

Was wächst denn da?

Biofilme in Trinkflaschen

Teilnehmer: Maja Vivien Britsche (14)

Schule: Christliches Gymnasium Jena

Projektbetreuerin: Frau Dr. Christina Walther

Thema des Projektes: Biofilme und Schimmelpilze in Trinkflaschen

Fachgebiet: Biologie

Wettbewerbssparte: Schüler experimentieren

Bundesland: Thüringen

Wettbewerbsjahr: 2021

SCHÜLER
FORSCHUNGS
ZENTRUM
JENA



Kurzfassung:

In meinem Projekt will ich die Biofilmbildung in Trinkflaschen untersuchen, d. h. auf welchen Materialien und in welcher Geschwindigkeit ein Biofilm wächst. Zunächst habe ich nach einem geeigneten Färbemittel gesucht. Danach wurden Flaschen aus verschiedenen Materialien mit verschiedenen Getränken befüllt, diese wurden dann jeweils einmal in eine helle und eine dunkle Umgebung gestellt. Der Versuch wurde mehrmals wiederholt, dennoch in unterschiedlichen Zeiträumen. Anschließend wurde der gebildete Biofilm durch Färbung nachgewiesen.

Inhalt

Kurzfassung:.....	2
Einleitung:.....	3
Vorgehensweise:.....	3
Versuch 1: Das Anfärbemittel.....	4
Materialien:.....	4
Durchführung:.....	4
Versuch 2: Biofilm in Flaschen für eine Woche.....	5
Materialien:.....	5
Durchführung.....	6
Versuch 3: Biofilme in Flaschen für eine Halbe Woche.....	6
Versuch 4: Biofilme in Flaschen für einen Tag.....	6
Versuch 5: Reinigung.....	6
Ergebnisse.....	7
Versuch 1: Anfärbemittel.....	7
Beobachtung:.....	7
Ergebnis:.....	7
Versuch 2: Biofilm in Flaschen für eine Woche.....	7
Beobachtung:.....	7
Ergebnis:.....	7
Getränk Tee.....	7
Getränk: Apfelsaft.....	9
Getränk: Wasser.....	10
Versuch 3: Biofilm in Flaschen für eine Halbe Woche.....	11
Beobachtung:.....	11
Ergebnis:.....	11
Getränk: Tee.....	11
Getränk: Apfelsaft.....	12
Getränk: Wasser.....	13
Versuch 4: Biofilm in Flaschen für einen Tag.....	14
Beobachtung:.....	14
Hinweis:.....	14
Ergebnis:.....	14

Getränk: Tee	14
Getränk: Apfelsaft	14
Getränk: Wasser	14
Versuch 5: Reinigung:	15
Vergleich der Materialien	15
Legende:	15
Ergebnisdiskussion:	15
Zusammenfassung:	16
Quellen-undLiteraturverzeichnis	16

Einleitung:

In meinem Projekt wollte ich herausfinden in welchem Zeitraum und worauf ein Biofilm überhaupt wächst. Zudem habe ich mir die Frage gestellt ob, die Umgebung (hell oder dunkel) eine Auswirkung auf das Wachstum des Biofilms hat. Ein geeignetes Anfärbemittel für den Biofilm wollte ich auch finden.

Ich habe mal in meiner Glastrinkflasche für die Schule an einer Stelle einen kleinen schleimartigen Fleck entdeckt. Ich habe meine Mutter gefragt was das ist und sie hat gesagt, google mal Biofilm im Internet. Das habe ich gemacht und mich faszinierte das Thema sofort. Ab dem Moment war mir klar um was sich mein nächstes Projekt handeln wird. Ich interessiere mich sehr für die Wissenschaft vor allem für die Biologie, aber auch für Forschung im Alltag, deswegen wollte ich dieses Projekt unbedingt durchführen.

Mein Ziel ist es herauszufinden, auf welchen Oberflächen, in welchem Zeitraum und in welcher Umgebung ein Biofilm wächst.

Ein Biofilm ist eine Schleimschicht, in der Mikroorganismen (Bakterien, Algen, Pilze, Viren), mehrzellige Organismen (Rädertierchen, Fadenwürmer, Milben) leben. Die mehrzelligen Organismen ernähren sich von den Mikroorganismen. Andere Wörter für Biofilme sind Aufwuchs, Kahmhaut oder Sielhaut. Biofilme kommen z. B in Böden, auf Gesteinen, an Schleimhäuten von Tieren oder auf chronischen Wunden vor. Biofilme werden bei der Essigherstellung genutzt, die Essigbakterien werden dabei als Kahmhaut angesiedelt. Verunreinigende Stoffe im Wasser lagern sich an Biofilmen ab und werden nach und nach abgebaut. Auch in der Abfallbeseitigung spielen Biofilme eine wichtige Rolle, sie befallen den Abfall und bauen in anschließend ab.

Ein Schimmelpilz besteht aus einer großen Anzahl von Hyphen, das sind fadenförmige Zellen. Schimmelpilze kommen auf oder in Lebensmitteln, an Wänden, in Gebäuden vor. Die Pilzsporen sind teilweise auch in der Luft vorzufinden. Man benötigt manche Schimmelpilze zur Produktion von bestimmten Nahrungsmitteln- und Genussmitteln, wie z. B bei Käsesorten, rot fermentierter Reis oder der Herstellung von Zitronensäure. Außerdem können mit dem Schimmelpilz *Penicillium notatum* als Antibiotika Penicillin ansteckende Krankheiten, wie z. B eine Mandelentzündung bekämpft werden.

Vorgehensweise:

Zuerst habe ich mich auf Internetseiten [1] über allgemeine Informationen zum Biofilm und über sein Wachstum informiert und belesen. Danach habe ich erstmal angefangen das Biofilmwachstum im Wasserhahn zu beobachten, da ist aber nicht viel passiert auch nicht nach einem längeren Zeitraum (2 Wochen), deswegen habe ich mich dann für die Biofilme in Trinkflaschen entschieden. Als Nächstes habe ich dann nach einem für das Projekt geeignete Anfärbemittel gesucht.

Man kann mit Farbstoffen bestimmte Strukturen von Zellen anfärben, deswegen wurden Farbstoffe als Nachweis von Biofilmen verwendet.

Um das Wachstum der Biofilme in den Trinkflaschen zu untersuchen, wurden Flaschen aus verschiedenen Materialien (Glas hell/dunkel, Plastik, Edelstahl) mit verschiedenen Getränken (Apfelsaft, Wasser, Tee) befüllt und über verschiedene Zeiträume stehen gelassen (7 Tage, 3 Tage, 1 Tag).

Versuch 1: Das Anfärbemittel

Materialien:

- Kopierstift (brilliantgrün)
- Zahnkautabletten (Hersteller: von Hager & Werken GmbH Co. KG, Duisburg, Inhaltsstoffe: Lactose, Magnesiumstearat, Silica, Mentha Arvensis, Lebensmittelfarbe (CI 42090: brilliantblau), (CI 45410: roter Farbstoff, red 28 lake))
- 2 Bechergläser
- Spatel
- Wasserhahn mit Biofilm
- Aquariumfilterschwamm
- Wasser

Durchführung:

- Stelle zwei Lösungen her (100ml Wasser und Zahnkautabletten, 10 Späne und 20 ml Wasser), einmal mit der Zahnkautablette und einmal mit dem Kopierstift
- Schraube die Perlatoren von langen nicht gereinigten Wasserhähnen ab und lege sie jeweils in eine Lösung
- Nimm sie wieder heraus und betrachte dann das Ergebnis
- Zur Kontrolle kannst du den Versuch auch noch mit einem Aquariumfilterschwamm wiederholen



Abbildung 1: links Zahnkautablettenlösung, rechts Kopierstiftlösung

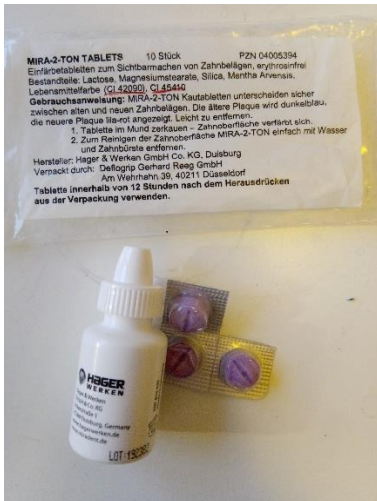


Abbildung 2: Zahnkautabletten

Versuch 2: Biofilm in Flaschen für eine Woche

Aus organisatorischen Gründen (Quarantäne) wurde mit einem längeren Zeitraum von einer Woche begonnen.



Abbildung 3: links: Zutatenliste Tee, rechts: Zutatenliste Apfelsaft

Materialien:

- 6 Glasflaschen (weißes Glas)
- 6 Glasflaschen (braunes Glas)
- 6 Plastikflaschen
- 3 Edelstahlf Flaschen
- Ausreichend Früchtetee (siehe Abbildung)
- Ausreichend Apfelsaft (siehe Abbildung)
- Ausreichend Wasser
- Umzugskarton, bzw. abgedunkelte Box

Durchführung

- Herstellen des Tees nach Anweisung
- Anschließend die Flaschen gleichmäßig befüllen
- Aufteilen auf die dunkle und Helle Box
- Für eine Woche stehen lassen



Abbildung 4: links: Getränke im hellen Raum, rechts Getränke im dunklen Raum

Versuch 3: Biofilme in Flaschen für eine Halbe Woche

Vorgehensweise siehe Versuch 2, Dauer: 3 Tage

Versuch 4: Biofilme in Flaschen für einen Tag

Vorgehensweise siehe versuch 2, Dauer: 1 Tag

Versuch 5: Reinigung

Gereinigt wurde mit Wasser und Zitronensäure, optional auch mit Reiskörnern. Diese Methode wurde gewählt, weil die Zitronensäure die Zellwände der Schimmelsporen auflöst und somit den Pilz zerstört. Die eingetrockneten oder schwer löslichen Schimmelpilze wurden durch die Reibung des harten Reises beim Schütteln entfernt.



Abbildung 5: Reinigung mit Zitronensäure

Ergebnisse

Versuch 1: Anfärbemittel

Beobachtung:

Zahnkautabletten sondert einen medizinischen Geruch ab, aber es riecht auch nach Pfefferminze. Die Farbe der Zahnkautablette löst sich sehr schnell. Es ergibt eine starke violette Färbung. Der Kopierstift riecht nach einer normalen Stiftmine, die Lösung hat eine starke dunkelgrüne Farbe angenommen.

Ergebnis:

Beide Wasserhähne haben sich in der jeweiligen Lösung verfärbt. Die Zahnkautabletten Lösung hat stärker gefärbt, allerdings in einem rosafarbenen Ton. Beim anschließenden Reinigen war die lilafarbene Färbung schwerer zu entfernen als bei der grünen Färbung. Das deutet daraufhin, dass die lilafarbene Färbung besser anfärben kann, weswegen mit dieser Lösung weiter gefärbt wurde. Ähnliche Ergebnisse auch beim Vergleichversuch mit dem Schwamm.

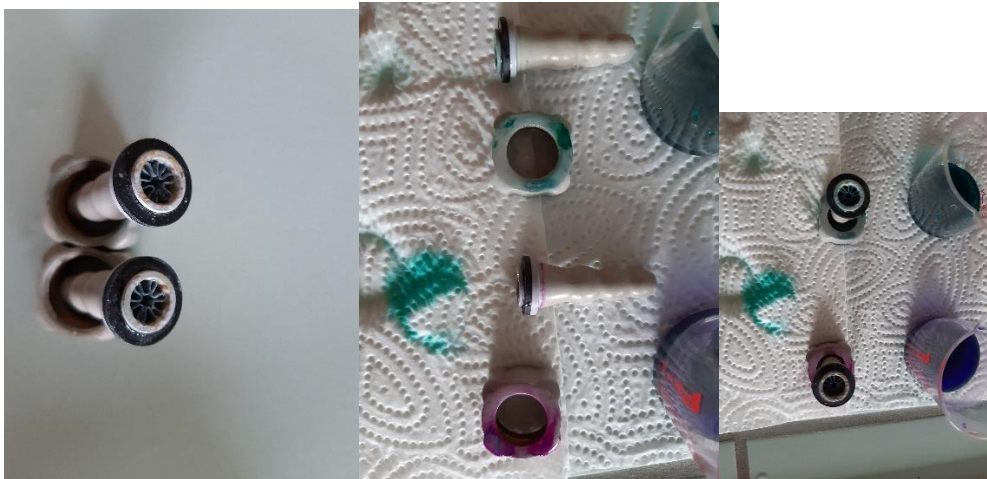


Abbildung 6: links: Wasserhahn mit Biofilm ungefärbt, rechts: Wasserhahn Biofilm gefärbt

Versuch 2: Biofilm in Flaschen für eine Woche

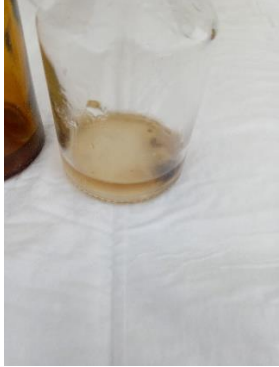



Beobachtung:



Beim Anfertigen der Getränke gab es keine Auffälligkeiten, bis auf, dass Tee und Apfelsaft süßlich gerochen haben. In manchen Flaschen war eine Schimmelbildung zu beobachten. Der Tee hat sich im Laufe der Zeit dunkler verfärbt und der Apfelsaft süßlicher gerochen.

Ergebnis:



Getränk Tee





Flaschenart/ Raum	Beobachtung/ Ergebnis	Bild

<p>Glasflasche/Hell (weiß)</p>	<p>Am Rand schwarze Schimmelbildung</p>	
<p>Glasflasche/Dunkel (weiß)</p>	<p>Schimmelbildung schwammartige Flocken</p>	
<p>Glasflasche/Hell (braun)</p>	<p>Schimmelbildung ähnlich bei Glasflasche hell</p>	
<p>Glasflasche/Dunkel (braun)</p>	<p>Keine Schimmelbildung, leichter Biofilm rundrum</p>	<p>Keine ausreichende Bildqualität</p>
<p>Plastikflasche/Hell</p>	<p>Leichte Schimmelbildung schwammartig</p>	

Plastikflasche/Dunkel	Ebenso, wie Plastikflasche nur kleiner Schwämme	
Edelstahlflasche	Schimmelbildung an dem Flaschenhals, auf dem Flaschenboden nicht	

Getränk: Apfelsaft

Flaschenart/ Raum	Beobachtung/ Ergebnis	Bild
Glasflasche/Hell (weiß)	Graue Schimmelbildung auf dem Getränk	
Glasflasche/Dunkel (weiß)	Weißer Schimmel auf dem Getränk, Myzel erkennbar	

Glasflasche/Hell (braun)	Ebenfalls Schimmelbildung auf dem Getränk	
Glasflasche/Dunkel (braun)	Keine Schimmelbildung, Biofilm an manchen Stellen	Keine ausreichende Fotoqualität
Plastikflasche/Hell	Kleine Schwammartige Schimmelbildung	
Plastikflasche/Dunkel	Keine Schimmelbildung, leichter Biofilm überall	
Edelstahlflasche	Sowohl starker Schimmel an der Flaschenöffnung und im Flaschenhals	

Getränk: Wasser

Flaschenart/ Raum	Beobachtung/ Ergebnis	Bild
Glasflasche/Hell (weiß)	Keine Schimmelbildung, leichter Biofilm	Bildqualität nicht ausreichend bei allen



Glasflasche/Dunkel (weiß)	Keine Schimmelbildung, leichter Biofilm	
Glasflasche/Hell (braun)	Keine Schimmelbildung, leichter Biofilm	
Glasflasche/Dunkel (braun)	Keine Schimmelbildung, ebenfalls leichter Biofilm	
Plastikflasche/Hell	Keine Schimmelbildung, auch leichter Biofilm	
Plastikflasche/Dunkel	Keine Schimmelbildung, ebenfalls leichter Biofilm	
Edelstahlflasche	Unklare schwarze Punkte, entweder Schimmel oder vom Gummi der Flasche	

Versuch 3: Biofilm in Flaschen für eine Halbe Woche

Beobachtung: Der Tee riecht nach wie vor, wie frisch gekocht. Der Apfelsaft riecht etwas süßlicher als am Anfang.



Ergebnis:


Getränk: Tee

Flaschenart/ Raum	Beobachtung/ Ergebnis	Bild
Glasflasche/ hell (weiß)	Leicht weiße Schimmelflocken auf dem Getränk	
Glasflasche/ dunkel (weiß)	Ebenfalls leichte kleine Schimmelflocken	
Glasflasche/ hell (braun)	Keine Schimmelbildung, kein Biofilm	keine ausreichende Fotoqualität

Glasflasche/ dunkel (braun)	Ebenfalls keine Schimmelbildung	
Plastikflasche/ hell	Keine Schimmelbildung, kein angefärbter Biofilm erkennbar	Keine ausreichende Fotoqualität
Plastikflasche/ dunkel	Keine Schimmelbildung, keine lilafarbene Färbung erkennbar	Keine ausreichende Fotoqualität

Getränk: Apfelsaft

Flaschenart/ Raum	Beobachtung/ Ergebnis	Bild
Glasflasche/ hell (weiß)	Weißer Schimmelbildung auf dem Getränk	
Glasflasche/ dunkel (weiß)	Ebenfalls weiße, allerdings flockenartige Schimmelbildung auf dem Getränk	

Glasflasche/ hell (Braun)	Weiße Schimmelbildung	
Glasflasche/ dunkel (braun)	Sehr dichte weiß-graue Schimmelbildung	
Plastikflasche/ hell	Keine Schimmelbildung, kein angefärbter Biofilm erkennbar, dennoch sind schleimartige Spuren sichtbar, diese sind ein Hauch angefärbt	Keine ausreichende Fotoqualität
Plastikflasche/ dunkel	Keine Schimmelbildung, leichter Biofilm	Keine ausreichende Fotoqualität

Getränk: Wasser

Flaschenart/ Raum	Beobachtung/ Ergebnis	Bild
Glasflasche/ hell (weiß)	Keine Schimmelbildung, kein angefärbter Biofilm sichtbar	Keine ausreichende Fotoqualität
Glasflasche/ dunkel (weiß)	Keine Schimmelbildung, kein erkennbarer Biofilm	Keine ausreichende Fotoqualität
Glasflasche/ hell (braun)	Keine Schimmelbildung, auch hier ist kein Biofilm sichtbar	Keine ausreichende Fotoqualität
Glasflasche/ dunkel (braun)	Keine Schimmelbildung, kein wirklich erkennbarer Biofilm	Keine ausreichende Fotoqualität
Plastikflasche/ hell	Keine Schimmelbildung, leicht bläuliche Färbung rundrum	Keine ausreichende Fotoqualität
Plastikflasche/ dunkel	Keine Schimmelbildung, nur leichtes lilafarbenes Schimmern	Keine ausreichende Fotoqualität

Versuch 4: Biofilm in Flaschen für einen Tag

Beobachtung: Keine Auffälligkeiten, nur das Apfelsaft und Tee klebrig geworden sind.

Hinweis: Unter diesem Abschnitt gibt es keine Bilder, zum einen, weil auf den anderen nicht viel zu erkennen wäre und zum anderen wäre die Arbeit zu lang.

Ergebnis:

Getränk: Tee

Flaschenart/ Raum	Beobachtung/ Ergebnis
Glasflasche/ hell (weiß)	Leichte Schimmelbildung, am oberen Rand, wahrscheinlich ist bei der Reinigung etwas übersehen wurden, sonst keine erneute Schimmelbildung
Glasflasche/ dunkel (weiß)	Keine Schimmelbildung, klebrig aber kein Biofilm
Glasflasche/ hell (braun)	Keine Schimmelbildung, kein Biofilm
Glasflasche/ dunkel (braun)	Keine Schimmelbildung, kein Biofilm
Plastikflasche/ hell	Keine Schimmelbildung, kein Biofilm
Plastikflasche/ dunkel	Keine Schimmelbildung, auch kein Biofilm

Getränk: Apfelsaft

Flaschenart/ Raum	Beobachtung/ Ergebnis
Glasflasche/ hell (weiß)	Keine Schimmelbildung, kein Biofilm
Glasflasche/ dunkel (weiß)	Keine Schimmelbildung, kein Biofilm
Glasflasche/ hell (braun)	Keine Schimmelbildung, ebenfalls kein Biofilm
Glasflasche/ dunkel (braun)	Keine Schimmelbildung, ganz leichte Flecken an Biofilm
Plastikflasche/ hell	Keine Schimmelbildung, leichte Biofilmbildung
Plastikflasche/ dunkel	Keine Schimmelbildung, keine Biofilmbildung

Getränk: Wasser

Flaschenart/ Raum	Beobachtung/ Ergebnis
Glasflasche/ hell (weiß)	Keine Schimmelbildung, kein Biofilm
Glasflasche/ dunkel (weiß)	Kleiner gefärbter Biofilmstreifen erkennbar
Glasflasche/ hell (braun)	Keine Schimmelbildung, kein Biofilm
Glasflasche/ dunkel (braun)	Keine Schimmelbildung, gar keine Spuren von Biofilm
Plastikflasche/ hell	Keine Schimmelbildung, kein Biofilm erkennbar

Plastikflasche / dunkel	Keine Schimmelbildung, ganz kleine angefärbte Flecken erkennbar
-------------------------	---

Versuch 5: Reinigung:

Alle Flaschen sind sauber geworden.

Vergleich der Materialien

Kriterien	Weißes Glas	Braunes Glas	Plastik	Edelstahl
Bruchsicherheit	gering	gering	hoch	hoch
Umweltfreundlich?	ja	ja	nein	ja
Verschluss/Abdichtung	mittelmäßig	mittelmäßig	Sehr gut, aufgrund des feineren Verschlusses	Sehr gut
Reinigung	Leicht, wegen glatter Oberfläche	Leicht, wegen glatter Oberfläche	Schwieriger, wegen teils gerillter Oberfläche	Leicht, wegen glatter Oberfläche
Schimmelpilzwachstum <ul style="list-style-type: none"> Gesüßte Getränke Ungesüßte Getränke 	<u>Gesüßte Getränke:</u> viel Wachstum <u>Ungesüßte Getränke:</u> kein Wachstum	<u>Gesüßte Getränke:</u> mäßiges Wachstum <u>Ungesüßte Getränke:</u> kein Wachstum	<u>Gesüßte Getränke:</u> vergleichsweise wenig Wachstum <u>Ungesüßte Getränke:</u> kein Wachstum	<u>Gesüßte Getränke:</u> deutliches Wachstum <u>Ungesüßte Getränke:</u> kein Wachstum
Biofilmwachstum <ul style="list-style-type: none"> Gesüßte Getränke Ungesüßte Getränke 	<u>Gesüßte Getränke:</u> Vergleichsweise wenig Biofilm <u>Ungesüßte Getränke:</u> Wenig Biofilm	<u>Gesüßte Getränke:</u> Vergleichsweise weniger Biofilm <u>Ungesüßte Getränke:</u> Wenig Biofilm	<u>Gesüßte Getränke:</u> Am meisten Biofilmbildung <u>Ungesüßte Getränke:</u> Vergleichsweise viel Biofilm	<u>Gesüßte Getränke:</u> wurde nicht untersucht <u>Ungesüßte Getränke:</u> wurde nicht untersucht
Preis	5€- 30€	6€- 30€	2€- 20€	10€- 30€

Legende:

Grün: sehr gut

Gelb: mäßig gut

Rot: schlecht

Ergebnisdiskussion:

Meine Ergebnisse zeigen, dass sich Schimmelpilze schneller als Biofilme entwickeln, besonders in zuckerhaltigen Getränken, wie Apfelsaft oder Tee entwickeln. Es könnte, dass Biofilme einen längeren Zeitraum benötigen, um sich zu bilden.

Das Suchen nach dem Anfärbemittel und Auswählen der Flaschen und der Getränke ist bei mir sehr gut gelaufen, weil ich mir davor einen Plan erstellt habe. Zugegebenermaßen hätte ich mich besser organisieren sollen. Ich musste auf das Testen verschiedener Reinigungsmittel von Schimmel und Biofilmen verzichten, weil ich das aus zeitlichen Gründen nicht geschafft habe. Auf der anderen Seite hatte das verspätete Anfangen auch positive Auswirkungen, z.B. konnte ich experimentieren und die Arbeit parallel dazu schreiben.

Meine Arbeit/ Ergebnisse stimmen größtenteils mit dem was ich die Jahre zuvor gelesen bzw. gehört habe überein.

Ich festgestellt, dass Mikrobiologie interessant und lebendig ist.

Neue Ideen von mir, das Projekt weiterzuführen sind z.B. noch herauszufinden, ab welchem prozentualen Zuckergehalt ein Schimmelpilz überhaupt wächst.

Meine Arbeit verdeutlicht, dass man darauf achten soll, Getränke zeitnah zu entsorgen oder wenigstens gründlich zu reinigen. Ich denke, durch die eingefügten Bilder wird das deutlich sichtbar.

Zusammenfassung:

Für das Anfärben von Biofilm habe ich ein Anfärbemittel gefunden, dieses hat mich am Anfang sehr beeindruckt zum Ende hin, jedoch enttäuscht, weil ich ein deutliches Wachstum von Biofilmen erwartet hätte. Ich konnte gut beobachten und dokumentieren, wie schnell Schimmelpilze wachsen. Ich habe festgestellt, dass die Helligkeit in manchen Fällen das Wachstum fördert, in manchen aber auch nicht. Zusammenfassend kann ich sagen, man sollte vor allem süßliche Getränke nach Gebrauch nicht stehen lassen, sondern gründlich entsorgen. Eine gute Methode, die mich beeindruckt hat, war das Entfernen der Schimmelpilze mit Reis und Zitronensäure, das hat wirklich sehr gut funktioniert. In der Plastikflasche haben sich die wenigsten Schimmelpilze/ Biofilme gebildet, weil die wahrscheinlich den besten Verschluss gehabt hat. Bei dem Getränk Wasser ist es so, dass sich kein Schimmelpilz nachweisen ließ. Teilweise konnte man leichte Biofilme erkennen, diese sind auf den Fotos leider nicht sichtbar. Zudem habe ich in einer handelsüblichen Flasche Wasser über einen längeren Zeitraum stehen lassen. Es hat sich kein Schimmelpilz gebildet, aber es war ein deutlicher Biofilm zu sehen. Was ich aber vor allem zeigen möchte in meiner Arbeit ist, dass Schimmel wirklich schnell entstehen kann, mir war es wichtig, dass durch die Bilder zu verdeutlichen. Ich denke, das habe ich hinbekommen.

Quellen-undLiteraturverzeichnis

- [Biofilm – Wikipedia](#)
- [Schimmelpilz – Wikipedia](#)