

Belastung der Arbeitnehmer durch
Perchloroethylen
bei der chemischen Reinigung von
Textilien



Stand: November 2013

Regierungspräsidium Kassel, Dezernat 35.3

Fachzentrum für Produktsicherheit und Gefahrstoffe

Petra Brohmann

Inhalt

1.	Einleitung.....	4
2.	Auswahl der Betriebe	5
3.	Beschreibung der Arbeitsbereiche	6
4.	Fazit.....	10

Anlagen

Anlage 1 Beurteilungsverfahren

Anlage 2 Bestimmungsgrenzen

Anlage 3 Probenahmegeräte und –verfahren, Messgeräte

1. Einleitung

In chemischen Textilreinigungen werden Textilien in Reinigungsanlagen unter Verwendung von Lösemitteln gereinigt. Gegenwärtig werden Perchlorethylen (PER) und Kohlenwasserstofflösemittel (KWL) in diesen Reinigungsanlagen verwendet. Die Kohlenwasserstofflösemittel sind ein Gemisch aus Isoparaffinen im Bereich von 9 bis 12 Kohlenstoffatomen und wurden Anfang der neunziger Jahre als Ersatz für die FCKW eingeführt.

Die Neufassung der zweiten Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (2. BImSchV) vom 10. Dezember 1990 bedeutete eine erhebliche Verschärfung der technischen und organisatorischen Anforderungen an den Betrieb von Chemischreinigungsanlagen mit PER. Das führte dazu, dass alle in der Bundesrepublik betriebenen Chemischreinigungsmaschinen durch neue ersetzt wurden. Reinigungsmaschinen für PER sind geschlossene Anlagen, die mit einem Messsystem ausgestattet sind, das die PER-Konzentration während der Trocknung in der Anlage und teilweise auch im Betriebsraum überwacht. Die Einführung dieser neuen Reinigungsmaschinen hatte auch eine deutliche Senkung der Exposition für die Beschäftigten gegenüber PER zur Folge. Während die Messaktion der Textil- und Bekleidungs-BG in den Jahren 1987 bis 1990 in etwa 90 besichtigten Textilreinigungen noch eine Überschreitung des PER-Grenzwertes für den Maschinenführer ergab, zeigten die Messungen nach 1992, dass der damals gültige Grenzwert für PER von 50 ppm (345 mg/m^3) in Betrieben, die den Bestimmungen der 2. BImSchV und der UVV „Chemischreinigung“ (VBG 66) entsprechen, dauerhaft sicher eingehalten wird.

Diese positive Entwicklung führte dazu, dass die Textilreinigungen seit einigen Jahren hinsichtlich der PER-Exposition nicht mehr im Zentrum des öffentlichen und fachlichen Interesses standen. In den letzten 10 bis 15 Jahren wurden kaum Messdaten zur Lösemittlexposition ermittelt. Im Dezember 2011 wurde in der Aktualisierung der TRGS 900 ein AGW für PER von 20 ppm (132 mg/m^3) festgelegt. Das stellt eine bedeutende Senkung gegenüber den bis dahin gültigen MAK-Wertes von 50 ppm (345 mg/m^3) dar. Diese Grenzwertabsenkung war Anlass für mehrere Ländermessstellen im Rahmen eines gemeinsamen Projektes erneut die Einhaltung des Arbeitsplatzgrenzwertes für PER in den chemischen Textilreinigungsbetrieben zu überprüfen.

Die Textilreinigungen werden als Großbetriebe oder Ladenreinigungen betrieben.

Im Rahmen des länderübergreifenden Projektes wurden die PER-Konzentrationen in Ladenreinigungen messtechnisch ermittelt. Ziel des Projektes war die Untersuchung, ob die Einhaltung der technischen und organisatorischen Anforderungen der 2. BImSchV gewährleistet, dass auch der neu festgelegte, deutlich abgesenkte Arbeitsplatzgrenzwert von 20 ppm (132 mg/m^3) in den chemischen Textilreinigungen eingehalten wird.

PER ist ein Stoff mit einem begründeten Verdacht auf eine krebserzeugende Wirkung (GHS krebserzeugend Kategorie II), so dass eine Minimierung der Exposition gegenüber PER, zumindest die Einhaltung des AGW, an diesen Arbeitsplätzen zum Schutz der Beschäftigten besonders wichtig ist.

Die Messung der PER-Konzentration war verbunden mit der Ermittlung der betrieblichen Randbedingungen (z.B. Raumgröße, Maschinentyp, Baujahr, Lüftung, Absaugung, Art und Anzahl der Kleidungsstücke, Häufigkeit der Inbetriebnahme der Anlage, Arbeitsorganisation usw.). Dadurch wurden die Einflussfaktoren auf die vorhandenen PER-Konzentrationen erfasst und Möglichkeiten zur Senkung der PER-Exposition aufgezeigt.

Die Ergebnisse des Projektes werden in einer Expositionsbeschreibung der Länder zusammengefasst. Da die Fertigstellung dieser Expositionsbeschreibung noch einige Zeit dauern wird, werden in diesem Bericht die Ergebnisse in den hessischen Betrieben kurz zusammengefasst.

2. Auswahl der Betriebe

Mit Erlass des hessischen Sozialministeriums vom 07.09.2012 wurden die für die chemischen Reinigungen zuständigen Dezernate in den drei Regierungspräsidien gebeten, Ansprechpartner/Ansprechpartnerinnen für die Aktion, sowie geeignete Betriebe zu benennen. Grundlage für die Betriebsnennung war eine Auslastung der Betriebe über mindestens drei Reinigungschargen pro Arbeitstag. Mit dem Erlass wurde ein Fragebogen übersandt, der folgende Punkte beinhaltete:

1. Allgemeine Angabe zum Betrieb
 - Zuständiges Dezernat/zuständige Sachbearbeitung
 - Datum der Erhebung
 - Firma incl. Anschrift
 - Ansprechpartner im Betrieb/Funktion/Kontaktdaten
 - zuständige BG
 - Anzahl Arbeitnehmer
2. Angaben zu den Reinigungsanlagen
 - Anzahl PER-betriebene Anlagen incl. Fassungsvermögen
 - Anzahl der Reinigungschargen/Arbeitstag, Zeitdauer einer Charge
 - Auslastung im Betrieb, gleichmäßig oder Expositionsspitzen
 - Verwendung von Anlagen mit anderen Reinigungsmitteln

Insgesamt erhielt das Fachzentrum 21 Fragebögen zur Betriebsermittlung. Es wurden keine Betriebsbesichtigungen im Vorfeld zu den Messungen durchgeführt, sondern die Betriebe zu Beginn des Jahres 2013 telefonisch kontaktiert. Nach diesen Rücksprachen mit den Betrieben bezüglich der aktuellen Auslastung und der Betriebsbedingungen kamen insgesamt 14 Betriebe für Probenahmen in Frage.

In diesen 14 Betrieben wurden in der Zeit vom 04.03. bis zum 27.05.2013 die messtechnischen Ermittlungen durchgeführt. Bei 13 vergleichbaren Betrieben, handelt es sich um klassische Textilreinigungen. Bei einem Betrieb (Betrieb 2) wurden Arbeitshandschuhe gereinigt. Die nachfolgenden Beschreibungen und Auswertungen beziehen sich daher ausschließlich auf die 13 vergleichbaren Betriebe. Die Expositionssituation in Betrieb 2 wird in Kapitel 5 (Seite 8 und 9) einzeln dargestellt.

3. Beschreibung der Arbeitsbereiche

3.1 Beschreibung der Arbeitsstätten

In den durch das Fachzentrum beprobten Betrieben waren die Arbeitnehmer ihren Tätigkeiten fest zugeordnet. Die Betriebe verfügten über einen Annahme-/Kassenraum, einen Maschinenraum und je nach Größe des Betriebes noch über einen separaten Bügelraum. Die Bügelarbeiten wurden entweder im Maschinenraum oder in separaten Bügelräumen durchgeführt.

3.2 Beschreibung der Anlagentechnik

Es kamen chemische Reinigungsanlage unterschiedlicher Fabrikate mit einem Fassungsvermögen von max. 50 kg zum Einsatz.

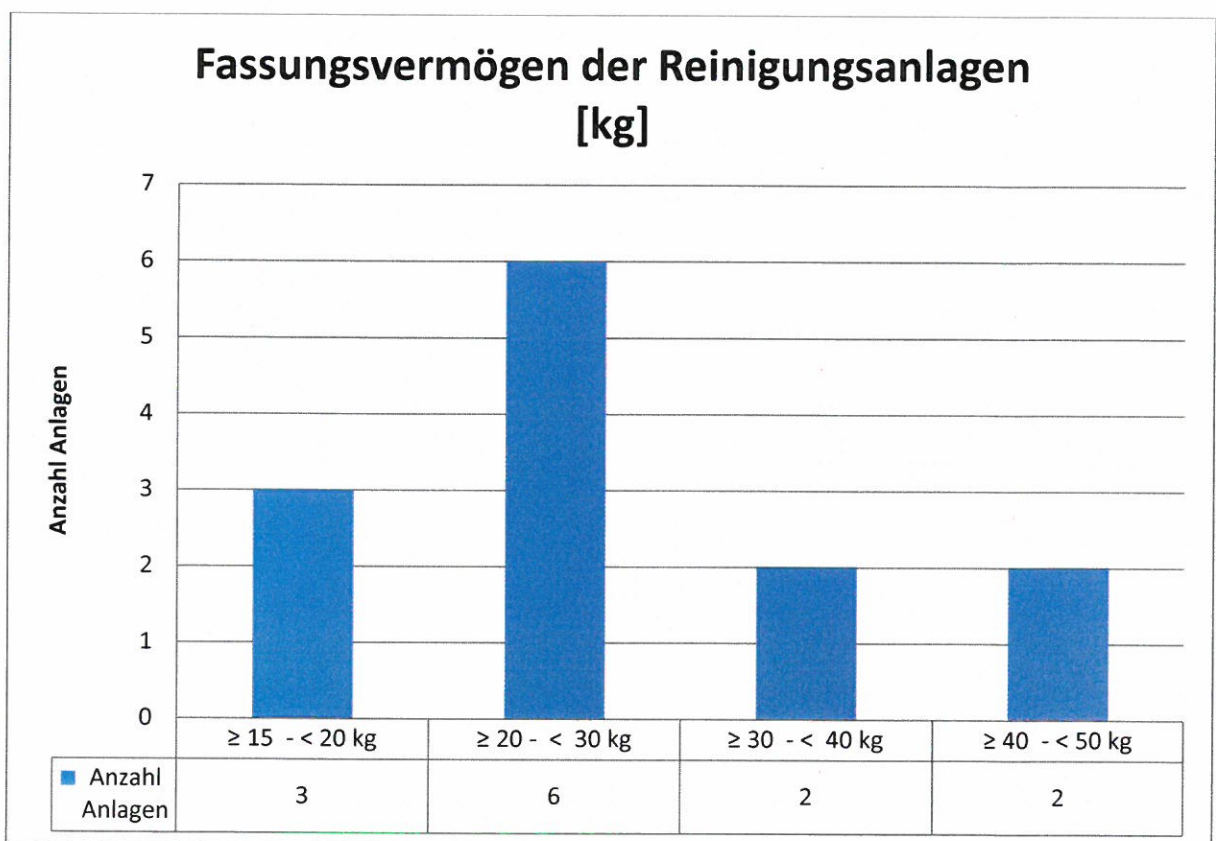


Abbildung 1: Fassungsvermögen der Reinigungsanlagen [kg]

Die durchschnittliche Dauer der Reinigungschargen betrug 60 – 70 min. Die Anzahl der Reinigungschargen pro Arbeitstag war unterschiedlich. Sie lag zwischen 3 und 6 Chargen pro Tag.

Der Lösemittelverbrauch in den Betrieben lag zwischen 100 und 1200 L pro Jahr.

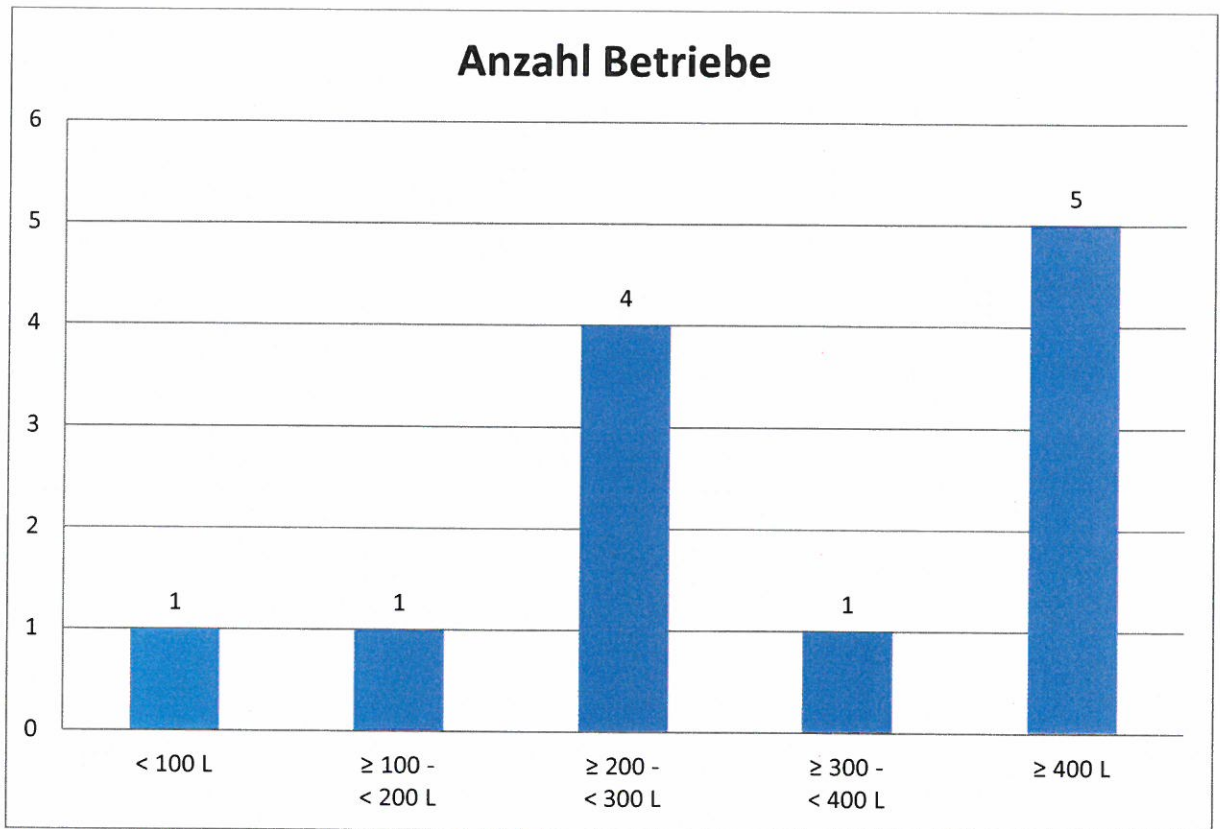


Abbildung 2: Lösemittelverbrauch pro Jahr [L]

*) in einem Betrieb konnte der Jahresverbrauch nicht ermittelt werden.

4. Messdurchführung

Zur Ermittlung des Schichtmittelwertes wurden mindestens 3 personengetragene Messungen mit einer Probenahmedauer von einer Stunde am Anlagenbediener/ der Anlagenbedienerin sowie einer weiteren Arbeitnehmerin/einem weiteren Arbeitnehmer (in der Regel am Bügelarbeitsplatz) durchgeführt. Zusätzlich wurden Kurzzeitwertprobenahmen (Probenahmedauer von ca. 15 min, personengetragen) beim Ent- und Beladen der Reinigungsanlage vorgenommen.

Die Probenahmen erfolgten mittels Personal Air Sampler LFS 113 bei einem Volumenstrom von ca. 10 mL/min auf Thermodesorberröhrchen TENAX. Anschließend erfolgte die gaschromatographische Analyse in Anlehnung an „Analytische Methoden Luftanalysen“ der DGF Methode Nr. 5 „Lösemittelgemische“ (1997).

5. Ergebnisse der Messungen

In 11 der 13 betrachteten Betriebe (85%) konnte der Befund „Schutzmaßnahmen ausreichend“ erstellt werden. In diesen Betrieben war der Arbeitsplatzgrenzwert für Perchlorethylen sowohl bei den Anlagenbedienern/Anlagenbedienerinnen als auch bei den weiteren Arbeitnehmern/Arbeitnehmerinnen (Bügeln, Sortieren, Annahme) eingehalten. In diesen Betrieben waren auch die Kurzzeitwertanforderungen bei der Ent- und Beladung der Anlagen erfüllt. Bei 2 der 13 Betriebe waren die

Kurzzeitwertanforderungen beim Ent- und Beladen der Reinigungsanlage nicht erfüllt, was zum Befund „Schutzmaßnahmen nicht ausreichend“ führte. Bei einem der beiden Betriebe war auf Grund der hohen Perchlorethylenkonzentrationen bei der Anlagenöffnung auch der Arbeitsplatzgrenzwert für Perchlorethylen beim Anlagenbediener überschritten, obwohl in allen Betrieben die technischen und organisatorischen Anforderungen der 2. BlmSchV erfüllt wurden. Nach der 2. BlmSchV darf die geschlossene Reinigungsanlage erst geöffnet werden, wenn im Innenraum der Anlage der am Messgerät eingestellte Grenzwert unterschritten wird.

Dennoch wurde von hiesiger Seite festgestellt, dass in diesen Fällen die Trocknungszeit der Anlage nicht ausreichend war. Die Textilien kamen mit einer hohen Restfeuchte aus der Kammer und man konnte beim Öffnen und Entladen der Anlage einen intensiven Geruch nach Perchlorethylen wahrnehmen.

Die Messungen an den Abluftanlagen nach der 2. BlmSchV wurden in allen Betrieben durchgeführt und die Immissionsschutzgrenzwerte eingehalten.

Auffallend war, dass an den Überwachungsmessgeräten zur Öffnung der Anlagen unterschiedliche Werte eingestellt waren, ab denen die Tür der Anlage entriegelt werden konnte. Es wurden Werte zwischen 0,7 und 2 g/m³ Perchlorethylen im Kammerinneren eingestellt.

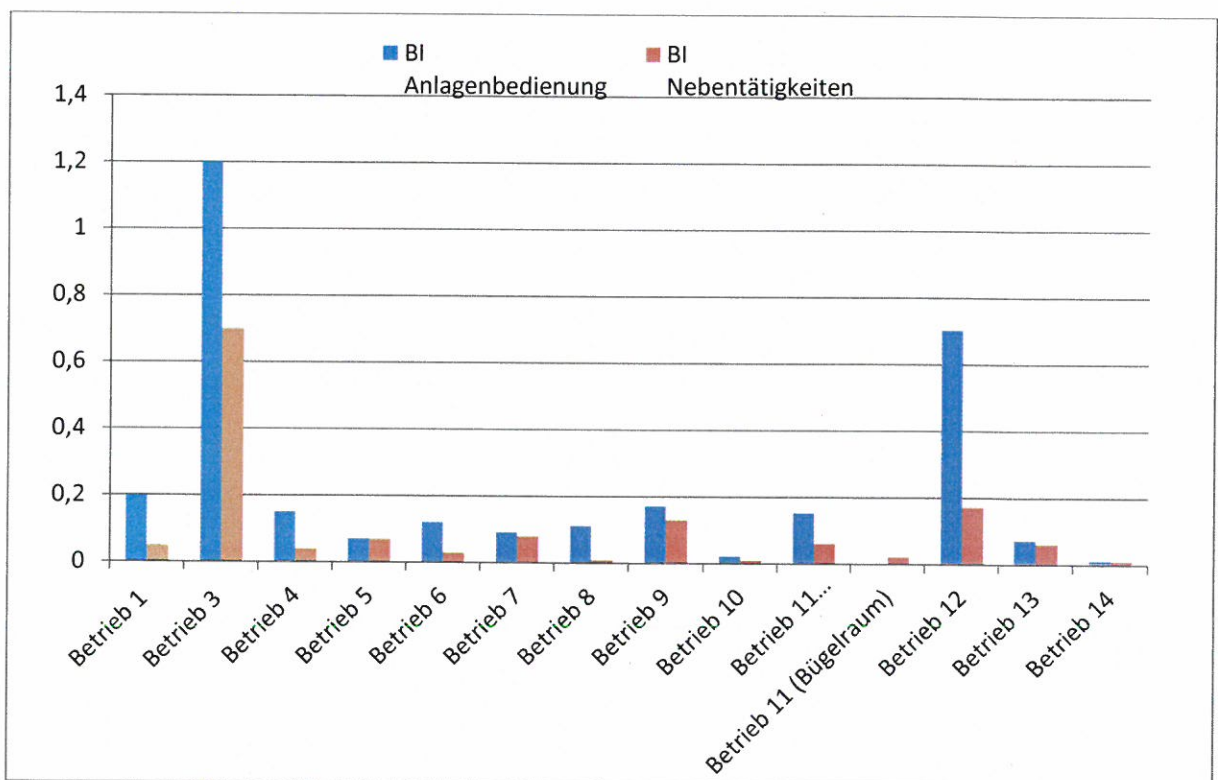


Abbildung 3: Bewertungsindizes für Perchlorethylen bei den verschiedenen Tätigkeiten in den Betrieben

Betrieb 2 ist mit den klassischen Textilreinigungen nicht vergleichbar, da sowohl Art und Umfang der zu reinigenden Teile (Arbeitshandschuhe aus Leder), die Größe und Anzahl der Reinigungsanlagen (5 Anlagen mit einem Fassungsvermögen von je 50 kg), die Anzahl der Reinigungschargen pro Arbeitstag (ca. 40) und der Verbrauch an Perchlorethylen (ca. 10.000 L/Jahr)

deutlich höher sind. Bei diesem Betrieb musste für den Anlagebediener der Befund „Schutzmaßnahmen nicht ausreichend“ erstellt werden. Es wurde bei dem Anlagenbediener ein Bewertungsindex für Perchlorethylen von $BI = 1,7$ ermittelt. Für die Sortierarbeiten konnten die Schutzmaßnahmen nicht abschließend beurteilt werden. Der bei den Messungen ermittelte Bewertungsindex betrug $BI = 0,8$, jedoch kam es bei Einzelmessungen zu Grenzwertüberschreitungen.

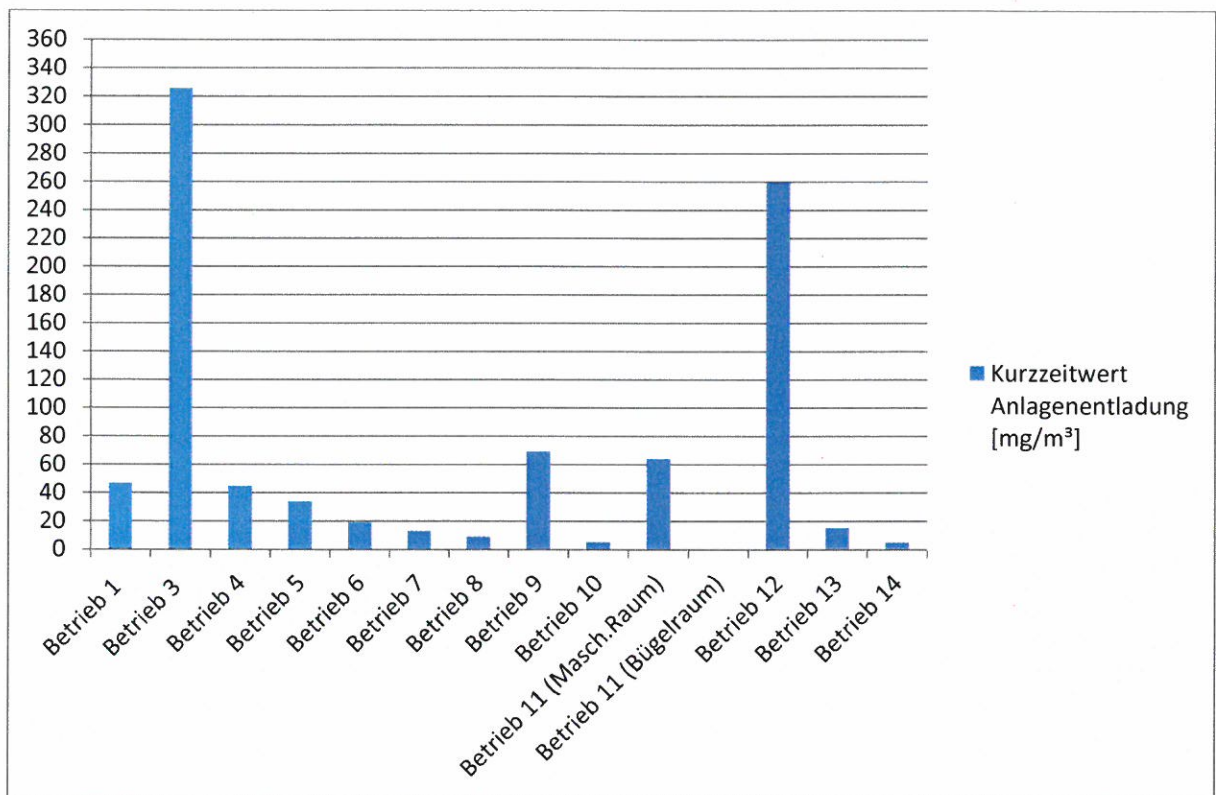


Abbildung 4: Kurzzeitwert für Perchlorethylen beim Ent- und Beladen der Reinigungsanlage [mg/m³]

In zwei Betrieben (Betrieb 3 und Betrieb 12) wurde der Kurzzeitwert überschritten.

Bei Betrieb Nr. 2 lagen die Kurzzeitwerte im Mittel bei 374 mg/m^3

6. Fazit

Im Regelfall kann davon ausgegangen werden, dass die Arbeitsplatzgrenzwerte für Perchlorethylen in chemischen Reinigungen eingehalten werden. Wenn bei der Entladung der Kammern festgestellt werden kann, dass die Textilien noch Restfeuchte haben und intensiver Perchlorethylengeruch wahrnehmbar ist, müssen die Trocknungszeiten in der Anlage angepasst werden. Dies hängt unter Umständen auch vom gereinigten Material ab. Es ist darauf zu achten, dass die verwendeten Reinigungs- bzw. Trocknungsprogramme auf das entsprechende Material angepasst sind. Wolldecken z.B. benötigen eine höhere Trocknungszeit als Blusen. Ein Zusammenhang zwischen den an den Überwachungsmessgeräten zur Öffnung der Anlagen eingestellten Werte zur Anlagenentriegelung und den Arbeitsplatzkonzentrationen konnte nicht hergestellt werden.

Regierungspräsidium Kassel
Im Auftrag



Petra Brohmann

Anlage 1 **Beurteilungsverfahren**

Die Ermittlung der Konzentrationen gefährlicher Stoffe in der Luft sowie die Beurteilung der Exposition und der Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen erfolgt nach der TRGS 402.

Beurteilungsmaßstäbe

Gefahrstoff	CAS-Nr.	Art des Grenzwertes	Grenzwert [mg/m ³]	Spitzenbegrenzung/Überschreitungsfaktor
Tetrachlorethen (Perchlorethylen)	127-18-4	AGW	138	2 (II)

Erläuterung des Grenzwertes und Quellenangaben:

- **AGW:** verbindlicher Arbeitsplatzgrenzwert gemäß §3 Abs. 3 (6) GefStoffV; TRGS 900 (Ausgabe 1/2006, zuletzt geändert im April 2013)
<http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/TRGS-900.html>
- Die Kurzzeitwerte der TRGS 900 ergänzen die Arbeitsplatzgrenzwerte, indem sie die Konzentrationsschwankungen um den Schichtmittelwert nach oben sowie in ihrer Dauer und Häufigkeit beschränken. Die maximale Höhe der kurzzeitigen Überschreitung des Arbeitsplatzgrenzwertes hat sich an den sehr unterschiedlichen Wirkungseigenschaften der einzelnen Stoffe zu orientieren.
Überschreitungsfaktor: Die maximale Höhe der kurzzeitigen Überschreitung des Arbeitsplatzgrenzwertes (TRGS 900)
Stoffe der Kategorie I Stoffe, bei denen die lokale Wirkung grenzwertbestimmend ist, oder atemwegsensibilisierende Stoffe
Stoffe der Kategorie II resorptiv wirksame Stoffe

Beurteilung der inhalativen Exposition

Berechnung der Messwerte bzw. der Messergebnisse:

Gemäß TRGS 402 wird zur Berechnung der Messwerte bzw. Ergebnisse wie folgt vorgegangen:

1. Berechnung der Einzelkonzentrationen (Messwerte) aus den Analysendaten und der normierten Probenahmevolumina (Probenahmevolumen umgerechnet auf 20 °C und 1013 hPa)
2. Berechnung der Schichtmittelwerte (Ergebnisse) C der Einzelstoffe durch Bildung des zeitgewichteten arithmetischen Mittelwertes aus den Messwerten der jeweiligen Komponente (bei Messwerten unterhalb der Nachweisgrenze wird zur Berechnung die halbe Nachweisgrenze eingesetzt)
3. Liegt eine verkürzte Exposition vor, d.h. die Expositionsdauer ist verfahrensbedingt grundsätzlich kürzer als die Schichtlänge, sind die Messwerte auf die Schichtlänge umzurechnen.

Beurteilung der Exposition und der Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen bei Stoffen mit einem verbindlichem Arbeitsplatzgrenzwert (AGW)

1. Berechnung der **Stoffindizes** I durch Division des zeitgewichteten arithmetischen Mittelwertes (C) und dem zugehörigen Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) für den Einzelstoff:

$$I = \frac{C}{AGW}$$

Als Grenzwert für den Einzelstoff gilt der Stoffindex $I = 1$.

2. Tragen mehrere Stoffe gleichzeitig oder nacheinander während einer Schicht zur Exposition im Arbeitsbereich bei, so ist eine Beurteilung der Gemischexposition vorzunehmen. Bei Stoffgemischen werden die Stoffe mit einem AGW aus den Stoffindizes I der Einzelstoffe durch Addition der Bewertungsindex BI des Gemisches berechnet:

$$BI_{AGW} = \sum I_i = \frac{C_1}{AGW_1} + \frac{C_2}{AGW_2} + \dots + \frac{C_n}{AGW_n}$$

Als Grenzwert gilt der Bewertungsindex $BI = 1$. Bei Kurzzeitwerten wird kein Bewertungsindex gebildet.

3. Erhebung des **Befundes** aus den Stoff- und Bewertungsindizes:

- 3.1 Der Befund „**Schutzmaßnahmen ausreichend**“ liegt vor, wenn die Stoff- bzw. Bewertungsindizes kleiner oder gleich 1, die Kurzzeitwertanforderungen erfüllt sind (Grenzwert eingehalten) und begründet werden kann dass die Grenzwerte trotz der zeitlichen und räumlichen Schwankungen der inhalativen Exposition bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen auch zukünftig nicht überschritten werden (TRGS 402, Abs. 5.2.2 (3)).

Ist eine fachkompetente Begründung nicht möglich, kann bei Einhaltung der Kurzzeitwertanforderungen kann nach DIN EN 689 der Befund „**Schutzmaßnahmen ausreichend**“ auch dann getroffen werden, wenn

- der Bewertungsindex BI bzw. die Stoffindizes bei einer Schicht kleiner oder gleich 0,1 sind oder
- Ermittlungsergebnisse für mindestens drei verschiedene Schichten vorliegen und alle Bewertungsindizes bzw. Stoffindizes kleiner oder gleich 0,25 sind.

Wenn es sich bei den durchgeführten Messungen um Stichprobenmessungen handelt, muss im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung gemäß §7 der Gefahrstoffverordnung überprüft werden, ob ein im Messbericht erhobener Befund „Schutzmaßnahmen ausreichend“ auch bei veränderten Randbedingungen noch zutreffend ist.

- 3.2 Der Befund „**Schutzmaßnahmen nicht ausreichend**“ liegt vor, wenn der Grenzwert nicht eingehalten wird, der Bewertungsindex BI größer 1 ist oder die Kurzzeitwertanforderungen nicht erfüllt sind (Grenzwert überschritten). Der Befund „**Schutzmaßnahmen nicht ausreichend**“ kann auch bei Stoff- bzw. Bewertungsindizes kleiner oder gleich 1 vorliegen, wenn aufgrund zeitlichen und räumlichen Schwankungen der inhalativen Exposition eine Überschreitung der Grenzwerte nicht ausgeschlossen werden kann.

Bei diesem Befund sind unverzüglich expositions mindernde Maßnahmen und dann eine erneute Ermittlung der inhalativen Exposition vorzunehmen.

Anlage 2 **Bestimmungsgrenzen**

Verfahren zur Bestimmung von Lösemitteln

Nach der Standardarbeitsanweisung SOP 81.43.03 (SOP zur Bestimmung von Lösemittelgemischen auf TENAX mittels Thermodesorber) des Fachzentrums für Produktsicherheit und Gefahrstoffe in Anlehnung an „Analytische Methoden Luftanalysen“ der DFG „Lösemittelgemische“ Methode Nr. 5 (1997).

Gefahrstoff	absolute Bestimmungsgrenze [µg/Probe]	relative Bestimmungsgrenze beim durchschnittlichen Probenahmenvolumen von 0,6 L [mg/m ³]
Tetrachlorethen (Perchlorethylen)	0,42	0,70

Anlage 3 **Probenahmegeräte und -verfahren, Messgeräte**

Probenahme	:	<u>Lösemittel</u> LFS 113 der Fa. Gilian, Durchfluss 0,010 L/min, Anreicherung an Thermodesorptionsröhrchen TENAX-TA
		Nach der Standardarbeitsanweisung SOP 96.03.06 (Durchführung von Probenahmen am Arbeitsplatz)
Volumenstrommessung	:	Gilibrator II der Firma Sensidyne Velocical der Fa. TSI
Messgerät zur Erfassung der klimatischen Daten	:	(Lufttemperatur, -feuchte und -druck) oder auf dieses Gerät rückgeführte Messgeräte