

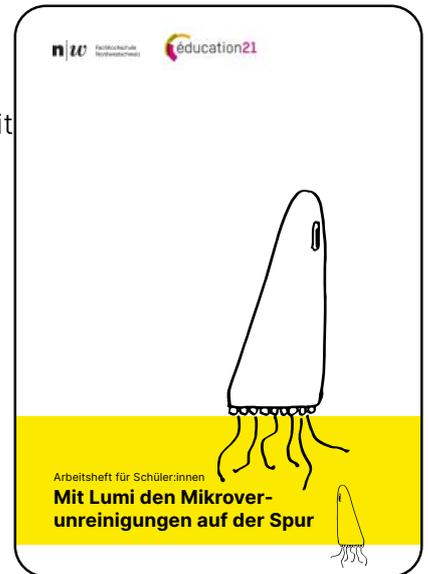


Kommentar für Lehrpersonen

Mit Lumi den Mikroverunreinigungen auf der Spur

Übersicht

Die Lerneinheit umfasst rund fünf Lektionen und wird für mittlere bis leistungsstarke Klassen der Fachbereiche «Natur und Technik» und «Räume, Zeiten, Gesellschaften» der Sekundarstufe I empfohlen. Neben den fachlichen Kompetenzen im Bereich der Mikroverunreinigungen im Gewässer werden das Systemdenken und Kompetenzen einer Bildung für Nachhaltige Entwicklung (BNE) gefördert. In der Lerneinheit arbeiten die Schülerinnen und Schüler mit folgenden Hilfsmitteln:



01 Aufgabenheft

Das Aufgabenheft führt durch die gesamte Lerneinheit mit sechs Kapiteln und dient jeder Schülerin und jedem Schüler der Sicherung und Zusammenfassung des Gelernten. Ausser der Karte auf Seite 7 des Aufgabenheftes kann alles schwarz-Weiss gedruckt werden. Wenn die Karte zu klein ist, kann sie auf einem separaten A3-Blatt farbig gedruckt werden. Es können auch einzelne Teile des Aufgabenheftes separat bearbeitet werden. Kapitel 3 und/oder Kapitel 4 und 5 können auch unabhängig von den anderen Kapiteln bearbeitet werden, falls nur 1-2 Lektionen zur Verfügung stehen.

Es gibt im Aufgabenheft drei Typen von Aufgaben:

- Aufgaben ohne Stern, sollten alle SuS machen.
- Aufgaben mit einem Stern * können SuS lösen, die mit den anderen Aufgaben fertig sind.
- Aufgaben mit zwei Sternen ** sind für leistungsstärkere SuS.

Das Aufgabenheft enthält an diversen Stellen QR-Codes, die zu zwei Web-Apps führen, welche speziell für diese Lerneinheit entwickelt wurden. Für die Nutzung der Apps braucht es nur einen Webbrowser, es muss keine App installiert werden. In diesem Kommentar für Lehrpersonen gibt es zu allen Kapiteln didaktische Hinweise. Zudem werden hier auch die Lösungen bereitgestellt.

02 Bubbla-App

Die Bubbla-App ist eine Social-Media-App nachgeahmt. Die Bubbla-Community interessiert sich für das Thema der Mikroverunreinigungen und will eine Lösung für das Dorf Bubblingen finden. Mit dem Einsatz der Bubbla-App im Unterricht werden zwei Hauptziele verfolgt:

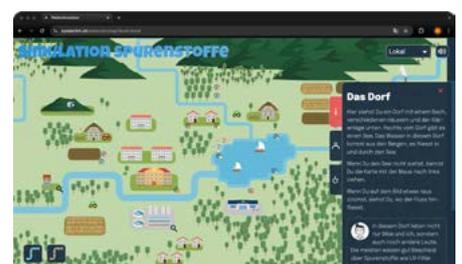


1. Die App gibt der Unterwasserspezies der Bubblaner:innen, die von den Mikroverunreinigungen betroffen ist, eine Stimme.
2. Die App gibt Einblick in lebhaftere Diskussionen zwischen verschiedenen Akteur:innen mit verschiedenen Interessen und Werthaltungen.



03 WaterSim-App

In der WaterSim-App werden die Wege von Mikroverunreinigungen im urbanen Wasserkreislauf in einem fiktiven Dorf an simuliert. Alltagsnahe Szenarien zeigen verschiedene Eintragswege von Sonnencreme, Medikamenten und Pestiziden ins Gewässer.



Einbettung

01 Bubblingen, Lumi und die Bubblaner:innen

Die Lerneinheit spielt in Bubblingen, einem fiktiven Dorf circa 100 km vom Meer entfernt. In der Lerneinheit taucht die fiktive Unterwasserpezies der Bubblaner:innen auf und macht auf das Problem der Mikroverunreinigungen aufmerksam. Diese Spezies lebt tief unten im See von Bubblingen, in der sogenannten Bubbla. Die Bubblaner:innen und insbesondere Lumi, die Sprecherin der Bubblaner:innen, stehen stellvertretend für alle Wasserlebewesen, die unter den Mikroverunreinigungen im Gewässer leiden.

Mit der fiktiven Spezies soll erstens das abstrakte und unsichtbare Phänomen für die SuS greifbarer werden und zweitens bekommen die Unterwasserlebewesen eine Stimme in der Lerneinheit. Im fiktiven Dorf Bubblingen werden reale Szenarien und Handlungsmöglichkeiten gegen Mikroverunreinigungen aufgezeigt.

02 Lehrmittelbezüge

Die Lerneinheit eignet sich für den Unterricht in „Natur und Technik“ und „Räume, Zeiten, Gesellschaften“ und dient als Vertiefung zu folgenden Lehrmittelkapiteln.

Natur und Technik

Prisma 1: Kapitel 6 Wasser – ein lebenswichtiger Stoff; Kapitel 7 Wasser – unsere Lebensgrundlage

Prisma 3: Kapitel 16 Vernetzte Lebensräume; Kapitel 17 Natürliche Ressourcen

NaTech 8: Kapitel 2 Gewässer-Ökosysteme erforschen

NaTech 9: Kapitel 7 Land-Ökosysteme erforschen; Kapitel 8 Stoffkreisläufe verstehen

Räume, Zeiten, Gesellschaften:

Weltsicht 2: Kapitel 4 Rohstoffe und Energie

Weltsicht 3: Kapitel 2 Produktion und Konsum

03 Lehrplanbezüge

Natur und Technik:

NT.3.3 Die SuS können Stoffe als globale Ressource erkennen und nachhaltig damit umgehen.

NT.9.3 Die SuS können Einflüsse des Menschen auf regionale Ökosysteme erkennen und einschätzen.

NT.1.3 Die SuS können die Nachhaltigkeit naturwissenschaftlich-technischer Anwendungen diskutieren.

Räume, Zeiten, Gesellschaften:

RZG3.1 Die SuS können natürliche Systeme und deren Nutzung erforschen.

RZG3.2 Die SuS können wirtschaftliche Prozesse und die Globalisierung untersuchen.

Bildung für Nachhaltige Entwicklung und Systemdenken

Themenbereich: Natürliche Umwelt und Ressourcen; Wirtschaft & Konsum

Insbesondere die folgenden Kompetenzen werden gefördert:

- Interdisziplinäres und mehrperspektivisches Wissen aufbauen
- Vernetztes Denken üben
- Perspektiven wechseln
- Interessenskonflikte hinsichtlich einer nachhaltigen Entwicklung aushandeln

4 Verbindung zu anderen Fächern

Die Argumentationsweisen und der Umgang mit Informationen in der Bubbla-App könnten im Deutschunterricht aufgegriffen werden. Ebenso könnte eine Thematisierung des fiktiven Social-Media-Netzwerkes in der Medienbildung (Medien & Informatik) erfolgen, wo insbesondere die Unterschiede zwischen „richtigen“ Social-Media-Netzwerken und der fiktiven Bubbla-App thematisiert werden können. Im Fachbereich „Wirtschaft, Arbeit, Haushalt“ könnte auf die Produktion und den Konsum von Produkten mit Mikroverunreinigungen eingegangen werden. Und in „Ethik, Religionen und Gemeinschaft“ könnten ethische Fragen zu Naturschutz vs. Bedürfnisse des Menschen (Kapitel 2, Frage 5) vertieft werden.

Inhalt und Struktur

In der Lerneinheit lernen Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I das Problem der Mikroverunreinigungen im Gewässer kennen. Das Thema steht exemplarisch für andere Umweltthemen, die komplex sind und in denen Interessenskonflikte und Ungewissheiten bestehen. Das Ziel der Lerneinheit ist es, dass die SuS das komplexe System und die damit verbundenen Probleme verstehen

(Kapitel 1-3), verschiedene Meinungen, Interessen und Interessenskonflikte kennenlernen (Kapitel 4), selber in einem Rollenspiel eine fremde Rolle einnehmen und vertreten (Kapitel 5) und zum Schluss auch eine eigene Position einnehmen (Kapitel 6).

30 min+

In diesem Kapitel lernst du die Bubble App und das Problem von Lumi und anderen Wasserlebewesen kennen.

Bubbla-App



45 min+

In diesem Kapitel gehst du auf Spurensuche und lernst den Nutzen und die Gefahren von Sonnencreme, Medikamenten oder Pestiziden kennen.

Bubbla-App und Karte



45 min+

In diesem Kapitel kannst du die Wege der Mikroverunreinigungen in Bubblingen beobachten und beschreiben.

WaterSim-App



45 min+

In diesem Kapitel lernst du acht Möglichkeiten kennen, was gegen Mikroverunreinigungen im Gewässer gemacht werden kann.

Bubbla-App



45 min+

In diesem Kapitel nimmst du in einem Rollenspiel die Rolle einer Person der Bubbla-Community ein und setzt dich für ihre Interessen ein.

Bubbla-App und Rollenspiel

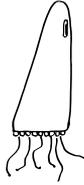


15 min+

In diesem Kapitel überlegst du dir, was du persönlich für Lumi und die Bubblaner:innen tun kannst.



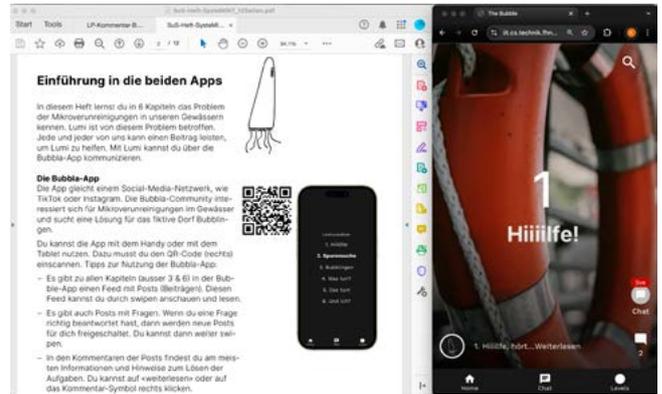
1 Kapitel Hiiiiilfe!



30 min+

In diesem Kapitel lernst du die Bubble App und das Problem von Lumi und anderen Wasserlebewesen kennen.

Plenum und Einzelarbeit mit Bubbla-App



01 Übersicht

In diesem Kapitel gibt es in der Bubbla-App insgesamt sieben Posts (Beiträge):

1. Hiiiiife, hört uns jemand? (Lumi)
2. Bubbla retten (Lumi)
3. Wo lebt Lumi? (dieWasserforscherin)
Richtige Antwort: Tief unten im See
4. Video aus den Tiefen (Lumi)
5. Meine Reise (Lumi)
6. Kleine Teilchen (Lumi)
7. Mikroverunreinigungen (cleanWaterMan)
Richtige Antworten: 4 und 5

02 Benötigtes Material

- Aufgabenheft für SuS, Seiten 2, 3 und 4
- Handy oder Tablet für Bubbla-App

03 Didaktische Hinweise

Wichtig ist es, zu Beginn der Lerneinheit die Nutzung der Bubbla-App mit den SuS gemeinsam zu üben. Zum Beispiel können die Tipps zur Nutzung der App im Aufgabenheft auf Seite 2 gemeinsam (am Beamer) angeschaut werden.

Hierzu kann die Lehrperson auf dem Computer die Webseite öffnen:

<https://bubbla.technikdidaktik.ch/bubble/>

Das Fenster der App muss schmal gemacht werden. Daneben kann das Aufgabenheft einblendend werden. In einem der Kapitel können die verschiedenen Elemente der App präsentiert werden, vgl. Bild oben rechts.

04 Fachlicher Hintergrund

Ein Problem von Wasserlebewesen sind die Mikroverunreinigungen im Gewässer, welche zwar in sehr geringer Konzentration, aber in immer grösserer Vielfalt in die Gewässer gelangen.

Das «Mikro» bezieht sich auf die geringe Konzentration, nicht auf die Grösse der Stoffe. Die Mikroverunreinigungen stammen unter anderem aus Medikamenten, Kosmetikartikeln und Pestiziden. Sie können auf unterschiedlichen Wegen ins Wasser gelangen, zum Beispiel über Abwasserabläufe, landwirtschaftliche Abflüsse oder Industrie- und Strassenabwässer.

Die Mikroverunreinigungen können ökologische und gesundheitliche Probleme verursachen, da sie schwer abbaubar sind und sich in der Umwelt anreichern können. Die langfristigen Folgen der immer grösseren Zahl verschiedener Mikroverunreinigungen sind nicht klar und sehr schwierig zu erforschen.

05 Mögliche Zusatzaufgaben

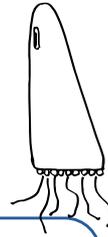
Die SuS bringen in der nächsten Stunde ein paar Produkte von zu Hause mit. Im Haushalt kommen Mikroverunreinigungen vor allem in Kosmetikartikeln, Sonnencreme, Putzmitteln und Medikamenten vor. Pestizide sind in Haushalten nicht verbreitet. Die Inhaltsstoffe der Produkte können mit der Code-Check-App auf ihre Umweltverträglichkeit getestet werden. Dazu muss die App heruntergeladen und der Strichcode der Produkte eingescannt werden.



[Code Check App](#)

06 Aufgaben und Lösungen

Aufgabenheft Seite 3



1. Wo leben Lumi und die Bubblaner:innen, wovon ernähren sie sich, was ist ihr Problem? Notiere deine Antwort in Stichworten.

Tipp: Hinweise findest du im Post «Bubbla retten».

- *Die Bubblaner:innen leben in grossen Gruppen tief unten im See.*
- *Jede Gruppe bildet eine Bubbla. Das ist wie eine Blase, in der sie geschützt sind.*
- *Sie leben im und vom Wasser.*
- *Im Wasser hat es immer mehr Teilchen, die sie krank machen.*

2a. Wie ist Lumi zu uns gekommen? Welche Orte hast du im Video erkannt? Ergänze den Lückentext mit folgenden Wörtern: Abwasser, Bubbla, Kläranlage, Lavabo, See, Teilchen, Kanalisation

Tipp: Schau dir das «Video aus den Tiefen» an. Weitere Informationen zum Video findest du in «Meine Reise».

Lumi startet ihre Reise in der **Bubbla**, tief unten im **See**

Lumi schwimmt vielen kleinen **Teilchen** entgegen und versucht herauszu-

finden, wo sie herkommen. Dort, wo geklärtes **Abwasser** aus einem Rohr

in den See fliesst, hat es besonders viele Teilchen. Lumi schwimmt weiter gegen den

Strom, durch die **Kläranlage** Da riecht es nicht so gut. Lumi folgt dem Ge-

rauch durch die **Kanalisation**, die aussieht wie ein Tunnel. Plötzlich taucht Lumi

in einem Badezimmer im **Lavabo** auf. Hier kommen die Teilchen her.

2b.* Im Lavabo ist alles schön sauber. Weshalb riecht es in der Kanalisation trotzdem schlecht?

Das Wasser vom Lavabo und das Spülwasser vom WC fliessen beide in die Kanalisation. Der schlechte Geruch stammt hauptsächlich aus dem Abwasser der WCs.

3a. Was sind Mikroverunreinigungen? Notiere eine Definition.

Tipp: Informiere dich im Post «Kleine Teilchen» oder frage den cleanWaterMan im Chat.

Mikroverunreinigungen (MV) sind Stoffe in Kosmetikprodukten, Medikamenten, Pestiziden und anderen künstlich hergestellten Produkten. MV werden in Kläranlagen nicht abgebaut und gelangen über das Abwasser oder die Landwirtschaft in die Gewässer. MV kommen in sehr kleinen Konzentrationen im Gewässer vor. Zudem können sie sich am See- oder Meeresgrund anreichern.

3b.** Welche Eigenschaften haben Mikroverunreinigungen? Kennzeichne alle falschen Antworten mit einem **X** und korrigiere die Antworten so, dass sie anschliessend richtig sind.

Tipp 1: Löse die Aufgabe «Mikroverunreinigungen» von cleanWaterMan (vgl. Screenshot rechts) in der App. Dort erhältst du Rückmeldungen zu deinen Antworten.

Tipp 2: Je nach Grösse deines Bildschirms musst du in der App das Fragefenster gross machen **⊞**, um erneut antworten zu können.

Welche Aussage/n über Mikroverunreinigungen sind/ist korrekt?

Die Teilchen sind sehr klein, kommen ~~aber in grossen~~ **in kleinen** Konzentrationen in Gewässer vor.

Die Teilchen werden in der Kläranlage abgebaut. **nicht**

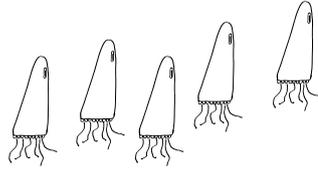
Die Teilchen kommen ~~vor allem in unseren Nahrungsmitteln~~ **in Medikamenten, Kosmetika & Pestiziden** vor.

Die Teilchen kommen in sehr kleinen Konzentrationen in Gewässern vor.

Die Teilchen kommen in Medikamenten, Kosmetikartikeln und Pestiziden vor.

2

Kapitel Spurensuche



45 min+

In diesem Kapitel gehst Du auf Spurensuche und lernst den Nutzen und die Gefahren von Sonnencreme, Medikamenten oder Pestiziden kennen.

Einzel-, Partner- und Gruppenarbeit mit Bubbla-App und Karte von Bubblingen

01 Übersicht

In diesem Kapitel gibt es in der Bubbla-App insgesamt zehn Posts (Beiträge):

1. Spurensuche (cleanWaterMan)
2. Sonnencreme, Pestizide und Medikamente (cleanWaterMan)
3. Wohin fließt unser Wasser?
4. In welche Richtung fließt das Wasser im See? (die-Wasserforscherin)
Richtige Antwort: Von rechts nach links
5. In welche Richtung fließt das Wasser in der Trinkwasserleitung links auf der Karte?
Richtige Antwort: Von unten nach oben
6. In welche Richtung fließt das Wasser in der Abwasserleitung rechts auf der Karte?
Richtige Antwort: Von oben nach unten
7. Wähle eine der drei Stoffgruppen: Sonnencreme, Pestizide, Medikamente

Für jede Stoffgruppe gibt es vier Posts:

8. Nutzen von Sonnencreme/Pestizide/Medikamente
9. Wie gelangt Sonnencreme/Pestizide/Medikamente ins Wasser?
10. Gefahren von Sonnencreme/Pestizide/Medikamente

02 Benötigtes Material

- Aufgabenheft für SuS, Seite 5 & 6
- Ausdruck der A3-Karte von Bubblingen
- Handy oder Tablet für Bubbla-App

03 Didaktische Hinweise

In diesem Kapitel arbeiten die SuS mit der Karte auf Seite 7 des Aufgabenheftes. Wenn möglich steht die Karte farbig und im A3-Format zur Verfügung.

Im ersten Teil des Kapitels geht es darum, dass die SuS die Fließrichtungen des urbanen Wasserkreislaufs in Bubblingen darstellen können und miteinander diskutieren. In der Bubbla-App

gibt es diverse Hinweise, die ihnen dabei helfen. In Kapitel 3 werden die Fließrichtungen in einer digitalen Simulation visualisiert und gefestigt.

Im zweiten Teil des Kapitels erwerben die SuS spezifisches Wissen zu einer der drei Stoffgruppen: Sonnencreme, Pestizide oder Medikamente. Die Wahl der Stoffgruppe kann nach Interesse erfolgen oder durch die Lehrperson vorgegeben werden. Zu allen drei Stoffgruppen gibt es die gleichen Aufgaben. Schnelle SuS können sich über zwei oder drei Stoffgruppen informieren und mit den Mitschüler:innen die Ergebnisse diskutieren.

In Aufgabe 5 für leistungsstarke Schülerinnen und Schüler geht es um die Meinungen der Schülerinnen und Schüler zum Problem der Mikroverunreinigungen. Hier gibt es keine richtigen oder falschen Antworten. Wenn die Schülerinnen und Schüler Mühe haben, sich eine eigene Meinung zu bilden, kann man sie mit ein paar Beispielen unterstützen. Wichtig ist, dass die Meinungen in der Klasse nicht gewertet werden. Es gibt für alle drei Gruppen von Meinungen gute Gründe.

04 Fachlicher Hintergrund

Alle wichtigen Informationen zu den drei Stoffgruppen sind in den Posts der Bubbla-App enthalten.

05 Aufgaben und Lösungen

Aufgabenheft Seite 5

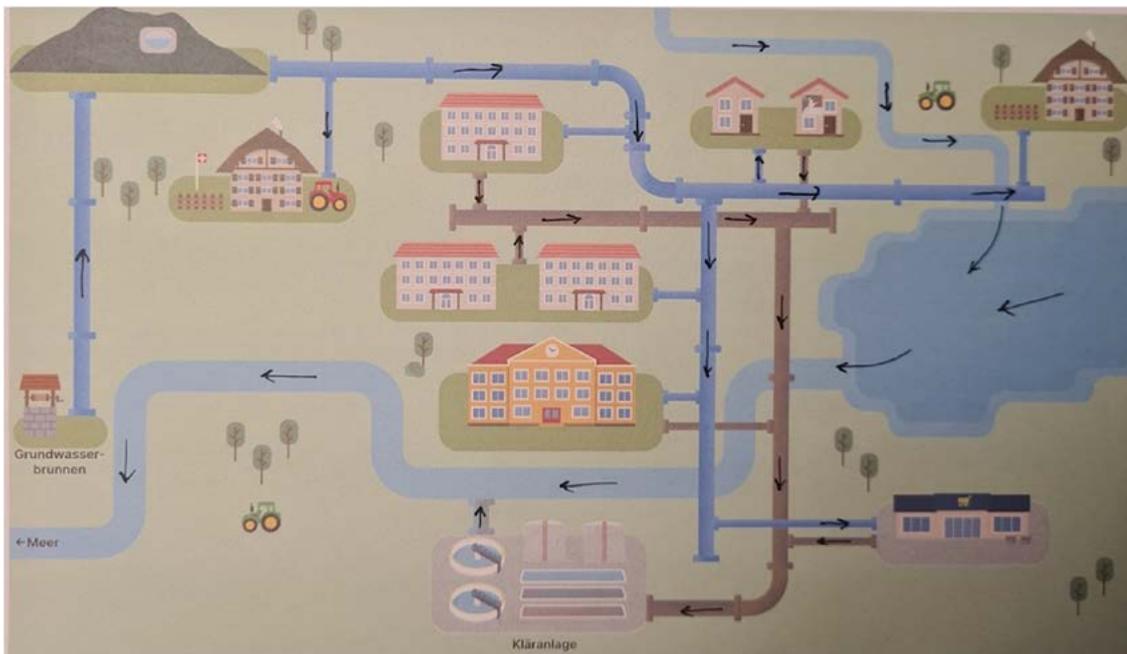
1. Fließrichtungen auf Karte einzeichnen

1a. Zeichne die Fließrichtung des Wassers (See-, Fluss-, Trink- und Abwasser) in die Karte von Bubblingen mit Pfeilen ein.

Tipp 1: Du findest Informationen und Aufgaben dazu in Kapitel 2 der Bubbla-App.

Tipp 2: Du musst die Aufgaben richtig lösen, damit weitere Posts freigeschaltet werden.

1b.* Wenn du die Fließrichtung eingezeichnet hast, vergleiche dein Resultat mit dem einer Mitschülerin oder eines Mitschülers. Zeigt eure Lösung der Lehrperson.



2. Stoffgruppe wählen und Nutzen beschreiben

In den folgenden Aufgaben informierst du dich über eine Stoffgruppe, die Lumi Probleme bereitet. Entweder wählst du die Stoffgruppe selber oder ihr macht in der Klasse Gruppen.

Kreise deine Stoffgruppe in der Abbildung rechts ein, lies die drei Posts und beantworte die Fragen zu dieser Stoffgruppe.

Wähle eine der drei Stoffgruppen
Sonnencreme
Pestizide
Medikamente

2. Weshalb brauchen wir Menschen diese Stoffgruppe? Was bringt sie uns?

Tipp: Hinweise findest du im Post «Nutzen von ...»

- **Sonnencreme:** Die Sonnenfilter in der Sonnencreme schützen unsere Haut vor UV-Strahlung, die unsere Haut schädigt.
- **Pestizide:** Töten Insekten, Pflanzen und Pilze, welche unsere Nutzpflanzen auf dem Acker (Getreide, Mais etc.) beschädigen. Wenn Pestizide eingesetzt werden, kann der Ernteertrag erhöht werden.
- **Medikamente lindern Beschwerden bei Krankheiten (z.B. Schmerzen, Übelkeit etc.)**

3. Wege der Mikroverunreinigungen einzeichnen

3a. Wie gelangt der Stoff in den Fluss oder See? Zeichne mit Bleistift mögliche Wege des Stoffes auf der Karte von Bubblingen ein.

Tipp 1: Hinweise findest du im Post «Wie gelangen die ... ins Gewässer».

Tipp 2: Starte den Weg an einem Ort, wo der Stoff mit Wasser in Berührung kommt: in einem Haus, auf einem Feld, am See etc. Zeichne eine Linie mit Pfeilen entlang der Fließrichtung des Wassers.

3b.* Wenn du fertig bist, vergleiche dein Resultat mit einer Mitschülerin oder einem Mitschüler, der sich über die gleiche Stoffgruppe informiert hat. Zeigt eure Lösung danach der Lehrperson.

4. Gefahren von Mikroverunreinigungen beschreiben

Was sind Gefahren von diesem Stoff?

Hinweise gibt es im Post «Gefahren von ... ».

- *Sonnencreme: UV-Filter in der Sonnencreme können langfristig bei Wasserlebewesen Folgen haben. Es ist allerdings nicht klar, welche Stoffe genau welche Folgen haben.*
- *Pestizide töten nicht nur Schädlinge, sondern auch Nützlinge. Können im Trinkwasser vorkommen und sind krebserregend.*
- *Medikamente, die eigentlich für Menschen gedacht sind, können auch bei Wasserlebewesen die auf Fruchtbarkeit, das Geschlecht etc. beeinflussen.*

5.** Deine persönliche Einschätzung

Wähle die Aussage, die dich am meisten überzeugt und begründe deine Wahl.

- Der Nutzen von Sonnencreme/Pestizide/Medikamente ist für uns Menschen wichtiger als die kleinen Umweltprobleme, die dadurch ausgelöst werden.
- Ich finde es schwierig abzuschätzen, ob der Nutzen oder die Probleme von Sonnencreme/Pestizide/Medikament stärker ins Gewicht fallen.
- Die Probleme, die Sonnencreme/Pestizide/Medikamente in der Natur verursachen, sind schwerwiegender als der Nutzen für uns Menschen.

Begründe deine Wahl:

*Die Begründungen der Schülerinnen und Schüler können sehr individuell sein:
«Mir ist meine Haut und dass ich keinen Hautkrebs bekomme, wichtiger als,
dass das Wasser ein bisschen verschmutzt wird.»*

*«Ich weiss nicht, wie die Wirkung der Medikamente bei den Wassertieren ist.
Vielleicht haben sie ja auch weniger Schmerzen, das wäre doch gut.»*

*«Ich würde gerne umweltfreundliche Produkte nutzen und so die Umwelt schützen.
Aber ich weiss nicht welche Sonnencreme wirklich gut ist für die Umwelt.»*

3 Kapitel

Bubblingen

30 min+

In diesem Kapitel kannst du die Wege der UV-Filter, Medikamentenrückstände und Pestizide in Bubblingen beobachten und beschreiben.

Plenum, Einzel- und Partnerarbeit mit WaterSim-App

01 Didaktische Hinweise

In diesem Kapitel lernen die SuS die WaterSim-App kennen und nutzen. Auch die WaterSim-App läuft in einem Webbrowser und es muss keine App installiert werden. Wichtig ist, dass die SuS mit einem grösseren Bildschirm als dem Handy arbeiten können, entweder auf einem Tablet oder auf einem Laptop, wobei der Laptop dem Tablet vorzuziehen ist. Die nützlichen Tooltips auf der Simulation sind nur mit dem Cursor sichtbar.

Die SuS gelangen mit dem zur Verfügung gestellten QR-Code direkt auf die Ansicht von Bubblingen, die sie von der Karte im Aufgabenheft kennen. Zum Kennenlernen und Arbeiten mit der WaterSim-App gibt es vier Aufgabenblöcke, wobei es viele fakultative Aufgaben hat, die für schnellere SuS oder zur Vertiefung vorgesehen sind:

1. WaterSim-App kennenlernen
2. Wege der Mikroverunreinigungen auf der Karte überprüfen und ergänzen
3. Mikroverunreinigungen im Gewässer beobachten
4. Bubblingen mit eigenem Dorf/Wohngemeinde vergleichen

02 Benötigtes Material

- Aufgabenheft für SuS, Seiten 8-11
- Farbausdruck der Karte von Bubblingen, wenn möglich A3-Format
- Tablet oder Laptop für WaterSim-App

03 Didaktische Hinweise

Nach 3-5 min selbstständigem Ausprobieren der WaterSim-App ist eine Plenumsphase für Fragen zu empfehlen. Alle SuS sollten die folgenden Funktionen der App kennen: Simulation starten, pausieren, zurücksetzen (reset), Karte zoom-in/out, Karte mit der Maus/Hand verschieben und Erklärungen in der Randspalte rechts. Wenn die Nutzung klar ist, sollten die SuS selbstständig die Aufgaben im Aufgabenheft lösen können. Wenn möglich helfen sie sich gegenseitig und tauschen sich über die Ergebnisse und Beobachtungen aus.

Der Aufgabenblock 3 ist nur für starke und digital versierte SuS zu empfehlen. Die Aufgaben sind zum Teil etwas aufwendiger und es gibt keinen Platz für die Lösungen auf dem Arbeitsblatt. Ein separates Blatt für die Lösungen muss zur Verfügung gestellt werden.

Der Vergleich von Bubblingen mit dem eigenen Wohnort dient dem Alltagsbezug und soll den SuS helfen, die fiktive Welt mit der realen zu verbinden. Diese Aufgabe kann von der Lehrperson beliebig erweitert werden: Besichtigung der Kläranlage, Karte für die eigene Gemeinde zeichnen etc.

04 Fachlicher Hintergrund

In der WaterSim-App werden die Wege von Mikroverunreinigungen im urbanen Wasserkreislauf in Bubblingen simuliert. Alltagsnahe Szenarien zeigen typische Eintragswege von Mikroverunreinigungen.

Folgende Eintragswege können simuliert werden:

- Duschen > Kanalisation > Kläranlage (ohne 4. Reinigungsstufe) > Fluss > Meer > absetzen am Meeresgrund (Sonnencrème, Voltaren-Gel)
- Baden im See > absetzen am Seegrund > Fluss > Meer > absetzen am Meeresgrund (Sonnencrème, Voltaren Gel)
- Pinkeln ins WC > Kanalisation > Kläranlage (ohne 4. Reinigungsstufe) > Fluss > Meer > absetzen am Meeresgrund (Medikamentenrückstände)
- Pinkeln in den See, absetzen am Seegrund > Fluss > Meer > absetzen am Meeresgrund (Medikamentenrückstände)
- Ausbringen auf dem Feld > abfließen in den Fluss > See > Fluss > Meer > absetzen am Meeresgrund (Pestizide)
- Spritzen auf Obstbauplantage > Regen > abfließen in den Fluss > See > Fluss > Meer > absetzen am Meeresgrund (Pestizide)

In allen Stoffgruppen gibt es einzelne Stoffe, die unterschiedliche Eigenschaften haben und bspw. in der Umwelt (Wasser, Boden) besser oder weniger gut abgebaut werden. Diese Stoffe sind in der WaterSim-App mit unterschiedlichen Formen (Kreis = normal, Dreieck = andere Eigenschaft, Stern = biologisch abbaubar) dargestellt. In der Erklärung in der Randspalte ist die Eigenschaft immer beschrieben. In der Simulation kann sie beobachtet werden: biologisch abbaubare Stoffe (UV-Filter, Pestizide) verschwinden mit der Zeit.

Weitere Eintragswege (Strassenabwasser, Industrie, Spitäler etc.) von Mikroverunreinigungen ins Gewässer sind in der Simulation nicht enthalten. Auch stehen die drei Stoffe (Sonnencrème, Medikamente und Pestizide) stellvertretend für viele weitere Produkte, welche Mikroverunreinigungen enthalten, wie z.B. Duftstoffe oder hormonaktive Stoffe.

05 Aufgaben und Lösungen

Aufgabenheft Seite 8 Mitte

1. WaterSim-App kennenlernen

1a. Öffne die WaterSim-App auf einem Tablet (mit dem QR-Code oben) oder auf einem Laptop mit dem folgenden Link: <https://watersim.technikdidaktik.ch/watersim/> < Lokal

1b. Probiere die verschiedenen Funktionen auf der Karte (Lokal) aus und beobachte, was passiert. Die farbigen Pünktchen, die sich bewegen, stellen Mikroverunreinigungen dar.

In welcher Farbe sind die Mikroverunreinigungen der drei Stoffgruppen dargestellt?

Sonnencrème: **gelb** Pestizide: **rosa** Medikamente: **orange**

1c.* Wohin wird die Mehrheit der Mikroverunreinigungen transportiert? Wie lange brauchen die Mikroverunreinigungen bis dorthin? Ist das realistisch? Teste in der App, diskutiere mit einem Mitschüler oder einer Mitschülerin und begründe deine Antwort.

Aus dem Haushalt (Duschen, WC) gelangen die meisten MV über die Kläranlage und den Fluss schlussendlich ins Meer, nur wenige lagern sich im Fluss ab.

Die MV im See bleiben mehrheitlich im See und lagern sich dort ab.

Das Abwasser braucht vom Haushalt bis zur Kläranlage 1-2h, durch die Kläranlage ca. 8h und zum Meer dann ca. 20h. Wenn das Meer ca. 100 km entfernt ist, ergibt das eine Fließgeschwindigkeit von 5 km/h, was für einen grossen, flachen Fluss realistisch ist.

Tipp: Mache einen Reset . Starte eine Simulation im See . Erhöhe die Geschwindigkeit . Verfolge die Pünktchen/Mikroverunreinigungen, bis sie sich nicht mehr bewegen.



2. Wege der Mikroverunreinigungen auf Karte überprüfen und ergänzen

Du hast auf der Karte mit Bleistift den Weg von *Sonnencrème/Pestiziden/Medikamente* eingezeichnet.

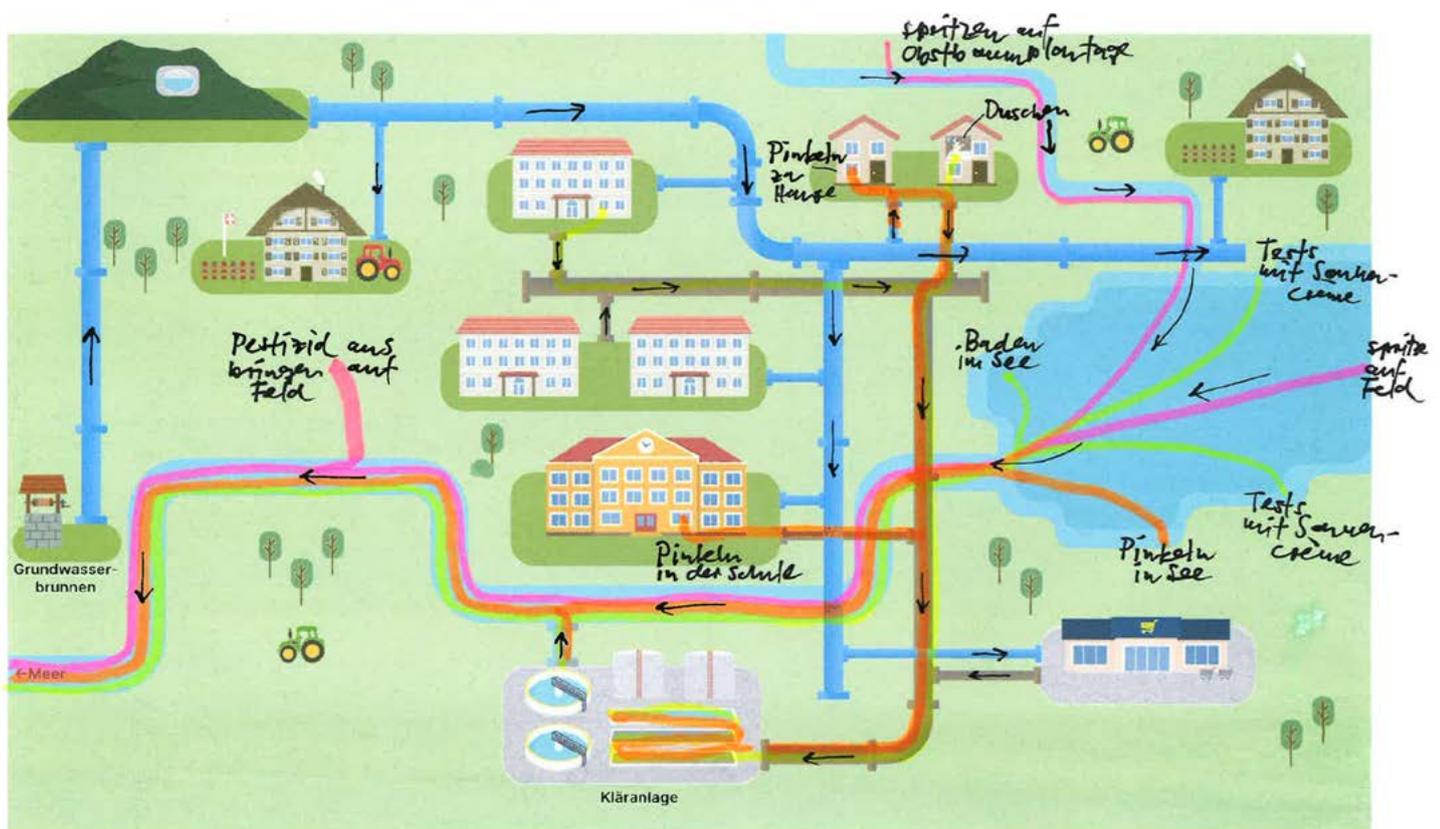
2b. Überprüfe mit der WaterSim-App, ob es noch andere Wege gibt, auf denen deine Stoffgruppe ins Gewässer (See, Fluss, Meer) gelangen kann.

Tipp: Rechts in der dunkelblauen Box gibt es zu allen Simulationen Erklärungen.

2c. Zeichne die anderen Wege deiner Stoffgruppe auch auf der Karte ein und beschrifte jeweils den Start (z.B. Im See schwimmen)

2d.* Zeige deine Lösung einer Mitschülerin oder einem Mitschüler, die/der eine andere Stoffgruppe angeschaut hat und erkläre ihr/ihm die Wege der Mikroverunreinigungen.

2e.* Ergänze auf deiner Karte die Wege der anderen Stoffgruppe/n.



Lösungen: gelbe Linien = Sonnencrème/UV-Filter; rosa Linien = Pestizid; orange Linien = Medikamente

3.** Mikroverunreinigungen im Gewässer beobachten

3a.** Was passiert mit den verschiedenen Arten von Mikroverunreinigungen im See? Beobachte genau und beschreibe, was mit den Mikroverunreinigungen passiert.

Tip 1: Du kannst die Bewegung der Pünktchen und die Menge der Mikroverunreinigungen beobachten und vergleichen.

Tip 2: Die runden, dreieckigen und sternförmigen Mikroverunreinigungen verhalten sich unabhängig von der Stoffgruppe ähnlich.

- *Runde und dreieckige Pünktchen bzw. Mikroverunreinigungen: sie verteilen sich im Wasser und einige setzen sich am Seegrund ab (hellere Punkte, die sich nicht mehr bewegen), einige fließen mit dem Fluss Richtung Meer, einige gelangen bis ins Meer. Auch wenn sich keine MV mehr im See bewegen, hat es immer noch MV im See. Das sind diejenigen, die sich am Seegrund abgesetzt haben.*
- *Die MV, die näher am Ausfluss des Sees (links) in den See gelangen, fließen eher mit dem Fluss Richtung Meer. Die MV, die auf der rechten Seite in den See gelangen, bleiben fast alle im See.*
- *Sternförmige Pünktchen bzw. MV: Das sind biologisch abbaubare MV, die unterschiedlich schnell abgebaut sind und nicht mehr im See sind. Manche verschwinden während sie «rumschwimmen», andere setzen sich am Seegrund ab und verschwinden erst dann. Nach 1-2 Tagen sind alle weg.*

3b.** Wie verteilen sich die Mikroverunreinigungen vom See anteilmässig in See, Fluss und Meer? Wie viel Prozent bleiben im See, wie viel im Fluss, wie viel im Meer? Kannst du dir diese Verteilung erklären?

- *Die sternförmigen MV verschwinden alle nach einer gewissen Zeit. Begründung: Die MV werden biologisch abgebaut.*
- *Die runden und dreieckigen MV bleiben zu einem grossen Teil im See (40-90%). Je weiter die Quelle der MV vom Ausfluss des Sees entfernt ist, desto mehr bleiben im See (mineralische UV-Filter; ca. 80%). Je näher die Quelle beim Ausfluss (Medikamente beim Pinkeln), desto weniger bleiben im See (ca. 50%). Begründung: Die Strömung ist in der Nähe des Ausflusses am grössten. Die Bewegung der Teilchen ist jedoch zum Teil nicht so logisch. Die sollten sich nicht über weite Strecken gegen die Strömung von links nach rechts bewegen können.*
- *Nur sehr wenige MV bleiben im Fluss (0-10%). Begründung: Die Strömung des Flusses verhindert das Absetzen am Flussgrund.*
- *Bis zu 50% der MV gelangen bis ins Meer. Die Anteile variieren mit jeder Simulation stark. Begründung: Es herrschen nicht immer genau dieselben Bedingungen in einem so grossen System.*

Tip 1: Mache einen Reset . Starte eine Simulation im See .

Tip 2: Warte bis sich keine Pünktchen mehr bewegen und vergleiche dann die Mengenangaben in See, Fluss und Meer.



3c.** Gehen Mikroverunreinigungen im Gesamtsystem «verloren»? Wo und weshalb?

- *Die biologisch abbaubaren MV verschwinden aus dem System.*
- *In der Kläranlage werden je nach MV auch mehr oder weniger abgebaut.*

3d.** Was passiert, wenn zu viele Mikroverunreinigungen in den See gelangen?
Was passiert in der App, was passiert mit den Wasserlebewesen?

Tipp: «Zu viel» heisst: Die rote Linie auf dem Display «Menge ...» ist erreicht. Das passiert, wenn man einige Male hintereinander ein Ereignis (Test im See, Spritzen vom Feld) auslöst.

- *Wenn der rote Strich in der Anzeige (Mikroverunreinigungen im See) überschritten wird, beginnt ein Warnschild zu blinken und ein Signalton zu ertönen, .*
- *In einer Infobox steht «Achtung zu viele Mikroverunreinigungen im See» und es wird erklärt, dass die Mikroverunreinigungen sehr klein sein und über die Haut, den Stoffwechsel oder Kiemen in die Wasserlebewesen eindringen können. Dadurch können sie den Hormonhaushalt stören, was Wachstums- und Fortpflanzungsproblemen führen kann.*

3e.** Wie lange brauchen die UV-Filter von der Dusche bis zur Kläranlage? Und wie lange durch die Kläranlage hindurch bis zum Fluss? Gib die beiden ungefähren Zeiten in Stunden und Minuten an. Sind die Zeiten realistisch? Berechne und recherchiere im Internet übliche Fliessgeschwindigkeiten.

- *Dusche bis Kläranlage: 1-2 Stunden, je nachdem wie weit entfernt die Dusche ist. Wenn die nähere Dusche 2.5 km von der Kläranlage entfernt ist, ergibt das eine Fliessgeschwindigkeit von 2.5km/h bzw. 0.7m/sec. Das entspricht der idealen Geschwindigkeit von Abwasser.*
- *Kläranlage: ca. 8 Stunden. In einer Dorfkläranlage mit Vorklärung, biologischer Reinigung (Belebungsbecken) und Nachklärung dauert es 6-12 Stunden bis das Abwasser die Kläranlage sauber verlässt. Am längsten verweilt das Abwasser in der biologischen Reinigung (4-6 Stunden).*
- *Vom Ausfluss der Kläranlage bis zum Meer: ca. 18 Stunden. Wenn das Meer ca. 100 km entfernt ist, ergibt das eine Fliessgeschwindigkeit von 5 km/h, was für einen grossen, flachen Fluss realistisch ist.*

3f.** Schalte bei der Kläranlage die 4. Reinigungsstufe mit Aktivkohle oder Ozonierung ein. Was passiert mit den Mikroverunreinigungen?
Beschreibe in Stichworten, was du beobachtest.

Tipp: Interessant ist es zu vergleichen, wie viele Mikroverunreinigungen mit bzw. ohne 4. Reinigungsstufe in den Fluss gelangen.

- *In der Kläranlage bzw. in der 4. Reinigungsstufe (links auf der Kläranlage) werden fast alle MV aus dem Abwasser entfernt.*
- *Mit 4. Reinigungsstufe gelangen sehr viel weniger MV in den Fluss als ohne 4. Reinigungsstufe. Die 4. Reinigungsstufe wird vor allem wegen der Mikroverunreinigungen auf den Kläranlagen gebaut.*

4

Kapitel Was tun?

45 min+

In diesem Kapitel lernst du acht Möglichkeiten kennen, was gegen Mikroverunreinigungen im Gewässer gemacht werden kann.

Gruppen- und Einzelarbeit mit Bubbla-App

01 Übersicht

In diesem Kapitel gibt es in der Bubbla-App insgesamt neun Posts, wovon acht Ideen zur Reduktion von Mikroverunreinigungen im Gewässer enthalten: Kläranlage ausbauen, Konsumverhalten, strengeren Richtlinien bei der Produktion etc. Eine Übersicht der acht Vorschläge ist im Aufgabenheft zu finden. Die Posts stammen jeweils von einer Person. In den Kommentaren werden die Ideen diskutiert und es können aus den Diskussionen Pro- und Kontra-Argumente abgeleitet werden.

02 Benötigtes Material

- Aufgabenheft für SuS, Seite 12 und 13
- Handy oder Tablet für Bubbla-App

03 Didaktische Hinweise

In Kapitel 4 werden die Grundlagen für das Rollenspiel von Kapitel 5 geschaffen. Für beide Kapitel ist die Arbeit in 5-6 Gruppen (je 3-4 SuS) zu empfehlen. Wichtig ist, dass in jeder Gruppe eine Person ist, die gut und gerne vor der Klasse spricht, damit in Kapitel 5 alle Rollen gut vertreten sind.

In Aufgabe 1 informieren sich die SuS über die verschiedenen Massnahmen gegen Mikroverunreinigungen im Gewässer. Die Ideen können innerhalb der Gruppe aufgeteilt werden, damit nicht alle alles lesen müssen. Es kann sinnvoll sein, nach einer ca. 20-minütigen Gruppenphase im Plenum alle Ideen und Argumente zu diskutieren.

Das Ziel sollte sein, dass am Schluss alle SuS in ihrem Aufgabenheft die Argumente zu allen Ideen aufgeschrieben und auch zu zwei Ideen ihre persönliche Meinung abgegeben haben.

04 Fachlicher Hintergrund

Die Massnahmen gegen Mikroverunreinigungen im Gewässer können auf verschiedenen Ebenen ansetzen:

- bei den Ursachen des Problems (Produktion, chemische Industrie),
- am Ende der Wirkungskette (neue Reinigungsstufe Kläranlage),
- oder mittendrin (Konsum, Vermarktung).

Aus ökologischer Sicht ist es sinnvoll, so früh wie möglich bei der Problembekämpfung anzusetzen. Da aber von solchen Massnahmen viele Akteur:innen aus Wirtschaft und Bevölkerung betroffen sind, ist es politisch oft nicht einfach, diese Massnahmen durchzusetzen. Das zeigt sich in den Reaktionen auf die Posts: Verbote, Produktionsvorschriften, Konsum reduzieren etc.

05 Mögliche Zusatzaufgabe

Ein Modell, das bei der Vermittlung dieser Thematik hilft, ist das untenstehende Modell, das auf sämtliche Umweltprobleme angewendet werden kann. Es kann systematisch die Wirkungskette von den Verursachenden bis zu den Umweltauswirkungen notiert und dann können auf allen Ebenen Massnahmen entwickelt werden. In der vorliegenden Lerneinheit wurde diese Arbeit bereits begonnen, aber sie kann in einer Diskussion mit der Klasse weitergeführt werden.

Welche weiteren Massnahmen auf den verschiedenen Ebenen sind denkbar?

In blauer Farbe weitere Massnahmen gegen Mikroverunreinigungen im Gewässer

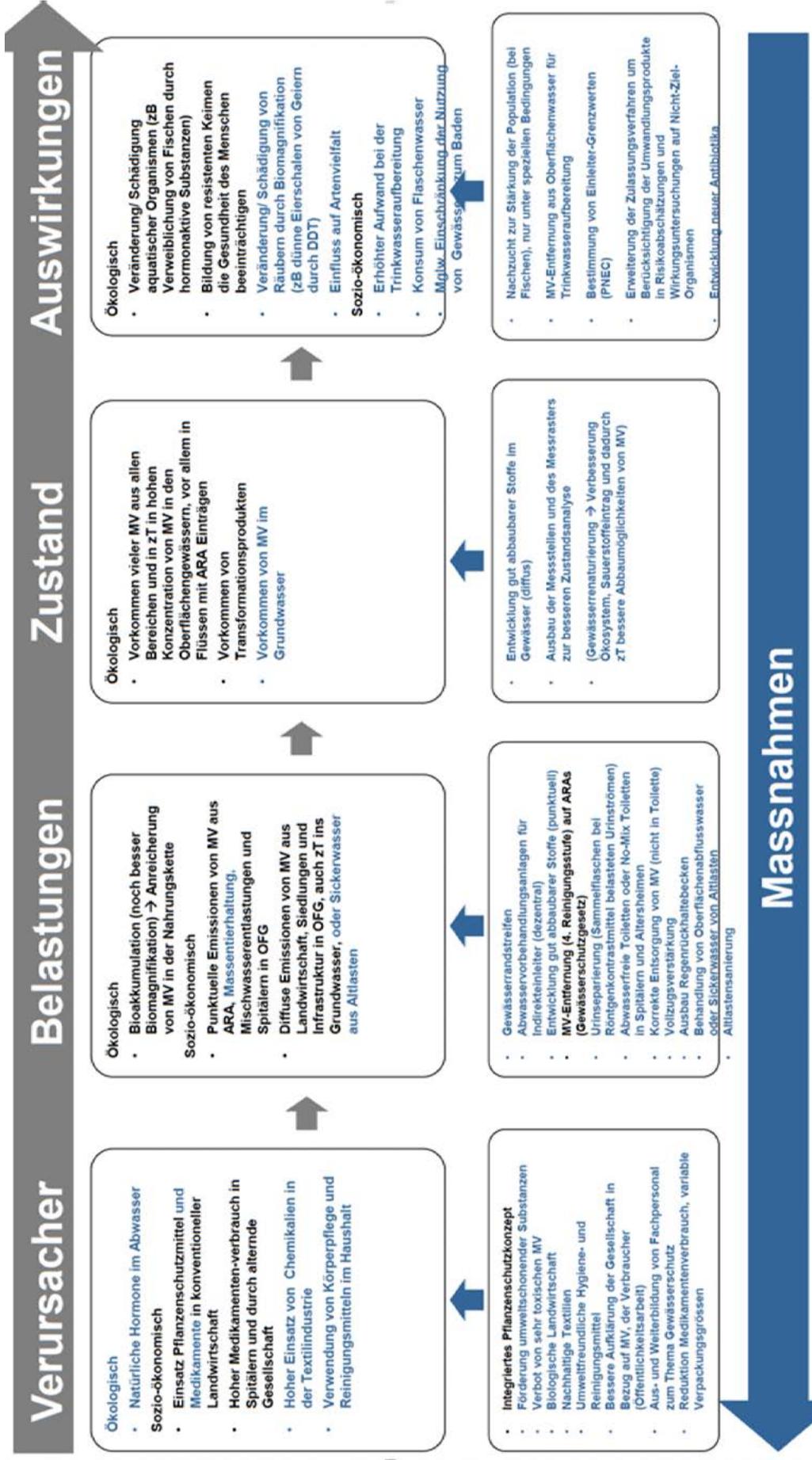


Abbildung: Viele weitere Massnahmen auf den vier Ebenen zum Problem der Mikroverunreinigungen im Gewässer.

06 Aufgaben und Lösungen

Wenn es in der Tabelle auf Seite 13 im Aufgabenheft zu wenig Platz hat für alle Lösungen, dann können die SuS auf einem separaten Blatt die Argumente notieren.

Ideen aus der Bubbla Community	Von wem ist die Idee?	Argumente dafür	Argumente dagegen
1 Kläranlagen mit 4. Reinigungsstufe ausbauen	<i>cleanWaterMan</i>	<i>MV können mit neuester Technologie aus Kreislauf entfernt werden</i>	<i>zu teuer, niemand will bezahlen techn. Lösungen ersetzen nicht Änderung des Konsumverhaltens</i>
2 Label/Zertifikat für umweltfreundliche Produkte	<i>bellaMascara</i>	<i>ohne langes Nachlesen weiss man woran man ist Verbraucherfreundlichkeit</i>	<i>Man kann nicht allen Öko-Labels vertrauen. zu teuer</i>
3 Neue innovative, biologisch abbaubare Produkte	<i>Arnold Weissenegger</i>	<i>weniger schlechte Wirkung auf Umwelt, trotzdem gute Wirkung für Menschen</i>	<i>Für die Umwelt ist es trotzdem nicht gut So schnell werden die Stoffe nicht abgebaut</i>
4 Das Konsumverhalten ändern	<i>umweltFreund</i>	<i>Jede/r von uns hat Einfluss. Wenn alle mitmachen, kommen wir weiter. Es gibt auch günstige ökologische Produkte.</i>	<i>Das ist etwas für reiche Leute und Ökos; ich kaufe lieber günstig ein.</i>
5 Gute Ausbildung von Landwirtschaftspersonal	<i>lindaFields</i>	<i>Mit gut ausgebildetem Personal kann man Kosten sparen. Korrekte Dosierung und Ausbringungstechniken können gelernt werden.</i>	<i>Bio-Label und Einhaltung von Gewässerrandstreifen sind wichtiger als gut ausgebildetes Personal.</i>
6 Verbot von umweltschädlichen Produkten	<i>bernieSaatgut</i>	<i>Es gibt keine Schmetterlinge und Bienen mehr ⇒ Förderung Artenvielfalt. sauberes/pestizidfreies Essen, (Grund)Wasser</i>	<i>Verbote sind keine Lösung. Ohne Pestizide geht es nicht.</i>
7 Konsum von Medikamenten reduzieren	<i>lindaFields</i>	<i>Medikamente gelangen auch ins Abwasser und richten Schaden an. In Pflegeheimen werden viel zu viele Medikamente gegeben.</i>	<i>Wer leistungsfähig sein will, muss Medikamente nehmen. Die richtige Dosierung verhindert den Eintritt ins Abwasser.</i>
8 Keine Vorschriften & staatliche Förderung	<i>johnPills</i>	<i>Vorschriften verhindern die Markteinführung. Regeln sind unsinnig.</i>	<i>Wenn alle immer so weitermachen wie bisher, sieht die Zukunft düster aus.</i>

5 Kapitel

Das tun!

45 min+

In diesem Kapitel nimmst du in einem Rollenspiel die Rolle einer Person der Bubbla-Community ein und setzt dich für ihre Interessen ein.

Vorbereitung auf Rollenspiel mit Bubbla-App

01 Übersicht

In diesem Kapitel können die SuS in der Bubbla-App als Erstes wählen, welche Rolle sie im Rollenspiel einnehmen: diePräsidentin, WaterMan, John, Linda, umweltFreund oder Bella. Anschliessend stehen ihnen nur die Posts mit Massnahmen (gleiche wie in Kapitel 4) zur Verfügung, welche für ihr Rolle besonders interessant sind.

- diePräsidentin: Kompromiss finden; Kläranlage ausbauen
- WaterMan: Kläranlage ausbauen, Kompromiss finden, ...
- John: Keine Vorschriften und staatliche Förderung, ...
- Linda: Gute Ausbildung von Landwirtschaftspersonal, Konsum von Medikamenten reduzieren
- umweltFreund: Konsumverhalten ändern ...
- Bella: Label/Zertifikat für umwertfreundliche Stoffe ...

02 Benötigtes Material

- Aufgabenheft für SuS, Seite 14 & Rückseite Aufgabenheft (für Namensschild)
- Handy oder Tablet für Bubbla-App

03 Didaktische Hinweise

Zuerst muss den 5-6 Gruppen eine der 5-6 Rollen zugewiesen werden: diePräsidentin, WaterMan, John, Linda, umweltFreund oder Bella. Wenn es nur 5 Gruppen hat, kann Bella weglassen werden.

Beim Kennenlernen der Rollen ist es wichtig,

dass die SuS den Chat benutzen. Darin können sie ihre Person fragen, was ihr besonders wichtig ist und was alle Leute wissen sollten. Neben den Personenangaben gibt dies Hinweisse zu den Interessen der Person. Anschliessend können die Posts gelesen und auch die Zusammenfassung aller Ideen aus Kapitel 4 repetiert werden.

Für das Rollenspiel muss pro Gruppe ein:e Sprecher:in und für die Durchführung des Rollenspiels ein:e Moderator:in gewählt werden. Die Moderation kann auch von der Lehrperson übernommen werden. Es bewährt sich, zusätzlich ein:e Stellvertreter:in zu wählen, die jederzeit die:den Sprecher:in ablösen kann. Den übrig bleibenden SuS können Beobachtungsaufträge erteilt werden:

- Beobachtungen einzelner Personen/Rollen: An welcher Lösung ist er/sie interessiert? Welche Argumente hat er/sie? Wie reagiert er/sie auf Gegenargumente? Was ist an dieser Rolle auffällig?
- Beobachtungen allgemein: Welche Argumente sind besonders überzeugend? Weshalb? Welche Argumente setzen sich durch? Wie wird der Entscheid gefällt bzw. der Kompromiss gefunden?

Das Rollenspiel kann in 3-5 Teilen erfolgen:

1. Die 5-6 Sprecher:innen stellen sich kurz vor.
2. Die:der Moderator:in fasst das Problem der Mikroverunreinigungen zusammen und nennt das Ziel des Rollenspiels: In den nächsten 20 Minuten sollt ihr gemeinsam eine Lösung für Bubblingen finden, damit es den Bubblaner:innen in Zukunft besser geht. Diese Lösung kann aus mehreren Massnahmen bestehen.

3. Erste Frage an diePräsidentin: Was sehen Sie in Ihrer Gemeinde für Möglichkeiten, dem Problem der Mikroverunreinigungen entgegenzuwirken?

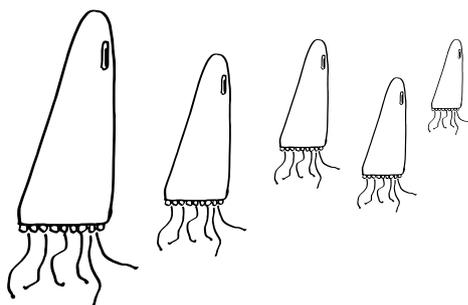
Wenn möglich löst dieser Einstieg eine lebhaftere Diskussion aus, an der alle Rollen teilnehmen. Wenn dem nicht so ist, kann die:der Moderator:in Personen, die kaum zu Wort kommen, das Wort erteilen oder konkrete Fragen stellen, um die Diskussion in Gang zu halten.

4. Wenn es zu keiner Einigung kommt, kann eine Zwischenmoderation helfen, im Sinne von: Jetzt haben alle gezeigt, dass sie ihre Rollen und Standpunkte gut vertreten können. Jetzt kommt der zweite Teil, wo ihr aufeinander zugehen und Kompromisse finden müsst.

5. Die:der Moderator:in fasst die Lösung zusammen und bedankt sich bei allen Teilnehmenden.

6

Kapitel Und ich?



15 min+

In diesem Kapitel überlegst du dir, was du persönlich für Lumi und die Bubblaner:innen tun kannst.

01 Übersicht

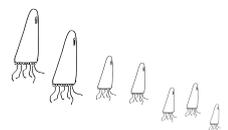
Im Rollenspiel (Kapitel 5) haben die SuS die Rolle einer fiktiven Person der Bubbla-Community eingenommen. In Kapitel 6 sollen sie abschliessend reflektieren, was sie selber in ihrem realen Leben für die Bubblaner:innen tun können und wollen. Es gibt keine Posts in der Bubbla-App.

02 Benötigtes Material

– Aufgabenheft für SuS, Seite 14

03 Didaktische Hinweise

Während 5-10 Minuten können sich die SuS mithilfe des Aufgabenheftes überlegen, was sie persönlich für Lumi und die Bubblaner:innen tun möchten. In einem abschliessenden Klassengespräch kann Hoffnung auf weniger Mikroverunreinigungen im Gewässer gemacht werden.



Impressum

Autorinnen und Autoren

Swaantje Brinkmann, Karin Güdel, Nadja Schillinger, Angela Thomasius, Matthias von Arx

Fachexpertinnen Mikroverunreinigungen

Rita Hochstrat, Nadja Schillinger

Fachexpertin Bildung für Nachhaltige Entwicklung

Angela Thomasius, [éducation21](#)

Konzeption und Umsetzung Web Apps

Leitung: Madlaina Kalunder, Alexandre Thomas, Raphael Lüthy

[Bubbla-App](#): Tobias Villiger, Patrick Gutter, Sandro Arrigoni

[WaterSim-App](#): Sandro Arrigoni, Roy Geesing, Karin Güdel, Dominic Koch, Joel Messerli, Robin Schwaller, Noah Siegrist, Fabian Tschanz

Redaktion

Sara Venzin

Layout und Satz

Alain Zanchetta, Karin Güdel

Bilder

Titel: unsplash, Cristian Palmer; Seite 4: Hilfe, unsplash, Remi Boyer; Spurensuche, unsplash, Ramiro Pianarosa; Was tun? unsplash, Marianne Bos; Das tun! unsplash, Jonathan Kemper; Und ich? unsplash, Vince Fleming

Finanzierung

Projektgebundene Beiträge (PgB) 2021–2024, swissuniversities: www.swissuniversities.ch/themen/hochschulpolitik/programme-und-projekte

Netzwerk MINT Bildung Schweiz: <https://www.fhnw.ch/de/die-fhnw/hochschulen/ph/mint-bildung>

Innovative PH Projekte von [éducation21](#): <https://www.education21.ch/de/innovative-ph-projekte-fuer-bne>

Erschienen im Dezember 2024

© Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW und [éducation21](#)

Hochschule für Life Sciences
Hochschule für Technik
Pädagogische Hochschule
Bahnhofstrasse 6
5210 Windisch

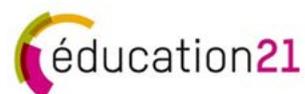
[éducation21](#)
Monbijoustr. 31
3011 Bern
Tel 031 321 00 22

Die Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW
setzt sich aus folgenden Hochschulen zusammen:

Hochschule für Angewandte Psychologie FHNW
Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik FHNW
Hochschule für Gestaltung und Kunst FHNW
Hochschule für Life Sciences FHNW
Hochschule für Musik FHNW
Pädagogische Hochschule FHNW
Hochschule für Soziale Arbeit FHNW
Hochschule für Technik FHNW
Hochschule für Wirtschaft FHNW

Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW
Hochschule für Life Sciences
Hochschule für Architektur Bau und Geomatik
Hochschule für Technik
Pädagogische Hochschule
Bahnhofstrasse 6
5210 Windisch

www.fhnw.ch



swissuniversities