

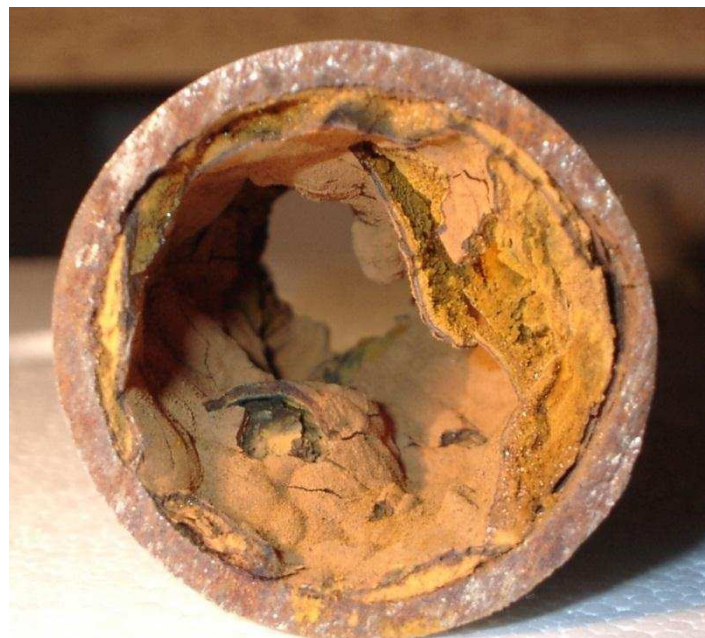
<http://www.mpipks-dresden.mpg.de/mpi-doc/quantumchemistry/ChemieAlltag/Kalk/kalk.jpeg>

KALK

(im Allgemeinen)

und

***sein Einfluss auf
Kaffeemaschinen***



<http://physikalische-wasserbehandlung.info/assets/images/kalk-rost-rohr2.JPG>

Inhaltsverzeichnis

1. Was ist Kalk
2. Warum Entkalken/ Wie Entkalken
3. Entstehung von Kalk (Schematik)
4. Beispiel Entkalkung
an Faema „E98 Presidente“
(Flussdiagramm)
5. Vorsorge
 - a. Ionentauscher
 - b. Aktivkohlefilter
 - c. Destillation
 - d. Umkehrosmose
6. Fazit

Was ist Kalk?

Calciumcarbonat, Kalziumkarbonat oder auch Kalk genannt, ist eine der am verbreitetsten Verbindungen auf der Erde.

Sie setzt sich aus den Elementen

- Calcium
- Kohlenstoff
- Sauerstoff

zusammen. Meist tritt Calciumcarbonat in Form von Sedimentgesteinen auf. Auch ist es ein Hauptbestandteil von Marmor oder Kalkstein und kommt im menschlichen Körper sowohl in Knochen als auch Zähnen und bei Tieren in Form von Außenskeletten (Krebstiere, Muscheln) vor.

Die ersten Kalkgesteine entstanden vor etwa zwei Milliarden Jahren.

Calcium selbst ist in Wasser nur schwer löslich. Gibt man jedoch gelöstes Kohlenstoffdioxid hinzu, steigert sich die Löslichkeit um mehr als das Hundertfache. Wegen dieser Löslichkeit ist Calciumcarbonat ein Bestandteil der meisten natürlichen Gewässer. Die Konzentration wird in Deutschland mit „Grad Deutsche Härte“ angegeben. ($1\text{ }^{\circ}\text{dH} = 17,85\text{ mg/Liter CaCO}_3$)

In der Natur tritt Calciumcarbonat in verschiedenen Formen auf:

- Kreide
- Kalkstein
- Marmor

Doch auch maschinell kann Calciumcarbonat hergestellt werden und wird dann als „ausgefälltes Calciumcarbonat“ bezeichnet. Dieses wird durch die Einleitung von Kohlenstoffdioxid in Kalkmilch (Calciumhydroxid) gefällt.

Die Einsatzgebiete von Calciumcarbonat reichen von der Baustoff-Industrie (als Zuschlagstoff in der Stahlindustrie) über den Einsatz als Dünger bis hin zu Füllstoff in verschiedenen Anwendungen (Papier, Kunststoff etc.). Der Haupteinsatz ist jedoch die Herstellung von Zement.

Selbst in der Lebensmittelindustrie ist Calciumcarbonat als Lebensmittelzusatzstoff und –farbstoff (E 170) zugelassen und wird somit beispielsweise beim Backen verwendet.

Warum entkalken?



Durch **Erwärmen** des Wassers und das daraus resultierende „**Ausflocken**“ des Kalkes bildet sich Kalk.

Quelle: <http://palmetto.de/wp-content/uploads/2010/09/Kalk1.jpg>

Diese Kalkablagerungen führen bei Kaffeemaschinen zu:

- Verkrustungen in den Rohrleitungen
 - o **Druckverlust**
 - o **Schlecht fließendes Wasser**
 - o Verengte **Rohrquerschnitte**
- Veränderung des **Geschmacks**
- Verlängerung der **Durchlaufzeit**
- Erhöhte **Geräuschbildung**
- Vermehrte **Dampfbildung**

Wie Entkalken?

Für normale Maschinen:

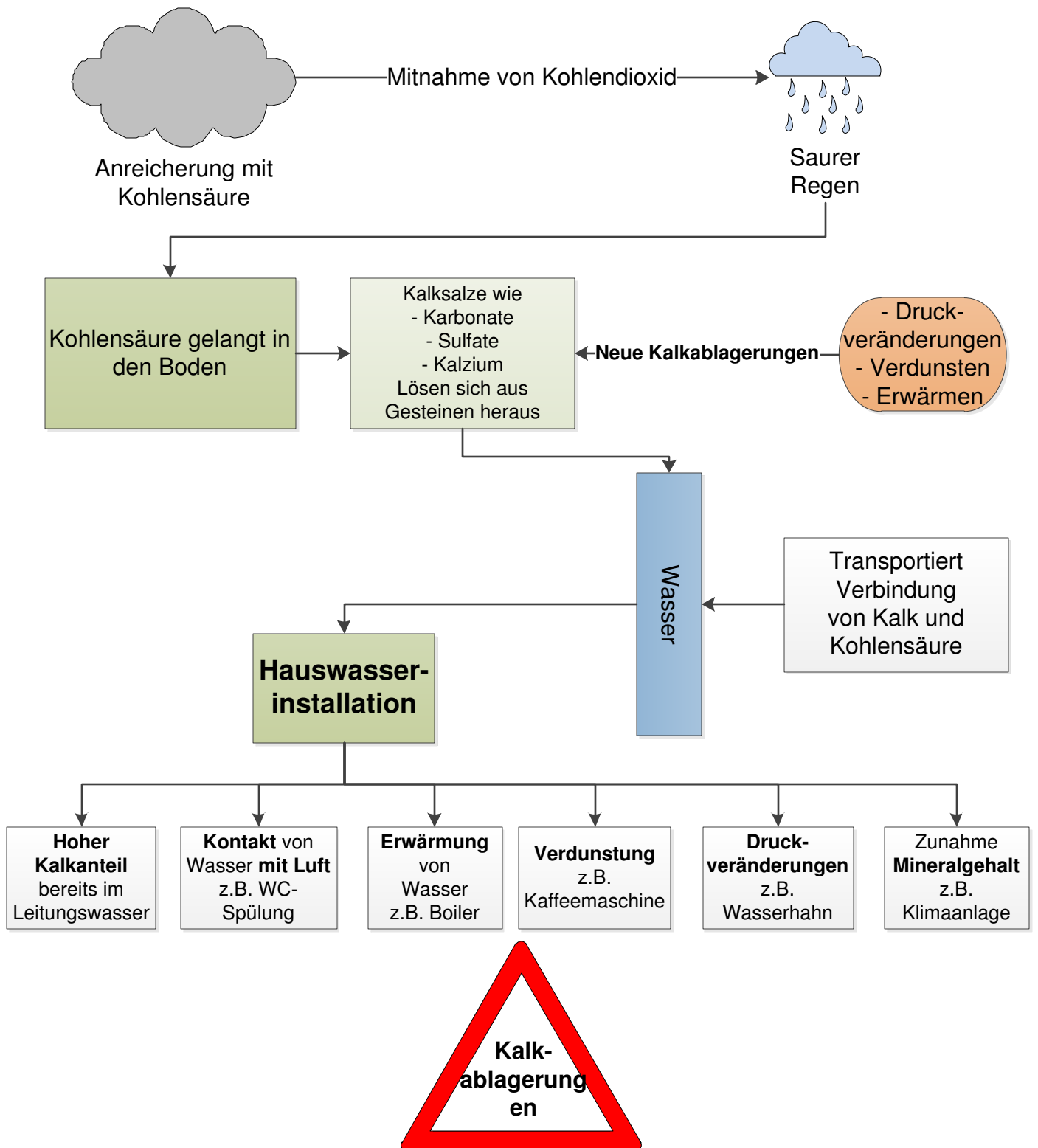
Eine Kaffeemaschine sollte einmal monatlich entkalkt werden. Dazu gibt man Essig-Essenz oder Zitronensäure mit zwei Teilen Wasser in den Wasserbehälter und lässt diese durchlaufen und etwa 20min wirken. Danach mit normalem Wasser durchspülen.

Für Dualboiler (wie die E98-Präsidente):

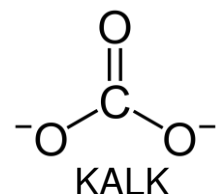
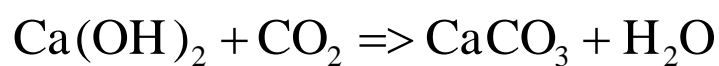
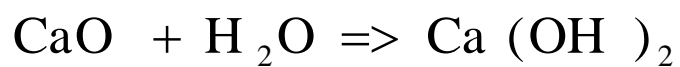
Da eine Entkalkerlösung nie den kompletten Kessel benetzen würde, ist obige Methode nicht anwendbar. Hier hilft nur vermeiden im Vorfeld und wenn doch eine Entkalkung nötig wird, muss der komplette Kessel ausgebaut werden und sämtliche Teile separat entkalkt werden.

Kalk

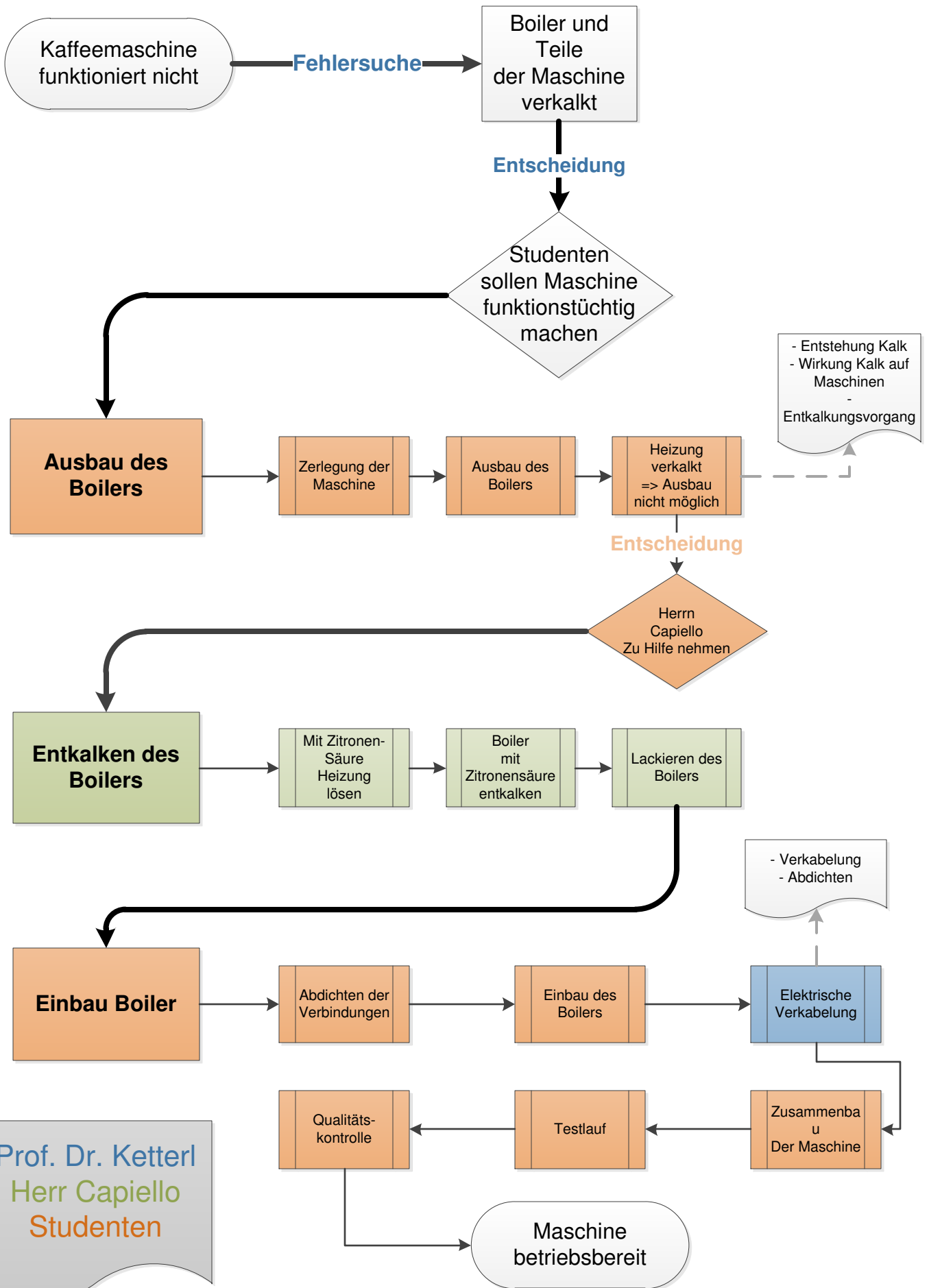
Entstehung



Strukturformel:



Überblick



Prof. Dr. Ketterl
Herr Capiello
Studenten

Vorsorge

Um Kalkablagerungen vorzubeugen, gibt es verschiedene **Systeme**, die vorgeschaltet werden können.

1. Ionenaustauscher

Ionenaustauscher sind in der Lage, Anionen bzw. Kationen im Wasser durch andere Ionen zu ersetzen. So werden beispielsweise Calcium- und Magnesiumionen gegen Natriumionen ausgetauscht.

Dies geschieht, indem das Rohwasser ein Austauschharz, welches funktionelle Gruppen enthält, durchläuft. Hier werden nun, wie oben bereits beschrieben, zwischen der funktionellen Gruppe und dem Wasser Gegenionen mit gleicher Ladung ausgetauscht. Hier wird bereits deutlich, dass dieser Vorgang nicht ewig ablaufen kann, da die Menge der vorhandenen Gegenionen begrenzt ist. Folglich muss in gewissen Abständen eine Regeneration (der Ionenaustauscher wird in seinen Ursprungszustand gebracht) stattfinden.

Prüfen lässt sich dies mittels Nitratwert-Messstäbchen.

Würde man das Harz länger benutzen, bestünde die Gefahr eines Durchbruchs! Zuvor gebundene Ionen lösen sich hierbei wieder aus dem Harz was eine Erhöhung und nicht eine Verminderung des Kalkgehalts nach sich zieht.

Die Harze selbst besitzen eine Lebensdauer von etwa 10 Jahren.

Dieses Verfahren lässt sich so gut optimieren, dass teils Salz wieder dem gefilterten Wasser zugegeben werden muss.

Zum Preis von Ionenaustauschern:

Anschaffungspreis ab ca. 200€

Laufende Kosten:

Salzpreis: 10€/25kg Salz

Salzbedarf: 0,6 – 3,8 kg/m³

Vorteile:

- Effektive Umwandlung von hartem Wasser in weiches
- Auch Entfernung anderer Kationen, wie Radium oder Eisen

Nachteile:

- Reduziert weder Nitrate noch Bakterien oder Viren
- Das meist hochkonzentrierte Natrium in den Ionenaustauschern kann Geschmack beeinträchtigen sowie schlecht sein für Menschen, die sich natriumarm ernähren müssen (Babys etc.)
- Gefiltertes Wasser ist nicht geeignet für Pflanzen, Garten (wegen hohem Natriumanteil)

2. Aktivkohlefilter

Beim Filtern mittels eines Aktivkohlefilters wird das Wasser durch ein granuliertes Bett von Kohle-Partikeln geleitet. Diese granulierten Aktivkohle wurde mit Sauerstoff behandelt, sodass Abermillionen von winzigen Poren zwischen den Kohleatomen gebildet wurden. Dies hat zur Folge, dass eine riesige Oberfläche (vergleichbar mit einem Schwamm) entsteht und dadurch unzählige Bindungsstellen. Diesen Vorgang nennt man Adsorption (Anlagerung) und erfolgt durch Kapillarkondensation, Diffusion und van der Waals'sche Kräfte. Die Kohlenstoffmoleküle der Kohle ziehen die Schadstoffe an und werden dann an der Oberfläche der Kohle angelagert. Daraus lässt sich folgern, dass diese Schadstoffe auch wieder freigesetzt werden können, was allerdings nur durch Zuführung von hohen Temperaturen von 120 °C und höher geschieht.

Ein Aktivkohlefilter kann grundsätzlich solange verwendet werden, bis er „durchbricht“, sprich, bis keine Schadstoffe mehr aufgenommen werden können. Der Zeitraum, wann dies geschieht, lässt sich allerdings nicht festsetzen, da verschiedene Faktoren wie Schadstoffkonzentration, Luftfeuchte oder Umgebungstemperatur einspielen. Somit sollte ein Filter eher früher als zu spät gewechselt werden.

Zum Preis von Aktivkohlefiltern:

Anschaffungspreis: ab ca. 50€

Laufende Kosten:

Aktivkohlefilter: etwas 15€

Vorteile:

- Keine Wasserverschwendung
- Es wird kein Strom benötigt
- Lose Anordnung der granulierten Kohle behindert nicht den Wasserfluss, somit kann ein Filter für das ganze Haus verwendet werden (solange der Wasserdruck passt)
- Effektive Entfernung von groben Verunreinigungen bis hin zu mikroskopisch kleinen Schadstoffen

Nachteile:

- Nicht verwendbar bei heissem Wasser, da dieses bereits eingeschlossene Schadstoffe wieder freisetzen kann.
- Regelmäßiges Ersetzen des Filters dringend notwendig, da dieser regelrecht mit Schadstoffen vollgesaugt wird

3. Destillation

Bei der Destillation wird Wasser zum Kochen und somit zum Verdampfen gebracht. Stoffe, die sich ebenfalls im Wasser befinden, verdampfen nicht. So z.B. Metalle, Salze etc.

Diese Reste verbleiben im Destillationsapparat. Somit werden auch mikroskopisch kleine Organismen getrennt. Anschliessend wird der Wasserdampf in einen Kondensierer geleitet und hier abgekühlt. Das hier entstehende Wasser wird in einem Auffangbehälter gesammelt.

Meist wird bei diesem System auch ein Aktivkohlefilter mitverwendet, um auch alle flüchtigen Verbindungen vollständig zu entfernen.

Destillation benötigt sehr viel Zeit, und muss, um eine gewünschte Wassermenge zu erhalten, auch oft wiederholt werden. Es garantiert allerdings eine sehr gute Reinigung von den meisten Substanzen, außer synthetischen Chemikalien, da deren Siedepunkt oftmals niedriger als der von Wasser ist. Auch entfernt dieser Prozess natürliche Spurenelemente und das Wasser wird sauer, denn der Wasserstoffanteil wird größer. Solches Wasser sollte nicht auf Dauer konsumiert werden, da es zu Mineralienentzug führt.

Vorteile:

- Kein Filterwechsel
- Krankheitserreger werden entfernt

Nachteile:

- Hoher Strombedarf
- Eignet sich nur bedingt, da Mineralien entzogen werden
- Hohe Dauer um gefiltertes Wasser zu erhalten

4. Umkehrosmose

Das Rohwasser wird durch eine nahezu undurchlässige Membran gepresst. Dadurch werden darin gelöste Inhaltsstoffe getrennt. Durch Anlegen eines Drucks, welcher höher ist als der osmotische, wird das Wasser aus der konzentrierten Lösung verdrängt und durch eine Membran in Richtung einer weniger stark konzentrierten Lösung transportiert. Hierbei spaltet sich das Wasser auf, in ein inhaltsstoffarmes Permeat und ein mit Inhaltsstoffen angereichertes Konzentrat. Das Permeat muss dann, je nach Qualität, wieder mit Rohwasser verschnitten werden und evtl. aufgehärtet werden, um die gewünschte Qualität zu erhalten.

Das Verhältnis, das für einen Liter aufbereitetes Wasser benötigt wird, liegt bei bis zu 1:10, sodass hierfür bis zu 10 Liter verbraucht werden. Auch sinkt der pH-Wert, da gelöste freie Kohlensäure die Membran passieren kann, Salze allerdings abgeleitet werden. Somit wird eine Nachbehandlung des Permeats erforderlich. Hierzu gibt es allerdings auch Filter.

Der Druck, mit dem bei diesem Verfahren gearbeitet wird, liegt bei ca. 14 bar.

Vorteile:

- Entfernung und zukünftige Vermeidung von Kalk
- Parasiten und Viren werden entfernt

Nachteile:

- Langsamer im Betrieb als reine Aktivkohlefilter
- Relativ hoher Wasserdruck ist nötig
- Hoher Wartungsaufwand (Tanks müssen gereinigt werden, Filter gewechselt werden, Instandhaltungsarbeiten...)

Fazit

Kalk im Wasser ist für uns Menschen nicht schädlich, im Gegenteil: Der hohe Mineralgehalt ist ein Qualitätsmerkmal und gibt dem Wasser erst einen gewissen Geschmack. Andererseits kann sich Kalk in Apparaturen beziehungsweise Haushaltsgeräten ziemlich negativ bemerkbar machen und diese gar betriebsunfähig machen. Und darauf folgt dann meist eine langwierige Entkalkung oder Reparatur der betroffenen Teile.

Hier gilt es nun vorrausschauend zu handeln:

Stellt man einen Boiler nicht heisser als 60 °C, lagert sich nur geringfügig Kalk ab und eine Entkalkung wird nur etwa alle vier Jahre fällig. Und bei Kaffeemaschinen genügt es meist, in regelmäßigen Abständen, Zitronensäure durchlaufen zu lassen. Werden solche Dinge berücksichtigt, wird Kalk nicht zu einem größeren Problem.

Werden diese Maßnahmen nicht beachtet oder ist Entkalken (wie bei unseren Zwei-Kammer-Boiler-Kaffeemaschinen) nicht möglich, sollte man über die Anschaffung eines entsprechenden Filters nachdenken.

Hier sollte man nun darauf achten, dass dieser dem Wasser keine wichtigen Spurenelemente entzieht, da beispielsweise Kalzium und Magnesium wichtig sind für Knochen und Zähne. Da allerdings jeder Filter auch andere Elemente außer Kalk herausfiltert, sollten Filter nur stationär vor einzelnen Geräten eingesetzt werden, bei denen Entkalkung problematisch bzw. unmöglich ist. So kann auch weiterhin gesundes, mineralhaltiges Wasser getrunken werden.