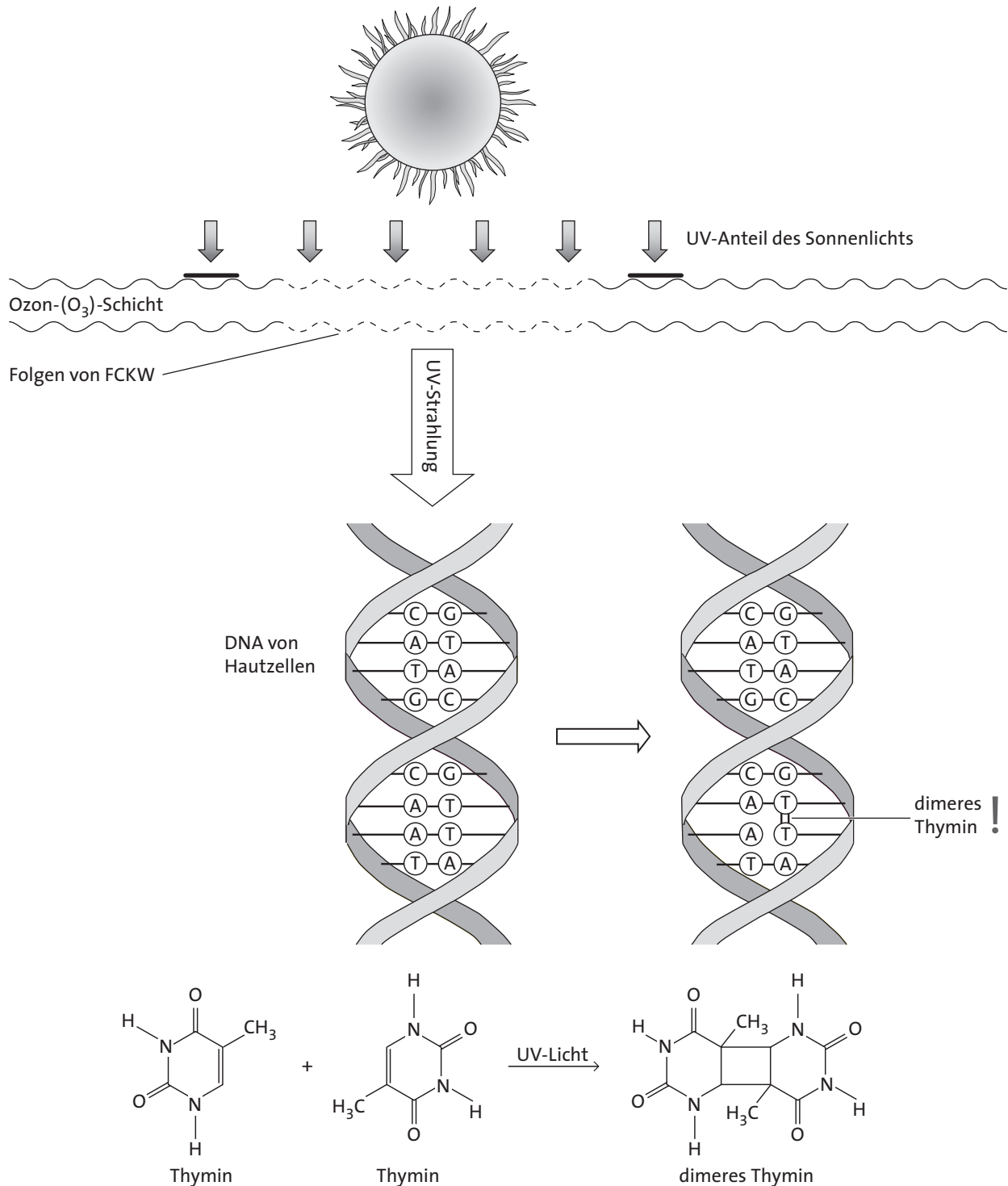


Ökologie

18 Anthropogen bedingter Ozonabbau und Hautkrebs

Arbeitsmaterial



Aufgaben

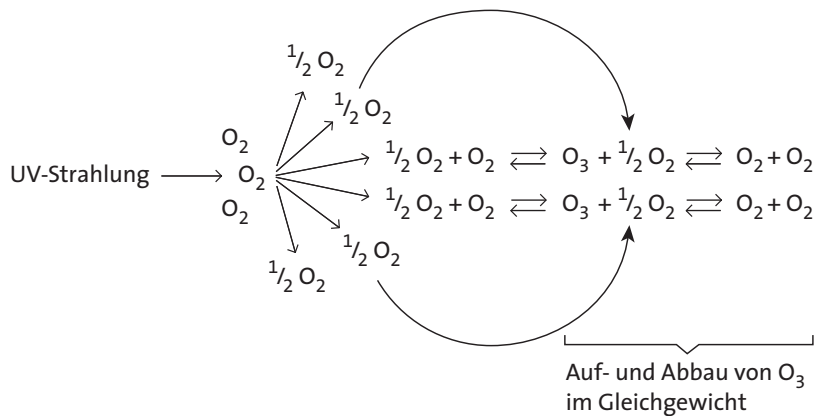
1. Stellen Sie die natürliche Einstellung eines Ozongleichgewichts schematisch als Pfeildiagramm dar.
2. Erläutern Sie die in der Abbildung schematisch gezeigten Zusammenhänge mit besonderer Berücksichtigung der Tumorbildung in Hautzellen.
3. Zeigen Sie mit den Kugeln des Kalottenmodells die Wirkung von Fluorchlorkohlenwasserstoffen (FCKW) auf Ozonmoleküle. Kommentieren Sie Ihre Vorgehensweise.

I Lernvoraussetzungen

- Bildung von Ozonmolekülen unter UV-Licht-Einfluss
- Wirkung von FCKW-Molekülen auf Ozonmoleküle
- Replikation der DNA
- Ablesefehler infolge von Punktmutationen

II Erwartete Leistungen

1.



2. Fluorchlorkohlenwasserstoffe bauen Ozonmoleküle ab; das natürliche Gleichgewicht zwischen Ozonauf- und -abbau ist gestört. Infolgedessen wird der Ozongürtel der Erde durchlässig und UV-Strahlung, die normalerweise von der Ozonschicht zurückgehalten wird, kann ungehindert auf die Erdoberfläche dringen. In der DNA von Hautzellen in der Keimschicht können die UV-Strahlen dazu führen, dass zwei hintereinander in einem DNA-Einzelstrang befindliche Thyminmoleküle irreversibel verschmelzen („dimeres Thymin“). Die Folge ist eine Punktmutation an dieser Stelle. Bei der Replikation der Hautzellen-DNA in der Mitose sowie bei der Proteinbiosynthese kommt es zu Ablesefehlern. Zelleigene Regulationsmechanismen werden außer Kraft gesetzt. Daraus resultiert eine unkontrollierte Zellvermehrung, die sich in Tumorbildung äußert.

3. Vgl. Durchführung.

Aus den FCKW, die sich z. B. in Kühlmitteln und Treibgasen befinden, wird atomares Chlor freigesetzt. Dieses spaltet O₃ in O₂ und 1/2 O₂. Der naszierende (atomare) Sauerstoff verbindet sich mit Cl, so dass ClO (Chlormonooxid) entsteht. ClO geht nun eine „Rückreaktion“ mit 1/2 O₂ zu Cl und O₂ ein. Somit kann ein einziges Chloratom aus einem FCKW-Molekül wie bei einer Kettenreaktion Tausende von Ozonmolekülen zerstören.

Bauanleitung des Modells

III Einsatzmöglichkeiten

Arbeitsmaterial und Modell kombinieren anthropogen bedingte ökologische Veränderungen mit molekulargenetischen Folgen für die menschliche Gesundheit. Die Entstehung von Hautkrebs durch zu hohe UV-Einstrahlung hat auch für Schüler, die nicht in den vom „Ozonloch“ betroffenen Gebieten der Erde leben, Alltagsrelevanz: Vor dem übermäßigen Besuch von Sonnenstudios wird eindringlich gewarnt. Somit dient das Material zugleich der Gesundheitsförderung und führt zur kritischen Reflexion der unbedachten Freisetzung von FCKW (*Kompetenzbereich Bewertung*).

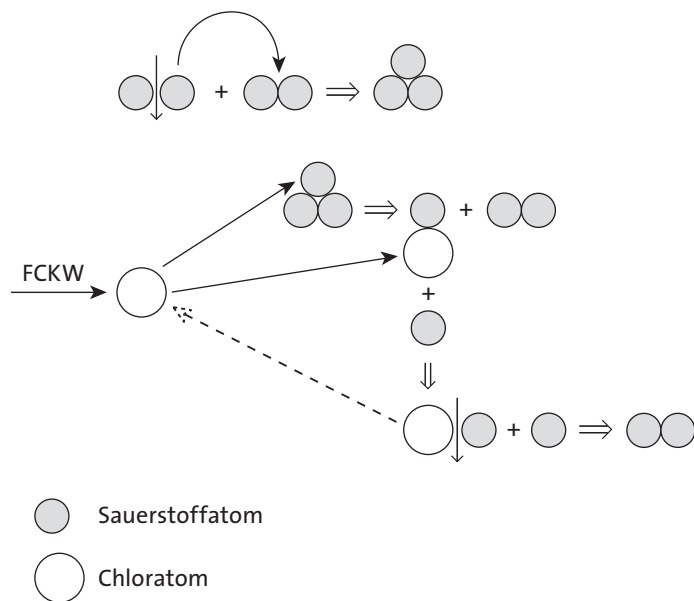
Die Kugelkombinationen des Modells, das den typischen Kalottenmodellen in der Chemie nachempfunden ist, lassen sich schnell vom Lehrer herstellen und können dann immer wieder verwendet werden. Es ist sinnvoll einen Vorrat an vorbereiteten Kugeln anzulegen; so können mehrere Schüler zeitgleich arbeiten.

IV Material und Geräte

- 4 kleine Styroporkugeln
- eine größere Styroporkugel
- 3 dünne Nägel von ca. 2,5 cm Länge
- Sekundenkleber
- (alternativ: Kalottenmodelle aus einem Molekülbaukasten)

V Durchführung

In die größere Kugel und in zwei kleine Kugeln wird vorsichtig jeweils ein Nagel mit dem „Kopf“ voran ca. 1 cm tief hineingeschoben und mit Sekundenkleber fixiert. Nach dem Aushärten können die „Moleküle“ reversibel zusammengesteckt werden.



VI Analogisierung

Bauelemente	Realität
<ul style="list-style-type: none"> • kleine Kugel • größere Kugel • Nagel 	<ul style="list-style-type: none"> • Sauerstoffatom • Chloratom • Bindung zwischen den Atomen

VII Kritik

Veranschaulichung durch das Modell	Grenzen des Modells
<ul style="list-style-type: none"> • Zerstörung von Ozonmolekülen durch ein aus FCKW freigesetztes Chloratom • Bildung von Chlormonooxid • erneute Entstehung von atomarem Chlor • „Kettenreaktion“ der beteiligten Moleküle 	<ul style="list-style-type: none"> • Freisetzung von Chlor aus FCKW fehlt • Molekülgrößen willkürlich • chemische Bindungen ohne Differenzierung bzgl. der einzelnen Moleküle • nicht berücksichtigt: atomares Chlor unwirksam durch später erfolgende Festlegung von Chloratomen in Chlorwasserstoff