

Seminarfacharbeit Klasse 9
Schuljahr 2024/2025

Wasserfilter für Zuhause: Überprüfung der Funktionsweise sowie Weiterentwicklung um Schadstoffe zu vermeiden

Fachbetreuer: Dr. Pusch
Seminarfachbetreuer: Fr. Schneider-Bohne
Name: Josefine S.
/

Datum: 05.05.2025

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	2
2	Funktion und Aufbau von Wasserfilterarten	3
2.1	Erklärung der Filterprozesse	3
3	Nutzung verschiedener Wasserfilterarten	10
3.1	Nutzung im Haushalt	10
3.2	Nutzung in der Industrie	11
4	Vergleich einzelner Wasserfilterarten im Haushalt	12
5	Eigenes Experiment	14
5.1	Protokoll zum Herstellen der Testfilter	14
5.2	Protokoll zur Testung des Wassers	15
5.3	Auswertung des Experiments	16
6	Zusammenfassung und Fazit	18
7	Anhang	19
8	Literatur- und Quellenverzeichnis	20
8.1	Gedruckte Literatur	20
8.2	Internetliteratur	20
8.3	Literatur zum Anhang	22

1 Einleitung

Haben Sie sich jemals gefragt, wie sauber Ihr Wasser eigentlich ist? Obwohl es **die** wichtigste Ressource auf unserem Planeten der Erde ist und dafür sorgt, dass alles lebt und blüht?

Trotz dieser wichtigen Bedeutung ist die Wasserqualität stark Region und Länder abhängig, da in vielen Regionen der Welt das Trinkwasser durch verschiedene Schadstoffe wie zum Beispiel Schwermetalle, chemische Rückstände und/oder Krankheitserreger vorbelastet sein kann. Was nicht nur gesundheitliche Risiken mit sich bringt, sondern auch die Lebensqualität der betroffenen Menschen stark beeinträchtigen kann. Deshalb wird das Wasser in vielen Ländern unserer Region sehr streng aufbereitet. Häufig oder besser gesagt, wird fast immer das aufbereitete Wasser mit einem geringen Anteil von Chlor versehen, um sicherzustellen, dass sich keine neuen Schadstoffe bilden können. Dies ist ein Grund von vielen, warum Menschen sich Wasserfilter für zu Hause zulegen. Ein anderer Aspekt ist auch, dass viele Häuser noch Wasserleitungen aus der Nachkriegszeit haben und diese sehr alt sind, was sich negativ auf die Wasserqualität auswirken könnte. Da man nicht genau weiß, wie gut das Wasser früher aufbereitet wurde und ob gesundheits-schädliche Rückstände zurückgeblieben sind oder ob die Leitungen Schadstoffe ins Wasser abgeben.

Angesichts dieser Problematik fragten wir uns, ob Wasserfilter tatsächlich so nützlich sind, wie ein Teil der Gesellschaft glaubt, oder ob sie im Grunde genommen einfach nur unsinnig sind. Damit wir das besser betrachten können, wollten wir ebenfalls in Erfahrung bringen, wie diese Filter funktionieren und wo die Unterschiede zwischen den verschiedenen Filtertypen liegen.

Um dies zu beantworten, haben wir uns zunächst die Funktionsweise der verschiedenen Filtertypen angesehen, um zu verstehen, wie diese im Grundsatz funktionieren. Damit wir das Ganze nicht nur auf theoretischem Wissen belassen mussten, besichtigten wir die Filteranlage der SWE Energie GmbH. Dort haben wir lernen können, wie mechanische und Ionentauscherfilter funktionieren. Zusätzlich haben wir erfahren dürfen, wie sich Filter selbst "reinigen" können und wie diese in der Industrie technisch überwacht werden.

Um die Filter besser bewerten zu können, betrachteten wir insbesondere die physikalischen und chemischen Eigenschaften. Während unserer Recherche ist uns aufgefallen, dass sich die Filter in ihrer Funktionsweise vom Hersteller her unterscheiden. Um darauf genauer eingehen zu können, haben wir das Ganze noch einmal extra betrachtet.

Parallel dazu haben wir uns angeschaut, welche Filter typischerweise verwendet werden und was die öffentliche Meinung dazu ist. Dies ließen wir im Kapitel „Nutzung verschiedener Wasserfilterarten“ einfließen. Welches wir in 2 Unterkapitel einteilten, da diese in der Industrie zum größten Teil anders genutzt werden.

Damit wir unsere Problemfrage richtig beantworten können, kam uns die Idee, selber Wasserfilter zu testen. Um dies so neutral wie möglich durchführen zu können, testeten wir ausschließlich die Stoffe, woraus die meisten Filter bestehen. Damit wir den Wirkungsgrad der Filter bestimmen können, testeten wir unser fertig gefiltertes Wasser auf seine Wasserhärte und auf die Konzentration bestimmter Mineralien. Dies werteten wir dann aus und zogen unsere Schlussfolgerungen.

Durch diesen Ablauf konnten wir einen Überblick über Wasserfilter schaffen und herausfinden, ob diese in unserer Gesellschaft wirklich relevant sind.

2 Funktion und Aufbau von Wasserfilterarten

Das Filtern von Trinkwasser ist essenziell für die moderne Wasseraufbereitung, welches ein fester Bestandteil des Alltags in Haushalten und vielen anderen Bereichen darstellt. Auch wenn die Ansprüche an die Qualität des Trinkwassers in den meisten Regionen sehr hoch sind, können ortsspezifische Belastungen durch Schwermetalle, organische Schadstoffe oder bakterielle Verunreinigungen vorliegen. Wasserfilter ermöglichen die selektive Eliminierung unerwünschter Komponenten und somit eine verbesserte Qualität des Wassers im Allgemeinen. Hierbei kommen verschiedene Filtertypen mittels physikalischer, chemischer und biologischer Mechanismen zum Einsatz, die je nach der angestrebten Endwirkung individuell anforderungsgerecht zusammengesetzt werden.

2.1 Erklärung der Filterprozesse

Chemische Prozesse sind bei der Wasserfiltration von zentraler Bedeutung, da auf dieser Grundlage entschieden wird, welche Verunreinigungen aus dem Wasser entfernt werden. Es gibt viele Arten von Wasserfiltern, die unterschiedliche chemische Reaktionen oder physikalische Prinzipien verwenden, um jeweils Arten von Verunreinigungen wie organische Verbindungen, Salze oder Mikroorganismen zu beseitigen.

Mechanische Filter sind eine essenzielle Technologie in der Wasseraufbereitung, die feste Partikel wie Sand, Rost, Schlamm oder andere Sedimente aus dem Wasser entfernt. Sie basieren auf dem physikalischen Prinzip der Siebwirkung, bei dem Partikel aufgrund ihrer Größe zurückgehalten werden. Mechanische Filter finden in vielen Anwendungen Verwendung, insbesondere als Vorfilter in Haushalten oder als Schutz für empfindliche Geräte wie Waschmaschinen oder Geschirrspüler. Ihr Hauptziel ist es, Verunreinigungen zu entfernen, die das Wasser trüben oder Schäden an Leitungen und Geräten verursachen könnten.

Der Aufbau eines mechanischen Filters (siehe Abb.1 Querschnitt eines Kerzenfilters mit Ersatzfiltern) ist relativ einfach und besteht aus einem Filtermaterial, das je nach Anforderung unterschiedlich gestaltet ist. Häufig eingesetzte Materialien sind Kunststoffsiebe, Keramikfilter oder Edelstahlgewebe. Die Porengröße des Filters bestimmt, welche Partikel zurückgehalten werden. Während Kunststoffsiebe, die eher für grobe Partikel mit einer Größe von etwa 100 Mikrometern geeignet sind, ermöglichen feinere Filtermedien wie Keramik eine Filtration bis in den Bereich von 0,5 Mikrometern (z.B. Bakterien). Oft ist das Filtermaterial in austauschbaren Kartuschen integriert, um die Wartung zu erleichtern, während das Gehäuse des Filters dafür sorgt, dass das Wasser unter Druck durch das Medium geleitet wird.

Die Wirkungsweise eines mechanischen Filters ist rein physikalisch. Wenn Wasser durch den Filter strömt, werden Partikel, die größer als die Poren des Filtermediums sind, zurückgehalten. Diese bleiben entweder an der Oberfläche des Filters haften oder werden in den Poren eingeschlossen. Auf diese Weise werden Verunreinigungen wie Sand, Rost oder Schlick effektiv entfernt. Da mechanische Filter jedoch keine chemischen Reaktionen durchführen, können sie lediglich sichtbare Partikel aus dem Wasser entfernen, nicht jedoch gelöste Stoffe, Bakterien oder Viren.

Ein typisches Beispiel für den Einsatz eines mechanischen Filters ist die Entfernung von Rostpartikeln aus Wasser, das durch alte Leitungen transportiert wurde. In einem solchen Szenario wird das Wasser durch einen Vorfilter mit einer Porengröße von etwa 50 Mikrometern geleitet. Die Rostpartikel, die größer sind als die Poren, werden an der

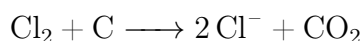
Oberfläche des Filters zurückgehalten, während das gereinigte Wasser hindurchfließt. Das Ergebnis ist eine sichtbare Verbesserung der Wasserqualität, da es klarer erscheint und frei von festen Partikeln ist.

Mechanische Filter besitzen jedoch auch Grenzen. Sie können keine gelösten Stoffe wie Salze, organische Moleküle oder chemische Verunreinigungen entfernen. Ebenso können Mikroorganismen wie Bakterien oder Viren nur dann gefiltert werden, wenn die Porengröße extrem klein ist, was jedoch die Durchflussrate des Wassers deutlich verringern kann. Aus diesem Grund werden mechanische Filter oft in Kombination mit anderen Technologien wie Aktivkohlefiltern, Umkehrosmose oder UV-Desinfektion eingesetzt, um eine umfassendere Wasseraufbereitung zu ermöglichen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass mechanische Filter eine unverzichtbare Komponente moderner Wasseraufbereitungssysteme darstellen. Durch ihre einfache Funktionsweise und die effektive Entfernung von Feststoffen tragen sie maßgeblich zur Verbesserung der Wasserqualität bei und schützen gleichzeitig Geräte und Leitungen vor Verunreinigungen und Schäden.

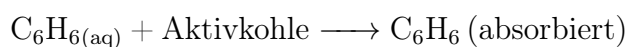
Aktivkohlefilter gehören zu den am häufigsten verwendeten Technologien in der Wasseraufbereitung, da sie in der Lage sind, organische Stoffe, Gerüche und Chemikalien wie Chlor aus dem Wasser zu entfernen. Sie bestehen aus granulärer oder gepresster Aktivkohle (siehe Abb.2 Aktivkohlegranulat), die durch ihre hochporöse Struktur eine enorme spezifische Oberfläche von 500 bis 1500 m² pro Gramm aufweist. Diese große Oberfläche ermöglicht die effektive Adsorption von Molekülen, indem Verunreinigungen an die Porenstruktur der Aktivkohle gebunden werden. Die vielseitige Funktionsweise von Aktivkohlefiltern macht sie besonders für Haushaltsanwendungen attraktiv, beispielsweise zur Verbesserung des Geschmacks und der Sicherheit des Trinkwassers.

Eine der wichtigsten Funktionen von Aktivkohlefiltern ist die Entfernung von Chlor, das häufig als Desinfektionsmittel in der Trinkwasserversorgung eingesetzt wird. Chlor ist zwar effektiv bei der Abtötung von Mikroorganismen, hinterlässt jedoch einen unangenehmen Geschmack und Geruch im Wasser. Beim Kontakt mit Aktivkohle wird Chlor durch eine chemische Reduktionsreaktion in Chloridionen umgewandelt, wobei Kohlendioxid entsteht. Diese Reaktion kann wie folgt beschrieben werden:



Durch diesen Prozess wird Chlor neutralisiert, was zu einer signifikanten Verbesserung der sensorischen Eigenschaften des Wassers führt. Gleichzeitig wird das Wasser von potenziell schädlichen Nebenprodukten des Chlors befreit.

Neben der Entfernung von Chlor sind Aktivkohlefilter besonders effektiv bei der Adsorption organischer Verbindungen. Ein Beispiel hierfür ist die Entfernung von Benzol, einer chemischen Verbindung, die durch industrielle Prozesse ins Wasser gelangen kann. Benzol, wie viele andere organische Moleküle, wird durch physikalische Adsorptionsprozesse an der porösen Oberfläche der Aktivkohle gebunden. Die chemische Bindung lässt sich wie folgt beschreiben:



Dieser Prozess reduziert die Konzentration von organischen Schadstoffen im Wasser erheblich und trägt so zur Verbesserung der Wasserqualität und -sicherheit bei.

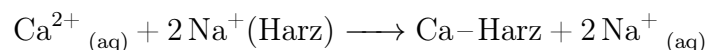
Die Vielseitigkeit von Aktivkohlefiltern zeigt sich auch in ihrer Fähigkeit, andere chemische Verunreinigungen wie Pestizide, Lösungsmittel oder Schwermetallverbindungen zu binden. Dennoch haben Aktivkohlefilter auch ihre Grenzen. Sie sind nicht in der Lage,

gelöste Mineralien oder Salze zu entfernen, und ihre Adsorptionskapazität ist begrenzt. Sobald die Porenstruktur der Aktivkohle gesättigt ist, muss der Filter ausgetauscht werden, um eine effektive Reinigung zu gewährleisten.

Insgesamt sind Aktivkohlefilter ein unverzichtbarer Bestandteil moderner Wasseraufbereitungssysteme. Sie kombinieren chemische Reaktionen wie die Reduktion von Chlor mit physikalischen Adsorptionsmechanismen, um eine Vielzahl von Verunreinigungen aus dem Wasser zu entfernen. Dies macht sie zu einer effektiven, vielseitigen und weit verbreiteten Technologie zur Verbesserung der Trinkwasserqualität in Haushalten und der Industrie.

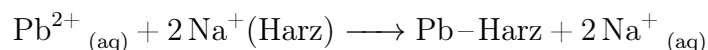
Ionenaustauscher gehören zu den bewährten Technologien in der Wasseraufbereitung, die vor allem zur Entkalkung und Entfernung von Schwermetallen eingesetzt werden. Der Mechanismus des Ionenaustauschs basiert auf der Fähigkeit von speziellen Harzen, Ionen im Wasser gegen andere Ionen auszutauschen. Diese Harze sind in der Regel aus synthetischen Polymeren oder natürlichen Materialien wie Zeolithen gefertigt und sind mit bestimmten Ionen, meist Natrium-, Kalium- oder Wasserstoffionen, vorbeladen. Ionenaustauscher werden vor allem in der Haushaltswasseraufbereitung, aber auch in industriellen Anwendungen zur Wasseraufbereitung und in Laboren zur Herstellung demineralisierten Wassers verwendet.

Die Hauptanwendung von Ionenaustauschern in Haushalten ist die Wasserenthärtung, bei der Kalzium- und Magnesiumionen aus dem Wasser entfernt werden, da diese für die Bildung von Kalkablagerungen verantwortlich sind und die Effizienz von Waschmitteln und Reinigungsmitteln beeinträchtigen. Der Ionenaustauschprozess beginnt damit, dass das Wasser durch das Harz strömt (siehe Abb.3 Querschnitt Ionenaustauscherharz-Filter). Dabei treten die Kalzium- und Magnesiumionen, die in Lösung vorliegen, mit den Natriumionen des Harzes in Wechselwirkung. Die Kalzium- und Magnesiumionen werden dabei an die Harzoberfläche gebunden, während die Natriumionen in das Wasser abgegeben werden. Die Reaktionsgleichung für die Enthärtung von Wasser durch Ionenaustausch kann wie folgt dargestellt werden:



Dieser Prozess verringert die Konzentration von Kalzium- und Magnesiumionen im Wasser und macht es weicher, indem die für Kalkablagerungen verantwortlichen Ionen entfernt werden.

Ionenaustauscher können jedoch auch für die Entfernung von anderen Schwermetallen wie Blei, Kupfer oder Arsen aus dem Wasser verwendet werden. Schwermetalle sind potenziell toxisch, und ihre Ansammlung im Trinkwasser kann gesundheitsschädlich sein. Der Ionenaustauschprozess kann ebenfalls mit Schwermetallen durchgeführt werden, wobei die Harze die Metallionen gegen weniger schädliche Ionen wie Natrium austauschen. Ein Beispiel für diese Reaktion, bei der Bleiionen entfernt werden, sieht wie folgt aus:



In diesem Fall werden die Blei-Ionen gegen Natriumionen ausgetauscht, wodurch das Wasser von schädlichen Schwermetallen befreit wird. Diese Art der Wasserbehandlung ist besonders nützlich, um die Wasserqualität zu verbessern und sicherzustellen, dass keine gefährlichen Substanzen im Trinkwasser verbleiben.

Der Ionenaustauschprozess hat jedoch auch seine Begrenzungen. Die Harze sind nach einer gewissen Zeit gesättigt und müssen regeneriert oder ausgetauscht werden. Die Regeneration erfolgt in der Regel durch Zugabe einer Salzlösung (z. B. Sobald dieser

Regenerationsprozess abgeschlossen ist, kann der Ionenaustauscher wieder verwendet werden. Sobald dieser Regenerationsprozess abgeschlossen ist, kann der Ionenaustauscher wieder verwendet werden.

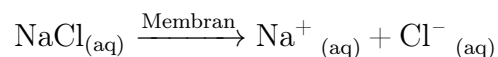
Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Ionenaustauscher eine äußerst effektive Methode zur Wasseraufbereitung darstellen, die sowohl zur Enthärtung von Wasser als auch zur Entfernung von Schwermetallen genutzt werden kann. Sie arbeiten auf der Basis des Ionenumsatzes, bei dem unerwünschte Ionen gegen weniger problematische Ionen wie Natrium oder Kalium ausgetauscht werden. Dieser Prozess ist besonders nützlich in Haushalten, um die Wasserqualität zu verbessern und die Bildung von Kalkablagerungen zu verhindern, sowie in industriellen Anwendungen, um das Trinkwasser von schädlichen Schwermetallen zu befreien.

Die Umkehrosmose (RO = engl. für Reverse Osmose) ist eine fortschrittliche Technologie der Wasseraufbereitung, die vor allem in der Trinkwasserfiltration und der Wasserentsalzung Anwendung findet. Sie basiert auf dem Prinzip der osmotischen Trennung, bei der Wasser durch eine semipermeable Membran gepresst wird, die nur bestimmte Moleküle durchlässt (siehe Abb.4 Veranschaulichung der RO-Anlage). Im Gegensatz zur natürlichen Osmose, bei der Wasser von einer niedrigen auf eine hohe Konzentration von gelösten Stoffen wandert, wird bei der RO dieser Prozess umgekehrt: Wasser wird unter Druck auf die Membran gepresst, wodurch nur das Wasser selbst hindurchgeht und die gelösten Verunreinigungen zurückgehalten werden.

Die RO ist besonders effektiv bei der Entfernung von einer Vielzahl von Verunreinigungen wie Salzen, Mikroorganismen, Bakterien, Viren, organischen Verbindungen und sogar einigen Schwermetallen. Sie wird häufig in Haushalten zur Herstellung von Trinkwasser aus Leitungswasser oder in Industrieanlagen zur Entsalzung von Meerwasser verwendet. Der Hauptvorteil der RO besteht darin, dass sie eine nahezu vollständige Entfernung von gelösten Stoffen ermöglicht, wodurch das Wasser extrem rein wird.

Der RO-Prozess basiert auf dem physikalischen Prinzip, dass Wasser unter hohem Druck durch eine semipermeable Membran geleitet wird, die für kleinere Moleküle wie Wasser durchlässig ist, jedoch größere Moleküle wie Salze und Verunreinigungen zurückhält. Die Membran hat Poren, die in der Regel eine Größe von etwa 0,0001 Mikrometern haben, was bedeutet, dass nahezu alle gelösten Stoffe, einschließlich Salze, Partikel und Mikroorganismen, blockiert werden.

Die RO kann als eine Art "filtrierende Barriere" beschrieben werden. Um das Prinzip genauer zu erläutern, betrachten wir die Reaktion bei der Entfernung von Natriumchlorid (Kochsalz) aus Wasser. Bei der Umkehrosmose wird das Wasser durch die Membran gedrückt, während die Salzionen zurückgehalten werden. Die Reaktionsgleichung für die RO mit Kochsalz lässt sich wie folgt darstellen:



Diese Gleichung zeigt, dass das Salz in seine Ionen (Natrium und Chlorid) aufgespalten wird, aber die Membran verhindert, dass diese Ionen hindurchtreten. Das Ergebnis ist, dass die Salzionen im Abwasserstrom verbleiben, während das gereinigte Wasser auf der anderen Seite der Membran gesammelt wird.

Ein weiterer Vorteil der RO ist ihre Fähigkeit, auch größere und komplexere Moleküle wie Bakterien und Viren zu entfernen. Da diese Mikroorganismen deutlich größer sind als die Poren der Membran, werden sie ebenfalls zurückgehalten. Diese Funktion macht die RO zu einer ausgezeichneten Methode, um nicht nur chemische Verunreinigungen, sondern auch biologische Kontaminanten aus dem Wasser zu entfernen.

Trotz ihrer Effizienz hat die RO auch einige Einschränkungen. Zum einen erfordert sie einen hohen Druck, um das Wasser durch die Membran zu pressen, was zu einem hohen Energieverbrauch führen kann. Zudem erzeugt der RO-Prozess Abwasser, das die zurückgehaltenen Verunreinigungen enthält und entsorgt werden muss. Ein weiteres Problem ist die Notwendigkeit, die Membranen regelmäßig zu warten, da sie sich mit der Zeit abnutzen und verstopfen können.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die RO eine der effektivsten Methoden der Wasseraufbereitung ist, die eine nahezu vollständige Entfernung von gelösten Stoffen, Salzen, Mikroorganismen und anderen Verunreinigungen durch eine semipermeable Membran ermöglicht, die Verunreinigungen zurückhält. Diese Technologie ist besonders vorteilhaft in der Trinkwasseraufbereitung und der Entsalzung von Meerwasser, erfordert jedoch eine regelmäßige Wartung und den Einsatz von Energie, um ihre volle Leistungsfähigkeit zu gewährleisten.

UV-Filter stellen eine weitere fortschrittliche Technologie zur Wasseraufbereitung dar, die sich vor allem durch ihre Fähigkeit auszeichnet, Mikroorganismen wie Bakterien, Viren und Protozoen abzutöten, ohne dabei chemische Zusätze zu benötigen. Der UV-Filter arbeitet mit ultravioletem Licht (UV-Licht), das eine bestimmte Wellenlänge hat und auf die DNA oder RNA der Mikroorganismen einwirkt. Dadurch wird deren genetisches Material so geschädigt, dass sie sich nicht mehr reproduzieren können und somit nicht mehr in der Lage sind, Infektionen zu verursachen.

Die Funktionsweise eines UV-Filters basiert auf der Tatsache, dass UV-Licht hochenergetisch ist und in der Lage ist, Moleküle zu ionisieren und chemische Bindungen zu brechen. Besonders Mikroorganismen sind empfindlich gegenüber UV-Strahlung, da ihre DNA oder RNA durch die Strahlung direkt geschädigt wird. Die Strahlung verhindert, dass diese Mikroorganismen sich weiter vermehren oder Infektionen verursachen können. Dabei ist die UV-Bestrahlung nicht in der Lage, die chemische Zusammensetzung des Wassers zu verändern, weshalb UV-Filter als chemiefreie Methode zur Desinfektion gelten.

Ein UV-Filter besteht in der Regel aus einer UV-Lampe, die UV-Licht mit einer Wellenlänge von etwa 254 nm erzeugt. Das Wasser wird durch eine Kammer geleitet, die die UV-Lampe enthält. Während des Durchfließens des Wassers wird dieses bestrahlt, wobei die UV-Strahlung die Mikroorganismen im Wasser inaktiviert. Ein wichtiger Aspekt bei der Nutzung von UV-Filtern ist, dass das Wasser klar sein muss, da Schwebstoffe oder organische Stoffe das UV-Licht absorbieren können und die Effektivität der Desinfektion beeinträchtigen.

Die grundlegende chemische Wirkung des UV-Lichts auf Mikroorganismen kann anhand einer Reaktion auf die DNA von Bakterien beschrieben werden. Wenn UV-Licht auf die DNA trifft, entstehen sogenannte Thymidin-Dimere, bei denen benachbarte Thyminbasen in der DNA miteinander verbunden werden, was die Replikation der DNA verhindert. Diese Reaktion lässt sich vereinfacht wie folgt formulieren:



\hookrightarrow Verhinderung der Replikation

Dieser Schaden führt dazu, dass die Bakterien nicht mehr in der Lage sind, sich zu reproduzieren, was ihre Infektionsfähigkeit aufhebt.

UV-Filter sind besonders effektiv bei der Inaktivierung von pathogenen Mikroorganismen wie *Escherichia coli*, Salmonellen oder Cryptosporidien, die häufig in verunreinigtem

Wasser vorkommen. Diese Methode ist ein unverzichtbares Werkzeug in der Trinkwasseraufbereitung, um sicherzustellen, dass das Wasser frei von biologischen Kontaminanten bleibt, ohne dass chemische Substanzen hinzugefügt werden müssen.

Ein großer Vorteil von UV-Filtern ist, dass sie keine Rückstände im Wasser hinterlassen. Im Gegensatz zu chemischen Desinfektionsmethoden wie der Chlorierung, bei der nach der Behandlung noch Chemikalien im Wasser verbleiben können, hinterlassen UV-Filter keine Spuren und verändern die chemische Zusammensetzung des Wassers nicht. Sie sind daher eine umweltfreundliche und sichere Methode zur Desinfektion von Trinkwasser.

Die Begrenzungen der UV-Desinfektion liegen hauptsächlich in der Notwendigkeit einer klaren Wasserqualität und der regelmäßigen Wartung der UV-Lampe. Schwebstoffe und organische Substanzen im Wasser können das UV-Licht absorbieren und somit die Effektivität der Desinfektion verringern. Zudem muss die UV-Lampe regelmäßig ausgetauscht werden, da ihre Intensität im Laufe der Zeit nachlässt.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass UV-Filter eine äußerst effektive und umweltfreundliche Methode zur Desinfektion von Wasser darstellen. Sie arbeiten auf physikalischer Basis, indem sie Mikroorganismen durch UV-Licht inaktivieren, ohne chemische Zusätze zu benötigen. Diese Technologie ist besonders in der Trinkwasseraufbereitung von Bedeutung, da sie eine schnelle und rückstandsfreie Desinfektion ermöglicht. Die Hauptvoraussetzung für eine erfolgreiche UV-Desinfektion ist jedoch, dass das Wasser klar ist und keine hohen Konzentrationen an Schwebstoffen oder organischen Verbindungen enthält, die die UV-Strahlung blockieren könnten.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass UV-Filter eine äußerst effektive und umweltfreundliche Methode zur Desinfektion von Wasser darstellen. Sie arbeiten auf physikalischer Basis, indem sie Mikroorganismen durch UV-Licht inaktivieren, ohne chemische Zusätze zu benötigen. Diese Technologie ist besonders in der Trinkwasseraufbereitung von Bedeutung, da sie eine schnelle und rückstandsfreie Desinfektion ermöglicht. Die Hauptvoraussetzung für eine erfolgreiche UV-Desinfektion ist jedoch, dass das Wasser klar ist und keine hohen Konzentrationen an Schwebstoffen oder organischen Verbindungen enthält, die die UV-Strahlung blockieren könnten.

Mechanische Filter, Aktivkohlefilter, Ionenaustauscher, RO und UV-Filter sind fünf verschiedene Technologien, die zur Wasseraufbereitung eingesetzt werden, wobei jede Methode spezifische Verunreinigungen entfernt und so die Wasserqualität verbessert.

Mechanische Filter arbeiten, indem sie feste Partikel und Schmutz aus dem Wasser entfernen. Sie bestehen meist aus Materialien wie Netzgeweben, Gewebematerialien oder porösen Kunststoffmembranen. Diese Filtermechanismen fangen Partikel wie Sand, Schlamm und Rost aus dem Wasser ab, indem sie größere Stoffe blockieren, während sauberes Wasser durchgelassen wird. Sie bieten eine einfache, aber effektive Methode, um grobe Verunreinigungen zu eliminieren, können jedoch keine gelösten chemischen Stoffe oder Mikroorganismen entfernen.

Aktivkohlefilter sind besonders wirksam bei der Entfernung von organischen Verbindungen, Gerüchen und Chemikalien wie Chlor. Aktivkohle besitzt eine extrem poröse Struktur, die eine große Oberfläche zur Adsorption von Molekülen bietet. Diese Filtermethode kann auch andere unerwünschte organische Stoffe wie Pestizidrückstände binden und somit die Wasserqualität verbessern. Sie sind jedoch nicht in der Lage, gelöste

Mineralien oder Salze zu entfernen, und ihre Filterkapazität lässt nach einer gewissen Zeit nach, weshalb sie regelmäßig ersetzt werden müssen.

Ionenaustauscher nutzen den Austausch von Ionen im Wasser. Diese Technologie wird oft zur Wasserenthärtung eingesetzt, indem sie Kalzium- und Magnesiumionen – die Hauptverursacher von Kalkablagerungen – gegen Natriumionen austauscht. Ionenaustauscher können auch Schwermetalle wie Blei entfernen, indem sie diese durch weniger schädliche Ionen ersetzen. Ein Nachteil dieser Methode ist, dass die Austauscherharze regelmäßig regeneriert oder ersetzt werden müssen, um ihre Effektivität zu bewahren.

Umkehrosmose ist eine fortschrittliche Filtrationstechnik, bei der Wasser unter hohem Druck durch eine semipermeable Membran gepresst wird. Diese Membran lässt nur Wasser durch und hält gelöste Stoffe wie Salze, Mineralien und Verunreinigungen zurück. Umkehrosmose ist besonders effektiv bei der Entsalzung von Wasser und der Entfernung von Mikroorganismen, Chemikalien und anderen Schadstoffen. Sie hat jedoch den Nachteil eines hohen Energieverbrauchs und der Produktion von Abwasser.

UV-Filter „desinfizieren“ Wasser, indem sie es mit ultravioletem Licht bestrahlen. Diese Strahlung schädigt das genetische Material von Mikroorganismen wie Bakterien, Viren und Protozoen und verhindert deren Replikation und Infektion. UV-Filter sind eine chemiefreie Methode, die keine Rückstände im Wasser hinterlässt, und sind besonders wirksam gegen pathogene Mikroorganismen. Allerdings erfordert diese Technologie klares Wasser, da Schwebstoffe die Wirkung des UV-Lichts beeinträchtigen können.

Jede dieser Technologien hat spezifische Vorteile und Anwendungsbereiche: Mechanische Filter entfernen grobe Verunreinigungen, Aktivkohlefilter verbessern den Geschmack und entfernen organische Schadstoffe, Ionenaustauscher sind ideal zur Enthärtung und Schwermetallentfernung. Umkehrosmose eignet sich hervorragend zur Entsalzung und Entfernung von Mikroorganismen, und UV-Filter bieten eine effektive und rückstandsfreie Desinfektion von Wasser. In vielen Fällen werden diese Technologien auch kombiniert, um eine umfassendere Wasseraufbereitung zu ermöglichen.

3 Nutzung verschiedener Wasserfilterarten

3.1 Nutzung im Haushalt

Einige Stimmen sprechen für eine Nutzung im Haushalt, um Schadstoffe zu entfernen, die Wasserhärte zu verringern und den Geschmack zu optimieren, andere wiederum nicht.¹ Jedoch kommen die meisten dieser Stimmen aus Werbekampagnen von Wasserfilterfirmen und Teeliebhabern.

Zum Filtern von Wasser gibt es unterschiedliche Modelle, die variierend benutzt werden. Am bekanntesten und günstigsten ist der Kannen-Wasserfilter, bei welchem das Wasser durch Aktivkohlefilter und Ionenaustauscherharze gefiltert wird.

Der Klassische Kannen-Wasserfilter ist einfach zu benutzen, hat aber große negative Aspekte, wie teilweise das Entfernen von lebensnotwendigen Mineralien. Das größte Problem von herkömmlichen Wasserfiltern ist, dass sich die schädlichen Stoffe im Filter ablagern, wenn der Filter benutzt wird. Dies stellt ein großes Problem dar, da die meisten Käufer nicht ganz wissen, wann sie einen Wasserfilter austauschen müssen. Das folgt durch die ungenauen Lebenserwartungen der Filter, die oft angegeben werden und laut Stiftung Warentest oft kürzer als angegeben sind.²

Das steigert die Gefahr eines sogenannten Filterdurchbruchs, bei dem der Filter bei zu langer Benutzung kaputt geht und somit die gesammelten Schadstoffe auf einen Schlag freigesetzt werden, was sehr gefährlich für die Gesundheit des Menschen sein kann.³

Allgemein wird gesagt, dass in Deutschland Wasserfilter unnötig sind, da die Trinkwasseraufbereitung in dieser Region sehr gut ist. Da Kannen-Wasserfilter die Mikroorganismen, die im Trinkwasser enthalten sind, nicht gut entfernen können.⁴

Falls man Bedenken bei seinem Trinkwasser hat, sollte man eher die Leitungen überprüfen und austauschen lassen, als einen Tischwasserfilter zu benutzen, da diese Tischwasserfilter keine Gewähr für ein gut gefiltertes Wasser leisten können. Trotzdem kann es Gründe für einen Wasserfilter geben. Manche Teegourmets setzen auf weiches Wasser, und da kann ein Wasserfilter zum Beispiel interessant sein.

Laut Stiftung Warentest „haben es fast alle frischen Filter geschafft, hartes in weiches Wasser zu verwandeln. Doch schon nach einem Viertel der angegebenen Kapazität schafften die Filter nur noch mittelhartes Wasser.“ Allgemein gesagt haben alle Kannen-Wasserfilter bei Stiftung Warentest relativ schlecht abgeschnitten, aber es gibt noch andere Wasserfilter, die im Folgenden kurz genannt werden.

Ein weiterer bekannter Filter neben dem Kannen-Wasserfilter ist der RO-Filter, bei dem, wie der Name schon verrät, umgekehrte Osmose betrieben wird.

Genauer gesagt wird bei diesem Filter Wasser mit hohem Druck durch eine dünne, nur in eine Richtung durchlässige Membran gedrückt, wobei fast alle Stoffe, die größer als Wassermoleküle sind, hängen bleiben.

Vorteile sind vor allem der hohe Filtergrad, die einfache Benutzung, da das Filtersystem einmal in die Spüle eingebaut wird und das gefilterte Wasser danach einfach wie normales Wasser aus dem Wasserhahn kommt.

¹<https://www.test.de/Wasserfilter-im-Test-Gut-filtert-keiner-4840828-0/>
[Zuletzt aufgerufen am 27.01.2025]

²ebd.

³<https://www.fr.de/verbraucher/gesundheit-warnung-schaedlich-wasserfilter-leitungswasser-umweltbundesamt-zr-92674922.html>
[Zuletzt aufgerufen am 27.01.2025]

⁴<https://www.test.de/Wasserfilter-im-Test-Gut-filtert-keiner-4840828-0/>
[Zuletzt aufgerufen am 27.01.2025]

Nachteile sind aber vor allem der deutlich höhere Preis, der hohe Wasser- und Energieverbrauch zur Benutzung und Reinigung und die Anfälligkeit für Verkeimungen. Zusätzlich ist der dauerhafte Verbrauch dieses Wassers ungesund, da im Wasser Mineralien fehlen und diese dann dem Körper fehlen.⁵

3.2 Nutzung in der Industrie

Wasserfilter haben in der Industrie eine große Bedeutung, da in der Industrie hochwertiges Wasser sehr wichtig ist. In vielen unterschiedlichen Branchen wie zum Beispiel der Getränke- und Lebensmittelindustrie, Pharmazie, Kühlsystemen, Wasseraufbereitung und in der Herstellung werden deswegen industrielle Wasserfilter verwendet.⁶

Außerdem gibt es hohe Qualitätsstandards, an die sich die Unternehmen halten müssen. Das Wasser wird oft aus Flüssen oder Brunnen genommen und danach werden mit einem Wasserfilter die Verunreinigungen, wie Sedimente, Partikel und Mikroorganismen entfernt. Diese Verunreinigungen können den Produktionsanlagen und den Endprodukten schaden. Außerdem sind Wasserfilter wichtig für die Kühlsysteme in der Industrie, da Partikel und Ablagerungen im Wasser die Effizienz der Systeme beeinträchtigen und teure Reparaturkosten verursachen können.

Für die Umwelt ist es wichtig, dass auch das Abwasser gefiltert wird, damit keine umweltschädlichen Nebenerzeugnisse in der Natur Schaden anrichten.⁷

Damit das Wasser und somit die Filter all diesen Anforderungen entsprechen, gibt es verschiedene Filtrationssysteme für unterschiedliche Zwecke. Das Umkehrosmose-System, das auch im Privaten in Gebrauch ist, entfernt gelöste Mineralien, Sedimente und organische Stoffe aus dem Wasser, indem das Wasser durch eine dünne Membran gepresst wird. Dann gibt es kommerzielle Wasserenthärter, welche sogenannte schwere Ionen, wie zum Beispiel Eisen-, Magnesium- und Manganionen, entfernen. Denn diese Schwerionen können zu Seifenschäum und Kalkablagerungen führen. Durch das Entfernen dieser kann die Leistung verbessert und die Lebensdauer der nachgeschalteten Geräte verlängert werden. Dann gibt es kommerzielle Wasserfiltrationssysteme, die den Zweck haben, die Trübung des Wassers zu verringern, Metallpartikel zu entfernen, den Säuregehalt zu neutralisieren und Gerüche zu absorbieren.

Für besonders hohe Wasserqualitätsansprüche gibt es Deionisierer, die gelöste Mineralien und Salze fast vollständig entfernen. Sie werden in tragbare und automatische Geräte unterteilt, von denen das tragbare Gerät mit Ionenaustauscherharzen funktioniert, die nach einer Zeit ausgetauscht werden müssen, während die automatischen Geräte die gelösten Ionen mit einem speziellen Wasserfluss entfernen. Diese Systeme können sehr hohe Reinheitsgrade erreichen, weshalb sie in der Energieerzeugung, Pharmazie und Elektroproduktion verwendet werden.⁸

Allem in Allem sind Wasserfilter in der Industrie unverzichtbar, um die Qualität des verwendeten Wassers zu gewährleisten und Verunreinigungen zu entfernen. Von der Wasseraufbereitung, über die Prozessfiltration bis hin zur Kühlung tragen Wasserfilter zur Effizienz, Produktqualität und Umweltschutz bei.

⁵<https://www.vzhh.de/themen/umwelt-nachhaltigkeit/trinkwasser/muss-ich-leitungswasser-filtern>
[Zuletzt abgerufen am 27.01.2025]

⁶<https://shorturl.at/RaUUr>

⁷<https://www.industrie-filter.com/wasserfilterloesungen-fuer-die-industrie-anwendungen-und-vorteile/>

⁸<https://www.dombor.com/de/industrielle-wasserfiltrationssysteme/>

4 Vergleich einzelner Wasserfilterarten im Haushalt

Der Aufbau von Wasserfiltern variiert erheblich je nach Hersteller, da verschiedene Materialien, Technologien und Designs eingesetzt werden, um spezifische Anforderungen zu erfüllen. Während die grundlegenden Prinzipien der Filtration bei allen Geräten ähnlich sind, unterscheiden sich die Bauweisen je nach Marke, Qualitätsanspruch und beabsichtigtem Einsatzzweck. Faktoren wie Filtermaterialien, zusätzliche Filterschichten, Gehäusekonstruktionen und Wartungsmechanismen bestimmen die Effizienz, Haltbarkeit und Benutzerfreundlichkeit eines Wasserfilters.

Mechanische Filter sind je nach Hersteller in unterschiedlichen Feinheitsgraden erhältlich, die von groben Vorfiltern bis hin zu hochpräzisen Mikrofiltern reichen. Einige Hersteller setzen auf einfache Filter aus Edelstahl- oder Kunststoffgewebe, die große Partikel wie Sand, Schlamm oder Rost zurückhalten. Andere verwenden mehrschichtige Filtermedien, bei denen grobe und feine Partikel in mehreren Stufen herausgefiltert werden. Besonders hochwertige mechanische Filter nutzen Keramik als Filtermedium, das mit mikroskopisch kleinen Poren Verunreinigungen zurückhält, ohne die Wasserflussrate stark zu reduzieren. Je nach Modell gibt es manuelle oder automatische Rückspülfunktionen, die eine längere Lebensdauer ermöglichen. Hersteller unterscheiden sich außerdem in der Bauweise des Filtergehäuses: Während einige Systeme aus robustem Metall bestehen, das hohen Drücken standhält, setzen andere auf leichtere Kunststoffkonstruktionen für den Haushaltsgebrauch.

Aktivkohlefilter gibt es in verschiedenen Bauweisen, die sich je nach Hersteller in der Art der verwendeten Aktivkohle und der zusätzlichen Filterschichten unterscheiden. Granulierte Aktivkohle (GAC) besteht aus losen Kohlepartikeln, die eine hohe Adsorptionskapazität haben, aber je nach Strömungsgeschwindigkeit des Wassers weniger effektiv sein können. Gepresste Aktivkohleblöcke bieten eine dichtere Struktur, die eine feinere Filtration ermöglicht und zudem Partikelverunreinigungen herausfiltert. Die Aktivkohle selbst kann aus unterschiedlichen Ausgangsmaterialien bestehen, wobei einige Hersteller Kohle aus Kokosnussschalen, andere aus Steinkohle oder Holz verwenden. Diese Unterschiede beeinflussen die Adsorptionskapazität und Langlebigkeit des Filters. Einige Hersteller integrieren zudem zusätzliche Schichten aus Silber oder speziellen Harzen, die antibakterielle Eigenschaften bieten und das Wachstum von Mikroorganismen in der Filterkartusche verhindern. Der Aufbau kann außerdem verschiedene Vor- und Nachfilter umfassen, um eine noch bessere Wasserqualität zu gewährleisten.

Der Aufbau von Ionenaustauschern hängt stark vom Einsatzzweck und dem Hersteller ab. Haushaltsgeräte setzen häufig auf Kationenaustauscherharze, die Kalzium- und Magnesiumionen gegen Natriumionen austauschen, um Wasser zu enthärten. In industriellen Anwendungen kommen oft kombinierte Mischbettharze zum Einsatz, die sowohl Kationen als auch Anionen entfernen können. Einige Hersteller bieten Systeme mit austauschbaren Kartuschen, während andere auf fest verbaute Harzbehälter setzen, die in regelmäßigen Abständen regeneriert werden müssen. Die Regeneration erfolgt üblicherweise durch eine Salzlösung, doch einige Hersteller entwickeln mittlerweile auch salzfreie Alternativen, die umweltfreundlicher sind. Hochwertige Systeme verfügen über automatische Regenerationszyklen, während einfachere Modelle manuell mit Regenerationslösung nachgefüllt werden müssen. Zudem gibt es Unterschiede in der Gehäusekonstruktion: Einige Geräte sind kompakt für den Einbau unter der Spüle konzipiert, während andere größere Anlagen für die gesamte Hauswasserversorgung entwickelt wurden.

Die Bauweise von Umkehrosmoseanlagen unterscheidet sich je nach Hersteller erheblich, insbesondere in Bezug auf die Anzahl der Filtrationsstufen, die Qualität der Membra-

nen und zusätzliche Funktionen. Einfache Haushaltsgeräte verfügen meist über eine dreistufige Filtration mit einem Sedimentfilter, einem Aktivkohlefilter und einer Umkehrosmosemembran. Hochwertigere Modelle erweitern das System um zusätzliche Stufen wie remineralisierende Filter, die dem Wasser nach der Filtration wichtige Mineralien wieder hinzufügen. Einige Hersteller setzen auf leistungsfähigere Membranen mit höherer Rückhalterate für Schadstoffe, während andere Membranen verwenden, die einen höheren Wasserdurchfluss ermöglichen und so den Wasserverlust reduzieren. Der Aufbau von Umkehrosmoseanlagen kann auch integrierte Druckverstärkerpumpen umfassen, die den Filtrationsprozess optimieren, insbesondere in Haushalten mit geringem Wasserdruck. Unterschiede bestehen zudem in der Abwasserquote: Während herkömmliche Systeme oft bis zu vier Liter Abwasser pro Liter gereinigtem Wasser produzieren, haben moderne Modelle mit effizienteren Membranen eine deutlich reduzierte Abwasserproduktion. Auch das Design variiert stark – von platzsparenden Modellen für den Untertisch-Einbau bis hin zu großen Standgeräten mit eingebauten Wassertanks und digitalen Überwachungssystemen.

UV-Wasserfilter unterscheiden sich je nach Hersteller vor allem in der Intensität der UV-Lampen, der Qualität des Reaktorgehäuses und den Sicherheitsfunktionen. Hochwertige Modelle nutzen leistungsstarke Quecksilberdampflampen oder moderne LED-Technologie mit hoher UV-Intensität, um eine maximale Keimabtötung zu gewährleisten. Die Lampen sind in Quarzglasröhren eingebettet, die eine optimale Lichtdurchlässigkeit bieten, während günstigere Modelle mit Kunststoffgehäusen arbeiten, die die Effektivität der UV-Strahlung verringern können. Einige Hersteller integrieren Sensoren, die die UV-Intensität kontinuierlich überwachen und bei nachlassender Strahlung eine Warnung ausgeben. Hochwertige Systeme verfügen zudem über automatische Reinigungseinheiten, die Ablagerungen auf der Quarzglasröhre verhindern und so die Wartungsintervalle verlängern. Während einfache Geräte für den Hausgebrauch als eigenständige Einheit betrieben werden, sind industrielle UV-Filter oft Teil eines mehrstufigen Wasseraufbereitungssystems mit mechanischen Vorfiltern, um Schwebstoffe zu entfernen, die die UV-Wirkung beeinträchtigen könnten.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Bauweise von Wasserfiltern stark vom Hersteller abhängig ist und durch verschiedene Faktoren wie Materialwahl, zusätzliche Filterschichten und technologische Innovationen beeinflusst. Mechanische Filter unterscheiden sich in der Porengröße und im verwendeten Filtermaterial, während Aktivkohlefilter je nach Ausgangsstoff und Form der Aktivkohle variieren. Ionenaustauscher können mit unterschiedlichen Harzen und Regenerationssystemen ausgestattet sein, und Umkehrosmoseanlagen unterscheiden sich in der Anzahl der Filterstufen, der Membranqualität und der Abwasserproduktion. UV-Filter schließlich variieren in der Intensität der UV-Strahlung, der Materialbeschaffenheit des Reaktors und den integrierten Sicherheitsmechanismen. Die Wahl des richtigen Filtersystems hängt somit nicht nur von der gewünschten Filtrationsleistung ab, sondern auch von den individuellen Bedürfnissen des Nutzers und der Wasserqualität vor Ort.

5 Eigenes Experiment

In unserem Experiment wollen wir herausfinden, welche Materialien am besten kleine Verunreinigungen entfernen und die Wasserhärte verringern können. Dafür haben wir vier verschiedene Materialien getestet, wie gut sie Tinte aus dem Wasser entfernen können und die Magnesiumdichte, die einen großen Beitrag zur Härte des Wassers leistet, verringern können. Diese sind Aktivkohle, Kiesfilter, Resinfilter und Ionenaustauscherharz.

5.1 Protokoll zum Herstellen der Testfilter

Materialien:

10 Kaffeefilter, 10 250ml Bechergläser, 2 Resin-Filter, 40g Kies, 40g Aktivkohle, 40g Ionenaustauscherharz

Versuchsaufbau:

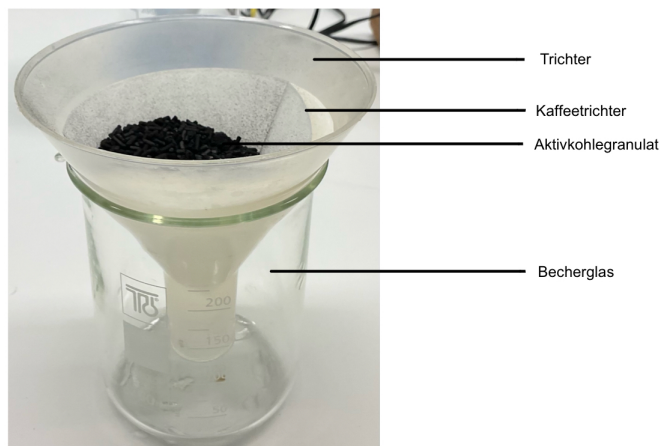


Abb.6 Versuchsaufbau am bsp. von Aktivkohle

Durchführung:

1. Man tue einen Trichter in ein Becherglas
2. Anschließend werden Kaffeefilter als Netz in den Trichter getan
3. Nun wird der Kaffeefilter mit dem zu testenden Filtermaterial bedeckt
4. Schritte 1 - 3 werden nun mit anderen Filtermaterialien wiederholt
5. Schritte 1 - 4 werden noch einmal wiederholt, damit man zwei Filter derselben Art mit destilliertem und Leitungswasser

Auswertung:

Nachdem alle Schritte vollendet wurden, stehen nun acht Filter (2 Filter mit Filterkies, 2 Filter mit Aktivkohle, 2 Filter mit Resinfiltern und 2 Filter mit Ionenaustauscherharz) bereit, die wir nun testen können, was wir in einem separaten Protokoll protokolliert haben.

5.2 Protokoll zur Testung des Wassers

Material:

8 Filter + 2 Vergleichsproben (im vorherigen Protokoll hergestellt), Messbecher, Erlenmeyerkolben, Pipette, Bürette, 5 mg Magnesium, 500 ml Leitungswasser, 500 ml destilliertes Wasser, EDTA $0.04 \frac{g}{Mol}$, Eriochromschwarz (Indikator), Ammoniumchlorid-Ammoniak-Pufferlösung

Versuchsaufbau:

Jeder Filter wird zweimal hergestellt, um das Leitungs- und destillierte Wasser zu testen.

Lösung vor der Titration:



Lösung am Ausschlagpunkt des Indikators:



Abb.7 Versuchsaufbau Titration

Durchführung:

Filtern des Wassers:

1. Destiliertes Wasser, Magnesium und 8-9 tropfen Farstoff mischen
2. Wasser in Becherglas mit Filter geben
3. Schritte 1 -4 4 mal bei allen Filtern wiederholen
4. Wiederhole Schritt 1-4 nochmal mit Leitungswasser

Testen der Wasserhärte mithilfe von Titration:

1. Mische 75 ml der jeweiligen Probe des gefilterten Wassers mit einer leicht bepulverten Spatelspitze Eriochromschwarz
2. Geb etwa 2ml Pufferlösung zur Probe hinzu
3. Lese den aktuellen standt der EDTA-Lösung ab
4. Tropfenweise hinzugabe von EDTA Lösung, bis Farbe der Probe von Magenta auf Blau umschlägt
5. Lese wieder den Standt der EDTA-Lösung ab
6. Rechne die Differenz der beiden abgelesenen Messwerte aus

7. Rechne nun die Wasserhärte mit $ch = \frac{V_{EDTA} \cdot c_{EDTA} (0,04 \frac{g}{mol})}{V_{Probe} (0,1783 \frac{mol}{l})}$

8. Wiederhole Schritt 1-7 mit allen deinen anderen Proben

Beobachtung:

Beim Aktivkohlefilter konnte man nach dem Einfüllen von Leitungswasser die aufsteigenden Luftblasen hören und sehen. Farblich konnte man keine Tinte im gefilterten Wasser mehr ausmachen (siehe Abb.8 Gefiltertes Wasser mit Hilfe von Aktivkohle & Abb.9 Gefärbtes Wasser). Um Fehler zu minimieren, haben wir auch nur den Kaffeefilter, ohne Filtermaterialien, getestet, um zu vergewissern, dass dieser nicht auch die Farbe herausfiltert und konnten keinen großen Unterschied des gefilterten zum Rohwasser feststellen. Beim Filtern des Leitungswassers mit Ionenaustauscherharz konnte man keinen farblichen Unterschied erkennen, jedoch ist eine kleine Menge Farbe im Kaffeefilter hängengeblieben.

Tabelle 1: Wasserhärte bei unseren Proben

Probe	Vorher	Nachher	Differenz	Härte in °dH
Leitungswasser	38.35	42.45	4.10	12.264
Aktivkohlefilter	42.45	47.80	5.35	16.003
Kiesfilter	24.60	28.80	4.20	12.5631
Resin-Filter	28.80	32.90	4.10	12.264
Ionenaustauscherharz	33.25	34.50	1.25	3.73902
destilliertes Wasser	34.50	36.40	1.90	5.68331
Aktivkohlefilter	36.40	47.30	10.90	32.6042
Kiesfilter	30.80	32.60	1.80	5.38418
Resin-Filter	32.50	34.40	1.90	5.68331
Ionenaustauscherharz	30.30	30.65	0.35	1.04692
Testung der Aktivkohle	34.45	35.30	0.85	2.54253

*Mit Vorher und Nachher ist der Stand der EDTA-Lösung in der Bürette gemeint (angegeben in ml)

5.3 Auswertung des Experiments

Versuch Färbung des Wassers:

Bei dem Versuch mit gefärbtem Leitungswasser konnten wir schon einige Unterschiede zwischen den Filtermaterialien feststellen. Beim Kiesfilter gab es nur wenig Tinte entfernt, das gefilterte Wasser war am Ende zwar weniger, aber immer noch blau. Genauso war es auch beim Resin-Filter, der in Umkehrosmose-Anlagen eingebaut ist. Das kann aber auch daran liegen, dass bei uns das Wasser nicht wie bei richtigen Umkehrosmose-Anlagen mit Druck durch den Filter befördert wurde. Beim Ionenaustauscherharz gab es keinen Effekt, da dieser nicht für die Entfärbung des Wassers, sondern für die Endionisierung des Wassers entwickelt wurde. Den größten Effekt auf das Wasser hat die Aktivkohle, bei der man nach dem Filtern keine Färbung des Wassers mehr erkennen konnte.

Zum Minimieren von Fehlern haben wir noch einen Versuch mit nur einem Kaffeefilter gemacht, um uns zu vergewissern, dass dieser keinen großen Einfluss auf die Testergebnisse hat, was wir bestätigen konnten, da er nur ganz wenige Tintenpartikel entfernt hat.

Versuch Härte des Wassers:

Beim Testen der Veränderung der Wasserhärte durch die Filtermaterialien konnte man sehr interessante Ergebnisse sehen. Der Resin-Filter hat bei beiden Versuchen mit Leitungswasser und destilliertem Wasser keinen Härteunterschied erzielt. Beim Kiesfilter war das Leitungswasser beim Versuch mit dem

Kiesfilter um 2 % härter geworden und beim Versuch mit dem destillierten Wasser hat der Kiesfilter 5 Prozent der zugesetzten Ionen entfernt. Der Ionenaustauscherharz hat wie erwartet die Härte des Wassers deutlich verringert. Beim Versuch mit Leitungswasser hat der Filter die Anfangshärte von 12.26°dH auf 3.74°dH verringert, was eine Verringerung von 69% ist. Beim Versuch mit destilliertem Wasser waren die Ergebnisse sogar noch deutlicher, da hat das Harz die Härte um 81% von 5.683°dH auf 1.04°dH minimiert. Beim Aktivkohlefilter war das Ergebnis sehr überraschend, da sich die Wasserhärte bei beiden Versuchen erhöht hat. Bei dem Versuch mit Leitungswasser hat sich die Härte um 30.5% (siehe Tabelle 1) erhöht und bei dem Versuch mit destilliertem Wasser war die Härte mit 32.6 statt der anfänglichen 5.68°dH um 473% höher. Wir vermuten, dass dies an einer starken Verunreinigung der Aktivkohle liegen könnte, da Aktivkohle sonst eigentlich keine Auswirkungen auf die Wasserhärte haben dürfte.

Fazit:

Allgemein kann man nach dem Experiment sagen, dass Aktivkohle die beste Auswirkung auf die Färbung des Wassers hat und man auf ihre Reinheit achten sollte und dass Ionenaustauscherharz die beste Verringerung der Härte des Wassers hat.

Fehlerbetrachtung:

Systematische Fehler:

- Skalengenauigkeit der Messgeräte
- Ungenaue Konzentration der Chemikalien
ungenaues Ablesen (Bürette, Messbecher)

Zufällige Fehler:

- Ungenaues Ablesen (Bürette, Messbecher)
- Überdosierung an der Bürette

6 Zusammenfassung und Fazit

Abschließend kann man sagen, dass Wasserfilter im häuslichen Gebrauch kritisch betrachtet werden müssen und man bei der Produktwahl besonders aufmerksam sein sollte, da es große Unterschiede bei der Qualität, aber auch bei den Gefahren zwischen unterschiedlichen Wasserfiltern gibt. Wenn man sein Wasser wirklich filtern möchte, dann sollte man nicht zu einem Kannenwasserfilter, sondern eher auf einen Einbauwasserfilter wie z.B. einen Umkehrosmosefilter umsteigen, der deutlich weniger Nachteile hat. In der Industrie sind Wasserfilter essenziell, was wir nach einer Internetrecherche und Exkursion ins Wasseraufbereitungswerk schnell gemerkt haben. Wir haben festgestellt, dass es schwer ist, bei der großen Auswahl den richtigen Filter zu finden und haben deswegen die Unterschiede der Wasserfilter abhängig vom Hersteller verglichen. In unserem Experiment kamen wir zu einem interessanten Ergebnis, bei dem der Aktivkohlefilter die Tinte mit Abstand am besten aus dem Wasser gefiltert hat und das Ionenaustauscherharz am besten die Ionen aus dem Wasser entfernte, was auch zu erwarten war. Was uns sehr überrascht hat, war die Verhärtung des Wassers, das durch den Aktivkohlefilter gefiltert wurde. Denn es wurde härter um bis zu fast 500%. Dieses Ergebnis könnte an einer Verunreinigung der Aktivkohle liegen. Allgemein hat das Experiment uns gute Einblicke in die Filtertechnik und die Filtermaterialien geliefert. Die Fragestellung, ob Wasserfilter im häuslichen Gebrauch nötig sind, können wir nun mit nein beantworten, bis auf einige Ausnahmen, dass das Wasser in Deutschland sehr streng kontrolliert wird, häusliche Kannenwasserfilter lebenswichtige Mineralien entfernen können, gesammelte Schadstoffe nach zu langer Nutzung wieder ins Wasser abgeben können und allgemein keine überzeugende Filterleistung vorgelegt haben. Falls man starke Wasserverschmutzungen hat, sollte man eher die Leitungen austauschen oder in einen eingebauten verbesserten Wasserfilter investieren, wobei man auch aufpassen sollte, dass dieser nicht zu viele lebensnotwendige Mineralien entfernt.

Mögliche Fortführungsmöglichkeiten sind das Testen der Filtermaterialien auf Langlebigkeit und Versuchen, einen eigenen Filter aus den getesteten Materialien möglichst effizient zusammenzubauen.

Zum Schluss wollen wir noch den Leuten danken, ohne die diese Arbeit gar nicht erst möglich gewesen wäre. Unser Dank gilt deshalb unserem Fachbetreuer Herrn Pusch, der uns während der Arbeit gut geholfen und uns Tipps gegeben hat. Frau Dr. Purgahn, die uns Tipps zur komplexometrischen Titration gegeben hat. Außerdem auch Herrn Rübsam, der uns bei der Beschaffung der Materialien unterstützt hat, und Frau Schneider-Bohne, die uns bei dem Aufbau der Seminarfacharbeit geholfen hat. Natürlich unseren Eltern, die uns motiviert haben, weiter an der Arbeit zu bleiben,, und zusätzlich danken wir auch noch Dominik Schmidt für die wundervolle Führung durch die Anlage der SWE Energie GmbH.

7 Anhang



Abb.1 Querschnitt eines Kerzenfilters mit Ersatzfiltern



Abb.2 Aktivkohlegranulat

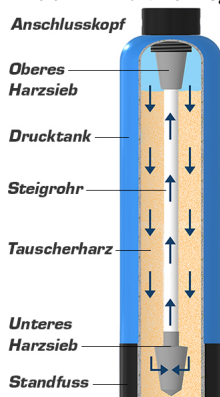


Abb.3 Querschnitt Ionentauscherharz-Filter

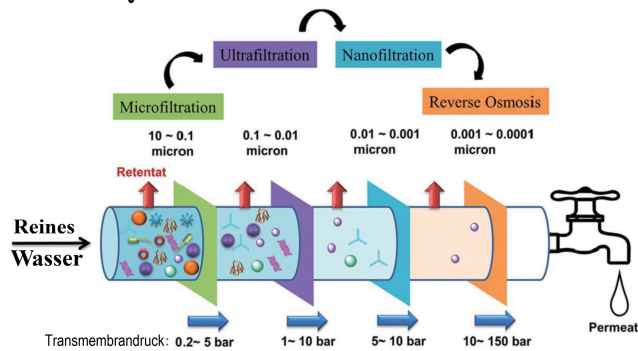


Abb.4 Veranschaulichung der RO-Anlage

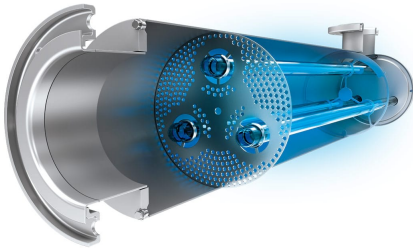


Abb.5 Querschnitt UV-Filter

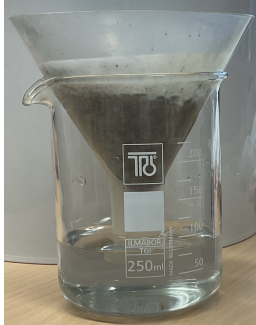


Abb.8 Gefiltertes Wasser mit Hilfe von Aktivkohle

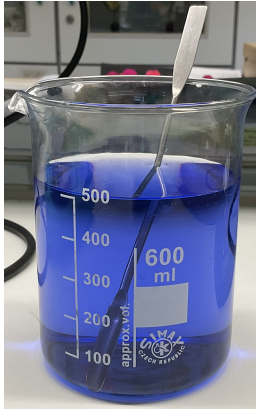


Abb.9 Gefärbtes Wasser

8 Literatur- und Quellenverzeichnis

8.1 Gedruckte Literatur

- [1] KOPKA, HELMUT; *L^AT_EX, Band 1, Einführung*; Pearson Studium; 2002
- [2] VESTER, FREDERIC; *Neuland des Denkens. Vom technokratischen zum kybernetischen Zeitalter.*; Deutsche Verlagsanstalt Stuttgart; 2. Auflage 1981

8.2 Internetliteratur

- [1] Autorenkollektiv; *L^AT_EX- Wikibooks*;
<https://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX>; zuletzt abgerufen: 04.05.2025
 Patrick Leichtenstern; *Typen von Wasserfiltern*;
<https://alb-filter.com/blogs/ratgeber/typen-von-wasserfiltern>
 zuletzt abgerufen: 25.04.2025
 Martin Gebhard; *DIE 11 BESTEN OUTDOOR WASSERFILTER 2025 FÜR SAUBERES TRINKWASSER BEIM CAMPING*;
<https://survival-kompass.de/besten-wasserfilter/>
 zuletzt abgerufen: 25.04.2025
 Nicole Neumaerker; *Wasserfilter-Test: Die besten Wasserfilter im Vergleich*;
https://www.chip.de/artikel/Die-besten-Wasserfilter-im-Vergleich_183939453.html
 zuletzt abgerufen: 25.04.2025
 Unbekannt; *Aktivkohlefilter – Herstellung und Funktionsweise*;

<https://primaklima.com/de/blog/aktivkohle-active-carbon>
 zuletzt abgerufen: 25.04.2025
 Tobias Müller; *Aktivkohlefilter für Wasser*;
<https://alb-filter.com/blogs/ratgeber/aktivkohlefilter-fuer-wasser>
 zuletzt abgerufen: 25.04.2025
 Unbekannt; *Kohlefiltertipps*;
<https://www.kohlefiltermax.de/kohlefilter-tip>
 zuletzt abgerufen: 25.04.2025
 Günther Wolf; *Aktivkohle- & Geruchsfilter bei Lüftungsanlagen*;
<https://www.luftbude.de/wissen/wohnraumlueftung/lueftungszubehoer/geruchsfILTER>
 zuletzt abgerufen: 25.04.2025
 Granny's World UG; *DIE BESTEN AKTIVKOHLEFILTER IM VERGLEICH – UMFASSENDE TESTBERICHT 2025*;
<https://grannysweed.de/blogs/news/besten-aktivkohlefilter-test>
 zuletzt abgerufen: 25.04.2025
 Unbekannt; *Ionenaustauscher*;
<https://de.wikipedia.org/wiki/Ionenaustauscher>
 zuletzt abgerufen: 25.04.2025
 Unbekannt; *Ionenaustauscher*;
<https://www.hydrogroup.de/fileadmin/redakteur/pdf/Produkthandbuch/ionenaustauschverfahren-grundlagen-r2i1-de.pdf>
 zuletzt abgerufen: 25.04.2025
 Unbekannt; *Wasserfilter im Test 2025*;
<https://vitalhelden.de/wasser/ratgeber/produkte/wasserfilter-im-test/>
 zuletzt abgerufen: 25.04.2025
 Lisa Scholl; *Wasserfilter-Arten*;
<https://sanquell.de/wasserfilter-arten/>
 zuletzt abgerufen: 25.04.2025
 Janice M.; *Die Top-Produkte im Osmoseanlagen-Vergleich*;
<https://www.welt.de/vergleich/osmoseanlage/>
 zuletzt abgerufen: 25.04.2025
 Unbekannt; *Die Grundlagen der Umkehrosmose: Prinzipien und Anwendungen*;
<https://www.osmofresh.de/umkehrosmose/>
 zuletzt abgerufen: 25.04.2025
 Unbekannt; *Umkehrosmosefilter – Pures Wasser ohne Kompromisse*;
<https://wasserfilter-germany.com/de/umkehrosmose/18-wf-soo75-5-umkehrosmose-filter.html>
 zuletzt abgerufen: 25.04.2025
 Lisa Scheffert; *Osmoseanlage Test Vergleich - welche sind gut?*;
<https://www.homeandsmart.de/osmoseanlage-test-vergleich>
 zuletzt abgerufen: 25.04.2025
 #Es wurden leider Arbeiten an der Seite vorgenommen, deshalb haben wir Autor und Titel nicht
<https://trinkwasser-verband.de/beste-umkehrosmose-wasserfilter-test/>
 zuletzt abgerufen: 25.04.2025
 Unbekannt; *UV-Anlagen*;
<https://www.prominent.de/de/Produkte/Produkte/Desinfektionssysteme-und-Oxidationssysteme/UV-Anlagen/pg-uv-systems.html>
 zuletzt abgerufen: 25.04.2025
 Unbekannt; *UV-WASSERFILTER IN EINEM EINFAMILIENHAUS. WIE WÄHLT MAN EINE UVC-LAMPE AUS?*;
<https://lmy.de/feyFQ>
 zuletzt abgerufen: 25.04.2025
 Unbekannt; *Desinfektion mit UV-C-Strahlung*;
https://www.bfs.de/DE/themen/opt/anwendung-alltag-technik/uv/uv-c-strahlung/uv-c-desinfektion_node.html
 zuletzt abgerufen: 25.04.2025
 Unbekannt; *Wasserfilter*;
<https://de.wikipedia.org/wiki/Wasserfilter>
 zuletzt abgerufen: 25.04.2025

Unbekannt; *Wasserfilterlösungen für die Industrie: Anwendungen und Vorteile*;
<https://lmy.de/HXLuD>
 zuletzt abgerufen: 25.04.2025
 Unbekannt; *Leitfaden für industrielle Wasserfiltrationssysteme*;
<https://www.dombor.com/de/industrielle-wasserfiltrationssysteme/>
 zuletzt abgerufen: 25.04.2025
 Benita Wintermante; *Wasser filtern: Wie sinnvoll sind Wasserfilter wie Brita & Co.?*;
<https://lmy.de/xzJDW>
 zuletzt abgerufen: 25.04.2025
 Nico Reiter; *Laut Stiftung Warentest: So schädlich können Wasserfilter für die Gesundheit sein*;
<https://lmy.de/NTsBI>
 zuletzt abgerufen: 25.04.2025
 Unbekannt; *Why you should consider a whole house carbon water filter*;
<https://savehomeheat.com/why-you-should-consider-a-whole-house-carbon-water-filter/>
 zuletzt abgerufen: 25.04.2025
 Unbekannt; *Muss ich Leitungswasser filtern?*
<https://www.vzhh.de/themen/umwelt-nachhaltigkeit/trinkwasser/muss-ich-leitungswasser-filtern>
 zuletzt abgerufen: 25.04.2025

8.3 Literatur zum Anhang

- [1] Abb.1:
<https://www.koepp.de/de/service-center/filbertechnik/filbertechnik.php>
 zuletzt abgerufen: 11.02.2025
- Abb.2:
<https://koi-company.de/aktivkohle-10-liter>
 zuletzt abgerufen: 04.05.2025
- Abb.3:
<https://aft-shop.de/ionenaustauscher>
 zuletzt abgerufen: 04.05.2025
- Abb.4:
<https://ab-resale.com/anwendungen-meerwasserentsalzung/>
 zuletzt abgerufen: 04.05.2025
- Abb.5:
<https://www.bwt.com/de-at/produkte-fuer-zuhause/bestes-wasser-im-haus/uv-desinfektion/#Funtionsweise>
 zuletzt abgerufen: 04.05.2025
- Abb.6:
 eigen Aufnahmen vom 24.04.2025
- Abb.7:
 eigen Aufnahmen vom 25.04.2025
- Abb.8:
 eigene Aufnahme vom 24.04.2025
- Abb.9:
 eigene Aufnahme vom 24.05.2025

Eidesstattliche Erklärung

Wir, Josefine Schulz und Adrian Büchner, versichern, dass die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst wurde und ausschließlich die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet worden sind.

Alle Stellen und Textpassagen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten Quellen oder anderen fremden Texten entnommen sind, sind als solche kenntlich gemacht. Ebenso wurden alle Abbildungen, sofern nicht selbst von uns erstellt, mit entsprechenden Quellennachweisen versehen.

Diese Arbeit wurde noch nicht, auch nicht auszugsweise, für eine andere Studien- oder Prüfungsleistung verwendet.

Datum, Ort

Unterschrift Josefine Schulz

Datum, Ort

Unterschrift Adrian Büchner