

Inhalt:

	Seite
1 Fäkale Verunreinigungen	1
2 Legionellen	1
3 Amöben	2
4 Wasser ist ein Lebensmittel (Aufgaben)	3
5 Die Verpackung muss sauber sein	3
6 Der Mensch muss zuerst einziehen (vor den Legionellen und Amöben)	4
7 Zähneputzen für die Rohrleitungen (Aufgaben)	4 u. 5
8 Das Membran-Ausdehnungs-Gefäß in der TWW-Installation	6
9 Teures Wassersparen (auf Kosten des Verbrauchers und der Umwelt) (Aufgaben)	6

Wasser ist ein Lebensmittel – mit Bewohnern!

1 Fäkale Verunreinigungen (Bakterien) kommen im Wesentlichen durch Rückfließen ins TW, im ländlichen Raum gehäuft auch durch festes Verbinden einer Regenwassernutzungsanlage mit der TW-Installation. Es sind Verunreinigungen die normalerweise nicht im TW vorhanden sind und nur durch Rückfließen ins Trinkwasser hinein gelangen können. Ein Anzeichen für das Vorhandensein von gefährlichen Bakterien ist die Escherichia Coli (E-Coli). Das Bakterium E-Coli ist selbst zwar ungefährlich, aber immer wenn E-Coli irgendwo ist, sind auch viele gefährliche Bakterien da. E-Coli dient als Indikator (als Anzeiger, als Nachweis). Diese gefährlichen Bakterien dürfen auf keinen Fall im Trinkwasser vorhanden sein (Gegenmaßnahmen: Schutz gegen Rückfließen: Freier Auslauf (als sicherste Maßnahme), Rohrtrenner, Rückflussverhinderer, usw.), siehe auch http://kolboske.de/joomla/files/mm/tw/schutz_gegen_rueckfliessen_0_din_en_1717.pdf

2 Es gibt auch Bakterien die immer im TW vorhanden sind, die mit dem frischen Trinkwasser aus der Versorgungsleitung ins Haus kommen und nicht als Verunreinigung bezeichnet werden. Diese Bakterien sind unter normalen Umständen für uns völlig harmlos, sie gehören zur ganz normalen Umwelt mit der wir es ständig zu tun haben (3).

In der natürlichen Umgebung (Flüssen, Seen und Pfützen) stellen diese Bakterien für uns kein Problem dar, da sie dort in geringer Konzentration vorkommen. Es sind dort zu wenige, um Schaden an zu richten. In der natürlichen Umwelt sind viele verschiedene Bakterienarten als Konkurrenten vorhanden (andere Bakterien die auch leben wollen und sich gegenseitig den Platz und die Nahrung streitig machen). Diese Konkurrenz sorgt dafür, dass keine Bakterienart überhand nimmt, es bildet sich eine „gesunde“ Mischung.

Die Trinkwassersysteme (Rohrleitungen) sind keine natürliche Umgebung, durch die Reinigungsverfahren haben wir nur noch wenigen Bakterienarten im TW (wenige Konkurrenten) und wir haben andere Temperaturen als in der natürlichen Umgebung. Es bildet sich hier keine „gesunde Mischung“ aus. Eine Bakterienart die uns große Probleme macht ist die Legionelle. Sie vermehrt sich besonders stark bei 47°C (4). Diese Temperatur gibt es in Flüssen und Seen nie, aber in unseren künstlichen Rohrleitungssystemen kommt sie oft vor. Die Legionellen brauchen Platz um sich an zu siedeln, diesen Platz finden sie an den Rohrwänden. Aber es sind ganz besondere Plätze die besiedelt werden: Plätze an denen sich in Ruhe leben lässt, das sind Rohrstücke in denen wenig los ist, wenig Strömung vorhanden ist. Am liebsten mögen es die Legionellen ganz ruhig: Gar keine Strömung

(Oder fast gar keine Strömung). Wo gibt es so etwas? In Rohren die an einem Ende geschlossen sind, solche Rohre aus denen das Wasser nur an einem Ende rein und wieder raus kann. Solche Leitungen werden auch Stagnations-Leitungen genannt (auch „tote“ Leitungen. Dieses sind zum Beispiel Zuleitungen zu Sicherheitsventilen (hier läuft normalerweise nur einmal im Jahr Wasser, wenn das Ventil gewartet wird) oder Zuleitungen zu Außenzapfstellen (werden nur im Sommer benutzt).

Die Legionellen brauchen Nahrung (etwas zum Fressen): Das schwimmt immer im Trinkwasser herum: Fett und Eiweiß. Es sind sehr sehr geringe Mengen aber für die winzig kleinen Bakterien ist es genug.

3 Schleimige Typen:

Eine besondere Bakterienart: Amöben

Es gibt auch größer Bakterien die in unserem Trinkwasser herumschwimmen: Amöben, die sind zB. hundertmal so groß wie eine Legionelle, daher brauchen sie schon viel mehr Nahrung. In unseren Rohrsystemen gibt es auch Nahrungsquellen für hungrige Amöben: Alles was aus weichem Kunststoff ist. In den weichen Kunststoffen sind meistens organische Werkstoffe, die die Bakterien einfach fressen. Für Bakterien ist ein weicher Kunststoff dasselbe, wie für eine Kuh eine fette Weide (saftiges Gras). Die weichen Kunststoffe finden die Amöben in Membranausdehnungsgefäßen (MAG), Schläuchen (Panzer-Schläuche), Stoßdämpfern, usw. Dort lassen sich die Amöben nieder und vermehren sich so zahlreich, das wir sie als Schleimschicht sehen und fühlen können. Die Schleimschicht besteht nicht nur aus Amöben, sondern die Amöben scheiden diesen Schleim aus um sich besser an der Wand festhalten zu können. Gleichzeitig stellt diese Schleimschicht auch einen Schutz gegen äußere Einflüsse dar (Gifte, Säuren, zu hohe Temperaturen, usw.).

Diesen Schutz, den sich die Amöben bauen (die Schleimschicht) machen sich auch die Legionellen zu eigen. Sie leben zum Teil mit in dieser Schleimschicht, die zB. vor zu hohen Temperaturen schützt. Die Legionellen gehen sogar noch einen Schritt weiter, sie dringen in die Amöben ein und vermehren sich dort (im Körper der Amöben). Während dieser Zeit sind die Legionellen weitgehend gegen äußere Einflüsse geschützt, gegen starke Strömung und vor allem gegen hohe Temperaturen. Wird zB. das Trinkwasser auf 75 °C erwärmt um die Legionellen ab zu töten, stört das die Legionellen die sich gerade in den Amöben vermehren wenig. Im Rohrsystem sind die Legionellen nach der Wärmebehandlung zwar dezimiert, doch bald schon „schlüpfen“ neue Legionellen aus den Amöben.

Aufgaben:

- 1) Welche Bakterien dürfen auf keinen Fall im Trinkwasser vorhanden sein?
- 2) Welche Bakterien sind natürlicher Weise immer im Trinkwasser vorhanden?
- 3) Unter welchen Bedingungen vermehren sich die Legionellen besonders gut?
- 4) Wie groß sind Amöben im Vergleich zu Legionellen?
- 5) Wozu dient die Schleimschicht der Amöben?
- 6) Wie machen sich Legionellen die Schleimschicht der Amöben zu nutze?

- 7) Wie machen sich Legionellen den Körper der Amöben zu nutze?
- 8) Bei der thermischen Desinfektion (das Trinkwasser wird überall auf 75 °C erwärmt).
- A) Was passiert während der "thermischen Desinfektion" mit den Legionellen die sich mitten im Rohr befinden?
 - B) Was passiert während der "thermischen Desinfektion" mit den Legionellen die sich in der Schleimschicht der Amöben befinden?
 - C) Was passiert während der "thermischen Desinfektion" mit den Legionellen die in den Körper der Amöben eingedrungen sind?

4 Wasser ist ein Lebensmittel

Wasser ist ein Lebensmittel, das haben wir schon oft gehört! Aber hat es sich auch in unser Bewusstsein eingepägt, ist es uns selbstverständlich geworden?

Das Trinkwasser-Rohr ist die Verpackung für das Lebensmittel Trinkwasser!

Angenommen Sie sollten eine belegte Scheibe Brot einpacken um es mit zur Arbeit mitnehmen um es in einer Pause essen zu können. Was würden Sie als Verpackung nehmen! Sie würden ein sehr sauberes Stück Brotpapier oder eine sehr saubere Plastiktüte nehmen. Diese Verpackung wurde sorgfältig im Schrank aufbewahrt, damit sie nicht verschmutzt.

Wie sieht es mit der Verpackung für das Lebensmittel Trinkwasser auf der Baustelle aus? Wo werden die Rohre sorgfältig aufbewahrt, damit sie nicht verschmutzen?

Geht es dort auch so reinlich und sauber zu?

Auf der Baustelle kommen alle möglichen Verunreinigungen in die Verpackung für das Lebensmittel Trinkwasser. Das lässt sich nicht ganz vermeiden, deshalb werden die Rohrleitungen bei der Inbetriebnahme gereinigt (gespült).

Zuhause reinigt man eine Verpackung (zB. Brotdose) vor der Benutzung mit warmen Spülwasser in dem ein Spülmittel (Fettlöser) enthalten ist.

Die Verpackung muss sauber sein!

Bei der Inbetriebnahme einer TW-Anlage kann man das nicht so machen, man kann nur Wasser und Luft nehmen. Würde man Reinigungsmittel benutzen, würde man dieses nur sehr schlecht wieder aus dem Leitungssystem heraus bekommen. Wir können das Trinkwassersystem nicht so gut reinigen wie die Brotdose zu hause. Also müssen wir vorher umso mehr darauf achten so wenig Schmutz wie möglich in das Rohrsystem hinein kommen zu lassen.

Der Mensch muss einziehen, bevor die Legionelle und die Amöbe sich häuslich einrichten können!

Die Inbetriebnahme ist eine sehr kritische (unsichere) Phase (Zeitspanne) für die Sauberkeit des Trinkwassers. Um das zu erläutern springen wir (in Gedanken) in die Zukunft:
Angenommen, die Anlage ist bereits in Betrieb genommen und mit Wasser befüllt worden. Die

(menschlichen) Bewohner ziehen aber erst Wochen später ein:

Es werden nicht alle Verunreinigungen durch das Spülen herausgekommen sein, einige Verunreinigungen sind irgendwo an der Rohrwand angehaftet (geklebt). Diese Anhaftungen werden mit der Zeit durch das Wasser langsam aufgelöst. Jetzt wäre es wichtig, dass diese gelösten Teile weggespült werden, denn die Legionellen und Amöben sind mit dem Wasser gemeinsam in das neue Rohrsystem eingefüllt worden und sehen sich nach Nahrung um! Frisch aufgelöste Verunreinigungen sind ein gefundenes Fressen für die Neuankömmlinge in ihrer neuen Behausung! Wenn das Wasser still steht, können sie sich in Ruhe an die Rohrwandungen anheften, in Ruhe Schleim produzieren und es sich darin (und darunter) gemütlich machen. Das frisch eingefüllte Wasser war noch kalt, aber jetzt wird es von Tag zu Tag wärmer, die Legionelle und die Amöbe fühlen sich von Tag zu Tag wohler. Wenn dann ein paar Wochen später die (menschlichen) Bewohner des Hauses einziehen und Trinkwasser zapfen, ahnen sie gar nicht, dass sich schon lange vor ihnen andere „Bewohner“ in den Leitungen häuslich eingerichtet haben, weil sie Ruhe und reichlich Nahrung hatten! Wenn die Menschen Wasser zapfen kommt das Wasser in Bewegung (es strömt ungemütlich schnell), jetzt wird das Wasser auch wieder kälter, gut, dass die „Rohrbewohner“ Vorbereitung treffen konnten, ihre häusliche Schleimschicht ist so gut gewachsen, dass sie jetzt den schnellen Strömungen standhält!

Um dieses Geschehen zu verhindern dürfen wir das TW-Leitungssystem erst mit Wasser füllen, wenn auch die menschlichen Bewohner auch einziehen (frühestens 48 Stunden vorher!! notfalls auch 72 Std.).

Falls es nicht sicher ist, ob die Menschen innerhalb von 48 Stunden einziehen, muss die Dichtigkeitsprüfung mit Luft gemacht werden, max. 3 bar!! Wenn man genau weiß, dass die Menschen innerhalb von 48 Stunden einziehen, kann man sie auch mit Wasser machen!

7 Was hat das Zähneputzen mit der Trinkwasserqualität zu tun?

Wir kennen solche schleimigen Schichten (Biofilme), die von Bakterien erzeugt werden auch von unseren Zähnen. Auf unseren Zähnen fühlen sich die Bakterien sehr wohl, weil sie außer Wohnung und Wärme auch noch unendlich viel Nahrung bekommen, am meisten freuen sie sich ja über den Zucker, beim „verdauen“ des Zuckers produzieren die Bakterien leider auch Säure und diese Säure löst unsere Zähne auf. Das ist eine mikrobakterielle Korrosion. Korrosion bedeutet: Zerstörung eines Werkstoffes.

Um diese mikrobakterielle Korrosion zu verhindern gibt es ein außerordentlich wirksames Mittel: Keine Chemie, sondern reine Physik: Mechanische Reinigung: Zähneputzen!! Das mechanische Putzen ist das beste Mittel gegen Zahnbelege, am besten mehrmals am Tag!

Und genauso geht man am besten gegen schleimige Schichten (Biofilme) in den Rohrleitungen vor, nur ist es dort schwer mit einer Zahnbürste zu arbeiten.

Diese mechanische Reinigung kann man in Rohrleitungen auch anders erzielen: Man sorgt für eine hohe Strömungs-Geschwindigkeit, so dass es möglichst überall im Leitungssystem so schnell strömt, dass sich die Legionellen und Amöben gar nicht mehr festhalten können und mitgerissen werden. Dann bleiben sie nicht lange im Rohrsystem, sondern werden schon nach kurzer Zeit wieder hinaus gespült und haben dadurch keine Möglichkeit sich in Ruhe zu vermehren. Diese physikalischen Reibungskräfte sind das Mittel der Wahl (am besten geeignet), da sie die Trinkwasserqualität nicht negativ beeinflussen. Damit ist gemeint, dass keine Desinfektionsmittel hinzu gegeben werden, wie zB. Chlor oder Silber.

Das Trinkwasser bleibt so sauber wie es ist, es wird nur „in Schwung gebracht“!

Zähne putzt man mit der Zahnbürste, Rohre mit hohen Fließgeschwindigkeiten.

Wenn wir die Rohre möglich klein dimensionieren (der Durchmesser muss möglichst klein sein), erreichen wir gleich 2 positive Effekte: Erstens: Die schnelle Strömung reißt die Mikroorganismen mit und zweitens wird das Wasser im Rohr schneller ausgetauscht. Wenn das Rohr einen kleineren Durchmesser hat, ist auch weniger Wasser drin. Wenn an diesem Rohr Wasser gezapft wird, wird das Wasser schneller ausgetauscht, als wenn das Rohr einen größeren Durchmesser hätte. Die Verweilzeit des Wassers im Rohr (die Zeit, die das Wasser im Rohr steht bevor aus dem Auslauf das Rohr verlässt) wird kleiner und die größeren physikalischen Reibungskräfte vermindern den Aufbau von Biofilmen. (Außerdem bleiben weniger Fremdkörper im Rohrleitungssystem liegen, das verbessert auch den Korrosions-Schutz).

Wenn wir die Rohre immer kleiner dimensionieren, fließt das Wasser immer schneller, es reibt immer mehr an den Wänden, an den Umlenkungen (Bögen) entstehen immer mehr Wasser-Wirbel. Dadurch kommt es zu immer lauterem Fließgeräuschen. Dieses Problem wird im Einfamilienhaus kleiner sein als in Hotels. Aus Schallschutz-Gründen sollte die Fließgeschwindigkeit nicht größer als 5 m/s sein.

In der Zirkulationsleitung (falls vorhanden) sollte eine Fließgeschwindigkeit von 1 m/s herrschen, außer bei Kupfer als Rohrleitungswerkstoff, hier sollte nicht über 0,5 m/s dimensioniert werden (wegen Erosions-Korrosion).

Alle Bestandteile der Installation, in denen sich eine hohe Strömungs-Geschwindigkeit nicht realisieren lässt, sollten vermieden (nicht eingebaut, evtl. rückgebaut) werden. Ein Beispiel:

- Das Membran-Ausdehnungsgefäß am Warmwasserspeicher: „Es sollte nur eingebaut werden, wenn es sich technisch nicht vermeiden lässt“ Dass dieses MAG so oft eingebaut wird, ist nicht nachvollziehbar: Weder ist es vorgeschrieben, noch gibt es offizielle Empfehlungen dafür. Ganz im Gegenteil: Der DIN-Kommentar zur DIN 1988 hat sich ausdrücklich gegen das MAG ausgesprochen (8), seit 2004 gibt es auch offizielle hygienische Bedenken. Das MAG hat eine große Membran aus weichem Kunststoff, hierauf bauen die Amöben ihre Schleimschicht und bieten den Legionellen ein schönes Zuhause! Heute dürfen nur noch „durchströmte“ MAG's in Trinkwasser-Installationen eingebaut werden.

Aufgaben:

- 1) Wie kann man die TW-Rohre vor dem Einbau vor Verunreinigungen schützen?
- 2) Weshalb kann man die eingebauten TW-Rohre nicht mit Reinigungsmitteln reinigen (zB. Spülmittel)?
- 3) Wie viele Tage dürfen die Legionellen früher ins Haus einziehen als die Menschen?
- 3A) Wann darf frühestens die Dichtheitsprüfung mit Wasser gemacht werden?
- 4) Unter welchen Bedingungen kann man die Dichtheitsprüfung nicht mit Wasser machen? (Wann muss sie unbedingt mit Luft gemacht werden?)
- 5) Was hilft am besten gegen Karies?
- 6) Was hilft am besten gegen Legionellen?
- 7) Welche beiden positiven Effekte werden durch eine hohe Fließgeschwindigkeit erreicht?
- 8) Welchen großen Nachteil haben chemische Desinfektionsmittel, wenn man sie in TW-Leitungen gegen Legionellen einsetzt?

Alle Bestandteile der Installation, in denen sich eine hohe Strömungsgeschwindigkeit nicht realisieren lässt, sollten vermieden (nicht eingebaut, evtl. rückgebaut) werden. Ein Beispiel:

8 Das Membran-Ausdehnungsgefäß am Warmwasserspeicher: „Es sollte nur eingebaut werden, wenn es sich technisch nicht vermeiden lässt“ Dass dieses MAG so oft eingebaut wird, ist nicht nachvollziehbar: Weder ist es vorgeschrieben, noch gibt es offizielle Empfehlungen dafür. Ganz im Gegenteil: Der DIN-Kommentar zur DIN 1988 hat sich ausdrücklich gegen das MAG ausgesprochen, seit 2004 gibt es auch offizielle hygienische Bedenken. (8) (7)

9 Teures Wassersparen: Ich vermute, dass das Wassersparen das eigentliche Argument für den Einbau eines MAG ist. Das Ausdehnungswasser (beim Erwärmen des kalten TW) geht ohne MAG „verloren“. Doch welcher Preis wird für dieses Wasser bezahlt, wenn es nicht verloren geht:

Bei einem durchschnittlichen Warmwasserverbrauch von 127 Liter pro Person am Tag wird (im ungünstigsten Fall) dieses Volumen 127 Liter von ca. 12°C auf max. 60°C erwärmt (ohne dass in dieser Aufheizzeit irgendjemand TWW zapft). Das würde eine Volumenzunahme von 1,64% entsprechend 2,08 Liter ungefähr 2 Liter. Das wären in einem ganzen Jahr 760,2 Liter, inklusive Abwassergebühren ca. **2,45 €Jahr pro Person** (Trinkwasser: ca. 1,66 €/m³, Abwasser: 1,56 €/m³ (Köln, Sept. 2013)), das würde in einen 3 Personenhaushalt immerhin mit ca. 7,34 €pro Jahr zu Buche schlagen. Dieses verblüffende Ergebnis rührt daher, dass ein Liter Trinkwasser (inklusive Abwasser) 0,3 Cent kostet! (In Köln, Sept. 2013).

Dagegen rechnen muss man die Anschaffungskosten für das MAG inklusive Montage (ca. 170 €), den erhöhten Wartungsaufwand (nach 2 Jahren spätestens ist der Druck im MAG zu prüfen), und zuletzt: MAG's gehen auch kaputt, irgendwann kommt es zum Ersatz (Anschaffung, Anfahrt, Montage...).

Den Preis zahlt der unwissende Kunde.

Es bliebe das Argument des Wassersparens aus ökologischen Gründen, also ein knappes Gut auf der Erde sorgsam zu erhalten. Dieses Argument trifft global (weltweit) zu. Aber Deutschland gehört (glücklicherweise) zu den regenreichsten Ländern der Erde. Wir brauchen aus wasserwirtschaftlichen Gründen kein Wasser zu sparen. Insbesondere wenn hygienische Aspekte hinzukommen, sollte diese deutlichen Vorrang haben! Hierzu der Arbeitskreis Trinkwasser & Hygiene in Bonn 2009: ***„Der Arbeitskreis hält es zumindest in Deutschland für gerechtfertigt zu hinterfragen, ob bzw. aus welchen Gründen Wasser gespart werden muss, da in Deutschland grundsätzlich ausreichend Wasser zur Verfügung steht.“*** ***

Aus ökologischer Sicht tritt hier ein negativer Effekt ein: Das Produzieren des MAG erzeugt CO₂, welches unsere Umwelt aufheizt.

Siehe auch:

http://www.virtuelles-wasser.de/das_projekt.html

Bei der Wartung werden Sicherheitsventile sehr oft nicht überprüft. Beim Auslösen des SV würde dieses danach nämlich undicht werden. Also vermeidet man das. Würde das Sicherheitsventil regelmäßig ausgelöst, würde es auch dicht bleiben.

Fragen:

- 1) Was ist damit gemeint, wenn ein Membran-Ausdehnungsgefäß (oder eine "tote" Leitung) rückgebaut werden soll?
- 2) Wie lange müsste ein MAG halten, wenn es sich amortisieren (bezahlt machen) soll?