

# Untersuchung biologischer Arbeitsstoffe im Befeuchterwasser von raumlufttechnischen Anlagen in Verwaltungsbetrieben

Raulf-Heimsoth M<sup>1</sup>, Arnold E<sup>2</sup>, Pohl K<sup>2</sup>, Kolk A<sup>3</sup>, Flagge A<sup>1</sup>, Brüning T<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Berufsgenossenschaftliches Forschungsinstitut für Arbeitsmedizin (BGFA), Institut der Ruhr-Universität Bochum;

<sup>2</sup> Verwaltungs-Berufsgenossenschaft Mainz; <sup>3</sup> Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz (BGIA), Sankt Augustin

## HINTERGRUND

Bisher geht man davon aus, dass schlecht gewartete raumlufttechnische Anlagen (RLTA) mit mikrobiell verunreinigtem Befeuchterwasser die Raumluft mit Bakterien und Endotoxinen belasten können. Derartige Inhalationen können Erkrankungen wie Befeuchterlunge (exogen-allergische Alveolitis, EAA) oder das Organic Dust-Toxic Syndrome (ODTS) auslösen die z.B. für Beschäftigte in Druckereien oder auch in Textilbetrieben mehrfach beschrieben wurden. Diese stichprobenartige Untersuchung von Befeuchteranlagen in Bürobetrieben hatte zum Ziel, die Qualität des Befeuchterwassers nach VDI 6022 Bl. 1 zu überprüfen und nach den Hygieneanforderungen zu beurteilen.



Befeuchterwasseranlage

## MATERIAL UND METHODEN

In 16 Bürobetrieben wurden insgesamt 54 Materialproben aus 35 RLTA und dazugehörigen Wasser-Zuleitungen (Referenzwerte) entnommen. Das Baujahr der Anlagen lag in den 70er (10%), 80er (60%), 90er (25%) Jahren und im 21. Jahrhundert (5%).

Die Befeuchterwasserproben wurden auf ihren Gehalt an Bakterien (Gesamtkoloniezahl auf CaSo-Agar), auf das Vorkommen von Legionellen (Verfahren gem. ISO/CD 11731-2) und auf Endotoxin-Aktivität (Limulus-Amoebocyten-Lysat-Test; Kinetic-QCI, Cambrex) untersucht (BGIA, St. Augustin). Weiterhin wurde der Proteingehalt nach Lowry im Mikrotestverfahren, die pyrogene Aktivität mit Hilfe des so genannten *in vitro*-Pyrogentest (IPT) und die Antigenität (d.h. Nachweis der IgG-bindenden Komponenten) der Proben bestimmt. Im IPT werden *in vitro* Blutzellen mit entsprechenden Befeuchterwasserproben inkubiert und die freigesetzten proinflammatorischen Mediatoren (hier Interleukin (IL)-1 $\beta$ ) mittels ELISA-Technik quantifiziert.

## II. Untersuchungen der Raumluft

In vier Verwaltungsbetrieben, deren Befeuchterwasser in den Voruntersuchungen eine hohe mikrobielle Kontamination aufwies, wurden bei einer Messung neben der Befeuchterwasser-Materialprobe auch Raumluftmessungen auf Endotoxine und Bakterien durchgeführt. Die Befeuchteranlagen waren alle in einer RLTA integriert und wurden regelmäßig gewartet. Die angefeuchtete Luft wurde durch mehrere Filtersysteme (F5, F7 und F9 nach DIN EN 799) befördert und erst dann in die Büroraumluft abgegeben.

Die mikrobielle Belastung des Befeuchterwassers in der Büroraumluft ist nicht wiederzufinden (Tab. 1). Vielmehr entspricht die Konzentration an Bakterien und Endotoxinen am Lüftungsauslass und im Raum selbst der Außenluft-Konzentration.

Tabelle 1: Ergebnisse der Materialproben und der Luftproben

	Materialprobe	Raumluftprobe	Luftauslass	Ref-Büro	Außenluft
Betrieb A: November 2005	Bakterien				
	Anl. 1	60 KBE/ml	115 KBE/m <sup>3</sup>	190 KBE/m <sup>3</sup>	185 KBE/m <sup>3</sup>
	Anl. 9	30 KBE/ml	<10 KBE/m <sup>3</sup>	<10 KBE/m <sup>3</sup>	
	Referenz	17 KBE/ml			
	Endotoxine				
	Anlage 1	10,22 EU/ml	0,76 EU/m <sup>3</sup>		1,60 EU/m <sup>3</sup>
Betrieb B: November 2005	Bakterien				
	A-Bau	<3 KBE/ml	75 KBE/m <sup>3</sup>	10 KBE/m <sup>3</sup>	75 KBE/m <sup>3</sup>
	Referenz	50 KBE/ml			
	M-Bau	10 KBE/ml	80 KBE/m <sup>3</sup>	30 KBE/m <sup>3</sup>	
	Referenz M-Bau	1900 KBE/ml			
	Endotoxine				
Betrieb C: November 2005	Bakterien				
	Anl. KL B38-40	6566667 KBE/ml	310 KBE/m <sup>3</sup>	315 KBE/m <sup>3</sup>	215 KBE/m <sup>3</sup>
	Anl. KL B38-41	19333 KBE/ml	130 KBE/m <sup>3</sup>	130 KBE/m <sup>3</sup>	
	Anl. KL E4-7	2000000 KBE/ml			
	Referenz KL E4-7	<3 KBE/ml			
	Endotoxine				
Betrieb D: Januar 2006	Bakterien				
	Wäscher/Halle	3966666 KBE/ml	1365 KBE/m <sup>3</sup>	385 KBE/m <sup>3</sup>	245 KBE/m <sup>3</sup>
	Referenz	<3 KBE/ml			
	Seminarraum				> 26280 KBE/m <sup>3</sup>
	Endotoxine				
	Wäscher/Halle	556 EU/ml	26,1 EU/m <sup>3</sup>		
Referenz	0,455 EU/ml				

## ERGEBNISSE

### I. UNTERSUCHUNGEN DES BEFEUCHTERWASSERS

#### 1. Bakterien (Gesamtkoloniezahl GKZ)

17 von 35 Sprühbefeuchteranlagen zeigten deutliche Überschreitungen des Orientierungswertes nach VDI 6022 Bl. 1 von 1000 KBE/ml für Bakterien (Abb. 1).

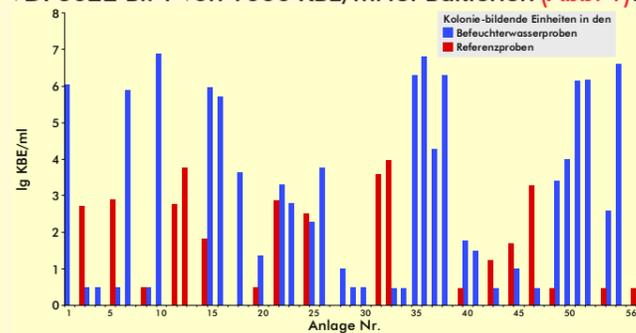


Abb. 1: Bakterienzahl im Befeuchterwasser

Elf der 35 Anlagen hatten sogar über 500.000 KBE/ml (höchste Bakterienkonzentration lag bei 7.500.000 KBE/ml (Probe 10)). Nachträgliche Recherchen ergaben, dass diese Anlage zum Zeitpunkt der Probenahme ohne die sonst übliche Zugabe von Desinfektionsmittel betrieben wurde. Dieser technische Mangel wurde anschließend sofort behoben.

Die 18 Referenzwerte wiesen mit Ausnahme von vier Proben (Probe 12, 31, 32, 46) alle Gesamtkeimzahlen von weniger als 1000 KBE/ml Bakterien auf. In keiner der untersuchten Wasserproben wurden Legionellen nachgewiesen.

#### 2. Endotoxine (LAL-Test)

Die höchste Endotoxinaktivität im Befeuchterwasser betrug 3032 EU/ml (Probe 35). Ein Orientierungswert wurde für diese Messgröße bisher nicht festgelegt (Abb. 2).

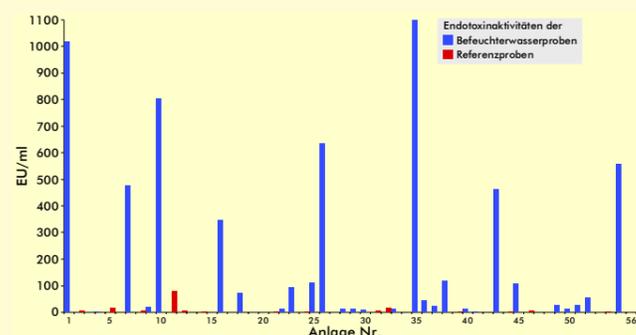


Abb. 2: Endotoxinaktivität im Befeuchterwasser von RLTA in 16 Verwaltungsbetrieben (EU/ml)

#### 3. Proteingehalt

Nur in neun Befeuchterwasserproben konnte die Proteinkonzentration quantifiziert werden (Anlage 1, 7, 9, 10, 35, 44, 45, 52, 55). In den restlichen Proben lag sie unterhalb der Nachweisgrenze von 10  $\mu$ g/ml (Abb. 3).

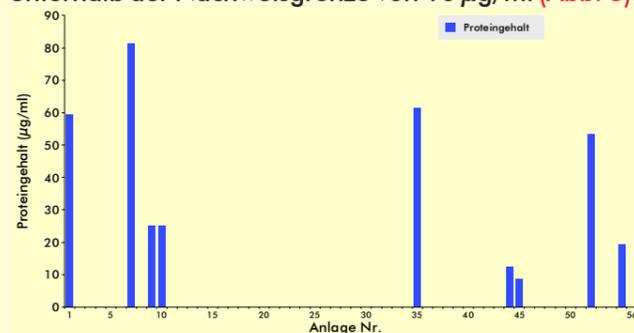


Abb. 3: Proteingehalt im Befeuchterwasser ( $\mu$ g/ml)

#### 4. Bestimmung der Interleukin 1 $\beta$ -Freisetzungskapazität mittels modifiziertem Pyrogentest (IPT)

Durch einige Befeuchterwasserproben wurden die humanen Blutzellen derart stimuliert, dass in erhöhtem Maße IL-1 $\beta$  freigesetzt wurde (Abb. 4).

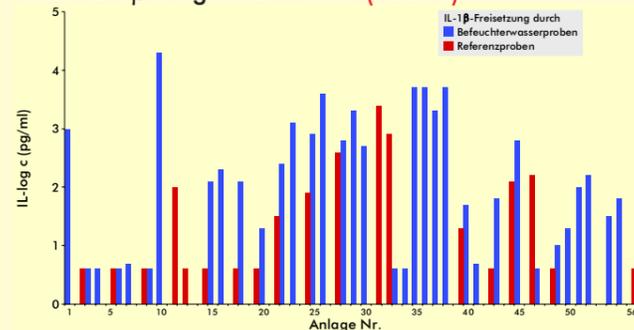


Abb. 4: Interleukin 1 $\beta$ -Freisetzungskapazität mittels modifiziertem Pyrogentest IPT (pg/ml), logarithmische Darstellung

#### 5. Antigenität

18 Befeuchterwasserproben weisen eine erhöhte Antigenität auf (Abb. 5).

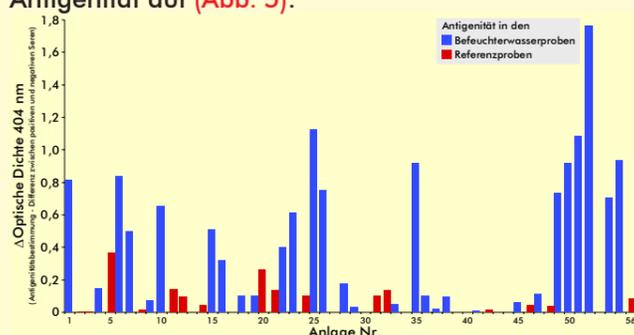


Abb. 5: Antigenität der Befeuchterwasserproben (Antigenitätsbestimmung – Differenz zwischen der IgG-Reaktivität von positiven und negativen Seren)

## Zusammenfassung

- ▶ Im Vergleich der 54 Befeuchterwasserproben war in vielen Fällen eine Übereinstimmung von Auffälligkeiten der einzelnen Parameter zu beobachten.
- ▶ In nahezu der Hälfte der untersuchten Befeuchterwasserproben aus Bürobetrieben war der für einen hygienisch einwandfreien Betrieb von RLTA in Büroräumen in der VDI-Richtlinie 6022 Bl.1 vorgegebene Orientierungswert von 1000 KBE/ml für Bakterien GKZ nicht eingehalten.
- ▶ Es ist keine signifikante Erhöhung der Konzentration an Bakterien und Endotoxinen in der Raumluft im Vergleich zur Außenluft messbar.
- ▶ Erfahrungen aus der Arbeitsmedizin belegen, dass in Bezug auf das Berufskrankheiten-Geschehen in den letzten Jahren keine relevanten Erkrankungen bei Beschäftigten in Bürobereichen beobachtet wurden.
- ▶ Eine Gefährdung des Wartungspersonals von Befeuchteranlagen liegt vor. Empfehlung: Tragen von persönlichen Schutzmaßnahmen (Atemschutz FFP2, Schutzbrille, Schutzkleidung und Schutzhandschuhen). Verpflichtende bzw. Angebot der arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen nach der Biostoff- und Gefahrstoffverordnung.