsgrades. Filter sorgen dafür, dass beladene Zuluft auf ein gefordertes Maß gereinigt wird.

Abb. 2



Strömungswege in eine Fahrerkabine, schematisch
Fig. 2: Ways of air flow into an in-cab room, scheme

Abb. 3



Testaufbau zur Feststellung von Leckagen

Fig. 3: Test assembly for determination of leakage flow

Die Effizienz eines Filters ist dabei nicht notwendigerweise gleich der Effizienz der Kabine. Über Leckagen können gefährliche Substanzen in den Innenraum gelangen. Ihre Konzentration entspricht der der Umgebungsverhältnisse. Derartige Flüsse durch Leckagen werden durch Druckdifferenzen bestimmt, die besonders bei Hochleistungsfiltren (HEPA) einen großen Einfluss haben können. Um den Einfluss von Leckagen auf die Schutzwirkung von Fahrerkabine zu bestimmen, sind in der EN 15695-1 zwei Methoden aufgeführt: Anhang B, Blindfiltermethode zur Messung von Luftvolumenströmen durch Leckagen im Zuluftbereich; Anhang C, Aerosolmethode zur direkten Bestimmung eines Kabinenwirkungsgrades mit einem Testaerosol. Hierbei wird auf Aerosolerzeuger zurückgegriffen, die auch im Atemschutz Verwendung finden.

Messung der Leckage mit der Blindfiltermethode

In **Abbildung 3** ist der Blindfiltertest zur Detektion eines Leckageflusses schematisch dargestellt.

Der Zuluftbereich des Belüftungssystems ist mit einer Haube mit definiertem Öffnungsquerschnitt abgedeckt. In diesem Querschnitt wird mit einem Anemometer die Geschwindigkeit der einströmenden Luft bei maximaler Lüftungsrate gemessen. Danach wird der Filter versperrt. Die jetzt gemessene Luftgeschwindigkeit resultiert aus einer Leckage des gesamten Zuluftbereiches. Das Verhältnis aus Leckage und Nennvolumenstrom bei Vollast wird als relative Leckage bezeichnet und ist nach EN 15695-1 auf maximal 2 % begrenzt. Diese Methode ist auch für Luftfilter im Automobilbau eingeführt.

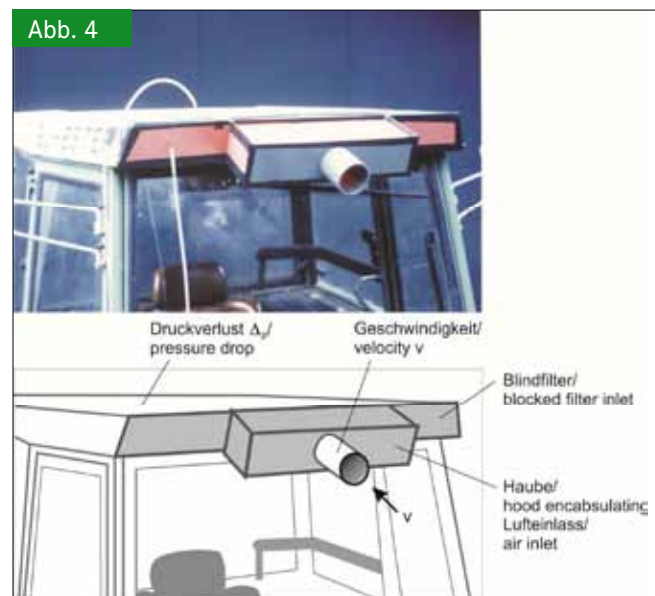
Eine geringe Leckage bedeutet bei vorgegebenem Strömungsquerschnitt eine geringe Luftgeschwindigkeit. Mit Hitzdraht- oder Flügelradanemometern ist es kaum möglich, Luftgeschwindigkeiten unterhalb 0,2 m/s zuverlässig zu messen. Hierdurch ist eine Grenze für die Anwendbarkeit der Methoden gegeben, soweit nicht Messverfahren wie die Laser-Doppler-Anemometrie (LDA) eingesetzt werden. Eine Querschnittsverengung führt zu höheren Geschwindigkeiten, die dann wie-

derum den Druckverlust auf Werte oberhalb des nominalen Betriebszustandes ansteigen lassen. **Abbildung 4** zeigt eine Anordnung zur Durchführung des Blindfiltertests.

Bestimmung der Effizienz einer Kabine – Aerosoltest

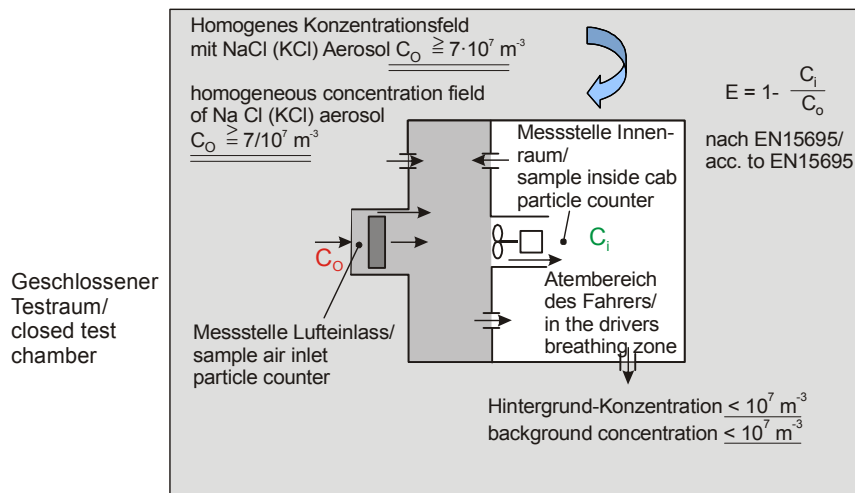
Für den Fall, dass die Blindfiltermethode nicht anwendbar ist, kann der Aerosoltest angewendet werden (Anhang C der EN 15695-1). Hier wird die Kabine wie ein Partikelabscheider betrachtet. Das Verhältnis der Partikelkonzentrationen innerhalb und außerhalb der Kabine wird entsprechend **Abbildung 2** als Durchlassgrad P der Kabine bezeichnet. Der Wirkungsgrad E der Kabine, der die Abscheidung beschreibt, errechnet sich durch $E = 1 - P$. Als Mindestwert ist für Kabinen im Pflanzenschutz ein Wirkungsgrad von 98 % gefordert. Bei der Verwen-

Abb. 4



Anordnung zur Messung der Leckage nach der Blindfiltermethode
 Fig. 4: Practical example for determination of leakage flow

Abb. 5



Messanordnung zur Bestimmung des Schutzgrades einer Kabine
Fig. 5: Test assembly to measure the protection efficiency of cabs

derung polydispenser Aerosole ist der Wirkungsgrad abhängig von der Partikelgröße und wird als Fraktionsabscheidegrad bezeichnet. Hieraus kann dann der Wirkungsgrad der Kabine errechnet werden. Die Messanordnung ist schematisch in **Abbildung 5** dargestellt.

Zur Durchführung des Tests steht die Kabine in betriebsfähigem Zustand in einem großen geschlossenen Raum, in dem ein homogenes Konzentrationsfeld von Salzpartikeln erzeugt wird. Ein zusätzliches Gebläse sorgt für eine Vermischung. Die Konzentrationsmessungen erfolgen gleichzeitig im Bereich vor dem Lufteintritt und in der Kabine im Atembereich des Fahrers. Als Messgeräte werden Aerosolspektrometer eingesetzt.

Obwohl der Ansatz der Methode eine gute Möglichkeit ist, um die Schutzwirkung einer Kabine zu messen, sind die Durchführungsbestimmungen der Norm lückenhaft und teilweise un-

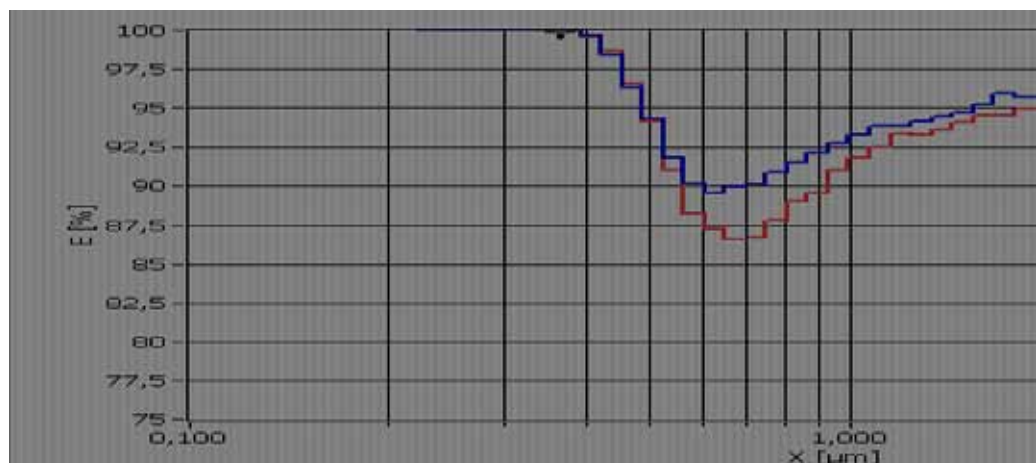
verständlich. So fehlen Informationen über die Dimensionen des „großen“ Raumes im Verhältnis zu den Abmaßen der Testkabine. Auch genaue Angaben, wie das Salzaerosol erzeugt und zugeführt wird und insbesondere wie die geforderte Homogenität gewährleistet werden kann, fehlen.

Bestimmung von Leckage und Kabineneffizienz, erste Untersuchungen und Ergebnisse

Um einen Eindruck zur Umsetzung der EN 15695 in die Praxis zu erhalten, wurden erste Tests zur Bestimmung der Leckage und des Wirkungsgrades einer Kabine durchgeführt. Es stand eine Kabine zur Verfügung, die für die Kategorie 4 vorgesehen war. Dementsprechend durfte die Leckage nicht mehr als 2 % betragen, der Wirkungsgrad dagegen mindestens 98 %.

Für die Messung der Partikelkonzentrationen wurde ein PALAS Promo System mit zwei Sensoren vom Typ 2708 (au-

Abb. 6



Wirkungsgrad einer belüfteten Kabine gegenüber einem NaCl-Aerosol
Fig. 6: Efficiency of a ventilated cab against salt particles

Abb. 7



Test-Anordnung zur Messung des Kabinenwirkungsgrades
 Fig. 7: Test assembly to measure the protection efficiency according to the aerosol test

Ben) und 2300 (innen) eingesetzt. Der Wirkungsgrad E konnte direkt mit der internen Software berechnet werden. Entsprechend der EN 15695-1 war die Kabine in einem geschlossenen Raum mit den Abmaßen 6,18 x 4,63 x 3,69 m und somit einem Volumen von 105 m³ aufgestellt. Das Salzaerosol (NaCl) wurde innerhalb des Raumes mit einem PALAS AGK 2000 Aerosolgenerator erzeugt. **Abbildung 6** zeigt den Verlauf des partikelgrößenabhängigen Wirkungsgrades einer Kabine für zwei aufeinander folgende Messungen. Zum Zeitpunkt des Tests war die Kabine nicht mit dem geforderten Hochleistungsfilter mit einem Abscheidegrad von 99,95 % ausgerüstet. Daher wurden nach Norm auf die Anzahl bezogen nur Wirkungsgrade von 96 % und 95,6 % ermittelt. Bei Massenbezug erhöhen sich diese Werte auf 99,3 % und 98,8 %. Die Wahl der Bezugsgröße sollte diskutiert werden.

Der Lufteinlass der getesteten Kabine ist eine Öffnung auf deren Rückseite (**Abbildung 7**). Ein Verlängerungsrohr ermöglicht die Messung des maximalen Luftvolumenstromes und der Leckage über ein Anemometer. Diese einfache Anordnung wurde auch zur direkten Einspeisung des NaCl-Aerosols genutzt.

Die Ergebnisse zeigten, dass beide Methoden annähernd kompatibel sind. Letztlich wurden Leckagen kleiner als 2 % und Wirkungsgrade von über 98 % gemessen.

Diese Ergebnisse konnten in weiteren Messungen an Kabinen unterschiedlicher Hersteller und Konzeptionen bestätigt werden. In diesen Messungen wurde für eine höhere Erzeugungsrates für das Aerosol ein DYNA-FOG CYCLONE, ULV Aerosolgenerator Typ 2732 eingesetzt.

Schlussfolgerungen

- Der Schutz des Anwenders durch PSA oder Kabinen ist nötig.
- Die PSA muss gemäß den EU-Vorschriften geprüft und zertifiziert sein.
- Dies gilt auch für Kabinen, wenn sie die PSA ersetzen sollen.
- Die Qualitätsanforderungen und Prüfmethode sind in der EN 15695-1/2 festgeschrieben.
- Es sind vier Kategorien für Kabinen eingeführt.
- Kabinen der Kategorie 4 müssen mit einem HEPA-Filter (High Efficiency Particulate Air Filter) gegen Partikel und einem Aktivkohlefilter gegen Gase und Dämpfe ausgerüstet sein.
- Gemäß den europäischen Vorschriften dürfen lediglich Kabinen der Kategorie 4 für den Einsatz im Pflanzenschutz eingesetzt werden.
- Durch Bestimmung der Leckage und des Wirkungsgrades von Kabinen werden die Anforderungen an Kabinen überprüft.
- Erste Testergebnisse zeigen, dass neue Kabinen die Anforderungen für Kategorie 4 erfüllen.
- Beide Methoden, Blindfilter- und Aerosolmethode, erfordern viel Sachkenntnis. Deshalb sind eindeutige Vorgaben zur Durchführung der Tests notwendig. Die neue Norm EN 15695 ist im Sinne des Anwenderschutzes erforderlich. Nach Auffassung der Autoren ist besonders der Teil 1 überarbeitungsbedürftig und sollte umgehend in die Revision gehen.

Literatur

- [1] EN 15695-1:2009. Agricultural tractors and self-propelled sprayers - Protection of the operator (driver) against hazardous substances - Part 1: Cab classification, requirements and test procedures
- [2] EN 15695-2:2009. Agricultural tractors and self-propelled sprayers - Protection of the operator (driver) against hazardous substances - Part 2: Filters, classification, requirements and test procedures

Autoren

Dr.-Ing. Torsten Hinz ist wissenschaftlicher Mitarbeiter und **Florian Zander** technischer Mitarbeiter im von Thünen-Institut (vTI), Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, Institut für Agrartechnologie und Biosystemtechnik (Leiter: **Prof. Dr.-Ing. A. Munack** und **Prof. Dr. K.-D. Vorlop**), 38116 Braunschweig, Bundesallee 50, E-Mail: torsten.hinz@vti.bund.de.

Dipl.- Ing. H-J. Osteroth ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Julius Kühn-Institut (JKI), Institut für Anwendungstechnik im Pflanzenbau, 38104 Braunschweig, Messeweg 11-12.

Dieser Beitrag ist die überarbeitete Version einer Präsentation auf der XXXIV CIOSTA & CIGR Section V, Conference, Wien, 29 Juni - 1 Juli, 2011.