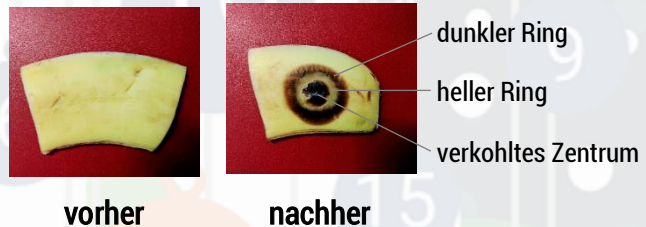


## AUFLÖSUNG

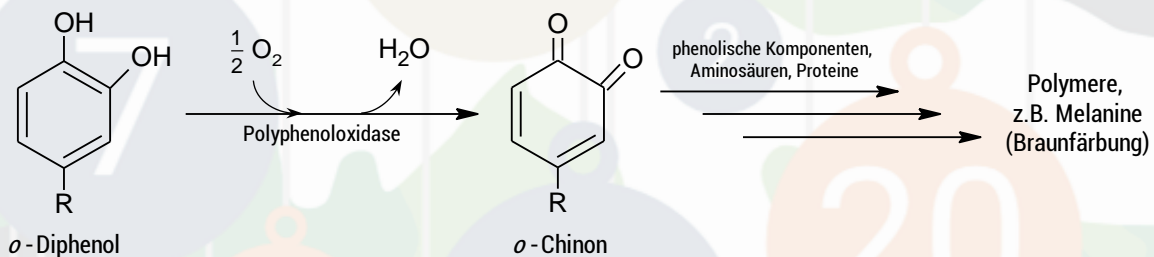
## Was sollte zu beobachten sein?

Kurze Zeit, nachdem die Bananenschale über die Teelichtflamme gehalten wird, ist eine dunkle Verfärbung erkennbar. Nach ca. 30 Sekunden können an der Bananenschale schließlich verschieden gefärbte, ringförmige „Zonen“ beobachtet werden.

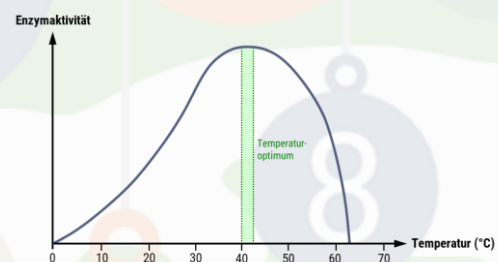


## Erklärung:

Die auch im Alltag bei Bananen oder anderen Obstsorten, z.B. Äpfeln oder Birnen, beobachtbare Braunfärbung beruht auf der sogenannten **enzymatischen Bräunung**. Darunter werden Reaktionen zusammengefasst, durch welche in pflanzlichen Lebensmitteln vorkommende phenolische Verbindungen, hauptsächlich Polyphenole, durch Enzyme in die entsprechenden *ortho*-Chinone umgewandelt und diese in weiteren Schritten zu Produkten (Melanine) polymerisiert werden. Jene rufen die sichtbare Braunfärbung hervor. In diesem Prozess spielt das Enzym **Polyphenoloxidase** eine entscheidende Rolle. Vereinfacht laufen diese Reaktionen nach folgendem Schema ab:



Die Enzymaktivität und damit auch die Geschwindigkeit der katalysierten Reaktionen hängen von Faktoren, wie **Temperatur** und pH-Wert ab. Damit können die Versuchsbeobachtungen weiter erklärt werden: Im Zentrum kommt die Flamme mit der Bananenschale in Berührung. Die Temperatur ist so hoch, dass sämtliche Strukturen zerstört werden. Im „hellen Ring“ ist diese nicht mehr so hoch, um das Gewebe zu zerstören, aber noch so hoch, sodass die Enzyme weitestgehend inaktiv bleiben. Infolgedessen werden keine farbgebenden Substanzen produziert. Im „dunklen Ring“ herrschen schließlich Temperaturen, die dem Temperaturoptimum der Polyphenoloxidase entsprechen, das Enzym wird aktiviert und die oben dargestellten Reaktionen laufen ab. In dieser Zone werden Melanine gebildet und es kommt zur Braunfärbung.



### Beantwortung der Ausgangsfrage:

Wird die Umgebungstemperatur erhöht, so kann der Reifungsprozess von Bananen beschleunigt werden. Legt man diese auf ein Backblech in den vorgeheizten Backofen, so sind sie nach ca. 20 bis 40 Minuten äußerlich dunkel verfärbt und der Fruchtkörper weist eine matschige Konsistenz auf. Jetzt steht der Zubereitung des verführerischen Bananenbrottes nichts mehr im Wege!

**Hinweis:** Dabei sollte beachtet werden, dass die Temperatur im Backofen nach Möglichkeit auf die niedrigste Stufe, z.B. 80°C, eingestellt werden sollte. Insgesamt ist die Temperatur beim Reifungsprozess von Früchten jedoch nur einer von vielen Faktoren und so gibt es mehrere Mittel und Wege, Bananen schneller reifen zu lassen!

### Didaktischer Kommentar:

Das Experiment thematisiert den Themenkomplex der Enzymatik und spricht explizit die Enzymaktivität in Abhängigkeit von der Temperatur an. Dies findet im Lehrplan für den Erwerb der allgemeinen Hochschulreife im Fach **Biologie** Anwendung: In der Qualifikationsphase der Thüringer Oberstufe (Klassenstufen 11/12) weist der Lehrplan die Stoffeinheit „*Stoff- und Energiewechsel*“ aus. Hierunter findet sich das Themengebiet der „*Enzyme als Biokatalysatoren in Stoff- und Energiewechselprozessen*“. Innerhalb dessen wird vom Lehrplan, sowohl für den grundlegenden als auch für den erhöhten Anforderungsbereich, gefordert, dass die Schüler/-innen ...

- *grafische Darstellungen zur Abhängigkeit der Enzymwirkung von der Temperatur und vom pH-Wert interpretieren sowie den Einfluss von Enzymgiften auf die Aktivität von Biokatalysatoren erläutern sollen.*

Im erhöhten Anforderungsniveau werden darüber hinausgehend Schülerexperimente gefordert, die jene Inhalte vertiefend thematisieren. So sollen die Schüler/-innen ...

- *unter Anwendung der experimentellen Methode die Abhängigkeit der Enzymaktivität von Temperatur und pH-Wert untersuchen.*

### Zum Weiterdenken:

Im verlinkten YouTube-Video wird der hier vorgestellte Versuch im Rahmen eines Schülerprojektes des Biologieunterrichts in der Oberstufe zusammenfassend dargestellt:

<https://www.youtube.com/watch?v=KQXhxHMUTHc>

Weitere Anregungen zu Experimenten mit Bananen findest du unter den nachfolgenden Links. Man kann den Reifungsprozess auch durch niedrigere Temperaturen, z.B. im Kühlschrank, beschleunigen! Welche Erklärung gibt es für dieses Phänomen?

<https://kinder.wdr.de/tv/wissen-macht-ah/bibliothek/dasfamoseexperiment/bibliothek-bananen-versuch-100.html>

[https://assets.openscience-files.or.at/\\_/d5/3a/d53a1c5b.pdf](https://assets.openscience-files.or.at/_/d5/3a/d53a1c5b.pdf)

