

Autor:
Prof. Dr. Dieter Kreysig
wissenschaftlicher Berater
AQUAROTTER GmbH
Parkstraße 1 – 5
D – 14974 Ludwigsfelde

Trinkwasserhygiene in Sport- und Freizeiteinrichtungen – Anmerkungen zu Temperaturregime und bestimmungsgemäßer Nutzung der Trinkwasserversorgungsanlagen

Einleitung

Unter der als gegeben anzunehmenden Voraussetzung, das Wasserversorgungsunternehmen (WVU) liefert bis zur Übergabestelle (Grundstücksgrenze, Wasserzähler) an den Anschlussnehmer Trinkwasser in einer den Anforderungen und Parametern der Trinkwasserverordnung (TrinkwV2001) [1] entsprechenden Qualität, liegt es allein in der Verantwortung des Unternehmers, Betreibers, Inhabers des nachfolgenden gebäudeinternen Installationssystems zu gewährleisten, dass stets hygienisch einwandfreies Wasser aus sämtlichen Armaturenausläufen und sonstigen Zapfstellen entnommen werden kann. Dies gilt insbesondere für Trinkwasserversorgungsanlagen, aus denen Trinkwasser für die Öffentlichkeit bereitgestellt wird (öffentlich-gewerblicher Bereich). Einerseits definiert die TrinkwV2001 alles „Wasser für den menschlichen Gebrauch“ (Trinkwasser) u. a. auch als Wasser für Körperpflege und –reinigung, andererseits zählen **Sport- und Freizeiteinrichtungen** zum öffentlich-gewerblichen Bereich. Daraus resultiert die unabdingbare Forderung, den Nutzern von Sport- und Schwimmhallen usw. jederzeit und ausschließlich für Körperpflege und –reinigung, speziell zum Duschen, Wasser in der hygienischen Qualität von Trinkwasser zur Verfügung zu stellen. Die **Verantwortung** hierfür liegt bei den zuständigen Leitern der betreffenden Einrichtungen, **den Vorständen von Sport- und Schwimmvereinen usw.**, die bei Verstößen gegen diese Forderung nach § 24 der TrinkwV2001 auch strafrechtlich verfolgt werden können.

Hygienische Qualität von Trinkwasser

Hierunter wird die mikrobielle Beschaffenheit des Trinkwassers, insbesondere der Gehalt an mikrobiologischen Spezies verstanden. Im Vordergrund stehen hierbei krankheitserregende - pathogene – Keimspezies. Demzufolge fordert die TrinkwV2001: Trinkwasser muss frei sein von Krankheitserregern. Die zu Grunde liegenden mikrobiologischen Parameter (vgl. Übersicht 1) werden im Rahmen von routinemäßigen bzw. periodischen (stichprobenartigen) mikrobiologischen Untersuchungen des Trinkwassers in den in Frage kommenden

Trinkwasserversorgungsanlagen auf Anordnung des zuständigen Gesundheitsamtes oder in Eigenverantwortung des Betreibers kontrolliert. Werden mikrobiologische Befunde ermittelt, also Keimkonzentrationen, die nicht tolerierbar von den vorgegebenen Grenz- und Richtwerten abweichen und damit eine gesundheitliche Gefährdung der Verbraucher signalisieren, ist der Inhaber dieser Hausinstallation verantwortlich für eine Dekontamination seiner Versorgungsanlage und für einen anhaltenden Schutz vor Rekontamination. Die zuständige Behörde erteilt dafür entsprechende Auflagen und verfügt im Bedarfsfalle Nutzungseinschränkungen (z. B. Duschverbot) oder Schließung der Einrichtung bis zur sicheren Wiederherstellung einwandfreier trinkwasser-hygienischer Bedingungen in der Trinkwasserversorgungsanlage.

Praktische Erfahrungen im Umgang mit den mikrobiologischen Untersuchungsbefunden der *rutinemäßigen* Kontrollen liegen in Sport- und Freizeiteinrichtungen aus den zurückliegenden Jahren vor. Befunde, wie sie im Ergebnis nunmehr zunehmend durchgeführter *stichprobenartiger* Kontrolluntersuchungen offenkundig werden, erfordern im Fall einer erkannten Gesundheitsgefahr selbstverständlich auch entsprechend weiterreichende Maßnahmen.

Eine in letzter Zeit zunehmend besser erkannte und in ihrer Entstehung verstandene von einem Installationssystem ausgehende potentielle gesundheitliche Gefährdung ist die Tatsache, dass im hygienisch nicht zu beanstandenden Trinkwasser außerhalb einer Hausinstallation durchaus vereinzelt auch pathogene Keime vorkommen können, jedoch in aller Regel in nicht krankmachenden Konzentrationen, die erst nach dem Übertritt dieses Trinkwassers in eine Hausinstallation in derartige krankmachende Konzentrationen aufwachsen und mit dem ausfließenden Wasser den Verbraucher gefährden.

Welches sind die Ursachen für dieses Phänomen?

(Trink)wassergängige Keime (Bakterien) benötigen für ihre Vermehrung u. a.

- eine besiedelbare wasserkontaktierte Oberfläche,
- eine die Vermehrung begünstigende Temperatur,
- Nährstoffe.

Keimspezies, die die Barriere „Wasseraufbereitung“ überwunden haben und mit dem Trinkwasser das regelgerecht verlegte und gepflegte öffentliche Versorgungsnetz passieren, steht zwar die gesamte wasserkontaktierte Innenoberfläche des Versorgungsnetzes als „Siedlungsraum“ zur Verfügung, jedoch herrscht keine die Vermehrung begünstigende Temperatur:

- < 14° C: praktisch kein Keimwachstum
- > 14° C bis ca. 25° C: Keimvermehrung steigt linear mit der Temperaturerhöhung
- > 25° C bis ca. 45° C: Bereiche exponentiell mit der Temperaturerhöhung steigender Keimvermehrung
- > ca. 45° C: nachlassende Keimvermehrung, beginnende Keiminhibierung
- > ca. 70° C: Keiminhibierung / -abtötung.

Daher kommt es im Versorgungsbereich außerhalb einer Gebäudeinstallation so gut wie zu keiner Keimvermehrung im Trinkwasser.

Diese Situation ändert sich gravierend mit dem Übertritt des Trinkwassers in das Installationssystem eines Gebäudes: Die gesamte Innenoberfläche der Trinkwasser führenden Bestandteile stehen als „Siedlungsraum“ zur Verfügung und bieten ausreichend Bereiche mit einem permanent oder zeitweilig herrschenden Keimvermehrung begünstigendem Temperaturregime. Dies trifft sowohl für den Warmwasser führenden Installationsbereich, aber überwiegend auch den Kaltwasser führenden. Infolge dieser veränderten ökologischen Situation werden entsprechend temperaturangepasste Spezies der mit dem Trinkwasser eintretenden Keime mit der Besiedlung der verschiedenen Areale des Installationssystems beginnen, allen voran „Pioniersiedler“, denen die im Wasser enthaltenen geringen Konzentrationen bioverfügbarer Stoffe (repräsentiert durch Summenparameter wie CSB, BSB, TOC) als Nährstoffquelle ausreichen. Mit ihren Stoffwechselprodukten, gebildeter „Biomasse“ usw. bieten sie sukzessive eine Lebensgrundlage auch für anspruchsvollere Spezies. Es kommt zur Ansiedlung unterschiedlichster Arten von Mikroorganismen, die organismusartig miteinander kooperieren, individuelle und kollektive Schutz- und Synergiemechanismen ausbilden, über signal- und Botenstoffe miteinander rege kommunizieren, so dass die inkorporierten Kolonien spezifischer Mikroorganismen gegenüber sich ändernden Lebensbedingungen (wie u. auch gegenüber Desinfektionsmitteln und –verfahren) völlig anders reagieren als dies von Spezies derselben Sorte im planktonischen (im Wasser frei schwimmende Individuen) Zustand bekannt ist.

Diese Lebensgemeinschaft „Biofilm“ auf wasserkontaktierten Oberflächen ist etwas völlig Normales und stellt überwiegend – auch in einer Trinkwasserversorgungsanlage – lediglich ein ästhetisches Problem dar. Zum Hygieneproblem wird ein Biofilm dann, wenn in seinem Verbund pathogene Keime ihren Siedlungsraum finden, sich einnisten und aus ihren aufgewachsenen Kolonien planktonische Spezies in das Trinkwasser emittieren bzw. durch Scherkräfte Partikel der Kolonie abgerissen werden und diese dann mit dem ausfließenden Wasser den Verbraucher entsprechend gesundheitlich gefährden. Dieses vielfach durch bau- und betriebsseitige Fehler und Mängel begünstigt entstandene Hygieneproblem kann nur mittels mikrobiologische Untersuchungen erkannt werden.

Eine Vermeidung mikrobieller Kontaminationen ist unter Beachtung einschlägiger Regeln und Vorschriften [z. B. 2,3] bedingt möglich. Die dauerhafte Lösung eines bereits aufgetretenen Hygieneproblems gelingt nur, wenn in das zu Grunde zu legende hygienische Sanierungskonzept für ein kontaminiertes System die Beseitigung des vorhandenen Biofilms sowie die Verhinderung seiner Rückbildung durch gebäude- und installationstypisch angepasste bau-, betriebs- und verfahrenstechnische Maßnahmen und Maßnahme-Kombinationen im Zentrum steht. Beide Aspekte, bau- und verfahrenstechnische Maßnahmen für eine hygienische Sanierung von kontaminierten Trinkwasserversorgungsanlagen, sind jedoch nicht explizit Gegenstand dieses Aufsatzes. Betrachtet werden zunächst nur die kontaminationsrelevanten Aspekte *Temperaturregime* in und *bestimmungsgemäßer Betrieb* von Trinkwasserversorgungsanlagen in Sport- und Freizeiteinrichtungen.

Temperaturregime

Wie bereits ausgeführt, hat die in einem gebäudeinternen Installationssystem herrschende Temperatur einen entscheidenden Einfluss auf die Ausbildung, Quantität und Vitalität eines Biofilms, der im Falle einer Kontamination mit pathogenen Keimen Target jeglicher Dekontaminationsmaßnahmen ist. Die

wenigsten Hygieneprobleme hätte man, wenn es möglich wäre, das gesamte Kaltwasser (TWk) permanent und im gesamten Installationssystem auf Temperaturen $\ll 20^\circ \text{C}$ und das Warmwasser (TWw) $> 60^\circ \text{C}$ zu halten.

Entsprechend den technischen Hinweisen und Vorgaben [2, 3] kann dieses anzustrebende Temperaturregime in Neuerrichtungen und im Zusammenhang mit Totalrekonstruktionen mehr oder weniger ideal erreicht werden.

So müssen künftig TWw-Versorgungsanlagen so gebaut werden, dass am Warmwasseraustritt eine Temperatur $> 60^\circ \text{C}$ eingehalten werden kann, an den Zapfstellen eine Wassertemperatur von 60°C anliegt und die Temperatur des Zirkulations-Rücklaufwassers mindestens 55°C ($\Delta T \leq 5 \text{K}$) beträgt. Sofern die bau- und betriebstechnischen Voraussetzungen ein solches Temperaturregime ermöglichen, kann mit einem derartigen thermischen Status die Kontaminationsgefahr in einem Installationssystem TWw sicher deutlich reduziert werden. Gleichmaßen ist durch entsprechende technische Maßnahmen (Isolation, Dämmung) dafür Sorge zu tragen, dass Kaltwasser keinesfalls Temperaturen $> 20^\circ \text{C}$ annehmen kann. Dies gilt im Prinzip auch für Bestandsgebäude.

In allen Fällen, in denen diese Betriebsweise insbesondere der TWw-Installation nicht realisiert werden kann – und das ist in einer Vielzahl Bestandsgebäude durchaus der Fall – eröffnet das Arbeitsblatt W 551 die Möglichkeit, dass auch mit anderen Verfahren, Verfahrenskombinationen und Maßnahmen das angestrebte Ziel der Kontaminationsminderung (speziell bezogen auf Legionellen) erreicht werden kann. Allerdings müssen dann durch mikrobiologische Untersuchungen und Befundbewertungen (Übersicht 2) einwandfreie hygienische Verhältnisse nachgewiesen werden.

Mittels erhöhter Betriebstemperatur ist im Falle eingetretener Kontamination auch eine periodisch zu wiederholende Keimminderung (allerdings überwiegend nur im Bereich der TWw-Versorgung) durchführbar, im günstigen Falle mit einer Keimreduzierung bis unter die Eingreifgrenzen (Übersicht 2). Soll eine derartige thermische Behandlung das Kriterium einer „Desinfektion“ erfüllen, also einer Keimreduzierung aller in planktonischer Verteilung im Wasser und aller in sessiler Form im Biofilm vorhandenen Mikroorganismen um 5 logarithmische Stufen (Reduktionsfaktor $RF = 5$; Keimreduzierung $100.000 : 1$), dann reichen allerdings die vorstehend diskutierten Betriebstemperaturen nicht.

Eine tatsächliche thermische Desinfektion ist erreichbar, wenn ein Temperaturregime folgender Art errichtet wird:

Sämtliche, potentiell einen Biofilm tragenden Materialien, d. h. sämtliche Installationsbestandteile müssen für eine Zeit von mindestens 3 Minuten (besser 5) auf eine Körpertemperatur von mindestens 70°C erwärmt werden.

Es versteht sich von selbst, dass dafür das Wasser nicht als das zu desinfizierende Medium, sondern als Wärmeübertragungsmedium auf die Installationsmaterialien fungiert. Ferner ist einleuchtend:

Für das Erreichen dieses erforderlichen Temperaturgradienten an den Installationsmaterialien sind Vorlauftemperaturen von $\gg 70^\circ \text{C}$ erforderlich (in der Praxis wird mit $(80 \dots 85)^\circ \text{C}$ erfolgreich gearbeitet). Dieses Warmwasser muss unter strikter Wahrung des Verbrühungsschutzes über sämtliche Ausläufe und sonstige Zapfstellen so lange ausgetragen werden, bis dort die erforderliche Normtemperatur von 70°C für 3 Minuten anliegt. Energie für diese Warmwasserbereitung (um 1m^3 Wasser von 15°C auf eine Temperatur von 85°C zu erwärmen ist eine Netto-Energiemenge von ca. 82KWh erforderlich) und das Auslaufwasser ist in der Regel nicht rückgewinnbar. Thermisch bedingter Materialstress und in ihrem Ausmaß von der Wasserhärte abhängige Kalkausscheidung sind unvermeidbar.

Lässt man sowohl Kosten (Energie, Heizung, Wasser, Abwasser, erhöhten Wartungsaufwand usw.) wie auch für die Durchführung allgemein erforderlichen Personalaufwand (Betätigen der Zapfstellen, Temperaturkontrolle, gegebenenfalls Sicherung des Verbrühungsschutzes usw.) außer Betracht, dann stellt sich die *thermische Desinfektion* als sehr zuverlässig einsetzbares Verfahren für die Herstellung und Erhaltung einwandfreier hygienischer Verhältnisse in einem TWW-Installationssystem dar. Das erzielte Ergebnis ist jedoch nur befristet erreichbar, da die mit dem Frischwasser wieder eintretenden Mikroorganismen (s. o.) den Biofilm immer wieder erneut aufbauen. Abhilfe gegen diese Wiederverkeimung kann die Errichtung einer Eintrittsbarriere für Mikroorganismen schaffen, wofür z. B. eine UV-Desinfektion oder eine „Pasteurisierung“ des Eintrittswassers geeignet ist.

In einem gewissen kausalen Zusammenhang zum das mikrobiologische Geschehen in einem Installationssystem beeinflussenden Temperaturregime steht auch die bestimmungsgemäße Betriebsweise, im engeren Sinne die bestimmungsgemäße Nutzung aller Zapfstellen.

Bestimmungsgemäßer Betrieb

Ein bestimmungsgemäßer Betrieb der jeweiligen gebäudeinternen Trinkwasserversorgungsanlage zielt zunächst darauf ab, dass an allen für die Trinkwasserbereitstellung erforderlichen Zapfstellen jederzeit hygienisch einwandfreies Trinkwasser in der erforderlichen Menge mit der benötigten Temperatur verfügbar ist. Während für die mengenmäßige Bereitstellung bau-, installations- und betriebstechnische Voraussetzungen entscheidend sind, wird die hygienische Qualität des Trinkwassers darüber hinaus auch noch von weiteren Parametern beeinflusst.

Hierunter sind im Wesentlichen zwei Einflussgrößen zu sehen. Zum einen: Wasser muss bewegt werden, d. h. Wasser muss fließen. Zum Anderen: Wasser muss gebraucht werden, Füllwasser muss durch Gebrauch ausgetauscht werden. Wenn infolge des wirtschaftlich verständlichen und ökologisch bedingt akzeptablen „*Wassersparens*“ (was ja vielfach in Wahrheit mehr „*Gebührensparen*“ bedeutet), zu wenig Wasser gebraucht wird, kann es sehr schnell in einem Bestandsgebäude zu Störungen sowohl des hygienerelevanten Temperaturregimes wie auch zu für die Wasserqualität schädlichen langen Verweilzeiten im System kommen. Wird dieser Sachverhalt noch überlagert durch im Verhältnis zum Wasserverbrauch unangemessen überproportionierte Versorgungsleitungen, eventuell sogar selten genutzte Teilbereiche des Installationssystems, dann bestehen für die Aufrechterhaltung des Hygienestatus im Versorgungswasser keine guten Prognosen. Dies sowie die nachfolgenden Anmerkungen sind sowohl für den TWW- wie auch den TWk-führenden Teilbereich einer Trinkwasserversorgungsanlage (Hausinstallation) zutreffend.

Selbst wenn diese vorgenannten negativ auf die Hygienesituation der Trinkwasserversorgung in einer Einrichtung wirkenden Einflussgrößen nicht allzu gravierend sind, kommt es in vielen Sport- und Freizeiteinrichtungen saisonal bzw. betriebsbedingt zu mehr oder weniger variierenden Auslastungen mit den damit verbundenen schwankenden lokalen (Anlagenteile) oder auch vollständigen (Gesamtsystem) Nutzungsfrequenzen im Installationssystem bis hin zu totalen Stillstandszeiten. Besonders augenfällig in diesem Zusammenhang ist die von selten

genutzten Ausläufen bis hin zu ganzen Teilbereichen einer Trinkwasserversorgungsanlage in diesen Einrichtungen ausgehende Gefährdung der Trinkwasserqualität infolge Stagnation.

Als besonderes Negativ-Beispiel sei eine Schulschwimmhalle erwähnt, die mit Ferienbeginn vorübergehend nicht mehr genutzt wird. In welchem Zustand befinden sich das Installationssystem und das darin befindliche Füllwasser bei Wiederinbetriebnahme zum Ferienende, welche Wasserqualität ergießt sich aus den Duschen über die Häupter der Kinder? Anders gefragt: Wurde, wenigstens rechtzeitig vor dem Ferienende, durch „Zwangsspülung“ der Armaturen eine Nutzung simuliert und damit für einen Füllwasserwechsel gesorgt?

Dieses drastische Beispiel soll demonstrieren, dass für die Erhaltung der hygienischen Trinkwasserqualität eine regelmäßige Betätigung der Auslaufarmaturen und Zapfstellen unerlässlich ist. Hierbei ist unter „regelmäßig“ die tägliche Betätigung der Armaturen zu verstehen, wodurch das zwischen Versorgungsleitung und Zapfstelle befindliche Wasservolumen zwei- bis dreimal ausgetauscht wird. Wenn dies vermittels der „normalen“ Nutzung durch Besucher, Nutzer oder Personal einer Einrichtung nicht erfolgt, muss über eine „Zwangsspülung“ nachgedacht werden, und zwar in dem Sinne, dass im Endergebnis der Betrachtung jede nichtgenutzte Zapfstelle im Prinzip ein nichtgenutzter Anlagenteil im Sinne der Empfehlungen der VDI-Richtlinie 6023 [3] ist, der den dort empfohlenen Vorgaben entsprechend behandelt werden sollte (Übersicht 3). Dieses „Zwangsspülregime“ selten oder nicht genutzter Zapfstellen bzw. Anlagenteile muss entweder manuell erfolgen oder dafür werden zeitgesteuerte Magnetventile (z. B. speziell dafür entwickelte Armaturen) an kritischen Punkten des Installationssystems installiert und betrieben.

Letztenendes darf es aus hygienischen Gründen im Trinkwasserversorgungssystem einer Einrichtung keine über längere Zeit nicht genutzten Armaturen und sonstige Zapfstellen geben, unabhängig vom dafür erforderlichen Wasserverbrauch.

Zusammenfassung

Die Trinkwasserverordnung hat imperativen Charakter. Die hygienischen Ansprüche an das Wasser für den menschlichen Gebrauch, Trinkwasser, sind in Form der mikrobiologischen Parameter und Kriterien festgeschrieben. Deren unbedingte Einhaltung bis zu den Stellen, aus denen Trinkwasser abgegeben wird, lässt keine Ausnahme zu. Diese Einhaltung ist durch mikrobiologische Untersuchungen zu kontrollieren. Gesundheitsschädliche mikrobielle Kontaminationen des Trinkwassers und des Trinkwasser führenden Installationssystems (Biofilm) sind unverzüglich und dauerhaft zu beseitigen. Für diesen Gesamtzusammenhang trägt der Betreiber, Inhaber oder sonstige Unternehmer einer gebäudeinternen Trinkwasserversorgungsanlage, aus der Wasser als Trinkwasser für die Öffentlichkeit bereitgestellt wird, die alleinige und unteilbare Verantwortung. Und das gilt unabhängig davon, ob das betreffende Installationssystem zu einem Neubau, einem totalrekonstruierten oder einem Bestandsgebäude gehört.

Voraussetzungen für einen hygienisch mehr oder weniger sicheren Betrieb einer Hausinstallation sind im Ergebnis hygienebewusster Planung, Errichtung, Betriebsführung, Wartung und Instandhaltung zu schaffen. Das trifft naturgemäß auf Neuerrichtungen und Rekonstruktionsvorhaben zu. Dennoch muss davon ausgegangen werden, dass ein diesen Kriterien entsprechendes System nicht selbstverständlich und dauerhaft die hygienische Sicherheit besitzt. Auch in solchen

Einrichtungen ist es erfahrungsgemäß unumgänglich, dies an Hand mikrobiologischer Untersuchungen zu verfolgen, um bedarfsweise rechtzeitig korrigierend eingreifen zu können.

Anders gestaltet sich diese Problematik in Bestandsgebäuden. In der Regel erfordert die hygienische Sanierung eines als kontaminiert erkannten Systems zuerst die Durchführung bau- und betriebstechnischer Maßnahmen, die oft längeren Planungsvorlauf erfordern und nicht unbeträchtliche Kosten verursachen.

Wenn dennoch die Einrichtung alternativ zu einer vorübergehenden längerfristigen Schließung einen für die öffentlichen Nutzer hygienisch sicheren Betrieb aufrecht erhalten und durchführen soll, kommt der Betreiber nicht umhin, zumindest im Rahmen mit der verfügbaren Installationstechnik technisch und finanziell machbarer Maßnahmen für eine angemessene Reduzierung des gesundheitlichen Gefährdungspotentials zu sorgen.

Wie vorstehend dargestellt, sind die Realisierung eines entsprechenden Temperaturregimes sowie die Ausgestaltung eines bestimmungsgemäßen Anlagenbetriebs für sich allein, vielfach jedoch in wechselseitiger Ergänzung, wirksame Möglichkeiten, die zielführend eingesetzt werden können. Hierbei ist es wichtig, vorhandene Schwachstellen im Hinblick sowohl auf das Temperaturregime wie auch auf die bestimmungsgemäße Nutzung des Installationssystems (einschließlich aller Zapfstellen) aufzuspüren und zu beseitigen. Diese thermische und strömungstechnische „Inventur“ ist nicht allein durch bloße Beugenscheinigung oder Mutmaßung zu realisieren. Hierzu bedarf es u. a. auch der Durchführung einer Reihe von Messungen und bestimmter Kontrolluntersuchungen. Sicher ist eine hygiene- und sanitärtechnische Begutachtung und Bewertung des baulichen und technischen Zustandes einer Anlage unumgänglich. Aber erst unter Einbeziehung von thermischen und strömungstechnischen Parametern und Messwerten wird die Installation transparent, lassen sich Schwachstellen erkennen und ist es möglich, zunächst zu prüfen, inwieweit unter Nutzung verfügbarer Technik eine Problemlösung erreichbar ist, nämlich zuerst die Errichtung eines entsprechenden Temperaturregimes und die Gewährleistung eines bestimmungsgemäßen Betriebs, geeignet, die vorhandene Hygienelücke in der Trinkwasserversorgung der Einrichtung weitestgehend zu schließen. Die für eine Beurteilung und Entscheidungsfindung in diesem Zusammenhang besonders interessanten und wichtigen Fakten und Parameter für eine solche einfache Schwachstellenanalyse sind in Übersicht 4 zusammengestellt. Deren Ermittlung kann unter entsprechenden Voraussetzungen durch versierte Mitarbeiter der Einrichtung oder unter der Mitwirkung eines Fachbetriebes erfolgen.

Wenn im vorliegenden Aufsatz zunächst auf kostenarme Maßnahmen und Eingriffe in das Trinkwasserversorgungssystem beispielsweise einer Sport- oder Freizeiteinrichtung zu Herstellung bzw. Erhaltung einer akzeptablen hygienischen Situation eingegangen wurde, so muss dennoch angemerkt werden, dass eine absolut kostenneutrale Problemlösung nur in den seltensten Fällen möglich ist.

In Bezug auf „Kosten“ im Zusammenhang mit hygienischer Sicherheit kann für verantwortungsbewusste Entscheider aller Verantwortungsebenen nur gelten:

***Gesundheit ist das höchste individuelle und gemeinschaftliche Gut,
Menschenleben ist unersetzlich!***

Literaturhinweise

- [1] Verordnung zur Novellierung der Trinkwasserverordnung vom 21. Mai 2001 (TrinkwV2001); Bundesgesetzblatt 2001, Teil I Nr. 24.
- [2] DVGW Technische Regel Arbeitsblatt W 551 (April 2004): Trinkwassererwärmungs- und Trinkwasserleitungsanlagen; Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums; Planung, Errichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasserinstallationen.
- [3] VDI-Richtlinien: VDI-Richtlinie 6023 – Hygienebewusste Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung von Trinkwasseranlagen; Beuth Verlag Berlin 1999.

-

Übersicht 1 Mikrobiologische Parameter

Signal- / Leitkeime

Spezies	Grenzwert (KBE ¹⁾ pro Probenvolumen)
Escherichia coli	0 KBE/100 ml
Coliforme	0 KBE/100 ml
Enterokokken	0 KBE/100 ml
Clostridium perfringens ²⁾	0 KBE/100 ml

Keimzahl

Spezies	Richtwert ³⁾
„Bebrütungstemperatur“ 22° C	100 KBE/1 ml
36° C	20 KBE/1 ml

pathogene Keime, die erst in der Hausinstallation zu krankmachenden Konzentrationen aufwachsen

Spezies	Eingreifgrenzen ⁴⁾
Legionellen ⁵⁾	vgl. Übersicht W 551
Pseudomonas aeruginosa ⁶⁾	

¹⁾ KBE: „Koloniebildende Einheit“ (auf einem Nährboden aufgewachsene, mit 6- bis 8-facher Lupenvergrößerung visuell erkennbare Kolonie)

²⁾ nur in Oberflächenwasser als Rohwasser bzw. Mischwasser mit hohen Anteilen Oberflächenwasser, bevorzugt nach der Trinkwasseraufbereitung beim WVU

³⁾ bei signifikanter Überschreitung Hinweis auf mögliche Hygienemängel im Versorgungssystem und Veranlassung weitergehender Untersuchungen

⁴⁾ erforderliche Maßnahmen werden behördlich angeordnet

⁵⁾ stichprobenartig bevorzugt in Einrichtungen mit Warmwasserversorgungsanlagen und angeschlossenen Duschen

⁶⁾ sowie im Bedarfsfalle weitere Spezies, wenn die hygienische Gesamtsituation dies erfordert

Übersicht 3

Maßnahmen bei Betriebsunterbrechung (nach [3])

<i>Dauer der Unterbrechung</i>	<i>zu treffende Maßnahme</i>
<i>> 3 Tage</i>	<i>Anlage / Anlagenteil absperren, bei Wiederinbetriebnahme spülen über die Entnahmemarmatur bis zum vollständigen Trinkwasseraustausch</i>
<i>> 4 Wochen</i>	<i>Anlage / Anlagenteil absperren, bei Wiederinbetriebnahme spülen nach DIN 1988 – 2</i>
<i>> 6 Monate</i>	<i>Leitungen entleeren, bei Wiederinbetriebnahme spülen nach DIN 1988 – 2</i>
<i>> 1 Jahr</i>	<i>Anlage / Anlagenteil von der Trinkwasserversorgung trennen, Wiederinbetriebnahme nur durch ein eingetragenes Installationsunternehmen</i>

Übersicht 4

Erfassung von System- und Betriebsparametern eines zu sanierenden Installationssystems

Thermische Messwerterfassung

Temperatur TWk am Eintritt in das Gebäude, am Eintritt in den TW-Erwärmer
Temperatur TWw im Speicher (Temp.-Schichtung?), am Speicheraustritt
Temperatur TWw (einschl. Zirkulation) sowie TWk im Verteilungssystem
Temperatur-Zeitverlauf bis zum Anliegen der Soll-Temperatur (TWw und TWk) an exponierten Zapfstellen
Heizleistung und Dämmung (TWw und TWk)

Strömungstechnische Kriterien

Bedarfsgerecht dimensionierte Leitungen TWw und TWk einschl. Zirkulation
Förderleistung Zirkulationspumpe(n)
hydraulischer Abgleich Zirkulationssystem
Funktion von Rückflussverhinderern
Durchflussleistung Entnahmemarmaturen
Querverbindungen TWw / TWk
Länge von Stichleitungen

Betriebsweise / Betriebszustände

Wasserqualität / Wasserparameter
Füllvolumen des Gesamtsystems
Anzahl / Art(en) der Entnahmemarmaturen und deren Nutzungsfrequenz
Wasserverbrauch TWk / TWw, Extremwerte (täglich, monatlich, saisonal)
Schließ- und Ruhezeiten
Baumaßnahmen (stattgefundene, laufende, geplante)

Übersicht 2

Bewertung der Befunde mikrobiologischer Untersuchungen bei orientierender Untersuchung (I) und bei weitergehender Untersuchung (II); nach [2]

<i>Befund (KBE Legionellen/100 ml)</i>	<i>Kontaminations- Bewertung</i>	<i>Maßnahme(n)</i>	<i>weitergehende Untersuchung</i>	<i>Nachuntersuchung</i>
I				
> 10.000	extrem hoch	direkte Gefahrenabwehr (Desinfektion, Nutzungseinschränkung wie Duschverbot) Sanierung umgehend erforderlich	unverzüglich	1 Woche nach Desinfektion/Sanierung
> 1.000	hoch	Sanierungserfordernis in Abhängigkeit vom Ergebnis der weitergehenden Untersuchung	umgehend	-
≥ 100	mittel	keine	innerhalb von 4 Wochen	-
< 100	gering	keine	keine	nach 1 Jahr ^{*)} (nach 3 Jahren)
II				
> 10.000	extrem hoch	direkte Gefahrenabwehr (Desinfektion, Nutzungseinschränkung wie Duschverbot) Sanierung umgehend erforderlich	unverzüglich	1 Woche nach Desinfektion/Sanierung
> 1.000	hoch	kurzfristige Sanierung	innerhalb von maxim. 3 Monaten	1 Woche nach Desinfektion/Sanierung ^{**)}
≥ 100	mittel	mittelfristige Sanierung	innerhalb von maxim. 1 Jahr	1 Woche nach Desinfektion/Sanierung
< 100	gering	keine	-	nach 1 Jahr ^{*)}

^{*)} Werden bei Nachuntersuchungen in jährlichem Abstand < 100 KBE Legionellen/100 ml nachgewiesen, kann das Untersuchungsintervall auf max. 3 Jahre ausgedehnt werden.

^{**)} Werden bei 2 Nachuntersuchungen in vierteljährlichem Abstand < 100 KBE Legionellen/100 ml nachgewiesen, braucht die nächste Nachuntersuchung erst 1 Jahr nach der 2. Nachuntersuchung vorgenommen zu werden.

