

TÜV Rheinland Produkt und Umwelt GmbH

Bericht - Nr. 30002405-200

über

die Raumlufreinigungswirkung
des Luftreinigers CASADRON
in der Gastwirtschaft CRÉPES in Ebersberg
mit Bezug auf das Rauchverbot in Bayern
07/2008

04.09.2008

TÜV-Auftrags-Nr.: 30002405-200

Seite 1 von 47

B E R I C H T

über
die Raumlufthereinigungswirkung
des Luftreinigers CASADRON
in der Gastwirtschaft CRÉPES in Ebersberg
mit Bezug auf das Rauchverbot in Bayern
07/2008

Auftraggeber: Rudolf Gutmann Gesundheitstechnologie
Kanalstr. 14
75417 Mühlacker

TÜV-Auftrags-Nr.: 30002405-200

Auftrag vom: 17.09.2007

Untersuchungszeitraum: 17.09.2007 – 18.07.2008

Bearbeiter: Björn Koch (Tel: 0221/806-1302)
TÜV Rheinland Produkt und Umwelt GmbH
Gruppe Gefahrstoffe, Arbeitsschutz, Mikrobiologie und Hygiene

Gegenstand: Raumlufthereinigungswirkung zur Reinigungswirkung eines
Luftreinigers im Praxistest mit Bezug auf das Rauchverbot in
Bayern

TÜV, TÜV und TÜV sind eingetragene Marken. Eine Nutzung und Verweidung bedarf einer vorherigen Zustimmung.

04.09.2008

TÜV-Auftrags-Nr.: 30002405-200

Seite 2 von 47

INHALTSVERZEICHNIS

	SEITE
1 AUFGABENSTELLUNG	3
2 GRUNDLAGEN	4
3 ERGEBNISSE	24
4 ERÖRTERUNG UND WERTUNG	44
5 GESAMTBETRACHTUNG	46
6 LITERATUR	47

1 AUFGABENSTELLUNG

Die TÜV Rheinland Produkt und Umwelt GmbH wurde am 17.09.2007 durch die Fa. Rudolf Gutmann Gesundheitstechnologie beauftragt in mehreren Stufen Nachweise zu erbringen, das durch den Einsatz innovativer Technologien (gemeint sind technisch optimierte und an jeweilige Bedingungen angepasste Luftreiniger) eine Luftreinigung auch in Raucherräumen möglich ist

- In der ersten Phase ist mittels Laborversuchen zu ermitteln, welche Inhaltstoffe ausgehend vom „Passivrauch“ (hauptsächlich Nebenstrom von Zigaretten) analytisch nachgewiesen werden können. Als Ergebnis der ersten Phase ist ein Messprogramm zu erstellen.
- In der zweiten Phase ist das in der ersten Phase erstellte Messprogramm in einem Praxistest durchzuführen. Hierbei ist darzustellen, in welchem Ausmaß durch den Einsatz von Luftreinigern eine Luftreinigung in Raucherräumen möglich ist. Es sollte hierbei ermittelt werden, in welchem Maße bestimmte Schadstoffbelastungen beim Rauchen und gleichzeitigen Betrieb des Luftreinigers CASADRON E ansteigen. Aus den Erkenntnissen ist der derzeitige Stand der Technik für die Luftreinigung in Raucherräumen abzuleiten und die Entwicklung und Anpassung des Luftreinigers durch den Auftraggeber kann stoffspezifisch voran getrieben werden.

Weitere angestrebte Vorgehensweise (Phase 3):

- Auf Grundlage der Messergebnisse, im Abgleich mit der aktuellen Gesetzeslage, ist nach weiteren Messreihen ein Kriterienkatalog für den Einsatz von Luftreinigern in Raucherräumen zu erstellen, in dem die Anforderungen an die Luftreiniger festgelegt werden. Die Kriterien beschreiben dann den Stand der Technik. Gesetz den Fall, das der Einsatz innovativer Technologien in Gastwirtschaften zur Verbesserung der Raumluft zugelassen wird, sind Zertifizierungen von Gastwirtschaften möglich.

In diesem Bericht sind die Erfahrungen und Ergebnisse des ersten Praxistestes der Beauftragung (Phase 2) in einer von der Rudolf Gutmann Gesundheitstechnologie ausgewählten Gastwirtschaft dokumentiert. Es handelt sich hierbei um das „CAFÉ - CRÊPES“, Gastronomie Park AG, Marienplatz 6 in 85560 Ebersberg.

TÜV, TÜV und TÜV sind eingetragene Marken. Eine Nutzung und Verwendung bedarf der vorherigen Zustimmung.

04.09.2008

TÜV-Auftrags-Nr.: 30002405-200

Seite 4 von 47

2 GRUNDLAGEN

2.1 Räumlichkeiten

Das „CAFE - CRÊPES“, Gastronomie Park AG, Marienplatz 6 in 85560 Ebersberg ist ein Restaurant mit

- 64 Sitzplätzen bei 19 Tischen,
- Barbereich mit 22 Barhockern,
- ein typischer „Ein-Raum-Gastronomiebetrieb“ von circa 150 qm Gastraumfläche,
- Terrasse mit 20 Sitzplätzen bei 8 Tischen.

Der Betrieb wird seit dem 1. Januar 2008 als Raucherclub mit eingetragenem Rauchverein geführt. (Der Bayrauch e.V. hat zur Zeit über 1300 Mitglieder, (Info unter www.bayrauch.de))

Die Räumlichkeiten wurden vor der Installation von 12 Luftreinigern des Typs „CASDRON E“ der Fa. Rudolf Gutmann Gesundheitstechnologie gründlich gereinigt und renoviert. Alle 12 Geräte wurden am 30.05.2008 installiert und seitdem nur zur Reinigung des Vorfilters außerhalb den Öffnungszeiten abgeschaltet und danach sofort wieder in Betrieb genommen. Gemäß Wartungsbuch und Herstellerangabe wurden alle Luftreiniger vorher nicht vom Hersteller gewartet. D.h. alle Filterstufen entsprechen noch dem Stand der Erstbestückung. Die Reinigung des Grobvorfiltersiebes wird üblicherweise durch den Nutzer durchgeführt. Hierzu werden nach der Abschaltung der Stromzuführung, 3 Arretierungen gelöst, das Sieb herausgenommen und mittels Leitungswasser gereinigt.

2.2 Zigarettenrauch-Problematik

Die Diskussion zum Schutz der Bevölkerung vor den Gefahren des Passivrauchens befindet sich in einer fortgeschrittenen Entwicklungsphase, an deren Ende Gesetzgebungen des Bundes und der Länder stehen werden. Beide haben anerkannt, das Passivrauchen ein erhebliches Gesundheitsrisiko darstellt und alle Mitbürgerinnen und Mitbürger vom Passivrauchen geschützt werden sollten.

Im Gegensatz zu 100 % rauchfreien Innenräumen, könnte der Einsatz von Luftreinigern eine Alternative sein.

2.3 Beschreibung innovativer Technologien gemäß „Innovationsklausel“

Mit der so genannten Innovationsklausel könnten Ausnahmen vom Rauchverbot zugelassen werden, "wenn durch technische Vorkehrungen ein dem Rauchverbot gleichwertiger Schutz vor den Gefahren des Passivrauchens gewährleistet kann".

2.4 Beschreibung des Luftreinigers CASADRON E (Herstellerangabe)

Das komplette Kapitel 2.3 ist eine Herstellerangabe der Quelle: www.casadron.de.

CASADRON® E



für alle Anwendungsbereiche mit Elektro- Plasma Reaktor Filter

Filterung von geruchsintensiven Stoffen der meistverkaufte CASADRON® Luftreiniger
weltweit Luftleistung: 260 m³ Stunde

High-Tech für gute, saubere und gesundheitsverträgliche Luft.

Der Luftreiniger CASADRON® AIR-CLEAN ist ein technisches Spitzenprodukt mit einem einzigartigen, international patentierten System, das durch innovative Technik und herausragende Leistung überzeugt. Qualität Made in Germany.

Auf der ganzen Welt hat die Belastung der Umwelt, ganz besonders der Luft, mit Fein- und Ultrafeinstäuben in den letzten Jahren dramatisch zugenommen. Außenluft und Innenraumluft werden immer stärker mit Schadstoffen belastet. Staub, schädliche und gesundheitsgefährliche Stoffe lassen sich in immer höheren Konzentrationen in der Luft nachweisen. Nicht nur Allergiker und Asthmatiker leiden unter schlechter Luft. Deshalb werden die Ansprüche sowohl an die Luftqualität als auch an das Luftambiente immer höher. Während die Luftqualität im Außenbereich von uns als Individuum nicht beeinflusst werden kann, können wir bei der Qualität der Innenraumluft sehr wohl etwas tun. Innenraumluft ist entgegen landläufiger Meinung 20- bis 50-fach höher mit gesundheitsgefährlichen Stoffen verunreinigt als Außenluft. Hier muss gehandelt werden! Innenraumluft muss effizient gereinigt werden! Der Gesundheit zuliebe.

TÜV, TÜV und TÜV sind eingetragene Marken. Eine Nutzung und Verwendung bedarf der vorherigen Zustimmung.

Feinstäube klein fein und gemein

Feinstäube Ultrafeinstäube lungengängiger Staub, dessen Partikel kleiner sind als 2.5 Mikrometer (1 Mikrometer entspricht 1 Millionstel Meter oder 1 tausendstel Millimeter) und somit längst nicht mehr sichtbar sind. Der **CASADRON® AIR-CLEAN** filtert sogar Teilchen mit einer Größe bis 0,006 Mikrometer aus der Luft und hat somit eine hundertmal höhere Reinigungsleistung als herkömmliche Luftfilter, die bereits bei einer Partikelgröße von ca. 1 Mikrometer an ihre Grenze stoßen. Damit entfernt der **CASADRON® AIR-CLEAN** bis zu 80 % aller in einem Raum vorhandenen Gesundheitsgefährdende und gefährliche Schadstoffe.

Die Geräte sind so „intelligent“, dass sich die Reinigungsleistung dem Grad der Luftverschmutzung anpasst und vorhandene Schadstoffe wie Staub, Keime, Ruß, Pilzsporen, Tabakqualm VOC und vieles andere mehr herausfiltert. Aus diesem Grund können nicht nur Allergiker und Asthmatiker förmlich aufatmen, auch gesunde Menschen schätzen die Vorteile der sauberen Luft, die durch den **CASADRON® AIR-CLEAN** entsteht. Der Einsatz dieses Luftreinigers in Innenräumen ist überall sinnvoll!

Gesundheit und Wohlbefinden werden gefördert.

Einsatzschwerpunkte

Überall im häuslichen Bereich

Gerade in Wohnbereichen ist gute, saubere und gesundheitsverträgliche Luft notwendig.

Gastronomiebetriebe

In Hotels und Restaurants, Gaststätten, Kneipen und Kantinen, Bistros, Pubs, in der Systemgastronomie, in Cafes, Cafeterias und Bars. Haut und Haare riechen nicht mehr nach "Gaststätte". Störender Tabakqualm, lästige Küchengerüche abgestandene Luft - damit ist jetzt Schluss.

Betriebe

Wir haben perfekte Lösungen anzubieten. Einzelgeräte, Raucherstationen und Raucherkabinen. So werden Nichtraucher geschützt und Raucher nicht diskriminiert und haben ihren Platz gefunden.

TÜV, TÜV und TÜV sind eingetragene Marken. Eine Nutzung und Verwendung bedingt eine vorherige Zustimmung.

04.09.2008

TÜV-Auftrags-Nr.: 30002405-200

Seite 7 von 47

Büros

Auch Großraumbüros werden mit gesunder, guter Luft versorgt. Die Atmung wird tiefer, dadurch steigt die Leistungsfähigkeit. In Praxen sind Zeiten von schlechter Luft vorbei. Ärzte vertrauen uns. Stickige Luft und erhöhte Ansteckungsgefahren werden durch gute, saubere und gesundheitsverträgliche Luft ersetzt.

Soziale Einrichtungen

Krankenhäuser, Senioren- und Pflegeheime punkten mit guter, sauberer und gesundheitsverträglicher Luft. Kindergärten, Kinderkrippen, Schulen schützen durch diesen Luftreiniger effizient die Gesundheit von Kindern und Mitarbeitern.

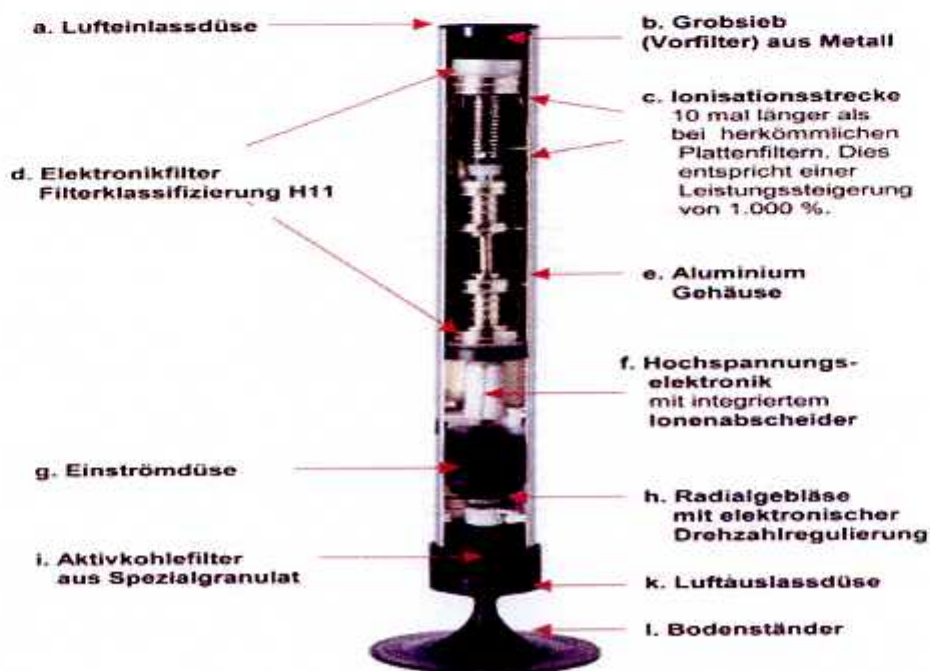
Weitere Arbeitsplätze

wo Aerosole und andere gesundheitsgefährliche Schwebeteilchen vorkommen, verlieren ihren Schrecken durch diesen professionellen Luftreiniger.

Überall sorgt dieser einzigartige Luftreiniger für gute, saubere und gesundheitsverträgliche Luft!

Quelle: www.CASDRON.de

5. Aufbau und Innenansicht



2.5 Aktuelle Gesetzeslage zum Nichtraucherschutz in Bayern

Eine Innovationsklausel die den Einsatz von Luftreinigern in Gastwirtschaften für den Nichtraucherschutz erlaubt, gibt es in Bayern nicht .

Das am 1. Juli in Kraft getretene nordrhein-westfälische Nichtraucherschutzgesetz bietet Gastwirten in NRW – im Gegensatz zu den meisten Bundesländern – eine Innovationsklausel. Mit der so genannten Innovationsklausel könnten Ausnahmen vom Rauchverbot zugelassen werden, „wenn durch technische Vorkehrungen ein dem Rauchverbot gleichwertiger Schutz vor den Gefahren des Passivrauchens gewährleistet kann“.

Quelle: Nichtraucherschutzgesetz NRW – NiSchG NRW (Stand 05.07.2008)

2.6 Arbeitsstättenverordnung

Unter § 5 Nichtraucherschutz

„(1) Der Arbeitgeber hat die erforderlichen Maßnahmen zu treffen, damit die nicht rauchenden Beschäftigten in Arbeitsstätten wirksam vor den Gesundheitsgefahren durch Tabakrauch geschützt sind.“

„(2) In Arbeitsstätten mit Publikumsverkehr hat der Arbeitgeber Schutzmaßnahmen nach Absatz 1 nur insoweit zu treffen, als die Natur des Betriebes und die Art der Beschäftigung es zulassen.“

Quelle: Arbeitsstättenverordnung

2.7 ASR 5 Arbeitsstätten-Richtlinie Lüftung

Unter 2. Allgemeines

„Ausreichend gesundheitlich zuträgliche Atemluft ist in Arbeitsräumen dann vorhanden, wenn die Luftqualität im wesentlichen der Außenluftqualität entspricht, es sei denn, dass außergewöhnliche Umstände die Außenluftqualität beeinträchtigen. Außergewöhnliche Umstände sind z. B.: enge, sehr verkehrsreiche Straßen in Tallage ohne ausreichend regelmäßige Windbewegungen; unmittelbare Nähe von Produktionsanlagen mit starker Geruchsbelästigung. Extreme Witterungsverhältnisse sind dabei nicht zu berücksichtigen.“

Besteht die Gefahr, dass die MAK-Werte nicht eingehalten werden können, sind besondere Maßnahmen vorzusehen, z. B. Absaugungen (s. § 14 ArbStättV).“

Quelle: ASR 5 Arbeitsstätten-Richtlinie Lüftung

2.8 Bewertungsgrundlagen

2.8.1 Bewertungsgrundlage des Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes

Beurteilung von Innenraumluftkontaminationen mittels Referenz- und Richtwerten, Handreichung der Ad-hoc-Arbeitsgruppe der Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes und der Obersten Landesgesundheitsbehörden, BGesundhBl. Nr. 7 vom Juli 2007 S. 990

Die Ad-hoc-Arbeitsgruppe der Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes und der Obersten Landesgesundheitsbehörden hat für diverse innenraumluftrelevante Schadstoffe Richtwerte veröffentlicht. Hierbei wird zwischen Richtwert I, dessen Einhaltung angestrebt werden soll, und Richtwert II, der nicht überschritten werden soll, unterschieden.

Für Toluol wird beispielsweise ein Richtwert I von 300 µg/m³ angegeben.

Zur umfassenden Bewertung der Raumluftqualität wurde von obigem Gremium das sog. TVOC-Konzept entwickelt. Voraussetzung zur Anwendung dieses Konzeptes ist, dass die Richtwerte für Einzelstoffe (wo vorhanden) eingehalten werden.

Es gliedert sich in folgende Abstufungen:

Stufe	Konzentrationsbereich [mg/m ³]	Hygienische Bewertung	zu klärende Fragen	Empfehlungen
1	< 0,3 mg/m ³	Hygienisch unbedenklich In der Regel keine Beschwerden	Liegen Richtwertüberschreitungen vor?	Keine weiteren Maßnahmen
2	0,3-1 mg/m ³	Hygienisch noch unbedenklich, soweit keine Richtwertüberschreitungen für Einzelstoffe bzw. Stoffgruppen vorliegen. In Einzelfällen Beschwerden oder Geruchswahrnehmungen, z. B. nach kleineren Renovierungsmaßnahmen oder Neumöblierungen in den letzten Wochen	Liegen Richtwertüberschreitungen vor? Liegen auffällige Referenzwertüberschreitungen vor? Sind die raumklimatischen Bedingungen (Luftwechsel, Temperatur, Luftfeuchte) einwandfrei?	Ausreichend Lüften besonders nach Renovierungsarbeiten. VOC-Quellen ermitteln (z. B. Begehung des Raumes). Verwendung von Putz- und Reinigungsmitteln überprüfen Nachmessungen zur Kontrolle von Richtwertüberschreitungen unter Nutzungsbedingungen
3	1-3 mg/m ³	Hygienisch auffällig. Nutzung bei Räumen, die regelmäßig genutzt werden, nur befristet akzeptabel (<12 Monate). Innerhalb von ca. 6 Monaten sollte TVOC-Konzentration deutlich	Liegen Richtwertüberschreitungen vor? Liegen auffällige Referenzwertüberschreitungen vor? Sind die raumklimatischen Bedingungen (Luftwechsel, Temperatur, Luftfeuchte)	Richtwertüberschreitungen umgehend durch Nachmessung unter Nutzungsbedingungen kontrollieren und bei der Bewertung die Hinweise in Kap. 4 berücksichtigen. Auffällige Referenz-

Stufe	Konzentrationsbereich [mg/m ³]	Hygienische Bewertung	zu klärende Fragen	Empfehlungen
		unter den anfangs gemessenen TVOC-Wert abgesenkt werden. Fälle mit Beschwerden oder Geruchswahrnehmungen, z. B. nach größeren Renovierungsarbeiten	te) einwandfrei?	wertüberschreitungen auf gesundheitliche Relevanz prüfen. In jedem Fall: Quellsuche durchführen und Lüftungsverhalten überprüfen: intensiv lüften und ggf. Nutzungs- und Lüftungsbedingungen festlegen. Kontrollmessung bzw. Nachmessung nach zirka einem Monat empfohlen (unter Nutzungsbedingungen). Liegt nach 12 Monaten trotz der beschriebenen Bemühungen die TVOC-Konzentration weiterhin über 1 mg/m ³ , so sind adäquate Sanierungsmaßnahmen in die weitere Planung aufzunehmen.
4	3-10 mg/m ³	Hygienisch bedenklich. Nutzung bei Räumen, die regelmäßig genutzt werden, nur befristet akzeptabel (< 1 Monat). Die TVOC-Konzentration sollte innerhalb eines Monats unter 3 mg/m ³ abgesenkt werden. Fälle mit Häufung von Beschwerden oder Geruchswahrnehmungen, z. B. nach größeren Renovierungsarbeiten.	Liegen Richtwertüberschreitungen vor? Liegen auffällige Referenzwertüberschreitungen vor? Sind die raumklimatischen Bedingungen (Luftwechsel, Temperatur, Luftfeuchte) einwandfrei?	Richtwertüberschreitungen umgehend durch Nachmessung unter Nutzungsbedingungen kontrollieren und bei der Bewertung die Hinweise in Kap. 4 berücksichtigen. Auffällige Referenzwertüberschreitungen auf gesundheitliche Relevanz prüfen. Toxikologische Bewertung von Einzelstoffen oder Stoffgruppen erforderlich. In jedem Fall: Quellsuche durchführen und intensiv lüften und ggf. Nutzungs- und Lüftungsbedingungen festlegen und geeignete Minimierungsmaßnahmen veranlassen. Ein ggf. notwendiger Aufenthalt ist nur mit zeitlicher Beschränkung pro Tag über einen vom Gesundheitsamt vorzugebenden maximalen

Stufe	Konzentrationsbereich [mg/m ³]	Hygienische Bewertung	zu klärende Fragen	Empfehlungen
				<p>Zeitraum (pro Tag stundenweise/zeitlich befristet) tolerabel. Kontrollmessung bzw. Nachmessung nach ca. 1 Monat empfohlen (unter Nutzungsbedingungen).</p> <p>Liegt nach 1 Monat trotz der beschriebenen Bemühungen die TVOC-Konzentration weiterhin über 3 mg/m³, so sind adäquate Sanierungsmaßnahmen in die weitere Planung aufzunehmen.</p>
5	> 10 mg/m ³	<p>Hygienisch inakzeptabel. Raumnutzung möglichst vermeiden. Ein Aufenthalt ist allenfalls pro Tag stundenweise/zeitlich befristet zulässig.</p> <p>Bei Werten oberhalb von 25 mg/m³ ist eine Raumnutzung zu unterlassen.</p> <p>Die TVOC-Konzentration sollte innerhalb eines Monats unter 3 mg/m³ abgesenkt werden.</p> <p>In der Regel Beschwerden und Geruchswahrnehmungen z. B. nach Fehlanwendungen, Unfällen.</p>	<p>Liegen auffällige Referenzwertüberschreitungen vor?</p> <p>Liegen Richtwertüberschreitungen vor?</p> <p>Sind die raumklimatischen Bedingungen (Luftwechsel, Temperatur, Luftfeuchte) einwandfrei?</p>	<p>Richtwertüberschreitungen umgehend durch Nachmessung unter Nutzungsbedingungen kontrollieren und bei der Bewertung die Hinweise in Kap. 4 berücksichtigen.</p> <p>Auffällige Referenzwertüberschreitungen auf gesundheitliche Relevanz prüfen. Toxikologische Bewertung von Einzelstoffen oder Stoffgruppen erforderlich.</p> <p>In jedem Fall: Quellen-suche durchführen und intensiv lüften und Nutzungs- und Lüftungsbedingungen festlegen und geeignete Minimierungsmaßnahmen veranlassen. Ein ggf. notwendiger Aufenthalt ist nur mit zeitlicher Beschränkung pro Tag über einen vom Gesundheitsamt vorzuziehenden maximalen Zeitraum (pro Tag stundenweise/zeitlich befristet) tolerabel.</p> <p>Kontrollmessung bzw. Nachmessung innerhalb von einem Monat (unter Nutzungsbedin-</p>

Stufe	Konzentrationsbereich [mg/m ³]	Hygienische Bewertung	zu klärende Fragen	Empfehlungen
				<p>gungen). Wird durch Minimierungsmaßnahmen 10 mg/m³ im betrachteten Zeitraum zwar unterschritten, eine Konzentration von 3 mg/m³ allerdings weiterhin überschritten, gelten die Maßnahmenempfehlungen wie unter Stufe 4. Liegt nach einem Monat trotz der beschriebenen Bemühungen die TVOC-Konzentration weiterhin über 10 mg/m³, so sollte die Raumnutzung unterbleiben, und es sind adäquate Sanierungsmaßnahmen zu veranlassen.</p>

2.8.2 Bewertungsgrundlage an Aldehyde und Ketone

Für Formaldehyd hat das ehemalige Bundesgesundheitsamt (jetzt Bundesinstitut für Risikobewertung, BfR) eine maximale Konzentration von 0,1 ml/m³ (124 µg/m³) in der Innenraumlufte empfohlen, der nicht überschritten werden sollte. Dieser Wert gilt laut BfR auch als sogenanntes „safe level“ hinsichtlich des krebserregenden Potentials von Formaldehyd

„Eine Luftkonzentration bis zu diesem Wert (0,124 µg/m³), wird als eine Konzentration angesehen, bei der und unterhalb derer ein erhöhtes Risiko über dem Hintergrundrisiko praktisch nicht mehr zu erwarten ist. Bei wiederholter, deutlicher Überschreitung dieses Wertes können dagegen gesundheitliche Risiken bestehen“.

Quelle: BfR 14/2006, 29.05.2006

2.8.3 Bewertungsgrundlage für Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

„PAK sind eine Gruppe von vielen Einzelstoffen. Die Leitsubstanz dieser Stoffgruppe, an der sich die Schutzmaßnahmen orientieren, ist BaP. Der Luftgrenzwert für BaP an Arbeitsplätzen nach TRGS 900 beträgt 0,002 mg/m³.“

Quelle: TRGS 900 und DIBt-Mitteilungen 4/2000 S. 114, PAK – Hinweise

2.8.4 Bewertungsgrundlage für Partikel

Für Immissionsbelastungen gilt: „Zum Schutz der menschlichen Gesundheit sind zum 01.01.2005 neue Grenzwerte für Feinstaub (PM10) in Kraft getreten. Der Tagesgrenzwert beträgt $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und darf nicht öfter als 35 mal im Jahr überschritten werden. Der zulässige Jahresmittelwert liegt bei $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Über auftretende Feinstaubbelastungen und Überschreitungen soll die Öffentlichkeit möglichst schnell informiert werden. Daher wird ein kontinuierliches Messverfahren angewandt, dessen Ergebnisse Grundlage der Datendarstellung sind.“

Quelle: Umwelt Bundes Amt, www.env-it.de/luftdaten

2.8.4 Bewertungsgrundlage für Nitrosamine

Mit der 5. novellierten Gefahrstoffverordnung, die zum 01.01.2005 in Kraft getreten ist, sind MAK- und TRK-Werte nicht mehr auf Verordnungsebene als Arbeitsplatzgrenzwerte enthalten. In der neuen Gefahrstoffverordnung gibt es nur noch Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW), die gesundheitsbasiert abgeleitet werden sollen. Bis Arbeitsplatzgrenzwerte vorliegen, werden hilfsweise die im technischen Regelwerk aufgeführten MAK- und TRK-Werte zur Bewertung herangezogen. Der angegebene Grenzwert von $0,0025 \text{ mg}/\text{m}^3$ stammt aus der außer Kraft getretenen TRGS 900.

Quelle: TRGS 900, Ausgabe Oktober 2000

2.8.5 Sonstige Bewertungsgrundlagen

2.8.5.1 Kohlenmonoxid (CO)

Für Immissionsbelastungen gilt: „Am 01.01.2005 ist zum Schutz von Mensch und Umwelt der Grenzwert für Kohlenmonoxid in Kraft getreten. Danach darf der höchste 8-Stunden-Mittelwert eines Tages $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ nicht überschreiten.“

Quelle: Umwelt Bundes Amt, www.env-it.de/luftdaten

2.8.5.2 Sauerstoff (O₂)

Sauerstoff (O₂) stellt keinen Schadstoff im herkömmlichen Sinne mit toxischen Eigenschaften dar und ist in der Atemluft zu ca. 21% enthalten.

2.8.5.3 Kohlendioxid (CO₂)

Kohlendioxid stellt keinen Schadstoff im herkömmlichen Sinne mit toxischen Eigenschaften dar. Seit Beginn der Industrialisierung hat der Verbrauch fossiler Brennstoffe enorm zugenommen mit der Folge, dass seitdem der CO₂-Gehalt stark angestiegen ist: In den letzten 250 Jahren hat er sich von ca. 280 ppm auf heute fast 380 ppm erhöht (Anmerkung: 1 ppm CO₂ entspricht 1,83 mg/m³ CO₂ bei 20 °C).

Quelle: Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie,
www.hlug.de/medien/luft/komponenten/kohlendioxid/co2

Kohlenstoffdioxid ist ein farb- und geruchloses Gas. Es ist mit einer Konzentration von ca. 0,04% (im Jahr 2006 381 ppm, jährliche Zunahme ca. 2 ppm) ein natürlicher Bestandteil der Luft.

Quelle: WWW.Wikipedia.de

Für Arbeitsplätze wurde von der Senatskommission zur Prüfung gesundheitlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft in der MAK- und BAT-Werte-Liste 2007 eine Arbeitsplatzgrenzwert von 35 mg/m³ vorgeschlagen.

2.8.5.4 Ozon (O₃)

- „Die Wirkungsschwelle für die Reizeffekte von Ozon liegt ungefähr bei 100 pbb (0,2 mg/m³).“

Quelle: BIA Report 10/96 Ozon

- „Zum Schutz von Mensch und Umwelt soll die Ozonkonzentration in der Luft in den nächsten Jahrzehnten weiter gesenkt werden. Bis 2010 ist Ziel, dass der höchste 8-Stunden-Mittelwert eines Tages einen Wert von 120 µg/m³ nicht öfter als 25 Tage im Jahr (gemittelt über 3 Jahre) überschreitet.“

Quelle: Umwelt Bundes Amt, www.env-it.de/luftdaten

- „Die Ozon-Konzentration, erzeugt durch Ionisierung, darf nicht übermäßig sein. ... Die Ozon-Konzentration darf $0,05 \times 10^{-6}$ nicht überschreiten.“

Quelle: EN 60335-2-65 Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke - Teil 2-65: Besondere Anforderungen für Luftreinigungsgeräte (IEC 60335-2-65:2002)

- Einen Arbeitsplatzgrenzwert für Ozon gibt es zur Zeit nicht.

10/08 TÜV, TÜV und TÜV sind eingetragene Marken. Eine Nutzung und Verwendung bedarf der vorherigen Zustimmung.

04.09.2008

TÜV-Auftrags-Nr.: 30002405-200

Seite 15 von 47

2.9 Durchgeführtes Messprogramm

Gemäß Auftrag wurde folgendes Messprogramm durchgeführt:

2.9.1 Erste Messserie am 3.07.2008

- Nach Geschäftschluss der Gastwirtschaft am 02.07.2008 wurden alle normalen Reinigungsarbeiten in den Räumlichkeiten wie Saugen und Wischen der Fußböden, Abwaschen der Tische und Fenster durch den Betreiber des CRÊPES durchgeführt. Alle 10 Luftreiniger des Typs CASADRON E waren kontinuierlich in Betrieb. Die Messgeräte wurden gesehen von der Eingangstür links im Bereich mit den Tischen positioniert (siehe Foto).
- Am nächsten Morgen des 03.07.2008 wurden von 6:50 Uhr bis 11:00 Uhr Messungen ohne Gäste der Gastwirtschaft durchgeführt.

Luftdruck: 950 hPa

Temperatur: 28,5°C

Relative Luftfeuchtigkeit: 46 %

Wetterlage: sommerliches Wetter, kaum spürbarer Wind.



04.09.2008

TÜV-Auftrags-Nr.: 30002405-200

Seite 16 von 47

2.9.2 Zweite Messserie am 03.07.2008

Nach Abschluss der ersten Messserie wurden die Messeinrichtungen im Außenbereich der Gastwirtschaft positioniert (siehe Foto) und analog zur ersten Messserie von 11:10 Uhr bis 15:20 Uhr durchgeführt. Ab 11:00 Uhr war das CRÉPES offiziell geöffnet.

Parallel wurde für eine ½ Stunde eine Zählung der am Außenbereich der Gastwirtschaft vorbeifahrenden Pkw und Lkw durchgeführt.

Luftdruck: 960 hPa
Temperatur: 30 °C
Relative Luftfeuchtigkeit: 44 %
Wetterlage: sommerliches Wetter, kaum spürbarer Wind.



2.9.3 Dritte Messserie am 3.07.2008

In der Zeit von 20:00 Uhr bis 00:10 Uhr wurde eine Messserie analog zu den Messserien 1 und 2 durchgeführt. Die Anordnung der Messgeräte erfolgte wie bei der ersten Messserie.

Zusätzlich wurde die Anzahl der Besucher differenziert nach Rauchern und Nichtrauchern sowie die Anzahl der gerauchten Zigaretten erfasst.

Luftdruck: 960 hPa
Temperatur: 27 °C
Relative Luftfeuchtigkeit: 57 %
Wetterlage: sommerlich schwülwarmes Wetter, kaum spürbarer Wind.

04.09.2008

TÜV-Auftrags-Nr.: 30002405-200

Seite 17 von 47

2.9.4 Vierte Messserie am 4.07.2008

In der Zeit von 19:30 Uhr bis 23:40 Uhr wurde eine Messserie analog zu den Messserien 1 bis 3 durchgeführt. Die Anordnung der Messgeräte erfolgte wie bei der ersten Messserie.

Zusätzlich wurde ebenfalls wie bei der Messserie 3 die Anzahl der Besucher differenziert nach Rauchern und Nichtrauchern sowie die Anzahl der gerauchten Zigaretten erfasst.

Luftdruck: 950 hPa
Temperatur: 23 °C
Relative Luftfeuchtigkeit: 52 %, draußen regnerisches Wetter, viel Wind

2.10 Angewendete Analytik

Die Probenahme erfolgte ortsbezogen.

Für die Luftprobenahmen kamen folgende Probenahme- und Analysenverfahren zum Einsatz:

2.10.1 Bestimmung von Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK)

Verfahren zur Bestimmung von Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) Benzo[a]pyren aus Gesamtstaubuntersuchungen

Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe

Probenahmesystem: Probenahmepumpe mit vorgeschaltetem Chemisorber
Luftvolumenstrom: 1,0 l/min
Gezogenen Volumen: 240 l
Probenträger: Vorgeschalteter PALL-Teflonfilter PTFE 37mm 2,0 µm,
XAD2-Adsorber Typ Supelco ORBO 20049
Analyse durch: Analytische Bestimmung von Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAH) aus Gesamtstaub (Filter und XAD2) mittels HPLC gemäß
TÜV QMA 2.516.222, QMA 2.543.011, BIA 6272

Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit:

Aspirationspsychrometrisch nach Assmann

Probenahmepumpen: Gilian HFS 513 A

Die Bestimmungsgrenzen sind aus den Nachweisgrenzen mit einem Sicherheitsfaktor abgeleitet worden. Dieser Faktor liegt im Bereich 3 - 10. Typische Bestimmungsgrenzen sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

Komponente	Bestimmungsgrenze
	ng/Probe
Naphthalin	10
Acenaphthylen	120
Acenaphthylen	8
Fluoren	5
Dimethylnaphthalin	2
Phenanthren	2
Anthracen	2
Fluoranthren	18
Pyren	3
Benz[a]anthracen	4
Chrysen	1
Benzo[b]fluoranthren	4
Benzo[k]fluoranthren	2
Benzo[a]pyren	3
Dibenz[a,h]anthracen	3
Benzo[g,h,i]perylen	3
Indeno[1,2,3-cd]pyren	14

2.10.2 Bestimmung von Aldehyden und Ketonen

Quantitative Bestimmung von Carbonylen nach Anreicherung an DNPH-Silica-Kartuschen.

Formaldehyd

Probenahmesystem:	Probenahmepumpe mit vorgeschaltetem Chemisorber
Luftvolumenstrom:	0,5 l/min
Gezogenen Volumen:	120 l
Probenträger:	2 in Reihe geschaltete DNPH imprägnierte Kieselgelkartuschen, Typ Supelco
Analyse durch:	Hochdruckflüssigkeitschromatographie, TÜV QMA 2.543.031, 2.516.224, BGIA Arbeitsmappe 6045

Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit:

Aspirationspsychrometrisch nach Assmann

Probenahmepumpen: Gilian HFS 513 A

Folgend Carbonyle wurden bestimmt:

Carbonyl:	Nachweisgrenze in µg/Probe:
Formaldehyd	< 0.2
Acetaldehyd	< 0.2
Aceton	< 0.2
Acrolein	< 0.2
Propylaldehyd	< 0.2
Methylethylketon	< 0.2
Butylaldehyd	< 0.2
Benzaldehyd	< 0.2
Hexanal	< 0.2

2.10.3 Bestimmung von Nitrosaminen

Nitrosamine

Probenahmesystem: Probenahmepumpe mit vorgeschaltetem Adsorptionsröhrchen
 Luftvolumenstrom: 0,7 l/min
 Probenahmedauer: 4 Stunden
 Probenträger: Thermosorb-N-Absorber
 Analyse durch: Gaschromatographie mit TEA-Detektor durch Isconlab GmbH,
 Wundtstr. 14a, 69123 Heidelberg
 Literatur: TRGS 552, BGI 505-23, TÜV QMA 2.543.021

Es wurden folgende N-Nitrosamine bestimmt:

N-Nitroso-dimethylamin (NDMA)	0,01 µg	(Bestimmungsgrenze, BG)
N-Nitroso-ethylmethylamin (NEMA)	0,01 µg	(Bestimmungsgrenze, BG)
N-Nitroso-diethylamin (NDEA)	0,01 µg	(Bestimmungsgrenze, BG)
N-Nitroso-dipropylamin (NDPA)	0,01 µg	(Bestimmungsgrenze, BG)
N-Nitroso-diisopropylamin (NDIPA)	0,01 µg	(Bestimmungsgrenze, BG)
N-Nitroso-dibutylamin (NDBA)	0,01 µg	(Bestimmungsgrenze, BG)
N-Nitroso-piperidin (NPIP)	0,01 µg	(Bestimmungsgrenze, BG)
N-Nitroso-pyrrolidin (NPYR)	0,01 µg	(Bestimmungsgrenze, BG)
N-Nitroso-morpholin (NMOR)	0,01 µg	(Bestimmungsgrenze, BG)

2.10.4 Bestimmung von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) angereichert auf Tenax

Das Verfahren ist zur Bestimmung flüchtiger organischer Verbindungen (VOC) in der Innenraumluft sowie in der Luft zur Ermittlung der Emission aus Materialien und Elektrogeräten geeignet. VOC werden definiert als alle Verbindungen, die auf einer unpolaren GC-Säule mit Retentionszeiten zwischen n-Hexan und n-Hexadecan (inklusive) bestimmt werden. Auch schwerflüchtigere Verbindungen (sVOC) (Verbindungen ab n-Hexadecan bis Tricosan auf einer unpolaren GC-Säule) können so erfasst werden. Das Verfahren ist nur bedingt geeignet für sehr flüchtige Verbindungen (vVOC) (Verbindungen vor n-Hexan auf einer unpolaren GC-Säule), da nur teilweise bzw. keine Erfassung dieser leichtflüchtigen Verbindungen möglich ist. Es ist nicht geeignet für thermolabile Verbindungen, die bei 10-minütiger Erwärmung über 250 °C zerstört werden bzw. polymerisieren.

VOC

Probenahmesystem:	Probenahmepumpe mit vorgeschaltetem Adsorptionsröhrchen
Luftvolumenstrom:	0,02 l/min
Gezogenen Volumen:	5 l
Probenahmedauer:	4 Stunden
Probenträger:	Tenaxrohr mit Vial-Nummern
Analyse durch:	Messmethode: <i>GVOCB.M.</i> Das GC/MS wird gestartet. Am Turbomatrix wird die Abfolge entsprechend der GC/MS-Sequenz eingegeben und danach gestartet, Methode: <i>TDS02</i> . Nach der Analyse werden die Rohre ein weiteres Mal zur Konditionierung und Kontrolle analysiert.
Literatur:	DIN ISO 16000-6 (Dez. 2004), VDI 2100-3 (Nov. 2002), TÜV QMA 2.516.730

04.09.2008

TÜV-Auftrags-Nr.: 30002405-200

Seite 21 von 47

2.10.5 Bestimmung von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) angereichert auf XAD4 und A-Kohle

Die Probenahme wurde in Anlehnung an VDI 2100 Blatt 1 durchgeführt. Die Analytik erfolgte nach QMA 2.516.231. Die vorliegende QMA soll ein einheitliches Verfahren zur semiquantitativen Bestimmung von verdampfenden organischen Verbindungen aus Adsorbentien, Materialien und Migraten mittels GC/MS nach Extraktion mit leichtflüchtigen Lösemitteln gewährleisten.

VOC

Probenahmesystem: Probenahmepumpe mit Adsorberröhrchen
Luftvolumenstrom: 0,7 – 0,8 l/min
Gezogenen Volumen: 150 l
Probenträger: Aktivkohleröhrchen Typ NIOSH mit vorgeschaltetem XAD 4 Röhrchen, Typ NIOSH
Analyse durch: Gaschromatographie mit massenselektiver Detektion; VDI 2100, Bl. 1; DIN ISO 16000-6; TÜV QMA 2.516.231, 2.543.031

Parallel zu o.g. Messung wurde folgende Probenahme durchgeführt:

VOC

Probenahmesystem: Probenahmepumpe mit Adsorberröhrchen
Luftvolumenstrom: 0,02 l/min
Gezogenen Volumen: 5 l
Probenträger: In Reihe geschaltetes Aktivkohleröhrchen Typ NIOSH
Analyse durch: Gaschromatographie mit massenselektiver Detektion; VDI 2100, Bl. 1; DIN ISO 16000-6; TÜV QMA 2.516.231, 2.543.031

2.11 Online Messungen

2.11.1 Erfassung der Partikelkonzentration (Met-One)

Die Probenahme und direkte Anzeige erfolgt mittels Laserpartikelzähler Partikel Messgerät: Typ 227 B von Fa. Met-One, Amerika. Mit diesem Messgerät können die Partikelgrößen 0,3 µm und 0,5 µm gemessen werden.

2.11.2 Erfassung der Partikelkonzentration (TSI)

Das Modell 3007 ist ein TSI-Kondensationspartikelzähler. Es bietet einen Partikelgrößenbereich von 0,01 bis über 1,0 µm, ein Konzentrationsbereich von 0 bis 100.000 Partikel/cm³, ein LCD-Display und eine integrierte serielle RS-232-Datenschnittstelle. Darüber hinaus arbeitet das Gerät mit Alkalibatterien und besitzt eine programmierbare Datenprotokollierung.

2.11.3 Erfassung der Partikelkonzentration (Grimm)

Das Modell Grimm 1 ist ein tragbares Staubmessgerät zur Messung der Partikelkonzentration und Partikelmasse luftgetragener Aerosolpartikel in Echtzeit nach dem Prinzip der Streulichtdetektion. Die Probenahme erfolgt durch eine integrierte volumenge-regelte Pumpe. Alle detektierten Aerosolpartikel werden im Gerät auf einem austauschbaren PTFE-Filter gesammelt. Dies ermöglicht eine gravimetrische, chemische oder mikroskopische Untersuchung der Partikel.

Je nach Modell werden die Messwerte in 15 oder 31 Partikelgrößekanälen in Partikel/Liter (bis zu 2 Mio. Partikel/Liter) oder in µg/m³ (0,1 bis 100.000 µg/m³) ausgegeben. Zudem kann die Staubmasse gemäß EN 481 simultan als einatembare, thorakale und alveolengängige Fraktion oder gemäß EPA als PM10, PM2,5 und PM1 dargestellt werden. Die Messdaten werden in Echtzeit an einem LCD-Display angezeigt und auf einer Datenspeicher-Karte aufgezeichnet. Die Software erlaubt die Datenanalyse am PC.

2.11.4 Kontinuierliche Erfassung der CO Konzentration (Brüel und Kjaer)

Die Probenahme und direkte Anzeige erfolgt mittels Multigas Monitor TYPE 1302 und dem optischen Filter UA 0984 für Kohlenmonoxid (CO)

04.09.2008

TÜV-Auftrags-Nr.: 30002405-200

Seite 23 von 47

2.11.5 Kontinuierliche Erfassung der Kohlenmonoxid (CO)-Konzentration (Almemo)

Die Probenahme und direkte Anzeige erfolgt mittels ALMEMO-Probenahmegerät und einer CO-Sonde Typ FYA600CO.

2.11.7 Kontinuierliche Erfassung der Temperatur und Luftfeuchte (Almemo)

Die Probenahme und direkte Anzeige erfolgt mittels ALMEMO-Probenahmegerät und der Sonde: Kapazitiver Feuchtefühler Typ FHA646- E1C.

2.11.8 Kontinuierliche Erfassung der Sauerstoff (O₂)-Konzentration (Almemo)

Die Probenahme und direkte Anzeige erfolgt mittels ALMEMO-Probenahmegerät und der Sonde: Sauerstoff-Sonde Typ FYA600O2.

2.11.9 Kontinuierliche Erfassung der Kohlendioxid (CO₂)-Konzentration (Almemo)

Die Probenahme und direkte Anzeige erfolgt mittels ALMEMO-Probenahmegerät und der Sonde: Kohlendioxid-Sonde Typ FYA600CO2.

2.11.10 Kontinuierliche Erfassung der Ozon (O₃)-Konzentration (Almemo)

Die Probenahme und direkte Anzeige erfolgt mittels ALMEMO-Probenahmegerät und der Sonde: Ozon-Messumformer Typ FYA600O3.

3 ERGEBNISSE

3.1 ERGEBNISSE Analytik

3.1.1 Bestimmung von Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK)

	Messserie 1 Ohne Raucher 03.07.2008	Messserie 2 Außenluft 03.07.2008	Messserie 3 Mit Raucher 03.07.2008	Messserie 4 Mit Raucher 04.07.2008
Parameter	Gehalt in ng/m³	Gehalt in ng/m³	Gehalt in ng/m³	Gehalt in ng/m³
Naphthalin	235,9	108,9	462,9	152,9
Acenaphthylen	3,3	2,1	12,7	7
Acenaphthen	3,5	0	6,5	7,4
Fluoren	9,7	2,5	13,2	6,7
Phenanthren	34	11,8	32,7	17,5
Anthracen	2,5	1,1	2,6	1,4
Fluoranthren	12,4	1,2	1	5,4
Pyren	6,7	0,9	0,9	3,6
Benz[a]anthracen	< 2,0	< 2,2	< 0,7	< 0,8
Chrysen	< 1,0	< 1,0	< 0,8	< 1,0
Benzo[b]fluoranthren	< 2,0	< 2,3	< 0,8	< 1,0
Benzo[j]fluoranthren	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Benzo[k]fluoranthren	< 1,1	< 1,3	< 0,4	< 0,6
Benzo[e]pyren	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Benzo[a]pyren	< 2,0	< 2,3	< 0,8	< 1,0
Indeno[1,2,3-cd]pyren	< 2,4	< 2,8	< 1,0	< 1,3
Dibenz[a,h]anthracen	< 2,4	< 2,7	< 1,0	< 1,2
Benzo[g,h,i]perylen	< 1,4	< 1,6	< 0,5	< 0,9
Summe PAK	305,1	127,1	528,1	201,1

3.1.2 Bestimmung von Aldehyden und Ketonen

		2008-31323	2008-31325	2008-31327	2008-31329
		Messserie 1 Ohne Raucher 03.07.2008	Messserie 2 Außenluft 03.07.2008	Messserie 3 Mit Raucher 03.07.2008	Messserie 4 Mit Raucher 04.07.2008
Parameter	Einheit				
Acetaldehyd	µg/m³	39	2,9	93	30
Aceton	µg/m³	35	9,4	54	23
Acrolein	µg/m³	< 2	< 2	1,8	< 2
Benzaldehyd	µg/m³	< 2	< 3	3,4	1,9
Butylaldehyd	µg/m³	2,8	< 2	6,2	1,7
Formaldehyd	µg/m³	28	4,7	42	21
Methylethylketon	µg/m³	16	< 2	25	9,8
Propylaldehyd	µg/m³	5,5	< 8,5	9,7	4,9

3.1.3 Bestimmung von Nitrosaminen

Alle Ergebnisse lagen unterhalb der Bestimmungsgrenze von 10 ng/ Probe.

Probenbezeichnung	Messserie 1 Ohne Raucher 03.07.2008	Messserie 2 Außenluft 03.07.2008	Messserie 3 Mit Raucher 03.07.2008	Messserie 4 Mit Raucher 04.07.2008
N-Nitroso-dimethylamin (NDMA)	< 41,6 ng	< 41,6 ng	< 41,6 ng	< 41,6 ng
N-Nitroso-ethylmethylamin (NEMA)	< 41,6 ng	< 41,6 ng	< 41,6 ng	< 41,6 ng
N-Nitroso-diethylamin (NDEA)	< 41,6 ng	< 41,6 ng	< 41,6 ng	< 41,6 ng
N-Nitroso-dipropylamin (NDPA)	< 41,6 ng	< 41,6 ng	< 41,6 ng	< 41,6 ng
N-Nitroso-diisopropylamin (NDIPA)	< 41,6 ng	< 41,6 ng	< 41,6 ng	< 41,6 ng
N-Nitroso-dibutylamin (NDBA)	< 41,6 ng	< 41,6 ng	< 41,6 ng	< 41,6 ng
N-Nitroso-piperidin (NPIP)	< 41,6 ng	< 41,6 ng	< 41,6 ng	< 41,6 ng
N-Nitroso-pyrrolidin (NPYR)	< 41,6 ng	< 41,6 ng	< 41,6 ng	< 41,6 ng
N-Nitroso-morpholin (NMOR)	< 41,6 ng	< 41,6 ng	< 41,6 ng	< 41,6 ng

04.09.2008

TÜV-Auftrags-Nr.: 30002405-200

Seite 26 von 47

3.1.4 Bestimmung von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) angereichert auf Tenax

Labor- Probennummer	2008-31344	2008-31345	2008-31346	2008-31347
Probenbezeichnung	Messserie 1 Ohne Raucher 03.07.2008	Messserie 2 Außenluft 03.07.2008	Messserie 3 Mit Raucher 03.07.2008	Messserie 4 Mit Raucher 04.07.2008
Substanz	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Benzol	1,9	2,4	6,5	4,8
1-Methoxy-2- propanol	<2,0	<2,0	6,3	2,6
Propylenglycol	2,4	<2	6,1	3,3
Pyridin	<2	<2	4,2	<2
Furfural (Furfurylal- dehyd)	<2	<2	4,4	<2
Methylpyridin	<2	<2	4,0	<2
Ethylbenzol	<2	<2	4,3	2,3
m/p-Xylol	4,5	5,3	12	7,5
Styrol	<2	<2	3,8	<2
o-Xylol	<2	<2	2,4	<2
a-Pinen	2,8	<2	2,3	<2
1-Butoxy-2-propanol	58	<2	4,2	<2
3-Ethenylpyridin	<2	<2	5,9	2,1
Benzaldehyd	2,5	14	<2	<2
Hexansäure	6,1	<2	4,8	2,6
Benzonitril	<2	<2	<2	<2
Summe C9- Aromaten	<10	<10	<10	<10
Phenol	2,7	5	3,9	3,2
Benzofuran	<2	<2	<2	<2
Octanal	<2	<2	4,2	<2
Limonen	<2	<2	14	19
2-Ethyl-1-hexanol	<2	<2	<2	<2
2-Hydroxybenz- aldehyd	<2	3,6	<2	<2

04.09.2008

TÜV-Auftrags-Nr.: 30002405-200

Seite 27 von 47

Labor- Probennummer	2008-31344	2008-31345	2008-31346	2008-31347
Probenbezeichnung	Messserie 1 Ohne Raucher 03.07.2008	Messserie 2 Außenluft 03.07.2008	Messserie 3 Mit Raucher 03.07.2008	Messserie 4 Mit Raucher 04.07.2008
Substanz	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Acetophenon	5,5	20	1,8	6,8
Heptansäure	2,0	<2	<2	<2
Summe C10- Aromaten	<10	<10	<10	<10
Bis-(dimethylamino- ethyl)-ether	8,2	<2	<2	<2
Nonanal	<2	<2	12	4,6
Nitrobenzol	<2	<2	<2	<2
Isophoron (3,5,5- Trimethyl-2- cyclohexen-1-on)	<2	<2	<2	<2
2-Ethylhexansäure	<2	<2	<2	<2
Octansäure	2,8	<2	2,1	<2
Naphthalin	<2	<2	<2	<2
Decanal	2,7	<2	14	3,3
Benzoessäure***	<2	50	<2	<2
Nonansäure	4,5	<2	4,6	<2
Isobornylacetat	8,9	<2	3	<2
Undekanal	<2	<2	<2	<2
2,2,4,4,6,8,8- Heptamethylnonan	2,5	<2	<2	<2
Triacetin (Glycerin- triacetat)	<2	<2	<2	<2
Nicotin (3-(1-Methyl- 2-pyrrolidinyl)- pyridin)	<2	<2	3,1	<2
Summe sonstige a- liphatische Ester	<10	<10	12	<10

04.09.2008

TÜV-Auftrags-Nr.: 30002405-200

Seite 28 von 47

Labor- Probennummer	2008-31344	2008-31345	2008-31346	2008-31347
Probenbezeichnung	Messserie 1 Ohne Raucher 03.07.2008	Messserie 2 Außenluft 03.07.2008	Messserie 3 Mit Raucher 03.07.2008	Messserie 4 Mit Raucher 04.07.2008
Substanz	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Summe sonstige Fettsäuren	2,0	2,7	3,6	2,1
Summe Alkane in- klusive n-Alkane	10	<10	34	<10
Summe sonstige Glykole und Glykol- derivate	<10	<10	<10	<10
Summe sonstige unbekannte Verbin- dungen	<10	<10	35	15
Summe sonstige unbekannter Aroma- ten	<10	14	<10	<10
Summe aller erfass- ten VOCs	110	110	210	77

04.09.2008

TÜV-Auftrags-Nr.: 30002405-200

Seite 29 von 47

Flüchtige Verbindungen, die außerhalb des nach ISO 16000-6 definierten VOC Bereichs liegen.

Labor- Probennummer	2008-31344	2008-31345	2008-31346	2008-31347
Probenbezeichnung	Messserie 1 Ohne Raucher 03.07.2008	Messserie 2 Außenluft 03.07.2008	Messserie 3 Mit Raucher 03.07.2008	Messserie 4 Mit Raucher 04.07.2008
Substanz	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Summe sonstige un- bekannte Verbindun- gen (VVOC) (Anzahl Verbindungen)	26	24	20	160
unbekannte Ether	<2,0	16	<2	<2
Diethylphthalat	2,5	<2	<2	<2
Tris(1,3-dichloroiso- propyl)phosphat	2,0	<2	2,4	<2
Summe sonstige hö- hersiedende unbe- kannte Glykole (Sdp.>250°C)	<10	11	<10	<10
Summe sonstige hö- hersiedende unbe- kannte aromatische Verbindungen	<10	<10	11	<10

3.1.5 Bestimmung von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) angereichert auf XAD4 und A-Kohle

	Restaurant nach Luftreinigung		Außenluft	Restaurant mit Luftreiniger		Restaurant mit Luftreiniger	
	über Nacht, ohne Besucher			und Besuch, 350 Zigaretten		und Besuch, 300 Zigaretten	
Labor-Probennummer	2008-31330	2008-31334	2008-31331	2008-31332	2008-31335	2008-31333	2008-31336
Probenbezeichnung	1a	1b	2a	4a	4b	5a	5b
Substanz	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Ethanol*	230	230	< 50	120	170	130	110
Aceton*	< 4	4,4	< 4	9,3	8,0	4,5	< 4
Ethylmethylketon*	33	25	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25
F11 (Trichlormonofluor-methan)*	2,5	2,1	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Summe sonstige unbekannte Verbindungen* (VVOC)	34,0	37	< 10	49	50	53	52
Benzol*	< 2 (0,9)	< 2 (1,0)	< 2 (0,8)	5,5	5,1	< 2 (1,9)	2,3
Toluol**	10	9,0	3,1	15	14	11,0	7,1
Hexanal	3,6	2,9	< 2	2,2	2,7	< 2	< 2
Furfural (Furfurylaldehyd)	< 2	< 2	< 2	2,0	2,1	< 2	< 2
Ethylbenzol	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
m/p-Xylol	2,6	2,3	2,2	5,2	5,2	4,4	3,2
Styrol	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
o-Xylol	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
a-Pinen	2,3	2,1	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
1-Butoxy-2-propanol	47	41	< 2	2,4	2,6	< 2	< 2
3-Ethenylpyridin	< 2	< 2	< 2	< 2	3,2	2,1	< 2
Summe C9-Aromaten	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Phenol	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Octanal	2,1	< 2	< 2	2,1	2,2	< 2	< 2

keine Nutzung und Verwendung bedarf der vorherigen Zustimmung

04.09.2008

TÜV-Auftrags-Nr.: 30002405-200

Seite 31 von 47

Labor-Probennummer	Restaurant nach Luftreinigung über Nacht, ohne Besucher (Doppelbestimmung)		Außenluft	Restaurant mit Luftreiniger und Besuch, 350 Zigaretten (Doppelbestimmung)		Restaurant mit Luftreiniger und Besuch, 300 Zigaretten (Doppelbestimmung)	
	2008-31330	2008-31334		2008-31331	2008-31332	2008-31335	2008-31333
Probenbezeichnung	1a	1b	2a	4a	4b	5a	5b
Substanz	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³
Limonen	2,7	2,4	<2	7,8	7,8	6,6	14
Summe C10-Aromaten	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Nonanal	8,6	7,4	<2	5,7	6,1	5,1	3,1
Decanal	3,2	2,9	<2	2,8	2,7	2,2	<2
Isobornylacetat	4,3	3,9	<2	<2	<2	<2	<2
Summe Siloxane	14	12	<10	<10	<10	<10	<10
Nicotin (3-(1-Methyl-2-pyrrolidiny)-pyridin)	<2	<2	<2	5,1	5,1	4,4	<2 (1,8)
Summe Alkane inklusive n-Alkane	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Summe sonstige Glykole und Glykolderivate	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Summe sonstige unbekannte Verbindungen	<10	<10	<10	12	19	<10	<10
Trichlormethan*	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
1,1,1-Trichlorethan*	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Tetrachlormethan*	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Trichlorethen*	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Tetrachlorethen*	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Summe aller erfassten VOCs	100	83	<50	68	78	<50	<50

Einige Nutzung und Verwendung bedarf der vorherigen Zustimmung

3.2 Online Messungen

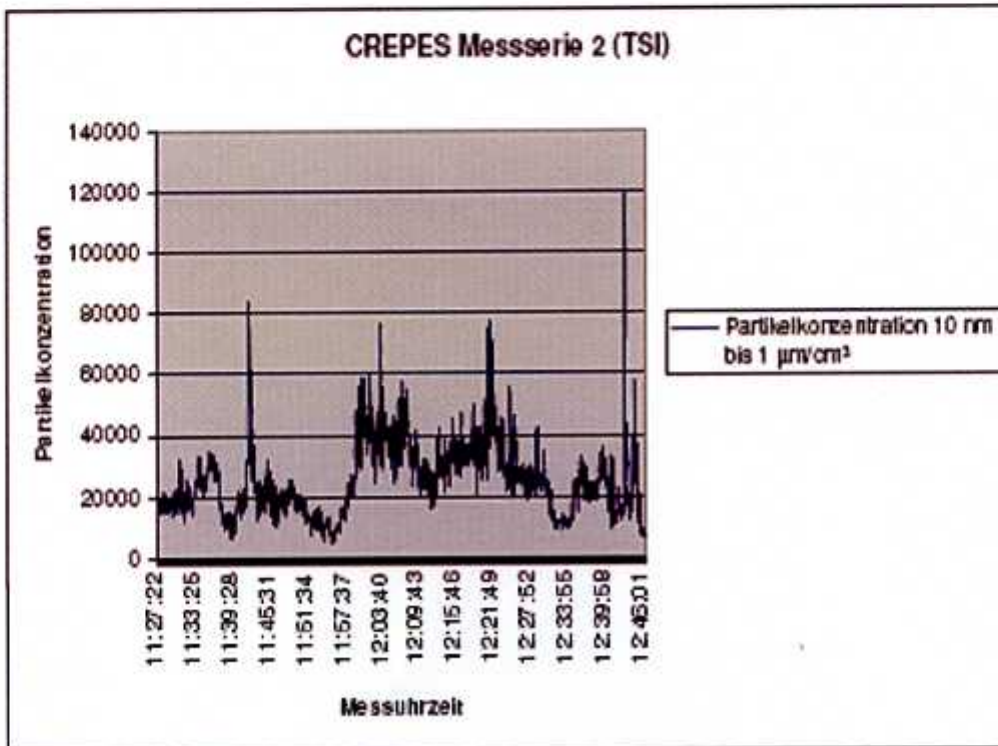
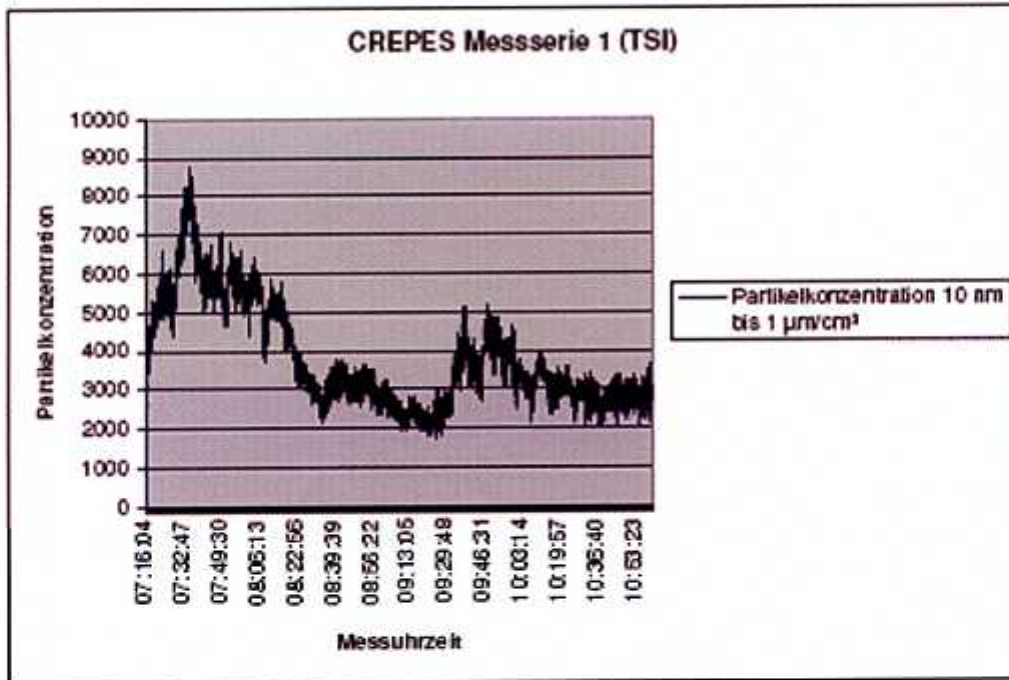
3.2.1 Ergebnisse der Partikelkonzentration (Met-One)

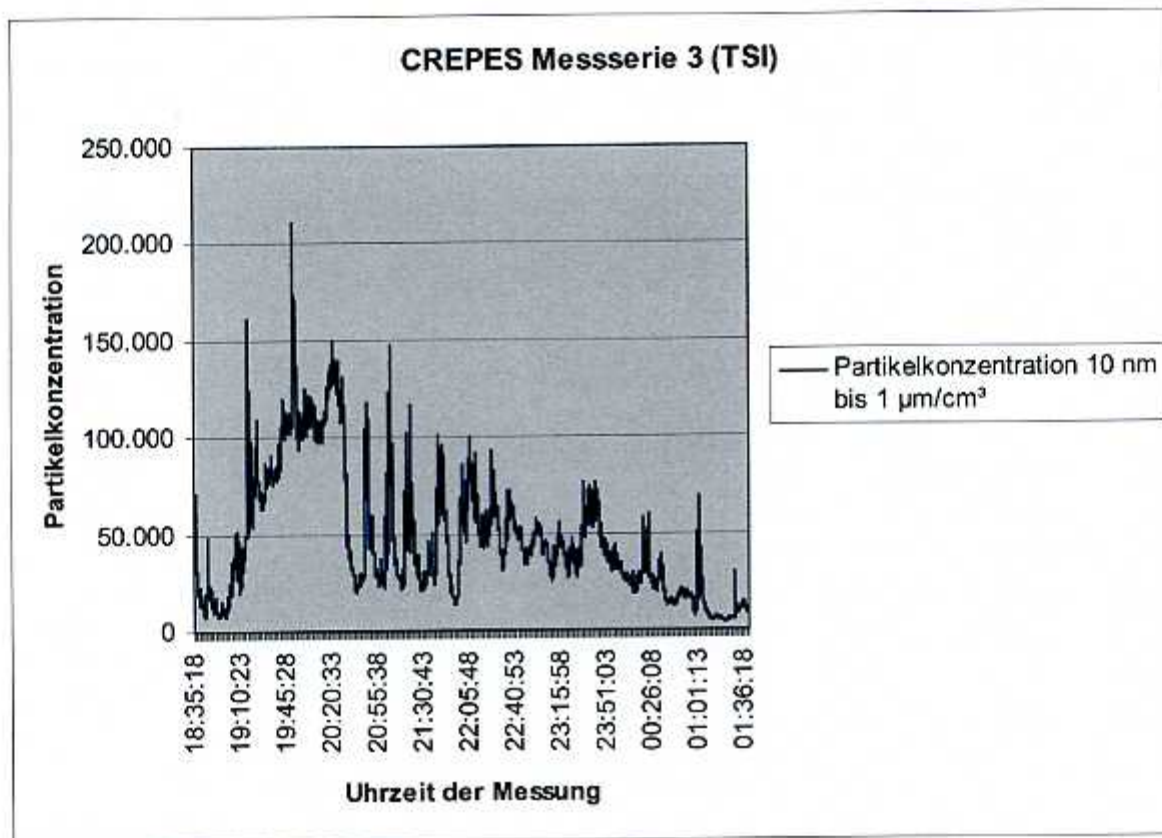
Zum Vergleich mit älteren Messreihen wurden Mittelwertmessungen mit dem Met-One Typ 227 B durchgeführt.

Probenbezeichnung	Messserie 1 Ohne Raucher	Messserie 2 Außenluft	Messserie 3 Mit Raucher 03.07.2008	Messserie 4 Mit Raucher 04.07.2008
Mittelwert Partikelkonzentration 0,3 µm/cm ³	70	160	1610	1480
Mittelwert Partikelkonzentration 0,5 µm/cm ³	7	9	515	462

3.2.2 Erfassung der Partikelkonzentration (TSI)

Probenbezeichnung	Messserie 1 Ohne Raucher	Messserie 2 Außenluft	Messserie 3 Mit Raucher 03.07.2008	Messserie 4 Mit Raucher 04.07.2008
Mittelwert Partikelkonzentration 10 nm bis 1 µm/cm ³	3799	25589	47494	Bedienungsfehler, daher war eine Auswertung der Daten nicht möglich





Messserie 4 konnte nicht ausgewertet werden.

04.09.2008

TÜV-Auftrags-Nr.: 30002405-200

Seite 35 von 47

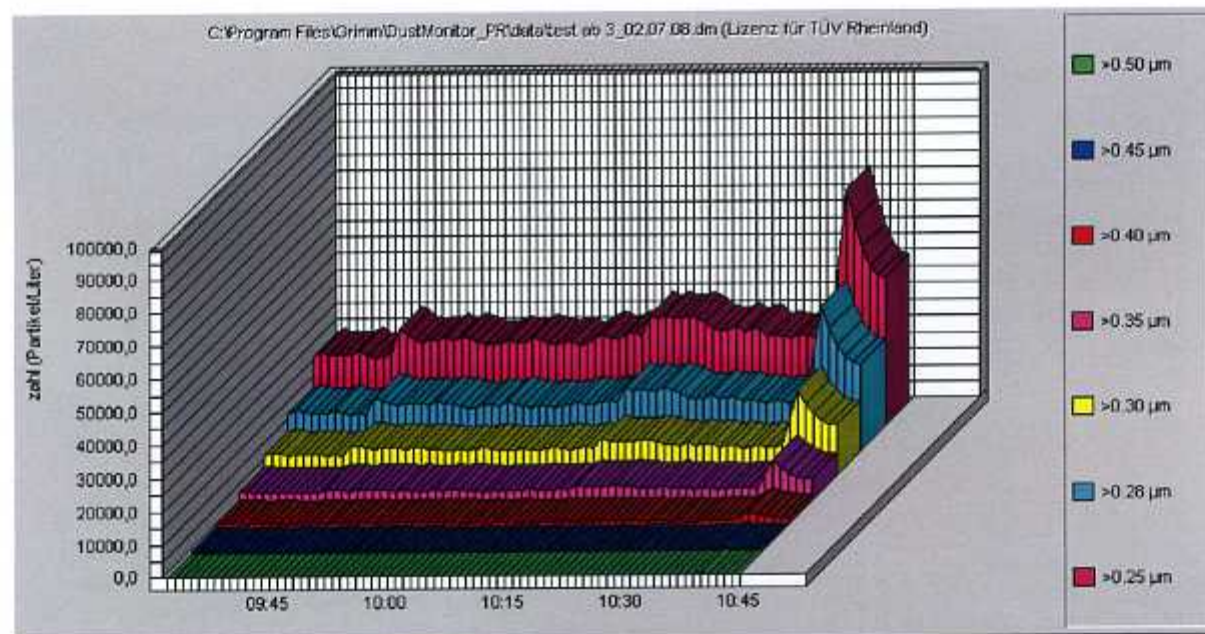
3.2.3 Erfassung der Partikelkonzentration (Grimm)

3.2.3.1 PM10

Probenbezeichnung	Messserie 1 Ohne Raucher	Messserie 2 Außenluft	Messserie 3 Mit Raucher 03.07.2008	Messserie 4 Mit Raucher 04.07.2008
Mittelwert PM 10	20	36	63	64

3.2.3.1 Einzelne Partikelgrößen graphisch dargestellt

Messserie 1:

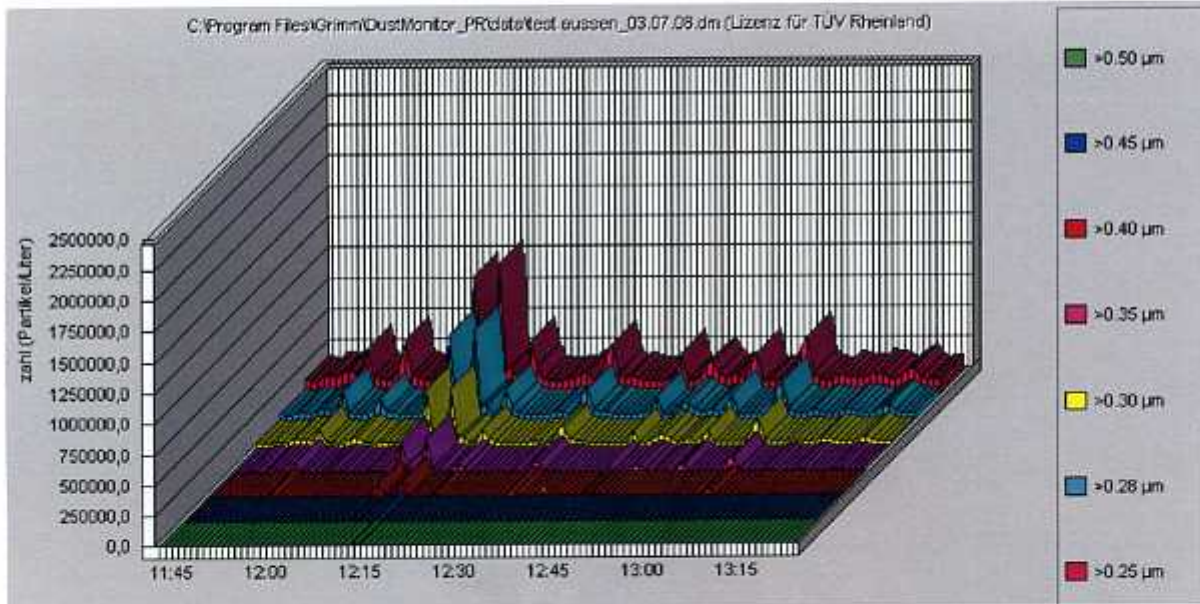


04.09.2008

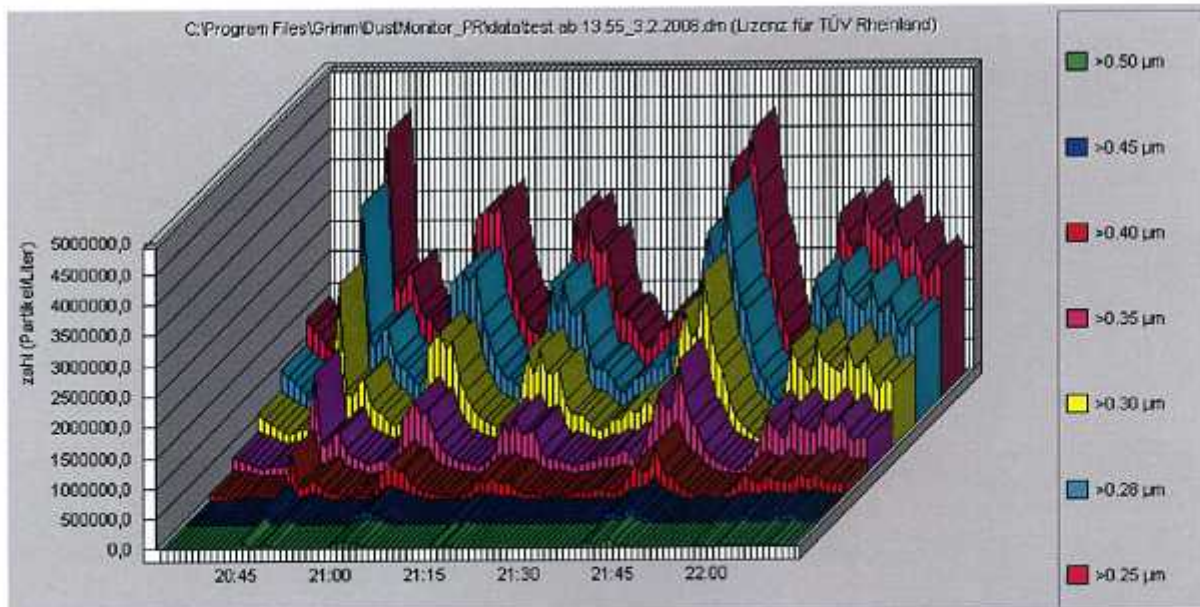
TÜV-Auftrags-Nr.: 30002405-200

Seite 36 von 47

Messserie 2:



Messserie 3



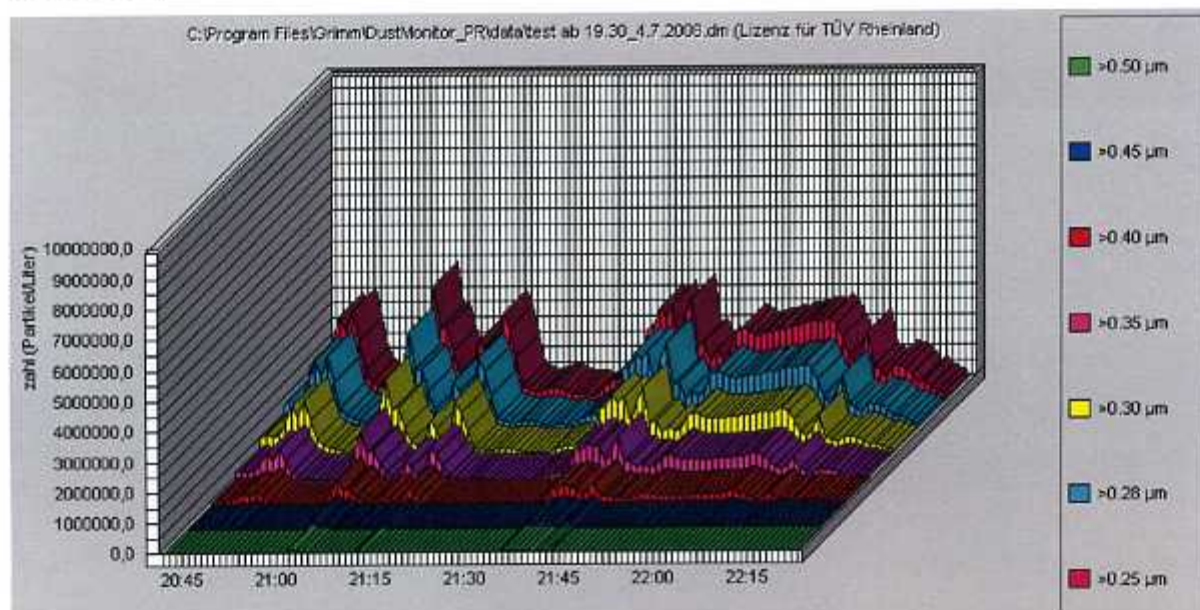
no eingetragene Marken. Eine Nutzung und Vervielfältigung bedarf der vorherigen Zustimmung

04.09.2008

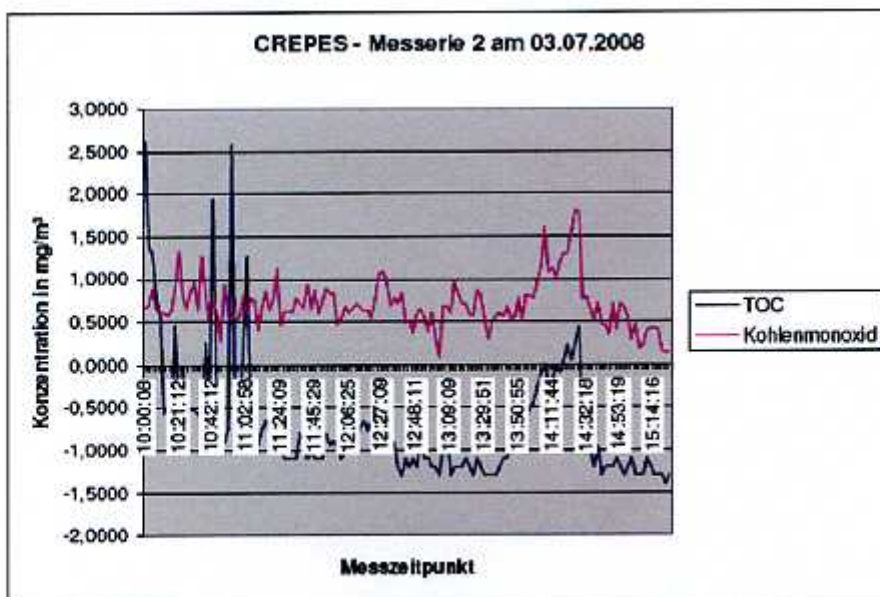
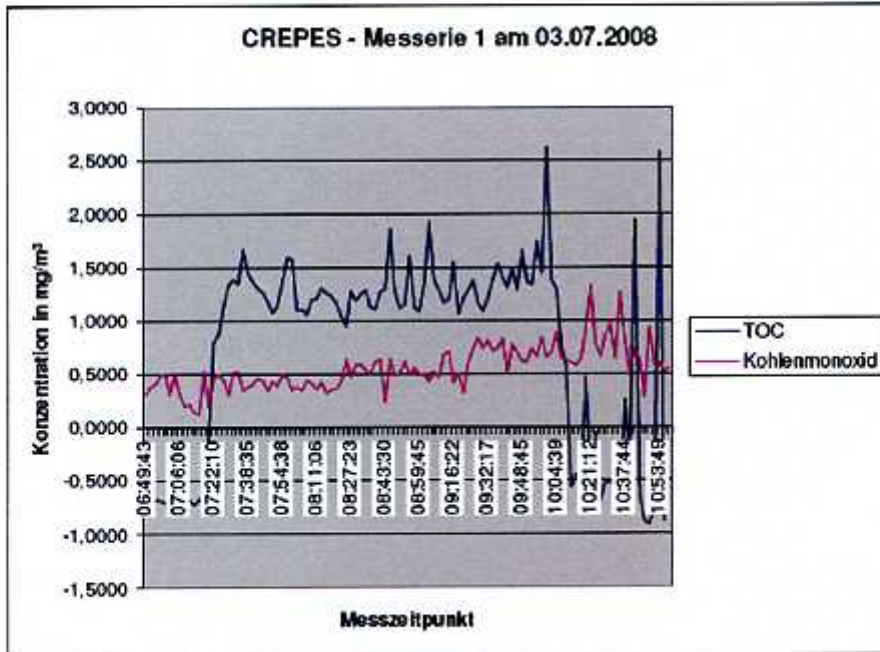
TÜV-Auftrags-Nr.: 30002405-200

Seite 37 von 47

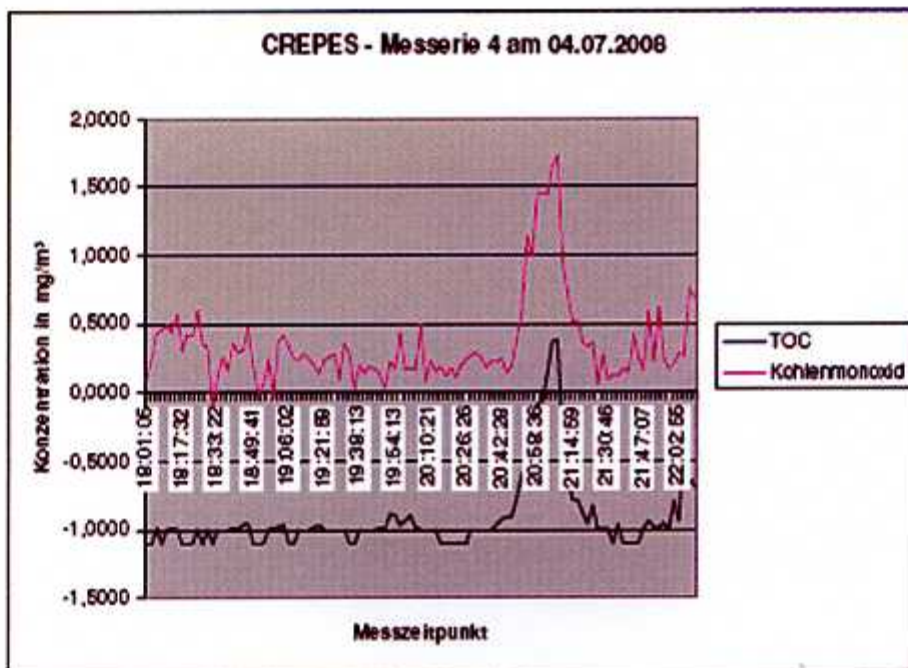
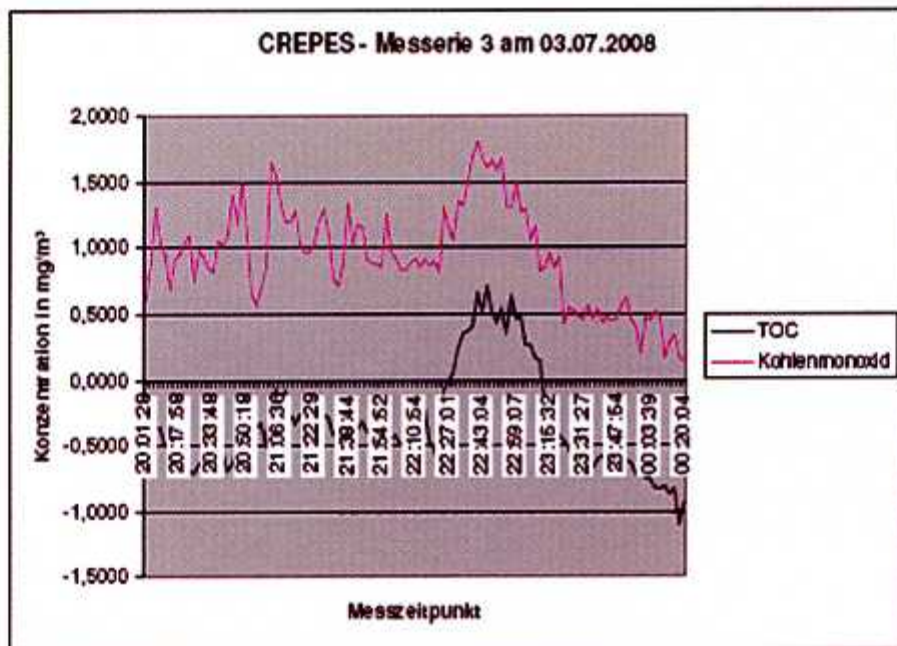
Messserie 4

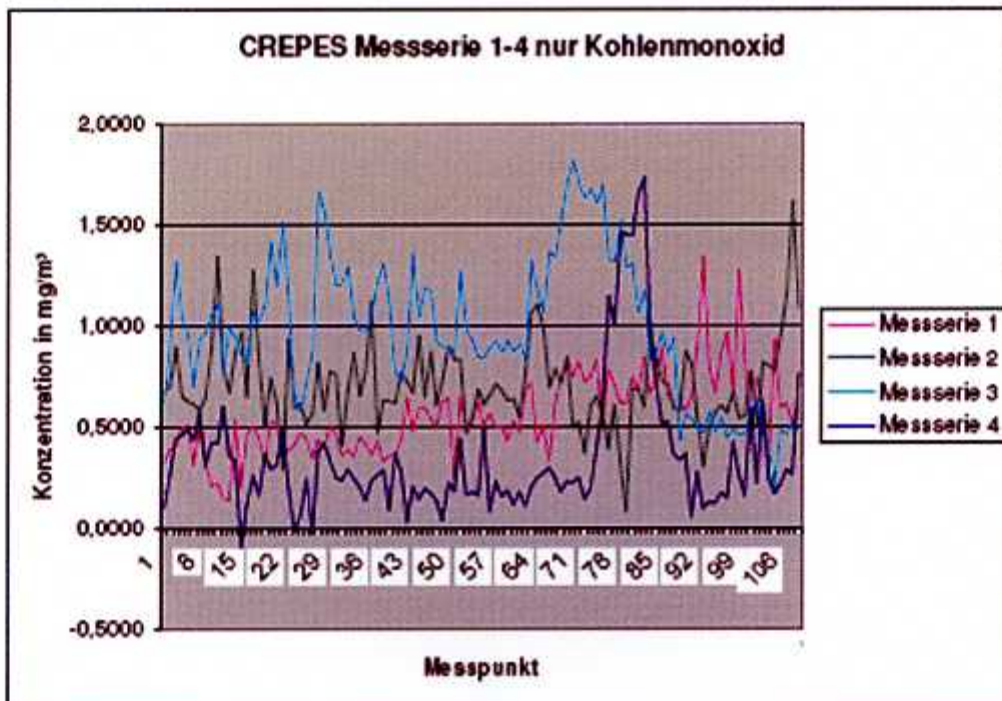
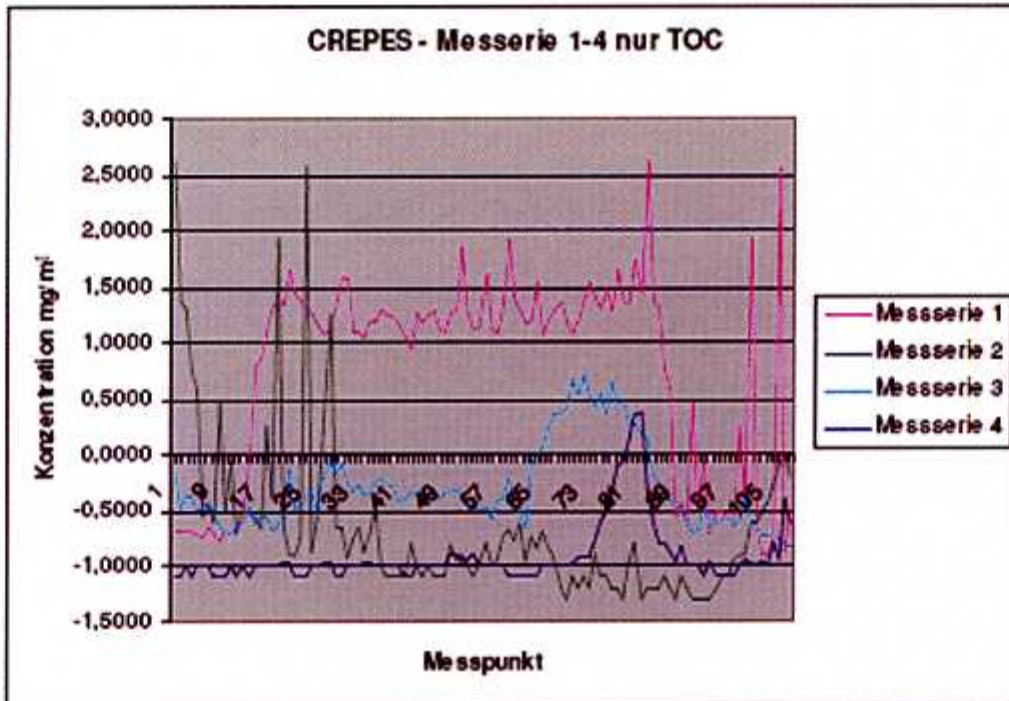


3.2.4 Kontinuierliche Erfassung der CO Konzentration (Bruel und Kjaer)



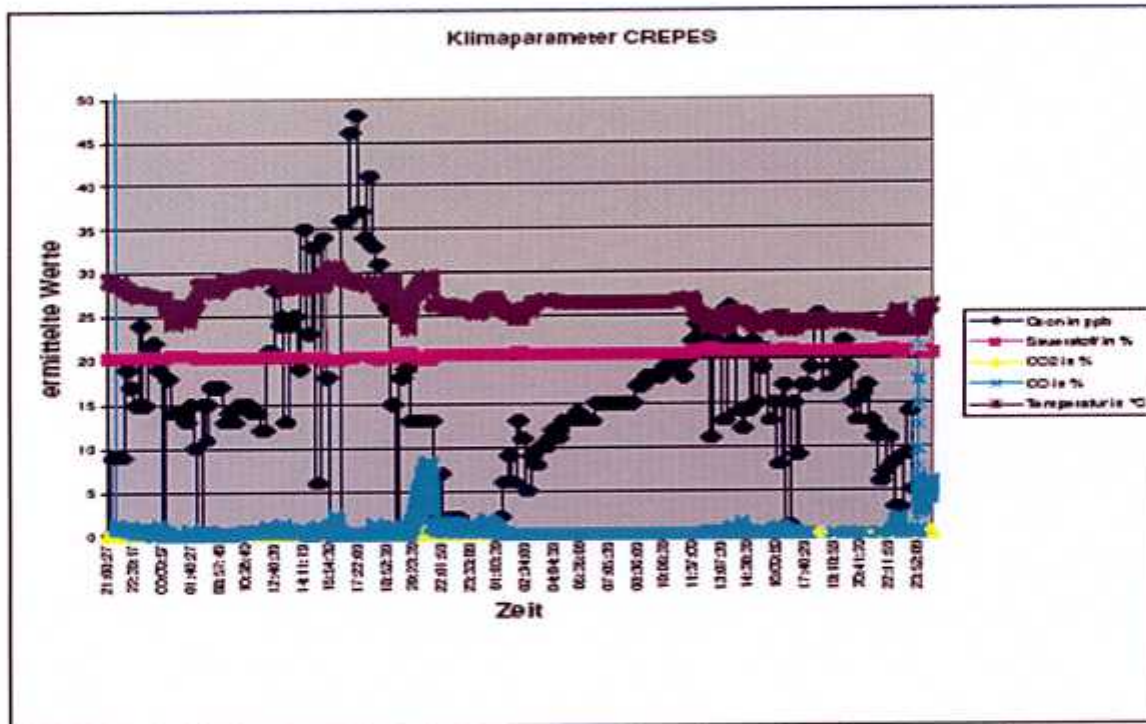
in. Eine Nutzung und Verwendung bedarf der vorherigen Zustimmung.





* sind eingetragene Marken. Eine Nutzung und Verwendung basiert auf vorliegenden Zustimmung

3.2.5 Kontinuierliche Erfassung der Klimaparameter (Almemo)



Probenbezeichnung	Messserie 1 Ohne Raucher 03.07.2008	Messserie 2 Außenluft 03.07.2008	Messserie 3 Mit Raucher 03.07.2008	Messserie 4 Mit Raucher 04.07.2008
Ozon in ppb	14	22	5	11
Sauerstoff in %	20	20	21	21
Kohlenmonoxid in %	0,07	0,06	0,09	0,07
Kohlendioxid in %	0,027	0,043	0,189	0,058
Temperatur in °C	29	29	27	24
Rel. Luftfeuchte in %	46	44	57	52

04.09.2008

TÜV-Auftrags-Nr.: 30002405-200

Seite 42 von 47

3.3 Verkehrszählung am 03.07.2008

Im Zeitraum von 11:45 bis 12:15 Uhr am 03.07.2008 (im Zeitraum der Messserie 2, Außenmessung) wurden 510 PKW und 80 LKW gezählt. Städtische Zählungen sind laut Auskunft des „CRÉPES“ deutlich höher ausgefallen. Nach dem persönlichen Empfinden führen zu anderen Zeiten, wie z.B. den Messserien 1, 3 und 4 deutlich mehr Fahrzeuge. Mehr Fahrzeuge können auch mehr Schadstoffe freisetzen. Daher sind die Außenmessungen nur bedingt mit den Innenraumlufmessungen vergleichbar.

3.4 Sonstige Zählungen im Einzugsbereich der Messung

	Messserie 1 Ohne Raucher	Messserie 2 Außenluft	Messserie 3 Mit Raucher 03.07.2008	Messserie 4 Mit Raucher 04.07.2008
Personenanzahl	4	4	56	50
Raucher	2	2	47	41
Nichtraucher	2	2	9	9
Gerauchte Zigaretten	0	0	245	225

04.09.2008

TÜV-Auftrags-Nr.: 30002405-200

Seite 43 von 47

3.5 Gästebefragung am 03.07.2008 19:00 bis 24:00 Uhr

(Durchgeführt durch den Betreiber der Gastwirtschaft in Zusammenarbeit mit der Fa. Gutmann)

Umfrage

Wie beurteilen Sie die Luftqualität in diesem Lokal?
Beurteilung der Luftqualität
1 = sehr schlecht, 2 = schlecht, 3 = befriedigend, 4 = gut, 5 = sehr gut

Würden Sie bei einem Rauchverbot holders in dieses Lokal gehen?
 Ja Nein

Sind Sie für ein Rauchverbot in der Gastwirtschaft?
 Ja Nein

Ist eine Gaststätte für Sie ein Ort der Konsumkatholie?
 Ja Nein

Sind Sie Stammgast hier?
 Ja Nein

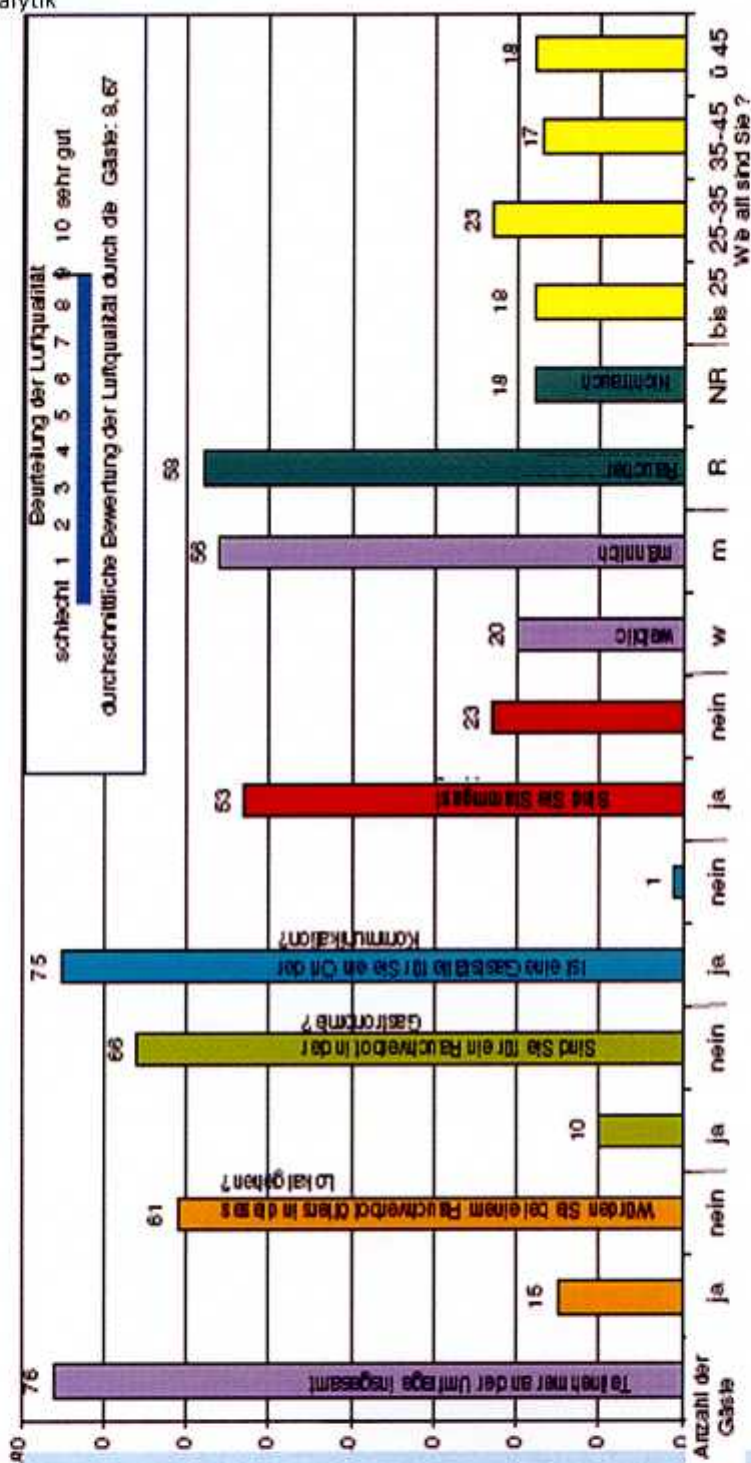
Sind Sie
 Nichtraucher Raucher

Sind Sie Raucher?
 Ja Nein

Wie alt sind Sie?
 unter 25 25-35 35-45 über 45

Wir bedanken uns für Ihre Teilnahme.
Alle Angaben werden streng vertraulich behandelt.

Name: _____
 Straße: _____
 Ort: _____



4 ERÖRTERUNG UND WERTUNG

4.1 Bewertung in Bezug auf die Arbeitsstättenverordnung

- (1) „Der Arbeitgeber hat gemäß der Arbeitsstättenverordnung, § 5 Nichtraucherschutz die erforderlichen Maßnahmen zu treffen, damit die nicht rauchenden Beschäftigten in Arbeitsstätten wirksam vor den Gesundheitsgefahren durch Tabakrauch geschützt sind.“

Wenn „Innovative Technologien“ per Gesetz zugelassen werden, könnte der Betreiber der Gastwirtschaft „CRÊPES“ mit der Installation der Luftreiniger CASADRON die erforderlichen Maßnahmen erfüllt haben.

- (2) „In Arbeitsstätten mit Publikumsverkehr hat der Arbeitgeber Schutzmaßnahmen nach Absatz 1 nur insoweit zu treffen, als die Natur des Betriebes und die Art der Beschäftigung es zulassen.“

Das Betreiben von Luftreinigern ist in der Gastwirtschaft „CRÊPES“ möglich und wird so auch dort betrieben. Dies kann als eine Schutzmaßnahme angesehen werden.

4.2 Bewertung gemäß ASR 5 Arbeitsstätten-Richtlinie Lüftung

Mit der Installation und dem Betrieb der Luftreiniger CASADRON kann möglicher Weise (wenn die Gesetzesvorgaben gegeben werden) eine ausreichend gesundheitlich zuträgliche Atemluft in den Arbeitsräumen vorhanden sein, wenn die Luftqualität in Innenräumen im wesentlichen der Außenluftqualität entspricht und diese Aussage eine Gesetzesvorgabe wird. Diese Vorgabe wurde bis auf wenige Ausnahmen erfüllt.

Vorausgesetzt „Innovative Technologien“ gelten im Sinne der § 14 ArbStättV als Absaugungen, sind durch die Installation der Luftreiniger in der Gastwirtschaft „CRÊPES“ wie gefordert besondere Maßnahmen durchgeführt worden. Mit dem Betrieb der Luftreiniger CASADRON besteht aufgrund den aktuellen Messergebnissen nicht die Gefahr, dass raumlufthygienebezogene Arbeitsplatzgrenzwerte überschritten werden können.

4.3 Bewertung gemäß Grundlage der Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes

Zur Beurteilung des VOC-Gehaltes in der Innenraumluft sollen sowohl Zielwerte als auch Richtwerte verfügbar sein. Dabei sollen die Zielwerte die anzustrebenden Innenraumkonzentrationen darstellen, unterhalb derer auch bei langfristiger, gegebenenfalls sogar bei lebenslanger Exposition keine gesundheitlichen Bedenken für die gesamte Breite der Bevölkerung auftreten sollten. Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die genannten Orientierungs- und Erfahrungswerte keine toxikologische Bedeutung haben, sondern empirisch von Vergleichsmessungen abgeleitet wurden.

Die Konzentration der Summe an VOC wurde in dem o.g. Prüfbereich mit Werten von max. 100 µg/m³ im XAD4+ A-Kohle Verfahren und max. 210 µg/m³ im Tenax-Verfahren bestimmt. Diese Werte liegen weit unterhalb des laut Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes vorgeschlagenen Zielwertes von 300 µg/m³. TVOC-Werte unterhalb von 0,3 mg/m³ (= 300 µg/m³) sind hygienisch unbedenklich, sofern keine Richtwerte für einzelne Stoffe überschritten sind, was hier der Fall ist.

Anhand des Ergebnisses kann die Gesamtkonzentration an VOC in der Raumluft des untersuchten Bereiches somit für alle Messserien als unauffällig beurteilt werden.

4.4 Bewertungsgrundlage für die Konzentration an Aldehyden und Ketonen

Für Formaldehyd hat das ehemalige Bundesgesundheitsamt (jetzt Bundesinstitut für Risikobewertung, BfR) eine maximale Konzentration von 0,1 ml/m³ (124 µg/m³) in der Innenraumluft empfohlen, der nicht überschritten werden sollte. Dieser Wert wurde in allen Messserien mit einem Maximalwert von 42 µg/m³ deutlich unterschritten und somit eingehalten.

4.5 Bewertungsgrundlage für die Konzentration an Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK)

Der Luftgrenzwert für BaP (Leitkomponente für PAK) nach TRGS 900 beträgt 0,002 mg/m³.* (0.002 mg sind 2000 ng) Dieser Wert wurde mit einem Maximalwert von <2,3 ng/m³ unterhalb der Bestimmungsgrenze deutlich unterschritten.

*Quelle: DIBt-Mitteilungen 4/2000 S. 114, PAK - Hinweise

4.6 Bewertungsgrundlage für die Partikelkonzentration

„Zum Schutz der menschlichen Gesundheit sind zum 01.01.2005 neue Grenzwerte für Feinstaub (PM10) in Kraft getreten. Der Tagesgrenzwert beträgt 50 µg/m³ und darf nicht öfter als 35 mal im Jahr überschritten werden. Der zulässige Jahresmittelwert liegt bei 40 µg/m³.“

Die nachfolgenden Ergebnisse zeigen an, das der angestrebte Tageswert von 50 µg/m³ bei den Messserien 3 und 4 leicht überschritten wird.

Probenbezeichnung	Messserie 1 Ohne Raucher	Messserie 2 Außenluft	Messserie 3 Mit Raucher 03.07.2008	Messserie 4 Mit Raucher 04.07.2008
Mittelwert PM 10 in µg/m ³	20	36	63	64

4.7 Bewertungsgrundlage für die Konzentration an Nitrosaminen

Der angegebene Grenzwert von 0,0025 mg/m³ (0.0025 mg sind 2500 ng) stammt aus der außer Kraft getretenen TRGS 900. Alle Werte lagen unterhalb der Bestimmungsgrenze von < 41,6 ng.

4.8 Bewertungsgrundlage für die Konzentrationen der Onlinemessungen

Bei der Auswertung der Online-Messung wurden keine Auffälligkeiten festgestellt.

Probenbezeichnung	Messserie 1 Ohne Raucher 03.07.2008	Messserie 2 Außenluft 03.07.2008	Messserie 3 Mit Raucher 03.07.2008	Messserie 4 Mit Raucher 04.07.2008	Normalwert (norm.:) bzw. Maxwert (max.:)
Ozon in ppb	14	22	5	11	max.:100
Sauerstoff in %	20	20	21	21	norm.: 21
Kohlenmonoxid in mg/m ³	0,5546	0,7066	0,9795	0,3495	max.: 10 mg/m ³
Kohlendioxid in %	0,027	0,043	0,189	0,058	norm.: 0,04

* mit Multigasmonitor von Bruel und Kjaer

4.9 Auswertung der Gästebefragung

Die geruchlichen Auffälligkeiten sind gemäß Gästebefragung durch den Gastwirt und der Fa. Gutmann Gesundheitstechnologie deutlich zurückgegangen. Ein Weiterbetrieb der Luftreiniger wird erwünscht.

5 GESAMTBETRACHTUNG

Das Leistungsvermögen des Luftreinigers bezüglich der Reduzierung von Tabakrauch in der Luft sollte in Form eines Praxistests mit den vorliegenden Untersuchungen überprüft werden. Die guten Eigenschaften des Luftreinigers CASADRON E hinsichtlich der Reduzierung verschiedener Schadstoffe wurden bereits in anderen TÜV Rheinland Untersuchungen überprüft und bestätigt (Beispielsweise TÜV-Bericht 30002908). Hinsichtlich der Anforderung zum Nichtraucherchutz kann aufgrund fehlender gesetzlicher Vorgaben keine abschließende Bewertung erfolgen.

Der Sachverständige



Björn Koch

Der fachlich Verantwortliche



Dr. rer. nat. Walter Dormagen

6 LITERATUR

- (1) Bekanntmachung des Bundesgesundheitsamtes: Bewertung der Raumluftqualität in Innenräumen. Bundesgesundheitsblatt 3: 117 – 118 (1993)
- (2) Bewertungsmaßstab für Formaldehyd in der Raumluft. BGA-Pressedienst vom 12. Oktober 1977
- (3) Luftqualitätsleitlinien der Weltgesundheitsbehörde (WHO). Bundesgesundheitsblatt 10: 5 (1988)
- (4) Bekanntmachung des Bundesgesundheitsamtes: Bewertung der Raumluftqualität in Innenräumen. Bundesgesundheitsblatt 3: 117 – 118 (1993)
- (5) Scholz H. Vorkommen ausgewählter VOC in Innenräumen und deren Bewertung. In: Gebäudestandard 2000: Energie und Raumluftqualität. Hrsg.: Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF) e. V. Springe-Eldagsen (1998)
- (6) Seifert B. Richtwerte für die Innenraumluft. Die Beurteilung der Innenraumluftqualität mit Hilfe der Summe der flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC-Wert). Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz Nr. 42: 270 – 278 Springer Verlag (1999)
- (7) Schleibinger H, Hott U, Marchl D, Plieninger P, Braun P, Rüdén H. Ziel- und Richtwerte für die Bewertung der VOC-Konzentration in der Innenraumluft – ein Diskussionsbeitrag. Umweltmed Forsch Prax 7 (3): 139-147 (2002)
- (8) VDI-Richtlinie 2457-1: Messen gasförmiger Emissionen – Chromatographische Bestimmung organischer Verbindungen Grundlagen (Stand: November 1997)
- (9) VDI-Richtlinie 4300-3: Messen von Innenraumluftverunreinigungen – Messstrategie für Formaldehyd (Stand: Dezember 1997)
- (10) VDI-Richtlinie 3862-3: Messen aliphatischer und aromatischer Aldehyde und Ketone nach dem DNPH-Verfahren - Kartuschen-Methode (Stand: Dezember 2000)
- (11) VDI-Richtlinie 4300-6: Messen von Innenraumluftverunreinigungen – Messstrategie für flüchtige organische Verbindungen (Stand: Dezember 2000)
- (12) VDI-Richtlinie 4300-8: Messen von Innenraumluftverunreinigungen – Probenahme von Hausstaub (Stand: Juni 2001)
- (13) Bayrisches Landesamt für Umweltschutz: Organische Luftschadstoffe in Innenräumen – Probenahme, Messung und Bewertung. (Stand: Dezember 2003)
- (14) Case study: 2-Ethyl-1-hexanol in Indoor Air as a Possible Cause of Sick Building Symptoms, Michihimi Kamijima et. Al., J Occup Health 2002; 44, 186 – 191
- (15) Modelversuch und Prüfkammeruntersuchung zur Beurteilung von Innenraumbelastungen durch textile Bodenbeläge und Textilbelagsklebstoffe, Michael Fischer, Friedhelm Diel und Eva Diel, Umweltberatung Fulda, Petersgasse 27, 36037 Fulda