
Materialien

Nr. 16

Begleitende meßtechnische
Erfolgskontrolle
bei der Sanierung einer
Textilreinigungsanlage



Landesumweltamt
Nordrhein-Westfalen

Materialien

Nr. 16

Begleitende meßtechnische
Erfolgskontrolle
bei der Sanierung einer
Textilreinigungsanlage

Essen 1995

IMPRESSUM

Herausgegeben vom

Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen

Wallneyer Str. 6 • 45133 Essen • Telefon (02 01) 79 95 - 0

ISSN: 0947 – 5206

**Bearbeitung: Dr. Dieter Menge, Dr. Detlef Wagner, Dirk Lahmer und
Reiner Schmidt**

Gedruckt auf 100 % Altpapier ohne Chlorbleiche

Vorwort

Bei der chemischen Reinigung von Textilien wird u.a. Tetrachlorethen, (Perchloräthylen, PER) verbrauchernah eingesetzt.

Im Jahr 1987 wurden im Umfeld von Textilreinigungsanlagen (Chemischreinigungs- und Textilausrüstungsanlagen) zum Teil hohe PER-Belastungen festgestellt. Dies betraf die Raumluft angrenzender Wohnungen und lebensmittelverarbeitender Betriebe sowie Lebensmittel, die dort hergestellt, behandelt, in den Verkehr gebracht, verzehrt oder gelagert wurden.

Der Übertritt von PER in die benachbarten Räume erfolgte über den Luftpfad und durch Diffusion durch das Mauerwerk.

Nach der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft ist PER ein Stoff mit begründetem Verdacht auf krebserzeugendes Potential.

Am 1. März 1991 trat die novellierte Verordnung zur Emissionsbegrenzung von leichtflüchtigen Halogenkohlenwasserstoffen -2.BImSchV- vom 10.12.1990 (BGBl. S. 2694) in Kraft. Eine besondere Bedeutung bei der Umsetzung der 2.BImSchV kommt dem Nachbarschutz im Umfeld von Textilreinigungen zu, nach dem der Übertritt von Halogenkohlenwasserstoffen nach dem Stand der Technik zu begrenzen ist.

Als Stand der Technik hat der Gesetzgeber den Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen definiert, der die praktische Eignung von Maßnahmen zur Begrenzung von Immissionen gesichert erscheinen läßt. Bei der Bestimmung des Standes der Technik sind insbesondere vergleichbare Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen heranzuziehen, die mit Erfolg im Betrieb erprobt worden sind.

Im vorliegenden Bericht wird der Erfolg der Sanierung einer Textilreinigungsanlage durch begleitende Messungen der PER-Belastung in der Anlage und in den an die Anlage angrenzenden Wohnungen aufgezeigt.

Mein Dank gilt allen, die an dem Forschungsvorhaben mitgewirkt haben.

Ich hoffe, daß dieser Bericht sowohl dem Textilreiniger und dem Textilreinigungsmaschinenhersteller als auch dem Behördenvertreter bei der Umsetzung der 2.BImSchV eine Orientierungshilfe bieten kann.

Essen, im Juni 1995



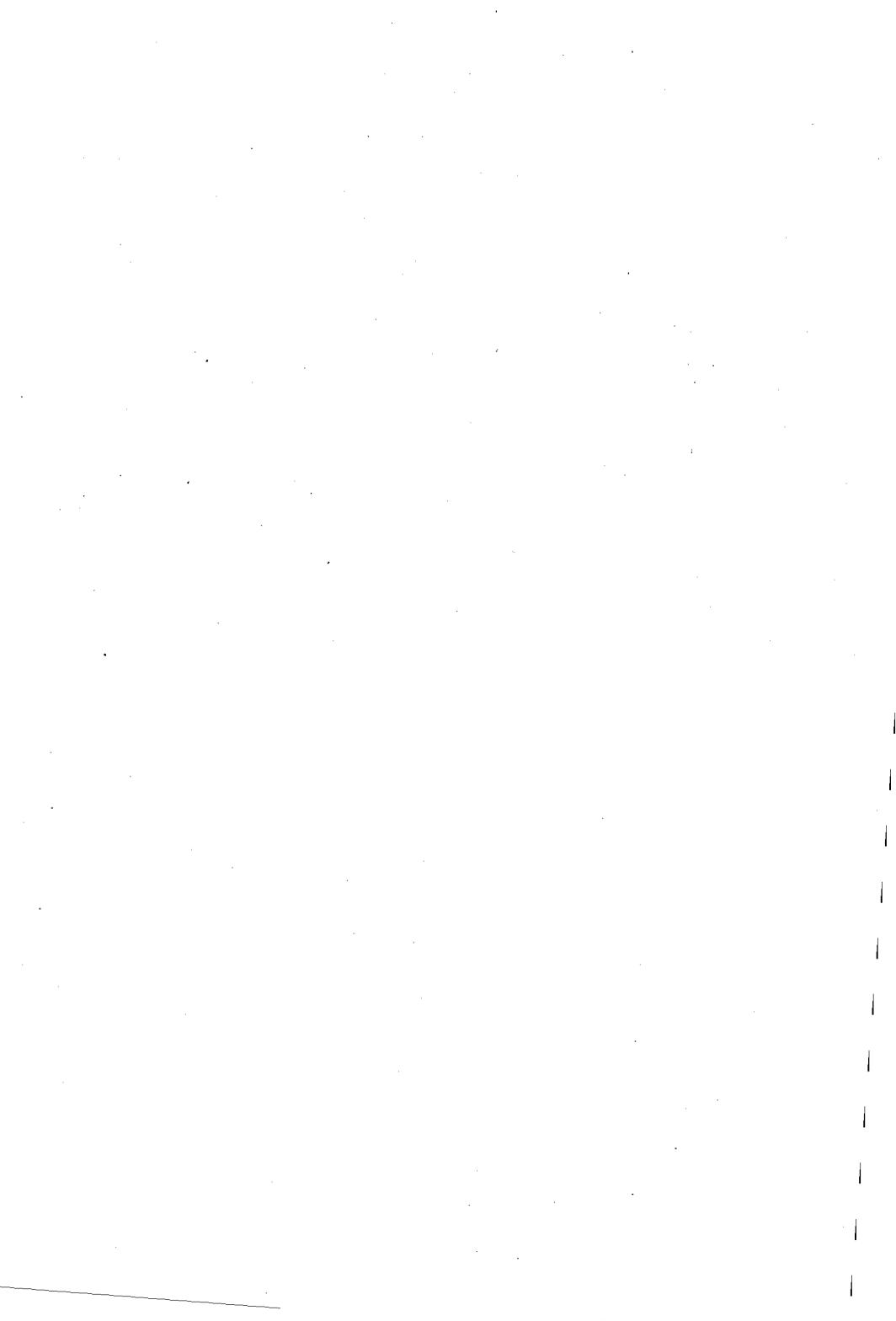
Dr.-Ing. Harald Irmer
Präsident des
Landesumweltamtes NRW

An dem Forschungsvorhaben haben folgende Personen mitgewirkt:

Herr Lindemann, Geschäftsführer der Textilreinigung
Herr Schlenger, Vertreter des Maschinenlieferanten,
Frau Bohnet, eh. Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hagen
Herr Dr. Gallmayer, Staatlicher Gewerbearzt, Aufsichtsbezirk Nordrhein, Düsseldorf
Herr Moser, eh. Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Düsseldorf
Herr Poniecki, eh. Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Düsseldorf
Herr Glasmacher, eh. Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Düsseldorf
Herr Kleinschmidt, eh. Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Düsseldorf
Herr Lahmer, eh. Landesanstalt für Immissionsschutz Nordrhein-Westfalen
Herr van Häfen, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen
Frau Wagner, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen
Herr Schmidt, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen
Herr Dr. Wagner, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen
Herr Dr. Menge, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen

Inhalt

	Seite
0. Zusammenfassung	7
Summary	10
1. Aufgabenstellung.....	13
2. Auftragserteilung.....	13
3. Beschreibung der Textilreinigungsanlage	14
3.1 Altanlage vor der Sanierung.....	14
3.2 Neuanlage nach der Sanierung.....	17
3.3 Bedienungspersonal.....	19
4. Durchführung der Messungen	19
4.1 Messungen im Trommelbereich der Reinigungsmaschinen.....	20
4.2 Orts- und personenbezogene Raumlufmessungen im Arbeitsraum	20
4.3 Raumlufmessungen in angrenzenden Wohnungen.....	28
5. Ergebnisse der Messungen an der Altanlage vor der Sanierung	30
5.1 PER-Konzentration in der Trocknungsluft der alten Reinigungsmaschine.....	30
5.2 PER-Belastung der Raumluf in den Arbeitsbereichen der Altanlage	30
5.3 PER-Belastung der Raumluf in angrenzenden Wohnungen der Altanlage	38
6. Ergebnisse der Messungen an der Neuanlage nach der Sanierung	39
6.1 PER-Konzentrationen in der Trocknungsluft der neuen Reinigungsmaschinen	39
6.2 PER-Belastung der Raumluf in den Arbeitsbereichen der Neuanlage.....	40
6.3 PER-Belastung der Raumluf in angrenzenden Wohnungen der Neuanlage	47
7. PER-Konzentrationen im Blut des Bedienungspersonals	49
8. Schlußbetrachtung	51
9. Anhang	52
Liste der bisher erschienenen LUA-Materialien	59



Zusammenfassung

Nach der Intention der zweiten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Emissionsbegrenzung von leichtflüchtigen Halogenkohlenwasserstoffen - 2.BImSchV) wird unterstellt, daß in der Nachbarschaft von Textilreinigungsanlagen der vom Bundesgesundheitsamt (BGA) empfohlene Vorsorgerichtwert für die Höchstkonzentration von Tetrachlorethen (PER) von $0,1 \text{ mg/m}^3$ in der Raumluft von angrenzenden Wohnräumen oder Lebensmittelbereichen unterschritten wird, wenn folgende Anforderungen erfüllt sind:



Anforderungen:

1. Begrenzung des Rest-PER-Gehaltes in der Trommelluft der Reinigungsmaschine nach Abschluß der Trocknungsphase auf 2 g/m^3 , gemäß § 4 der 2.BImSchV
2. Befüllung/Entnahme von PER bzw. PER-haltigen Rückständen über geschlossene Vorrichtungen an der Reinigungsmaschine, gemäß § 13 der 2.BImSchV.
3. Lüftungstechnische Einrichtung mit Absaugung der Raumluft und Ableitung der Abgase in die freie Luftströmung, gemäß §§ 4, 14 der 2.BImSchV und den Vorgaben der Unfallverhütungsvorschrift Chemischreinigung VBG 66, der Arbeitsstättenrichtlinie Lüftung ASR 5 sowie den Empfehlungen der VDI-Richtlinien 2280, 2589, 2262.
4. Begrenzung des Übertritts von PER in benachbarte Wohnräume oder Lebensmittelbereiche nach dem Stand der Technik, gemäß § 15 bzw. § 6 der 2.BImSchV.

Werden in den zuvor genannten Bereichen PER-Konzentrationen in der Raumluft von mehr als $0,1 \text{ mg/m}^3$ als 7-Tage-Mittelwert festgestellt, die auf den Betrieb einer benachbarten Anlage zurückzuführen sind, so sind dort innerhalb von 6 Monaten Maßnahmen zu treffen, die sicherstellen, daß die PER-Konzentration in der Raumluft von $0,1 \text{ mg/m}^3$ nicht

überschritten wird. Für Anlagen, die vor dem 01.03.1991 (Inkrafttreten der 2.BImSchV) errichtet worden waren, bestand nach der Feststellung der Überschreitung dieser Handlungsbedarf erst ab dem 01.01.1993.

Diese Übergangsfrist wurde zum Ausgasen vorhandener Kontaminationen aus Bauwerksteilen als ausreichend erachtet. Lag jedoch der festgestellte 7-Tage-Mittelwert über 1 mg/m^3 , so waren unverzüglich Maßnahmen zu treffen, die sicherstellten, daß die PER-Konzentration von 1 mg/m^3 nicht überschritten wurde.

Ergab die Überprüfung des Sachverhalts, daß v.g. Anforderungen erfüllt waren, so wurden trotz Überschreitung des Vorsorgerichtwertes keine weiteren Maßnahmen aufgrund der 2.BImSchV gefordert. Bei Vorliegen schädlicher Umwelteinwirkungen, die zu Gesundheitsgefahren führten, sollten weitergehende Anforderungen aufgrund von § 24 BImSchG zur Durchsetzung der Pflicht nach § 22 (1) 2 oder § 25 (2) BImSchG getroffen werden.

Daß nach Erfüllung der genannten Anforderungen gemäß 2.BImSchV das mit dem Vorsorgerichtwert von $0,1 \text{ mg/m}^3$ vom BGA gesetzte Schutzziel erreicht wird, sollte nach Durchführung von technischen Maßnahmen an einer sanierungsbedürftigen Textilreinigungsanlage durch begleitende meßtechnische Untersuchungen aufgezeigt werden.



Maßnahmen:

- zu 1.: Reinigungsmaschine in geschlossener Bauweise mit Kondensation und Adsorption in der Trocknungsphase.
- zu 2.: PER-Befüllung und Destillationsrückstandsentnahme jeweils im geschlossenen System mit Gasrückführung (Gaspendingung).
- zu 3.: Raumluftechnische Anlage mit Über-Dach-Abführung der Abgase
- zu 4.: Wand- und Deckenbeschichtung mit PER-diffusionshemmendem Material ("Diffusionsperre").



Ergebnisse:

Vor der Sanierung lag die PER-Belastung der Raumluft in den benachbarten Wohnungen bei 0,2 bis 0,5 mg/m³. Nach Durchführung der ersten drei Sanierungsmaßnahmen, während der die Ausgasung der mit PER kontaminierten Bauwerkssteile erfolgte, und anschließendem 6-monatigem Anlagenbetrieb, war kein PER (Nachweisgrenze weniger als 0,01 mg/m³) in der Raumluft der Wohnungen mehr nachweisbar.

Nach weiteren 2 Monaten Betriebszeit ergaben Nachmessungen PER-Konzentrationen in der Raumluft der Wohnungen, die bei Werten um 0,06 mg/m³ lagen und den Beginn einer erneuten Kontamination anzeigten. Damit war eine Überschreitung des Vorsorgerichtwertes von 0,1 mg/m³ zu befürchten.

Im letzten Sanierungsschritt erfolgte daher die Auftragung einer diffusionshemmenden Wand- und Deckenbeschichtung zur Begrenzung des PER-Übertritts, der auf der Diffusion des PER durch das Mauerwerk beruht.

Kontrollmessungen nach der letzten Wiederinbetriebnahme und mehr als 15-monatigem Anlagenbetrieb nach der Sanierung ergaben die Gewißheit, daß die PER-Konzentrationen in den benachbarten Wohnungen unterhalb des Vorsorgerichtwertes von 0,1 mg/m³ lagen.

summary

In Germany the Second Ordinance to the Federal Air Pollution Control Act (2. BImSchV) addresses the limitation of the emissions of highly volatile halogenated hydrocarbons. It has been assumed that the goal to remain below the maximum exposure level for tetrachloroethylene (PER) of 0.1 mg/m^3 which is recommended by the German Federal Bureau of Health for residential premises and food stores to prevent health hazards can be met if following requirements by the Second Ordinance to the Federal Air Pollution Control Act (2.BImSchV) are fulfilled:



Requirements:

1. Limitation of the PER content in the air from the dryer after completion of the drying cycle to 2 g/m^3 according to Article 4 of the 2.BImSchV.
2. Supply of PER and removal of PER containing residues via fully enclosed devices on the dry cleaning machine according to Article 13 of the 2.BImSchV.
3. Exhaust system which draws off the indoor air and discharges the waste gases into the open air in accordance with the requirements of Articles 4 and 14 of the 2.BImSchV and the Accident Prevention Act for Dry Cleaning Plants VBG 66 as well as in accordance with the Guidelines for Ventilation Systems on Workplaces ASR 5 and the Guidelines of the Association of German Engineers VDI 2280, 2589, 2262.
4. Limitation of the spread of PER to neighbouring residential premises or food stores according to the best available technology as required by Articles 15 and 6 of the 2.BImSchV.

Dry cleaning plants are required to take measures within 6 months if the concentration of 0.1 mg/m^3 averaged over a period of 7 days is exceeded in adjacent premises. Dry cleaning plants which were in operation at the time the 2.BImSchV became effective on 1 March

1991 and which did not comply with this limit were given until 1 January 1993 to take action.

This period of time was considered to be sufficiently long for an existing contamination to dissipate. In cases where the 7-day average was above 1 mg/m^3 immediate action was required to reduce the PER concentration to below the level of 1 mg/m^3 .

No further action was required by these plants according to the 2.BImSchV if they fulfilled above requirements even if they exceeded the preventive exposure limit of the Federal Bureau of Health. In cases where the levels pose a health hazard Article 24 of the Federal Air Pollution Control Act (BImSchG) entitles the authorities to require more drastic measures such as those spelled out in Articles 22 (1) 2 and 25 (2) of the Federal Air Pollution Control Act (BImSchG).

All steps taken by a dry cleaning plant with the intention to reduce its emissions such that the limit of 0.1 mg/m^3 recommended by the German Federal Bureau of Health is not exceeded and the requirements of the 2.BImSchV are met were controlled by measurements to document the success.



Measures:

- To 1: Design of the dry cleaning machine as closed system with recovery of the tetrachloroethylene (PER) by condensation and adsorption on activated carbon during the drying cycle.
- To 2: Supply of PER and removal of the PER containing slurry within enclosures with gas recycling.
- To 3: Exhaust system with discharge into the open air above the roof.
- To 4: Coating of walls and ceilings to inhibit the diffusion of PER to neighbouring premises.



Results:

Prior to the measures the PER pollution in the neighbouring rooms amounted to between 0.2 to 0.5 mg/m³. Following the completion of the first 3 measures and a period of 6 months of operation, no PER was detectable in the air in the adjacent rooms (detection limit below 0.01 mg/m³).

After another 2 months of operation repeated measurements of the PER concentrations in the adjacent rooms yielded values around 0.06 mg/m³. They signalled the beginning of a renewed contamination. Concentrations in excess of the recommended preventive exposure level of 0.1 mg/m³ were to be feared.

A coating was applied to the walls and ceilings as a final measure to inhibit the penetration of PER to the neighbouring rooms by diffusion.

Renewed measurements brought certainty:

The PER concentration in the adjacent rooms remained below the recommended value of 0.1 mg/m³. The measurements were taken after the plant went into operation again and once more after more than 15 months of operation after all emission reducing measures had been completed.

1. Aufgabenstellung

Bei einer Textilreinigungsanlage, war im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft die Emissionssituation in der Anlage, sowie die PER-Belastung in den an die Reinigung angrenzenden Wohnungen, vor und nach den - entsprechend den Anforderungen der 2.BImSchV - durchzuführenden Sanierungsmaßnahmen meßtechnisch festzuhalten.

Das *Sanierungsprogramm* sollte folgende Maßnahmen umfassen:

- Installation einer neuen mit Tetrachlorethen (PER) betriebenen Maschineneinheit gemäß § 4 (*Sanierungsmaßnahme 1*).
- Umsetzung des Standes der Technik beim Handhaben und Verwenden (Befüllung, Entnahme, Lagerung, Transport, Entsorgung) von Lösemittel und lösemittelhaltigen Rückständen gemäß § 13 (*Sanierungsmaßnahme 2*).
- Installation einer raumluftechnischen Anlage gemäß § 4 Abs 4. mit Ableitung der Abluft gemäß § 14 (*Sanierungsmaßnahme 3*).
- Begrenzung des PER-Übertritts durch Wände und Decke der Textilreinigung in angrenzende Wohnungen nach dem Stand der Technik gemäß § 15 (*Sanierungsmaßnahme 4*)

Die Ergebnisse aller Messungen sollen dazu dienen, den Erfolg der Sanierungsmaßnahmen beispielhaft an der Textilreinigungsanlage meßtechnisch zu dokumentieren.

2. Auftragserteilung

Im September 1992 erfolgte an den Meß- und Prüfdienst der damaligen Landesanstalt für Immissionsschutz Nordrhein-Westfalen (LIS) der Auftrag zur Durchführung der Messungen v o r der Sanierung und im Mai 1993 zu den Messungen n a c h der Sanierung der Textilreinigung. Der Auftrag zu den Messungen des Instituts für Arbeitsmedizin und des Meß- und Prüfdienstes der Gewerbeaufsicht, Düsseldorf, wurde vom damaligen Staatlichen Gewerbeaufsichtamt Düsseldorf erteilt. Meßplanung und -aufsicht erfolgten durch die LIS.

Fragen zur Umsetzung der anstehenden Sanierungsmaßnahmen 1-4 und der Durchführung der Messungen wurden, unter Einbeziehung des Arbeitsschutzes (Unfallverhütung, Lüftungs-, Licht-, Sicht-, Platz-, Pausenraumverhältnisse), im Einvernehmen mit den Beteiligten bei einem Ortstermin bei der Textilreinigung im Oktober 1992 abschließend geklärt. Eine Zusammenstellung der bei Textilreinigungsanlagen zu beachtenden Regeln und Rechtsvorschriften ist im Anhang aufgeführt.

3. Beschreibung der Textilreinigungsanlage

Textilreinigungsanlage in geschlossener Bauweise, ohne Absaugung der Abgase, mit raumlufttechnischer Anlage, Abluftführung und zusätzlicher Raumentlüftung mit Ventilator.

Arbeitsbereiche der Textilreinigungsanlage

- ◆ Aufstellungsbereich der PER-Reinigungsmaschine
- ◆ Detachierbereich
- ◆ Vorreinigungsbereich
- ◆ Bügelei
- ◆ Kleiderband
- ◆ Warenannahme/-ausgabe

3.1 Altanlage vor der Sanierung

Anzahl der Maschinen: 1 (FCKW-Maschine Fluormatic, s. Bild 1, jetzt außer Betrieb)

Hersteller/Typ/Maschinennummer/Bauweise/Baujahr:

Geschlossene (ausblasfreie) Textilreinigungsmaschine M480 X1

der Fa. Multimatic (Nr. 34C4342, Baujahr 1984) mit Kältefalle und Schleuderfilter, ohne kontinuierlich registrierendes Meßgerät.

Die Maschinendaten sind der Tabelle 1 zu entnehmen. Abweichungen vom bestimmungsgemäßen Betrieb sowie Störfälle im Sinne unkontrollierter Freisetzung hoher PER-Konzentrationen in die Raumluft der Betriebsstätte sind nach Betreiberangaben nicht eingetreten. Eine Vorbelastung der Bausubstanz durch Halogenkohlenwasserstoffe liegt nicht vor.

Füllmenge	kg	24
Füllraum (Trommel)	l	480
Durchmesser	mm	1100
Tiefe	mm	530
Durchmesser Einfülltür	mm	500
Trommeldrehzahlen		
Reinigen	min-1	29
Schleudern	min-1	175/350
Tankinhalte		
Tank 1	l	220
Tank 2 (Reintank)	l	480
Tank 3	l	180
Filter		Schleuderfilter
Filterinhalt	l	150
Filterfläche	m ²	10
Filterdurchsatz (bei 1 bar Filterdruck)	l/h	7200
Destillierblase		
Volumen	l	730
Destillierdurchsatz (DIN 11915)	l/h	685
Maschinenleergewicht	kg	2355
Maschinenmaße		
Breite	mm	2775
Tiefe	mm	1635
Höhe	mm	2595
Einbringmaße der Maschine (Tiefe x Höhe)		
nicht abgebaut	mm x mm	1635 x 2595
einfach demontiert	mm x mm	1460 x 2390
Lösemittelfüllung max.	kg (l)	1650 (1000)
Filterhilfsmittel pro Regeneration	kg (l)	1 (6)

Tabelle 1: Maschinendaten der Reinigungsmaschine M480 X1

Anzahl der Chargen: 10 Chargen Normalware (Bekleidung) à 24 kg pro Tag

Reinigungsprogramm (2-Bad-Verfahren):

- Reinigen (3 min) bei Trommeldrehzahl von 29 min⁻¹
- Abschleudern bei max. 350 min⁻¹ zur Destillation
- Über Filter fahren (7 min)
- abschleudern zum Tank

Dauer der Trocknungsphase: 30 min.

Lösemittelverbrauch: 1000 l pro Jahr

Hilfsstoffverbrauch:

Reinigungsverstärker, 480 l pro Jahr RV Secapur ESA konz. der Fa. Büfa

Imprägniermittel, 120 kg pro Jahr Secasit FSI der Fa. Büfa

Lösemitteldestillation: 2 x wöchentlich

Rückstandsmengen: 1000 l pro Jahr Destillationsschlamm und Filtermassen

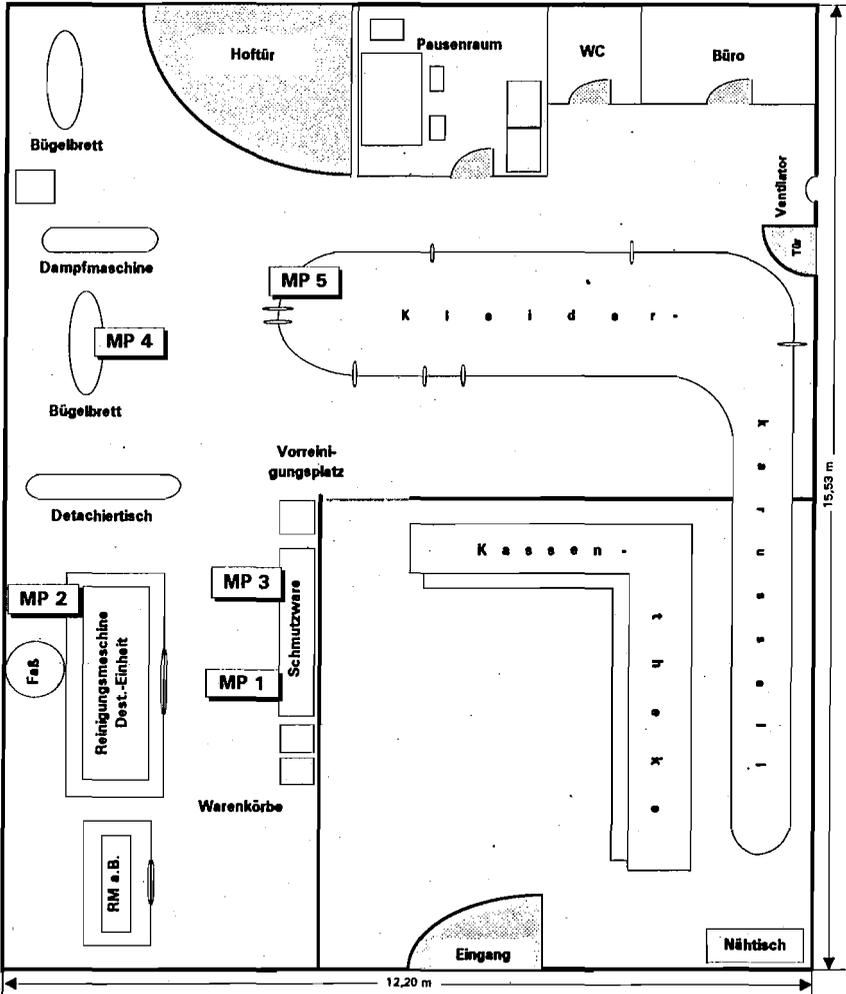


Bild 1 Arbeitsbereiche und Meßplätze (MP) der Altanlage vor Sanierung

3.2 Neuanlage nach der Sanierung

Die Neuanlage ist, mit zwei nebeneinander installierten Maschinen des Typs Phoenix 360 X2 und Destilliermodul MD 240 (s. Bild 2) der Fa. Multimatic, mit Maschinentechnik jüngster Bauart ausgerüstet. Bei diesen Textilreinigungsmaschinen handelt es sich um geschlossene Systeme, mit Rückgewinnung von Tetrachlorethen (PER) durch Kondensation und Adsorption an Aktivkohle. Nach Beendigung des Trocknungsvorganges wird die Verriegelung der Trommeltür gemäß 2. BImSchV erst dann freigegeben, wenn die Massenkonzentration an Tetrachlorethen (PER) in der Trocknungsluft am Austritt aus dem Trommelbereich $< 2 \text{ g/m}^3$ beträgt. Die Maschinendaten sind der Tabelle 2 zu entnehmen.

Füllmenge	kg	18
Füllraum (Trommel)	l	360
Durchmesser	mm	1000
Tiefe	mm	460
Durchmesser Einfülltür	mm	500
Trommeldrehzahlen		
Reinigen	min-1	35
Schleudern	min-1	355
Tankinhalte		
Tank 1	l	170
Tank 2 (Reintank)	l	170
Lösemittelfüllung max.	kg (l)	544 (340)
Maschinenleergewicht	kg	1050
Maschinenmaße		
Breite	mm	1350
Tiefe	mm	1720
Höhe mit Lösemittelauffangwanne	mm	2590
Einbringmaße B/H einfach abgebaut	mm x mm	1250 x 2200
(bei 1 bar Filterdruck		
Destilliermodul MD 240		
Tankvolumen		
Tank 3 (Reintank)		
Destillierblase	Anzahl	1
Volumen	l	320
Destillierdurchsatz	l/h	245
(DIN 11915)		
Lösemittelfüllung max.	kg (l)	565 (347)
Filter		Schleuderfilter
Filterinhalt	l	87
Filterfläche	m ²	5
Filterdurchsatz	l/h	3100
(bei 1 bar Filterdruck		
Maschinenleergewicht	kg	500
Maschinenmaße		
Breite	mm	985
Tiefe	mm	1300
Höhe mit Lösemittelauffangwanne	mm	2490
Filterhilfsmittel		
pro Regeneration	kg (l)	1 (6)

Tabelle 2: Maschinendaten, Reinigungsmaschine PH 360 X2 mit Destilliermodul MD 240

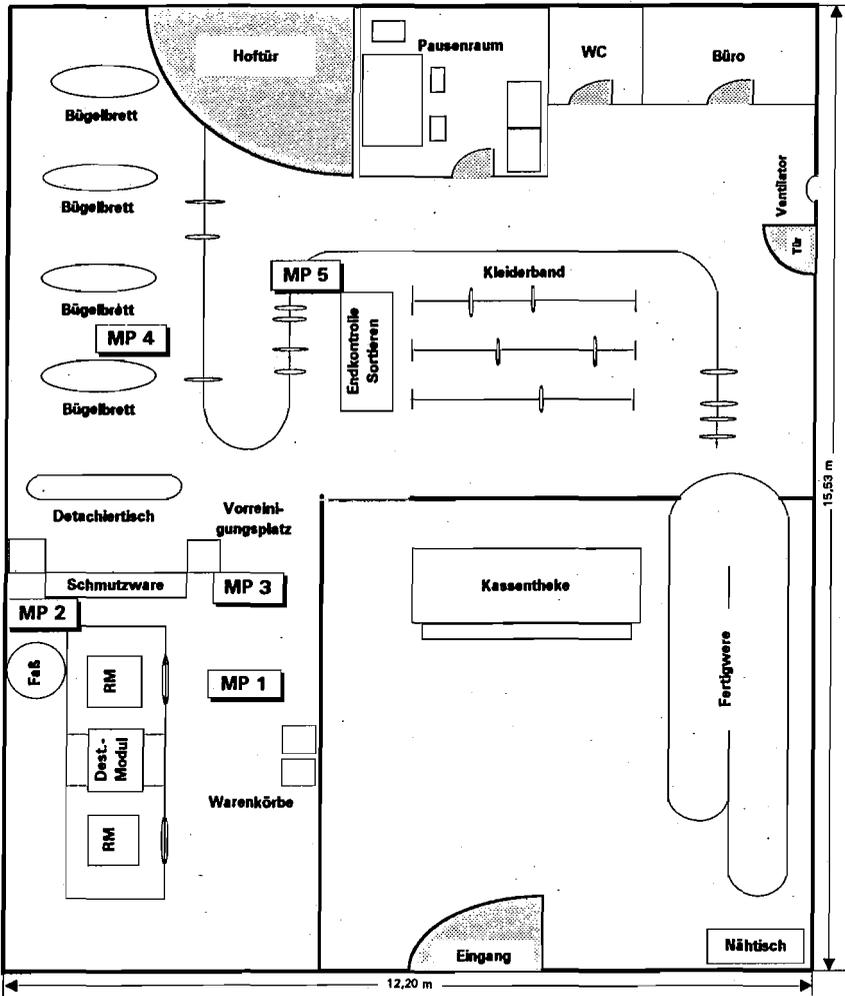


Bild 2 Arbeitsbereiche und Meßplätze (MP) der Neuanlage n a c h Sanierung

3.3 Bedienungspersonal

Person A, weiblich, 54 Jahre, seit 37 Jahren im Betrieb

Arbeitsbereiche in Alt- und Neuanlage (v o r und n a c h Sanierung):

- ◆ Warenannahme/-ausgabe
- ◆ Reinigungsmaschine(n)
- ◆ Detachierplatz/Vorreinigungsplatz
- ◆ Bügelei

Arbeitszeit: 8 h täglich

Person B, weiblich, 52 Jahre, seit 37 Jahren im Betrieb

Arbeitsbereiche in Altanlage (v o r Sanierung):

- ◆ Warenannahme/-ausgabe
- ◆ Reinigungsmaschine
- ◆ Detachierplatz/Vorreinigungsplatz
- ◆ Bügelei

Arbeitszeit: 8 h täglich

Person C, weiblich, (keine weiteren Angaben)

Arbeitsbereiche in Neuanlage (n a c h Sanierung):

- ◆ Warenannahme/-ausgabe
- ◆ Reinigungsmaschinen
- ◆ Detachierplatz/Vorreinigungsplatz

Arbeitszeit: 8 h täglich

4. Durchführung der Messungen

Eine Begehung der Anlage und der benachbarten Wohnungen zur Festlegung der Meßplätze fand am 28.10.1992 statt.

Die Messungen erfolgten innerhalb des Zeitraums vom 02.11.1992 bis 24.02.1994 unter Beteiligung des StGAA Düsseldorf, des Instituts für Arbeitsmedizin, Düsseldorf und der LIS, Essen.

V o r und n a c h der Sanierung wurden jeweils nach Aufstellen der Meßeinrichtungen zunächst orientierende Messungen und eine Funktionsprüfung der Meßgeräte durchgeführt.

4. 1 Messungen im Trommelbereich der Reinigungsmaschinen

Meßeinrichtung/-verfahren

Die Messungen im Trommelbereich (innerhalb) der Reinigungsmaschinen wurden vom Meß- und Prüfdienst Immissionsschutz 2441-KI/Re des StGAA Düsseldorf am 02.11.1992, 05.11.1992, 06.11.1992 und 04.06.1993 durchgeführt.

Meßgerät: FID, Mod. 3005, Fa. Bernath- Atomic, Wennigsen, Gerät-Nr. 00782, mit beheizbarer Entnahmesonde.

Meßgerätprüfung: Vor und nach jeder Messung mit Prüfgas Propan/Synth. Luft (7266 ppm) und mit Nullgas (Raumluft, über A-Kohle gefiltert) (Altanlage) und Propan/Synth. Luft (8080 ppm) und mit Nullgas (Raumluft, über A-Kohle gefiltert) (Neuanlage). Die Prüfsignale wurden registriert.

Meßöffnung: Trommelbereich (innen) über der Trommel

Die Emissionskomponente Tetrachlorethen (PER) wurde kontinuierlich im Trommelbereich gemessen.

4. 2 Orts- und personenbezogene Raumluftmessungen im Arbeitsraum

Meßeinrichtung/-verfahren

Die Raumluftkonzentrationen von Tetrachlorethen (PER) an den Meßplätzen in den Arbeitsbereichen der Anlage wurden sowohl aktiv mit Flammionisationsdetektor (FID) als auch passiv mittels Aktivkohlesammler (ORSA-Röhrchen) bestimmt.

Die Auswertung der an den Meßplätzen vom StGAA positionierten ORSA-Passivsammler erfolgte vom Staatlichen Gewerbearzt in der Chemisch-physikalischen Abteilung des Instituts für Arbeitsmedizin, Düsseldorf.

Die ortsbezogenen Raumluftmessungen mit FID an den festgelegten Meßplätzen erfolgten durch den Meß- und Prüfdienst der LIS. Die Messungen der Konzentration von Tetrachlorethen (PER) in der Raumluft erfolgten kontinuierlich.

Meßgerät: FID Modell 3005, Hersteller Bernath Atomic, Wennigsen

Eichgas: Propan/Synth. Luft, Meßbereich 1: 7,6 ppm
Meßbereich 2: 75,2 ppm

Nullgas: Raumluft, über A-Kohle gefiltert.

Meßbereiche:

Meßbereich 1: 0-10 ppm (Propanäquiv.) 0-89,7 mg/m³ PER

Meßbereich 2: 0-100 ppm (Propanäquiv.) 0-897 mg/m³ PER

Alle Konzentrationsangaben sind bezogen auf Normbedingungen (273 K, 1013 hPa).

Die Messungen wurden an fünf verschiedenen Meßplätzen innerhalb der Betriebsstätte durchgeführt. Vor der Festlegung der Meßplätze wurden die Arbeitsabläufe in den in Frage kommenden Arbeitsbereichen während des Reinigungsbetriebes beobachtet. Die Meßplätze wurden so ausgewählt, daß sie auf die vom Bedienungspersonal häufig eingenommenen Arbeitsbereiche verteilt waren und keine Behinderung des Arbeitsablaufes darstellten. Die räumliche Aufteilung der Arbeitsbereiche wurde auch nach der Sanierung beibehalten (vgl. Bild 1+2). An den festgelegten Meßplätzen wurden die Messungen dann vor und nach der Sanierung durchgeführt.

Meßfehler

Die an den Meßplätzen 4+5 (Bügelei und Kleiderband) im Meßbereich 0 bis 10 ppm Propanäquivalente (entsprechend 0 bis 89,7 mg/m³ Tetrachlorethen) ermittelten Ergebnisse sind mit einem Fehler von +/- 1 mg/m³ behaftet. An den Meßplätzen 1-3 ist im Aufstellungsbereich der Reinigungsmaschinen für den Meßbereich 0 bis 100 ppm Propanäquivalente (entsprechend 0 bis 897 mg/m³ Tetrachlorethen) ein Fehler von +/- 9 mg Tetrachlorethen zu erwarten.

Die Messungen der Konzentration von Tetrachlorethen (PER) erfolgten kontinuierlich, mit beheizter Sonde und Leitung des FID Modell 3005, Hersteller Bernath Atomic, Wennigsen. Bei der notwendigen Vorbehandlung von Reinigungsgut am Vorreinigungsplatz (vgl. Bild 1+2) traten bei den Messungen Emissionsspitzen durch Komponenten von Hilfsstoffen wie

Pyridin und Essigsäureethylester auf.

Diese Spitzen wurden erkannt und aus der Berechnung der Mittelwerte herausgenommen, um Fehlinterpretationen auszuschließen.

Die ortsbezogenen Raumluftmessungen an der Altanlage v o r der Anlagensanierung erfolgten in der Zeit vom 02.11.1992 bis 10.11.1992, die gleichen Messungen n a c h der Anlagensanierung wurden vom 03.06.1993 bis 30.06.1993 durchgeführt. Während der Meßzeiten konnte beim Be- und Entladen der Reinigungsmaschinen Geruch nach Tetrachlorethen wahrgenommen werden.

Zur Beurteilung der Raumluftbelastung, die durch den Wechsel des Destillationsrückstandsfassens auftritt, erfolgten am 23.06.1993 Raumluftmessungen im Aufstellungsbereich der Reinigungsmaschinen.

Die PER-Konzentration in der Raumluft wurde an den nachfolgend aufgeführten Meßplätzen (MP 1-5) bestimmt:

Arbeitsbereich/Meßplatz	Meßeinrichtung/-verfahren
RM ^{*)} (Be- u. Entladen)/ MP 1: Vor Trommeltür der RM	FID Aktiv- und Passivsammler
RM (Entsorgung)/ MP 2: Hinter RM	FID
RM (Bodenbereich)/ MP 3: Vor RM	FID
Bügeln/ MP 4: Bügeltisch	FID Aktiv- und Passivsammler
Lagerung gereinigter Ware/ MP 5: Kleiderband	Aktiv- und Passivsammler

^{*)}Reinigungsmaschine

Tabelle 3: Meßplätze (MP) und Arbeitsbereiche bei den orts- und personenbezogenen Messungen

Die Ergebnisse der Raumluftmessungen in den Arbeitsbereichen der Anlage sollen die Raumluftbelastung aufzeigen, die in der Textilreinigung vorgefunden wurde. Um die ge-

gebene Raumluftsituation in den Arbeitsbereichen möglichst realitätsnah zu beschreiben, wurden die Messungen in verschiedene Meßzyklen unterteilt, da die Raumluftkonzentrationen erheblich von der Belüftung des Arbeitsraumes durch eine Hoftür (s. Bild 1+2) beeinflusst wurde. Die Meßplätze und Meßzyklen sind unter Angabe des vorgefundenen Betriebs- und Lüftungszustands der Textilreinigung in den nachfolgenden Tabellen 4-8 dargestellt.

Um die individuelle Belastung der in den Arbeitsbereichen tätigen Mitarbeiterinnen zu ermitteln, wurden in der Zeit vom 02.11. bis 06.11.1992 v o r der Sanierung und am 23.06.1993 n a c h der Sanierung personenbezogene Raumluftmessungen mit Aktivsammeler nach TRGS 402 durchgeführt (vgl. Tabelle 6). Anhand der Ergebnisse dieser Messungen sollte aufgezeigt werden, wie die beobachteten personenbezogenen Tätigkeiten in den unterschiedlich belasteten Arbeitsbereichen der Betriebsstätte hinsichtlich der potentiellen Belastung des Bedienungspersonals zu bewerten sind. Begleitend zu den personenbezogenen Messungen wurden im Vergleich dazu zeitgleich ortsbezogene Raumluftmessungen mit gleicher Meßmethode am Meßplatzes 1 vor der Reinigungsmaschine (s. Bild 1+2) durchgeführt.

<u>Meßplatz 1-4</u> (FID-Messungen)	<u>Betriebszustand</u> (Raum- Be- und Entlüftung)	<u>Datum</u>	<u>Zeitraum</u>
<u>Meßplatz 1</u> Vor Trommeltür der RM (Abstand: 1,3m Höhe: 1,6m)	<u>Reinigungsbetrieb</u> (Hoftür geschlossen, Raumlüftventilator aus)	v.S.: 02.11.1992	3 Stunden
<u>Meßplatz 1</u> Vor Trommeltür der RM (Abstand: 1,3m Höhe: 1,6m)	<u>Reinigungsbetrieb</u> (Hoftür geschlossen oder offen, Raumlüftventilator an) <u>Wechsel des Destillationsfasses</u>	v.S.: 03.11.1992 v.S.: 04.11.1992 n.S.: 03.06.1993 n.S.: 04.06.1993 n.S.: 23.06.1993	7 Stunden 6 Stunden 14 Stunden 8 Stunden 1 Minute

<u>Meßplatz 1</u> Vor Trommeltür der RM (Abstand: 1,3m Höhe: 1,6m)	<u>Reinigungsbetrieb</u> (Hoftür offen, Raumlüftventilator aus)	v.S.: 05.11.1992 n.S.: 04.06.1993	5 Stunden 3,5 Stunden
<u>Meßplatz 2</u> Hinter RM (Abstand: 1,6m Höhe: 1,0m von der Faßoberkante)	<u>Reinigung der Destillierblase</u> <u>Wechsel des Destillationsfasses</u> (Hoftür geschlossen oder offen, Raumlüftventilator aus)	v.S.: 05.11.1992 n.S.: 23.06.1993	6 Minuten 15 Minuten
<u>Meßplatz 3</u> Bodenbereich vor RM (Abstand: 0,5m Höhe: 0,1m)	<u>Reinigungsbetrieb</u> (Hoftür geschlossen oder offen, Raumlüftventilator aus)	v.S.: 06.11.1992 14:00 -19:00	5 Stunden
<u>Meßplatz 3</u> Bodenbereich vor RM (Abstand: 0,5m Höhe: 0,1m)	<u>kein Reinigungsbetrieb</u> (Hoftür geschlossen, Raumlüftventilator aus)	v.S.: 06.11.1992 19:00 - 07.11.1992 07:30	12,5 Stunden
<u>Meßplatz 3</u> Bodenbereich vor RM (Abstand: 0,5m Höhe: 0,1m)	<u>Reinigungsbetrieb</u> (Hoftür geschlossen oder offen, Raumlüftventilator an)	v.S.: 07.11.1992 07:30 - 12:00	4,5 Stunden
<u>Meßplatz 3</u> Bodenbereich vor RM (Abstand: 0,5m Höhe: 0,1m)	<u>kein Reinigungsbetrieb</u> (Hoftür geschlossen, Raumlüftventilator aus)	v.S.: 07.11.1992 12:00 - 09.11.1992 08:00	44 Stunden
<u>Meßplatz 3</u> Bodenbereich vor RM (Abstand: 0,5m Höhe: 0,1m)	<u>Reinigungsbetrieb</u> (Hoftür geschlossen oder offen, Raumlüftventilator an)	v.S.: 09.11.1992 08:00 - 09:30	1,5 Stunden
<u>Meßplatz 4</u> Bügelplatz (Höhe: 1,6m)	<u>Reinigungsbetrieb</u> (Hoftür geschlossen oder offen, Raumlüftventilator aus)	v.S.: 06.11.1992	5 Minuten 5 Minuten 5 Minuten

Tabelle 4: Meßplätze und Meßzyklen der ortsbezogenen Raumlüftmessungen mit FID vor Sanierung (v.S.) (s. Bild 5-7) und nach Sanierung (n.S.) (s. Bild 13-16)

<u>Meßplatz 1</u> (Aktivsammler)	<u>Betriebszustand</u> (Raum- Be- und Entlüftung)	<u>Datum</u>	<u>Zeitraum</u>
<u>Meßplatz 1</u> Vor Trommeltür der RM (Abstand: 1,3m Höhe: 1,6m)	<u>Reinigungsbetrieb</u> (Hof für überwiegend geöffnet, Raumluftventilator aus)	v.S.: 02.11.1992	4 Stunden
		v.S.: 05.11.1992	4 Stunden
		v.S.: 06.11.1992	4 Stunden
		n.S.: 23.06.1993	4 Stunden

Tabelle 5: Meßplätze und Meßzyklen der ortsbezogenen Raumlufmessungen mit Aktivsammler v.S. (s. Bild 8) und n.S. (s. Bild 19)

<u>Bereich der Meßplätze 1 - 5</u> (Aktivsammler)	<u>Betriebszustand</u> (Raum- Be- und Entlüftung)	<u>Datum</u>	<u>Zeitraum</u>
Person A + B Person A + B Person A + B Person A + C	<u>Reinigungsbetrieb</u> (Hof für überwiegend geöffnet, Raumluftventilator aus)	v.S.: 02.11.1992	4 Stunden
		v.S.: 05.11.1992	4 Stunden
		v.S.: 06.11.1992	4 Stunden
		n.S.: 23.06.1993	4 Stunden

Tabelle 6: Meßplätze und Meßzyklen der personenbezogenen Raumlufmessungen mit Aktivsammler v.S. (s. Bild 8+9) und n.S. (s. Bild 19)

Meßplatz 1, 4, 5 (Passivsammler)	Betriebszustand (Raum- Be- und Entlüftung)	Datum	Zeitraum
Meßplatz 1 Vor Trommeltür der RM (Abstand: 1,3m Höhe: 1,6m)	Reinigungsbetrieb (Hof für geschlossen oder offen, Raumluftventilator aus)	v.S.: 05.11.1992-	24 Stunden
		06.11.1992	
		v.S.: 09.11.1992-	24 Stunden
		10.11.1992	
		n.S.: 23.06.1993-	24 Stunden
		24.06.1993	
Meßplatz 4 Bügelplatz (Höhe: 1,6m)	Reinigungsbetrieb (Hof für geschlossen oder offen, Raumluftventilator aus)	v.S.: 05.11.1992-	24 Stunden
		06.11.1992	
		n.S.: 23.06.1993-	24 Stunden
		24.06.1993	
Meßplatz 5 Kleiderband (Höhe: 1,6m)	Reinigungsbetrieb (Hof für geschlossen oder offen, Raumluftventilator an)	v.S.: 05.11.1992 -	24 Stunden
		06.11.1992	
		n.S.: 23.06.1993-	24 Stunden
		24.06.1993	

Tabelle 7: Meßplätze und Meßzyklen der ortsbezogenen 24-h-Raumluftmessungen mit Passivsammler v.S. (s. Bild 8+9) und n.S. (s. Bild 17)

Meßplatz 1, 4 und 5 (Passivsammler)	Betriebszustand (Raum- Be- und Entlüftung)	Datum	Zeitraum
Meßplatz 1 Vor Trommeltür der RM (1,3m; Höhe: 1,6m)	Reinigungsbetrieb (Hof für geschlossen oder offen, Raumluftventilator aus oder an)	v.S.: 02.11.1992-	7 Tage
		09.11.1992	
		n.S.: 23.06.1993-	7 Tage
		30.06.1993	

<u>Meßplatz 4</u> Bügelplatz (Höhe: 1,6m)	<u>Reinigungsbetrieb</u> (Hoflür geschlossen oder offen, Raumlüftventilator aus oder an)	v.S.: 02.11.1992- 09.11.1992	7 Tage
		n.S.: 23.06.1993- 30.06.1993	7 Tage
<u>Meßplatz 5</u> Kleiderband (Höhe: 1,6m)	<u>Reinigungsbetrieb</u> (Hoflür geschlossen oder offen, Raumlüftventilator aus oder an)	v.S.: 02.11.1992- 09.11.1992	7 Tage
		n.S.: 23.06.1992- 30.06.1993	7 Tage

Tabelle 8: Meßplätze und Meßzyklen der ortsbezogenen 7-Tage-Raumlüftmessungen mit Passivsammler v.S. (s. Bild 10) und n.S. (s. Bild 18)

Meß- und Probennahmegeräte

Temperatur: Sekundenthermometer, IMPAC Tastotherm D 200
 Meßbereich: -100 bis 199,9 °C
 Meßsondenposition: 0,75 m über dem Fußboden
 Luftdruck: Metallbarometer
 Luftfeuchte: Aspirations-Psychometer
 Hersteller: Fa. Wilhelm Lambrecht KG, Göttingen

Aktivsammler

Compur 4903: Pumpe 1 Nr. 44188
 Compur 4903: Pumpe 2 Nr. 44189
 Du Pont 2500: Pumpe 4 Nr. 802265
 Probennahmeröhrchen: Fa. Dräger, Aktivkohle Typ G
 Serien-Nr.: ARES - 0561

Passivsammler

Probennahmeröhrchen: Fa. Dräger, Aktivkohle Typ ORSA 5
 Serien-Nr.: ARDN - 0521 und
 Fa. Dräger, Aktivkohle Typ ORSA 5
 Dräger-Probenbezeichnung: 0300294, 0300394, 0300494,
 0300594, 0300694, 0300794, 0300894, 0300994

Die an der Aktivkohle gesammelten Stoffe werden durch Schütteln mit Schwefelkohlenstoff in die flüssige Phase (Eluat) überführt. Das Eluat wird in ein separates Glasgefäß eingebracht. Ein aliquoter Teil wird mittels Kapillargaschromatographie analysiert. Dafür werden Trennsäulen der Typen FS-FFAP und FS-SE 54 verwendet. Der Nachweis der von der Kapillarsäule eluierten Stoffe erfolgt mit einem Flammionisationsdetektor (FID). Die Identifizierung der Komponenten wird auf der Grundlage vorliegender Retentionsdaten der Trennsysteme durchgeführt. Die Genauigkeit der Analyse beträgt $\pm 5\%$.

4.3 Raumlufmessungen in angrenzenden Wohnungen

Zur Beurteilung der PER-Belastung im Umfeld der Textilreinigung wurden Raumlufmessungen in den angrenzenden Wohnungen v o r der Sanierung vom 02.11.1992 bis 09.11.1992 und n a c h der Sanierung vom 23.06.1993 bis 30.06.1993 und 17.02.1994 bis 24.02.1994 durchgeführt. Der Bestimmungsbereich für diese Messungen betrug 0,01 bis 15 mg/m³. Die relative Standardabweichung betrug 7 % (incl. Probenahme über 7 Tage). Bei den Wohnungen handelt es sich um eine im Erdgeschoß angrenzende, durch eine Wand getrennte Wohnung, in räumlicher Nähe zum Maschinenaufstellungsbereich und um zwei Wohnungen im 1. Stockwerk, eine über dem Maschinenaufstellungsbereich und eine über dem Kleiderband und der Warenannahme/-ausgabe der Textilreinigung.

Die Raumlufmessungen in den an die Reinigung angrenzenden Wohnungen erfolgten mit ORSA-Passivsammler. Diese wurden in den betreffenden Wohnräumen paarweise freihängend von der Decke in 2 m Höhe und in einem Abstand von 1 bis 2 m von Fenstern positioniert. Um Verfälschungen der Meßergebnisse zu vermeiden, wurden die Auslegungsorte so gewählt, daß sie sich nicht im unmittelbaren Einflußbereich von Luftströmungen befanden, wie sie etwa in der Nähe von Wärmequellen, wie z.B. Heizkörper und Lampen, auftreten können. Die Fenster der Wohnräume waren während des Meßzeitraumes überwiegend geschlossen, Zugerscheinungen traten nicht auf. In Tabelle 9 sind die Auslegungsorte der ORSA-Passivsammler aufgeführt.

Zur Verdeutlichung der räumlichen Verhältnisse sind in Bild 3 die jeweils angrenzenden Wohn- und Arbeitsbereiche hervorgehoben dargestellt (vgl. Bild 1+2).

Angrenzende Wohn- und Arbeitsbereiche

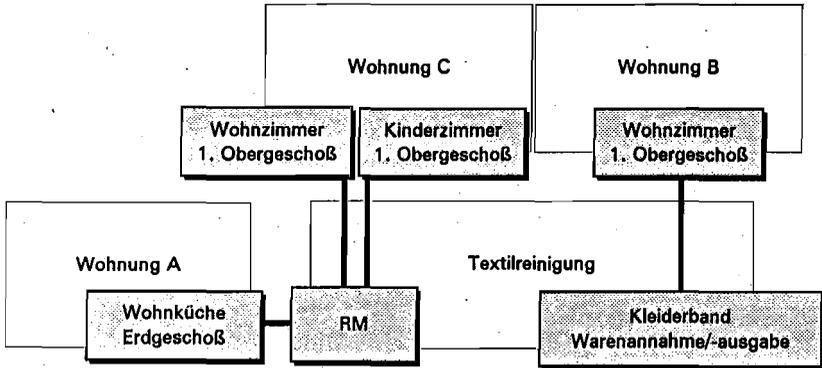


Bild 3

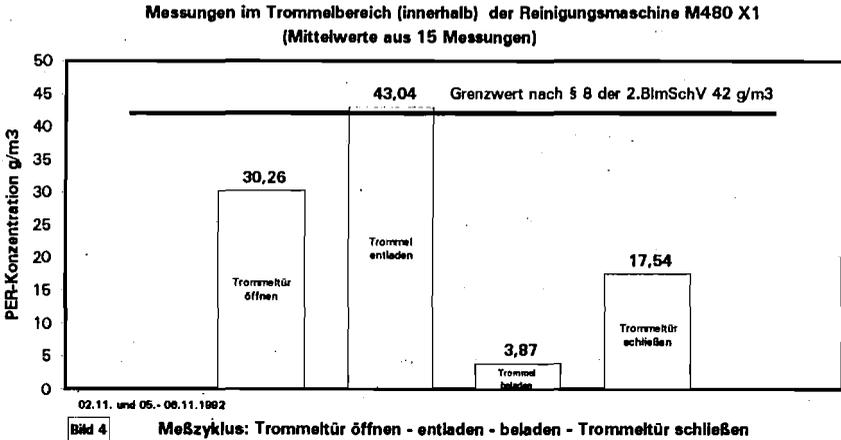
Wohnbereich	Arbeitsbereich
Wohnung A	
Wohnküche im Erdgeschoß	Reinigungsmaschine (RM)
Wohnung B	
Wohnzimmer im 1. Obergeschoß	Kleiderband und Warenannahme/-ausgabe
Wohnung C	
Wohnzimmer im 1. Obergeschoß	Reinigungsmaschine (RM)
Kinderzimmer im 1. Obergeschoß	Reinigungsmaschine (RM)

Tabelle 9: Aufstellungsorte der ORSA-Passivsammler in den an die Textilreinigung angrenzenden Wohnungen

5. Ergebnisse der Messungen an der Altanlage v o r der Sanierung

5.1 PER-Konzentration in der Trocknungsluft der a l t e n Reinigungsmaschine

Die Ergebnisse der Messungen an der alten Reinigungsmaschine v o r der Sanierung sind in Bild 4 dargestellt. Die bei den Messungen beobachteten Betriebsabläufe wurden registriert und sind in Bild 4 aufgeführt.



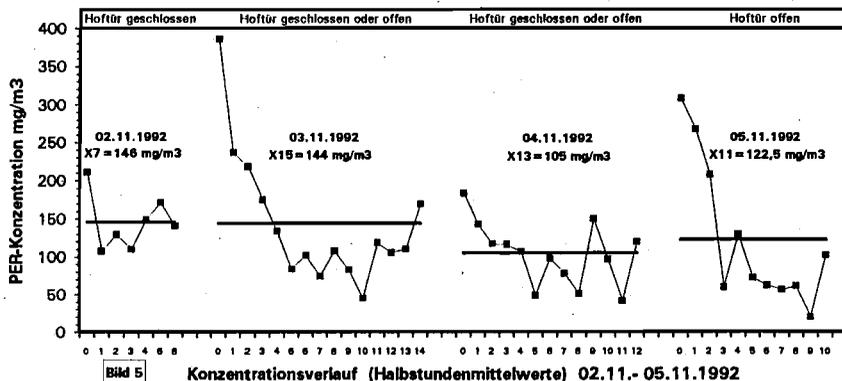
Die Temperatur der getrockneten Ware lag zwischen 298 K (25°C) und 299 K (26°C). Die Dauer des Ent- und Beladevorganges, das ist der Zeitraum zwischen "Trommeltür öffnen" und "Trommeltür schließen" (Dauer des Meßzyklusses, s. Bild 4), betrug im Mittel 3 Minuten.

5.2 PER-Belastung der Raumluft in den Arbeitsbereichen der Altanlage

Meßplatz 1: Vor Trommeltür der Reinigungsmaschine (v.S.)

Bei den Messungen am 02.11.1992 war die Hoftür (s. Bild 1) geschlossen. Am 03.11.1992 und 04.11.1992 war die Hoftür entweder geschlossen oder offen. Am 02.11.1992 und zu Beginn der Messungen am 03.11.1992 kam es zu mehrmaligem Austritt von PER aus einer undichten Meßöffnung. Am 05.11.1992 war die Hoftür geöffnet. Zu Arbeitsbeginn am 05.11.1992 lag aufgrund des Auskratzens der Destillierblase zunächst eine hohe PER-Konzentration vor. Die Meßergebnisse sind in Tabelle 10 aufgeführt und in Bild 5 dargestellt.

Raumluftmessungen vor der Trommeltür der Reinigungsmaschine
M480 X1 v o r Sanierung



02.11.1992	03.11.1992	04.11.1992	05.11.1992
211,1	386,1	183,5	308,2
108	236,3	142,7	267,5
129,5	218,3	117,5	207,5
110,3	175,1	116,3	60
149,9	134,1	106,8	129,5
171,5	84,6	49,2	72
141,5	101,9	98,4	62,4
X7=146	74,4	78	56,4
	108	51,6	61,6
	82,8	150	20,4
	45,2	97,2	102
	118,7	42	X11=122,5
	105,5	119,9	
	110,3	X13=105	
	169,1		
	X15=144		

Tabelle 10: Halbstundenmittelwerte der PER-Massenkonzentrationen, angegeben in mg/m^3 , im Zeitraum 02.11.1992 bis 05.11.1992

Beim Öffnen der Trommeltür traten hohe Konzentrationsspitzen auf, welche durch Mittelwerte nicht erfaßt wurden. Aus den registrierten Peaks wurde die maximale Höhe und die durchschnittliche Länge der Spitzenbereiche ermittelt. Die durchschnittliche Länge der Spitzenbereiche lag bei $X_{26} = 9,9$ min (Spannweite 7-15 min). Die maximale Höhe einzelner Spitzen wurde in Klassen eingeteilt, die in Tabelle 11 wiedergegeben werden. Die durchschnittliche Zeit zwischen zwei Ent- und Beladevorgängen ist abhängig vom Reinigungsprogramm und lag bei $X_{26} = 50,4$ min und $X_6 = 36,3$ min.

Konzentrationsbereich	< 480 mg/m ³	480-720 mg/m ³	720-960 mg/m ³	>960 mg/m ³
Häufigkeit	4 Werte	6 Werte	5 Werte	13 Werte

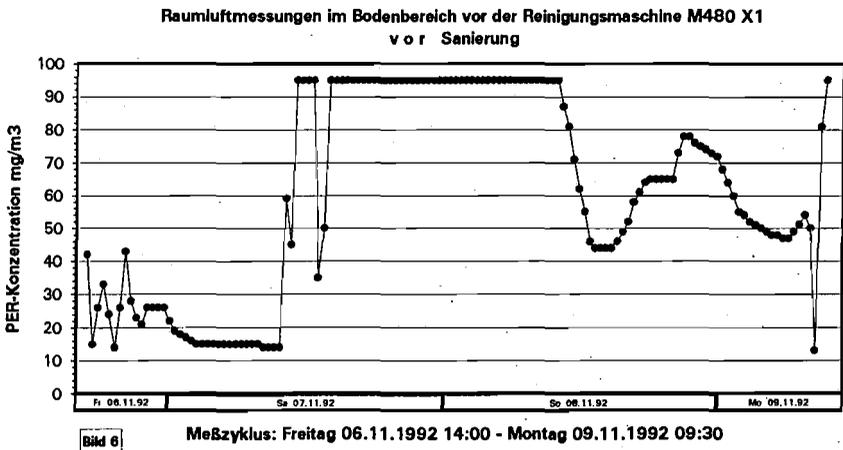
Tabelle 11: Klassierung der Maximalwerte der registrierten PER-Einzelspitzen (28 Werte)

Meßplatz 2: Hinter der Reinigungsmaschine beim Reinigen der Destillierblase (v.S.)

Am 05.11.1992 wurde die Destillierblase ausgeräumt. Dabei wurde ca. 6 Minuten in ca. 100 cm Höhe direkt im Arbeitsbereich gemessen. Die Konzentration schwankte erheblich, lag aber für einige Minuten über 1000 mg/m³ (max. ca. 1400 mg/m³).

Meßplatz 3: Bodenbereich vor der Reinigungsmaschine (v.S.)

In der Zeit von Freitag, dem 06.11.1992 bis Montag, dem 09.11.1992, wurde in einer Höhe von 10 cm über dem Boden im Abstand von ca. 50 cm zur Reinigungsmaschine gemessen um zu ermitteln, ob der Arbeitsraum außerhalb der Arbeitszeit durch PER unbelastet ist, oder ob Restkonzentrationen, z.B. durch Ausdünstungen aus den Wänden, dem Reinigungsgut oder der Reinigungsmaschine auftreten. Die Raumluftkonzentration ist, wie bereits erwähnt, von der Belüftung des Raumes abhängig, wodurch erklärt werden kann, daß teilweise während der Arbeitszeit bei ausreichender Be- und Entlüftung geringere Konzentrationen auftreten können als in der Nichtarbeitszeit ohne Be- und Entlüftung. Den Konzentrationsverlauf über dem gesamten Meßzeitraum (vgl. Tabelle 12) zeigt Bild 6:



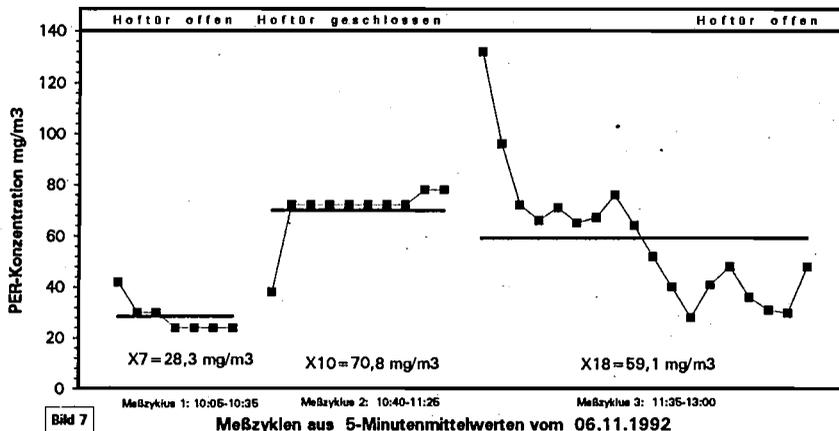
Meßzyklus		PER-Konzentrationen in mg/m3 im Zeitraum 06.11.1992-09.11.1992							
Bodenbereich									
Freitag 14:00	42	Samstag 00:00	15	Samstag 10:30	95	Sonntag 00:00	95	Sonntag 17:00	64
14:30	15	00:30	15	11:00	35	00:30	95	17:30	65
15:00	26	01:00	15	11:30	50	01:00	95	18:00	65
15:30	33	01:30	15	12:00	95	01:30	95	18:30	65
16:00	24	02:00	15	12:30	95	02:00	95	19:00	65
16:30	14	02:30	15	13:00	95	02:30	95	19:30	65
17:00	26	03:00	15	13:30	95	03:00	95	20:00	73
17:30	43	03:30	15	14:00	95	03:30	95	20:30	78
18:00	28	04:00	15	14:30	95	04:00	95	21:00	78
18:30	23	04:30	15	15:00	95	04:30	95	21:30	76
19:00	21	05:00	15	15:30	95	05:00	95	22:00	75
19:30	26	05:30	15	16:00	95	05:30	95	22:30	74
20:00	26	06:00	14	16:30	95	06:00	95	23:00	73
20:30	26	06:30	14	17:00	95	06:30	95	23:30	72
21:00	26	07:00	14	17:30	95	07:00	95	Montag 00:00	68
21:30	22	07:30	14	18:00	95	07:30	95	00:30	64
22:00	19	08:00	59	18:30	95	08:00	95	01:00	60
22:30	18	08:30	45	19:00	95	08:30	95	01:30	55
23:00	17	09:00	95	19:30	95	09:00	95	02:00	54
23:30	16	09:30	95	20:00	95	09:30	87	02:30	52
		10:00	95	20:30	95	10:00	81	03:00	51
				21:00	95	10:30	71	03:30	50
				21:30	95	11:00	62	04:00	49
				22:00	95	11:30	55	04:30	48
				22:30	95	12:00	46	05:00	48
				23:00	95	12:30	44	05:30	47
				23:30	95	13:00	44	06:00	47
						13:30	44	06:30	49
						14:00	44	07:00	51
						14:30	46	07:30	54
						15:00	49	08:00	50
						15:30	52	08:30	13
						16:00	58	09:00	81
						16:30	61	09:30	95

Tabelle 12: Meßwerte der kontinuierlichen Raumlufmessungen im Bodenbereich vor der Reinigungsmaschine vom 06.11.1992 bis 09.11.1992

Meßplatz 4 und 5: Bügelei und Kleiderband (v.S.)

Am 06.11.1992 wurden Raumlufmessungen am Bügelplatz durchgeführt. Da die ermittelten PER-Konzentrationen erheblich von der Belüftung des Arbeitsraumes abhängig waren, wurden die Messungen in drei Meßzyklen eingeteilt. Das Resultat ist mit den Meßwerten aus Tabelle 13 in Bild 7 dargestellt.

Raumluftmessungen am Bügelplatz v o r Sanierung

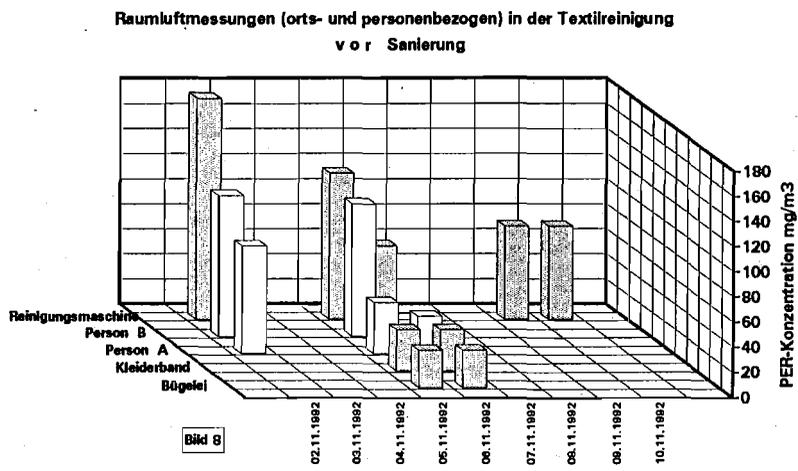


Meßzyklus 1	Meßzyklus 2	Meßzyklus 3
10:05-10:35	10:40-11:25	11:35-13:00
42	38	132
30	72	96
30	72	72
24	72	66
24	72	71
24	72	65
24	72	67
X7=28,3	72	76
	78	64
	78	52
	X10=69,8	40
		28
		41
		48
		36
		31
		30
		48
		X18=59,1

Tabelle 13: 5-Minutenmittelwerte der PER-Konzentrationen, angegeben in mg/m^3 , am 06.11.1992.

Bild 8 zeigt in der Übersicht die Ergebnisse der 24-h-Messungen und der 4-h-Messungen mit Aktivsampler v o r der Sanierung im Zeitraum 02.11. bis 10.11.1992. Die Meßwerte sind der Tabelle 14 zu entnehmen. Neben den ortsbezogenen Raumluftmessungen sind die

Ergebnisse aus den personenbezogenen Raumlufmessungen aufgeführt. Bei den personenbezogenen Messungen sind die Ergebnisse über 4 h Reinigungsbetrieb dargestellt. Zeitgleich erfolgten die ortsbezogenen Raumlufmessungen am Meßplatz 1, in Bild 8 mit "Reinigungsmaschine" bezeichnet. Bei den aufgeführten Meßergebnissen aus den Bereichen Kleiderband und Bügeleri handelt es sich um 24-h-Messungen, die innerhalb des Untersuchungszeitraums durchgeführt wurden.



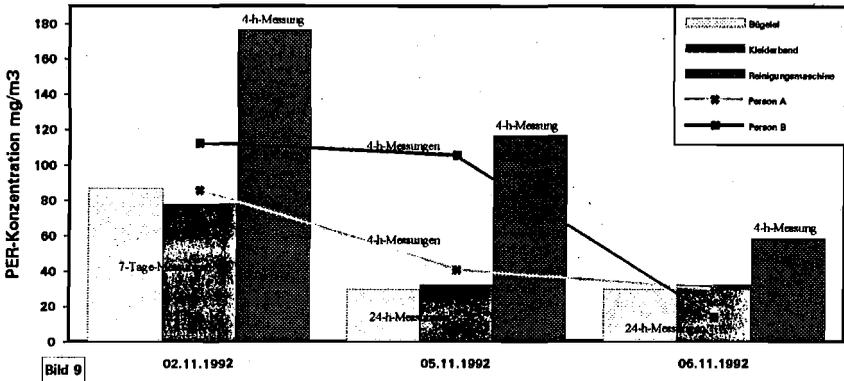
Meßtag (Dauer der Messung)	Bügeleri	Kleiderband	Person A	Person B	Reinigungsmaschine
02.11.1992 (4 h - Messung)			85,6	112,5	176,6
02.11.-09.11.1992 (7 d - Messung)	87	78			110
03.11.1992 (keine Messung)					
04.11.1992 (keine Messung)					
05.11.1992 (4 h - Messung)			40,7	105,6	116,6
05.11.-06.11.1992 (24 h - Messung)	29,7	32,4			
06.11.1992 (4 h - Messung)			29,7	13,8	58,7
07.11.1992 (keine Messung)					
08.11.1992 (keine Messung)					
09.11.-10.11.1992 (24 h - Messung)					74

Tabelle 14: Orts- und personenbezogene Raumlufmessungen in der Zeit vom 02.11.1992 bis 10.11.1992 (Meßwerte in mg PER/m³)

Einen Eindruck von der PER-Belastung, der die Personen A und B in den Arbeitsbereichen Bügeleri, Kleiderband und Reinigungsmaschine v o r der Sanierung ausgesetzt waren, vermittelt Bild 9. In Bild 9 direkt vergleichbar sind die zeitgleich ermittelten Ergebnisse der

personenbezogenen 4-h-Messungen mit den ortsbezogenen 4-h-Messungen an dem höchsten belasteten Arbeitsbereich, an der Reinigungsmaschine, am Meßplatz 1. Wie bereits bei der Darstellung der Ergebnisse der FID-Messungen erwähnt (vgl. Text zu Bild 5), kam es am 02.11.1992 und zu Meßbeginn am 03.11.1992 unbeabsichtigt zu mehrmaligem Austritt von PER aus einer undichten Meßöffnung der Reinigungsmaschine. Die unbeabsichtigte PER-Freisetzung, wie sie auch bei unsachgemäßer Handhabung des Lösemittels auftreten kann, beeinflusste das Ergebnis der Raumluftmessung im Bereich der Reinigungsmaschine am 02.11.1992 (vgl. Bild 9) maßgeblich. Um einen Überblick über die Langzeitbelastung zu erhalten, sind zur Orientierung in Bild 9 über den Zeitraum vom 02.11. bis 06.11.1992 die Ergebnisse der 24-h- und 7-Tage-Messungen auf die 4-h-Meßzeitebene projiziert.

Raumluftmessungen (orts- und personenbezogen) in der Textilreinigung vor Sanierung



Bei der Interpretation von Bild 9 ist zu berücksichtigen, daß der direkte Vergleich der Ergebnisse aus den ortsbezogenen Messungen zwischen dem Bereich Reinigungsmaschine einerseits und den Bereichen Kleiderband und Bügelei andererseits aufgrund der unterschiedlichen Probenahmezeiten nicht möglich ist. Dieser Vergleich läßt sich anhand der Ergebnisse über den Meßzeitraum von 7 Tagen für die Bereiche Reinigungsmaschine, Kleiderband und Bügelei durchführen. Die Ergebnisse dieser Messungen über den Zeitraum vom 02.11. bis 09.11.1992 sind in Bild 10 dargestellt.

Die PER-Belastung der Raumluft ist in den Bereichen Kleiderband und Bügelei geringer als

Raumluftmessungen (7-Tage-Messungen) in der Textilreinigung v o r Sanierung

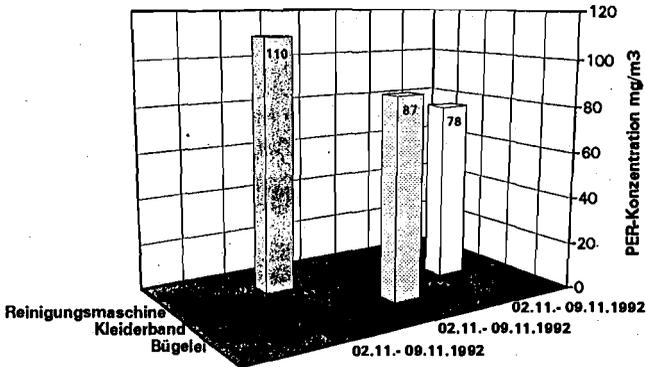


Bild 10

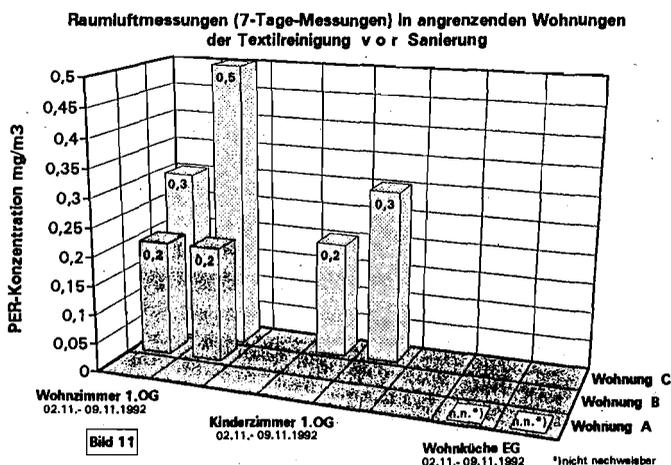
im Aufstellungsbereich der Reinigungsmaschine. Dies war auch nach den Ergebnissen der Kurzzeitmessungen mit FID (vgl. Bild 5 mit Bild 7) zu erwarten. Nach Bild 10 ist die PER-Freisetzung in den Arbeitsbereichen Bügelei und Kleiderband allerdings nur um 20 bzw. 30% geringer als im Arbeitsbereich der Reinigungsmaschine. Die Raumluftbelastung in den Bereichen Bügelei und Kleiderband ist hauptsächlich auf die PER-Freisetzung beim Ausrüsten und Lagern der mit Restlösemittel behafteten, gereinigten und getrockneten Ware zurückzuführen. Die durch Verschleppungsverluste zu erwartende Raumluftbelastung läßt sich bei bekanntem Restlösemittelgehalt der Bügelware abschätzen. Die Abschätzung ergibt, daß bei einem durchschnittlich angenommenen Restlösemittelgehalt von maximal 0,5 g/kg gereinigter und getrockneter Normalware bei einem Warendurchsatz von 30 kg/h. mit einer Lösemittelfreisetzung von 15 g/h zu rechnen ist. Bezogen auf das gesamte Raumvolumen von etwa 500 m³ ergibt sich bei 2-5fachem Luftwechsel eine Raumluftbelastung von 6-15 mg/m³. Berücksichtigt man, daß die Lösemittelfreisetzung in den Arbeitsbereichen Bügelei und Kleiderband erfolgt, so ist die auftretende PER-Belastung der Raumluft in diesen Arbeitsbereichen sicher um den Faktor 2-3 höher anzusetzen. Dieser Abschätzung zufolge ist mit einer PER-Belastung der Raumluft in den Arbeitsbereichen Bügelei und Kleiderband von 12-50 mg/m³ zu rechnen, die auf den Restlösemittelgehalt der gereinigten Ware nach der Trocknung zurückzuführen ist. Zu berücksichtigen ist auch die Verlagerung der Raumluftbelastung zwischen den Arbeitsbereichen. Durch die zusätzliche Belüftung über die Hoftür kann unkontrolliert eine PER-Ausbreitung über den Luftpfad aus einem Arbeitsbereich in andere Arbeitsbereiche erfolgen (vgl. Bild 5+7).

Nach Beobachtung der Tätigkeiten des Bedienungspersonals hat sich gezeigt, daß bei den in

gleicher Weise mit Aktivsammler im Brustbereich ausgerüsteten, etwa gleich großen Personen A und B keine signifikanten Unterschiede in der Häufigkeit der begangenen Arbeitsbereiche bestanden. Das heißt, augenscheinlich war bei gleichen Tätigkeitsmerkmalen kein Unterschied in der Häufigkeit der im Untersuchungszeitraum bewältigten Arbeitsvorgänge dieser Personen festzustellen. Dennoch dokumentieren die Meßergebnisse in Bild 9, daß Person B über den Untersuchungszeitraum gesehen einer höheren PER-Belastung der Raumluft ausgesetzt war, als Person A. Eine plausible Erklärung könnte sein, daß sich in diesem Ergebnis das individuelle personenbezogene Arbeitsverhalten beider Personen bei gleichen Tätigkeiten widerspiegelt. Konkrete Anhaltspunkte für diese Vermutung konnten aus den Beobachtungen nicht abgeleitet werden. Dennoch dürfen die Abweichungen nicht ohne Bezug zum personenbezogenen Arbeitsverhalten der Personen, vor allem im Aufstellungsbereich der Reinigungsmaschinen -und hier insbesondere beim Be- und Entladen an der geöffneten Trommeltür- betrachtet werden.

5.3 PER-Belastung der Raumluft in angrenzenden Wohnungen der Altanlage

Die im gleichen Untersuchungszeitraum vom 02.11. bis 09.11.1992 ermittelten Raumluftwerte in den angrenzenden Wohnungen (vgl. Bild 3) sind in Bild 11 dargestellt. Ein Vergleich mit den Meßwerten in den Arbeitsbereichen der Altanlage zeigt, daß im genannten Zeitraum die PER-Konzentration in der Raumluft der Altanlage 78 - 110 mg/m³ betrug (s. Bild 10), während sie im gleichen Zeitraum in der Raumluft der angrenzenden Wohnungen (s. Bild 11) bei 0,2 - 0,5 mg/m³ lag.



6. Ergebnisse der Messungen an der Neuanlage nach der Sanierung

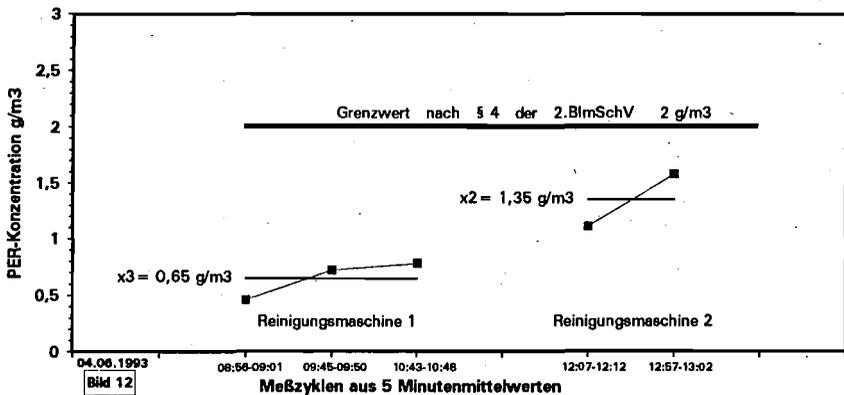
6.1 PER-Konzentrationen in der Trocknungsluft der neuen Reinigungsmaschinen

An den vom Hersteller der Textilreinigungsmaschinen PH 360 vorbereiteten Meßstellen -mit Bohrungen von 12,5 mm im luftführenden Rohr von 5,5 cm lichter Weite- wurde zum Zeitpunkt des Luftwechsels mit einem Flügelradanemometer (Testo 490 mit Flügelradmeßsonde, Testotherm) die Strömungsgeschwindigkeit ermittelt.

Für beide Maschinen wurde eine Strömungsgeschwindigkeit von durchschnittlich 11,7 m/s gemessen. Das entspricht bei einer maximalen Beladung der Maschine mit 18 kg einer Luftwechselrate von $5,6 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ (Ablufttemperatur: 312 K).

Die ermittelten PER-Konzentrationen im Moment der Freigabe der Trommeltürverriegelung wurden gemäß § 4 der 2.BImSchV auf die Luftwechselrate von $5 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ umgerechnet und sind in Bild 12 dargestellt. Die Meßwerte sind der Tabelle 15 zu entnehmen.

Messungen im Trommelbereich (innerhalb) der Reinigungsmaschinen PH 360 gemäß § 4 der 2.BImSchV



Die Umrechnung der bei der ermittelten Luftwechselrate $5,6 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ gemessenen Konzentrationen auf die Bezugsluftwechselrate $5 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ erfolgte nach der Formel:

$$c = \frac{c_{\text{gem.}} \times L_{\text{gem.}}}{L_{\text{Bezug}}}$$

Maschine 1	PH 360	Maschine 2	PH 360
C_{gem}	C	C_{gem}	C
0,42 g/m ³	0,46 g/m ³	1,0 g/m ³	1,11 g/m ³
0,65 g/m ³	0,72 g/m ³	1,42 g/m ³	1,58 g/m ³
0,7 g/m ³	0,78 g/m ³		

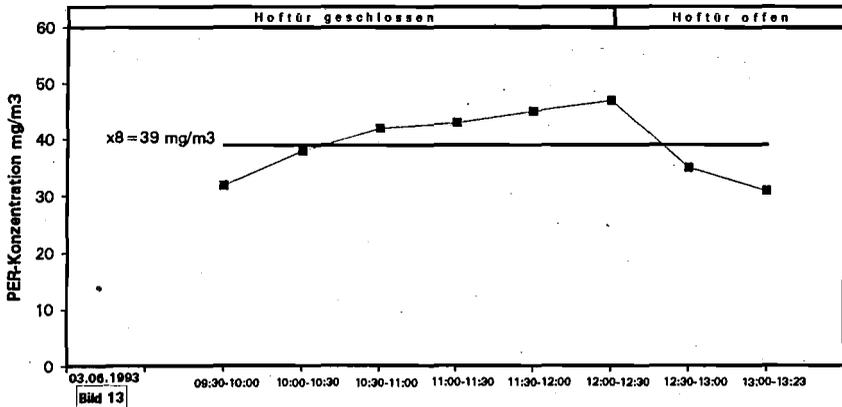
Tabelle 15: Ergebnisse der Messungen im Trommelbereich der Reinigungsmaschinen

6. 2 PER-Belastung der Raumluft in den Arbeitsbereichen der Neuanlage

Meßplatz 1: Vor Trommeltür der Reinigungsmaschine (n.S.)

Bei den Messungen während des Reinigungsbetriebs am 03.06.1993 war die Hoftür von 09:30 bis 12:30 geschlossen. Ab 12:30 war die Hoftür geöffnet. Bei den Messungen am 03.06.1993 war die Hoftür gegen 18:00 zum Schichtende bis zum Schichtbeginn am 04.06.1993 um 08:00 geschlossen. Die Ergebnisse dieser Messungen sind in Tabelle 16 aufgeführt und in den Bildern 13-15 dargestellt.

Raumluftmessungen vor Trommeltür der Reinigungsmaschine PH 360
(Halbstundenmittelwerte)



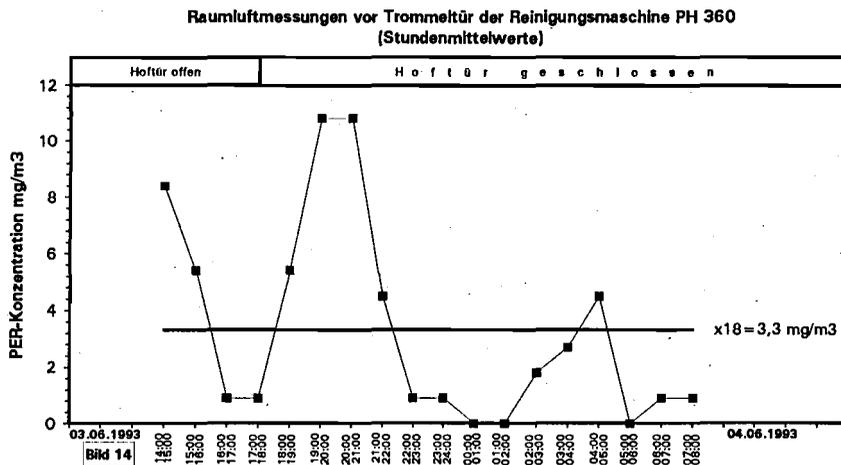
Die vorgelegenen Betriebsabläufe an den Reinigungsmaschinen während der Meß- und Betriebszeiten am 03.06. und 04.06.1993 wurden registriert und sind der Tabelle 17 zu entnehmen.

Meßzyklus 03.06.1993	
Halbstundenmittelwerte	
09:30-10:00	32
10:00-10:30	38
10:30-11:00	42
11:00-11:30	43
11:30-12:00	45
12:00-12:30	47
12:30-13:00	35
13:00-13:23	31
x8=39,0	

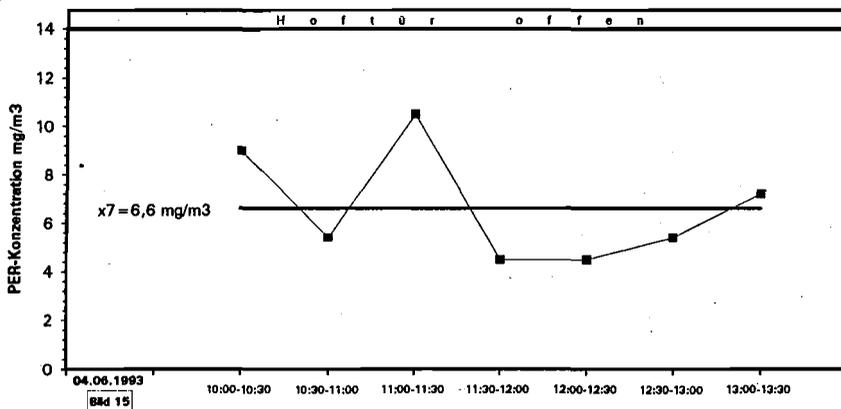
Meßzyklus 03.06.-04.06.1993	
Stundenmittelwerte	
14:00-15:00	8,4
15:00-16:00	5,4
16:00-17:00	0,9
17:00-18:00	0,9
18:00-19:00	5,4
19:00-20:00	10,8
20:00-21:00	10,8
21:00-22:00	4,5
22:00-23:00	0,9
23:00-24:00	0,9
00:00-01:00	0
01:00-02:00	0
02:00-03:00	1,8
03:00-04:00	2,7
04:00-05:00	4,5
05:00-06:00	0
06:00-07:00	0,9
07:00-08:00	0,9
x18=3,3	

Meßzyklus 04.06.1993	
Halbstundenmittelwerte	
10:00-10:30	9
10:30-11:00	5,4
11:00-11:30	10,5
11:30-12:00	4,5
12:00-12:30	4,5
12:30-13:00	5,4
13:00-13:30	7,2
x7=6,6	

Tabelle 16: Ergebnisse der Raumluftmessungen vor der Trommeltür der Reinigungsmaschine PH 360 für die Meßzyklen am 03.06.1993 und 03.06. bis 04.06.1993, Konzentrationsangaben in mg PER/m³.



**Raumluftmessungen vor Trommeltür der Reinigungsmaschine PH 360
(Halbstundenmittelwerte)**



04.06.1993

Bld 15

03.06.1993 Meß- und Betriebszeiten an Maschinen PH 360

Meßbeginn	09:30	Messungen vor Trommel, Maschine 1 + 2 leer, Hoftür auf,
	09:35	Maschine 2 gefüllt, eingeschaltet
	09:40	Maschine 1 gefüllt, eingeschaltet
	10:00	Hoftür zu
	10:22	Vorbereitung Reinigungsgut
	10:29	Maschine 1 + 2 entleert
	10:34	Vorbereitung Reinigungsgut
	10:35	Maschine 1 + 2 gefüllt, 1 eingeschaltet
	10:50	Störung der Messung durch Abluft des FID Düsseldorf
	11:07	Vorbereitung Reinigungsgut
	11:12	Maschine 2 eingeschaltet
	11:17	Vorbereitung Reinigungsgut
	11:25	Maschine 1 entleert und gefüllt
	11:48	Maschine 1 eingeschaltet
	12:07	Maschine 2 entleert
	12:25	Maschine 2 gefüllt
	12:29	Maschine 2 eingeschaltet
	12:41	Vorbereitung Reinigungsgut
	12:40	Hoftür auf
	12:47	Maschine 1 entleert und gefüllt
	12:49	Maschine 1 eingeschaltet
	13:03	Vorbereitung Reinigungsgut
	13:17	Maschine 2 entleert und gefüllt
	13:19	Maschine 2 eingeschaltet
Meßende	13:23	Maschine 1 + 2 in Betrieb

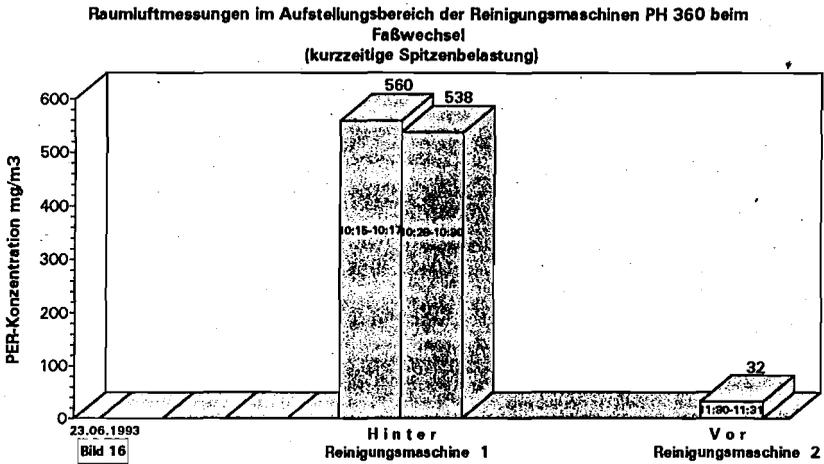
04.06.1993 Meß- und Betriebszeiten an Maschinen PH 360

	08:30	Maschine 1 + 2 in Betrieb, Hoftür auf
	09:00	Maschine 1 entleert und gefüllt
	09:02	Maschine 1 eingeschaltet
	09:10	Maschine 2 entleert und gefüllt
	09:12	Maschine 2 eingeschaltet
	09:30	Vorbereitung Reinigungsgut
	09:50	Maschine 1 entleert und gefüllt
	09:52	Maschine 1 eingeschaltet
Meßbeginn	10:00	Messungen im Trommelbereich PH 360
	10:07	Maschine 2 entleert und gefüllt
	10:08	Maschine 2 eingeschaltet
	10:47	Vorbereitung Reinigungsgut
	10:48	Maschine 1 entleert und gefüllt
	10:49	Maschine 1 eingeschaltet
	11:04	Maschine 2 entleert und gefüllt
	11:15	Vorbereitung Reinigungsgut
	11:25	Maschine 2 eingeschaltet
	11:42	Maschine 1 entleert und gefüllt
	11:43	Maschine 1 eingeschaltet
Meßende	13:30	Maschine 1 + 2 in Betrieb

Tabelle 17: Betriebsabläufe während der Messungen (vgl. Bild 12-15) am 03.06.1993 und 04.06.1993

Meßplatz 1 und 2: Vor und hinter der Reinigungsmaschine (n.S.)

Zur Ermittlung der Raumluftbelastung, die kurzzeitig durch den Wechsel des Destillationsrückstandsfaßes zu erwarten war, wurde eine Meßstelle hinter der Reinigungsmaschine 1, am Meßplatz 2 in unmittelbarer Nähe des zu wechselnden Faßes (vgl. Bild 2), in 1,6 m Höhe und 1 m Entfernung von der Faßoberkante, eingerichtet. Eine zweite Meßstelle wurde vor der Reinigungsmaschine 2 in 1,6 m Höhe und 1,3 m Entfernung eingerichtet. Der Faßwechsel wurde während der Messung folgendermaßen durchgeführt: Der Deckel des auszuwechselnden Faßes wurde mitsamt der Zu- und Ableitung und der Füllstandsanzeige durch Abheben vom gefüllten Faß entfernt und auf das leere Faß aufgesetzt. Das volle Faß wurde anschließend mit einem normalen Deckel verschlossen.



Meßplatz 1, 4 und 5: Reinigungsmaschine, Bügelei und Kleiderband (n.S.)

Im Vergleich zur Situation v o r der Sanierung (vgl. Bild 8+10) mit der Situation n a c h der Sanierung (vgl. Bild 17+18) zeigt sich eine deutliche PER-Entlastung in allen Arbeitsbereichen. Vergleicht man die Ergebnisse aus den 7-Tage-Messungen (vgl. Bild 10 mit Bild 18), so beträgt die PER-Belastung in den Arbeitsbereichen n a c h der Sanierung nur noch etwa 15-10 % der Ausgangsbelastung, die v o r der Sanierung gemessen wurde. V o r der Sanierung lag die PER-Belastung in den Bereichen Bügelei und Kleiderband auf hohem Niveau (Kleiderband 78 mg/m³, Bügelei 87 mg/m³) und betrug jeweils etwa 70-80 % der

Raumluftbelastung, die im Aufstellungsbereich der Reinigungsmaschine mit 110 mg/m^3 vorlag. N a c h der Sanierung liegen die Raumluftbelastungen in diesen Arbeitsbereichen (Kleiderband 8 mg/m^3 , Bügelei $11,2 \text{ mg/m}^3$) nur noch bei 50-70 % bezogen auf den Aufstellungsbereich der Reinigungsmaschine mit $16,4 \text{ mg/m}^3$ (s. Bild 18).

Der Rückgang der Raumluftbelastung ist insbesondere auf die Reduzierung des Lösemittel-eintrages durch die Ware nach weitergehender Trocknung und Adsorption von PER an Aktivkohle in den n e u e n Reinigungsmaschinen zurückzuführen.

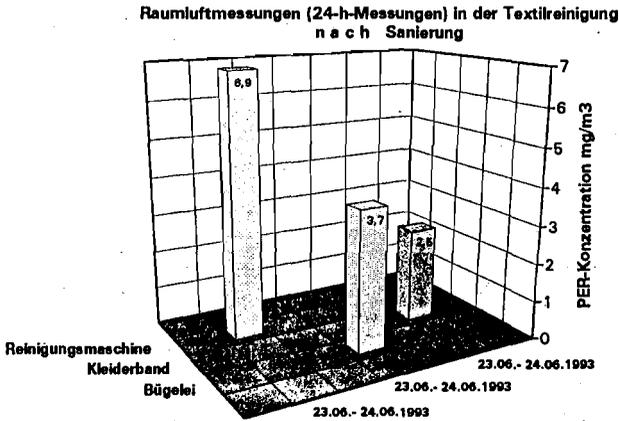


Bild 17

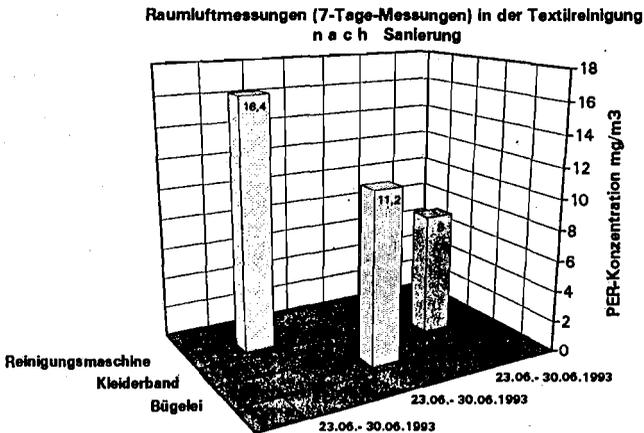


Bild 18

Die Reduzierung der Raumluftbelastung nach der Sanierung zeigt sich auch in der erheblich reduzierten PER-Belastung des Bedienungspersonals in den Arbeitsbereichen der Neuanlage (s. Bild 19), gegenüber der PER-Belastung des Bedienungspersonals in den Arbeitsbereichen der Altanlage (vgl. Bild 8+9).

Raumluftmessungen (personenbezogen) in zugeordneten Arbeitsbereichen der Textilreinigung nach Sanierung

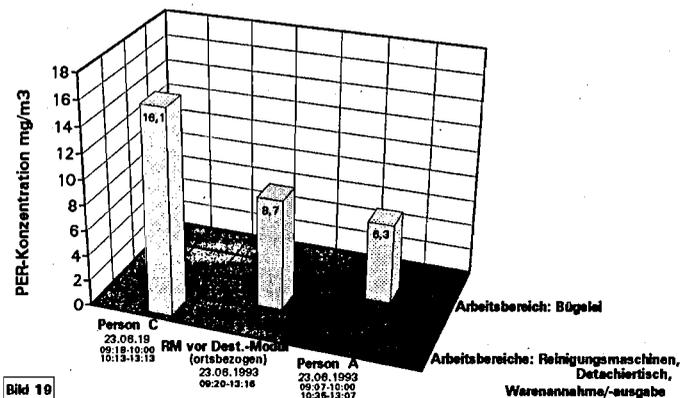


Bild 19

Abweichend von den Messungen an der Altanlage waren an der Neuanlage den Personen A und C die Arbeitsbereiche zugeordnet worden. In Bild 19 ist daher der Arbeitsbereich Bügelei der Person A zugeordnet. Nach Beendigung des Arbeitsverhältnisses von Person B wurden der neu eingestellten Person C die Arbeitsbereiche Reinigungsmaschine, Detachiertisch und Warenannahme/-ausgabe zugeteilt. Die Ergebnisse beinhalten auch das jeweils individuell unterschiedliche, personenbezogene Arbeitsverhalten von Person A und Person C. Das personenbezogene Arbeitsverhalten würde in einem Ergebnisvergleich offensichtlich werden, wenn nach den vorliegenden Messungen bei Wiederholungsmessungen unter genau den gleichen Betriebsbedingungen und sonstigen Voraussetzungen der vorangegangenen Messungen beide Personen A und C die Arbeitsbereiche miteinander getauscht hätten. Das bedeutet, daß bei umgekehrter Zuordnung der Personen zu den Arbeitsbereichen durchaus Abweichungen von den vorliegenden Ergebnissen der personenbezogenen Messungen auftreten können. Derartige Messungen konnten im vereinbarten Untersuchungsrahmen nicht durchgeführt werden. Läßt man bei der Bewertung der erhaltenen Meßergebnisse das nicht quantifizierbare, personenbezogene Arbeitsverhalten von Person A und Person C außer acht, so ist Bild 19 zu entnehmen, daß die PER-Belastung des Bedienungspersonals

im Aufstellungsbereich der Reinigungsmaschinen auch nach der Sanierung höher ist, als in anderen Bereichen der Neuanlage. Nach Bild 19 ist die PER-Belastung von Person C, die u.a. den Arbeitsbereich Reinigungsmaschine betreut, mehr als doppelt so hoch, wie die von Person A im Arbeitsbereich Bügelei. Vergleicht man diese Ergebnisse mit denen vor der Sanierung (vgl. Bild 8+9), so ist festzustellen, daß die PER-Belastung des Bedienungspersonals sich erheblich verringert hat. Während die PER-Belastung des Bedienungspersonals in den Arbeitsbereichen der Textilreinigung vor der Sanierung 14-113 mg/m³ betrug, so liegt sie nach der Sanierung nur noch im Bereich 6-16 mg/m³.

6.3 PER-Belastung der Raumluft in angrenzenden Wohnungen der Neuanlage

Vor der Sanierung lag die PER-Belastung der Raumluft in den angrenzenden Wohnungen in der Zeit vom 02.11. bis 09.11.1992 bei 0,2-0,5 mg/m³ (s. Bild 11). Nach Durchführung der Sanierungsmaßnahmen 1-3 des Sanierungsprogramms (vgl. Seite 7) und Ausgasung der kontaminierten Wände und Decken des Arbeitsraumes der Reinigung im November und Dezember 1992 wurde die Neuanlage in Betrieb genommen. Die Inbetriebnahme der Neuanlage erfolgte damit bereits vor der Ausführung der vorgesehenen Sanierungsmaßnahme 4 (Begrenzung des PER-Übertritts durch Wände und Decke der Textilreinigung in angrenzende Wohnungen). In der Zeit vom 19.04. bis 26.04.1993 wurden erneut Raumluftmessungen (7-Tage-Messungen) in den angrenzenden Wohnungen durchgeführt. Im Wohnzimmer der Wohnung C (vgl. Bild 3) lag die PER-Konzentration der Raumluft im Bereich der Nachweisgrenze (< 0,01 mg/m³). In allen anderen angrenzenden Wohnräumen war die PER-Konzentration in der Raumluft nicht nachweisbar.

Anhand von Kontrollmessungen in der Zeit vom 23.06. bis 30.06.1993 wurde dann aber ein Anstieg der PER-Konzentrationen in den benachbarten Wohnungen auf 0,06 mg/m³ festgestellt (s. Bild 20).

Um den weiteren PER-Übertritt zu begrenzen, wurden im Dezember 1993 mit der Sanierungsmaßnahme 4 Wände und Decke mit einer diffusionshemmenden Beschichtung ("Diffusionssperre") versehen. Nach Ausgasung von PER aus Decke und Wänden konnte mit den abschließenden Messungen im Zeitraum vom 17.02. bis 24.02.1994 aufgezeigt werden, daß die PER-Raumluftkonzentrationen in den angrenzenden Wohnungen ausnahmslos unter dem Vorsorgerichtwert und Emissionsgrenzwert 0,1 mg/m³ lagen (s. Bild 21).

Raumluftmessungen (7-Tage-Messungen) in angrenzenden Wohnungen der Textilreinigung nach Sanierung

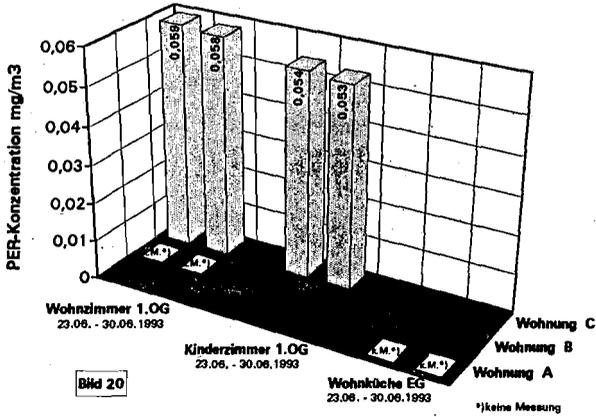


Bild 20

Raumluftmessungen (7-Tage-Messungen) in angrenzenden Wohnungen der Textilreinigung nach Sanierung

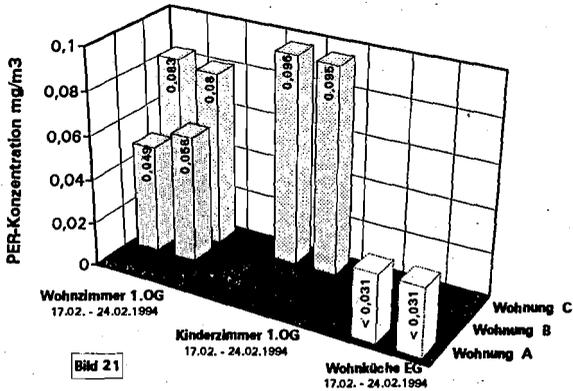


Bild 21

7. PER-Konzentrationen im Blut des Bedienungspersonals

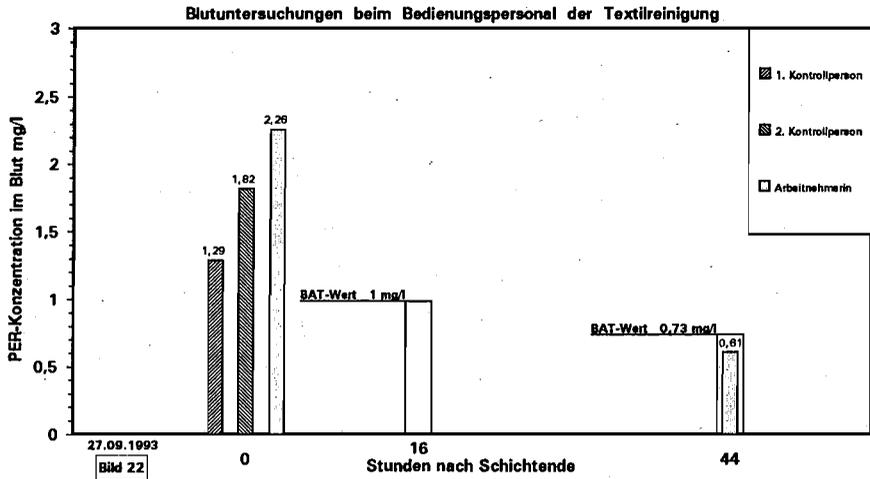
Parallel zu den personenbezogenen Raumlufmessungen am 23.06.1993 wurden beim Bedienungspersonal Messungen der PER-Konzentrationen im Blut durchgeführt. Diese ergaben bei beiden Personen A + C deutliche, oberhalb von 1 mg/l Blut liegende Belastungswerte. Die Einzelwerte lagen bei etwa dem vier- bis fünffachen dieses Wertes. Analytische Fehler konnten ausgeschlossen werden.

Am 27.09.1993 wurden Kontrollmessungen durchgeführt. Diese Messungen dienten der Analyse im Tagesverlauf im Vergleich mit Kontrollpersonen. Person C war zu diesem Zeitpunkt nicht mehr in der Reinigung tätig. Daher wurden bei Person A sowie zwei Kontrollpersonen Messungen auf PER im Blut durchgeführt. Die Messungen erfolgten vor Beginn und nach Beendigung der Tätigkeiten, die auch am 23.06.1993 durchgeführt wurden (Bedienung der Reinigungsmaschinen, Bügeln und Detachierarbeiten). Die Betriebszeit der Reinigungsmaschinen erfolgte von 08:30 bis 13:40. Danach wurde das Multisolverregenerationsprogramm an den Maschinen durchgeführt.

Bei beiden Kontrollpersonen waren vor Aufnahme der Tätigkeiten nur geringe bzw. nicht nachweisbare PER-Konzentrationen im Blut festzustellen. Nach Beendigung der Betriebszeit ergaben sich Werte von 1,3 bzw. 1,8 mg PER/l im Blut. Bei der Person A lag die Belastung am Montag vor Schichtbeginn bereits bei 0,6 mg PER/l Blut. Nach Tätigkeitsende ergab sich bei Person A ein Blutwert von 2,3 mg PER/l.

Die Ergebnisse müssen vor dem Hintergrund einer Kumulationsneigung von PER im biologischen Material interpretiert werden. Das heißt für die Bewertung gemessener Blutwerte ist der Zeitpunkt der Probennahme ein wichtiger Aspekt. Für PER schreibt die Senatskommission zur Prüfung gesundheitlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) vor, die Probennahme ca. 16 Stunden nach Expositionsende vorzunehmen. Für diesen Probennahmezeitpunkt gilt der Biologische Arbeitsstoff-Toleranz-Wert (BAT) von 1 mg PER/l. Der Probennahmezeitpunkt, der am Montag, dem 27.09.1993, vor Schichtbeginn entnommenen Blutprobe, die 0,61 mg PER/l aufwies, liegt ca. 44 Stunden nach dem letzten Expositionsende (Samstag, den 25.09.1993). Dafür gilt nach der DFG-Meßvorschrift ein Grenzwert von 0,73 mg PER/l. Damit liegt der gemessene PER-Gehalt mit erreichten 84 % unterhalb des zulässigen BAT-Wertes (s. Bild 22).

Am 16.11.1993 wurde eine Kontrolluntersuchung gemäß DFG-Meßvorschrift durchgeführt. Hierbei wurde ein Blutwert von 0,10 mg PER/l analysiert, das entspricht 1/10 des zulässigen BAT-Wertes.



Es sei angemerkt, daß in der Literatur häufiger hohe PER-Konzentrationen im Blut des Bedienungspersonals von Textilreinigungen, zum Teil oberhalb des BAT-Wertes von 1 mg/l, auch bei Einhaltung des zur Zeit gültigen MAK-Wertes von 345 mg/m³, beschrieben werden.

Ein wichtiger Aspekt beim Belastungsgrad einer Bedienungsperson liegt sicher auch im jeweils individuellen personenbezogenen Verhalten bei der Ausführung ihrer Tätigkeiten, wie bereits bei den Ergebnissen der personenbezogenen Raumlufmessungen (s. Kapitel 5.2) ausgeführt wurde.

In mehreren Gesprächen wurden dem Bedienungspersonal diese Zusammenhänge ausführlich erläutert.

8. Schlußbetrachtung

Anhand der vorliegenden Erfolgskontrolle bei der Sanierung einer Textilreinigung konnte aufgezeigt werden, daß nach Erfüllung der Anforderungen nach der 2.BImSchV die PER-Belastung in der Raumluft der angrenzenden Wohnungen unterhalb des Grenzwertes und Vorsorgerichtwertes von $0,1 \text{ mg/m}^3$ blieb. Die Anforderungen konnten nach der Realisierung eines Sanierungskonzeptes, im Zusammenwirken von maschinentechnischen, Lüftungstechnischen und bautechnischen Maßnahmen, erreicht werden. Die Ergebnisse der Raumluftmessungen an der Neuanlage, verglichen mit denen an der Altanlage, dokumentieren den Sanierungserfolg.

Vom Standpunkt des Arbeitsschutzes und des Immissionsschutzes war sowohl vor als auch nach der Sanierung der Raum-Be- und -Entlüftung in der Textilreinigung eine besondere Beachtung beizumessen. Die Reduzierung der Raumluftbelastung kann im Hinblick auf das in den Arbeitsbereichen tätige Bedienungspersonal und zum Zweck des Nachbarschutzes nur durch eine gezielte technische Be- und Entlüftung der Arbeitsbereiche, insbesondere des Maschinenaufstellungsbereiches, erreicht werden. Nach Schichtende sollte eine Nachlaufzeit der Einzelplatzabsaugungen vorgesehen werden. Dies vor allem nach Wartungsarbeiten wie z.B. Destillationsblasenausräumung, Faßwechsel, Arbeiten am Flusensieb oder Wasserabscheider, da hierbei Lösemittelfreisetzungen nicht auszuschließen sind.

Als präventive Maßnahme im Sinne des Nachbarschutzes erweist sich der Einsatz von Diffusionssperren zur Begrenzung des PER-Übertritts aus der Anlage in angrenzende Wohnungen als unverzichtbar.

Bisher nicht ausgeschöpfte Minderungspotentiale werden bei der Umsetzung von technischen Maßnahmen zur Erfüllung der Anforderungen beim Umgang mit lösemittelhaltigen Destillationsrückständen erkannt. Die in der Textilreinigung durch das Öffnen des gefüllten Entsorgungsfasses auftretenden PER-Emissionen sind vermeidbar. Der Austausch des gefüllten gegen ein leeres Entsorgungsfäß ohne Deckelöffnung ist technisch durch die Installation einer lösbaren Verbindung (Kupplung) zwischen der Reinigungsmaschine und dem Entsorgungsfäß realisierbar. Diese Empfehlung wurde vom Maschinenhersteller aufgegriffen. Zur Realisierung sind jedoch technische Änderungen am Entsorgungsfäß erforderlich. Diese Änderungen sollten in Abstimmung und unter Beteiligung des Entsorgungsunternehmens erfolgen. Der Maschinenhersteller erwägt die technischen Änderungen in Kooperation mit einem namhaften Entsorgungsunternehmen zu entwickeln und das Entsorgungsmodul seiner Reinigungsmaschinen entsprechend auszurüsten.

Zur Realisierung einer emissionsarmen Textilreinigung ist nicht zuletzt -neben der Erfüllung aller technischen Voraussetzungen- auch dem sicheren Umgang mit dem Lösemittel durch sachkundiges Bedienungspersonal ein hoher Stellenwert beizumessen.

9. Anhang

Relevante Rechtsvorschriften und Regeln für Textilreinigungsbetriebe

Gesetze

Gesetz über das Einleiten in Gewässer (Abwasserabgabengesetz - AbwAG) vom 13.09.1976, zuletzt geändert am 19.12.1986 (BGBl. I S. 2619).

Gesetz über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen (Abfallgesetz - AbfG) vom 27.08.1986, berichtigt am 11.09.1986 (BGBl. III 2129-15).

Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Chemikaliengesetz - ChemG) vom 16.09.1980 (BGBl. III 8053-6).

Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG) vom 15.03.1974, zuletzt geändert am 11.05.1990 (BGBl. Nr. 23, S. 880 ff).

Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG) in der Neufassung vom 23.09.1986 (BGBl. III 7531).

Verordnungen

Gewerbeordnung (GewO) in der Fassung vom 01.01.1987 (BGBl. III 7100-1).

Katalog der an Anlagen zum Abfüllen und Umschlagen wassergefährdender flüssiger Stoffe zu stellenden Anforderungen (Anforderungskatalog für Abfüll-/Umschlagsanlagen NW) vom 30.04.1988 (Nordrhein-Westfalen; MBl. S. 846).

Katalog der im Rahmen von Eignungsfeststellungen an Anlagen zum Lagern wassergefährdender flüssiger Stoffe zu stellenden Anforderungen (Anforderungskatalog NW) vom 12.02.1985 (Nordrhein-Westfalen; MBl. S. 214).

Katalog wassergefährdender Stoffe vom 15.04.1985 (GMBl. S. 369); laufende Ergänzung (1/90).

Anforderungen beim Einsatz von Kohlenwasserstofflösemitteln (KWL) in Chemischreinigungen, Länderausschuß für Immissionsschutz (LAI), 86. Sitzung, Marburg, 11.05.1994

Verordnung über Anlagen zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen wassergefährdender Stoffe und die Zulassung von Fachbetrieben (Anlagenverordnung - VAwS) vom 23.03.1982, geändert am 28.08.1986 (GVBl. I S. 259).

Verordnung über Anlagen zur Lagerung, Abfüllung und Beförderung brennbarer Flüssigkeiten zu Lande (Verordnung über Anlagen ... brennbarer Flüssigkeiten - VbF) vom 27.02.1980 (BGBl. III 7102-43).

Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung - ArbStättV) vom 20.03.1975 (BGBl. III 7108-34).

Verordnung über Betriebsbeauftragte für Abfall vom 26.10.1977 (BGBl. III 2129-6-3).

Verordnung über das Einsammeln und Befördern sowie über die Überwachung von Abfällen und Reststoffen (AbfRestÜberwV) vom 03.04.1990 (BGBl. I S. 648).

Verordnung über die Gefährlichkeitsmerkmale von Stoffen und Zubereitungen nach dem Chemikaliengesetz (ChemG Gefährlichkeitsmerkmale V) vom 18.12.1981 (BGBl. I S. 1487).

Verordnung über die Herkunftsbereiche von Abwasser (Abwasserherkunftsverordnung - AbwHerkV) vom 03.07.1987 (BGBl. III 753-1-4).

Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf Straßen (Gefahrgutverordnung Straße - GGVS) vom 22.07.1985, zuletzt geändert am 21.12.1987 (BGBl. III 9241-23-9).

Verordnung über gefährliche Stoffe (Gefahrstoffverordnung - Gef-StoffV) vom 26.08.1986, zuletzt geändert am 16.12.1987 (BGBl. III 8053-6-5).

Verordnung über wassergefährdende Stoffe bei der Beförderung in Rohrleitungsanlagen vom 19.12.1973, geändert am 15.04.1976 (BGBl. I S. 1946).

Verordnung zur Bestimmung von Abfällen (AbfBestV) vom 03.04.1990 (BGBl. I S. 1501).

Verordnung zur Bestimmung von Reststoffen nach § 2 Abs.3 des Abfallgesetzes (RestBestV) vom 03.04.1990 (BGBl. I S. 631).

2. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Emissionsbegrenzung von leichtflüchtigen Halogenkohlenwasserstoffen - 2. BImSchV) vom 10.12.1990 (BGBl. I S. 880).

Zweifelsfragen bei der Auslegung und Anwendung der 2. BImSchV, Länderausschuß für Immissionsschutz (LAI), 85. Sitzung, Schwerin, 20.10.1993

4. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen - 4. BImSchV) vom 24.07.1985, zuletzt geändert am 19.05.1988 (BGBl. III 2129-8-1-4-2).

5. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Immissionsschutzbeauftragte - 5. BImSchV) vom 14.02.1975, zuletzt geändert am 19.05.1988 (BGBl. III 2129-8-1-5).

9. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Grundsätze des Genehmigungsverfahrens - 9. BImSchV) vom 18.02.1977, zuletzt geändert am 19.05.1988 (BGBl. III 2129-8-1-9).

11. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Emissionserklärungsverordnung - 11. BImSchV) vom 20.12.1978, zuletzt geändert am 24.07.1985 (BGBl. III 2129-8-1-11).

12. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Störfall-Verordnung - 12. BImSchV) in der Neufassung vom 19.05.1988 (BGBl. III 2129-8-1-12).

Verwaltungsvorschriften

Allgemeine Rahmen-Verwaltungsvorschrift über Mindestanforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer - Rahmen-AbwasserVwV vom 01.01.1990

Allgemeine Verwaltungsvorschrift über genehmigungsbedürftige Anlagen nach § 16 der Gewerbeordnung - GewO - Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) vom 16.07.1968 (Beil. BAnz. Nr. 137).

Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft) vom 27.02.1986 (GMBl. S. 95, ber. S. 202).

Verwaltungsvorschriften zum Vollzug der Verordnung über Anlagen zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen wassergefährdender Stoffe und die Zulassung von Fachbetrieben (VAwS) vom 23.03.1982 (GVBl. I S. 74).

Zweite Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz - TA Abfall - Teil I: Technische Anleitung zur Lagerung, chemisch/physikalischen und biologischen Behandlung und Verbrennung von besonders überwachungsbedürftigen Abfällen vom 10.04.1990 (GMBI. 1990, S. 170).

Technische Regeln

- TRbF 001 Allgemeines, Aufbau und Anwendung der TRbF (BArbBl. 12/1982, S. 36).
- TRbF 100 Allgemeine Sicherheitsanforderungen (BArbBl. 7/1989, zuletzt erg. 5/1989, S. 67).
- TRbF 110 Lager (BArbBl. 7/1980, S. 77, zuletzt erg. 5/1989, S. 68).
- TRbF 143 Ortsbewegliche Gefäße (BArbBl. 1/1988, S. 46 u. 4/1988, S. 53).
- TRGS 003 Allgemein anerkannte sicherheitstechnische, arbeitsmedizinische und hygienische Regeln (BArbBl. 9/1988, S. 87).
- TRGS 100 Auslöseschwelle für gefährliche Stoffe (BArbBl. 11/1986; S. 91, zuletzt erg. 3/1990, S. 80).
- TRGS 102 Technische Richtkonzentration (TRK) für gefährliche Stoffe (BArbBl. 2/1990, S. 120).
- TRGS 150 Unmittelbarer Hautkontakt mit Gefahrstoffen (BArbBl. 10/1989, S. 47).
- TRGS 200 Einstufung und Kennzeichnung von Stoffen und Zubereitungen (BArbBl. 9/1987, S. 41, zuletzt erg. 3/1988, S. 87).
- TRGS 201 Kennzeichnung von Abfällen beim Umgang (BArbBl. 10/1989, S. 48).
- TRGS 402 Ermittlung und Beurteilung der Konzentrationen gefährlicher Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen (BArbBl. 11/1986, S. 92, erg. 10/1988, S. 40).
- TRGS 403 Bewertung von Stoffgemischen in der Luft am Arbeitsplatz (BArbBl. 19/1989, S. 71).

- TRGS 500 Schutzmaßnahmen beim Umgang mit krebserzeugenden Gefahrstoffen, die nicht im Anhang II der Gefahrstoffverordnung aufgeführt sind - Zuordnung zu den Gefährdungsgruppen (BArbBl. 3/1988, S. 71, zuletzt erg. 9/1988, S. 87).
- TRGA 502 Tetrachlorkohlenstoff, Tetrachlorethan, Pentachlorethan (BArbBl. 9/1981, S. 69).
- TRGA 507 Oberflächenbehandlung in Räumen und Behältern (BArbBl. 9/1987, S. 49).
- TRGS 514 Lagern sehr giftiger und giftiger Stoffe in Verpackungen und ortsbeweglichen Behältern (BArBl. 10/1989, S. 84, zuletzt erg. 12/1989, S. 76).
- TRGS 555 Betriebsanweisung und Unterweisung nach § 20 GefStoffV (BArbBl. 3/1989, S. 85 u. 10/1989, S. 62).
- TRGS 900 MAK-Werte 1989 (BArbBl. 1/1990, S. 63, zuletzt erg. 2/1990, S. 137).

Unfallverhütungsvorschriften, Berufsgenossenschaftliche Grundsätze und Merkblätter

- G 4 Arbeitsstoffe, die Hautkrebs oder zur Krebsbildung neigende Hautveränderungen hervorrufen (5/1981).
- G 8 Benzol (5/1981).
- G 29 Benzolhomologe (Toluol, Xylol, 5/1981).
- G 36 Vinylchlorid (5/1981).
- G 40 Krebserzeugende Arbeitsstoffe - Allgemein (5/1981).
- VBG 1 Allgemeine Vorschriften (4/1977).
- VBG 7 Wäscherei (10/1982), Zentrifugen (4/1981).
- VBG 66 Chemischreinigung (4/1990).
- VBG 100 Arbeitsmedizinische Vorsorge (10/1984).

- VBG 109 Erste Hilfe (4/1979).
- VBG 113 Schutzmaßnahmen beim Umgang mit krebserzeugenden Arbeitsstoffen (10/1982).
- VBG 121 Lärm (10/1984).
- VBG 122 Sicherheitsingenieure und andere Fachkräfte für Arbeitssicherheit (1/1988).
- VBG 125 Sicherheitskennzeichnung am Arbeitsplatz (4/1980).
- VBG 126 Müllbeseitigung (10/1979).
- ZH1/ 10 Richtlinien für die Vermeidung der Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre mit Beispielsammlung - Explosionsschutz-Richtlinien (EX-RL; 9/1986).
- ZH1/ 76 Grundsätze für die Prüfung von Chemischreinigungsanlagen durch Sachkundige (10/1985).
- ZH1/105 Schutzkleidungsmerkblatt (4/1988).
- ZH1/134 Atemschutz-Merkblatt (10/1981).
- ZH1/175 Erste Hilfe beim Einwirken chemischer Stoffe (4/1984).
- ZH1/192 Augenschutz-Merkblatt (4/1983).
- ZH1/194 Chlorkohlenwasserstoffe (10/1988).
- ZH1/201 Sicherheitsregeln für die Ausrüstung von Arbeitsstätten mit Feuerlöschern (1/1978).
- ZH1/276 Grundsätze für die Ausbildung von Sachkundigen zur Bedienung und Wartung von Chemischreinigungsanlagen (4/1989).
- ZH1/409 Merkblatt für den Umgang mit Fluorkohlenwasserstoffen (9/1978).
- ZH1/492 Sicherheitsregeln für die Arbeiten in Bohrungen (10/1986).
- ZH1/562 Richtlinien zum Reinigen von Werkstücken mit Lösemitteln (4/1986).

Seit 1. April 1994 sind bisher folgende „Materialien“ des Landesumweltamtes NRW erschienen:

- | | | |
|----|---|----------|
| 1 | Der Dynamische Daphnientest
– Erfahrungen und praktische Hinweise –
Essen: Landesumweltamt NRW 1994, 44 S. | 15,00 DM |
| 2 | Umsetzung der TA-Siedlungsabfall bei Deponien
2. Abfallwirtschaftliches Fachgespräch
Essen: Landesumweltamt NRW 1994, 99 S. | 15,00 DM |
| 3 | Verwertung von Elektro- und Elektronikgeräten
Essen: Landesumweltamt NRW 1994, 153 S. | 20,00 DM |
| 4 | Einsatz alternativer Baustoffe in Abdichtungssystemen
Essen: Landesumweltamt NRW 1994, 91 S. | 15,00 DM |
| 5 | Einwicklung im Bereich der Sonderabfallentsorgung
Essen: Landesumweltamt NRW 1994, 39 S. | 15,00 DM |
| 6 | Ökologische Auswirkungen von Fischteichen auf Fließgewässer
Essen: Landesumweltamt NRW 1994, 208 S. | 25,00 DM |
| 7 | Ökologische Effizienz von Renaturierungsmaßnahmen an Fließgewässern
Essen: Landesumweltamt NRW 1994, 462 S. | 28,00 DM |
| 8 | Vermeidung von Bunkerbränden in Abfallverbrennungsanlagen mit Hilfe
der Infrarot-Thermographie
Essen: Landesumweltamt NRW 1995, 53 S. | 15,00 DM |
| 9 | Prozeßbleittechnik in Anlagen der chemischen Industrie –
Anlagenschutz und sicherheitsrelevante Komponenten
Essen: Landesumweltamt NRW 1995, 119 S. | 20,00 DM |
| 10 | Sicherheitstechnische Hinweise und Anforderungen an Abschott- und
Entlastungssysteme aus der Sicht der Störfall-Verordnung
Essen: Landesumweltamt NRW 1995, 40 S. | 15,00 DM |
| 11 | Literaturstudien zum PCDD/F-Transfer vom Boden in die Nahrungskette
Essen: Landesumweltamt NRW 1995, 149 S. | 25,00 DM |
| 12 | Die verlust- und kontaminationsfreie Probenahme und -vorbereitung
von Wässern und Feststoffen
Essen: Landesumweltamt NRW 1995, 203 S. | 28,00 DM |
| 13 | Essener Verfahren zur Bewertung von Altlastenverdachtsflächen
– Erstbewertung und normierte Charakterisierung –
Essen: Landesumweltamt NRW 1995, 66 S. | 15,00 DM |
| 14 | Optimierung der thermischen Behandlung organischer chlorhaltiger
Problemabfälle
Essen: Landesumweltamt NRW 1995, 132 S. | 25,00 DM |
| 15 | Entsorgungsbericht 1993 über Sonder- und Massenabfälle in NRW
Essen: Landesumweltamt NRW 1995, 75 S. | 20,00 DM |

Vertrieb: Landesumweltamt NRW • Postfach 102 363 • 45023 Essen

16 Begleitende meßtechnische Erfolgskontrolle bei der Sanierung
einer Textilreinigungsanlage
Essen: Landesumweltamt NRW 1995, 60 S.

15,00 DM

Vertrieb: Landesumweltamt NRW • Postfach 102 363 • 45023 Essen
