

*Institut universitaire romand de Santé au Travail*

*Institut für Arbeit und Gesundheit*

*Institute for Work and Health*

*Pour que santé et travail soient compatibles*



## **Le niveau d'action revisité, et autres considérations sur les stratégies de mesure**

---

*Eine Umgestaltung des Auslöseschwelle und andere  
Berücksichtigungen über Messstrategien*

---

Jérôme Lavoué  
Michel Guillemin  
Pierre-Olivier Droz

Bern, le 26 septembre 2007

## Diagnostic sur les conditions d'exposition:

### Le chemin de croix de l'hygiéniste

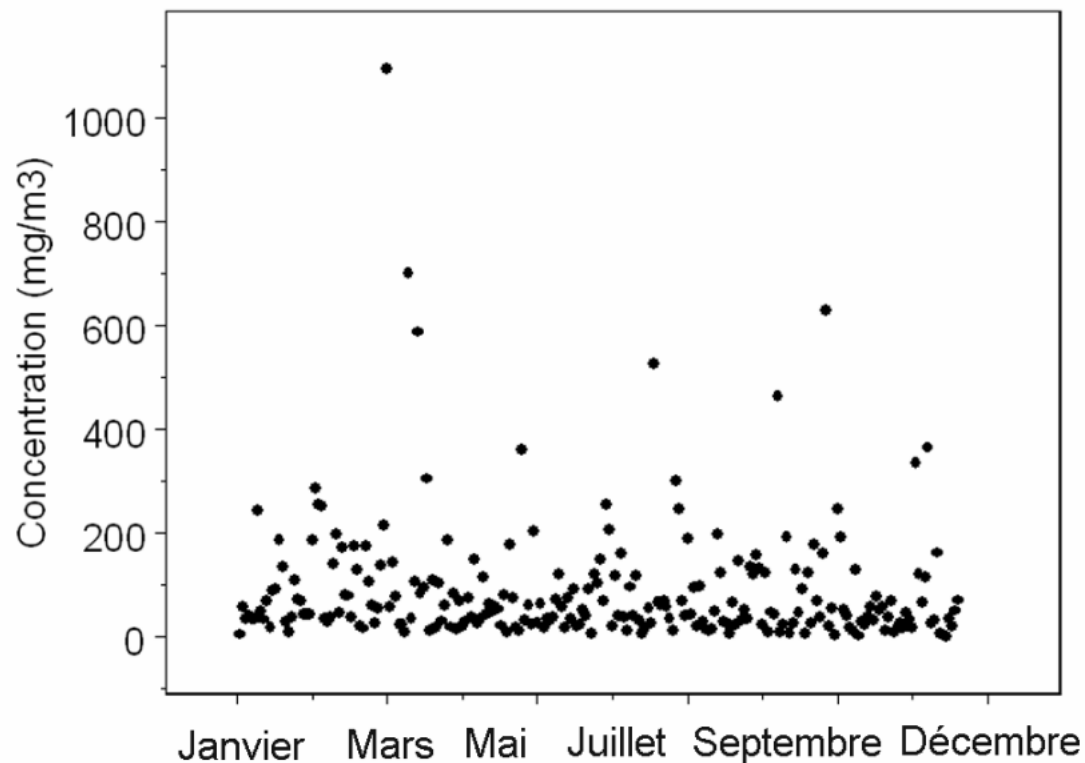
*Eine Diagnose über die Expositionsbedingungen: Der Kreuzweg des Arbeitshygienikers*

« Ne mesure jamais une seconde fois car tu trouveras un résultat différent »

*« Messe niemals ein zweites Mal weil du ein anderes Resultat finden wirst »*

Variabilité des expositions  
Journalières d'un travailleur

*Tägliche Expositionsvariabilität  
eines Arbeiters*



## Diagnostic sur les conditions d'exposition:

### Le chemin de croix de l'hygiéniste

*Eine Diagnose über die Expositionsbedingungen: Der Kreuzweg des Arbeitshygienikers*



- Représentativité statistique
- Échantillonnage aléatoire
- Intervalle de confiance

- Representative Statistik
- Zufallsbedingte Probenahmen
- Konfidenzintervall



- Coût des analyses
- Ressources humaines
- Contraintes pratiques

- *Kosten der Analysen*
- *Personalmanagement*
- *Praktische Verpflichtungen*

# Niveau d'intervention ('action level')

## Principes

### *Auslöseschwelle : Prinzipien*

---

- ✚ Déclencher un signal d'alarme sur la base d'un nombre réduit de mesures (n=1)

*Einen Warnsignal auslösen anhand einer kleingelegten Messanzahl (n=1)*

- ✚ Une fois l'alarme déclenchée :
  - Effectuer plus de mesures
  - Réduire l'exposition

*Der Alarm einmal ausgelöst:*

- *Mehr Messungen durchführen*
- *Die Exposition beschränken*

- ✚ Si l'alarme ne sonne pas : décision implicite d'acceptabilité des conditions d'exposition

*Wenn der Alarm nicht läutet: implizierte Entscheidung für eine Akzeptibilität der Expositionsbedingungen*

# Niveaux d'intervention ('action level')

## Pratiques internationales

### *Auslöseschwelle : Internationale Massnahmen*

---

- National institute of occupational safety and health (NIOSH-1977)

Si «worst case worker» < VME/2 :

*Wenn «worst case worker» < MAK/2 :*



- Institut national de recherche et de sécurité (INRS-2005)

Si 1 mesure < VME/3 :

*Wenn 1 Messung < MAK/3 :*



- Directive européenne (CEN 689, 1995)  
*Europäische Richtlinie (CEN 689, 1995)*

Si 1 mesure < VME/10 :

*Wenn 1 Messung < MAK/10 :*

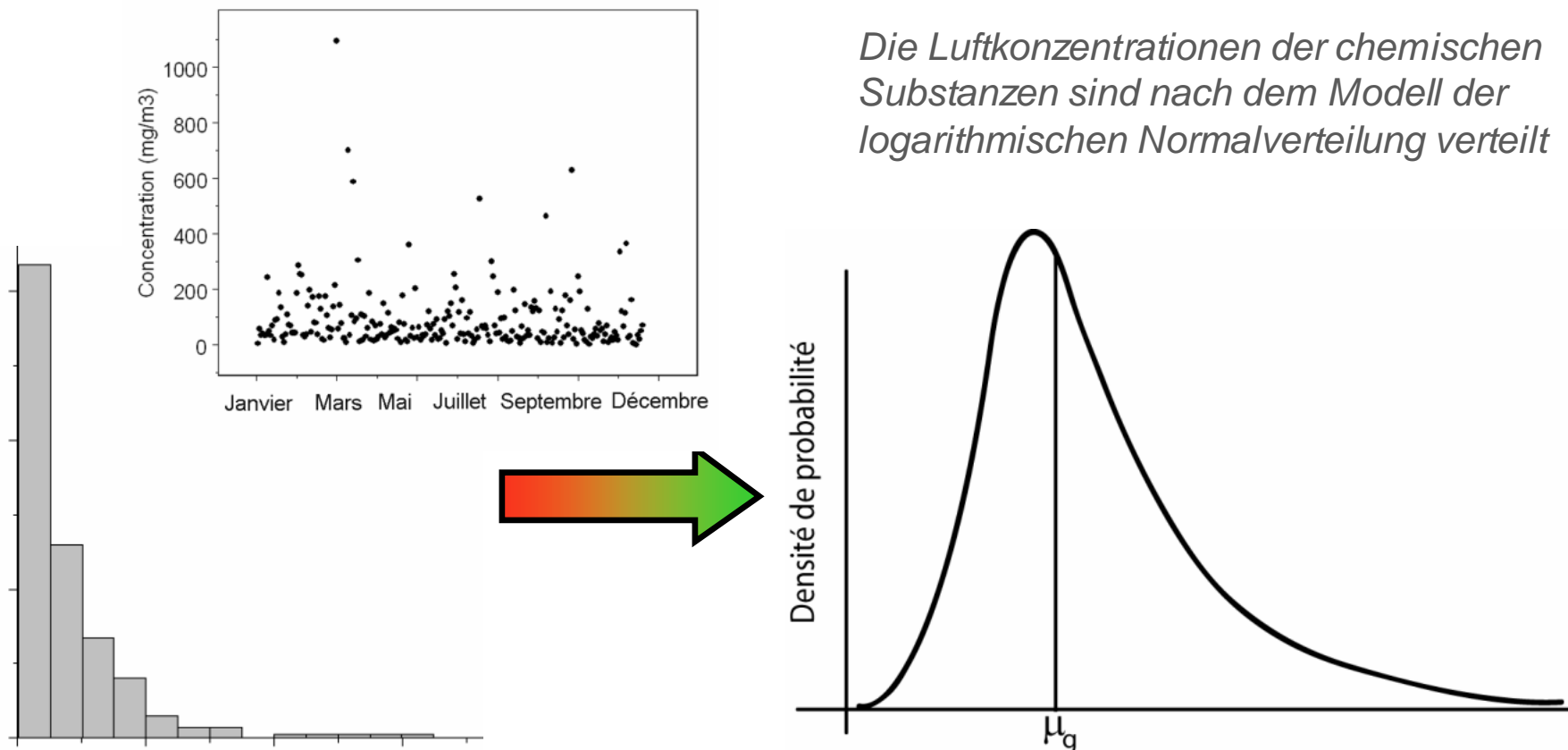


# Niveaux d'intervention ('action level')

## Bases statistiques

### *Auslöseschwelle : Statistische Grundlagen*

Les concentrations de substances chimiques dans l'air se distribuent suivant le modèle de la distribution lognormale



# Niveaux d'intervention ('action level')

## Bases statistiques - NIOSH

*Auslöseschwelle : Statistische Grundlagen - NIOSH*

---

Si je mesure une seule valeur  $X$  ppm

Et si  $X < VME/A$

Puis-je être sûr à 95% que moins de 5% des valeurs non mesurées de la distribution dépasseront la VME ?

*Wenn ich einen einzigen Wert messe  $X$  ppm*

*Und wenn  $X < MAK/A$*

*Kann ich zu 95% sicher sein dass weniger als 5% der nicht gemessenen Werte der Verteilung die MAK überschreiten?*

**Cela dépend :** -De la variabilité des expositions (GSD)

-De quelle fraction de la VLE on considère ( $A$ )

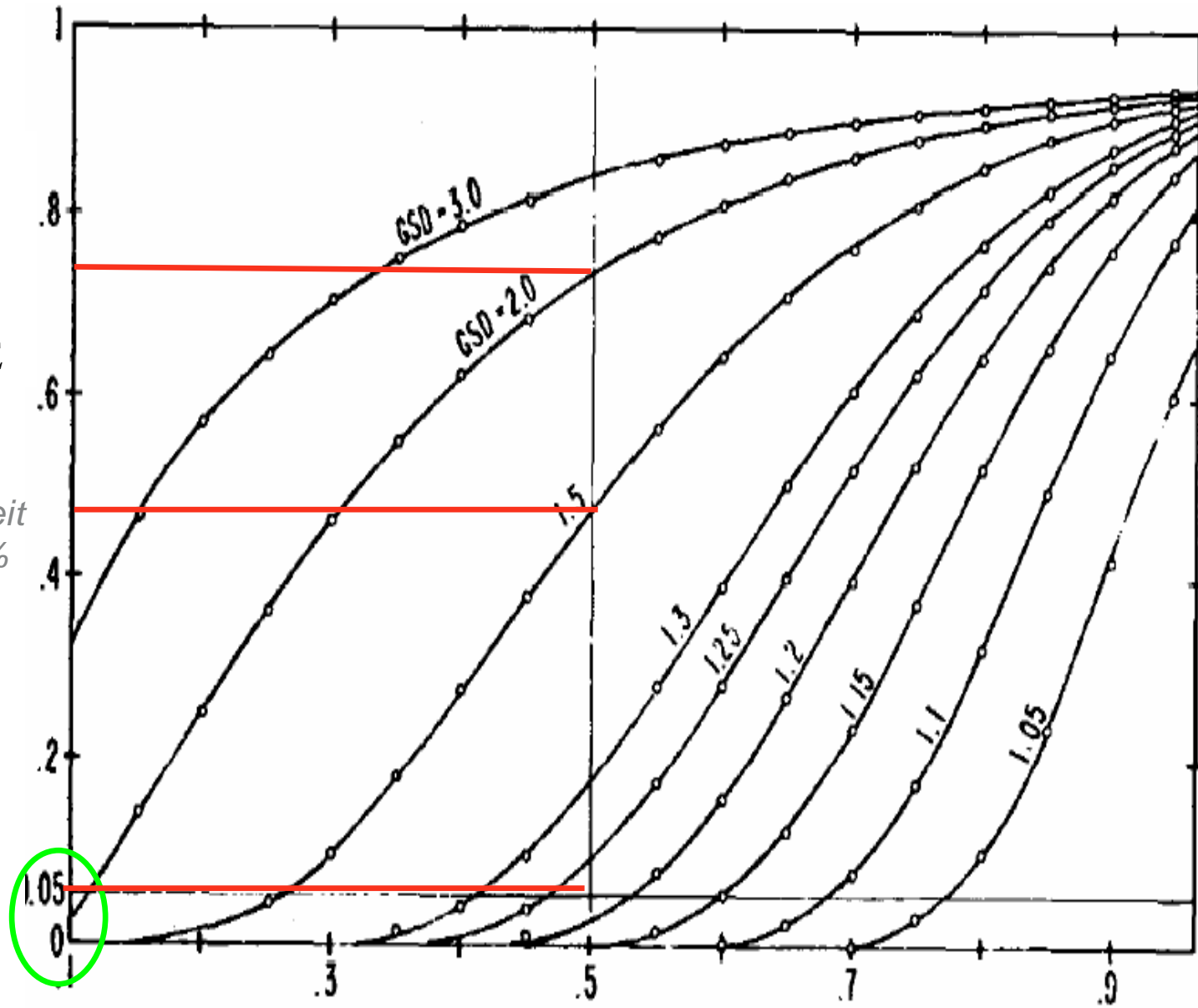
*Es hängt von:*

*- der Expositionsvariabilität (GSD) ab*

*- dem berücksichtigten MAK-Anteil ( $A$ ) ab*

Probabilité que plus de 5% des expositions non mesurées dépassent la VME

Wahrscheinlichkeit dass mehr als 5% der nicht gemessenen Expositionswerte die MAK überschreiten



Fraction de la VME (A)

MAK-Anteil (A)

# Niveaux d'intervention ('action level')

## Bases statistiques - INRS

*Auslöseschwelle : Statistische Grundlagen - INRS*

---



La valeur de l'unique mesure constitue notre meilleur estimé de la moyenne géométrique (MG) de la distribution

*Der Wert der einzigen Messung stellt die beste Schätzung des geometrischen Mittels (GM) der Verteilung dar*



Pour une distribution d'écart type géométrique 2 :  
95% des valeurs sont inférieures à  $3 \cdot MG$

*Für eine Verteilung mit einer geometrischen Standardabweichung von 2:  
95% der Werte sind kleiner als  $3 \cdot GM$*



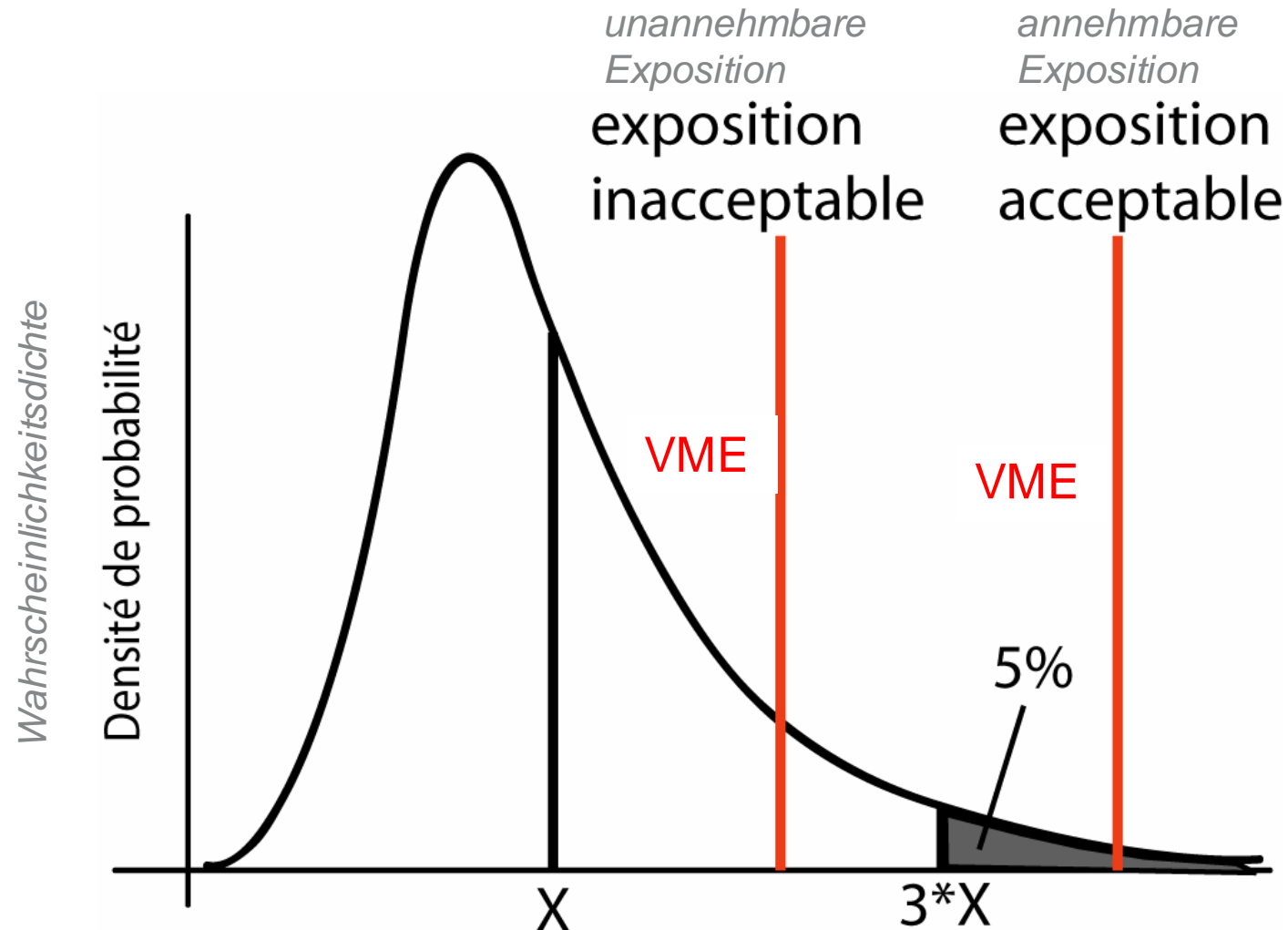
Si notre unique valeur mesurée est inférieure à  $1/3$  de la VME, on conclut que 95% des exposition sont inférieures à la VME

*Wenn unser einziger Messwert kleiner ist als  $1/3$  der MAK, dann sind 95% der Expositionswerte unter der MAK.*

# Niveaux d'intervention ('action level')

## Bases statistiques - INRS

Auslöseschwelle : Statistische Grundlagen - INRS



# Notion de performance des stratégies de mesure

*Grundkenntnis der Leistungen der Messstrategien*

---

## ➔ Performance «employé» - sensibilité

*Leistung « Arbeitnehmer » - Sensitivität*

Capacité à détecter des situations inacceptables en utilisant le moins de ressources possible

*Fähigkeit, unannehbare Situationen mit so wenig Ressourcen wie möglich zu erfassen*

## ➔ Performance «employeur» - spécificité

*Leistung « Arbeitgeber » - Spezifität*

Capacité à classifier des situations acceptables comme telles en utilisant le moins de ressources possible

*Fähigkeit, annehmbare Situation mit so wenig Ressourcen wie möglich einzuteilen*

# Travaux de P.Hewett – Exposure assessment solutions, inc. (www.oesh.com)

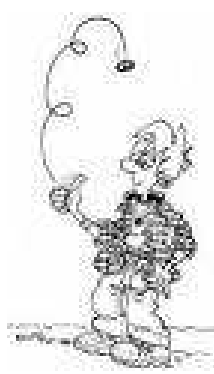
*Studie von P.Hewett – Exposure assessment solutions, inc. (www.oesh.com)*

## Performances «employé» de la stratégie 1 mesure < VME/2

*Leistungen « Arbeitnehmer » der Strategie 1 Messwert < MAK/2*

Probabilité de classer des expositions inacceptables comme acceptables

*Einteilungswahrscheinlichkeit der unannehmbaren Expositionen als annehmbar*

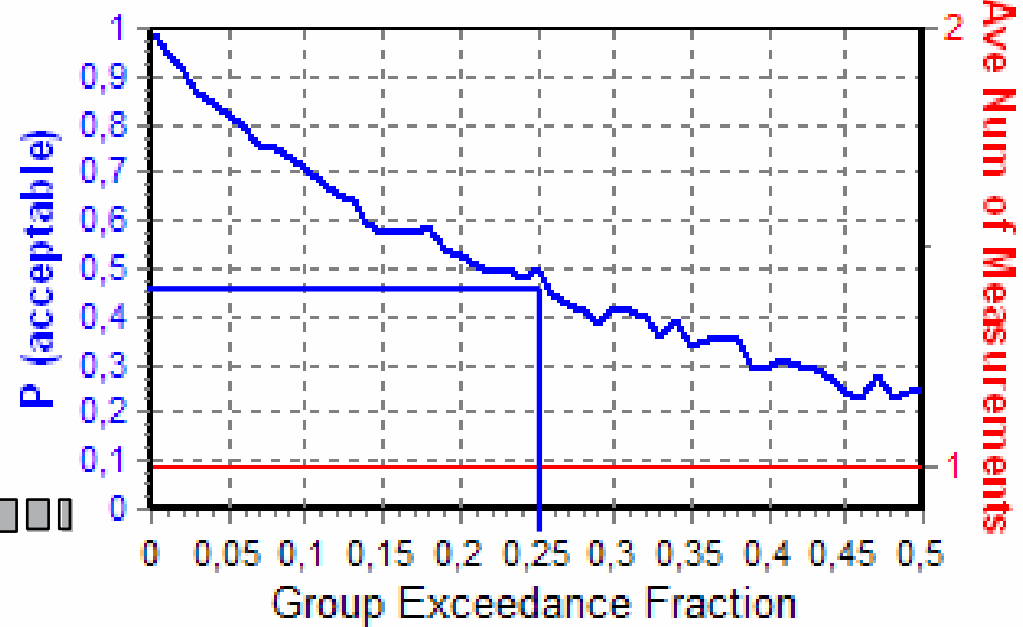


50% de rater une situation inacceptable

50% eine unannehmbare Situation zu verpassen



**Performance Curve**



Définition du critère d'acceptabilité (% des expositions réelles qui dépassent la VME)

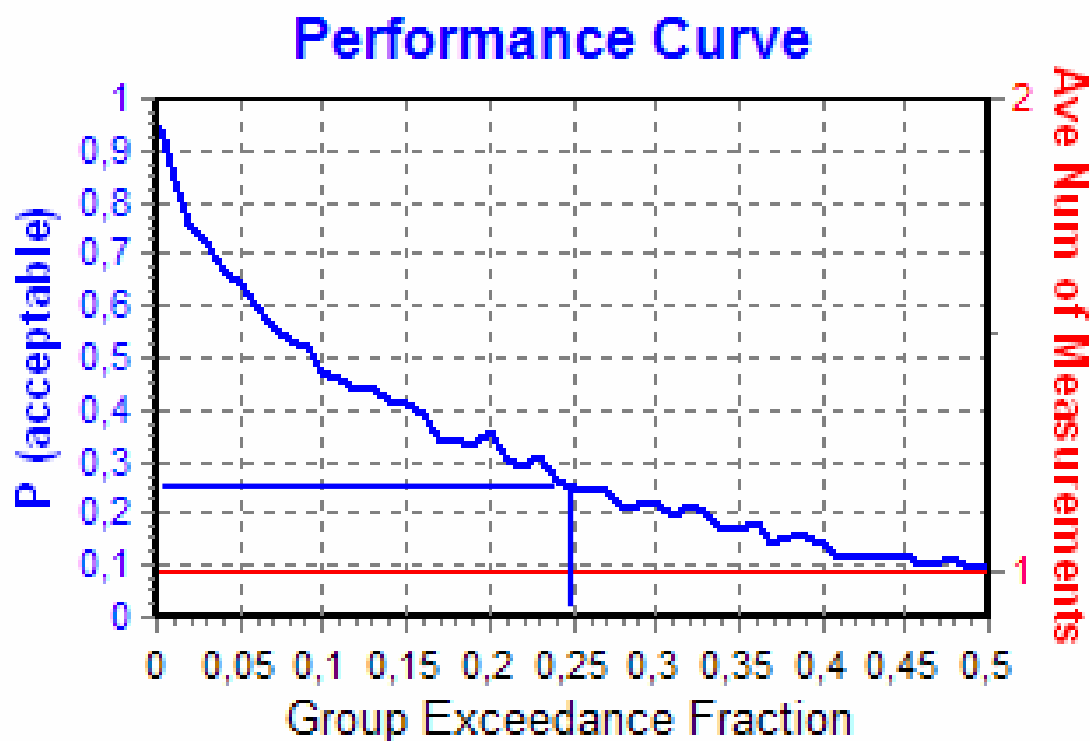
*Erklärung des Akzeptabilitätskriterium (% der wirklichen Expositionen die die MAK überschreiten)*

# Travaux de P.Hewett – Exposure assessment solutions, inc.

*Studie von P.Hewett – Exposure assessment solutions, inc.*

## Performances «employé» de la stratégie 1 mesure < VME/3

*Leistungen « Arbeitnehmer » der Strategie 1 Messwert < MAK/3*



20-30% de rater une situation inacceptable

20-30% eine unannehmbare Situation zu verpassen

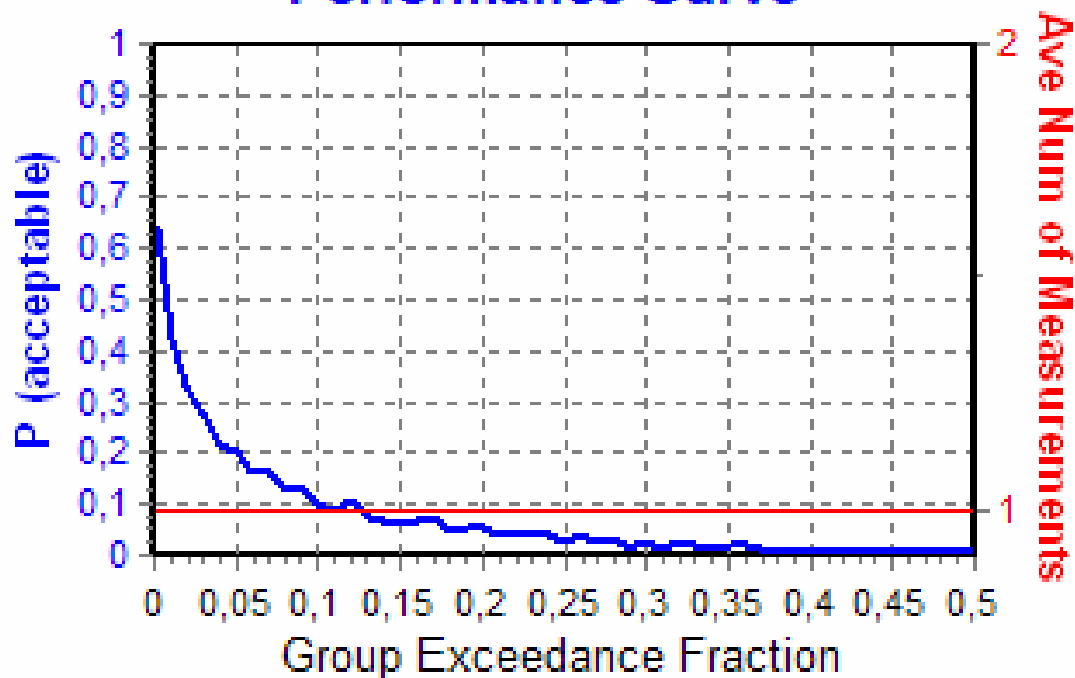
# Travaux de P.Hewett – Exposure assessment solutions, inc.

*Studie von P.Hewett – Exposure assessment solutions, inc.*

## Performances «employé» de la stratégie 1 mesure < VME/10

*Leistungen « Arbeitnehmer » der Strategie 1 Messwert < MAK/10*

**Performance Curve**



Critère sensible

Mais spécifique ?

*Sensitives Kriterium*

*Aber spezifisch?*

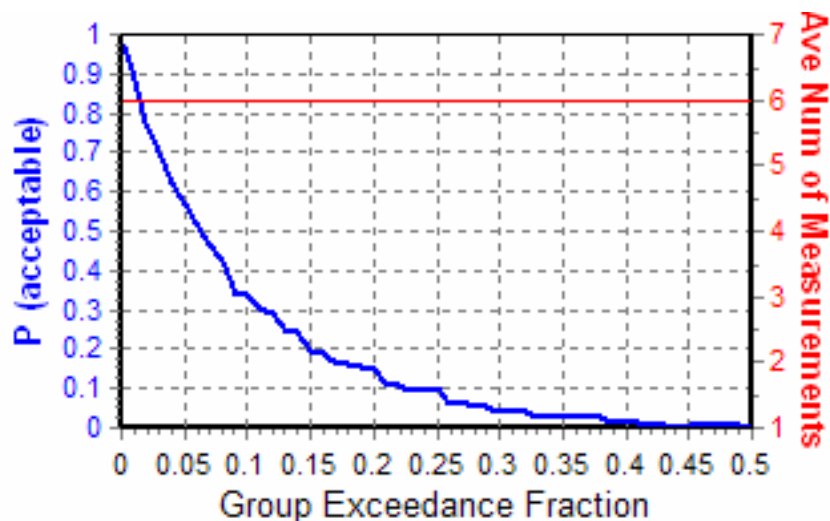
# Travaux de P.Hewett – Exposure assessment solutions, inc.

*Studie von P.Hewett – Exposure assessment solutions, inc.*

## Performances «employé» de la stratégie AIHA

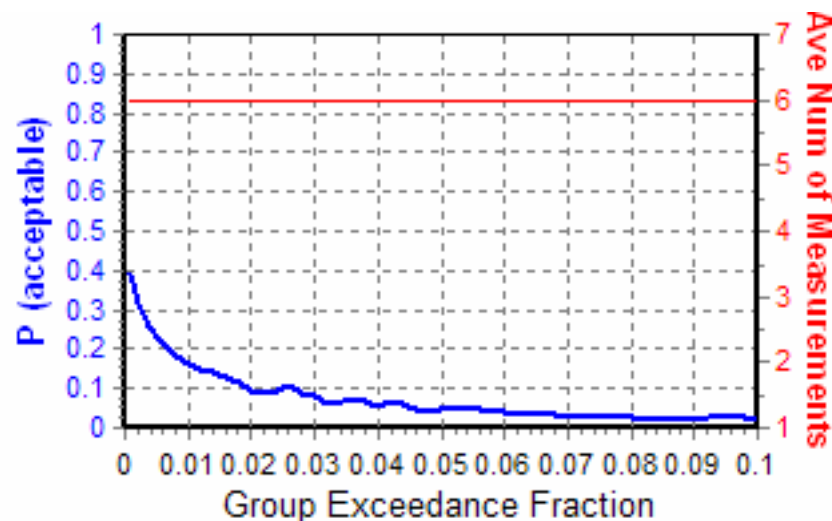
*Leistungen « Arbeitnehmer » der AIHA Strategie*

A partir de 6 mesures: conditions acceptables si la fraction de dépassement estimée est inférieure a 5% *Ab 6 Messwerte: annehmbare Bedingungen wenn der geschätzte Überschreitungsanteil unter 5% liegt*



Estimation sans intervalle de confiance

*Schätzung ohne Konfidenzintervall*



Estimation avec intervalle de confiance

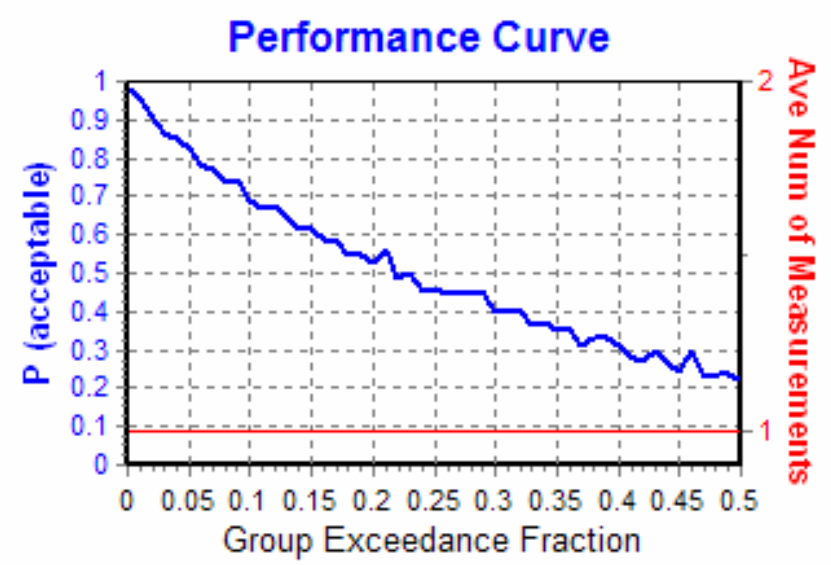
*Schätzung mit Konfidenzintervall*

# Travaux de P.Hewett – Exposure assessment solutions, inc.

*Studie von P.Hewett – Exposure assessment solutions, inc.*

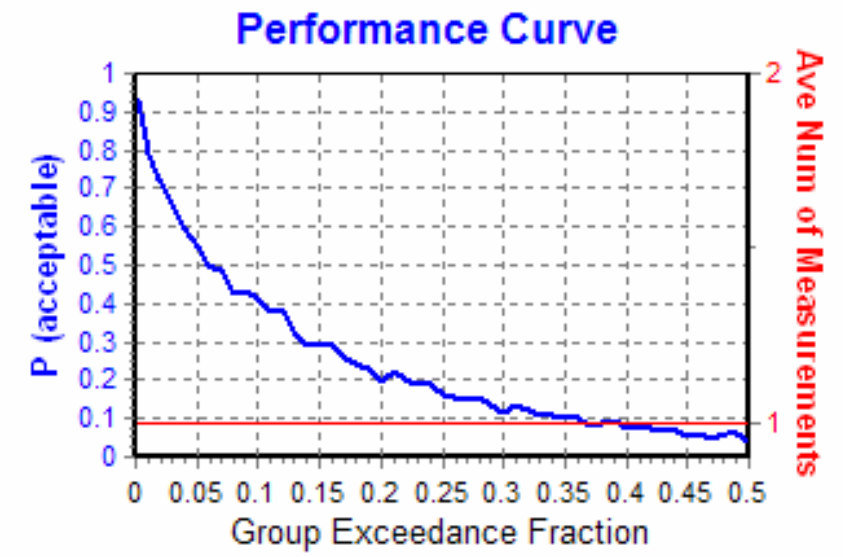
Et l'expertise... *Und die Expertise....*

Stratégie 3 mesures < VLE *Strategie 3 Messwerte < MAK*



Sans expertise

*Ohne Expertise*



L'expert est capable d'identifier les employés les plus exposés

*Der Experte ist fähig, die meist exponierten Arbeiter zu bestimmen*

# Conclusion

## Schlussfolgerung

---



Poser un diagnostic sur la base d'une mesure comparée à VLE/2 est équivalent à jouer à pile ou face

*Eine Diagnostik anhand eines mit MAK/2 verglichenes Messwertes zu stellen heisst so gut wie zwischen Kopf oder Zahl zu entscheiden*



Le niveau d'action VLE/10 permet d'atteindre des performances satisfaisantes en terme de protection des employés

*Der Wirkungspegel MAK/10 ermöglicht, zufriedenstellende Leistungen für den Arbeitnehmerschutz zu erreichen*



La simulation numérique est un outil utile pour évaluer les performances d'une stratégie de mesures, à la fois en terme de ressources et de protection des travailleurs.

*Die Computersimulation ist ein nützliches Werkzeug, um die Leistungen einer Messstrategie zu bewerten, sei es für Ressourcen oder für den Arbeitnehmerschutz*

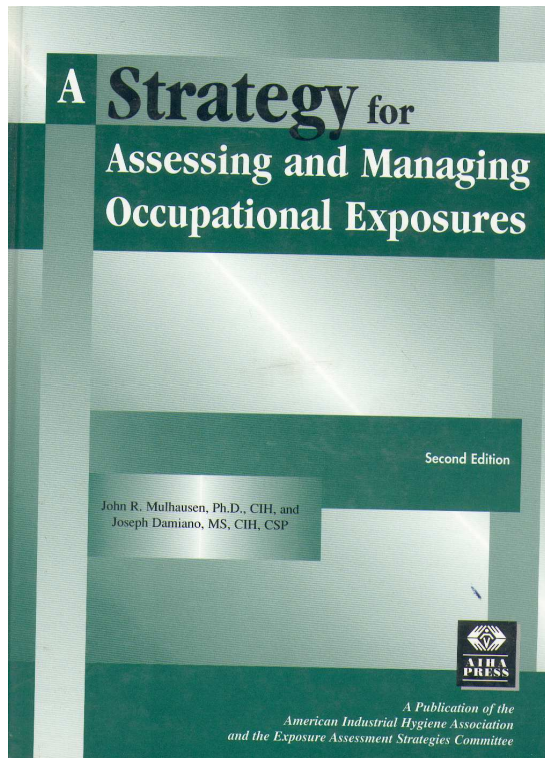
# Un peu de publicité : un logiciel gratuit multilingue d'interprétation des mesure : IHSTAT revisité



*Ein bisschen Werbung: ein kostenloses und mehrsprachiges Programm für Messinterpretation: IHSTAT umgestaltet*

---

**Le logiciel IHSTAT original** *Das ursprüngliche IHSTAT Programm*



- Basé sur les principes énoncés dans la monographie de l'association étasunienne d'hygiène industrielle (AIHA)
- Publié en 1999 et récemment mis à disposition sous forme de gratuiticiel
- Macro Excel faisant office de calculatrice d'hygiéniste du travail
- *Gestützt auf die erwähnten Prinzipien in der Monografie des amerikanischen Vereines der Industriehygiene (AIHA)*
- *Veröffentlicht in 1999 und vor kurzem erhältlich als kostenloses Programm*
- *Macro Excel als Taschenrechner für den Arbeitshygieniker brauchbar*

# Un peu de publicité : un logiciel gratuit multilingue d'interprétation des mesure : IHSTAT revisité

*Ein bisschen Werbung: ein kostenloses und mehrsprachiges Programm für  
Messinterpretation: IHSTAT umgestaltet*

IHSTAT original



IHSTAT amélioré

- Statistiques descriptives
- Paramètres des distributions lognormale et normale
- Limites de confiance sur les estimations
- Test d'ajustement à la distribution normale ou lognormale

*IHSTAT ursprünglich*

- *Beschreibende Statistiken*
- *Parameter der lognormalen und normalen Verteilung*
- *Konfidenzgrenzen für die Schätzungen*
- *Anpassungstest für die normale oder lognormale Verteilung*

- Refonte graphique / réorganisation du code
- Didacticiel sur l'interprétation des paramètres
- Interface disponible en français, anglais, allemand, espagnol, italien
- Jusqu'à 200 mesures
- Traitement des résultats 'non détectés'

*IHSTAT verbessert*

- *Graphische Neubearbeitung / Neuaufbau des Kodes*
- *Lernprogramm über die Parameterinterpretation*
- *Benutzeroberfläche erhältlich in Französisch, Englisch, Deutsch, Spanisch, Italienisch*
- *Bis zu 200 Messwerte*
- *Behandlung der 'nicht erfassten' Resultaten*

# Un peu de publicité : un logiciel gratuit multilingue d'interprétation des mesure : IHSTAT revisité



*Ein bisschen Werbung: ein kostenloses und mehrsprachiges Programm für  
Messinterpretation: IHSTAT umgestaltet*

---

Travail conjoint (*Gemeinsame Arbeit*):

Institut Robert Sauvé en santé et en sécurité du travail (Montréal,  
Canada)



Université McGill (Montréal, Canada)



Institut universitaire romand de santé au travail (Lausanne)



Disponibilité : Automne 2007     *Erhältlich: Herbst 2007*

[www.i-s-t.ch](http://www.i-s-t.ch)

[www.irsst.qc.ca](http://www.irsst.qc.ca)

*Institut universitaire romand de Santé au Travail*

*Institut für Arbeit und Gesundheit*

*Institute for Work and Health*



*Pour que santé et travail soient compatibles*

*Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit*

**Merci pour votre attention,**

**et merci à Catherine Tomicic (IST) : Deutsche Fassung**

Pour toute information complémentaire  
Jerome.Lavoue@hospvd.ch

*Für jene zusätzliche Information:  
Jerome.Lavoue@hospvd.ch*

www.i-s-t.ch