

# SCHOOL-SCOUT.DE



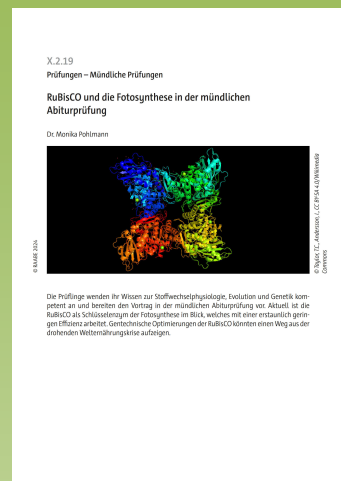
Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

## Auszug aus:

*RuBisCO und die Fotosynthese in der mündlichen  
Abiturprüfung*

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](http://School-Scout.de)

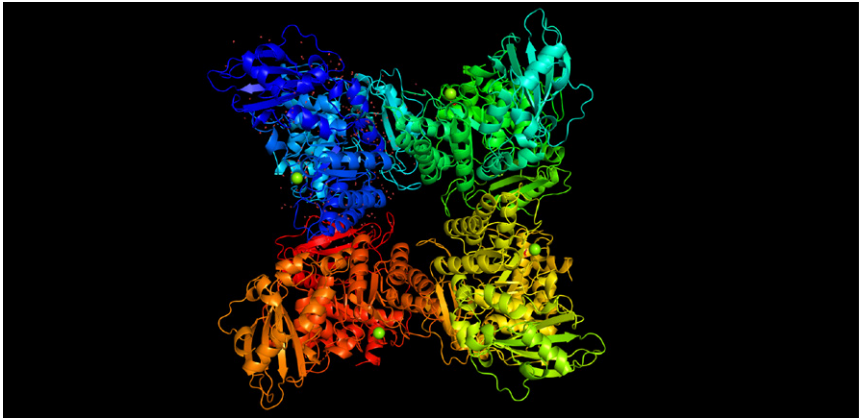


## X.2.19

### Prüfungen – Mündliche Prüfungen

# RuBisCO und die Fotosynthese in der mündlichen Abiturprüfung

Dr. Monika Pohlmann



© RAABE 2024

© Taylor, T.C., Andersson, I., CC BY-SA 4.0/Wikimedia Commons

Die Prüflinge wenden ihr Wissen zur Stoffwechselphysiologie, Evolution und Genetik kompetent an und bereiten den Vortrag in der mündlichen Abiturprüfung vor. Aktuell ist die RuBisCO als Schlüsselenzym der Fotosynthese im Blick, welches mit einer erstaunlich geringen Effizienz arbeitet. Gentechnische Optimierungen der RuBisCO könnten einen Weg aus der drohenden Welternährungskrise aufzeigen.

---

## KOMPETENZPROFIL

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Klassenstufe:</b> | 11/12/13  |
| <b>Dauer:</b>        | 2 Unterrichtsstunden  |
| <b>Kompetenzen:</b>  | 1. Sachkompetenz; 2. Erkenntnisgewinnungskompetenz;<br>3. Kommunikationskompetenz; 4. Bewertungskompetenz |
| <b>Methoden:</b>     | Abiturvorbereitung  |
| <b>Inhalt:</b>       | Mündliche Abiturprüfung, RuBisCo, Enzym, Fotosynthese,<br>Stoffwechselphysiologie, Evolution              |

---

## Fachliche Hinweise

Zur erfolgreichen Bearbeitung sollten die angehenden Abiturienten fundierte Sachkenntnisse im Bereich des anabolen Stoffwechsels und der Enzymatik besitzen sowie die komplexen biochemischen Reaktionen innerhalb der verschiedenen Module der Fotosynthese höherer Pflanzen auch vergleichend betrachten können. Ebenso sind die grundlegenden Kompetenzen der Genetik und der Evolution Voraussetzung. Um die wissenschaftliche Problematik rund um die fragwürdig geringe Reaktionsgeschwindigkeit und Wechselzahl des RuBisCO-Proteinkomplexes, als Schlüsselenzym der gesamten Fotosynthese, zu verstehen, ist fundiertes Wissen über die biogeochemische Entwicklung der sauerstoffreichen Erdatmosphäre im Kontext der Evolution der fotosynthetischen Reaktionen in Lebewesen unabdingbar.

Die Prüfung könnte nach dem selbstständigen Schülervortrag um Aspekte der synthetischen Biologie, wie dem Enzymengineering, erweitert werden. Auch die Generierung begründbarer Hypothesen zu einem möglichen, horizontalen Gentransfer sind denkbar, durch den die in verschiedenen Bakterienlinien getrennt voneinander vorliegenden Photosysteme I und II in eukaryotischen Zellen vereinigt wurden, um damit im Endeffekt eine wesentlich verbesserte energetische und stoffliche Ausbeute der eingehenden Lichtquanten zu erreichen.

## Fachsprachliche Hinweise

| Fachbegriff/<br>Fachkonzept  | Erklärung   |
|------------------------------|---|
| Calvin-Zyklus                | Der Calvin-Zyklus (auch Calvin-Benson-Zyklus) ist eine zyklische Abfolge chemischer Umsetzungen, durch die Kohlenstoffdioxid zu Glucose reduziert und assimiliert wird. Der Stoffwechselweg findet in $C_3$ -Pflanzen und mit zusätzlichen Reaktionen in allen anderen Fotosynthese betreibenden, damit fotoautotrophen, Lebewesen statt. Es handelt sich dabei um die Dunkelreaktion der Fotosynthese. Außerdem nutzen viele chemoautotrophe Lebewesen den Calvin-Zyklus zur Assimilation von Kohlenstoff aus Kohlenstoffdioxid.   |
| Carboxylasen                 | Enzyme, die Kohlenstoffdioxid als eine Carboxygruppe in ihr Substrat einbauen. Der von ihnen katalysierte Vorgang wird entsprechend Carboxylierung genannt. Der Vorgang ist ATP-abhängig.   |
| Enzymengineering             | Unter Enzymengineering versteht man die Verbesserung der Effizienz eines bereits vorhandenen Enzyms. Diese Technologie hat sich als potenzielles Instrument zur Überwindung der Nachteile von nativen Enzymen als Biokatalysatoren entwickelt. Rationales Design und gerichtete, molekulare Evolution sind die beiden allgemeinen Ansätze im Enzymengineering. Häufig werden gentechnische Verfahren eingesetzt, um die Effizienz von Enzymen zu verbessern. Für die Erforschung von Enzymsequenzen und die Schaffung neuer und effizienter Biokatalysatoren wird die Kombination aus gerichteter Evolution und rationalem Proteindesign mithilfe von Computern immer wichtiger. Verschiedene andere Strategien wie Enzymimmobilisierung oder De-novo-Enzymdesign unterstützen die Schaffung eines maßgeschneiderten Enzyms für einen bestimmten Prozess. |
| Große Sauerstoffkatakastroph | Mit „Großer Sauerstoffkatastrophe“ oder mit „Great Oxidation Event“ (GOE) wird der sprunghafte Anstieg der Sauerstoffkonzentration in flachen Gewässern und der Atmosphäre vor 2,4 Mrd. J. am Übergang vom Archaikum zum Proterozoikum bezeichnet. Die Erde war damals halb so alt wie heute. Die „Große Sauerstoffkatastrophe“ stellt den Übergang von der zweiten zur dritten Atmosphäre dar.   |

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Oxygenasen            | Katalysieren Oxidationen, bei denen Sauerstoffatome direkt in das Substratmolekül eingebaut werden, in der Regel wird durch die Übertragung NADP/NADPH verbraucht.  |
| Photosystem I (PSI)   | Großer Membranproteinkomplex im Prozess der oxygenen Fotosynthese, dieser nutzt die Lichtenergie, um Elektronen von den Elektronenträgern Plastocyanin oder Cytochrom durch die fotosynthetische Membran auf die stromalen/zytosolischen Elektronenträger Ferredoxin oder Flavodoxin zu übertragen. Der sich daraus ergebende Protonengradient wird für die Produktion von Adenosintriphosphat (ATP) durch die ATP-Synthase genutzt, während die Elektronen in die Kohlenstofffixierung fließen. Mit einem Molekulargewicht von 1 Million. Da ist das trimere cyanobakterielle PSI einer der größten Membranproteinkomplexe mit bekannter Struktur. Etwa ein Drittel seines Molekulargewichts stammt von Cofaktoren, hauptsächlich Chlorophylle, aber auch Carotinoide, Phylloquinone und Eisen-Schwefel-Cluster. |
| Photosystem II (PSII) | Membranproteinkomplex, der die lichtinduzierte Wasser-oxidation in der oxygenen Fotosynthese katalysiert. Durch die Wasserspaltungsreaktion des PSII wird Lichtenergie in biologisch nutzbare, chemische Energie umgewandelt. Es entsteht molekularer Sauerstoff, der die Uratmosphäre in eine aerobe Atmosphäre verwandelte, und das aerobe Leben auf der Erde aufrechterhält. Der PSII-Kernkomplex aus Cyanobakterien besteht aus 17 Transmembranuntereinheiten und 3 extrinsischen Untereinheiten mit einer Gesamt-molekülmasse von etwa 350 kDa pro Monomer. PSII kommt in vivo überwiegend in dimerer Form vor.  |
| RuBisCO               | Ribulose-1,5-bisphosphat-Carboxylase/Oxygenase, Schlüssel-enzym des Calvin-Zyklus, welches die Carboxylierung von Ribulose-1,5-bisphosphat (Ru-1,5-BP) katalysiert und damit der autotrophen Zelle die Fixierung von anorganischem Kohlenstoffdioxid in Form von organischen Zuckerverbindungen ermöglicht. Das Enzym macht bis zu 50 % des Gehalts an wasserlöslichen Blattproteinen aus.  |

## Didaktisch-methodische Hinweise

### Verteilung der Punkte und Anforderungsbereiche

|        | Aufgaben M1 |     | Aufgaben M2 |      |         |
|--------|-------------|-----|-------------|------|---------|
|        | 1           | 2   | 1           | 2    | 3       |
| Punkte | 12-12       | 10  | 12-4        | 8-6  | 6-6     |
| AFB    | II-I        | III | II-II       | I-II | III-III |

## Auf einen Blick

### Aufgaben für Schülervortrag

- M 1 Die Fotosynthese veränderte die Welt  
 M 2 Die urzeitliche Verwirrung des Enzyms RuBisCO

### Prüfungsgespräch

- M 3 Prüfungsfragen

# SCHOOL-SCOUT.DE



Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

## Auszug aus:

*RuBisCO und die Fotosynthese in der mündlichen  
Abiturprüfung*

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](http://School-Scout.de)

