

## Umsetzung der neuen Trinkwasserverordnung § 18: Überwachung von Hausinstallationen – Wasser für den öffentlichen Gebrauch

Die Überwachung des Trinkwassers auf Grundlage der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) ist eine zentrale Aufgabe der Gesundheitsämter. Mit In-Kraft-Treten der neuen TrinkwV 2001 [1] im Jahr 2003 wurden die Aufgaben der Gesundheitsämter im Hinblick auf die Überwachung von Wasserversorgungsanlagen erheblich ausgeweitet. Demnach hat das Gesundheitsamt Wasserversorgungsanlagen zu überwachen, „aus denen Wasser für die Öffentlichkeit, insbesondere in Schulen, Kindergärten, Krankenhäusern, Gaststätten und sonstigen Gemeinschaftseinrichtungen, bereitgestellt wird“ (TrinkwV § 18 [1]). Der Mehraufwand für die Gesundheitsämter wurde vom Bundesrat auf ca. 18–20 Mio. Euro geschätzt, da sie nunmehr auch die Hausinstallationen, aus denen Wasser für die Öffentlichkeit bereitgestellt wird, in ihre Überwachung mit einbeziehen sowie erweiterten Berichts- und Informationspflichten nachkommen müssen (Bundesrat [2]).

Das Stadtgesundheitsamt Frankfurt am Main überwacht schon seit Jahren das Trinkwasser verschiedener Hausinstallationssysteme. Neben unterschiedlichen Projekten und Sonderuntersuchungen – z. B. dem Frankfurter Bleiprojekt [3], einer Kupferuntersuchung und den Legionellenuntersuchungen in Schulturnhallen – werden Altenheime, Krankenhäuser und teilweise Hotels routinemäßig auf Legionellen überprüft [4]. Außerdem werden Hausinstallationen bei Beschwer-

defällen durch das Stadtgesundheitsamt kontrolliert. Durch die Novellierung der TrinkwV hat sich in Frankfurt am Main die Zahl der zu überwachenden Einrichtungen/Objekte von ca. 300 auf etwa 4700 erhöht. Da gemäß dem Merkblatt für das Gesundheitsamt zur Durchführung der TrinkwV vom 21. Mai 2001 des Hessischen Sozialministeriums [5] nicht alle Objekte jährlich begangen werden müssen, bedeutet dies eine Steigerung von ca. 300 auf etwa 1600 jährlich zu überwachende Objekte.

Da die neu hinzugekommenen Untersuchungen der Kindereinrichtungen, Hotels und Gaststätten etc. nicht mit dem bereits vorhandenen Personal durchzuführen waren und angesichts der kommunalen Finanzlage eine Ausweitung des Personalbestands nicht möglich war, wurden seitens der Stadt Frankfurt innovative Lösungen unter strikter Beachtung der Anforderungen der TrinkwV 2001 gesucht. So wurde zur Entnahme und Untersuchung von Wasserproben in diesen Einrichtungen ein nach § 19 Abs. 2 TrinkwV 2001 bestelltes Institut beauftragt. Der Beauftragung ging ein Ausschreibungsverfahren voraus. Darüber hinaus wurde für Kindereinrichtungen und Schulen eine vom Stadtgesundheitsamt finanzierte Vorerhebung der technischen Daten an Ingenieurbüros vergeben. Auf diese Weise konnte sichergestellt werden, dass 2004/2005 flächendeckend alle Kindereinrichtungen, medizinische

Einrichtungen sowie Turnhallen und Bäder untersucht und technisch erfasst wurden. Weitere Einrichtungen wie Hotels, Wohnheime und Sportanlagen werden in einem zweiten Schritt bis Sommer 2006 folgen.

Über die Erfahrungen aus den Überwachungen sowie über die Ergebnisse und die Schlussfolgerungen aus der flächendeckenden Überprüfung in Kindereinrichtungen (Kitas, Schulen, Schulturnhallen) sowie in medizinischen und Sporteinrichtungen wird nachfolgend berichtet.

### Material und Methode

Für die Erfassung der technischen Daten der Hausinstallation wurde zunächst ein Fragebogen erarbeitet, der als Vorgabe für die technische Vorerhebung durch die Ingenieurbüros und als Grundlage für die Besichtigungen durch das Stadtgesundheitsamt dient. Dieser umfasst Fragen zu Leitungsmaterialien, zur Trinkwassererwärmung, zu Brandschutzleitungen, zum Gebäude allgemein, zur Zirkulation und zu Wasseraufbereitungsanlagen (Fragebogen siehe Anhang). Die Daten wurden anschließend in einer eigens dafür erstellten Datenbank im PC erfasst, einer Plausibilitätsüberprüfung unterzogen und mit einem Statistikprogramm ausgewertet.

Die Besichtigungen der Wasserversorgungsanlagen der ohnehin bereits in der Überwachung des Gesundheitsamtes befindlichen Einrichtungen wie Schulturn-

hallen, Krankenhäuser Altenpflegeheime etc. wurden mit dieser Checkliste durch Mitarbeiter des Amtes (Ingenieure/Gesundheitsaufseher) vorgenommen. In Kindereinrichtungen und Schulen (ohne Schulturnhallen) wurden die technischen Vorerhebungen von 3 beauftragten Ingenieurbüros durchgeführt. Die Beprobung der Systeme erfolgte größtenteils durch ein beauftragtes Labor (§ 19 TrinkwV 2001 bestellte Stellen), die Analytik der Proben fand ausschließlich durch dieses Labor statt.

Nach § 19 Abs. 7 wurden Blei, Nickel und Kupfer untersucht. Es wurde eine gestaffelte Stagnationsbeprobung gemäß Empfehlung des Umweltbundesamtes vorgenommen [6] (So: Probe von 1 l Volumen aus dem fließenden Wasser nach Ablaufenlassen bis Temperaturkonstanz; S1: Probe von 1 l Volumen nach einer Stagnationszeit von 4 Stunden nach der So-Probe ohne Ablaufenlassen; S2: Probe von 1 l Volumen direkt nach der S1-Probe ohne weiteres Ablaufenlassen); Cadmium wurde zusätzlich in der S2-Probe untersucht; nach TrinkwV 2001 Anlage 2 Teil II. Weiterhin wurden im Kaltwasser Nitrit sowie die Fäkalindikatoren (*E. coli*, Enterokokken, coliforme Bakterien; TrinkwV-Anlage 1 Teil 1) und die Koloniezahlen bei 22 °C und 36 °C (Bebrütungstemperatur) im Kaltwasser bestimmt. Zusätzlich wurde Warmwasser, sofern Duschen und eine zentrale Trinkwassererwärmung vorhanden waren, nach Ablauf gemäß Empfehlungen des Umweltbundesamtes [7] und des DVGW Arbeitsblatt W 551 [8] in Verbindung mit Anlage 4 Teil I der TrinkwV 2001 auf Legionellen beprobt und analysiert. Hierbei kamen sowohl der Direktansatz als auch die Membranfiltrationsmethode parallel zum Einsatz. Mit der Legionellenuntersuchung wurde im Warmwasser die Koloniezahlen bei 22 °C und 36 °C (TrinkwV-Anlage 3 Nr. 9 und 10) untersucht.

Die Analytik auf Kupfer, Blei, Nickel und Cadmium wurde nach DIN EN ISO 11885 vorgenommen, *E. coli* und coliforme Bakterien wurden nach DIN EN ISO 9308-1 untersucht, Enterokokken nach DIN EN ISO 7899-2, und die Koloniezahlen bei 22 °C und 36 °C wurden nach TrinkwV a.F vom 5.12.1990 bestimmt. Legionellen wurden im Direktansatz und

Tabelle 1

	Untersuchte Gebäude und Systeme					
	Gebäude	Systeme	Trinkwasser kalt		Trinkwasser erwärmt	
			Metalle	Mikrobiologische Parameter <sup>a</sup>	Mikrobiologische Parameter <sup>a</sup>	Legionellen <sup>b</sup>
n	n	n	n	n	n	
KITA	543	545	531–535	533–567	279	272
SCHULE	205	269	191	190–191	11	–
STH <sup>a</sup> (Leg.)	210	210	–	–	–	423
APH	20	24	16–18	22–26	3	392
KRHS	17	45	22–24	20–29	19	418
DIVERSE <sup>c</sup>	17	21	10–25	22–23	8	151
<b>Gesamt</b>	<b>1003</b>	<b>1114</b>	<b>771–793</b>	<b>794–836</b>	<b>320</b>	<b>1656</b>

KITA Kindertagesstätte, Kindergarten; STH Schulturnhalle; APH Altenpflegeheim; KRHS Krankenhaus, Leg Legionellen;

<sup>a</sup> Mikrobiologische Parameter: *E. coli*, coliforme Bakterien, Enterokokken, Koloniezahl (KBE) bei 22/36 °C.

<sup>b</sup> 2004–Juni 2005.

<sup>c</sup> Justizvollzugsanstalten, Wohnhäuser, andere „öffentliche“ Gebäude.

nach Membranfiltration untersucht, positive Befunde wurden serologisch verifiziert [7].

Technische Auffälligkeiten der Hausinstallationen oder Überschreitungen der Trinkwassergrenzwerte waren dem Gesundheitsamt unverzüglich durch die Ingenieurbüros bzw. die Untersuchungsinstitute zu melden, damit dieses ggf. sofort Maßnahmen einleiten konnte.

### Ergebnisse

Von 2004 bis Juni 2005 wurden insgesamt 1003 Einrichtungen mit 1114 Hausinstallationssystemen überprüft: 543 Kindereinrichtungen, 205 Schulen, 210 Schulturnhallen, 17 Krankenhäuser, 20 Altenpflegeheime sowie 17 andere Gebäude („DIVERSE“, z. B. Justizvollzugsanstalten, Wohngebäude etc.), in denen Wasser für die Allgemeinheit bereitgestellt wurde (■ **Tabelle 1**).

### Ergebnisse der Techniküberprüfung

Es wurden eine Vielzahl technischer Daten erfasst. Nicht alle Fragen waren überall vor Ort überprüfbar. Die Angaben in der ■ **Tabelle 2** weisen die Anzahl der entsprechenden Feststellungen, bezogen auf die Anzahl der Einträge im betreffenden Feld aus, leere Felder wurden dabei nicht berücksichtigt. Die Prozentangabe bezieht sich auf das Verhältnis dieser beiden Zah-

lenangaben. Zusammengefasst zeigten sich folgende wesentliche Probleme/Problemgruppen.

### Planung und Bauausführung

Zwei Drittel aller Systeme verfügten über zentrale Trinkwassererwärmer (TWE) sowie Zwangszirkulationspumpen. Hier ergaben sich deutliche Unterschiede zwischen Krankenhäusern und Altenpflegeheimen (jeweils 100 %) und den Kindereinrichtungen (56,8 %). Bei 34,2 % der Systeme wurden Zentralmischer vorgefunden, von denen 38,4 % im Heizungsraum/in der Zentrale installiert waren. Bei 4,2 % der Systeme betrug die Entfernung zwischen der Hauseinführungsleitung (HEL) und dem TWE mehr als 100 m. Dies war insbesondere bei großen Krankenhäusern und Altenpflegeheimen der Fall. Partikelfilter fanden sich in ca. 70 % aller Fälle. Häufig wurden diese Filter als hygienisch allgemein ungünstig eingestufte nicht rückspülbare Filter eingesetzt, auch in Krankenhäusern.

42,8 % aller Systeme enthielten technisch unnötige stagnierende Leitungen, z. B. Zuführungsleitungen zum Sicherheitsventil des TWEs mit mehr als 1 m Länge. Dies traf auf 85,4 % der Systeme in Krankenhäusern und Altenpflegeheimen zu, fand sich aber auch in Schulen (78 %), während Kindertagesstätten hier mit 28 % besser abschnitten. Eine weitere Stagnationsproblematik in Form nicht durch-

strömter Membranausdehnungsgefäße wurde bei 41 von 100 Systemen gefunden.

Auch hinsichtlich der Isolation/Dämmung wurden bei 56,1 % der Trinkwasserleitungs-Systeme erhebliche Mängel festgestellt, wobei die Prüfung aus Gründen des Aufwands auf die leicht einsichtbaren Anlagenteile (Hauseinführungsraum, Strecke zum Technikraum, im Technikraum) beschränkt bleiben musste.

Ebenso hoch war mit 56,8 % die Beanstandungshäufigkeit wegen einer fehlenden Netztrennung der nassen Feuerlöscheinleitungen vom Trinkwassernetz. Mit 73,9 % zeigten hier die Krankenhäuser das schlechteste Ergebnis. Ebenso wurden bei 52,6 % aller Systeme eine ungesicherte Befüllung der Heizung mit einem permanent angeschlossenen Schlauch vorgefunden bzw. praktiziert.

In 32 Systemen wurden noch Bleileitungen für Kaltwasser festgestellt.

### Anlagenbetrieb

Die zentralen Warmwasseranlagen waren ausnahmslos als Zirkulationssysteme ausgelegt. In etwa der Hälfte der Kindereinrichtungen und Schulen wurden die Zirkulationspumpen mit Nachtabschaltung betrieben.

Wo technisch möglich, wurden die Temperaturen der Warmwasserbereiter gemessen. Diese lagen bei 57 % der Kindereinrichtungen und 60 % der Schulen (gegenüber Alten- und Pflegeheimen mit nur 15 %) unter 60 °C. Weitere Temperaturmessungen wurden an der Kaltwasserleitung im Hauseinführungsraum und im Bereich der Kaltwassereinführung in den TWE durchgeführt. Auch wurde die Länge der Kaltwasserleitung vom Hauseinführungsraum bis zum Technikraum abgeschätzt. Die Kaltwassertemperaturen im Hauseinführungsraum lagen bei 2,5 % der Systeme oberhalb von 20 °C, fast ausschließlich betraf dies Kindereinrichtungen. Temperaturen von >25 °C im Bereich der Einführung in den TWE wurden ebenfalls ausschließlich in Kindereinrichtungen und Schulen (zu 24,3 %), nicht in medizinischen Einrichtungen gefunden.

In etwa der Hälfte der Systeme in Krankenhäusern und Altenpflegeheimen waren Anlagenkomponenten und/oder Betriebsweisen zur Legionellenprävention

Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz 2006 · 49:000-000  
DOI 10.1007/s00103-006-0011-■  
© Springer Medizin Verlag 2006

W. Hentschel · K. Voigt · U. Heudorf

### Umsetzung der neuen Trinkwasserverordnung § 18: Überwachung von Hausinstallationen – Wasser für den öffentlichen Gebrauch

#### Zusammenfassung

Die Überwachung des Trinkwassers auf Grundlage der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) ist eine zentrale Aufgabe der Gesundheitsämter. Mit In-Kraft-Treten der neuen TrinkwV im Jahr 2003 müssen erstmals auch Wasserversorgungsanlagen, „aus denen Wasser für die Öffentlichkeit, insbesondere in Schulen, Kindergärten, Krankenhäusern, Gaststätten und sonstigen Gemeinschaftseinrichtungen, bereitgestellt wird“ überwacht werden (TrinkwV § 18). Für Frankfurt am Main stieg damit

die Zahl der zu überwachenden Einrichtungen/Objekte von ca. 300 auf ca. 4700. Da eine entsprechende Ausweitung des Personals nicht möglich war, waren innovative Lösungen in der Umsetzung dieser Aufgaben gefragt. Diese werden hier vorgestellt.

#### Schlüsselwörter

Trinkwasserhygiene · Trinkwasserverordnung · Gesundheitsamt · Überwachung

### Implementation of the new drinking water regulation § 18: monitoring of drinking water systems – water for public use

#### Abstract

The monitoring of drinking water based on the drinking water regulation is one of the central tasks of public health authorities in Germany. With the coming into force of the new drinking water regulation in the year 2003 also water supply plants "from which water is made available for the public, in particular in schools, kindergartens, hospitals, restaurants and other communal facilities" must be supervised for the first time (TrinkwV § 18). Thus, for Frankfurt/Main the

number of the facilities/objects which are to be supervised rose from approx. 300 to approx. 4,700. Since appropriate expansion of personnel was not possible, innovative solutions were in demand for implementation of these tasks. These are introduced here.

#### Keywords

Drinking water hygiene · Drinking water regulation · Public health authorities · Monitoring · Home installation

Tabelle 2

## Ergebnisse der technischen Erhebungen in den untersuchten Einrichtungen

Thema	Kindereinrichtungen (n=544)	Schulen ohne Turnhallen (n=268)	Altenpflegeheime (n=24)	Krankenhäuser (n=46)	DIVERSEa (n=21)	Alle Systeme (n=904)											
	Auswertbar	Zutreffend [%]	Auswertbar	Zutreffend [%]	Auswertbar	Zutreffend [%]	Auswertbar	Zutreffend [%]	Auswertbar	Zutreffend [%]							
<i>Planung/Bauausführung</i>																	
Zentrale Trinkwassererwärmung vorhanden	521	296	56,8	255	181	71,0	24	24	100,0	45	100,0	21	18	85,7	866	65,1	
Systeme mit Zwangs-Zirkulation (Pumpe)	415	244	58,8	230	180	78,3	24	24	100,0	45	100,0	21	18	85,7	735	69,5	
Schwerkraftsysteme ohne Zirkulationspumpe oder elektrischer Begleitheizung	415	13	3,1	255	0	0,0	24	24	0,0	45	0,0	18	0	0,0	757	1,7	
Systeme mit Zentralmischern (ZM)	543	148	27,3	268	134	50,0	24	24	33,3	45	26,7	21	6	28,6	901	34,2	
Zentralmischer ist im Heizungsraum/ Zentrale installiert	150	41	27,3	128	59	46,1	4	4	100,0	6	6	100,0	3	50,0	294	38,4	
Partikelfilter vorhanden	499	283	56,7	241	190	78,8	23	22	95,7	43	39	90,7	18	17	94,4	551	66,9
Nicht rückspülbarer Filter installiert	499	55	11,0	241	22	9,1	23	2	8,7	43	10	23,3	18	2	11,1	824	11,0
Entfernungen HEL bis TWE ≥ 100 m	399	5	1,3	197	16	8,1	20	2	10,0	39	3	7,7	15	2	13,3	670	4,2
Totstrecken am Sicherheitsventil des TWE	543	152	28,0	168	131	78,0	24	18	75,0	41	35	85,4	18	4	22,2	794	42,8
Durchströmte MAG vorhanden	33	23	69,7	37	11	29,7	9	3	33,3	17	1	5,9	4	3	75,0	100	41,0
<i>Anlagenbetrieb</i>																	
Nachtabtschaltung der Zirkulationspumpe(n)	240	100	41,7	162	73	45,1	24	24	0,0	45	0,0	16	0	0,0	487	17,3	35,5

<sup>a</sup> Justizvollzugsanstalten, Wohnhäuser, andere „öffentliche“ Gebäude.

Tabelle 3

### Ergebnisse der Untersuchungen auf Blei, Kupfer, Nickel, Cadmium und Nitrit in den Einrichtungen (Anzahl der Untersuchungen und der Grenzwertüberschreitungen)

		Kinder- einrichtungen		Schulen Ohne Schulturnhallen		Krankenhäuser		Altenpflegeheime		DIVERSE <sup>a</sup>		Alle	
Untersuchte Objekte (Systeme) <sup>b</sup>		534 (545)		205 (289)		17 (45)		20 (24)		17 (21)		1003 (1114)	
Analysen		n	n >GW [%]	n	n >GW [%]	n	n >GW [%]	n	n >GW [%]	n	n >GW [%]	n >GW [%]	
Blei	S0	534	0	191	0	23	0	17	0	10	0	775	0
	S1	532	1 (0,2)	191	0	23	1 (4,3)	17	0	10	0	773	2 (0,3)
	S2	531	0	191	0	23	0	16	0	10	0	771	0
Kupfer	S0	535	0	191	0	24	0	18	0	25	0	793	0
	S1	533	0	191	1 (0,5)	24	0	18	0	25	1 (4,0)	791	2 (0,3)
	S2	531	0	191	0	24	0	17	0	25	0	788	0
Nickel	S0	535	1 (0,2)	191	0	24	0	18	0	22	0	790	1 (0,1)
	S1	533	6 (1,1)	191	3 (1,6)	24	8 (33,3)	18	3 (16,7)	22	9 (40,9)	788	29 (3,7)
	S2	532	1 (0,2)	191	1 (0,5)	24	1 (4,2)	17	0	22	3 (13,6)	786	5 (0,6)
Cadmium		526	2 (0,4)	190	4 (2,1)	22	0	17	0	10	0	767	6 (0,8)
Nitrit		522	0	190	0	4	0	12	0	4	0	732	0

GW Grenzwert.

<sup>a</sup> Justizvollzugsanstalten, Wohnhäuser, andere „öffentliche“ Gebäude.

<sup>b</sup> Teilweise mehrere Systeme pro Objekt.

vorhanden bzw. wurden praktiziert. In Schulgebäuden und Kindereinrichtungen war dies nur bei 26,1% bzw. 3,6% aller Systeme der Fall.

#### Anlagenwartung

Etwa drei Viertel der TWE wurden nicht regelmäßig gereinigt, ca. die Hälfte der Filteranlagen war nie gewartet worden oder eine Wartung war nicht bekannt. Dies betraf insbesondere die Kindereinrichtungen, weniger die Altenpflegeheime oder Krankenhäuser.

#### Ergebnisse der gestaffelten Stagnationsuntersuchungen der Metalle Blei, Nickel und Kupfer sowie der Untersuchungen von Cadmium und Nitrit

Die Ergebnisse der Untersuchungen auf die Metalle Blei, Nickel, Kupfer sowie auf Cadmium und Nitrit im Kaltwasser sind in **■ Tabelle 3** zusammengefasst. Der Grenzwert der TrinkwV 2001 für Blei liegt derzeit bei 0,025 mg/l, für Kupfer bei 2 mg/l, für Nickel bei 0,02 mg/l und für Cadmium bei 0,005 mg/l.

Bei der Beprobung von 775 Systemen wurden 2 Grenzwertüberschreitungen für Blei (>0,025 mg/l) in der S1-Probe (je eine Kindereinrichtung und ein Krankenhaus) festgestellt, in 771 S2-Proben ergaben sich keine Grenzwertüberschreitungen. Bei Kupfer ergaben sich geringfügige Grenzwertüberschreitungen (>2 mg/l) in 2 S1-Proben (1 Schule, 1 Diverse), sämtliche 793 So-Proben und 788 S2-Proben blieben ohne Beanstandung. Grenzwertüberschreitungen für Nickel wurden insbesondere in der S1-Probe festgestellt: Betroffen waren 6 (1,1%) Kindereinrichtungen, 3 (1,6%) Schulen, 3 (16,7%) Altenpflegeheime, 8 (33,3%) Krankenhäuser und 9 (40%) bei „Diverse“. In den S2-Proben für Nickel fanden sich Grenzwertüberschreitungen in je einer Kindereinrichtung, einer Schule und einem Krankenhaus sowie 3 (13,6%) „Diverse“. Der Grenzwert für Cadmium in der S2-Probe war in 6 Einrichtungen überschritten (2 Kindereinrichtungen und 4 Schulen). Bei Nitrit war der Grenzwert in allen 732 Analysen unterschritten. Der höchste Messwert lag bei 0,06 mg NO<sub>2</sub>/l.

#### Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen

Die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen aus Kalt- und Warmwasser (ohne Legionellen) zeigt die **■ Tabelle 4**. Im Kaltwasser wurde E. coli in einer von 794 (0,1%) Proben (aus einer Kindereinrichtung) nachgewiesen, Enterokokken wurden nie nachgewiesen. Coliforme Bakterien fanden sich in insgesamt 12 von 811 Proben (1,2%), davon in 4 von 550 Proben (0,8%) aus Kindereinrichtungen und in 8 von 26 Proben (30,8%) aus Altenpflegeheimen, mit einem Maximalwert von 95 KBE/l. In den wenigen Warmwasserproben wurden Fäkalindikatoren nie nachgewiesen.

Die Koloniezahl bei einer Bebrütungstemperatur von 22°C wies in 2 von 836 (0,2%) Kaltwasserproben und in 9 von 320 (2,7%) Warmwasserproben mehr als 100 KBE/ml auf, die Koloniezahl bei einer Bebrütungstemperatur von 36°C lag in 12 (1,4%) Kaltwasserproben und 28 (8,7%) Warmwasserproben bei über 100 KBE/ml.



Tabelle 4

## Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen im Kalt- und Warmwasser (ohne Legionellen) in den verschiedenen Einrichtungen

Untersuchte Objekte (Systeme) <sup>b</sup>	Kinder-einrichtungen		Schulen Ohne Schulturnhallen		Krankenhäuser		Altenpflegeheime		DIVERSE <sup>a</sup>		Alle	
	n	n >GW [%]	n	n >GW [%]	n	n >GW [%]	n	n >GW [%]	n	n >GW [%]	n >GW [%]	
<b>Trinkwasser kalt</b>												
533	1 (0,2)	190	0	22	0	26	0	23	0	794	1 (0,1)	
550	4 (0,8)	190	0	22	0	26	8 (30,8)	23	0	811	12 (1,5)	
550	0	190	0	20	0	22	0	22	0	804	0	
567	1 (0,2)	191	0	29	0	26	0	23	1 (4,3)	836	2 (0,2)	
567	7 (1,2)	191	3 (1,6)	29	1 (3,4)	26	0	23	1 (4,3)	836	12 (1,4)	
<b>Trinkwasser warm</b>												
E. coli	3	0	1	0	2	0	2	0	0	0	8	0
Coliforme	18	0	1	0	2	0	2	0	0	0	23	0
Enterokokken	18	0	1	0	2	0	0	0	0	0	21	0
KBE 22 °C	279	9 (3,2)	11	0	19	0	3	0	8	0	320	9 (2,7)
KBE 36 °C	279	28(10,0)	11	0	19	0	3	0	8	0	320	28 (8,7)

GW Grenzwert, KBE Kolonie-bildende Einheiten.

<sup>a</sup> Justizvollzugsanstalten, Wohnhäuser, andere „öffentliche“ Gebäude.

<sup>b</sup> Teilweise mehrere Systeme pro Objekt.

In allen Gebäuden, in denen Duschwasser vorhanden war, wurden Warmwasserproben auf Legionellen untersucht. Die zwischen Januar 2004 und Ende Mai 2005 erhaltenen Ergebnisse der Legionellenüberwachung des Gesundheitsamtes sind in **■ Tabelle 5** zusammengefasst. Diese enthält auch die Ergebnisse aus den durch das Amt selbst seit Jahren überwachten Schulturnhallen und Bädern sowie weiterer Liegenschaften (Diverse). Als Grundlage für die Eingruppierung der Kontamination wurden der jeweils höchste Wert der jeweiligen Nachweismethode (Direktansatz/Membranfiltration) sowie der höchste sich daraus ergebende Wert einer Messreihe gewertet. Während in den Kindereinrichtungen nur 5 Proben (1,8%) >1000 KBE/100 ml und damit einen Sanierungsbedarf bzw. umgehenden Desinfektionsbedarf erbrachten, waren dies bei den Schulturnhallen 22,3% (von 425 Untersuchungen). Auch in mehr als 5% der Krankenhäuser und Altenpflegeheime wurden hohe (>1000 KBE/100 ml) und in jeweils 2 Einrichtungen sehr hohe (>10.000 KBE/100 ml) Werte gemessen.

## Diskussion

Trinkwasser ist unser wichtigstes und sicherstes Lebensmittel. Trinkwasserbedingte Seuchen/Infektionsausbrüche sind heute in Ländern der westlichen Welt durch eine entsprechende Trinkwasseraufbereitung und -überwachung sehr selten. Die früher häufigen trinkwasserbedingten Ausbrüche durch Fäkalkeime wie Cholera und Typhus kommen in Europa nicht mehr vor; dafür sind in den letzten Jahren neue trinkwasserbedingte Krankheitserreger aufgetreten und Ausbrüche publiziert worden, auch z. B. durch Parasitendauerformen [9, 10, 11]. Die Wasserversorger sind verpflichtet, engmaschige Eigenkontrollen des Trinkwassers durchzuführen. Darüber hinaus werden sie zusätzlich durch die Gesundheitsämter im Sinne einer externen Qualitätskontrolle auf der Grundlage des Infektionsschutzgesetzes/der TrinkwV überwacht. Bei Grenzwertüberschreitungen muss das Gesundheitsamt nach § 9 TrinkwV unverzüglich Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung anordnen, im Extremfall z. B. Abkochempfehlung oder Ersatz-Wasser-

versorgung etc. Durch diese Regelungen sind trinkwasserbedingte Erkrankungen weitgehend zu verhindern.

Die Problematik der chemischen Veränderung der Trinkwasserqualität durch Hausinstallationen ist aus Studien hinlänglich bekannt: Diese zeigen, dass bleihaltige Wasserleitungen zu teilweise hohen Bleikonzentrationen im Trinkwasser führen [3, 12, 13, 14]. Auch zur Kupferproblematik im Trinkwasser sind größere Untersuchungsserien publiziert [15, 16]. Zur Frage seiner Kontamination mit Nickel und Cadmium, das aus den Materialien der Armaturen und der Trinkwasserleitungen freigesetzt werden kann, wurden zahlreiche Analysen im Rahmen der Umweltsurveys durchgeführt [17, 18].

Das essenzielle Spurenelement Kupfer kann in höheren Konzentrationen bei jungen Säuglingen hepatotoxische Wirkungen zeigen, in Konzentrationen über 2–4 mg/l Trinkwasser kann es auch bei Erwachsenen akut zu Übelkeit und Erbrechen führen [19, 20]. Blei kann in hohen Konzentrationen eine Enzephalopathie oder gastrointestinale Symptome auslösen, es wird insbesondere im Knochen ge-

Tabelle 5

**Ergebnisse der Legionellenüberwachung in Frankfurt a. M. aus den Jahren 2004–Juni 2005 nach ausgewählten Objektgruppen, n=2367**

[KBE/l]	Kinder- einrichtungen		Schulturnhallen		Krankenhäuser		Alten- pflegeheime		Öffentliche Bäder		DIVERSE <sup>a</sup>	
	n	[%]	n	[%]	n	[%]	n	[%]	n	[%]	n	[%]
0	250	91,9	110	26,0	212	50,7	157	40,1	68	35,6	44	29,1
1–1000	10	3,7	99	23,4	91	21,8	142	36,2	71	37,2	47	31,1
1001–10.000	7	2,6	118	27,9	91	21,8	63	16,1	35	18,3	43	28,5
10.001–100.000	3	1,1	73	17,3	22	5,3	28	7,1	16	8,4	16	10,6
>100.000	2	0,7	23	5,4	2	0,5	2	0,5	1	0,5	1	0,7
<b>Gesamt</b>	<b>272</b>	<b>100,0</b>	<b>423</b>	<b>100,0</b>	<b>418</b>	<b>100,0</b>	<b>392</b>	<b>100,0</b>	<b>191</b>	<b>100,0</b>	<b>151</b>	<b>100,0</b>

KBE Kolonie-bildende Einheiten.  
<sup>a</sup> Justizvollzugsanstalten, Wohnhäuser, andere „öffentliche“ Gebäude.

speichert. Da es auch in niedrigeren Konzentrationen insbesondere bei Säuglingen und Kleinkindern negative Auswirkungen auf die neuropsychologische Entwicklung haben kann, wurde der Grenzwert für Blei im Trinkwasser in der neuen TrinkwV auf 10 µg/l abgesenkt, umzusetzen ab dem Jahr 2013 [19, 21]. Der Grenzwert für Nickel wurde insbesondere angesichts seiner Bedeutung als Kontaktallergen abgesenkt. Nickel im Trinkwasser kann zwar keine Allergisierung auslösen, eine bestehende aber möglicherweise wieder zu Exacerbation bringen [19, 22]. Cadmium ist nierentoxisch und bei inhalativer Aufnahme auch karzinogen [19, 23].

Seit vielen Jahren wird auch der Frage mikrobiologischer Veränderungen des Trinkwassers über Biofilme in Hausinstallationen und damit auch der Legionellenproblematik im Warmwasser große Aufmerksamkeit geschenkt. In Warmwasserversorgungsanlagen großer Gebäude, insbesondere z. B. in Krankenhäusern, Hotels und Altenpflegeheimen werden Legionellen häufig nachgewiesen, oft auch in gesundheitlich relevanten Konzentrationen (>10.000 KBE/100 ml Probenvolumen; Daten aus Deutschland u. a.) [24, 25, 26, 27, 28]. Entsprechende Infektionen und Todesfälle sind beschrieben, auch in Deutschland (u. a. [29, 30]).

Bis zum In-Kraft-Treten der TrinkwV 2001 konnten die Gesundheitsämter auf der Grundlage früherer Verordnungen nur Kontrollen (Besichtigung der Anla-

gen und der dazugehörigen Schutzzonen inklusive Probenahmen) bei den Wasserversorgern und den Eigenwasserversorgern vornehmen; eine Kontrolle von Hausinstallationen war nur nach Auffälligkeiten im besonderen Einzelfall möglich. Die neue TrinkwV 2001 schließt diese Lücke, indem die Untersuchungspflicht der Ämter (und Kostenerstattungspflicht der Betreiber) auf Hausinstallationen, die Wasser an die Öffentlichkeit abgeben, ausgeweitet wurde – unabhängig von Verdachtsmomenten. Die Untersuchungspflicht umfasst die Besichtigung der Hausinstallationen sowie die Entnahme/Analytik von Wasserproben. Umfang und Häufigkeit der Untersuchungen wurden dabei weitgehend in das Ermessen der Gesundheitsämter gestellt. In § 19 Abs. 7 heißt es lediglich, dass „Parameter der Anlage 2 Teil II zu untersuchen oder untersuchen zu (sind), von denen anzunehmen ist, dass sie sich in der Hausinstallation nachteilig verändern können“. Weiter heißt es: Die Gesundheitsämter sollen hierfür ein „Überwachungsprogramm auf der Grundlage geeigneter stichprobenartiger Kontrollen“ einrichten. Angesichts der Vielzahl der nun seitens der Gesundheitsämter zu untersuchenden Gebäude/Systeme, wurden zunächst in allen Bundesländern Überlegungen angestellt, wie diese Aufgaben sinnvollerweise zu bearbeiten sind.

Im Merkblatt des Sozialministeriums Hessen wurden zu diesem Zweck 3 Ka-

tegorien gebildet: 1. Kranken- und Altenpflegeeinrichtungen sowie Kinderbetreuungseinrichtungen, 2. Sport- und Freizeiteinrichtungen (Schwimmbäder, Turnhallen etc.) sowie Beherbergungsbetriebe und Wohnheime, 3. Gaststätten und sonstige Gemeinschaftseinrichtungen (Kantinen, Großküchen, Schulen, Justizvollzugsanstalten etc.). Weiter wird festgestellt: „Die Zuordnung zu einer dieser Gruppen ergibt sich aufgrund der besonderen Schutzbedürftigkeit des betroffenen Personenkreises (wie kranke, gebrechliche oder sehr junge Personen) oder aufgrund einer grundsätzlichen Gefährdungsquelle (wie von einer zentralen Erwärmanlage versorgten und regelmäßig genutzten Duschanlage). Einrichtungen, bei denen beide Kriterien vorliegen, haben bei der Überwachung die höchste Priorität.“ [5] Einrichtungen, die beide Kriterien erfüllen sollen jährlich, solche, die ein Kriterium erfüllen, möglichst ebenfalls jährlich, die anderen alle 5 Jahre überwacht werden. Für Frankfurt am Main bedeutete dies beispielsweise eine Steigerung von bisher 300 auf 1600 jährlich zu überwachende Objekte bei einer Anzahl von insgesamt ca. 4500 überwachungspflichtigen Hausinstallationen.

Hauswirth [31] berichtet über den Vorschlag einer durch Beschluss der Länderarbeitsgemeinschaft Umweltbezogener Gesundheitsschutz (LAUG) eingerichteten bundesweiten Arbeitsgruppe. Sie empfiehlt, die Überwachung der Trink-

wasserhygiene in Krankenhäusern und Schulen der bereits in der 3. Durchführungsverordnung für die Gesundheitsämter [32] festgelegten Überwachungspflicht im Hinblick auf die allgemeine Infektionshygiene anzupassen. Demnach sollen Krankenhäuser und andere medizinische Einrichtungen jährlich, Schulen (bzw. Kinderbetreuungseinrichtungen, LAUG) alle 5 Jahre überwacht werden. Für die große Zahl der Hotels, Gaststätten und sonstigen Einrichtungen wurde – in Analogie zu lebensmittelrechtlichen Vorschriften – ein einwohnerbezogener Schlüssel vorgeschlagen, d. h. „in einem Kreis oder einer kreisfreien Stadt ist ... z. B. eine Einrichtung je 10.000 Einwohner jährlich zu überprüfen“ [31]. Publikationen zur Umsetzung dieser Empfehlung durch die Gesundheitsämter sind uns nicht bekannt.

In Frankfurt am Main entschied man sich, zusätzlich zu den ohnehin bereits in regelmäßiger trinkwasserhygienischer Überwachung befindlichen Kranken-, Altenpflege- sowie Freizeiteinrichtungen (Schwimmbäder, Turnhallen) in einem ersten Schritt flächendeckend alle Kinderbetreuungseinrichtungen und Schulen standardisiert im Hinblick auf technische Parameter und Trinkwasseranalysen nach TrinkwV 2001 zu erfassen. In einem nächsten Schritt sollen dann alle Hotels, Wohnheime und Sportanlagen mit einbezogen werden.

### Technische Überprüfung

Bei der technischen Vorerhebung wurden zahlreiche Beobachtungen gemacht, die nicht den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen und/oder sich auf die Trinkwasserqualität negativ auswirken können. Aus trinkwasserhygienischer Sicht wurden die einzelnen Feststellungen wie folgt gewichtet: Zunächst in solche, bei denen unabhängig vom Ergebnis der Trinkwasseruntersuchung ein Kontrollbedarf mit Forderungen nach sofortigen Abhilfemaßnahmen seitens des Amtes besteht (wie z. B. Nass-Feuerlöschleitungen ohne Netztrennung, Systeme mit bleihaltigen Trinkwasserleitungen oder zentrale Lage der Wassermischer mit langen Niedrigtemperaturstrecken bis zu den Zapfstellen). Weitere Parameter, ins-

besondere Faktoren, die die Bildung von Biofilmen und damit das Wachstum von Legionellen, Pseudomonaden etc. begünstigen, wurden den Eigentümern mit der Aufforderung mitgeteilt, hier nach Verbesserungsmöglichkeiten zu suchen und diese umzusetzen. Dies betrifft insbesondere fehlende/mangelhafte Dämmung oder Isolierung mit der Folge hoher Kaltwassertemperaturen und/oder von im Rohrleitungssystem stark abfallenden Warmwassertemperaturen, zu niedrige Einstellung der Warmwassertemperatur im TWE sowie Nacht/Wochenendausschaltung der Zirkulationspumpen. Diese Probleme wurden fast ausschließlich in Kindereinrichtungen und Schulen beobachtet. Dort waren auch die TWE kaum regelmäßig gereinigt und die Filter selten gewartet worden. Geschultes, mit den Trinkwassersystemen vertrautes Personal fehlte in diesen Einrichtungen in der Regel.

Im Vergleich dazu war die Wartung und Pflege der Systeme in den großen Krankenhäusern und Altenpflegeheimen besser; oft stand hier auch geschultes Personal zur Verfügung. Die Temperaturführung im Hinblick auf die Legionellenprävention wurde regelnäher gestaltet; verschiedentlich wurden „Legionellenschaltungen“ in Form eines regelmäßigen Hoherhitzens der Warmwassersysteme oder durch ähnliche Maßnahmen realisiert. In diesen großen Gebäuden bestanden jedoch häufiger Probleme aufgrund der Größe und Komplexität der Systeme mit einem teilweise kilometerlangen Leitungsnetz, incl. schwer auffindbarer Totleitungen.

Insgesamt positiv zu bewerten ist, dass dem Gesundheitsamt nun erstmals Kenntnisse über die Anlagen und deren technische Ausstattung vorliegen. Zahlreiche technische Probleme wurden klar erkannt, Überschreitungen der Grenzwerte bei den Laboruntersuchungen aber nur vergleichsweise selten festgestellt. Entsprechend sind jetzt Problemlösungen schon im Vorfeld, d. h. auch ohne Grenzwertüberschreitungen möglich. In § 4 TrinkwV heißt es nicht nur: „Wasser für den menschlichen Gebrauch muss frei von Krankheitserregern, genusstauglich und rein sein“, sondern auch, dass „die allgemein anerkannten Regeln der Technik

eingehalten werden“ müssen. Dies ist nach den hier vorgestellten Feststellungen sehr häufig nicht der Fall. Da es aber nicht als Ordnungswidrigkeit (§ 25 TrinkwV) eingestuft ist, kann das Gesundheitsamt hier zunächst nur beratend und argumentierend vorgehen.

### Überprüfung auf Nitrit und Metalle

Die Ergebnisse der Trinkwasseruntersuchungen aus Kaltwasserproben erwiesen sich in den hier untersuchten Objekten als gänzlich unproblematisch hinsichtlich Nitrit, Cadmium und Blei sowie überwiegend unproblematisch hinsichtlich Nickel und Kupfer.

**Nitrit.** Nitrit wurde in das Untersuchungsprogramm aufgenommen, weil aktuelle Daten aus Hausinstallationen nicht vorlagen und die Möglichkeit der Umwandlung von Nitrat in Nitrit durch mikrobielle Aktivitäten in der Hausinstallation nicht sicher auszuschließen war. Angesichts der nachgewiesenen geringen Nitritkonzentration gehen wir davon aus, dass eine Nitritbildung in Hausinstallationen nicht in nennenswertem Umfang erfolgt, und werden diesen Parameter bei künftigen Untersuchungen nicht mehr berücksichtigen.

**Blei.** Auch die gefundenen geringen Bleikonzentrationen sind nicht erstaunlich, da in Frankfurt die bleihaltigen Trinkwasserleitungen des Wasserversorgers weitestgehend bereits Mitte der 1980er-Jahre ausgetauscht wurden und seit 1996 ein eigenes „Bleiprojekt“ des Gesundheitsamtes existiert. Danach müssen sämtliche Liegenschaften, in denen nach einer Liste des früheren Wasserversorgers aus dem Jahre 1986 noch bleihaltige Haus-einführungsleitungen vorhanden waren (Anfangsverdacht nach TrinkwV 1990), überwacht und ggf. untersucht und bei Grenzwertüberschreitung entsprechende Sanierungen mit Fristsetzung gefordert werden. Bis Ende 2005 waren 6139 von 8199 Liegenschaften angeschrieben. In 3048 (37,2 %) waren bleihaltige Trinkwasserleitungen bereits vor dem Anschreiben ausgetauscht; in weiteren 969 (11,8 %) wurden die Hausinstallationen unmittelbar nach dem Anschreiben saniert, so



Tabelle 6

**Ergebnisse der Metalluntersuchungen des Stadtgesundheitsamtes Frankfurt im Trinkwasser im Vergleich zu publizierten Daten aus der Bundesrepublik Deutschland**

Parameter	Untersuchung	Proben n/Art	P 50 [µg/l]	P 95 [µg/l]	Max [µg/l]
Blei	Umweltsurvey 1990/92	3988 Spontan	0,0007	0,0116	3,5100
		4003 Nachtstagnation	0,0011	0,0160	5,5800
	Umweltsurvey 1998	4761 Nachtstagnation	0,0017	0,0122	0,3290
		Frankfurt 1997/8, Bleiprojekt	440 Nachtstagnation	0,0130	0,1900
	Frankfurt, 2004/5	157 3-h-Stagnation Hahn	0,0110	0,0990	0,2920
		510 3-h-Stagnation Leitung	0,0100	0,1330	1,2200
		775 S <sub>0</sub>	0,0000	0,0020	0,0230
		773 S <sub>1</sub>	0,0000	0,0060	0,0450
771 S <sub>2</sub>		0,0000	0,0020	0,0140	
Kupfer	Umweltsurvey 1990/92	3989 Spontan	0,0500	0,8000	4,5000
		4003 Nachtstagnation	0,0900	1,3000	5,6000
	Umweltsurvey 1998	4767 Nachtstagnation	0,1500	1,4000	11,0000
		Studie, Berlin, 2000	2619 Tagesmischproben	0,3200	1,2500
	(Zietz et al; Sci Tot Envir 2003)	2619 Tagesmischproben	0,4500	1,4200	4,2000
		Studie, Niedersachsen, 2000?	1619 Nachtstagnation	0,0700	0,7500
	(Zietz et al., Envir Res 2003)	1591 Tagesmischproben	0,0300	0,4200	3,0000
		Frankfurt, 2004/5	793 S <sub>0</sub>	0,0000	0,1275
		788 S <sub>1</sub>	0,0080	0,3924	2,4000
		790 S <sub>2</sub>	0,0000	0,2450	1,7000
Nickel	Umweltsurvey 1990/92	3969 WW	<0,0050	0,0070	0,0919
	Umweltsurvey 1998	4761 Nachtstagnation	0,0049	0,0483	1,9200
	Frankfurt, 2004/5	790 S <sub>0</sub>	0,0000	0,0000	0,4860
		788 S <sub>1</sub>	0,0000	0,0150	0,2600
		786 S <sub>2</sub>	0,0000	0,0020	0,2000
Cadmium	Umweltsurvey 1990/92	3989 Spontan	0,0600	0,0650	14,6000
		4002 Nachtstagnation	0,1000	1,0800	57,0000
	Umweltsurvey 1998	4761 Nachtstagnation	0,0800	0,5600	20,0000
		Frankfurt, 2004/5	786 S <sub>2</sub>	0,0000	1,2000

dass eine Trinkwasseruntersuchung nicht notwendig wurde. Eine Überschreitung des Grenzwerts (bis 31.11.2003 40 µg/l; ab 1.12.2003 25 µg/l) wurde bei 648 von 2078 (31,2 %) untersuchten Liegenschaften gefunden.

Demgegenüber wurde bei der hier vorgestellten nicht anlassbezogenen Routineuntersuchung der Hausinstallationen, die Wasser für die Öffentlichkeit bereitstellen, bei über 770 Probenreihen in keinem einzigen Fall eine Grenzwertüberschreitung in einer S<sub>2</sub>-Probe gefunden. Aus den Analysen ergab sich somit keine Notwendigkeit einer Sanierung. Da jedoch bei den technischen Vorprüfungen in 31 Liegenschaften noch bleihaltige Trinkwasserleitungen vorgefunden wurden, wurden diese zur weiteren Bearbeitung in das Bleiprojekt übernommen.

Ein Vergleich der im Rahmen unserer Routineuntersuchung erhobenen Blei-Konzentrationen im Trinkwasser mit publizierten Daten ist schwierig, da die jetzt vorgenommene Beprobung (Stagnationsproben S<sub>0</sub>, S<sub>1</sub> und S<sub>2</sub>) bei früheren Studien noch nicht angewendet worden war. In früheren Untersuchungen – einschließlich der repräsentativen Untersuchungen des Umweltsurveys von 1990/1 und 1998 – wurden Nachtstagnations- und verschiedene Spontanproben [17, 18] sowie Proben nach definierter Stagnationszeit untersucht: die 95er-Perzentile der Bleikonzentration in Trinkwasserproben nach Nachtstagnation früherer Umweltsurveys lagen 6- bis 8fach über den jetzt erhobenen Konzentrationen der S<sub>2</sub>-Probe, der Maximalwert in Nachtstagnationsproben des Umweltsurveys 1990/2 lag ca. 2- bis

30fach und der des Surveys 1998 noch 20fach über dem jetzigen Maximalwert unserer Untersuchungsserie aus der S<sub>2</sub>-Probe (■ Tabelle 6).

**Kupfer.** In der TrinkwV ist festgelegt, dass auf Kupfer nur untersucht werden soll, wenn der pH-Wert im Versorgungsgebiet <7,4 liegt, da dann mit einer stärkeren Lösung dieses Materials aus den Trinkwasserleitungen gerechnet wird. Dies ist für Wasser, das die großen Wasserversorger abgeben, in der Regel nicht der Fall, so auch in Frankfurt am Main. Wir haben dennoch den Parameter Kupfer mit untersucht, da wir im Jahre 2002 aufgrund von Beschwerden in 19 Wohnungen einer Frankfurter Wohnsiedlung hohe Kupferkontaminationen vorgefunden hatten. Nach dem damaligen Probenahmeschema

des Umweltbundesamtes (Ablauflassen, nach 0,5, 1, 2, 4 und 8 Stunden) lag nach 0,5, 1 und 2 Stunden mindestens eine Probe über 2 mg/l, nach 4 Stunden 4 Proben (maximal 4,67 mg/l), und nach 8 Stunden wiesen 18 Proben Werte über 2 mg/l auf (maximal 5,62 mg/l [Publikation in Vorbereitung]).

Vergleichbare Werte lagen nun in der vorliegenden Routineuntersuchung in nahezu 800 Proben – mit dem neuen Probenahmeschema – nicht mehr vor; in den S<sub>2</sub>-Proben lag der Maximalwert bei 1,7 mg/l, die 95er-Perzentile bei 0,24 mg/l. Damit liegen die hier erhobenen Werte 3- bis 5fach unter den Nachtstagnationswerten der Umweltsurveys 1990/2 und 1998 und 2- bis 3fach unter den Tagesmischproben, die in Niedersachsen und in Berlin im Rahmen einer großen umweltepidemiologischen Untersuchung zur Kupferbelastung gefunden wurde [15, 16] (■ **Tabelle 6**). Selbstverständlich kann diese Aussage nicht verallgemeinert werden, da die Kupferlöslichkeit neben der Stagnation auch maßgeblich von der jeweils anstehenden Trinkwasserbeschaffenheit des Versorgungsgebietes abhängt.

Problematisch erscheinen mögliche Überschreitungen des S<sub>2</sub>-Wertes für Kupfer, da der Kupfer-Maßnahmewert der „Leitlinie zu § 9 TrinkwV 2001 – Maßnahmen im Fall nicht eingehaltener Grenzwerte und Anforderungen, Bundesgesundheitsministerium“ [34, 35] sowohl für Kinder (TK<sub>sk</sub>) und Säuglinge als auch im Allgemeinen (TK<sub>a</sub>) 2 mg/l beträgt und mithin dem Grenzwert der TrinkwV 2001 exakt gleicht. Somit ist den Gesundheitsämtern in diesen Fällen die Einräumung einer Sanierungsfrist nicht möglich, was praxisfremd ist. Eine Revision der Empfehlung des Maßnahmewerts für Kupfer erscheint daher geboten.

**Nickel und Cadmium.** Der Grenzwert 0,020 mg/l für Nickel wurde am häufigsten überschritten, zumeist in der S<sub>1</sub>-Probe, die den Einfluss der Armatur abbildet: Dort lagen 29 von 788 Proben (3,7 %) über dem Grenzwert; in der S<sub>2</sub>-Probe waren es noch 0,6 %. Auch der Grenzwert für Cadmium (0,005 mg/l) war in 0,8 % der Proben geringfügig überschritten. Für die festgestellten erhöhten Nickel- sowie die Cadmiumgehalte kann derzeit keine sinn-

volle technische Sanierungsaufgabe formuliert werden. Hier wurden und werden die Einrichtungen dahingehend informiert, das Trinkwasser nur nach Ablauflassen zum menschlichen Genuss zu nutzen. Im Vergleich mit den Nachtstagnationswerten der Umweltsurveys 1990/92 und 1998 unterschieden sich die von uns gemessenen Cadmiumkonzentrationen (S<sub>2</sub>-Proben) nicht wesentlich, die Nickelkonzentrationen lagen in unserer Untersuchungsreihe etwa 10fach niedriger als in den Umweltsurveys (■ **Tabelle 6**).

Beim Vergleich der im Rahmen unserer Routineuntersuchung erhaltenen Ergebnisse mit publizierten Daten aus umweltepidemiologischen Untersuchungen (s. oben) ist unabhängig von der oft unterschiedlichen Probenahmestrategie auch die unterschiedliche Zielrichtung zu beachten: Mit umweltepidemiologischen Untersuchungen werden Daten zur Abschätzung der Exposition der Allgemeinbevölkerung (Umweltsurvey) oder definierter Bevölkerungsgruppen [12, 13, 15, 16] erhoben. Auch wenn die im Rahmen der gesundheitsamtlichen Überwachung nach Trinkwasserverordnung erhobenen Daten in gewissem Umfang epidemiologisch aus- und bewertet werden können, geht es bei Überwachungsprogrammen der Gesundheitsämter primär um eine andere Zielsetzung, nämlich um hoheitliche Überwachungsaufgaben mit dem Fokus auf evtl. notwendige Minderungsmaßnahmen zur Abwehr von Gesundheitsgefahren für die Bürger.

Bei unserer Untersuchung wurden für Blei und Kupfer keine Grenzwertüberschreitung und damit kein Handlungsbedarf ermittelt. Bei Nickel und Cadmium ergaben sich nur in weniger als 1 % der Proben geringfügige Grenzwertüberschreitungen und somit ein Handlungsbedarf des Gesundheitsamtes. Da effektive Sanierungsmöglichkeiten fehlen, können die Gesundheitsämter in diesen Fällen nur das Ablauflassen von Trinkwasser vor dem menschlichen Genuss empfehlen.

### Mikrobiologische Untersuchungen

Escherichia coli, coliforme Bakterien und Enterokokken gelten als Fäkalindikatoren (Ausnahme bestimmte Gattungen der coliformen Bakterien und der Enterokok-

ken), weshalb bei Grenzwertüberschreitungen sofort Schutzmaßnahmen gemäß § 9 TrinkwV 2001 geprüft/eingeleitet werden müssen. Eine generelle Untersuchungspflicht für diese Parameter besteht nach der TrinkwV nur für Wasserversorgungsanlagen nach § 3 Nr. 2 a, b, nicht für Hausinstallationen (Anlagen nach § 3 Abs. 2 c). Auch in § 19 Abs. 7 (Umfang der Überwachung durch die Gesundheitsämter) sind mikrobiologische Parameter nicht explizit benannt. Dennoch haben wir neben Legionellen auch E. coli, coliforme Bakterien und Enterokokken sowie die Koloniezahlen nach 22 °C- und 36 °C-Bebrütung untersucht. Auch im Hinblick auf diese mikrobiologischen Parameter waren die Ergebnisse der Routineuntersuchung der Hausinstallationen wie erwartet insgesamt unproblematisch. In sehr wenigen Einzelfällen wurden Grenzwertüberschreitungen für E. coli und coliforme Bakterien gefunden; die seitens des Gesundheitsamtes umgehend durchgeführten Nachkontrollen blieben ohne Beanstandung. Unsere Untersuchungen haben keinen Hinweis erbracht, dass diese Parameter außerhalb anlass- bzw. beschwerdeabhängiger Untersuchungen sinnvollerweise und zwingend im Rahmen der Routineuntersuchungen von Hausinstallationen durchgeführt werden sollten. Pseudomonas aeruginosa wurde nicht untersucht, da hierfür in der TrinkwV (außer für Wasser, das abgepackt werden soll) bislang keine Untersuchungsanforderung oder kein Grenzwert festgelegt ist.

Die Pflicht zur Bestimmung der Indikatorparameter Koloniezahlen nach 22 °C- und 36 °C-Bebrütung ist ebenfalls nach TrinkwV auf Anlagen § 3 Abs. 2 a, b beschränkt. In der EG-Richtlinie sind die Parameter nach § 7 TrinkwV 2001, Anlage 3, nur als Prüfwerte eingestuft. Hier sind bei auffälligen Befunden zwar Abhilfemaßnahmen verlangt, aber keine weitergehenden Forderungen festgeschrieben. Vor diesem Hintergrund bedurften die moderaten Grenzwertüberschreitungen dieser Parameter in unserer Untersuchung keiner Nachuntersuchungen.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass es sich bei den vorgestellten mikrobiologischen Standarduntersuchungen letztlich um stichprobenartige Augen-

blicksbefunde handelt, die alleine noch keine sichere Auskunft über das Gefährdungspotenzial der untersuchten Hausinstallationen insgesamt geben.

Große Probleme wurden erwartungsgemäß bei den Untersuchungen auf Legionellen im Warmwasser vorgefunden. Die Problematik für Gebäude wie Krankenhäuser, Altenpflegeheime, Hotels und Bäder ist in der Literatur hinlänglich beschrieben [4, 24, 25, 26, 27, 28]. In den Medien wurde wiederholt über Legionellenprobleme z. B. in Schulturnhallen berichtet; Schulturnhallen werden in Frankfurt schon seit Jahren intensiv auf Legionellen untersucht (Publikation in Vorbereitung).

Für Kindergärten wird hier nun nach unserer Kenntnis erstmals eine größere Untersuchungsserie vorgelegt. Es zeigte sich, dass die Kinderbetreuungseinrichtungen und Schulen (außer Schulturnhallen!) im Hinblick auf Legionellen eher unproblematisch sind und dass die Schulturnhallen mit Abstand die problematischsten Werte erbrachten. Angesichts der in der Regel nur sehr einfach aufgebauten Warmwasserinstallationen in Kitas und Schulen (ohne Schulturnhallen) erstaunt die geringe Kontamination der untersuchten Systeme nicht, zumal ca. 75 % der Warmwasseranlagen in Kitas zu den nur wenig anfälligen Kleinanlagen im Sinne d. DVGW-Arbeitsblattes W 551 zu zählen sind. Aus früheren Untersuchungen des Stadtgesundheitsamtes [36] ist bekannt, dass nur ca. 5 % aller Kleinanlagen legionellenpositive Untersuchungsergebnisse liefern. Diese schon ältere Feststellung wird somit bestätigt.

Alle anderen hier dargestellten Objektarten (außer Kinderbetreuungseinrichtungen) weisen erheblich häufiger Kontaminationsverhältnisse auf, die eine laufende Überwachung erforderlich machen, um Gesundheitsgefährdungen der Nutzer zu minimieren. Da gemäß der TrinkwV 2001 eine periodische Untersuchungspflicht sowie eine zeitlich nach der Größenordnung der Legionellenkontamination abgestufte Sanierungspflicht ab Keimzahlen von 1000 KBE/100 ml Wasserprobe nach dem DVGW-Arbeitsblatt W 551 besteht, wird ein großer Handlungsbedarf für das Gesundheitsamt deutlich. Im Gegensatz zu den bereits oben genannten Parame-

tern (Metalle, Nitrit, Fäkalindikatoren und Standardkeimzahlen) besteht bei Legionellenkontaminationen ab bestimmten Konzentrationsbereichen grundsätzlich eine konkrete Gesundheitsgefahr für die Verbraucher an Legionellen-Pneumonie oder Pontiac-Fieber zu erkranken, was das Gesundheitsamt als Aufsichtsbehörde gemäß TrinkwV 2001 zu stringentem Handeln verpflichtet. Selbst wenn soweit als möglich von der Anordnung weiterer Untersuchungen bzw. Maßnahmen gegenüber den Betreibern Gebrauch gemacht wird, bleibt doch ein großes Arbeitsvolumen für das Gesundheitsamt bestehen, das sich aus Kontrollmaßnahmen, Terminverfolgung, Erstellung von Anordnungen und technischer Beratung nach § 20 TrinkwV 2001 zusammensetzt.

Eine hygienisch besonders schwierige Situation besteht bei den Schulturnhallen. Die Duschen von Schulturnhallen werden von den Schülern nie und von den Vereinen abends nur in begrenztem Umfang genutzt, weshalb hier erhebliche Stagnationsprobleme bestehen. Zudem ist die Technik nicht selten veraltet und wegen des Einsatzes zentraler Mischer anfällig für Legionellenkontaminationen. Seitens des Stadtgesundheitsamtes ist deshalb eine Initiative mit dem Ziel gestartet worden, die Anzahl der Duschen in Schulturnhallen dem wahren Bedarf anzupassen. Dort, wo es aufgrund der tatsächlichen Nutzungsbedingungen möglich ist, sollten anstelle der zentralen Trinkwassererwärmung dezentrale Lösungen etabliert werden.

Die nach der Novelle des Infektionsschutzgesetzes bei den Gesundheitsämtern eingehenden Meldungen von Legionellen-Laborbefunden aus Humanproben konnten bisher mangels ausreichender Meldezahlen nicht in Beziehung zu den hier vorgestellten Trinkwasserbefunden gesetzt werden. Nach heutigem Kenntnisstand sieht man die Legionellen-Pneumonie insgesamt eher als seltene Infektionserkrankung an und misst der milden Verlaufsform der Legionellose, dem Pontiacfieber, ein erheblich häufigeres Auftreten zu, was allerdings angesichts des Krankheitsbildes häufig nicht zu entsprechenden Laboruntersuchungen führt. Es ist anzumerken, dass der Erkrankungsverlauf beim von Pontiacfieber in Dauer und Schwere durchaus dem einer Durch-

fallerkrankung vergleichbar ist. Bislang sind die mikrobiologischen Parameter der TrinkwV 2001 überwiegend zur Erkennung eines Infektionsrisikos an gastrointestinalen Infektionen ausgerichtet. Wenngleich auch für die Bundesrepublik entsprechende konkrete Daten fehlen, kann angesichts der epidemiologischen Daten über das individuelle Krankheitsgeschehen hinaus von einem relevanten volkswirtschaftlichen Schaden durch Fehlzeiten und Krankheitskosten ausgegangen werden. Auch aus diesen Gründen erscheint eine bessere trinkwasserrechtliche Regelung bezüglich der Legionellenprävention erforderlich.

## Schlussfolgerungen

Die hygienisch sinnvolle Ausweitung der Untersuchungspflichten nach § 18 TrinkwV stellt viele Gesundheitsämter vor große Aufgaben; innovative Lösungen sind gefragt. Unseres Erachtens kann das hier vorgestellte Konzept der Vergabe der technischen Vorerhebungen und Trinkwasseruntersuchungen in Kitas und Schulen als praktikabel, bewährt und geeignet angesehen werden, der gesetzlichen Verpflichtung des Gesundheitsamtes bei der Überwachung von Hausinstallationen effektiv und schnell nachzukommen. Gleiches gilt für die von uns erstellten Checklisten, die die Grundlage der technischen Vorerhebungen der Ingenieurbüros waren. Dabei darf der Zeit- und Arbeitsaufwand der Vergabe dieser Leistungen sowie der notwendig durch das Gesundheitsamt selbst zu leistenden Nachbearbeitung im Hinblick auf Befundmitteilung, Kontrollen sowie Forderung und Überwachung notwendiger Abhilfemaßnahmen nicht unterschätzt werden.

Obwohl die TrinkwV engmaschigere Überwachungen (jährlich, max. 2-jährlich) vorschreibt, erscheint es aus fachlicher Sicht vor dem Hintergrund der erhaltenen Ergebnisse vertretbar, diese Hausinstallationen im Hinblick auf Metalle, Nitrit und Mikrobiologie in sehr weiten Überwachungsrythmen zu kontrollieren. Demgegenüber ist die Untersuchung auf Legionellen sowie die Besichtigung der Hausinstallationen und die Erfassung wesentlicher hygienerelevanter technischer Daten mit potenziellen trink-

wasserhygienischen Risiken gerechtfertigt und vordringlich.

Unabhängig von chemischen oder mikrobiologischen Analysen sollen technische Risiken erfasst und abgestellt werden: So sind fehlende Trennungen von Nichttrinkwassersystemen unverzüglich abzustellen, vorhandene Filter zu warten, TWE zu reinigen, defekte Zirkulationsysteme/Pumpen zu reparieren. Weiterhin sollte insbesondere der Biofilmproblematik größere Aufmerksamkeit geschenkt und auf die Einhaltung des DVGW Arbeitsblattes W 551 geachtet werden. Günstig wäre ein Beauftragter für Trinkwasser oder ein HACCP-Konzept sowie die Mitbeziehung der Trinkwasserhygiene in die Hygienepläne von Krankenhäusern, Heimen und ähnlichen Gemeinschaftseinrichtungen.

Insgesamt hat sich das fach- und risikobasierte Vorgehen des Stadtgesundheitsamtes, dessen Schwerpunkt bei der Überwachung von Hausinstallationen eindeutig auf dem Sektor der Legionellenprävention liegt, klar bestätigt. Angesichts der Legionellenproblematik wird der weitere Kontroll- und Sanierungsbedarf hierauf und auf die Biofilmproblematik abgestellt.

Eine vergleichbare Legionellenproblematik wie bei Krankenhäusern, Altenpflegeheimen, Schulturnhallen etc. ist in Hotels und Wohnheimen zu erwarten, da es sich ebenfalls um zum Teil sehr komplexe Wasserversorgungssysteme mit problematischen Nutzungen (z. B. längerer Leerstand von Hotelzimmern) handelt. Daher werden diese Gebäude in Frankfurt am Main (ca. 320 Objekte insgesamt) sowie ca. 100 öffentliche und Vereinssportstätten im Laufe des Jahres 2006 analog des hier beschriebenen Vorgehens bearbeitet werden.

## Korrespondierender Autor

### W. Hentschel

Abteilung Medizinische Dienste und Hygiene,  
Stadtgesundheitsamt, Braubachstraße 18–22,  
60311 Frankfurt  
E-Mail: wolfgang.hentschel@stadt-frankfurt.de

Stadtgesundheitsamt Frankfurt  
53.23 (Stand 08.11.2004)  
(Trinkw\_V\_Checkliste\_Ausschreibung\_Sanitär.doc)

Objekt-Nr.: \_\_\_\_\_  
Stamm-ID: \_\_\_\_\_  
Firma: \_\_\_\_\_  
Begehungsdatum: \_\_\_\_\_

## Checkliste "technische Vorerkundung"

Liegenschaft: \_\_\_\_\_

### System:

Warmwasserbereitung: keine  Art (11): \_\_\_\_\_  
Gebäudeart (9): \_\_\_\_\_ : Stockwerke: \_\_\_\_\_ Baujahr: \_\_\_\_\_  
Anwesender Vertreter des Betreibers: Herr / Frau \_\_\_\_\_

### Allgemeines

Betriebsbuch vorhanden: ja  nein  letzte allg. Wartung (DIN 1988-9) am: \_\_\_\_\_  
Druckerhöhungsanlage ja  nein  Anzahl Druckstufen: \_\_\_\_\_

### Betriebswasseranlage (BWA)

BWA vorhanden? ja  nein  Siehe System \_\_\_\_\_  
Netztrennung (freier Auslauf)  ja  nein   
Hinweisschilder Zapfstelle ja  nein  Leitungskennzeichnung (LK) ja  nein   
Hinweisschild Technikraum ja  nein  LK auch unter Putz? ja  nein  unklar

### Partikelfilter

Filterart (1): \_\_\_\_\_ Siehe System \_\_\_\_\_  
Filtermedium (2): \_\_\_\_\_  
Spülwasser ungehind. Ablauf ja  nein  Filter redundant ja  nein   
DVGW-Zertifikat: ja  nein  letzte Wartung \_\_\_\_\_

### TWL-Materialien

Kupfer blank  Kupfer beschichtet  Stahl verzinkt   
Edelstahl  Blei  PE-Rohre   
Flexible Leitungen  sonstiges   
DVGW-Zertifikat:  Einsatz von Pressfittings: ja  nein   
Bemerkungen: \_\_\_\_\_

### Warmwasser

Speichervolumen: \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup> Baujahr des /der TWE: \_\_\_\_\_ Anzahl Steigleitungen: \_\_\_\_\_  
Anzahl Speicher  Schaltung bei mehreren TWE: Reihe  parallel   
Heizmedium Fernwärme  Gas  Öl  Solar  Dampf   
Art der Beheizung (12): \_\_\_\_\_ Reinigungshäufigkeit d. Speicher (13): \_\_\_\_\_  
Thermometer vorhanden: am TWE  Warmwasser  Zirkulation   
TWE -Temperatur (gemessen) TWE: °C \_\_\_\_\_ Warmwasser \_\_\_\_\_ °C Zirkulation \_\_\_\_\_ °C  
Sicherheitsventil: ungehind. Ablauf möglich ja  nein  Auslauf mit Gefälle: ja  nein

### Erläuterungen

#### 1: Filterart

- 1 kein Filter
- 2 rückspülbar
- 3 nicht rückspülbar
- 4 selbsttätig rückspülend

#### 4: Art der Legionellenschaltung

- 1 Keine Legionellenschaltung
- 2 Chlorelektrolyse
- 3 Chlordioxid
- 4 DMS-Anlage
- 5 Genobreak
- 6 UV-Anlage
- 7 regelm. therm. Desinfektion Netz
- 8 regelm. therm. Des. nur TWE

#### 7: Art der Netztrennung

- 1 keine
- 2 freier Auslauf
- 3 sonstig

#### 10: Kühlwassernachspeisung RLT

- 1 nicht vorhanden
- 2 freier Auslauf
- 3 sonstige Absicherung
- 4 nicht abgesichert

#### 12: Art der zentralen TW-Erwärmung

- 1 direkt mit Gas/Öl
- 2 externer Umformer
- 3 Heizschlange im TWE

#### 2: Filtermedium

- 1 Kerzenfilter
- 2 Festbettfilter

#### 5: BS-Anlagenart

- 1 keine
- 2 Sprinkleranlage
- 3 Sprühfutanlag
- 4 Berieselungsanlage

#### 8: TW - Aufbereitungsanlagen

- 1 keine
- 2 Enthärtung - Osmose
- 3 Enthärtung - Ionenaustausch
- 4 Phosphatierung
- 5 DENI-Ionenaustauscher-Anlage
- 7 Magnetische Anlage
- 8 sonstige

#### 11: Art der dezentralen TW-Erwärmung

- 1 Untertischgeräte
- 2 Gasthermen
- 3 Elektro-Durchlauferhitzer
- 4 Zentral

#### 13: Reinigungshäufigkeit TW-Erwärmer / -speichers

- 1 ½-jährlich
- 2 jährlich
- 3 bei Bedarf

Abb. 1 ▲ Erfassungsbogen des Stadtgesundheitsamtes Frankfurt für die Erhebung technischer Daten der Trinkwasser-Hausinstallation



## Literatur

1. TrinkwV (2001) Verordnung zur Novellierung der Trinkwasserverordnung vom Mai 2001; Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung TrinkwV 2001); Bundesgesetzblatt Jahrgang 2001, Teil I Nr. 24, ausgegeben zu Bonn am 28. Mai 2001
2. Bundesratsdrucksache 721/00 vom 08.11.20005. HSM (2002) Hessisches Sozialministerium: Erlass vom 27.02.2002 VIII 3.1–18 d 04.01: Merkblatt für das Gesundheitsamt zur Durchführung der Trinkwasserverordnung vom 21. Mai 2001
3. Hentschel W, Karius A, Heudorf U (1999) Das Frankfurter Bleiprojekt. Maßnahmen zur Einhaltung des Grenzwertes für Blei im Trinkwasser. Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 42: 902–910
4. Kalker U, Hentschel W (1992) Das Problem der Legionellenkontamination in den Warmwassersystemen einer deutschen Großstadt. Gesundheits Wesen 54: 497–604
5. HSM (2002) Hessisches Sozialministerium: Erlass vom 27. 2. 2002 VIII 3.1–18 d 04.01: Merkblatt für das Gesundheitsamt zur Durchführung der Trinkwasserverordnung vom 21. Mai 2001
6. UBA (2004) Empfehlungen des Umweltbundesamtes nach Anhörung der Trinkwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit und Soziale Sicherung: Beurteilung der Trinkwasserqualität hinsichtlich der Parameter Blei, Kupfer und Nickel. Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 47: 296–300
7. UBA (2000) Empfehlung des Umweltbundesamtes nach Anhörung der Trinkwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit und Soziale Sicherung: Nachweis von Legionellen in Trinkwasser und Badebeckenwasser, Empfehlung des Umweltbundesamtes nach Anhörung der Trink- und Badewasserkommission des Umweltbundesamtes; Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 43: 911–915
8. DVGW (2004) Technische Regel Arbeitsblatt W 551: Trinkwassererwärmungs- und Trinkwasserleitungsanlagen; Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums; Planung, Errichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasser-Installationen (April 2004)
9. Schoenen D (2001) Beobachtungen über parasitenbedingte Ausbrüche durch Trinkwasser und Maßnahmen zu deren Vermeidung. Teil I: Die Trinkwasserversorgung von Milwaukee und die Ausbrüche von 1916, 1936, 1938 sowie 1993. Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 44: 364–370
10. Schoenen D, Karanis P (2001) Beobachtungen über parasitenbedingte Ausbrüche durch Trinkwasser und Maßnahmen zu deren Vermeidung. Teil II: Literaturüberblick über trinkwasserbedingte Ausbrüche durch *Gardia lamblia*, *Cryptosporidium parvum* und *Toxoplasma gondii*. Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 44: 371–376
11. Schoenen D, Botzenhart K, Exner M et al. (2001) Beobachtungen über parasitenbedingte Ausbrüche durch Trinkwasser und Maßnahmen zu deren Vermeidung. Teil III: Seuchenhygienische Anforderungen. Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 44: 377–381
12. Lommel A, Dengler D, Janssen U et al. (2002) Bleibelastung durch Trinkwasser. Teil I Einfluss auf den Blutbleispiegel junger Frauen. Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 45: 605–612
13. Lommel A, Dengler D, Janssen U et al. (2002) Bleibelastung durch Trinkwasser. Teil II Effekt verschiedener Präventionsstrategien. Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 45: 613–617
14. Haider T, Haider M, Wruss W et al. (2002) Lead in drinking water of Vienna in comparison to other European countries and accordance with recent guidelines. Int J Hyg Environ Health 205: 399–403
15. Zietz BP, Dassel der Vergara J, Dunkelberg H (2003) Copper concentrations in tap water and possible effects on infant's health – results of a study in Lower Saxony, Germany. Environ Res 92: 129–138
16. Zietz BP, Dieter HH, Lakomek M et al. (2003) Epidemiological investigation via the public drinking water supply. Sci Tot Environ 302: 127–144
17. BMU: Umweltsurvey 1990/92 und 1998 <http://www.umweltbundesamt.de/survey/us9092/trink.htm>, <http://www.umweltbundesamt.de/survey/us98/trink.htm>, <http://www.umweltbundesamt.de/survey/us98/trink.htm#7>
18. Schulz C (1998) Umwelt-Survey – Belastung der deutschen Wohnbevölkerung durch Umweltschadstoffe. Bundesgesundheitsblatt 3: 118–124
19. World Health Organisation (2004) Guidelines for Drinking-Water Quality, 3rd edn. World Health Organisation, Geneva
20. Dieter HH (2003) Gesundheitliche Bedeutung und Bewertung von Kupfer im Trinkwasser. In: Grohmann A, Hässelbarth U, Schwerdtfeger W (Hrsg) Die Trinkwasserverordnung. Einführung und Erläuterungen für Wasserversorgungsunternehmen und Überwachungsbehörden, 4. Aufl. Erich Schmidt, Berlin, S 281–298
21. Müller L (2003) Vorkommen im Wasser und gesundheitliche Bedeutung von Blei im Trinkwasser. In: Grohmann A, Hässelbarth U, Schwerdtfeger W (Hrsg) Die Trinkwasserverordnung. Einführung und Erläuterungen für Wasserversorgungsunternehmen und Überwachungsbehörden, 4. Aufl. Erich Schmidt, Berlin, S 281–298
22. Rosskamp E, Kölle W (2003) Vorkommen, Bedeutung und Nachweis von Nickel. In: Grohmann A, Hässelbarth U, Schwerdtfeger W (Hrsg) Die Trinkwasserverordnung. Einführung und Erläuterungen für Wasserversorgungsunternehmen und Überwachungsbehörden, 4. Aufl. Erich Schmidt, Berlin, S 329–336
23. Müller L (2003) Vorkommen im Wasser und gesundheitliche Bedeutung von Cadmium im Trinkwasser. In: Grohmann A, Hässelbarth U, Schwerdtfeger W (Hrsg) Die Trinkwasserverordnung. Einführung und Erläuterungen für Wasserversorgungsunternehmen und Überwachungsbehörden, 4. Aufl. Erich Schmidt, Berlin, S 307–322
24. Exner M (1991) Verhütung, Erkennung und Bekämpfung von Legionellen-Infektionen im Krankenhaus. Forum Städte Hygiene 42: 178–191
25. Exner M (1991) Verhütung, Erkennung und Bekämpfung von Legionellen-Infektionen im Krankenhaus (I). Krankenhaus 9: 460–463
26. Exner M (1991) Verhütung, Erkennung und Bekämpfung von Legionellen-Infektionen im Krankenhaus (II). Krankenhaus 10: 516–523
27. Langer BKT, Daniels-Haarst I, Fischeder R, Boschek HJ (1990) Legionellen, Paeruginosa und atypische Mykobakterien in Hausinstallationssystemen von Altenheimen und Krankenhäusern einer deutschen Großstadt. Forum Städte Hygiene 41: 286–288
28. Baumert A, Ansong C, Malyska G (1998) Vorkommen von Legionellen in Warmwassersystemen in Sachsen-Anhalt. Gesundheitswesen 60: 762–765
29. Mühlenberg W (1993) Tödliche reiseassoziierte Legionelleninfektion durch Duschaerosole in einem deutschen Hotel. Gesundh Wesen 55: 653–656
30. Hiller I (2004) Zwei nosokomiale Legionellose-Ausbrüche in einem Klinikum in Brandenburg. Epidemiol Bull 89–91
31. Hauswirth S (2003) Überwachung und Beprobung von Hausinstallationen nach der Trinkwasserverordnung. Gesundheitswesen 65: 729–735
32. NN (1935) Dritte Durchführungsverordnung zum Gesetz über die Vereinheitlichung des Gesundheitswesens. 30. März 1935, RMBl I:327ff
33. Feuerpfeil I, Szewzyk R(2003) In: Grohmann A, Hässelbarth U, Schwerdtfeger W (Hrsg) Die Trinkwasserverordnung. Einführung und Erläuterungen für Wasserversorgungsunternehmen und Überwachungsbehörden, 4. Aufl. Erich Schmidt, Berlin, S 25–36
34. NN. Leitlinien zum § 9 der TrinkwV 2001; Maßnahmen im Fall nicht eingehaltener Grenzwerte und Anforderungen. Interner Erlass an die Obersten Gesundheitsbehörden der Länder vom 31. 1. 2003
35. Dieter HH, Henseling M (2003) Kommentar zur Empfehlung: Maßnahmewerte (MW) für Stoffe im Trinkwasser während befristeter Grenzwert-Überschreitungen gem. § 9 Abs. 6–8 TrinkwV 2001. Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz 46: 701–706
36. Heudorf U, Hentschel W (2001) Legionellen-Antikörper im Blut der Bevölkerung – Vergleich zweier Bevölkerungsgruppen mit unterschiedlicher Legionellen-Exposition durch das hauseigene Warmwassersystem. Gesundheitswesen 63: 326–334