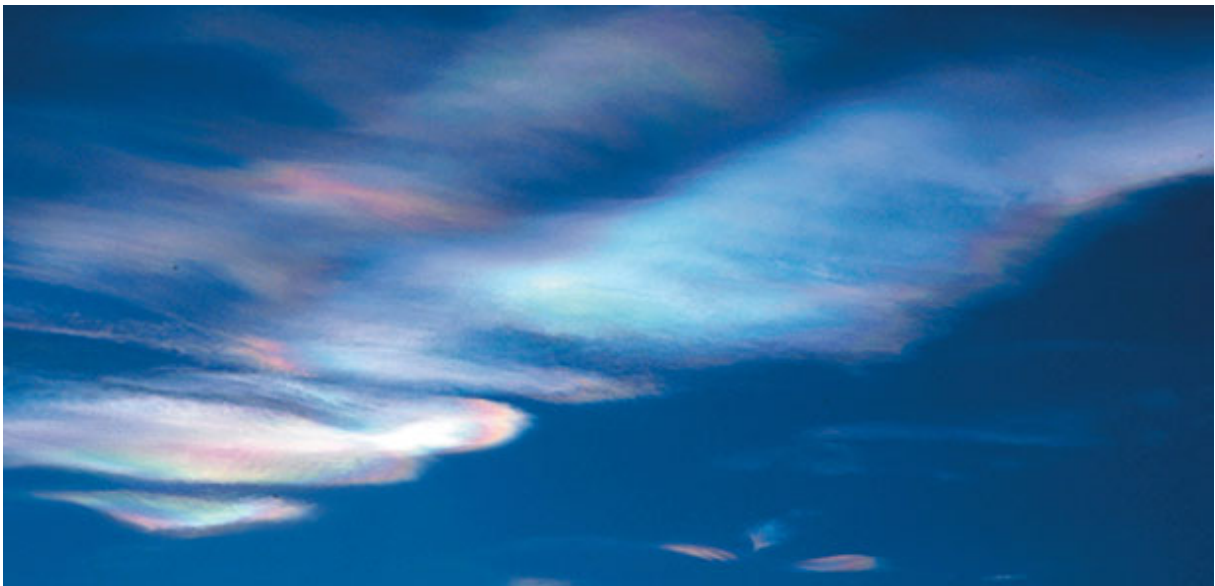


III. Ozon in der Stratosphäre

Dies ist ein Beispiel für ein Hauptdokument eines Kapitels dieser Unterrichtseinheit. Es führt die Lehrkraft durch die einzelnen Lernschritte dieses Kapitels, gibt Hinweise auf mögliche Fehlvorstellungen der Lernenden und verweist auf Arbeitsblätter, mit denen die Schülerinnen und Schüler einzelne Abschnitte selbständig erarbeiten können. Jedes Hauptdokument wird von einer PowerPoint-Präsentation begleitet, welche das entsprechende Bildmaterial und Videos enthält.



A. Ausgangslage

Thema	Die stratosphärische Ozonschicht schützt die Erdoberfläche vor den schädlichen hochenergetischen UV-Strahlen. Die chemischen Vorgänge, die zur Schädigung der Ozonschicht führen, werden in diesem Kapitel thematisiert.
Ziele	<ul style="list-style-type: none">• Die Schülerinnen und Schüler verstehen die Vorgänge, die zur Bildung der stratosphärischen Ozonschicht führen.• Sie verstehen, warum die FCK die wichtigsten Schadstoffe sind, welche das stratosphärische Ozon zerstören können.• Sie verstehen die Natur der ergriffenen Massnahmen zur Rettung der Ozonschicht.• Sie vermögen die erzielten Erfolge in diesem Bereich als das Ergebnis einer vorbildlichen internationalen Zusammenarbeit zu würdigen.
Vorwissen	Kenntnis der chemischen Bindung und Verständnis der Zusammenhänge beim Verlauf chemischer Vorgänge (Reaktionsgeschwindigkeit, Katalyse, chemisches Gleichgewicht).

Anmerkung für die Lehrkraft: Die Lehrkraft soll sich bewusst sein, dass die Schülerinnen und Schüler möglicherweise die beiden Themenkreise «Ozonschicht in der Stratosphäre» und «Ozon in der Troposphäre» nicht auseinanderhalten können.

Es ist deshalb ratsam, noch vor dem Anfang der beiden Kapitel zu prüfen, ob dies der Fall sein könnte und allfällige Fehlvorstellungen sorgfältig zu klären.

B. Synopsis

Inhalte	Form	Material	Zeit
ABSORPTION DER ELEKTROMAGNETISCHEN STRAHLUNG	Input LP Diskussion Aufträge	PPP III/1 LT III/1	
ENTSTEHUNG DER STRATOSPHERISCHEN OZONSCHICHT	Input LP	PPP III/1 AB III/1 A, B und C	
EIGENSCHAFTEN UND VERWENDUNG DER FCK	Input LP	PPP III/1 AB III/2 A	
ZERSTÖRUNG DES OZONS DURCH DIE FCK	Input LP	PPP III/1 AB III/2 B	
ANTARKTISCHES OZONLOCH	Input LP	PPP III/1	
MASSNAHMEN	Input LP	PPP III/1	
VERTIEFUNG: Fragen zur Selbsterklärung	Aufträge	AB 3	

C. Die Entstehung der stratosphärischen Ozonschicht

Anmerkung für die Lehrkraft: In diesem Kapitel spielen Vorgänge bei der Absorption der UV-Strahlung eine wesentliche Rolle. Je nach dem Kenntnisstand der Klasse kann die Lehrkraft die grundlegenden Zusammenhänge in diesem Bereich vorgängig zu diesem Kapitel mit den Lernenden bearbeiten. Hierfür haben wir den Lesetext III/1 bereitgestellt.

Wird später der Themenbereich um den Klimawandel ebenfalls im Unterricht behandelt, so kann die Lehrkraft im zweiten Teil des Lesetextes einen kurzen Abschnitt über die Unterschiede zwischen der Absorption der UV-Strahlen und der IR-Strahlen ebenfalls behandeln.

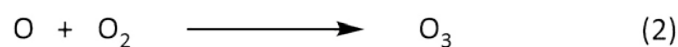
Die folgenden Fragen im Zusammenhang mit der Entstehung der stratosphärischen Ozonschicht können die Schülerinnen und Schüler selbständig anhand der Arbeitsblätter III/ 1 A, B und C beantworten.

Frage 1: Aus welchem Stoff wird das Ozon in der Stratosphäre entstehen?

Es ist unschwer einzusehen, dass das Ozon aus molekularem Sauerstoff gebildet wird.

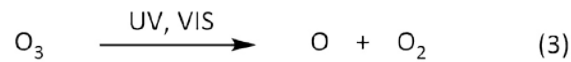
Frage 2: Wie können aus zweiatomigen Sauerstoffmolekülen dreiatomige Ozonmoleküle entstehen?

Die Sauerstoffmoleküle werden zuerst durch die hochenergetischen UV-Strahlen aufgebrochen. Anschliessend reagiert ein O-Atom mit einem O₂-Molekül zu einem Ozonmolekül.



Frage 3: Was würde in der Erdatmosphäre geschehen, wenn die beiden obigen Reaktionen die einzigen wären, an denen Ozon beteiligt wäre?

Der ganze Sauerstoff in der Atmosphäre würde allmählich in Ozon umgewandelt werden. Da dies nicht der Fall ist, müssen noch weitere Reaktionen möglich sein, bei denen Ozon wieder abgebaut wird. Das Ozonmolekül wird bereits durch langwelligere UV-Strahlen und auch sichtbares Licht zerstrahlt (3) und die entstehenden O-Atome können mit einem O₂-Molekül wieder zum Ozonmolekül reagieren. Bei höheren Ozonkonzentrationen wird jedoch auch eine Reaktion des Sauerstoffatoms mit einem Ozonmolekül wahrscheinlich, welche zu einem Ozonabbau führt (4).



Die Ozonschicht befindet sich in der Stratosphäre in einer Höhe von etwa 25 km.

Frage 4: Warum kann die Ozonschicht nicht in einer Höhe von wesentlich weniger als 25 km entstehen?

Die für die Reaktion (1) notwendigen hochenergetischen UV-Strahlen ($\lambda < 242 \text{ nm}$) können in tiefere Atmosphärenschichten nicht eindringen, weil sie bereits von der darüber liegenden Ozonschicht absorbiert werden.

Frage 5: Warum kann die Ozonschicht nicht in einer Höhe von wesentlich mehr als 25 km entstehen?

In höheren Atmosphärenschichten reagieren O-Atome immer langsamer mit Sauerstoffmolekülen [Reaktion (2)] und die Ozonmoleküle werden immer schneller zerstrahlt [Reaktion (3)], da die Intensität der UV-Strahlen mit der steigenden Höhe zunimmt. In der Mesosphäre sind O-Atome somit die häufigste Sauerstoffspezies.

Die oben aufgeführten Reaktionen (1) bis (4) führen zu einem dynamischen Gleichgewicht, sodass die Konzentration des Ozons in der Ozonschicht annähernd konstant bleiben sollte.

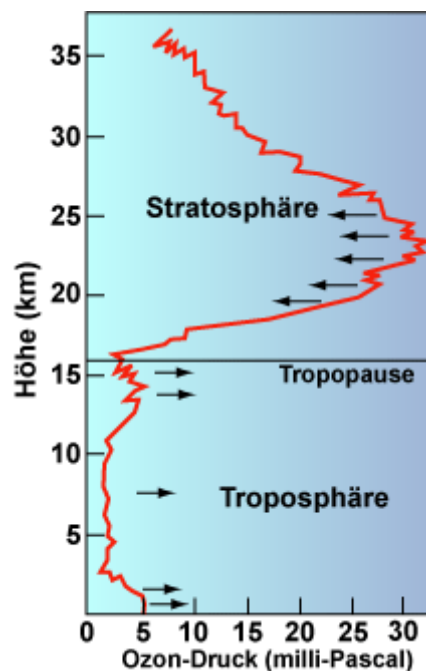


Abb. 1 Vertikale Verteilung der Ozonkonzentration mit steigender Höhe

Ende der Vorschau