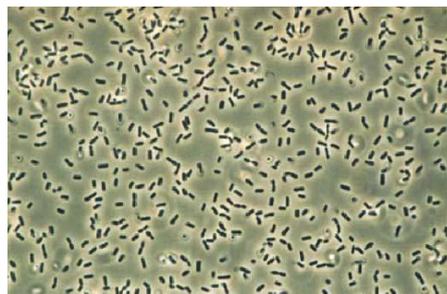


## Schmutzfinger

Warum soll man sich die Hände waschen? Nicht nur, weil der Schmutz weg soll! Auf unseren Händen sind sehr viele kleine Organismen: Bakterien, Viren, winzige Schimmelpilze. Sie bleiben an den Fingern kleben, wenn man eine Türklinke anfasst, einen Hund streichelt, einen Apfel in die Hand nimmt. Bakterien, Viren und Pilze sind überall und man sieht sie nicht! Viele davon sind für uns harmlos, manche benutzen wir sogar für die Herstellung von Käse, Wurst und Brot. Aber manche sind sehr gefährlich und können schwere Krankheiten verursachen. Und auch die meisten Schimmelpilze sind sehr ungesund und giftig.

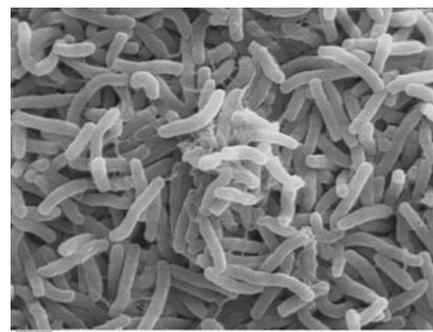
Schimmelpilze sind klein! Bakterien sind sehr klein! Und Viren sind noch kleiner!  
Mit dem bloßen Auge kann man sie nicht sehen.  
Mit einem Vergrößerungsglas kann man sie nicht sehen.

Mit einem Mikroskop kann man nur kleine schwarze Punkte sehen.



Bakterien im Lichtmikroskop (Foto: Wikipedia)

Nur mit einem starken Elektronenmikroskop kann man sie wirklich sehen – und selbst dann sehen sie meist nicht sehr eindrucksvoll aus!.



Bakterien im Elektronenmikroskop (Foto: Wikipedia)

Aber es gibt einen Trick um sie trotzdem für das bloße Auge sichtbar zu machen:  
Ein Bakterium ist nicht sichtbar, auch nicht 10 oder 100. Aber wenn eine Million oder 10 Millionen an einem Fleck sitzen, dann kann man sie als einen Punkt sehen, den man eine Kolonie nennt.

Bakterien und Pilze vermehren sich sehr schnell. Wenn man ein Bakterium mit gutem Futter versorgt, dann teilt es sich nach 20 Minuten und man hat zwei Bakterien. Nach 40 Minuten hat man vier und nach einer Stunde acht. Das reicht noch lange nicht aus um sie sehen zu können. Aber wenn man weiter rechnet: nach 8 oder 10 Stunden gibt es etwa 60 Millionen und die kann man als kleinen Punkt, als Bakterienkolonie mit bloßem Auge sehen!

Wissenschaftler kochen "Bakterienfutter", wenn sie eine große Menge für ihre Versuche züchten wollen.

Wir können das einfacher machen denn Bakterien und auch Schimmelpilze finden genug Nährstoffe in einfachem Weißbrot. Sie wachsen nicht so gut wie auf ihrem Lieblingsfutter, aber sie wachsen!

### Materialien

- 1-Liter Zip-lock Gefrierbeutel
- Frisches Toastbrot
- Desinfektionsmittel
- Greifwerkzeug (große Pinzette, Grillzange, Gabel oder ähnlich)
- Einmal-Handschuhe (nicht unbedingt erforderlich)
- Tupperdose (mind. 15x15cm)

### Vorbereitung

Arbeitsflächen gründlich mit Spülmittel und warmem Wasser putzen und mit Haushaltspapier trocknen, wenn möglich mit Desinfektionsmittel besprühen.

Greifwerkzeug (Pinzette oder Grillzange ebenfalls sorgfältig putzen und desinfizieren.  
(Die Vorbereitung sollte nicht von den Schülern gemacht werden – die sollen schmutzige Hände haben!).

### Durchführung

1. Hole eine Scheibe Toastbrot mit dem sauberen Greifwerkzeug aus der Packung und nimm sie in die ungewaschenen Hände. Drücke das Brot leicht zwischen den Händen und wische vorsichtig deine Finger daran ab. Achte darauf, dass die Brotscheibe nicht reißt oder zerbricht! Stecke sie dann in den Gefrierbeutel (das kannst du mit den schmutzigen Fingern tun). Verschließe den Beutel und beschrifte ihn mit deinem Namen, dem Datum und mit "schmutzige Finger".
2. Wasche dann deine Hände für mindestens zwei Minuten sorgfältig mit Seife und trockne sie an einem frischen, sauberen Handtuch oder Haushaltspapier ab. Wenn möglich, sprühe sie mit Desinfektionsmittel ein, verreise das gut und lass die Hände trocknen.  
Hole eine zweite Scheibe Toastbrot mit dem Greifwerkzeug (vorher noch einmal kurz desinfizieren) aus der Packung und drücke sie wie oben zwischen den Hände und wische die Finger am Brot ab. Stecke die Scheibe in einen anderen Beutel, beschrifte den Beutel mit Name, Datum und "saubere Finger".

3. Hole mit dem Greifwerkzeug eine dritte Scheibe Toast aus der Packung, berühre sie nicht mit den Händen und stecke sie direkt in einen Gefrierbeutel. Beschrifte wieder mit Name, Datum und "ohne Finger" oder „Kontrolle“.
4. Lege die verschlossenen Beutel in eine Tupperdose und dann in einen Schrank oder auf ein Regal. Klebe auf die Tupperdose einen Zettel mit deinem Namen und "Nicht öffnen!".  
Wenn die Tupperdose an einem warmen Ort steht (22°C bis 30°C) wachsen Bakterien und Pilze schneller und man kann früher etwas sehen!
5. Nach drei oder vier Tagen kannst du nachschauen, aber meistens sieht man erst nach etwa 8 bis 10 Tagen etwas. Du kannst aber alle 3-4 Tage ein Foto von deinen drei Toastscheiben machen (Scheiben dazu nicht aus dem Beutel nehmen!).
6. Spätestens nach zwei Wochen kommen die Beutel in den Müll. Nicht öffnen! Pilze und Bakterien auf dem Brot können gefährlich sein (deshalb soll man auch kein verschimmeltes Brot essen!)

**Wir erwarten**, dass das Brot, das du mit den schmutzigen Fingern angefasst hast ziemlich ekelig aussieht: da können schwarze, grüne, gelbe oder weiße Flecken erscheinen, manche davon sind etwas haarig (besonders am Rand). Die meisten Flecken sind Schimmelpilze die an deinen Fingern geklebt haben.

Auf dem Brot, das du mit den gewaschenen Händen angefasst hattest, sollte nichts wachsen. Wenn doch etwas wächst, dann hast du die Hände nicht gut genug gewaschen! Das dritte Brot „ohne Finger“ ist eine **Kontrolle**. Die ist in der Wissenschaft ganz wichtig! Auch ein frisch gekauftes Brot ist nie ganz sauber. Vielleicht war die Packung nicht ganz dicht oder eine Maus hat sie angeknabbert? Früher oder später verschimmelt auch ein Brot in der Packung. Aber das sollte deutlich länger dauern als wenn du das Brot mit schmutzigen Fingern anfässt. Wenn in unserer Versuchszeit auf der Kontrolle etwas wächst, dann ist das schlecht und du kannst nicht sicher sagen, wie viele Bakterien und Pilze schon vorher da waren und wie viele du mit den Fingern drauf gebracht hast.

**Nach dem Experiment wirf die Beutel in den Müll. Mach sie nicht auf! Die Pilze und Bakterien können gesundheitsgefährlich sein!**

## Experiment 2

Auch hier geht es um Bakterien, Pilze und vergammelte Lebensmittel.

Wir untersuchen, wie und warum Fleisch schlecht wird und wie man das verhindern oder herauszögern kann.

Die Materialien sind die gleichen wie im ersten Experiment.

Zusätzlich brauchen wir:

- vier kleine Stückchen Fleisch oder Klümpchen von Hackfleisch (etwa so groß wie ein Gummibärchen)
- einen kleinen Kochtopf
- einen Küchenherd oder eine Heizplatte
- vier Unterteller
- Pinzette, Gabel oder Zahnstocher (frisch und sauber, direkt aus der Packung)

Die Fleischstückchen werden zum Schluß alle mit einer sauberen Pinzette auf ein

Toastbrot gedrückt und kommen für ein paar Tage in je einen Gefrierbeutel. Beschriftung nicht vergessen! (siehe unten)

Hier sind die Proben, die du am ersten Tag vorbereiten sollst:  
(zuerst Hände waschen und desinfizieren, ebenso die Arbeitsfläche!)

1. Zwei Stücke Fleisch auf einen kleinen Teller legen und offen stehen lassen (nicht abdecken!). Das Fleisch sollte nicht austrocknen – wenn nötig einen Tropfen sauberes Wasser zugeben. (Probennamen: „offen A“ und „offen B“)
2. Ein Stück Fleisch offen auf einem kleinen Teller in den Kühlschrank legen (Probennamen: „Kühlschrank“).
3. Ein Stück Fleisch in Frischhaltefolie wickeln und in die Tiefkühltruhe legen (Probennamen: „Tiefkühl“).

Nach drei, oder besser nach vier Tagen, die Fleischproben mit der sauberen, desinfizierten Pinzette oder Gabel auf einzelne (saubere!) Teller legen (Pinzette/Gabel nach jedem Fleischstück putzen und desinfizieren). Probe „Tiefkühl“ aus der Folie auspacken. Einen vierten Teller für die Probe „offen B“ bereitstellen. Vor jeden Teller einen Zettel mit dem Probennamen legen, damit man nichts verwechselt!

In einem kleinen Topf etwas Wasser aufkochen, das Fleischstück „offen B“ mit einem Löffel hineinlegen und etwa 3 Minuten kochen lassen. Dann das Fleisch mit dem Löffel herausnehmen und auf den vierten Teller legen.

Nun kommen die Gefrierbeutel und das Toastbrot. Achte darauf, dass die Arbeitsfläche und das Greifwerkzeug (Gabel oder Pinzette) sauber sind! Fleisch und Toastbrot nie mit den Fingern berühren!

Vier Scheiben Toastbrot auf die Arbeitsfläche legen und je ein Stück Fleisch mit der Gabel so in die Mitte des Toastbrots drücken, dass es möglichst fest sitzt.

Jede Scheibe in einen Gefrierbeutel legen, verschließen und den Beutel mit deinem Namen, Probennamen und Datum beschriften, Als letztes kommt die „Kontrolle“, eine Scheibe Brot, die ohne Fleisch und ohne sie anzufassen in einen Beutel gegeben wird. Sie soll zeigen, ob das Brot aus der Packung wirklich sauber war. Alle Beutel dann in eine Tupperdose legen und im Schrank oder Regal stehen lassen.

Nicht vergessen: nach dem Experiment Teller, Topf, Werkzeuge, Arbeitsfläche und Hände sorgfältig waschen!

Wie im ersten Experiment alle drei bis vier Tage nachsehen, ob in den Beuteln etwas passiert ist und Fotos machen.

**Nicht vergessen: nach spätestens 14 Tagen die Beutel ungeöffnet in den Hausmüll werfen!**

### **Was erwarten wir?**

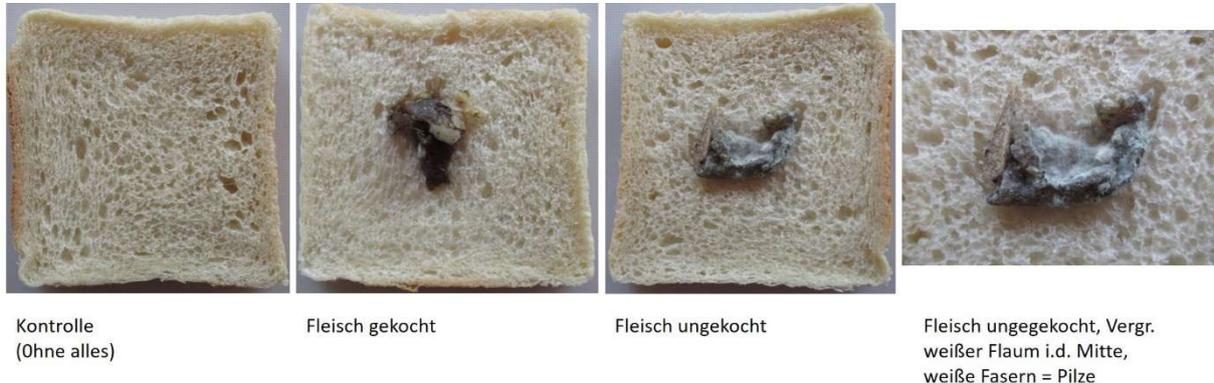
Nach drei bis vier Tagen sind aus der Luft Bakterien und Pilze auf die Fleischproben „offen A“ und „offen B“ gefallen. Vielleicht ist auch eine Fliege mit „schmutzigen Füßen“ darüber gelaufen. Auf der Probe „offen A“ sollten also viele Bakterien und Pilze wachsen.

Die Probe „offen B“ haben wir gekocht. Bei der Hitze sterben die meisten Bakterien und Pilze ab. Es sollte also kaum etwas auf dem Toastbrot wachsen.

In der Kälte (Kühlschrank) können Bakterien und Pilze nur sehr langsam wachsen. Weil aber der Kühlschrank ab und zu geöffnet wird und Menschen hineingreifen, können doch ein paar Bakterien auf das Fleisch fallen und später auf dem Toastbrot wachsen. Es sollten aber viel weniger sein als bei der Probe „offen A“.

Im Gefrierschrank ist es noch kälter! Da wächst praktisch nichts mehr. Außerdem hatten wir die Probe in Frischhaltefolie eingepackt. Trotzdem können ein paar wenige Bakterien und

Pilze da drauf sein, nach der Tiefkühlung wieder aufwachen und auf dem Toastbrot wachsen. Beim Metzger und an der Fleischtheke wird sauber gearbeitet – aber kleine Verunreinigungen kann man nie verhindern!



Vier Tage nach Versuchsbeginn, noch ein paar Tage und die Toastscheibe wird beim ungekochten Fleisch völlig mit Pilzen überwachsen. Beim gekochten Fleisch sind nach vier Tagen noch keine Pilze zu sehen.

Fotos nach weiteren Tagen folgen!

### Was haben wir gelernt?

1. Frisches Fleisch (in unserem Fall die Probe „Tiefkühl“) kann kleine Mengen an Bakterien und Pilzen enthalten. Deshalb wird es in den meisten Fällen gekocht oder gebraten, um auch die noch abzutöten. Rohes Fleisch sollte man möglichst nicht essen.
2. Auf Fleisch, das bei Zimmertemperatur offen herumsteht (Probe „offen A“), sammeln sich mehr Bakterien und Pilze an. Das Fleisch „vergammelt“ und wir können das auf dem Toastbrot sehen.
3. Wenn das „vergammelte“ Fleisch gekocht wird (Probe „offen B“), sterben die meisten Bakterien und Pilze ab. Essen sollte man es trotzdem nicht – es schmeckt nicht mehr, weil es teilweise schon von Bakterien und Pilzen verdaut wurde. Außerdem sind die Verdauungsprodukte nicht gut für unsere Gesundheit.
4. Im Kühlschrank ist Fleisch länger haltbar, weil sich Bakterien und Pilze dort kaum vermehren. Wenn man die Probe „Kühlschrank“ mit der Probe „Tiefkühl“ vergleicht, kann man aber oft (nicht immer!) sehen, dass im Kühlschrank doch mehr gewachsen ist als in der Tiefkühltruhe.

### Weitere Experimente

- A) Zusätzlich zum Kochen (Probe „offen B“) kann das Fleisch auch in der Mikrowelle erhitzt werden. Das sollte den gleichen Effekt haben.
- B) Das Experiment kann auch parallel mit veganen Fleischersatzprodukten durchgeführt werden. Dabei ist zu beachten, dass es sich meist um hoch verarbeitete Lebensmittel handelt, sie werden zwar nicht sterilisiert, aber oft pasteurisiert und/oder durch Zusatzstoffe haltbarer gemacht. Je nach Produkt können deutlich weniger Bakterien und Pilze vorhanden sein als bei frischem Fleisch vom Metzger. Manche Fleischersatzprodukte (z.B. Tempeh) sind fermentiert und enthalten naturgemäß viele (essbare) Bakterien und/oder Pilze. Bei frischem Tempeh sollte das Toastbrot sehr schnell völlig zuwachsen – das sind aber überwiegend essbare Pilze! Wenn Tempeh gekocht wird, sollte nichts mehr wachsen.
- C) Der Phantasie zu weiteren Experimenten sind keine Grenzen gesetzt! So kann man ein Stück von einem alten Spültuch auf das Toastbrot legen, ein paar Tropfen

Wasser aus dem Aquarium oder der Regentonne aufträufeln, ein paar Krümel Erde oder Kompost einreiben. Oder die Schüler anregen, eigene Ideen vorzuschlagen.

- D) Toastbrot ist eine wunderbare und einfache Alternative zu „richtigen“ Nährböden. Das gilt besonders, für jüngere Schüler und wenn keine Zeit oder keine Ausstattung für das Gießen von Petrischalen verfügbar ist. Will man es etwas professioneller machen: hier ist ein einfaches Rezept, wie man mit Agar-Agar und gekörnter Brühe ein brauchbares Nährmedium herstellen kann:  
<https://nicostanitzok.de/petrischalen-naehrboden-herstellen-zu-hause-agarplatten-selber-machen/>

### **Hinweise für Lehrkräfte**

Mit diesem Experiment werden hauptsächlich (Schimmel-) Pilze erfasst. Bakterien wachsen auf dem Brot schlechter und langsamer und werden schnell von den Pilzen überwachsen.

Das Experiment ist nicht nur im Bereich Mikrobiologie einsetzbar. Es kann auch mit Schwerpunkten in Hygiene und Lebensmittel eingesetzt werden. Verständnis für Sauberkeit und Konservierung (Kühlschrank, Tiefkühlung, Kochen) leisten auch einen Beitrag gegen Lebensmittelverschwendung.

Grundsätzliche Regeln des wissenschaftlichen Arbeitens können vermittelt werden: Präzision, genaues Protokollieren und vor allem die Notwendigkeit von Kontrollen!

Die Ergebnisse sollten sorgfältig ausgewertet werden. Man kann auszählen, wie viele Kolonien (Flecken) auf einer Brotscheibe wachsen, man kann an der Färbung und Form der Kolonien verschiedene Pilze unterscheiden und man kann beobachten, welche schneller und welche langsamer wachsen. Mit einer Lupe kann man sich die Pilze (durch den Beutel!) genauer ansehen. Wie ausführlich das gemacht wird, können die Lehrkräfte selbst bestimmen - ein kurzer Blick auf die Beutel und der Ausruf „Oh, wie ekelig!“ reicht aber nicht!

Bei unerwarteten Ergebnissen (z.B. auf der Kontrolle sind die meisten Pilze), sollte zumindest eine grobe Fehlersuche gemacht werden, indem die Schüler nach möglichen Fehlerquellen gefragt werden:

- könnte es eine Verwechslung sein?
- ist die Scheibe vielleicht auf den Boden gefallen?
- wurde das Experiment nahe an einem offenen Fenster gemacht?
- Ist vielleicht ein Gegenstand (z.B. Schulheft oder Schreibstift) auf das Brot gefallen?
- habt ihr zuhause Brot gebacken (auch bei ordentlichem Waschen können Hefesporen in den Haaren und in der Kleidung sein)

Lehrkräfte sollten besonders darauf achten, dass die Beutel mit verschimmeltem Brot nicht geöffnet werden. Allergische Reaktionen auf Schimmel oder auch Infektionen sind selten, aber durchaus möglich.