



## Bericht

---

Analyse auf gesundheitsschädliche und krebserzeugende Stoffe (PAK) auf verrußten Atemschutzgeräten vor und nach der Vorbehandlung und Wäsche in der Maschine.

Bericht über den Reinigungseffekt auf Atemschutzgeräten in der Waschmaschine \_ ALS T 1822525\_Rev A

# **Bericht über die Reinigungswirkung nach Vorbehandlung und Waschen von Atemschutzgeräten in einer Tank-Spülmaschine**

## **Hintergrund**

Der Ruß von Bränden enthält nachweislich viele gesundheitsschädliche und krebserregende Stoffe, die bei wiederholter Exposition über einen längeren Zeitraum, z.B. Hautkontakt und Einatmen schwere Krankheiten wie Krebs verursachen können. Das Bewusstsein für die Gesundheitsrisiken einer Exposition durch Ruß hat zu einem Bedarf an wirksamen und sicheren Methoden zur Reinigung von Atemschutzgeräten und anderen Geräten geführt, die von Feuerwehren im Rettungsdienst verwendet werden.

In den letzten Jahren wurden mehrere automatisierte mechanische Verfahren zum Waschen von Atemschutzmasken entwickelt, einschließlich teilweise umgebauter gewerblicher Großküchengeschirrspüler, die zum Waschen von Atemschutzgeräten einschließlich Atemschutzmasken verwendet wurden. Üblich waren von Anfang an kurze Waschzeiten von 6-9 Minuten und die Verwendung herkömmlicher Spülmaschinenreiniger, die für ganz andere Reinigungszwecke gedacht waren als die Reinigung der Atemschutzgeräte von Ruß. Herkömmliche Spülmittel sind nicht entwickelt oder optimiert worden, um Ruß aus Atemschutzmasken zu entfernen, die aus verschiedenen Kunststoff- und Gummimaterialien, synthetischen Fasern und gestrichenen und lackierten Oberflächen verschiedener Metalle bestehen.



*Bilder 1 und 2. Schmutziges und verrußtes Atemschutzgerät und Teil eines Tragegestells vor dem Waschen*

Atemschutzmasken bestehen aus vielen verschiedenen Materialien wie z.B. Kunststoffe, verschiedene Gummiarten und Verbundwerkstoffe. Einige Teile sind gestrichen oder lackiert oder auf andere Weise oberflächenbehandelt. Einige der Materialien sind empfindlich gegenüber Reinigungstemperaturen über 60 C und einige sind empfindlich gegenüber den Reinigungsmitteln, die in vielen herkömmlichen Geschirrspülmitteln und Entfettern enthalten sind. Dies bringt viele Einschränkungen mit sich, wenn es um die Wahl der Reinigungssubstanzen und Reinigungstemperaturen beim Waschen von Atemschutzgeräten geht. Diese Einschränkungen, kombiniert mit der Tatsache, dass Ruß von Bränden eine Art von Schmutz ist, der ohne mechanische Bearbeitung sehr schwer zu entfernen ist, haben es schwierig und zeitaufwändig gemacht, wirksame und sichere Reinigungsmittel und automatisierte Verfahren zum Reinigen von Atemschutzmasken zu entwickeln.

Um bestmögliche Ergebnisse zu erzielen, ist es von größter Bedeutung, dass alle für die Reinigungswirkung wichtigen Parameter wie Art und Gehalt der Reinigungsmittel (Chemie), Reinigungstemperatur, Zeit und mechanische Bearbeitung soweit wie möglich optimiert werden ohne zu Beschädigung der Materialien an den Atemschutzgeräten zu führen.

## **Entwicklung von Produkten und Reinigungsmitteln**

Seit dem Frühjahr 2011 arbeitet Lejon Kemi an der Entwicklung von Mitteln und Methoden, um gesundheitsschädliche Stoffe und Ruß effektiv und sicher aus Atemschutzgeräten und anderen Ausrüstungen der Feuerwehren auszuwaschen. Die Entwicklungsarbeit erfolgte in Absprache und Zusammenarbeit mit verschiedenen Spül- und Waschmaschinenherstellern, Herstellern von Atemschutzgeräten (z. B. Interspiro), Rettungsdiensten, externen Analyselaboren, Chemikern und anderen Spezialisten aus verschiedenen Bereichen.

Nach umfangreicher Laborarbeit und umfassenden Tests in verschiedenen Feuerwachen kann Lejon Kemi wirksame und sichere Reinigungsmittel sowie Spül- und Waschprogramme zur Reinigung von Atemschutzgeräten in speziell angefertigten Spülmaschinen und Atemschutzmasken in Waschmaschinen anbieten. Die neuen Mittel und Methoden liefern sowohl visuell als auch nach unabhängigen Laboranalysen sehr gute Reinigungsergebnisse. Die Mittel und Verfahren sind möglichst materialschonend für Atemschutzgeräte entwickelt und an Atemschutzgeräten verschiedener Fabrikate ausgiebig getestet worden. Die Mittel werden von Interspiro unter den Handelsnamen „Interspiro PPE Decon Cleaner“ und „Interspiro PPE Decon Detergent“ vertrieben.

## **Zweck der externen Analyse der Reinigungswirkung**

Es ist nicht möglich, das Vorhandensein von gesundheitsschädlichen Stoffen, die auf Oberflächen vorhanden sein können, welche Brandrauch/Brandgasen ausgesetzt wurden, visuell zu sehen oder festzustellen. Vor diesem Hintergrund wurde ein unabhängiges akkreditiertes Laborunternehmen beauftragt, den Gehalt einer Reihe von gesundheitsschädlichen Stoffen an einem Atemschutzgerät zu messen vor und nach der Reinigung. Ziel der Analysen war es, die Wirksamkeit des Reinigungsverfahrens und -mittels zur Entfernung einer Reihe von gesundheitsschädlichen und krebserregenden Stoffen sowie visuell sichtbaren Verschmutzungen zu untersuchen.

### **Auswahl der untersuchten Stoffe**

Bei den 16 analysierten Substanzen handelt es sich um polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK). Diese Stoffe wurden ausgewählt, weil sie häufig bei Bränden entstehen und in Ruß und auf Brandrauch/Brandgasen ausgesetzten Oberflächen zu finden sind. Gleichzeitig werden die Stoffe als gesundheitsschädlich eingestuft und einige von ihnen sind krebserregend, wie z Benzo(a)anthracen, Chrysen, Benzo(b)fluoranthren, Beso(k)fluoranthren, Beso(a)pyren, Dibeso(l)anthracen und Indenol(123cd)pyren.

### **Durchführung der Probeentnahme und Analyse**

Acht Proben wurden von verschiedenen Oberflächen und Materialien von neuen und unbenutzten Atemschutzmasken entnommen, um Referenzwerte zum Vergleich der Ergebnisse nach der Reinigung bereitzustellen. Danach wurden die Atemschutzgeräte in einer für Feuerwehrrübungen vorgesehenen Rauchkammer stark begast, danach wurden weitere 8 Proben an den gleichen Stellen wie bei den sauberen Atemschutzgeräten entnommen. Abschließend wurden 8 Proben entnommen, nachdem die Atemschutzmasken vorbehandelt und in einer Tank-Spülmaschine gewaschen wurden. Die Proben wurden entnommen, indem Oberflächen, die aus verschiedenen Materialien bestanden, an den Atemschutzmasken mit einem speziellen Wischtuch abgewischt wurden, das mit hochreinem Ethanol getränkt war, um verschiedene Verunreinigungen aufzufangen. Nach der Probeentnahme wurden die Proben in saubere Glasbehälter gegeben, die verschlossen wurden. Nach der Probenvorbereitung wurden alle 24 Proben mit Gaschromatographie-Massenspektrometrie (GC-MS) analysiert.

### **Der Reinigungsprozess**

Die stark verschmutzten Atemschutzgeräte wurden vorbehandelt, indem eine 10%ige Arbeitslösung von PPE Decon Cleaner auf die Ausrüstung gesprüht wurde, die vor dem Waschen in einer Tank-Spülmaschine etwa 5 Minuten lang einwirken konnte. In der Tank-Spülmaschine wurde eine Dosierung von 1 % verwendet, 20 Minuten Waschzeit gefolgt von einem Spülvorgang mit ca. 20 Liter sauberem Wasser.



Die verwendete Wasch- und Spülwassertemperatur betrug 58 – 60 °C. Nach dem Waschen ließ man die Atemschutzmasken vollständig trocknen, bevor die Proben entnommen wurden.

Die Vorbehandlung wurde durchgeführt, weil die Atemschutzgeräte extrem verschmutzt und verrußt waren, nachdem sie während zahlreicher Feuerwehrrübungen über einen Zeitraum von zwei Wochen Rauch ausgesetzt waren. Bei einem geringeren Verschmutzungsgrad ist in der Regel keine oder nur eine einfachere Vorbehandlung erforderlich. BA Decon ist ein alkalisches Reinigungsmittel auf Wasserbasis, das von Grund auf für die manuelle und maschinelle Reinigung (Waschen) von Atemschutzgeräten entwickelt und optimiert wurde. Das Mittel ist nicht zur Reinigung von Atemschutzmasken mit Antibeslagbeschichtung geeignet. Diese sollten stattdessen in einer Waschmaschine mit dem Mittel PPE Decon Detergent gewaschen und die Masken in speziell entwickelten Wäschesäcken geschützt und mit einem dafür entwickelten Waschprogramm gewaschen werden.

## **Analysemethode**

Bestimmung von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen, PAK (16 Verbindungen (Substanzen) gemäß EPA), gemäß einer Methode basierend auf US EPA 429 und ISO 11338. Die Messung wurde durchgeführt mit hochauflösender Gaschromatographie und Massenspektrometrie (GC-MS), eine Analysemethode, mit der sehr geringe Konzentrationen an Substanzen mit sehr hoher Genauigkeit gemessen werden können.

## **Analyselaboratorium**

Die Probeentnahmen und Analysen wurden von ALS Scandinavia AB, Postfach 700, 182 17 Danderyd durchgeführt.

## **Analyseresultat**

Die Ergebnisse der Analysen zeigen, dass die Gehalte der 16 untersuchten gesundheitsschädlichen und krebserregenden Stoffe (PAK) nach Brandrauchbelastung der neuen unbenutzten Atemschutzmasken stark angestiegen sind, aber nach der Vorbehandlung und dem Waschen auf den gleichen niedrigen Werten lagen wie auf den unbenutzten Atemschutzmasken. Bei einigen vereinzelt Proben von den gereinigten Atemschutzmasken lag ein Teil der Werte geringfügig über der Nachweisgrenze. Ein großer Teil der Analyseergebnisse von Proben, die von neuen, unbenutzten Atemschutzmasken und von vorbehandelten und gewaschenen Atemschutzmasken entnommen wurden, wurde im ALS-Analysebericht mit weniger als (<) einem bestimmten Wert angegeben. Dies ist so zu interpretieren, dass der Inhalt unter dem angegebenen Wert liegt.

Die Analyseergebnisse zeigen, dass es möglich ist, die Gehalte an analysierten Schadstoffen und krebserzeugenden Stoffen auf ein sehr niedriges Niveau, das auf dem Niveau neuer, unbenutzter Atemschutzmasken liegt, durch Vorbehandlung und Spülen in der Spülmaschine mit den Mitteln und Methoden zu senken im Bericht beschrieben werden. In dem Diagramm des Berichts wurden die Ergebnisse der Proben 5A (neu unbenutzt), 5 B (stark verrußt) und 5 C (nach Reinigung) dargestellt, wobei Probe 5 B die Probe mit den höchsten PAK-Gehalten war. Diese drei Proben stammen aus einer Atemluftflasche aus Kompositmaterial. Weitere Testergebnisse sind im *Berichtsanhang 1822525* aufgeführt.

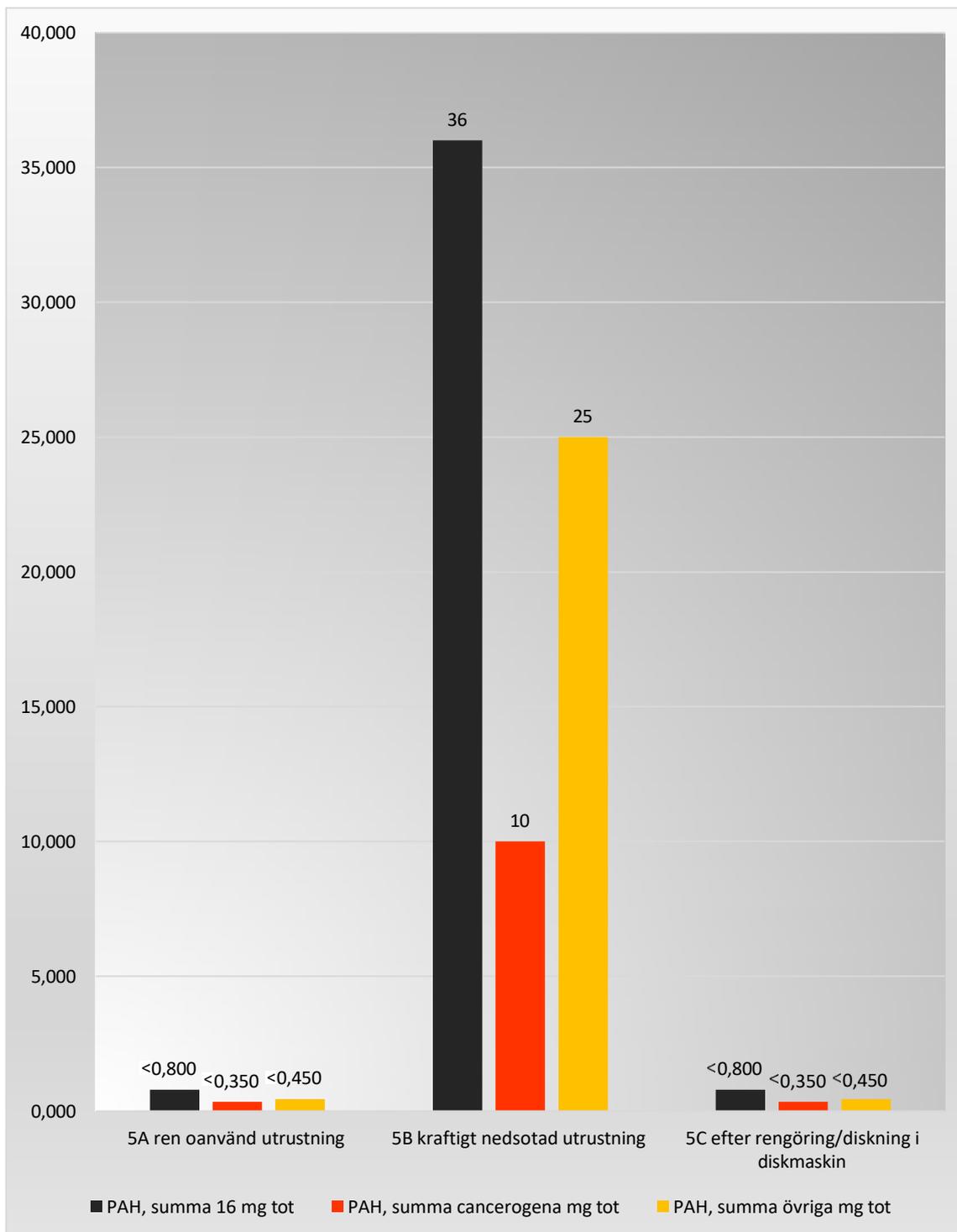


Diagramm 1. Gesamtgehalt von 16 analysierten gesundheitsschädlichen und krebserregenden polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) auf neuen unbenutzten Atemschutzmasken, auf stark verschmutzten Atemschutzmasken und auf vorbehandelten und anschließend gewaschenen Atemschutzmasken.

Beachten Sie, dass die Summe der Gehalte von 16 verschiedenen PAKs auf neuen unbenutzten Atemschutzmasken und auf gereinigten gewaschenen Atemschutzmasken unter der Nachweisgrenze (< 0,050 mg) der Analyseverfahren liegt, d. h. unter den Gesamtmengen von 0,8 mg, unter 0,35 mg und unter 0,45 mg. Vollständige Analysedaten siehe Anhang 1822525 des Berichts.

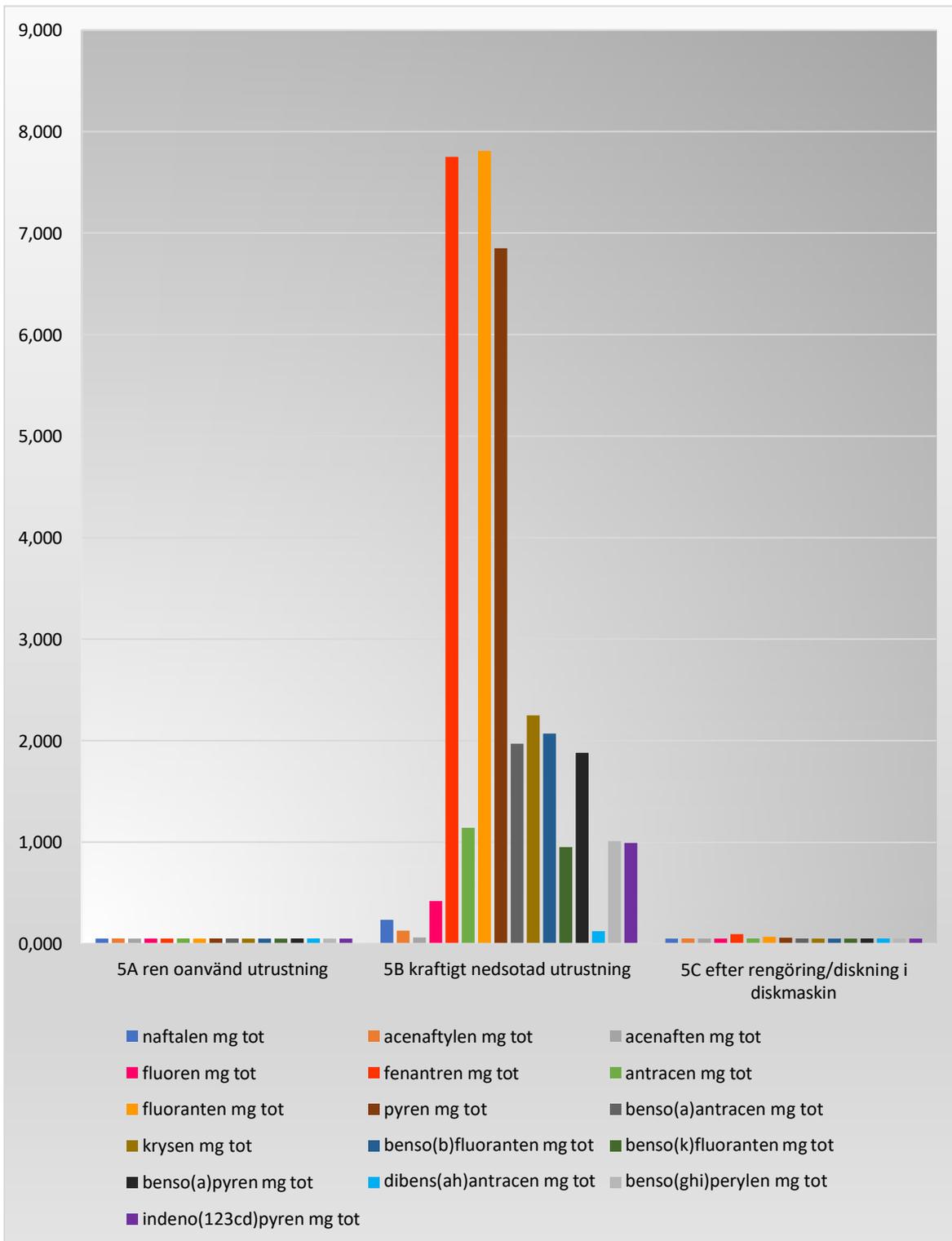


Diagramm 2. Koncentrationen von 16 gesundheitsschädlichen und krebserregenden polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) auf neuen unbenutzten Atemschutzmasken, auf stark verschmutzten Atemschutzmasken und auf vorbehandelten und anschließend gewaschenen Atemschutzmasken. Beachten Sie, dass die Konzentrationen der 16 verschiedenen PAKs, die auf neuen unbenutzten Atemschutzmasken und auf gereinigten gewaschenen Atemschutzmasken analysiert wurden, unter der Nachweisgrenze von 0,050 mg für die verwendete Analyseverfahren lagen, mit Ausnahme einiger



*Werte, die knapp über der Nachweisgrenze lagen. Vorab ausgefüllte Analysedaten finden Sie in Anhang 1822525 des Berichts*

## Ergebnisse nach Vorbehandlung und Spülen in der Spülmaschine



*Bild 3 und 4. Atemschutzgerät und Teile der Trageeinrichtung aus Bild 1 und 2 nach Vorbehandlung und Waschen.*



*Bild 5. Trageeinrichtung mit angeschlossenen Atemschutzgerät nach Vorbehandlung und Waschen in einer Tank-Spülmaschine mit PPE Decon Cleaner*

## **Messunsicherheit**

Die Messunsicherheit wird als erweiterte Unsicherheit (wie in „Evaluation of Measurement Data – Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement“, JCGM 100:2008, korrigierte Version 2010) angegeben, die mit einem Erweiterungsfaktor von 2 berechnet wird, was zu einem Konfidenzniveau von etwa 95 % führt. Die Messunsicherheit wird nur für nachgewiesene Substanzen mit Konzentrationen oberhalb der Meldegrenze angegeben.

Die Messunsicherheit eines Unterauftragnehmers wird üblicherweise als erweiterte Unsicherheit angegeben, die mit einem Erweiterungsfaktor 2 berechnet wird. Wenden Sie sich für weitere Informationen an das Labor.

## **Zusammenfassung**

Durch die Vorbehandlung von Atemschutzmasken vor dem Waschen in speziell für die Reinigung von Atemschutzmasken vorgesehenen Spülmaschinen lassen sich mit den in diesem Bericht beschriebenen Reinigungsmitteln, Vorbehandlungsmethoden und Waschprogrammen sehr gute Reinigungsergebnisse erzielen. Analysen der Proben von neuen, sauberen, unbenutzten Atemschutzmasken, von stark verschmutzten Atemschutzmasken und von vorbehandelten und gewaschenen Atemschutzmasken zeigen, dass die Konzentrationen von 16 schädlichen und krebserregenden Stoffen (PAKs) nach der Reinigung auf sehr niedrige Werte sinken.

### **Marketing und Vertrieb:**

#### **Produktion: Interspiro AB**

Postfach 2853  
187 28 Täby  
Schweden  
+ 46 (0)8 636 51 00  
[www.interspiro.com](http://www.interspiro.com)

### **Produktentwicklung und**

#### **Lejon Kemi AB**

**Berichtsnummer:** ALS T 1822525. I.L Dat. 2018-10-03 SE.

**Genehmigt durch:** Lejon Kemi AB/Ingemar Lejon.

**Datum:** 2018-10-03.

## **Referenzen**



1. Berichtsanhang 1822525
2. Bericht von ALS Scandinavia AB, T 1822525