

"Trinkwasserbehandlung in sanitären Anlagen"

Fachhochschule Erfurt



Trinkwasserbehandlung in sanitären Anlagen

- Welche Vorgaben gibt es?
- Welche Verfahren sind möglich / Verfahrensvergleich?
- Welche Vorteile hat eine Trinkwasserbehandlung?



06.07.2022

Dipl.-Ing. (FH) Thomas Gunkel







 Die Trinkwasser-Installation und deren Betrieb beeinflusst die Qualität an den Entnahmestellen.

 Grenzwerte und technische Maßnahmenwerte sind nach TrinkwV durch den Unternehmer und sonstigen Inhaber (UsI) gegenüber Dritten dauerhaft einzuhalten und zu gewährleisten (siehe §§ 4 und 8 TrinkwV 2001)





 Der Betreiber einer Trinkwasser-Installation muss sich über mögliche Risiken bzw. Gefahrenquellen informieren und Maßnahmen zum Schutz von Personen ergreifen (Organisationshaftung und Verkehrssicherungspflicht)

 Um eventuellen Schadensersatzforderungen nach § 823 BGB entgegenzuwirken, müssen Gefahrenquellen dauerhaft beherrscht werden.

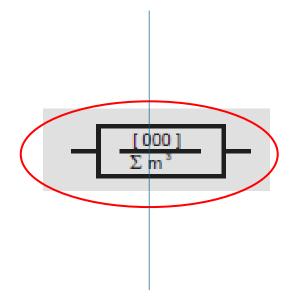


Die WHO – Weltgesundheitsorganisation fordert mit Nachdruck die Sicherheit des Trinkwassers von der Quelle bis zum Zapfhahn des Verbrauchers.



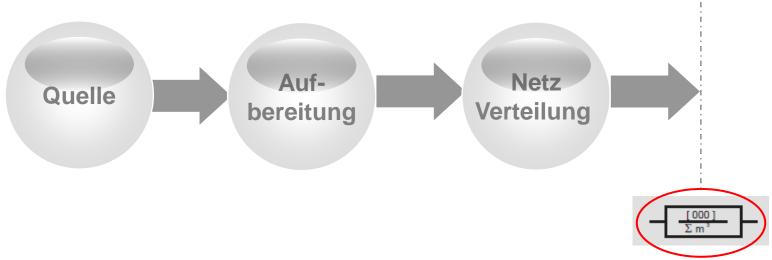
Water Safety Plans für

- Versorger und
- Gebäudeeigentümer.





Verantwortungsbereich Wasserversorger

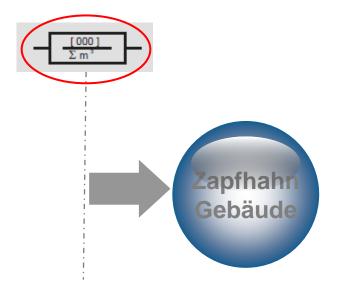


- professionelles Management
- permanente Überwachung, Wasseranalysen
- Qualitätssicherungssysteme
- qualifiziertes Fachpersonal, Weiterbildung





Verantwortungsbereich Gebäudeeigentümer



Mangelndes Bewusstsein für Wartung, Instandhaltung und Überwachung.

Große Unkenntnis über bestehende Risiken, auch unter Fachleuten, z.B. Fachplaner, Installateure.



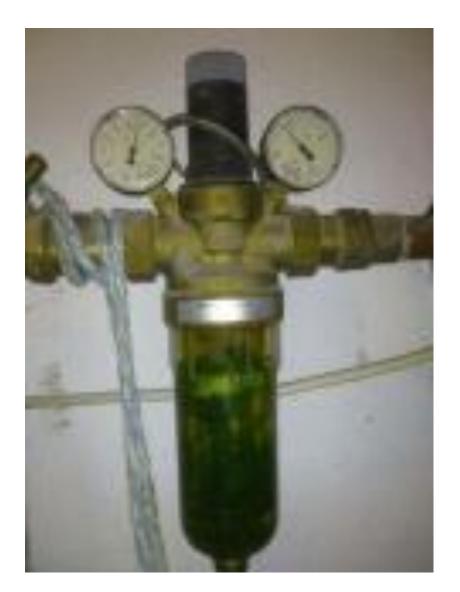
Realität in den Kellern





















Regelwerk



DIN1988-200

DIN 1988-200

Unmittelbar hinter der Wasserzähleranlage ist ein mechanischer Filter einzubauen. Der Filter muss DIN EN 13443-1 und DIN 19628 entsprechen. Bei der Erweiterung bestehender Trinkwasser-Installationen oder dem Auswechseln größerer Installationsabschnitte kann der Einbau eines zusätzlichen mechanischen Filters an der Übergangsstelle zweckmäßig sein, um die Einschwemmung von Feststoffpartikeln aus bestehenden Leitungsabschnitten zu vermeiden.







Tabelle A.1 — Häufig	keit für Inspektion und	Wartung (fortgesetzt)
----------------------	-------------------------	-----------------------

Nr.	Anlagenbauteil und Einheit	Bezugs- dokument	Inspektion	Routinemäßige Wartung	
32	Filter, rückspülbar (80 µm bis 150 µm)	EN 13443-1	Halbjährlich		
33	Filter, nicht rückspülbar (80 µm bis 150 µm)	EN 13443-1	Halbjährlich		
34	Filter (< 80 µm)	EN 13443-2	Halbjährlich		
35	Dosiersystem	Dosiersystem EN 14812 EN 15848 2		Halbjährlich	
36	Enthärter EN 14		Alle 2 Monate	Halhjährlich	
37	Elektrolytische Dosierungsanlage mit Aluminiumanoden	EN 14095	Alle 2 Monate	Halbjährlich	
38	Filter mit aktiven Substanzen	EN 14898	Alle 2 Monate	Halbjährlich	
39	Membranfilteranlage	EN 14652	Alle 2 Monate	Halbjährlich	
40	Gerät mit Quecksilberdampf-Niederdruckstrahlern	EN 14897	Alle 2 Monate	Halbjährlich	
41	Nitratentfernungsanlage	EN 15219	Alle 2 Monate	Halbjährlich	
42	Wassererwärmer	rerwärmer EN 12897 Alle 2 Monate		Jährlich	
43	Leitungsanlage	EN 806-2 EN 806-4	Jährlich		
44	Wasserzähler, kalt	MID [1]	Jährlich	Alle 6 Jahre	
45	Wasserzähler, warm	MID [1]	Jährlich	Alle 5 Jahre	
46	Brandschutzeinrichtungen	EN 806-2 EN 806-4	Nationale Bestimmungen		

Willibald Schodorf 13



Verpackung für ein Lebensmittel.







Niemand würde solch eine Verpackung aus dem Regal nehmen.









Leider manchmal die "Praxis"



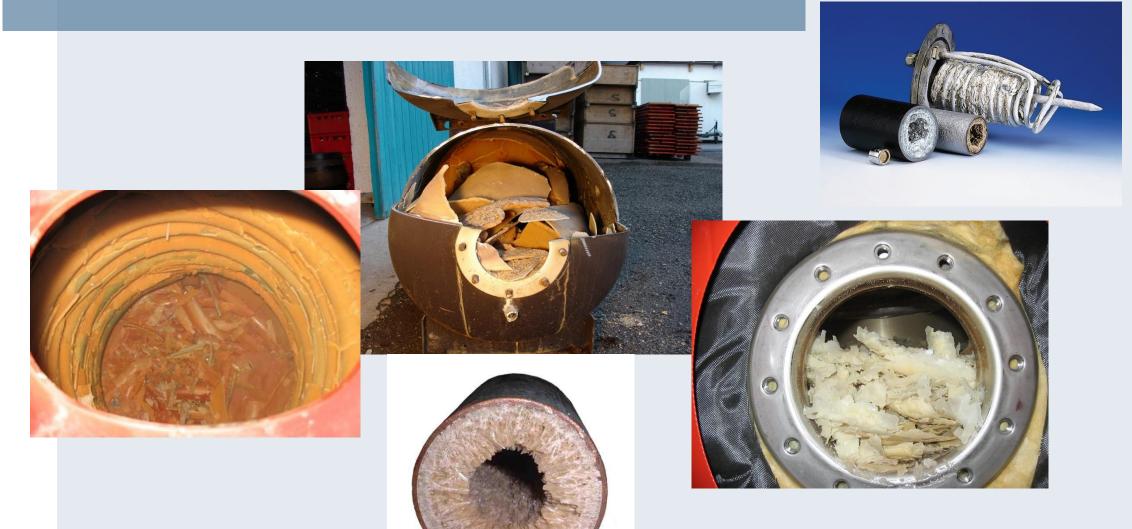


Sizilianische Legionellenschaltung





Steinbildung





§ 4 TrinkwV

Allgemeine Anforderungen §4, Abs. 1

Trinkwasser muss so beschaffen sein, dass durch seinen Genuss oder Gebrauch eine Schädigung der menschlichen Gesundheit ... Nicht zu besorgen ist.

Diese Anforderung gilt als erfüllt, wenn bei der Wasseraufbereitung und der Wasserverteilung

m i n d e s t e n s die allgemein anerkannten Regeln der Technik eingehalten werden

und das Trinkwasser den Anforderungen der §§ 5-7 entspricht.





§ 4 TrinkwV

(2) Der Unternehmer und der sonstige Inhaber einer Wasserversorgungsanlage dürfen Wasser, das den Anforderungen (§5 und §6 und §7)... nicht entspricht, nicht als Trinkwasser abgeben und anderen nicht zur Verfügung stellen.

Achtung! Abs. (2) hat einen eindeutigen

Verbotscharakter

Achtung! Straftatbestand § 24





Regelwerk



9.1 Notwendigkeit der Trinkwasserbehandlung

Eine Trinkwasserbehandlung wird erforderlich, wenn trotz richtiger Materialwahl bei Beachtung der Wirtschaftlichkeit:

- das Wasser zu verstärkter Karbonatausfällung neigt,
- mit Korrosion im Netz zu rechnen ist,
- sich Schäden im Netz zeigen, ermittelt durch innere Sichtprüfung über die Kontrollstücke,
- Schwebstoffe aus dem Wasser zu entfernen sind,
- eine Enthärtung oder Teilenthärtung aus technischen Gründen erforderlich ist,

Eine Behandlung zur Verminderung von Kalkablagerungen kann erforderlich sein:





Planung und Ausführung von

Schutz vor Inkrustationen

Steinbildung und wasserseitige Korrosion

Sanitäranlagen in öffentlichen Gebäuden DIN 1988-200, Tabelle 6 Sanitärbau 2011 Regelwerk Baufachliche Richtlinien VDI 2035, März 2021 Verweisen auf DIN 1988, Vermeidung von Schäden AMEV-Richtlinie Sanitärbau in Warmwasser-Heizungsanlagen





Regelwerk

DIN 1988-200:2012-05, Abschn. 12.3.2 Steinbildung

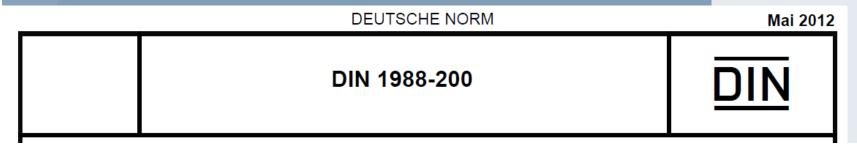
Tabelle 6 — Wasserbehandlungsmaßnahmen zur Vermeidung von Steinbildung in Abhängigkeit von Calciumcarbonat-Massenkonzentrationen und Temperatur

Calciumcarbonat- Massenkonzentration ^a mmol/l	Maßnahmen bei δ ≤ 60 °C	Maßnahmen bei δ > 60 °C				
< 1,5 (entspricht < 8,4 °dH)	Keine	Keine				
≥ 1,5 bis < 2,5 (entspricht ≥ 8,4 °dH bis < 14 °dH)	Keine oder Stabilisierung oder Enthärtung	Stabilisierung oder Enthärtung empfohlen				
≥ 2,5 (entspricht ≥ 14 °dH)	Stabilisierung oder Enthärtung empfohlen	Stabilisierung oder Enthärtung				
a Siehe § 9 WRMG [12].						





Regelwerk



Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen – Teil 200: Installation Typ A (geschlossenes System) – Planung, Bauteile, Apparate, Werkstoffe; Technische Regel des DVGW

Die Auswahl geeigneter Behandlungsmaßnahmen hat unter Berücksichtigung von Wasserbeschaffenheit, verwendeten Werkstoffen und vorgesehenen Betriebsbedingungen und unter Einhaltung des in § 6 (3) TrinkwV [1] geforderten Minimierungsgebotes zu erfolgen.

Die beschriebenen Behandlungsmaßnahmen für die Dosierung von Polyphosphaten, die Enthärtung durch lonenaustausch und die Stabilisierung durch Kalkschutzgeräte haben im Kaltwasserzulauf zum Trinkwassererwärmer zu erfolgen.

Es sind die Herstellerangaben für Einbau, Betrieb und Wartung zu berücksichtigen. Wasserbehandlungsanlagen müssen den anerkannten Regeln der Technik entsprechen; dies wird z. B. durch das DIN/DVGW- bzw. DVGW-Zertifizierungszeichen bekundet.

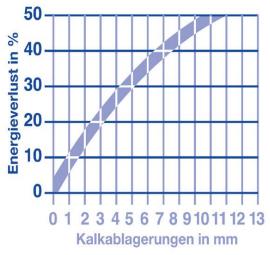


Auswirkungen



Kalk auf dem Wärmetauscher = Erhöhung der Energiekosten!





Bereits 2 mm
Kalk auf dem
Wärmetauscher
kostet bis zu 20 %
mehr Energie.

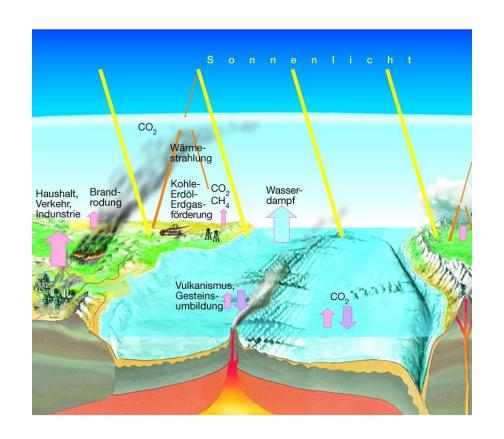
Grundlagen



Der Wasserkreislauf

Wie kommt der Kalk ins Wasser

- Bei Verbrennungsvorgängen entstehen Treibhausgase wie z.B. CO₂
- Dieses verbindet sich mit dem verdunsteten Wasser in der Atmosphäre zu Kohlensäure CO₂ + H₂O = H₂CO₃
- Die Kohlensäure ist mit verantwortlich für den "sauren Regen"
 (pH Wert ca. 4,5 - 5,5)
- Das mit Kohlensäure angereicherte
 Wasser hat kalklösende Eigenschaften.



Kalk Kohlensäure CaCO₃ + H₂O +CO₂

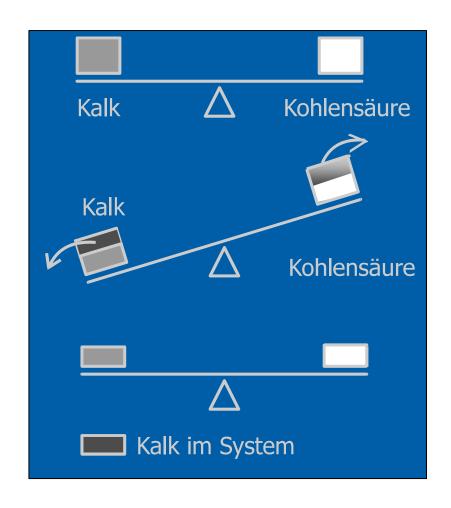


in Wasser gelöster Kalk
Ca (HCO₃)₂





Darstellung der Kalkabscheidung



- Gleichgewicht bei 10°C
- Bei Erwärmung entweicht anteilig Kohlensäure, Gleichgewicht wird gestört
- Gleichgewicht bei 60°C durch Ausscheidung von Kalk im System
- Ablagerungen entstehen unabhängig vom eingesetzten Werkstoff.
- Üblicher Weise scheiden sich etwa 10 bis15 Prozent der Gesamtkalkmenge ab
- In einem Einfamilienhaus ca. 5 bis 7 KG pro Jahr







Verteilung der Hartwassergebiete



Empfohlene Wasserhärte:

Perlwasser: 4°dH, 6 bis 8°dH

Komfortgewinn durch Perlwasseranlagen:

Ab 12°dH Eingangswasserhärte ist ein deutlicher Komfortgewinn durch den Einsatz einer Perlwasseranlage spürbar





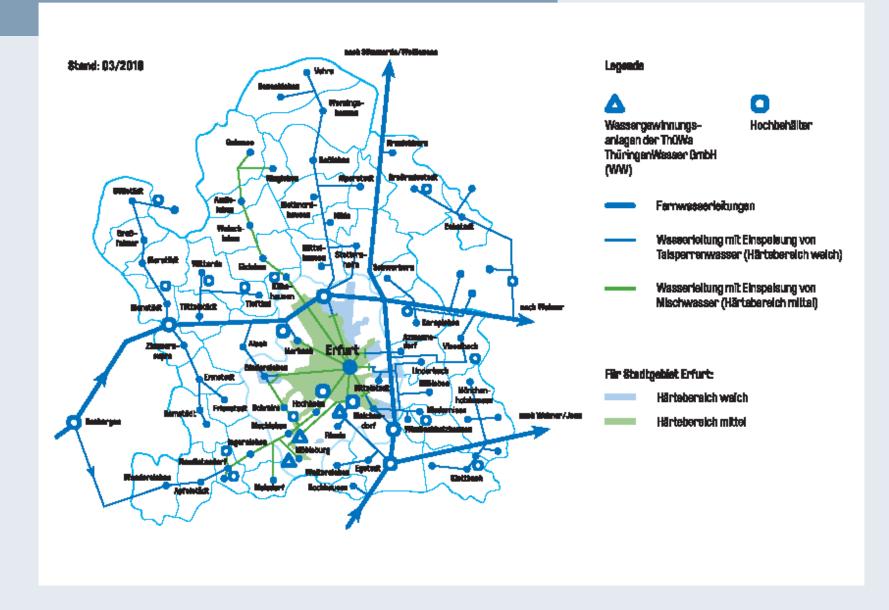


Parameter (Einheit)	Grundwasser	Mischwasser	Fernwasser	Richt-/Grenzwert	
Trübung (NTU)	0,11	0,11	0,08	1,0	
pH-Wert	7,43	7,93	8,39	6,5 - 9,5	
elektrische Leitfähigkeit bei 20 ° C (µS/cm)		501	190	2500	
Calcitlösekapazität (mg/l CaCo3) - 13		- 3,5	0,7	5,0	
Gesamthärte (°dH) 25,6		12,0 3,1		*kein	
Härtebereich	hart	mittel	weich	*kein	
Karbonathärte (°dH)	12,5	7,0	3.3	*kein	
Calcium (mg/l)	135	65,6	19,8	*kein	
Magnesium (mg/l) 29,3		12,3	1,3	*kein	
Natrium (mg/l)	16,3	14,7	13,5	200	





Versorgungsgebiet Erfurt









WW Thallwitz (8,5 ° dH)

WW Canitz (12,3 ° dH)

WW Naunhof 1 (18,6 ° dH)

WW Naunhof 2 (18,1 ° dH)

WW Belgershain (17,1 ° dH)

WVA Probstheida (15,5 ° dH)

FW WW Torgau (12,1 ° dH)





Würzburg



Parameter	berechnet als	Einheit	Meßwert	Grenzwert Trinkw V	berechnet als	Einheit	Meßwert	Grenzwert Trinkw V
pH-Wert bei 20°C	-	<u> </u>	7,41	6,5 - 9,5	-		7,41	6,5 - 9,5
Leitfähigkeit bei 25 °C	-	mS/m	110,04	250	-	μS/cm	1.100,4	2500
Summe Erdalkalien	-	mol/m³	7,11		-			
Gesamthärte	-				-	°dH	39,8	
Säurekapazität bis pH 4,3		mol/m³	6,21		-			
Karbonathärte	-				-	°dH	17,4	,
Säurekapazität bis pH 8,2	-	mol/m³			-			
Basenkapazität bis pH 8,2	-	mol/m³	0,39		CO ₂	mg/l	17,2	
Chlorid	Cl	mol/m³	1,29	7	Cl -	mg/l	45,7	250
Sulfat	SO42-	mol/m³	2,88	2,5 / 5,2	SO42	mg/l	277	240 / 500
Nitrat	NO ₃	mol/m³	0,47	0,81	NO ₃	mg/l	29,2	50
Phosphat	PO ₄ 3	mmol/m³	< 14,1	71*	P ₂ O ₅	mg/l	< 1,00	5*
Oxidierbarkeit	O ₂	g/m³		5	KMnO ₄	mg/l		19,75
Calcium	Ca	mol/m³	5,64		Ca	mg/l	226	
Magnesium	Mg	mol/m³	1,47		Mg	mg/l	35,8	
Eisen	Fe	mmol/m³	< 0,36	3,6 / 9,0	Fe	mg/l	< 0,02	0,2 / 0,5
Mangan	Mn	mmol/m³	< 0,36	0,9 / 3,6	Mn	mg/l	< 0,02	0,05 / 0,2
Kupfer	Cu	mmol/m³	0,31	31	Cu	mg/l	0,02	2
Zink	Zn	mmol/m³	0,31		Zn	mg/l	0,02	
Aluminium	Al	mmol/m³		7,5	Al	mg/l		0,2
Natrium	Na	mol/m³	0,41	8,7	Na	mg/l	9,33	200
Kalium	K	mmol/m³	51,40		K	mg/l	2,01	
Silicium	Si	mmol/m³	186,21	250*	SiO ₂	mg/l	11,1	15*
Molybdän	Мо	mol/m³			Mo	mg/l		-
SAK, 254nm		m ⁻¹			T, 100mm	%		
SSK, 254nm		m ⁻¹			T, 100mm	%		

Errechnete Werte:

pH-Calciumcarbonatsättigung	6,66	SI nach DIN 50930 Teil 3	1,14	Ionenbilanz	0,94
S2 nach DIN 50930 Teil 3	14,96	S3 nach DIN 50930 Teil 5	2,15	pHc n.E. 8,4°	7,33

Gesamthärte: 39,8 °dH

Karbonathärte: 17,4 °dH





Vermeidung von Steinbildung

Welche Verfahren gibt es?

- 1. Enthärtung
- 2. Härtestabilisierung
- 3. Physikalische Wasseraufbereitung





Vermeidung von Steinbildung

1. Enthärtung durch Ionenaustauschverfahren

Beim Enthärtungsverfahren werden dem Wasser die Härtebildner Calcium und Magnesium entzogen. Enthärtungsanlagen müssen der DIN 19636-100 bzw.

DIN EN 14743 entsprechen.



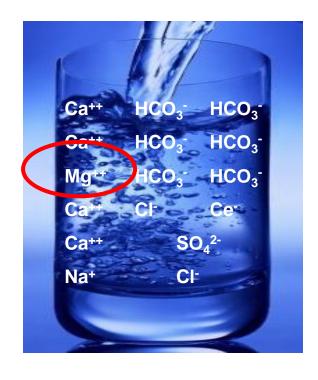






Enthärtung







Calcium (Ca⁺⁺) Magnesium (Mg⁺⁺)

ausgetauscht

Natrium (Na+)

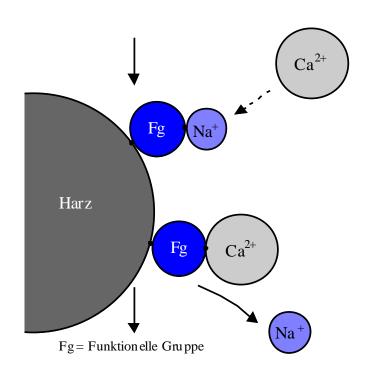
Härte: 20 ° dH Leitfähigkeit: 500µS/cm 0,1 ° dH $550\mu\text{S/cm}$







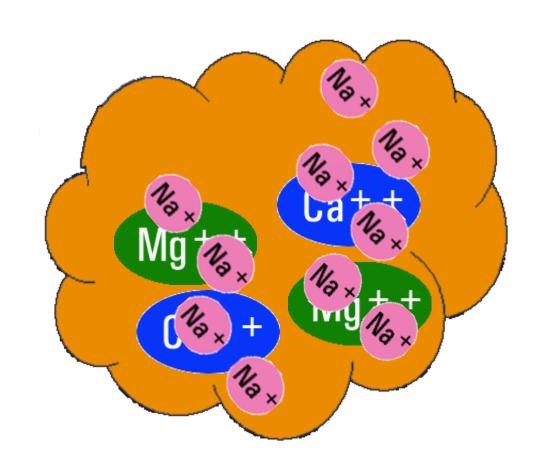








Ionenaustauschprozess (Enthärtung)







Vermeidung von Steinbildung

2. Härtestabilisierung durch Chemikaliendosierung

- Dosiergeräte sind für die kontrollierte Zugabe von chem. Lösungen zum TW einzusetzen.
- Die Größe richtet sich nach dem Spitzendurchfluss.



BWT Dosiertechnik











Innenrohrversiegelung durch Mineralstoff-Dosierung



Dosierung



Gegen Rost und Korrosion bei korrosiven Wässern



Rückspülfilter

Mineralstoffdosierer





Dosierung



Verschiedene Pumpen und Gebindegrößen



Max. 5 mg P2O5 / Liter = TrinkwV

100 ml Dosierlösung / 1 m³ Wasser

Bewados E 3

3 I Dosierlösung / 30m³ Wasser



Bewados E 10/20 Modul

10 I Dosierlösung / 100m³ Wasser

20 I Dosierlösung / 200m³ Wasser

Trinkwasser - unser Lebensmittel Nr. 1



Phosphate – für den Menschen ein lebenswichtiges Element



Mit dem Dosierergerät max. 5 mg/l entsprechend TrinkwV max. 5 mg/Kg







Vermeidung von Steinbildung

2. Physikalische Wasseraufbereitung

Alternative Kalkschutzanlagen schützen Trinkwasserinstallationen durch das Prinzip der Impfkristallbildung. Die Inhaltstoffe bleiben im Trinkwasser und werden wieder ausgespült. Eine Enthärtung findet nicht statt. Kalkschutzanlagen müssen einen Wirksamkeitsnachweis nach DVGW Arbeitsblatt W 512 erbringen.

Ende des "Glaubenskrieges": ab ca. 1996 DVGW-Arbeitsblatt W 512

"Verfahren zur Beurteilung der Wirksamkeit von Wasserbehandlungsanlagen zur Verminderung von Steinbildung"





Die Wirkung







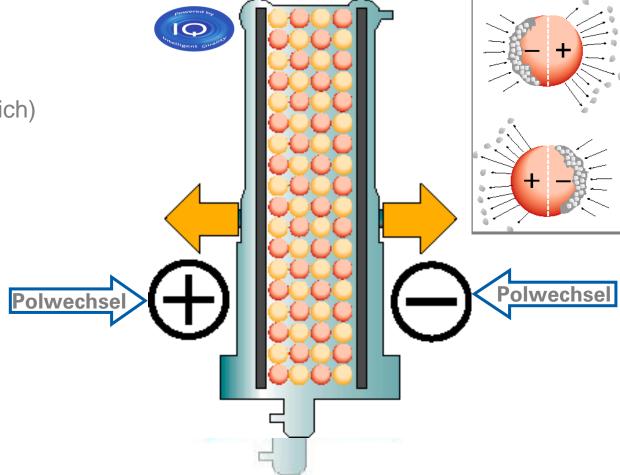
Testaufbau Trinkwasserspeicher, links mit AQA total Energy





Physikalische Wasserbehandlung

- Bildung von
 Nanokristallen mit
 definierter winziger
 Größe (Nanometerbereich)
- dadurch exakt reproduzierbarer Kalkschutz







DIN 1988-200, Abschnitt 12

12.2 Grundanforderungen

- Die Wasserbehandlungsanlagen dürfen nur in frostfreien Räumen aufgestellt werden, in denen die Umgebungstemperaturen nicht über 25 °C liegen. *
- * Sind die Umgebungstemperaturen höher, können technische Maßnahmen (Spülen) ergriffen werden.





Fazit Wasserbehandlung TW:

Gründe: Hygiene, Lebensdauer, Korrosion

Gesetzl. Grundlagen: TrinkwV 2012

Technische Regeln: DIN 1988-200, Sanitärbau 2011,

VDI 2035, VDI 6023

Geprüfte Gerätetechnik / Wartung / regelmäßige Kontrolle durch Betreiber





Warum heißt hartes Wasser hartes Wasser?

Historisch gesehen geht der Begriff auf das Tastgefühl beim Waschen zurück. Hartes Wasser bildet mit den in Seifen enthaltenen Natrium- und Kaliumsalzen der Carbonsäuren (Pottasche – K2CO3 bzw. Soda Na2CO3) schwer lösliche Kalkseifen. Die Seifenlösung fühlte sich "hart" an.

Wie ändert sich die Wasserqualität?

Der Kalzium- und Magnesiumgehalt sinkt, der Natriumgehalt steigt (max. auf 200 mg/l möglich – Grenzwert gem. Trinkwasserverordnung).





Warum schmeckt Tee mit weichem Wasser besser?

Der Geschmack von Tee hängt zu 20% vom Tee und zu 80 % vom Wasser ab. Kalzium und Magnesium binden Polyphenole, die im Tee enthalten sind. Dadurch werden Gerbstoffe (Tannine) ausgefällt und der Tee bekommt einen pelzigen Geschmack mit einem unappetitlichen Film auf der Oberfläche.

Welches Wasser ist besonders gut zur Kaffeezubereitung?

Die Wasserhärte hat den größten Anteil am Geschmack!

Gesamthärte: 4-8 ° dH; Karbonathärte 3-6 ° dH; wenig Chlorid

- Kalk im Wasser: Aroma fehlt, Kaffee schmeckt flach
- Gips im Wasser (CaSO4*2H2O): Kaffee schmeckt bitter
- Chlor: Chlorgeschmack

Daher: frisches, enthärtetes, sauerstoffreiches Wasser!





Welche Weichwasserhärte ist generell sinnvoll?

Gesamthärte zwischen 3-5 ° dH

Ist enthärtetes Wasser gesundheitsschädlich?

Nein, es enthält Kalzium und Magnesium in Mengen, die mindestens den Gehalten von natürlich weichen Trinkwässern entsprechen.





Was spare ich durch enthärtetes Wasser?

Die Waschmitteldosierung sinkt auf Weichwasserdosierung.

Für ein 4 Personenhaushalt heißt das:

Einsparung ca. 30 g Waschmittel pro Waschgang Einsparung pro Jahr: 10,5 kg oder ca. 10 Packungen = ca. 30 €/Jahr

Kaffeeautomat: Einsparung ca. 1 Filterkartusche (= 11 €)

Wer putzt gern Duschabtrennung/Badewanne/ Armaturen/Accessoires??







Beispiel für eine Enthärtungsanlage 70 WE

Annahmen:

Wasserverbrauch: 80 l/P/d bzw. ca. 4500 m³/Jahr; Gesamthärte 18 ° dH, Enthärtung auf 4 ° dH;

Reg.mittel (Tabletten nach DIN EN 973 Typ A): 25 kg kosten 8 €;

Trink- und Abwasserpreis: 5 €/m³;

nach DIN EN 806-5 : 2012-04 : Wartung halbjährlich

- 1. Spülwasser: ca. 380,-
- 2. Regeneriersalz: ca. 650,-
- 3. Stromkosten: ca. 60,-
- 4. Wartung (2 mal): 860,-

GESAMTKOSTEN=€1950 oder € 27,86 /WE / Jahr





Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Dipl.-Ing. (FH) Thomas Gunkel

