

Tento projekt je financován Evropskou unií v rámci Národního plánu obnovy.

Werkzeug: Wasseraufbereitungsanlage

Im Rahmen des Projekts „Vom Wasserhahn zur Toilette“ haben wir ein anschauliches Hilfsmittel vorbereitet, mit dem Sie und Ihre Kinder die technologischen Prozesse in der Wasseraufbereitungsanlage erkunden können, dank derer Trinkwasser aus dem Wasserhahn fließt.

I) Modell einer Wasseraufbereitungsanlage

Zeit:	Umfeld:
etwa 60 Minuten	Überall, idealerweise ein größerer Tisch

Dank der Wasseraufbereitungsanlage und ihrer Technologie fließt Trinkwasser aus dem heimischen Wasserhahn. Doch welche Chemie und welche Prozesse bereiten solches Trinkwasser für uns auf? Dieses Tool zeigt eine vereinfachte Technologie der modernen Wasseraufbereitung, die für Mitteleuropa typisch ist.

Das beschriebene Werkzeug (Modell einer Wasseraufbereitungsanlage) ist modular aufgebaut, sodass Sie die einzelnen technologischen Einheiten so anordnen können, dass eine spezifische Wasseraufbereitungsanlage demonstriert werden kann. Für eine professionelle Beschreibung einzelner technologischer Einheiten und Prozesse verweisen wir auf die Methodik zur Durchführung eines Rundgangs durch die im Rahmen desselben Projekts erstellte Wasseraufbereitungsanlage.

Tento projekt je financován Evropskou unií v rámci Národního plánu obnovy.

Benötigte Ausrüstung und Materialien:

Die nötige Ausrüstung finden Sie in den beiden mitgelieferten Kunststoffboxen oder besorgen diese auch selbst; Das Werkzeug ist so vorbereitet, dass nichts zum Einsatz kommt, was nicht auch in einem normalen Schullabor und einer Werkstatt zu finden ist.

Die Baugruppe besteht aus einer kleinen und einer großen Kunststoffbox; Im Kleinen findet das gesamte Modell seinen Platz, im Großen dient es als praktischer Aufbewahrungsort für Hilfsmittel und Ergänzungsmaterial. Alles, was Sie für das Experiment benötigen, ist im Bild dargestellt und unten beschrieben.

A1 – Stausee, der die Rohwasserquelle darstellt, d. h. Stausee, Fluss oder Brunnen; An der Verbindungsstelle des Rohres befindet sich ein Gewebegeflecht, das Kämme am Zufluss zur Kläranlagentechnik darstellt

A2 – Mischtank (Aggregation) und Dosierung von Chemikalien (Koagulans, pH-Änderung)

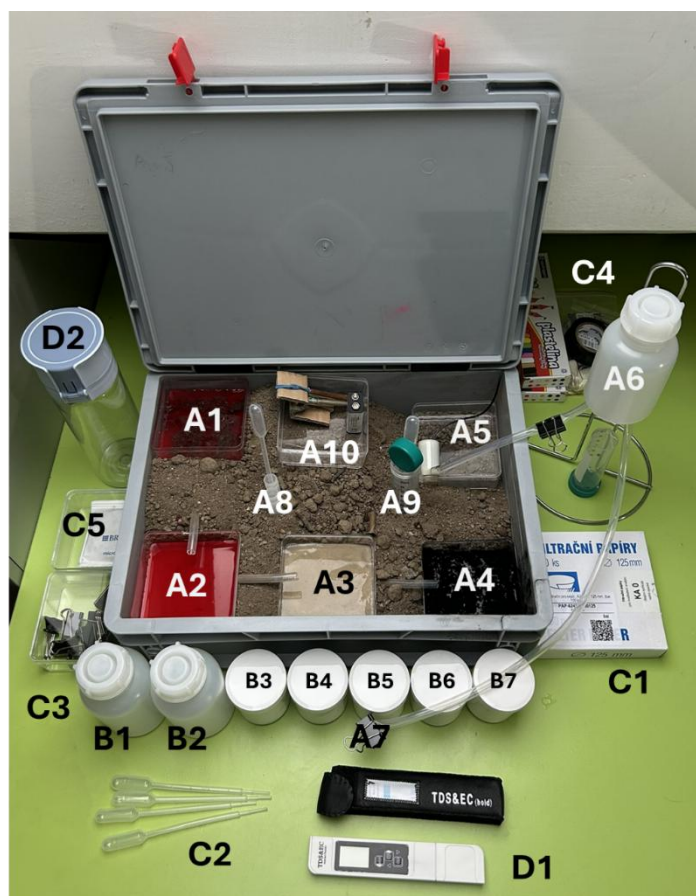
A3 – Sandfiltration: An der Stelle, an der das Wasser abfließt, wird ein Gewebenetz angebracht, das den weiteren Sandfluss verhindert

A4 – Filterung durch Aktivkohle, an der Ausflusstelle wird ein Gewebenetz angebracht, um den Austritt der Aktivkohle in die Ansammlung zu verhindern

A5 – Ansammlung von aufbereitetem Wasser mit hygienischem Hypochloritschutz und einer Tauchpumpe (die die automatische Druckstation ATS darstellt), die Wasser in das Reservoir pumpt; Die Pumpe wird an den Batteriebehälter angeschlossen (Batterien sind im Lieferumfang enthalten)

A6 – oberirdischer Wassertank mit einem Volumen von 100 ml, Möglichkeit einer sekundären hygienischen Wasserversorgung

A7 – ein durch eine Klappe verschlossener Schwerkraftverbraucher; durch Anheben des Auslaufs aus dem Rohr auf unterschiedliche Höhen können die Druckverhältnisse im



Tento projekt je financován Evropskou unií v rámci Národního plánu obnovy.

schwerkraftgespeisten Verbraucher simuliert werden (alternativ kann das Druckverhältnis auch bei gleichzeitigem Öffnen der Verbraucherklappe und Einschalten der Tauchpumpe genutzt werden)

A8 – zwei Chemikalien-Dosiertanks (pH-Einstellung und Koagulationsmittel)

A9 – Chemikalien-Dosiertank zur Sanierung des zugeführten Wassers (typischerweise Natriumhypochlorit)

A10 – Dual-Use-Tank – Einsatzmöglichkeit als Schlammmanagement für Filtertanks in der Technik / Elektrokoagulationstank zur alternativen Demonstration der Koagulation ohne Chemikalien

B1 – Flasche mit einem Volumen von 100 ml für die Zubereitung von Rohwasser (Sie können dem Wasser Farbstoffe beimengen, Tonic oder andere unerwünschte kolloidale Substanzen hinzufügen)

B2 – Tank für Chemikalien (im Falle einer Verdünnung, zum Beispiel SAVA)

B3 – Färbebehälter für die Rohwasserverschmutzungsvorbereitung (eine Farbe; andere Farben in einer großen Plastikbox); es ist ein Lebensmittelfarbstoff und Maisstärke, d.h. gesundheitlich unbedenklich (trotzdem raten wir vom Verzehr von rohem oder vorbehandeltem Wasser ab)

B4 – Tank für Filtersand zum Nachfüllen des Tanks in der Technik (weiterer Vorrat in einer großen Kunststoffbox)

B5 - Aktivkohletank zum Nachfüllen des Tanks in der Technik (weiterer Vorrat in einer großen Plastikbox)

B6 – Tonbehälter zur Aufbereitung von Rohwasser

B7 – Tank für Speisesalz zur Aufbereitung von Rohwasser

C1 – Filterpapier zur Demonstrationsmöglichkeit der Membranfiltration (als Alternative zur im Grundmodell gezeigten Sandfiltration)

C2 – wiederverwendbare Pipette (auch Pasteurpipette genannt) zum Dosieren von Chemikalien, Farbstoffen oder anderen Substanzen

C3 – Kappen und Klappen für Rohrverbindungen innerhalb des Modells

C4 – technisches Zubehör für Vorbereitung, Umbauten und eventuelle Reparaturen der Probentechnik (Klebebänder, Plastilin zum Abdichten, Schläuche, Ersatz-Tauchpumpe).

C5 – Zubehör für die Brita-Filterflasche (Ersatzfilterringe und -kartuschen, Anleitung und mehr)

Tento projekt je financován Evropskou unií v rámci Národního plánu obnovy.

D1 – Analysator für pH-Wert und Leitfähigkeit mit Gebrauchsanweisung, alternativ können Universal-Indikatorpapiere oder ISE-Elektroden verwendet werden, um die Entfernung eines bestimmten Schadstoffs zu bestimmen

D2 – Brita-Filterflasche als Beispiel für die Kompaktheit der Modifikation unter Feldbedingungen (im Vergleich zum ausgestellten Modell), Ersatzfilterringe sind Teil von Artikel C5

Tento projekt je financován Evropskou unií v rámci Národního plánu obnovy.

Verfahren:

- 1) Zunächst ist es notwendig, ein Modell der Wasseraufbereitungsanlage zu erstellen. Es besteht die Möglichkeit, die oben beschriebene gelieferte und vorgefertigte Version zu verwenden; Im Falle eines Modells einer bestimmten Kläranlage (was eine spätere Exkursion erfordert) ist es jedoch möglich, die Technologie des Modells zu ändern (z. B. die Stufe der Filterung durch Aktivkohle zu entfernen oder umgekehrt einen weiteren Reaktionsstank hinzuzufügen).
- 2) Der zweite Schritt ist die Aufbereitung des Rohwassers. Als Basis kann Leitungswasser mit zugesetzten Inhaltsstoffen (Lebensmittelfarbe, Sand, Blätter, Tonic (die Behandlung wird dann mit UV-Licht sichtbar), Schlamm, Ton, Staubpartikel usw.) dienen, oder man nutzt Wasser aus der Natur (ideal ist Wasser aus stehenden Gewässern mit deutlich gewachsener Biomasse, wenn die Behandlung dann optisch sichtbar ist). Wir empfehlen auf jeden Fall, das Rohwasser im Beisein der Kinder vorzubereiten/zu sammeln, oder noch besser, sie diesen Schritt durchführen zu lassen.
- 3) Mit dem Einfüllen des aufbereiteten Rohwassers in den ersten Tank (im Plan mit A1 gekennzeichnet) beginnt der Aufbereitungsprozess, denn im Grundmodell ist die gesamte Technik als Schwerkraftströmung konzipiert.
- 4) Nehmen Sie die Pipette mit den entsprechenden Chemikalien (Hydroxid, Gerinnungsmittel oder andere) und tropfen Sie sie langsam in den Reaktionsstank (auf der Karte als A2 markiert). Dadurch kommt es zu chemischen Reaktionen (einschließlich der sogenannten Koagulation), auf deren Grundlage unerwünschte Stoffe auf dem Sandfilter entfernt werden. Es ist gut, die Chemikalien nicht nur in den Tank zu tropfen, sondern sie anschließend auch zu mischen – das Mischen dieser Tanks ist in Wirklichkeit ein komplexer Prozess, der viele Berechnungen erfordert, aber in diesem Fall reicht ein einfacher Löffel oder Spatel aus.¹
- 5) Das Wasser aus den Sandfiltern läuft über die Aktivkohlefilter und dann in den Vorratstank. Im realen Betrieb werden beide Filtertypen regelmäßig gewaschen, also vom Schmutz befreit. Das verbrauchte Wasser, das sogenannte Waschwasser, wird anschließend zur weiteren Verarbeitung in der Schlammbewirtschaftung weitergeführt. Das automatische Waschen ist bei diesem Modell leider nicht angesprochen, man kann es aber zumindest teilweise

¹Sie können die Koagulation auch ohne Zusatz von Chemikalien durchführen. Im Dual-Use-Tank (im Plan mit A10 gekennzeichnet) steht Ihnen ein Elektrokoagulationsset zur Verfügung; Sie müssen lediglich die Batterie an die Elektroden anschließen und in einen Tank mit aufbereitetem Wasser geben. Fast sofort beginnt die Sauerstoffentwicklung und an den Elektroden beginnen sich Schmutzflocken anzusammeln.

Tento projekt je financován Evropskou unií v rámci Národního plánu obnovy.

simulieren, indem man den Sand hin und wieder gründlich durchmischt und das abfließende Wasser auffängt und in den dafür vorgesehenen Tank (im Plan mit A10 gekennzeichnet) schüttet.

- 6) Achten Sie auf den Füllstand des aufbereiteten Wassers im Vorratstank! Schalten Sie zum richtigen Zeitpunkt die Tauchpumpe ein und öffnen Sie den Wasserhahn zum oberirdischen Wasserreservoir, damit das Wasser aus der Technik abfließen kann. Wenn genügend Wasser im Behälter vorhanden ist, schalten Sie die Pumpe aus und schließen Sie den Wasserhahn. Allerdings dürfen Sie die hygienische Sicherheit des zugeführten Wassers, typischerweise mit Natriumhypochlorit (Handelsname SAVO), nicht vergessen. Halten Sie den Chlorgehalt im Wasser mit der Pipette auf dem erforderlichen Niveau (bei Leitungswasser beträgt das Verhältnis ca. 1 ml Hypochlorit auf 2 Liter Wasser, eine solche Präzision können Sie hier nicht erreichen, daher nur als Beispiel, nicht als exakte Dosierung).
- 7) Sie können nun mit der Versorgung Ihres Geräts beginnen, indem Sie den Hahn am Auslass des Vorratsbehälters loslassen. Beachten Sie, dass der Druck des austretenden Wassers (und die damit verbundene Geschwindigkeit) von der Höhe abhängt, in der Sie die Tülle des Rohrs halten, bis in einer bestimmten Höhe das Wasser nicht mehr vollständig austritt (selbstverständlich auch dann, wenn Sie Wasser im Behälter haben). Es handelt sich um ein klassisches Prinzip vernetzter Behälter, und städtische und dörfliche Stauseen funktionieren nach dem gleichen Prinzip.
- 8) Auch wenn alle technologischen Schritte gründlich berechnet und modelliert sind, kann man sich nicht allein auf sie verlassen. Im Echtbetrieb werden alle technologischen Schritte überwacht – laufend werden Proben aus dem Betrieb entnommen und analysiert. Deshalb verfügt dieses Modell auch über einen pH- und Leitfähigkeitsanalysator, mit dem Sie Veränderungen dieser Parameter entlang der Technologie messen können (bei der Verwendung von Salzwasser messen Sie am Anfang eine hohe Leitfähigkeit, am Ende sollte sie deutlich niedriger sein; alternativ natürlich auch die Farbveränderung durch Lebensmittelfarbe oder die Reaktion auf UV-Strahlung bei der Verwendung von Tonic). Neben dem mitgelieferten Messgerät können Sie natürlich auch klassische Universalindikatorpapiere oder ISE-Elektroden zur Messung eines bestimmten Analyten (z. B. Chloride) verwenden.

Tento projekt je financován Evropskou unií v rámci Národního plánu obnovy.

Was wir beobachten:

Während des Experiments können wir die Veränderung der Wassereigenschaften während der Technologie beobachten.