

# Tankdesinfektion und Tankreinigung in Campingfahrzeugen

Überarbeitet und erweitert Januar 2014.

Allgemein.....	1
Chemie der Desinfektionsmittel.....	2
Verkeimung.....	2
Desinfektionsmittel aus Bereichen außerhalb von Camping.....	2
Reinigungsmittelbereich.....	2
Schwimmbeckenbereich.....	3
Anwendungsempfehlung für die Behälterdesinfektion.....	3
Konzentrationsempfehlungen.....	3
Mittel aus dem Schwimmbeckenbereich ohne Chlor.....	5
Kostenvergleich der verschiedenen Mittel.....	6
Desinfektionsmittel.....	7
Peroxid.....	7
Natriumhypochlorit.....	7
Calciumhypochlorit.....	7
Natriumdichlorisocyanurat.....	7
Kaliumperoxomonosulfat.....	7
Chlordioxid.....	8
Benutzung von Silberpräparaten.....	8
Kalkablagerungen im Tank und Leitungen entfernen.....	9
Wie entsteht Härte?.....	9
Wie läuft die Phase der Verkalkung ab?.....	9
Entkalkungsmittel.....	10
Kritische Betrachtungen.....	11
Nutzlose, aber teure Desinfektionsmittel mit Silber.....	11
Gebissreinigungsmittel.....	12
Vorgehensweise bei der Desinfektion.....	12
Desinfektion.....	12
Spülen des Tanks und der Leitungen.....	13
Erfahrungsberichte von Forenmitgliedern.....	15
Bleichlauge (Danklorix).....	15
Linkliste.....	16

## Allgemein

### Worüber wird geschrieben?

- Überblick über Produkte, die zur Tankdesinfektion verwendet werden können.
- Vor- und Nachteile der verschiedenen Desinfektionsmittel.
- Stellungnahme zu unnützen und teuren Produktkombinationen mit Silber.
- Preisgünstige Desinfektionsmittel aus anderen Anwendungsbereichen.

## **Chemie der Desinfektionsmittel.**

Die desinfizierende bzw. oxidierende Wirkung einiger Desinfektions- oder Bleichmittel ist Sauerstoff. Im Wasser spalten die Chemikalien aktiven Sauerstoff ab. Dieser ist kurz nach der Abspaltung äußerst aggressiv. Er kann Mikroben; Bakterien, Viren und ähnliches Mikrogetier in kürzester Zeit zerstören.

Bei Mitteln die Chlor enthalten, außer Chlordioxid, kommt die desinfizierende Wirkung von der hypochlorigen Säure.

Diese Mittel entfalten ihre desinfizierende Wirkung nur im Wasser. An Stellen außerhalb des Wassers, die nur kurzzeitig mit der Desinfektionslösung in Kontakt kommen erfolgt keine Desinfektion.

Ein weiteres chlorhaltiges Mittel ist Chlordioxid. Es hat die beste Desinfektionswirkung, ist gasförmig und wirkt im Wasser und außerhalb des Wassers. Tankbereiche außerhalb des Wassers, wie z.B. Tankdecke, werden ebenfalls ausreichend desinfiziert.

Desinfektionsmittel können in verschiedenen Konzentrationen eingesetzt werden. Je höher die Konzentration, je schneller ist die Wirkung der Desinfektion. Bei Angaben zur Konzentration muss man auch Angaben über die Kontaktzeit berücksichtigen

## **Verkeimung**

Gelangen Mikroorganismen in den Tank, setzen sie an den Wänden des Tanks und der Schlauchleitungen fest und bilden Kolonien. Mit der Zeit entsteht ein biologischer Rasen, im Prinzip eine Schutzschicht für die Bakterien. In dieser Schicht fühlen sich Protozoen (Einzeller, die auch als Urtierchen bezeichnet werden) besonders wohl und finden Nahrung.

Diese Beläge sind nur mechanisch oder durch geeignete Desinfektionsmittel zu beseitigen.

Bakterien brauchen für ihr Wachstum und Vermehrung Futter. Trinkwasser enthält keine Stoffe, die den Bakterien als Futter dienen können. Geht man beim Bunkern von Wasser sorgfältig vor und trägt keine Fremdstoffe mit ein, haben Bakterien auch keine Grundlage für ein kräftiges Wachstum.

## **Desinfektionsmittel aus Bereichen außerhalb von Camping**

### **Reinigungsmittelbereich**

Aus dem Bereich der Haushaltsreinigung kommen Mittel die Bleichlauge oder Hypochlorit enthalten.

Bekannt sind Danklorix, Eau de Javel, Javellewasser, Bref Power Hygiene und andere. Sie sind flüssig und wirken schnell.

Die Konzentration der Haushaltsreinigungsmittel ist ca. 3%ig.

In Fachgeschäften bekommt man Bleichlauge und Wasserstoffperoxid in wesentlich höheren Konzentrationen.

## Schwimmbeckenbereich

Ein breites Anwendungsgebiet bietet der Schwimmbeckenbereich.

Es gibt Mittel die Chlor enthalten und Mittel die chlorfrei sind. Sie gibt es als Granulat oder Tabletten mit 20 g oder 200 g. Für uns Wohnmobilisten eignet sich das Granulat oder die 20 g Tabs.

### Mittel auf Chlorbasis aus Schwimmbeckenbereich

Im Wasser entsteht Hypochlorit wie bei Bleichlauge. Man könnte sie auch als Bleichlauge in fester Form bezeichnen.

Als Inhaltsstoffe steht auf den Verpackungen Natriumdichlorisocyanurat, oder Natriumdichlorisocyanuratdihydrat. Außerdem Aktiv Chlor mit ca. 50%.

Die Mittel bekommt man in jedem Baumarkt, in dem es Schwimmbadzubehör gibt

### Chlorfreie Mittel aus dem Schwimmbeckenbereich

Diese Mittel sind auf Kaliumperoxomonosulfat aufgebaut.

Die Mittel der bekannten Camping - Firmen zur Tankreinigung bzw. Tankdesinfektion unterscheiden sich in ihrer Zusammensetzung kaum von den denen aus dem Schwimmbeckenbereich. Sie gibt es als Granulat oder Tabletten mit 20 g oder 200 g. Für uns Wohnmobilisten eignet sich das Granulat oder die 20 g Tabs.

## Anwendungsempfehlung für die Behälterdesinfektion

### Konzentrationsempfehlungen

Es gibt ein DVGW Arbeitsblatt 291 mit dem Thema „Reinigung und Desinfektion von Wasserverteilungsanlagen“. Darin werden folgende Mittel empfohlen.

Wasserstoffperoxid $H_2O_2$	150 mg/l $H_2O_2$
Natriumhypochlorit NaOCl Chlorbleichlauge	50 mg/l Chlor
Calciumhypochlorit $Ca(OCl)_2$	50 mg/l Chlor
Chlordioxid $ClO_2$	6 mg/l $ClO_2$

Bei diesen Angaben handelt sich um Empfehlungen und können von dem Anwender den Gegebenheiten angepasst werden.

Verbände, staatliche Stellen geben Empfehlungen heraus, die sich auf dieses DVGW Arbeitsblatt 291 beziehen.

Vom Bayerischen Landesamt für Umweltschutz wurde hierfür das Merkblatt 1.8/3 Mit dem Titel:

„Spülung und Desinfektion der Rohrleitungen von Wasserversorgungsanlagen“

Das Eisenbahn Bundesamt und die See-Berufsgenossenschaft haben hierzu für ihre Bereiche Empfehlungen erarbeitet.

In der Tabelle sind die Empfehlungen des Eisenbahn Bundesamtes und der See-Berufsgenossenschaft zusammengefasst.

Da hier ebenfalls Tanks und Leitungen, wie bei uns im Womo, behandelt werden,

wurden diese Daten als Anhaltswerte für die Konzentrationsempfehlungen in diesem Artikel genommen.

Tabelle 1: Anwendungsempfehlungen

	Eisenbahn Bundesamt		See-Berufsgenossenschaft
	Anwendungskonzentration		
Chlorbleichlauge Natriumhypochlorit NaOCl 12,5% 150g Chlor/l	50 mg Chlor/l	Bleichlauge 333 ml/m <sup>3</sup> 420 g/m <sup>3</sup>	200 ml/m <sup>3</sup> 240 g/m <sup>3</sup>
Calciumhypochlorit Ca (OCl) <sub>2</sub> 70% Chlor	50 mg Chlor/l	Chlorkalk 72 g /m <sup>3</sup>	50g/m <sup>3</sup>
Chlordioxid ClO <sub>2</sub>	6 mg /l	Chlordioxid 6 g ClO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	1g/m <sup>3</sup>
Wasserstoffperoxid H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	150 mg H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /l	Wasserstoffperoxid 150 g /m <sup>3</sup> 1,5%	1,5%
Herlisil	200 mg Herlisil/l Wasser	Herlisil 200 g/m <sup>3</sup>	

Es werden 12 Stunden Einwirkzeit empfohlen.

Tabelle 2: In dieser Tabelle sind die Empfehlungen aus Tabelle 1 auf die Mittel aus dem Schwimmbeckenbereich umgerechnet.

	Aktivchlor	Mengen gleicher Wirksamkeit	20 g Tabs/ m <sup>3</sup>
Natriumhypochlorit 12,5% Chlorbleichlauge	150 g/l 15%	333 ml/m <sup>3</sup> 420 g/m <sup>3</sup>	
Natriumhypochlorit 3% Chlorbleichlauge	37,5 g/l 3,75%	1333 ml/m <sup>3</sup> 1360 g/m <sup>3</sup>	
Calciumhypochlorit Chlorkalk	65 %	77 g/m <sup>3</sup>	4 Stück
Natriumdichlorisocyanurat	55 %	91 g/m <sup>3</sup>	5 Stück
Natriumdichlorisocyanuratdihydrat	47 %	106 g/m <sup>3</sup>	6 Stück

Spalte 1: Aktivchlorgehalt der Mittel

Spalte 2: Die jeweiligen Mengen Desinfektionsmittel, die der vom Eisenbahn Bundesamt empfohlenen Aktivchlormenge entspricht.

Spalte 3: Anzahl an 20 g Tabs Schwimmbeckenmittel.

Ablesebeispiel:

Um die gleiche Menge Desinfektionsmittel zu verwenden wie das Eisenbahn Bundesamt empfiehlt, braucht man für 1000 l Wasser 91 g Natriumdichlorisocyanurat mit 55% Aktiv Chlor als Granulat oder 5 Stück 20 g Tabs.

Bei dem Desinfektionsverfahren müssen alle Wände mit Desinfektionslösung benetzt sein. Durch die Lage Entlüftungsöffnungen wird jedoch der obere Teil des Tanks oftmals nicht mit Desinfektionsmittel beaufschlagt. Selbst beim Bewegen (Schütteln) des Fahrzeuges wird die erforderliche Kontaktzeit für eine sichere Desinfektion nicht erreicht. Bei Verwendung höherer Desinfektionsmittelkonzentrationen kann die Kontaktzeit verringert werden.

Es hat sich bei den Wohnmobilisten eine individuelle Konzentrationseinstellung entwickelt. Viele verwenden Bleichlauge in Form von Danklorix oder ähnlichen Produkten.

1 Liter Haushaltsreiniger mit Bleichlauge (z.B. Danklorix) entspricht 3 Stück 20 g Tabs.

Diese Umrechnungsbeispiele zeigen einen Vergleich der Mengen oder Konzentrationen an Aktivchlor.

Das bedeutet aber nicht dass die desinfizierende Wirkung auch gleich ist.

Die desinfizierende Wirkung hängt sehr stark von dem pH Wert ab.

Bei Schwimmbeckenmitteln (Natriumdichlorisocyanurat), hat man einen neutralen pH Wert. Bei Chlorbleichlauge einen alkalischen pH Wert.

Die desinfizierende Wirkung ist bei neutralem pH Wert etwa 50- bis 100-mal stärker als bei alkalischem pH Wert.

Aus dem Grund reicht ein 20 g Tab für eine ausreichende Desinfektion vollkommen aus.

Der alkalische pH Wert bei Chlorbleichlauge hat gegenüber einem neutralen pH Wert eine sehr gute reinigende Wirkung.

Forenmitglieder berichten, dass sie bei Verwendung von Chlorbleichlauge Beläge in den Schläuchen entfernen konnten. Bei der Verwendung von Schwimmbad Tabs wäre dies nicht möglich gewesen.

## **Mittel aus dem Schwimmbeckenbereich ohne Chlor.**

Verglichen werden Behandlungskemikalien der Camping Firmen und der Behandlungskemikalien die zur Behandlung von Schwimmbeckenwasser verwendet werden. Beide enthalten Kaliumperoxomonosulfat als Wirksubstanz. Aus dem Campingbereich wurden die Mittel TankRein und SchleimEx verwendet, aus dem Schwimmbeckenbereich die Mittel die als Aktivsauerstoff bezeichnet werden. Diese gibt es in Form von Granulat oder Tabletten mit 20 g. Diese Mittel sind in jedem Baumarkt erhältlich.

Die Angaben zur Dosierung auf den Behältern sind für Schwimmbeckenwasser ausgelegt. Für eine Tankdesinfektion sind sie nicht zu verwenden. Verglichen wird der Anteil an Wirksubstanz Kaliumperoxomonosulfat in den verschiedenen Mitteln.

Anwendungsvergleich Von Mitteln der Campingfirmen zu Mitteln aus dem Schwimmbeckenbereich.für ein Tankvolumen von 100 Liter.

	TankRein/KeimEx	Schleimex	Schwimmbeckenmittel
Anteil Wirkstoff Kaliumperoxomonosulfat	5%	25 %	95%
Dosierung Produkt	100g/100 l	250g/100 l	
Anteil Wirksubstanz	5g/100 l	63g/100 l	
Äquivalent Schwimm- beckenmittel als Granulat	6g/100l	66g/100 l	
Äquivalent Schwimm- beckenmittel als 20g Tab	1 Tab (20g)	3 Tabs (20g)	

## Kostenvergleich der verschiedenen Mittel

	Preise	Dosierung	Kosten 100 l Tank
Schwimmbeckenmittel Ersatz für TankRein/KeimEx	15 €/kg	1 Tab/100 l	0,1 €/100 l (1 Tab)
Schwimmbeckenmittel Schnell Chlorgranulat	10 €/kg	1 Tab/100l	0,2 €/100 l
Wasserstoffperoxid	17 €/kg 100%	15 g/100 l	0,25 €/100 l
Chlorbleichlauge	1,5 €/kg	0,25 l/100 l	0,38 €/100 l
Chlordioxid (Easy Des)		200 ml/100l	1 €/100 l
TankRein/KeimEx	55 €/kg	100 g/100 l	5,5 €/100 l
Chlordioxid (Campinghandel)	14 €/250ml	200 ml/100l	11 €/100 l
Herlisil S6	11,5 €/kg	2 l/100 l	23 €/100 l

Der Preisvergleich soll eine grobe Orientierung über die Kostenrelation der verschiedenen Mittel geben.

Die Preise für die einzelnen Mittel schwanken stark.

Genauso auch die Angaben über die Konzentrationen.

Auch das Wirkungsspektrum ist unterschiedlich.

Zu Chlordioxid gibt es 2 Preisangaben.

Die Kosten für Chlordioxid (Campinghandel) beziehen sich auf ein Produkt, das im Campinghandel angeboten wird.

Das wird in kleinen Gebinden angeboten.

Die Kosten für Chlordioxid (Easy Des) beziehen sich auf ein Produkt das nicht im Campinghandel angeboten wird.

Man muss allerdings zwei Gebinde von je 2,5 l für ca. 50 € kaufen. Das reicht dann auch für die nächsten 30 Jahre. Kleinere Gebinde gibt es nicht.

## **Desinfektionsmittel**

### **Peroxid**

Es gibt Wasserstoffperoxid in verschiedenen Wirkkonzentrationen. Es schmeckt nicht und riecht nicht und beim Zerfall bleibt nur Wasser zurück.

Wasserstoffperoxid ist in Aquariengeschäften, Drogerien und sonstigen Fachgeschäften erhältlich. Es wird bis zu einer Konzentration von 30% angeboten. Zur Anwendung sollte man es auf ca. 3% verdünnen.

Andere reine Wasserstoffperoxidprodukte sind Herlisil, Sanosil, Almusil.

Die Wirkung ist temperaturunabhängig, das Mittel ist teuer.

Reinigungsmittel, das Wasserstoffperoxid enthält ist Domestos, dies enthält zusätzlich Detergentien, Geruchs- und Farbstoffe.

Die Produkte sind flüssig.

### **Natriumhypochlorit (Bleichlauge)**

Die gängigen Reinigungsmittel enthalten einen Wirkstoffanteil von ca. 3% Es hat einen typischen Geruch und zerfällt in Kochsalz und Wasser.

Reine Bleichlaugenprodukte sind Eau de Javel, Javelwasser, Danklorix (blaue Flasche). Man findet sie in Super- und Baumärkten.

Die Wirkung ist temperaturunabhängig, die Mittel sind preisgünstig.

Reinigungsmittel, die Natriumhypochlorit enthalten sind Bref-Chlor Reiniger, Danklorix (grüne Flasche). Sie enthalten Detergentien, Geruchs- und Farbstoffe.

Die Produkte sind flüssig.

Bleichlauge darf man nicht mit säurehaltigen Reinigern zusammenbringen. Dabei entwickelt sich Chlorgas.

### **Calciumhypochlorit (Chlorkalk)**

Chlorkalk hat die gleiche Wirkung hat wie Natriumhypochlorit (Bleichlauge) ist aber fest. Bei hartem Wasser mit einer Härte größer 25°dH können Rückstände im Tank bleiben. Statt 1 kg Bleichlauge 3%-ig kann man 46 g Chlorkalk (Calciumhypochlorit) verwenden

### **Natriumdichlorisocyanurat**

#### **Natriumdichlorisocyanuratdihydrat**

Diese Mittel findet man fast nur im Schwimmbeckenbereich. Sie gibt es als Granulat, Tabletten mit 20 g und Tabs mit 200 g. Im Wasser entsteht wie bei Bleichlauge, Hypochlorige Säure. Es ist dadurch leichter handhabbar als die flüssige Bleichlauge.

Da man statt 1 kg (ca. 1l) Bleichlauge 3%-ig, 55 g Natriumdichlorisocyanurat oder 64g Natriumdichlorisocyanuratdihydrat verwenden kann, sollte man nicht die 200 g Tabs kaufen. Sie sind für Schwimmbecken ausgelegt.

Im Wasser spalten sich die Chemikalie in Hypochlorige Säure und Cyanursäure auf. Cyanursäure wird in der Kläranlage abgebaut. Um die Bedenken vor dieser Chemikalien zu zerstreuen einen Hinweis. Die Bundeswehr kann diese Chemikalien im Katastrophenfall auch zur Trinkwasserdesinfektion einsetzen.

### **Kaliumperoxomonosulfat**

Mittel mit diesem Wirkstoff werden im Schwimmbeckenbereich als chlorfreie Mittel verwendet. Im Campingbereich wird es z.B. als Schleimex, um ein vielfaches teurer, angeboten.

Eine kleine willkürliche Auswahl von Produkten aus dem Schwimmbadbereich sind: Bayroklar, Chemoform Aquablanc Sauerstoff Granulat, Aktivsauerstoff-Granulat

(Chlorfrei)

Bei diesen Mitteln wird oftmals eine zweite Komponente als Aktivator angeboten. Dies benötigen wir nicht, da es sich um ein Mittel zur Algenbekämpfung handelt. Algen brauchen zur ihrer Entwicklung Licht. Da in unsere Tanks im Womo kein Licht gelangt, entwickeln sich auch keine Algen.

Bezugsquellen:

Baumärkte in denen es auch Schwimmbadzubehör gibt, Onlineshops. In Suchmaschine mit „Aktivsauerstoff-Granulat chlorfrei“ suchen.

Die Preise der Mittel liegen zwischen 5-15 €/kg.

Die Wirkung ist nicht temperaturabhängig.

## **Chlordioxid**

Das beste Desinfektionsmittel ist Chlordioxid. **Es ist gasförmig und wirkt auch an Stellen die nicht von Desinfektionsflüssigkeit benetzt werden.** Man muss den Tank mit Womo nicht schütteln, wie bei den anderen Mitteln.

Wenn sich auf den Tankwänden keine dicken Schleimschichten gebildet haben, reichen die Mittel mit Chlorbleichlauge vollkommen aus.

Sind jedoch dickere Schichten, auch biologische Rasen genannt, vorhanden werden diese nicht entfernt. Das beste Verfahren wäre hier die Wände mit einer Wurzelbürste zu schrubben. Bei unregelmäßig geformten Tanks, oder in Schläuchen, ist dies jedoch nicht möglich. Die beste Wirkung gegen solche Beläge zeigt Chlordioxid.

Eine sehr gute und ausführliche Beschreibung findet man auf der Homepage Reisemobilist von Rainer Klasani.

<http://reisemobilist.de/dow/Wasserdeseinfektion>.

Bezugsquellen für Chlordioxid gibt es mehrere. Einfach in Google die Stichworte „Chlordioxid kaufen“ eingeben. Man findet dabei Packungsgrößen, die auch für den Einsatz im Campingbereich sinnvoll sind.

Beispiele:

[http://www.yatego.com/stangl-gmbh/p,4e873bdadaf7a,4d6f3b83be32f4\\_5,chlordioxid-f%C3%BCr-camping--wohnmobile--schiffe-uvm-](http://www.yatego.com/stangl-gmbh/p,4e873bdadaf7a,4d6f3b83be32f4_5,chlordioxid-f%C3%BCr-camping--wohnmobile--schiffe-uvm-)

<http://www.yachticon.de/Trinkwasser/Spezielle-Produkte/Aqua-Bon-Chlordioxid-200-ml::933.html>

<http://www.dilixin.de/products/dilixin-xpress/?gclid=CN-GktOZ27UCFclZ3godtAkAdw>

## **Benutzung von Silberpräparaten**

Das Silber, von der Trinkwasserkonservierung bekannt, ist für eine Tankdesinfektion nicht geeignet. Es wirkt gegen Bakterien, gegen Viren und Protozoen aber weniger gut. Das Silber muss von den Mikroorganismen erst aufgenommen werden, um dann die Stoffwechselvorgänge in den Zellen zu blockieren, wodurch diese dann absterben. Es dauert also wesentlich länger als bei den Oxidationsmitteln.

## Kalkablagerungen im Tank und Leitungen entfernen

Kalkhaltiges Trinkwasser kann zu Ablagerungen im Tank und im Leitungssystem führen. Hierfür ist die Härte des Wassers verantwortlich.

### Wie entsteht Härte?

Durch den Kontakt mit der Luft löst sich im Regenwasser Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>). Es entsteht Kohlensäure (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>). Fließt das Wasser dann als Grundwasser durch kalkhaltige Gesteinsschichten, löst die Kohlensäure im Wasser etwas Kalk (Calciumcarbonat CaCO<sub>3</sub>). Dadurch entsteht Wasserhärte.

Durchfließt das Grundwasser Gesteinsschichten, die keinen Kalk enthalten, so enthält das Wasser auch keine Härte.

Unser Trinkwasser wird nach folgenden Härtegraden eingeteilt

Härtebereich	Millimol Calciumcarbonat je Liter	°dH
weich	weniger als 1,5	weniger als 8,4
mittel	von 1,5 bis 2,5	8,4 bis 14
hart	mehr als 2,5	mehr als 14

### Wie läuft die Phase der Verkalkung ab?

Die im Wasser gelöste Kohlensäure sorgt dafür, dass der Kalk im Wasser gelöst bleibt und nicht ausfällt. Wird die Kohlensäure aus dem Wasser ausgetrieben, fällt auch Kalk aus. Das geschieht hauptsächlich beim Erwärmen des Wassers.

So fällt bei Temperaturen oberhalb von 60 °C verstärkt Kalk aus und lagert sich an den Oberflächen als harte Schicht ab. Auf elastischen Materialien, wie Schläuche und auch Tank können die nur schwer haften.

Beim Zu- und Abschalten der Pumpen, dehnen sich durch die Druckschwankungen die Schläuche, wodurch Verkrustungen abplatzen. Auch die Tankwände verformen sich je nach Füllstand, sodass sich hier keine allzu dicken Schichten aufbauen können.

Die Warmwassertemperatur im Boiler kann auf 40°C oder 60°C eingestellt werden. Bei diesen Bedingungen wird es nicht zu gewaltigen Kalkausfällungen kommen. Wie viel Kalk ausfällt hängt hauptsächlich vom Härtegrad des Wassers ab.

Kalkablagerungen lassen sich mit Säuren gut entfernen. Bei der Kalkauflösung entsteht Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>). Hier ein Verweis auf eine Seite mit Tipps zum Entkalken.

<http://www.entkalker-tipps.de/>

## Entkalkungsmittel

### Zitronensäure

Zitronensäure ist pulvrig.

Das am häufigsten verwendete Entkalkungsmittel ist Zitronensäure. Es ist ein grobes Pulver, erhältlich im Supermarkt.

Zu den Anwendungskonzentrationen findet man Angaben von 1-3 Esslöffel pro Liter Wasser. Das ergibt eine ca. 5%-ige Zitronensäurelösung bei ca. drei gehäuften Esslöffeln Zitronensäure auf 1 l Wasser.

Ein mildes Erwärmen unterstützt den Auflöseprozess des Kalkes.

25 cm<sup>3</sup> entsprechen ca. 23 g Zitronensäure

Ein gehäufter Esslöffel ist ca. 15 g Zitronensäure.

Ein gestrichener Esslöffel ist ca. 8 g Zitronensäure.

In dem Link steht „Meistens wird dazu eine Lösung aus 1 Teil Zitronensäure und 3 Teilen Wasser verwendet.“

Das kann nicht stimmen. Das ergäbe eine 30 %-ige Entkalkerlösung.

Also Vorsicht mit den Angaben.

<http://www.entkalker-tipps.de/zitronensaure-als-entkalker/>

### Essigsäure

Essigsäure ist flüssig.

Essig ist ein sehr gutes Mittel zum Entkalken.

Konzentrationen von 3%-5% reichen aus.

Der Haushaltsessig hat ca. 5%.

Wenn es schneller gehen muss stellt man die Konzentration etwas höher ein.

Wenn mehr Zeit zur Verfügung steht, wie bei einem Tank etwas niedriger.

Essigsäure greift bestimmte Metalle und Dichtungsmaterialien an. Ob eine beachtenswerte Schädigung auftritt, hängt von der Konzentration und Einwirkzeit ab.

Bei den oben beschriebenen Konzentrationen und Einwirkzeiten dürften keine Probleme mit Dichtungsmaterialien auftreten.

Befindet sich im System Kupfer, sollte man keinen Essig verwenden. Unter bestimmten Bedingungen greift Essigsäure Kupfer an.

### Amidosulfonsäure / Amidoschwefelsäure

Amidosulfonsäure ist pulvrig.

Amidosulfonsäure ist zum Entkalken bestens geeignet. Sie löst den Kalk bis zu 10-mal schneller und wesentlich gründlicher als andere Kalklöser.

Es ist geruchsneutral und geschmacksneutral.

Zu den Anwendungskonzentrationen findet man verschiedene Angaben.

Im Bereich der Kaffeemaschinen 15 g/l, in Sanitär-entkalkern 100 g/l.

Für die Kalkentfernung im Tank dürfte ein gestrichener Esslöffel pro Liter Wasser ausreichend sein. Hier kann die Entkalkerflüssigkeit länger wirken.

25 cm<sup>3</sup> entsprechen ca. 33 g Amidosulfonsäure

Ein gehäufter Esslöffel ist ca. 30 g Amidosulfonsäure.

Ein gestrichener Esslöffel ist ca. 10 g Amidosulfonsäure.

<http://www.entkalker-tipps.de/amidosulfonsaeure-als-entkalker/>

### **Ameisensäure**

Ameisensäure ist flüssig.

Ameisensäure ist ein sehr gutes Mittel zum Entkalken.

Konzentrationen von 3%-5% reichen aus.

### **Salzsäure**

Salzsäure ist flüssig und zur Entfernung von Kalk bestens geeignet.

Salzsäure kann in einem Edelstahlboiler Lochfraß erzeugen. Man sollte Salzsäure nicht verwenden.

### **Kommentar zu den Entkalkungsmitteln der Campingfirmen.**

Die uns bekannten Firmen bieten Mittel zur Beseitigung von muffigem Geruch und Kalk an. Sie enthalten Zitronensäure und Silbersalze. Die Silbersalze haben bei der Anwendung keine Wirkung. Sie sind vollkommen nutzlos.

Die Firmen sagen, dass die Silbersalze vor einem Wiederverkeimen schützen sollen und gehen anscheinend davon aus, dass der Womofahrer das Schmutzwasser nicht ablässt, sondern als Trinkwasser verwendet.

Nach dem Entkalken lässt man aber den Tankinhalt mit den Zitronensäureresten, gelösten Kalk und Schmutz ab und spült den Tank anschließend mit Trinkwasser sauber. Dabei werden auch die Silbersalze ausgespült. Anschließend ist kein Silber mehr im Tank, das schützen könnte.

Der Silberzusatz hätte nur dann einen Sinn wenn man die Schmutzbrühe im Tank belässt und mit Trinkwasser auffüllt, was wohl kein vernünftiger Womofahrer macht. Wer mit Silber sein Trinkwasser stabilisieren möchte, muss es dann erneut zusetzen.

## **Kritische Betrachtungen**

### **Nutzlose, aber teure Desinfektionsmittel mit Silber**

Im Handel werden verschiedene Desinfektionsmittel, die Silbersalze enthalten, zur Tankdesinfektion angeboten. Das Silber hat in diesen Mitteln überhaupt keine zusätzliche Wirkung.

Die Firmen argumentieren, dass die Silberionen das Trinkwassersystem vor Wiederverkeimung schützen soll. Das wäre richtig, wenn man nach dem Reinigen und Desinfizieren das Schmutzwasser nicht ablässe, sondern im Tank beließe und mit Trinkwasser auffüllt. Lässt man das Schmutzwasser aber ab und spült anschließend den Tank, ist auch kein Silber mehr im Tank. Denn, bevor das Silber seine Wirkung entfalten kann, wurden die Mikroorganismen durch das Desinfektionsmittel bereits abgetötet.

Das Mittel Natriumhypochlorit mit Silber wurde entwickelt um in Gegenden, die für uns Europäer hygienisch bedenklich sind (Tropen) verkeimtes Trinkwasser zu desinfizieren. Das Natriumhypochlorit tötet sofort alle Keime ab. Es verliert aber auch schnell seine Wirkung und im Wasser könnten sich wieder Keime entwickeln. Hier wirkt nun das Silber. Das Silber kann das Wasser zwar nicht desinfizieren. Es kann

aber die Entwicklung neuer Keime verhindern.

## Gebissreinigungsmittel

Die Gebissreinigungsmittel enthalten als Bleichmittel Natriumpercarbonat. Die Tabs müssen im Wasser schnell zerfallen, wozu in den Tabs Gasblasen erzeugt werden müssen, die das Tab regelrecht sprengen. Dazu werden Säuerungsmittel, vermutlich Zitronensäure und Natriumbikarbonat als Gaserzeuger für Kohlendioxid zugesetzt. Es muss gut schmecken, weil man das Gebiss ja wieder in den Mund nimmt. Riechen muss es auch gut. Und damit beim Bürsten der Reinigungseffekt besser ist, sind Scheuermittel drin, wahrscheinlich Kalk oder Kreide, auf jeden Fall körniges Material. Dieses körnige Material ist wasserunlöslich, bleibt dann am Boden des Tankes oder in den Leitungen liegen, verschlammt diese und bildet Siedlungsflächen für Bakterien. Bakterien haften mit Vorliebe an solchen Ablagerungen. Auf der Packung eines Produktes steht, dass es Menthol und Eukalyptus enthält. Menthol und Eukalyptus sind ätherische Öle, die sich nicht in Wasser lösen und beim Spülen nicht ausgeschwemmt werden. Sie haften an der Tankwand und an den feinen Rückständen. Sie sind Futter für die Bakterien. Dadurch wird eine Entwicklung der Bakterien und Keime unterstützt.



Beim Einsatz im Grauwassertank spielt dies keine Rolle. Für den Trinkwassertank kann es Nachteile haben. Außerdem entfalten Gebisstabs erst in warmem Wasser ihre volle Wirkung. Sie haben eine gute Reinigungswirkung, weil sie im Wasser langsam in Soda zerfallen. Soda ist ein gutes Reinigungsmittel.

## Vorgehensweise bei der Desinfektion

### Desinfektion

Wenn man das Trinkwassersystem desinfiziert, sollte man sicher sein, dass der Vorgang auch den gewünschten Erfolg bringt.  
Der Tank wird nur an den Stellen desinfiziert wird, die von der Desinfektionslösung längere Zeit benetzt werden, deshalb sollte man den Tank vollständig mit Desinfektionslösung füllen.

Den Tank teilweise mit Wasser füllen, Dann die gewünschte Menge Desinfektionsmittel hinzugeben und den Tank bis zum Überlauf füllen. Danach die Zapfventile öffnen damit die Leitungen gefüllt werden. Da in den Leitungen das Desinfektionsmittel schneller verbraucht wird, sollte man dies öfters wiederholen. Beim Warmwasser dauert es etwas länger, da der ganze Boilerinhalt verdrängt werden muss.

Die Desinfektionslösung 12 Stunden bis 24 Stunden im Tank wirken lassen. Diese Verweilzeit ist abhängig von der Konzentration des Desinfektionsmittels. Bei höheren Konzentrationen kann man eine kürzere Zeit wählen. Dann den Tankinhalt anwechselnd über die verschiedenen Wasserhähne in den Grauwassertank pumpen. Danach den Tank 3-mal mit Wasser spülen. Bei der Verwendung von Chlordioxid muss der Tank nicht vollständig gefüllt werden. Chlordioxid ist im Gegensatz zu den anderen Desinfektionsmitteln gasförmig und wirkt auch außerhalb der wässrigen Phase.

Eine gute Beschreibung zur Vorgehensweise gibt es auch hier:  
<http://womo.omniro.de/2013/02/28/tankdesinfektion/>

## **Spülen des Tanks und der Leitungen**

Nach der Desinfektion des Wassersystems sollten Tank und Leitungen gespült werden.

Wie sollte man dabei vorgehen? Mit viel Wasser einmal, oder mit wenig Wasser mehrmals spülen?

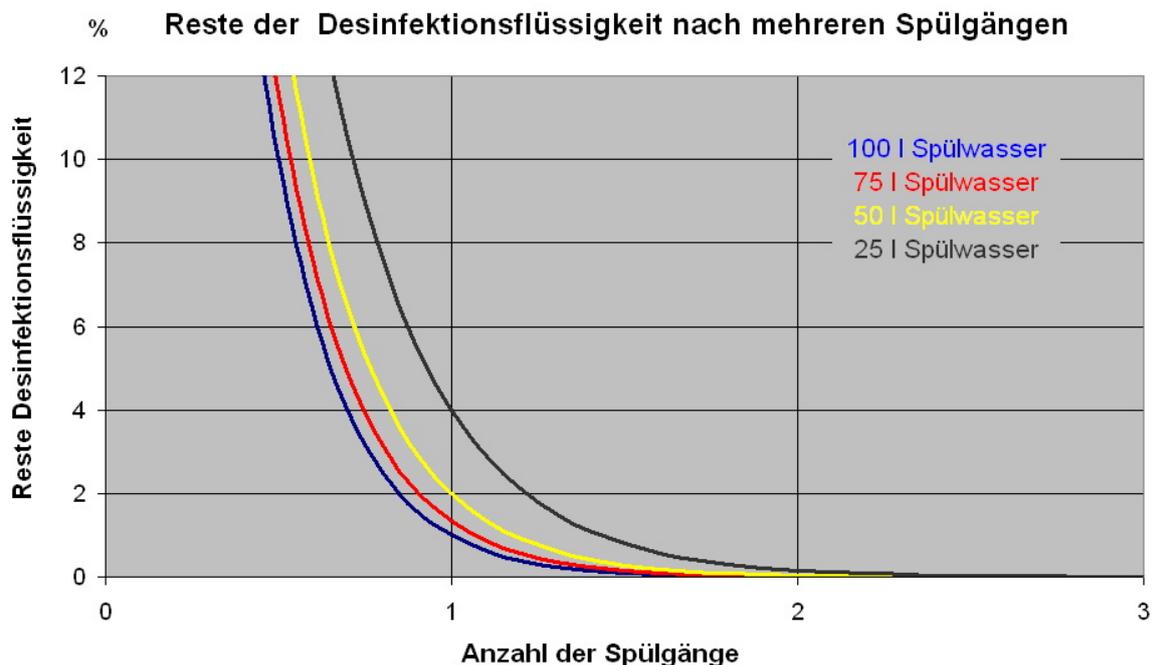
Hier ist eine Beispielrechnung die zeigt, was von der Desinfektionsflüssigkeit bei unterschiedlichen Spülverfahren im System zurückbleibt.

Beispiel:

Nehmen wir mal an, dass nach einer Desinfektion und Entleerung im Tank 1 Liter Restflüssigkeit zurückbleiben. Der Tank wird anschließend mit einer bestimmten Menge Wasser befüllt und gespült. Der Inhalt wird dann abgelassen und anschließend mit der gleichen Menge Wasser erneut befüllt und gespült. Das wird mehrmals wiederholt.

Bei jedem Spülgang müssen auch die Wände und Leitungen gespült werden.

Das Beispiel ist für vier verschiedene Spülwassermengen berechnet, 100 l, 75 l, 50 l, und 25 l Wasser.



In dem Diagramm sind auf der linken, senkrechten Achse die Anteile des ursprünglichen Reinigungs- oder Desinfektionsflüssigkeit in der Spülflüssigkeit aufgetragen. Unten steht die Anzahl der Spülgänge.

Das Diagramm zeigt, dass nach 3 Spülgängen von der ursprünglichen Flüssigkeit fast nichts mehr im Tank zurückbleibt. Es ist auch unabhängig davon, wie viel Wasser man zum Spülen verwendet wird.

Das trifft aber nur für Mittel zu, die in Wasser löslich sind.

Ätherische Öle, wie sie in Zahntabs verwendet werden, sind nicht wasserlöslich und werden nur unzureichend ausgespült.

Die Daten des Diagramms hier nochmals als Tabelle.

	100 Liter	75 Liter	50 Liter	25 Liter
1. Spülgang	1%	1,3 %	2%	4 %
2. Spülgang	0,01 %	0,018 %	0,04 %	0,16 %
3. Spülgang	0,0001 %	0,0002 %	0,0008 %	0,0064 %

Wie viel Wasser man zum Spülen verwendet hängt von der Form des Tankes und der Größe ab.

Nach einem Spülprozess mit 3 Spülgängen ist von den Stoffen praktisch nichts mehr im Tank. Wobei es weniger wichtig ist, wie viel Wasser man verwendet.

Beispiel Bleichlauge (DanKlorix)

Man gibt in einen Tank mit 100 l Wasser 1 l Danklorix.

Nehmen wir mal an, dass nach einer Desinfektion und Entleerung im Tank 1 Liter Restflüssigkeit zurückbleiben. Der Tank wird anschließend mit einer bestimmten

Menge Wasser befüllt und gespült. Der Inhalt wird dann abgelassen und anschließend mit der gleichen Menge Wasser erneut befüllt und gespült. Das wird mehrmals wiederholt.

Bei jedem Spülgang müssen auch die Wände und Leitungen gespült werden. Die Spülwassermenge beträgt 25 l und 50 l Wasser.

	50 Liter	25 Liter
1. Spülgang	7,5 mg/l	15 mg/l
2. Spülgang	0,15 mg/l	0,6 mg/l
3. Spülgang	0,003 mg/l	0,024 mg/l

Bei diesen Beispielrechnungen bleibt jeweils 1 Liter Desinfektionslösung im Tank zurück. Beim Füllen eines 100 Liter Tanks mit Trinkwasser wird dieser nochmals um 1:100 verdünnt.

Die Konzentrationen erniedrigen sich dann auf 0,15 mg/l Chlor bei 50 l Spülwasser und 0,075 mg/l Chlor bei 25 l Spülwasser. Nach der Trinkwasserverordnung dürfen 0,3 mg/l Chlor vorhanden sein. Die Geschmacksgrenze liegt bei 0,5 mg/l Chlor.

Unterhalb dieser Konzentration riecht und schmeckt man kein Chlor mehr.

Nach einmaligem Spülen und Wiederauffüllen schmeckt und riecht das Wasser nicht mehr nach Chlor.

## **Erfahrungsberichte von Forenmitgliedern**

In Wohnmobilforen berichten Teilnehmer über ihre Erfahrungen.

### **Chlordioxid**

Zitat:

Warum ich das schreibe: Als wir uns im vergangenen Jahr unser gebrauchtes Womo gekauft haben, hatten wir einen vergleichbaren Befund. Alle Leitungen und Tanks vor der Pumpe (Druck- wasseranlage) war mit einem nicht grad geringen Biofilm konterminiert. Alles, aber auch wirklich alles (bis auf den Blödsinn mit den Gebissdingern) hab ich ausprobiert. Und es hat sich kein Erfolg eingestellt. Bis auf die Tatsache das mein Geldbeutel schmaler und mein Gesicht länger war. Eine mechanische Reinigung, ebenso der Wechsel der Leitungen auf der Saugseite kam nicht in Frage. Es war einfach kein rankommen! Irgendwie (Internet-Wikipedia-Chlordioxid) bin ich auf der Seite von Bio- stream gelandet. Bei meinem Tankvolumen waren dann auch gleich 3 "Portionen" für 60,- fällig Aber! Es hat geholfen, der Biofilm ist verschwunden und das Wasser hat seinen muffigen Geschmack und Geruch verloren! Bei allen anderen Mitteln war das nicht der Fall!

### **Bleichlauge (Danklorix)**

Zitat:

Wir haben unser Wohnmobil im letzten Jahr als betagtes Gebrauchtfahrzeug (21 Jahre alt) erworben. Da uns sauberes Wasser wichtig war, haben wir den Tank und die Leitungen unmittelbar nach dem Erwerb mit einem Spezialreiniger aus dem Campingbedarf gereinigt. Das Ergebnis war nicht wirklich zufrieden stellend, da die

Innenwände des Tankes nach wie vor mit einem "komischen" Belag versehen waren. Erst jetzt ist mir aufgegangen, dass nach der Reinigung auch das Magnetventil der Toilette nicht mehr richtig schloss (vermutlich durch gelöste und nicht zersetzte Teilchen).

Nach intensivem Studium der Beiträge hier sowie anderer Internetseiten, haben wir das Frischwassersystem mit "Danklorix" gereinigt (3 Liter auf den vollen Tank) - und siehe da, die Beläge sind weg, das MV der Toilette funktioniert wieder, insofern zumindest deutlich erfolgreicher als das Spezialmittel, dazu auch wesentlich günstiger! Wichtig ist natürlich das gründliche Nachspülen.

### **Bleichlauge (Danklorix)**

Zitat:

Eine Aktion mit Danklorix Grün hab ich auch gerade durch. Super Ergebnis, gemessen an Spezialmitteln aus dem Campingbedarf spottbillig und gründlich. Nachdem ich die erste Flasche in den Tank gegossen hatte und damit die Leitungen gespült hatte, war eine halbe Stunde später der Tank nur noch eine trübe Brühe, so wurde der Schlier, den man vorher nicht mal sehen konnte oder bemerkt hatte von den Wänden gefegt. Nachdem ich den Tank dann entleert und gründlich gespült habe, hab ich dem System noch eine zweite Reinigung gegönnt und nun ist alles wieder wie am ersten Tag. Gekostet hat der Spaß keine 6 Euro und 5 Tankfüllungen.

## **Linkliste**

### **Desinfektion von Trinkwasseranlagen**

Empfehlungen des Eisenbahn Bundesamtes'

[http://www.mowo-geiger.de/Berichte/34 Trinkwasser Reinigung](http://www.mowo-geiger.de/Berichte/34_Trinkwasser_Reinigung)

Diese Publikation wird zurzeit überarbeitet.

Richtlinie der See-Berufsgenossenschaft

<http://www.hamburg.de/contentblob/1788182/data/richtlinie-akkue-5.pdf>

Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft

[http://www.lfu.bayern.de/wasser/merkblattsammlung/teil1 grundwasserwirtschaft/doc/nr\\_183.pdf](http://www.lfu.bayern.de/wasser/merkblattsammlung/teil1_grundwasserwirtschaft/doc/nr_183.pdf)

### **Biofilme**

[http://www.biostream.de/see/biofilm\\_vortrag.pdf](http://www.biostream.de/see/biofilm_vortrag.pdf)

### **Chlordioxid**

[http://www.yatego.com/stangl-gmbh/p\\_4e873bdadaf7a,4d6f3b83be32f4\\_5\\_chlordioxid-f%C3%BCr-camping--wohnmobile--schiffe-uvm-](http://www.yatego.com/stangl-gmbh/p_4e873bdadaf7a,4d6f3b83be32f4_5_chlordioxid-f%C3%BCr-camping--wohnmobile--schiffe-uvm-)

<http://www.yachticon.de/Trinkwasser/Spezielle-Produkte/Aqua-Bon-Chlordioxid-200-ml::933.html>

<http://www.dilixin.de/products/dilixin-xpress/?gclid=CN-GktOZ27UCFclZ3godtAkAdw>

<http://www.biostream.de/>

<http://reisemobilist.de/dow/Wasserdesinfektion>.

Wolfgang Geiger