

UNTERSUCHUNGSBERICHT

MEIER-KOPP AG

AARGAUERSTRASSE 180

8048 ZÜRICH



AUFTRAGGEBER	Meier-Kopp AG, Herr Pascal Hartung, Aargauerstrasse 180, CH- 8048 Zürich
OBJEKT	Aargauerstrasse 180, CH- 8048 Zürich
PROJEKTNUMMER	2009-1727-01
KUNDENREFERENZ	S:\DAT\PRO\MESS\2009\Aargauerstr.180\ebericht 1727-01.doc
PROJEKTLEITER	Sabine Blaser
AUFTRAG VOM	April 2008
AUSFÜHRUNG DER ABKLÄRUNGEN:	25. Februar 2009
QUALITÄTSSICHERUNG:	pt
ANZAHL SEITEN BERICHT:	14

Zürich, 14. April

BAU- UND UMWELTCHEMIE
Beratungen + Messungen AG



R. Coutalides
Geschäftsführer
Mitglied der Schweiz. Gerichtsexpertenkammer
SWISS EXPERTS



Sabine Blaser
Projektleitung

Dieser Bericht besteht aus oben genannter Anzahl Seiten einschliesslich Deckblatt und darf nur vollinhaltlich, ohne Weglassung oder Hinzufügung, veröffentlicht werden. Wird er auszugsweise vervielfältigt, so ist vorab die Genehmigung der Firma *BAU- UND UMWELTCHEMIE Beratungen + Messungen AG*, Zürich einzuholen. Dieser Bericht wurde nach bestem Wissen und Gewissen unter Bedachtnahme aller bekannten und erhobenen Umstände erstellt. Für über die Aussagen des Berichts hinausgehende Folgerungen und Konsequenzen übernehmen die Aussteller keinerlei Haftung. Bei allfälligen Vorladungen als Zeuge durch das Gericht, muss der Aufwand, sofern nicht vom Gericht gedeckt, durch den Auftraggeber in voller Höhe im Stundenansatz entschädigt werden. Die auf dem Internet publizierten Allgemeinen Geschäftsbedingungen der *BAU- UND UMWELTCHEMIE Beratungen + Messungen AG* sind integrierender Bestandteil dieses Berichts (www.raumlufthygiene.ch -> AGB).

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Zusammenfassung	4
2.	Ausgangslage	5
3.	Untersuchungen	6
4.	Messergebnisse und Interpretation	7
4.1	Visuelle Hygieneinspektionen	7
4.2	Keime – Oberflächenanalyse	8
4.3	Keime – Luftanalyse	9
4.4	Partikel – Luftanalyse	10
5.	Schlussfolgerungen / Empfehlungen	11
6.	Fotodokumentation	12
7.	Anhang I Probenahme	14
7.1	Keim – Analysen	14
7.2	Partikel – Analyse	14

1. ZUSAMMENFASSUNG

AUSGANGSLAGE

Das Grossraumbüro der Fa. Meier-Kopp AG im 3. Obergeschoss der Aargauerstrasse 180 in Zürich wird durch eine Klimaanlage aus dem Jahr 1992 belüftet. Die RLT-Anlage fasst die Frischluft auf dem Dach und ist mit einer Filterstufe (F6), einem Kreuzstromwärmetauscher, einem Luftkühler und einem Luftherhitzer ausgestattet.

UNTERSUCHUNGEN

Im Rahmen einer Hygieneinspektion wurde an der Klimaanlage eine erweiterte Sichtprüfung durchgeführt. Neben Keimuntersuchungen an ausgewählten Registeroberflächen wurde die Zuluft- mit der Aussenluftqualität verglichen.

MESSERGEBNISSE UND INTERPRETATION

Die Zuluft ist als einwandfrei zu bewerten. Die untersuchten Oberflächen im Monoblock zeigen, dass die Anlage in einem guten mikrobiologisch-hygienischen Zustand ist. Die visuelle Inspektion zeigt, dass die Register leicht bis mässig verschmutzt sind. Dies gilt auch für die Zuluftdurchlässe. Die Aussenluftfassung und die abluftseitige Kondensatwanne des Kreuzstromwärmetauschers zeigen starke Korrosionsspuren. Zudem fehlt beim Tropfenabscheider des Luftkühlers ein funktionstüchtiger Abfluss. Die Segeltuchstutzen von Zu- und Abluftventilator sind nicht dicht angeschlossen, so dass die Effizienz der Klimaanlage herabgesetzt ist. Der Monoblock ist sehr gut zugänglich, eine Ausnahme bildet der ausgelagerte Luftherhitzer im 3. Obergeschoss.

SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN

Die Zuluft der untersuchten Klimaanlage ist von sehr guter Qualität. Allerdings weist der Monoblock einige visuelle Hygienemängel auf. Wir empfehlen vorsorglich die folgenden Massnahmen:

- Regelmässige, gründliche Reinigung der Anlage, inklusive Drallauslässe im Büro
- Segeltuchstutzen der Ventilatoren sauber anschliessen
- Einbau eines Abflusses beim Tropfenabscheider des Luftkühlers
- Die Zugänglichkeit zum Luftherhitzer soll verbessert werden
- Der Ersatz der korrodierten Register (Aussenluftfassung und abluftseitige Kondensatwanne des Kreuzstromwärmetauschers) sollte in Erwägung gezogen werden

Wir empfehlen, bei der untersuchten Klimaanlage im Winter 2012 eine erneute Hygieneinspektion durchzuführen.

2. AUSGANGSLAGE

OBJEKT

Das mehrstöckige Bürogebäude an der Aargauerstrasse 180 in Zürich wurde in den 1990er Jahren erbaut. Es befindet sich an äusserst verkehrsreicher Lage zwischen der Autobahnzufahrt und dem Schienenstrang zum Zürcher Hauptbahnhof. Das untersuchte Grossraumbüro der Meier-Kopp AG befindet sich im 3. Obergeschoss im südlichen Gebäudebereich. Der Boden des Grossraumbüros ist gefliest, Wände und Decken gestrichen. Das Büro wird über eine Zentralheizung beheizt.

ANLAGENBESCHREIB

Die Frischluftversorgung des Grossraumbüros geschieht über eine einfache Klimaanlage, optional können die Fenster geöffnet werden. Die RLT-Anlage hat Baujahr 1992 und wird mit einem Luftvolumenstrom von 2350 m³/h betrieben. Die Aussenluft (AUL) wird auf dem Dach des Gebäudes direkt in den Monoblock (Orion Typ GS 335A) gesogen¹. Die Luft wird über eine Filterstufe der Klasse F6 geführt (letzter Filterwechsel: Oktober 2008) und anschliessend über einen Kreuzstromwärmetauscher ein erstes Mal erwärmt. Im darauf folgenden Register kann die Luft je nach Bedarf gekühlt werden, bevor die Luft über den Keilriemen-Ventilator in den Zuluftkanal strömt. Ein Luftherhitzer im 3. Obergeschoss ermöglicht die Nacherwärmung der Zuluft (ZUL). Anschliessend wird sie ins Grossraumbüro geführt, wo sie über Drallauslässe in den Raum gebracht wird. Die Zuluftkanäle und -durchlässe im 3. Obergeschoss wurden 2007 revidiert. Die Abluft (ABL) wird vor dem Kreuzstromwärmetauscher filtriert (Filterklasse F6) und am Monoblock über der Aussenluftfassung weggeblasen.

¹ Eine schematische Darstellung der RLT-Anlage ist in Abb. 1 auf Seite 6 zu finden.

3. UNTERSUCHUNGEN

AUFTRAG

Im Rahmen des KTI-Projektes zum Hygienezustand von RLT-Anlagen in der Schweiz wurde die Fa. BAU- UND UMWELTCHEMIE Beratungen + Messungen AG beauftragt, vergleichende Luftmessungen zwischen Aussen- und Zuluft, sowie Keimzahlbestimmungen an verschiedenen Oberflächen der Klimaanlage durchzuführen. Der Auftrag beinhaltete zusätzlich eine visuelle Hygieneinspektion.

MESSPUNKTE

Ein Schema der untersuchten RLT-Anlage sowie Art und Ort der Probenahmen sind in Abb. 1 dargestellt. Die Bestimmung der Keim- und Partikelzahl in der Aussenluft erfolgte auf dem Dach des Gebäudes, die Zuluftmessung wurde im Grossraumbüro der Fa. Meier-Kopp AG durchgeführt.

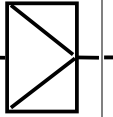
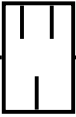
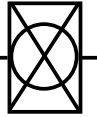
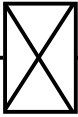
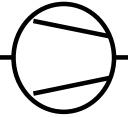



Register	Aussenluftfassung	Filterstufe F6	Schalldämpfer	Wärmerückgewinnung: Kreuzstromwärmetauscher	Luftkühler	Ventilator	Zuluftkanal	Lufterhitzer	Zuluftkanal	Zuluftdurchlass
Schema	AUL →									ZUL →
Probenahme	Luft: Keime, Partikel	Oberfläche: Abklatsch Keime			Oberfläche: Tupfer Keime					Luft: Keime, Partikel

Abb. 1: Schematische Darstellung der Messpunkte

MESS- UND RANDBEDINGUNGEN

Die Messungen der Aussen- und Zuluft wurden im laufenden Betrieb der Anlage durchgeführt. Für die Inspektion wurde die Anlage abgestellt. Zum Messzeitpunkt betrug die Zulufttemperatur 19.7°C bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 26.9%. In der Aussenluft herrschten 6.2°C und 60.6% relative Luftfeuchtigkeit. Ein blauer Himmel mit wenigen Quellwolken bestimmte die Wetterlage.

4. MESSERGEBNISSE UND INTERPRETATION

4.1 VISUELLE HYGIENEINSPEKTIONEN

ERGEBNISSE

In Tab. 1 sind die Resultate der Sichtprüfung an der Klimaanlage zusammengestellt.

Tab. 1: Ergebnisse der visuellen Inspektion

Visuelle Inspektion	Bemerkungen
Allgemeiner Eindruck	Der Monoblock ist mit Ausnahme des Lufterhitzers sehr gut zugänglich. Die Register der Zuluftseite sind leicht bis mässig verschmutzt (vgl. Fotodokumentation, Abb. 5, Abb. 6, Abb. 8 und Abb. 9 auf Seiten 12 und 13). Eine leichte Verunreinigung zeigen ebenfalls die Zuluftdurchlässe.
Aussenluftfassung	Die Aussenluftfassung hat praktisch keinen Abstand zum Fortluftdurchlass, so dass je nach Wetterlage die Ansaugung von Fortluft möglich ist (vgl. Abb. 3, S.12). Das Register zeigt starke Korrosionsspuren (vgl. Abb. 4, S.12).
Filterstufe F6	Die Filterklasse F6 ist eher tief gewählt, laut VDI 6022 respektive SWKI VA104-01 gilt eine Filterklasse F7 als Mindestanforderung.
Kreuzstromwärmetauscher	Die Kondensatwanne ist abluftseitig äusserst verschmutzt und von Korrosionsspuren gezeichnet (vgl. Abb. 7, S.12).
Luftkühler	Am Tropfenabscheider fehlt ein Abflussrohr.
Zuluftventilator	Der Segeltuchstutzen ist nicht an den Zuluftkanal angeschlossen (vgl. Abb. 10, S.13).
Lufterhitzer	Die Zugänglichkeit zum Lufterhitzer im 3. Obergeschoss ist durch eine verschraubte Türe stark erschwert.
Abluftventilator	Der Segeltuchstutzen ist auch hier nicht sauber angeschlossen, was die Effizienz der Lüftung herabsetzt.


4.2 KEIME – OBERFLÄCHENANALYSE

ERGEBNISSE

Die folgende Tab. 2 zeigt die Ergebnisse der Keimuntersuchungen an den Oberflächen.

Tab. 2: Ergebnisse der Oberflächenuntersuchungen

Ort der Probenahme	Probeart	Anzahl koloniebildender Einheiten
		KBE/cm ²
Boden Filterkammer	Abklatsch	0.3
Lamellenoberflächen Luftkühler	Tupfer	<1

 guter oder sehr guter Zustand

 grenzwertiger Zustand

 unzureichender Zustand

INTERPRETATION - KEIME AN OBERFLÄCHEN

Die Abklatschprobe am Gehäuseboden nach der Filterstufe zeigt eine leichte Verunreinigung mit der Pilzgattung *Penicillium*. Das Ausmass der Verkeimung liegt laut VDI 6022 respektive SWKI VA104-02² im Bereich eines guten mikrobiologisch-hygienischen Zustandes.

Auch die festgestellte Anzahl koloniebildender Einheiten (KBE) auf den Lamellen des Luftkühlers weisen auf einen guten Zustand des Monoblocks hin.

² SWKI Richtlinie VA104-02 entspricht VDI 6022, Blatt 2, Hygiene-Anforderungen an Raumluftechnische Anlagen und Geräte – Messverfahren und Untersuchungen, VDI-Richtlinien, VDI (Verein Deutscher Ingenieure), Juli 2007

4.3 KEIME – LUFTANALYSE

ERGEBNISSE

Tab. 3 zeigt die Resultate der Keimanalysen in Aussenluft und Zuluft der Klimaanlage.

Tab. 3: Ergebnisse der Keimmessungen in der Aussenluft (AUL) und Zuluft (ZUL)

Messparameter	AUL Dach	ZUL Grossraumbüro
	KBE/m ³	KBE/m ³
Gesamtkoloniezahl	110	<4
Koloniezahl Bakterien	30	<4
Koloniezahl Pilze	80	<4

Anforderungen SWKI VA104-01 ■ erfüllt ■ teilweise erfüllt ■ nicht erfüllt

INTERPRETATION - KEIME IN DER LUFT

Ein Vergleich der Ergebnisse der Keimmessungen in der Aussenluft und in der Zuluft zeigt, dass die RLT-Anlage Keime vollständig abscheidet. In der Aussenluftprobe wurden Pilze der Gattungen *Cladosporium*, *Wallemia* und *Eurotium* sowie Hefepilze festgestellt.

Die Anforderung der VDI 6022 respektive SWKI VA104-01³, wonach die zugeführte Luft eine höhere Qualität als die Aussenluft aufweisen soll, wird von der Anlage vollständig erfüllt. Einwandfreie Anlagen mit an den Standort angemessener Filtrierleistung erreichen maximale Zuluftkonzentrationen von 120 KBE/m³ bei den Schimmelpilzen und 190 KBE/m³ bei den Bakterien⁴.

³ SWKI Richtlinie VA104-01 entspricht VDI 6022, Blatt 1, Hygiene-Anforderungen an Raumluftechnische Anlagen und, VDI-Richtlinien, VDI (Verein Deutscher Ingenieure), April 2006

⁴ Heinss, U, et al, Hygieneinspektionen in der Praxis, Spektrum Gebäudetechnik (SGT), November 2004, www.robe-verlag.ch

4.4 PARTIKEL – LUFTANALYSE

ERGEBNISSE

In Tab. 4 sind die Messergebnisse für Feinstaub in Aussen- und Zuluft der Klimaanlage zusammengefasst.

Tab. 4: Ergebnisse der Feinstaubuntersuchungen

Feinstaubklassen	AUL Dach	ZUL Grossraumbüro
	Partikel pro Liter	Partikel pro Liter
Partikel >0.8 µm	392	66
Partikel >2 µm	46	2

■ GI-Zertifikatswerte erreicht
 ■ Anforderungen SWKI VA104-01 erfüllt
 ■ Anforderungen SWKI VA104-01 nicht erfüllt

INTERPRETATION - FEINSTAUB

Gegenüber der Aussenluft ist die Partikelkonzentration in der Zuluft stark reduziert. Die Verbesserung gegenüber der Aussenluft beträgt je nach Partikelgrösse zwischen 83 und 96%. Dies liegt über der erwarteten Abscheidung bei einer Filterstufe der Klasse F6⁵.

Die Anforderungen der VDI 6022 respektive SWKI VA104-01⁶, wonach die zugeführte Luft eine höhere Qualität als die Aussenluft aufweisen soll, wird von der RLT-Anlage vollständig erfüllt. Einwandfreie Anlagen mit an den Standort angemessener Filtrierleistung erreichen maximale Zuluftkonzentrationen von 150 Partikeln pro Liter für die Grössenklasse >0.8 µm, beziehungsweise 10 Partikeln pro Liter für die Grössenklasse >2 µm. Dieselben Werte kommen auch für das Zertifikat GI⁷ GUTES INNENRAUMKLIMA[®] zur Anwendung.

⁵ SWKI Richtlinie VA101-01, Klassifizierung, Testmethoden und Anwendung von Luftfiltern, SWKI (Schweizerischer Verein von Wärme- und Klima-Ingenieure), 2007

⁶ SWKI Richtlinie VA104-01 entspricht VDI 6022, Blatt 1, Hygiene-Anforderungen an Raumluftechnische Anlagen und, VDI-Richtlinien, VDI (Verein Deutscher Ingenieure), April 2006

⁷ www.innenraumklima.ch

5. SCHLUSSFOLGERUNGEN / EMPFEHLUNGEN

Sowohl die Messungen an den Oberflächen im Monoblock als auch die Luftanalysen weisen auf einen guten hygienischen Zustand der Klimaanlage hin. Die Zugänglichkeit zum Monoblock ist als sehr gut einzustufen. Bei einer zukünftigen Revision sollte nach Möglichkeit ein ausreichender Abstand zwischen Aussenluftfassung und Fortluftdurchlass eingehalten werden, um das Ansaugen von Fortluft zu verhindern. In Abb. 2 und Tab. 5 sind die Mängel und Verbesserungsvorschläge zusammengestellt, die ohne konstruktive Massnahmen behoben werden können.

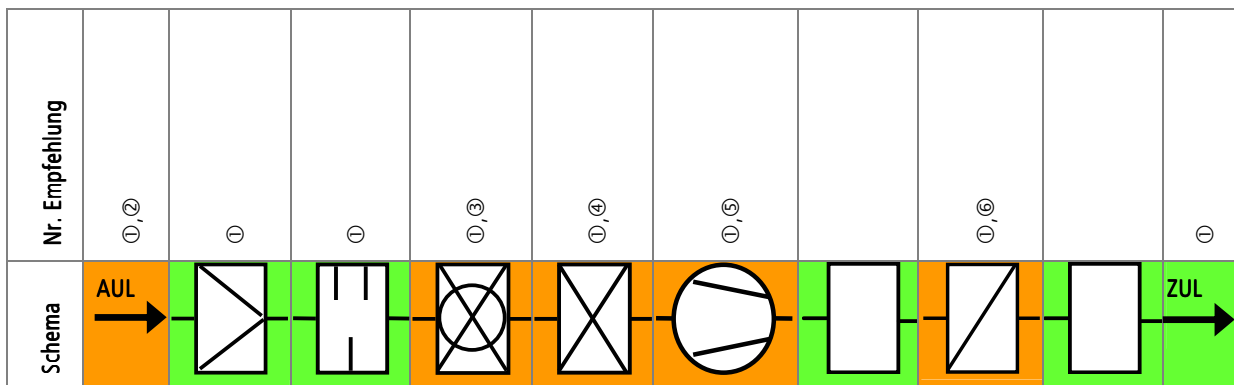


Abb. 2: Beurteilung des Zustands der Register: ■ = unzureichend ■ = grenzwertig ■ = gut bis sehr gut

Tab. 5: Bemerkungen zu Abb. 2

Nr. Empfehlung	Verbesserungsvorschläge	Priorität
① Allgemeines	Wir empfehlen, die ganze Klimaanlage inklusive Zuluftdurchlässe gründlich zu reinigen.	1. Priorität
② Aussenluftfassung	Der Ersatz des Registers ist aufgrund der übermässigen Korrosionsspuren in Erwägung zu ziehen.	2. Priorität
③ Kreuzstromwärmetauscher	Zwar liegt die starke Verunreinigung und Korrosion auf der Abluftseite des Wärmetauschers, trotzdem sollte auch hier der Ersatz des Registers überprüft werden.	2. Priorität
④ Luftkühler	Der Abfluss von Flüssigkeit beim Tropfenabscheider sollte garantiert sein.	1. Priorität
⑤ Ventilator	Wir empfehlen, den Segeltuchstutzen richtig anzuschliessen und so für einen effizienten Betrieb der Anlage zu sorgen. Dies gilt ebenfalls für den Abluftventilator.	1. Priorität
⑥ Luftheritzer	Das Register sollte zugänglich gemacht werden.	1. Priorität

6. FOTODOKUMENTATION



Abb. 3: Kleiner Abstand zwischen AUL-Fassung (weisser Pfeil) und FOL-Durchlass (schwarzer Pfeil)



Abb. 4: Übermässige Korrosion im Anschluss an die Ausenluftfassung



Abb. 5: Verunreinigungen im Bereich Jalousieklappen und Filterstufe



Abb. 6: Verschmutzter Bereich nach Schalldämpfer



Abb. 7: Starke Verschmutzung auf der Abluftseite des Kreuzstromwärmetauschers



Abb. 8: Insekten auf den Lamellen des Luftkühlers



Abb. 9: Verschmutzung durch Keilriemenantrieb



Abb. 10: Schwarze Spuren zeigen, dass der Segeltuchstützen nicht angeschlossen ist

7. ANHANG I PROBENAHME

7.1 KEIM – ANALYSEN

OBERFLÄCHEN

Die Oberflächen-Probenahmen erfolgten nach dem Tupf- und Abklatschverfahren nach der Arbeitsvorschrift *AV KEIME*, welche sich auf die VDI 4300 Blatt 10 abstützt. Die Nährböden werden im Labor bebrütet und die koloniebildenden Einheiten (KBE) sowie deren Gattungen bestimmt. Die Nährmedien werden bei 30°C bzw. 50°C während 5 Tagen inkubiert.

LUFT

Die Luft-Probenahme erfolgte nach dem Kurzzeit-Impaktionsverfahren und nach der Arbeitsvorschrift *AV KEIME*, welche sich auf die VDI 4300 Blatt 10 abstützt. Die Nährböden werden im Labor bebrütet und die koloniebildenden Einheiten (KBE) sowie deren Gattungen bestimmt. Die Nährmedien werden bei 30°C bzw. 50°C während 5 Tagen inkubiert.

7.2 PARTIKEL – ANALYSE

Die Probenahme erfolgte nach der Arbeitsvorschrift *AV PARTIKEL LUFT*, welche sich auf der Richtlinie VDI E 3867 Blatt 1 und der ISO-Norm 7708 abstützt. Das Messprinzip basiert auf einer Streulichtmessung mit Laser- und Photodiode.