

=1329=

2013 M 4

LK19

① 1.1.

Das Material M1 stellt ein Wachstums-  
experiment mit E.coli-Bakterien im  
Kulturmedium dar. Die im Kultur-  
medium 1 mit Nährstoff A kultivierten  
E.coli-Bakterien werden in ein  
Kulturmedium 2 mit Nährstoff B über-

A geführt. Das Ergebnis findet sich in  
dem Diagramm wieder.

Auf der x-Achse ist die gemessene  
Zeit in Stunden und auf der  
y-Achse die Trockenmasse in Gramm  
angegeben. Zu jeder Stunde wurden  
Proben mit gleichem Volumen entnommen.  
Das Experiment zeigt, dass sich in  
den ersten beiden Stunden die Trocken-  
masse der E.coli-Bakterien nahezu  
konstant bei ca. 0,5 g hält. Doch  
von der zweiten bis sechsten Stunde  
steigt die Trockenmasse erheblich an,  
denn während in der dritten Stunde  
die Trockenmasse ca. 1 g beträgt, betrie-  
ve in der sechsten Stunde bereits 2 g  
und ist somit um das achtfache  
gestiegen. Dieser rasante Anstieg der  
Trockenmasse hängt mit der einfachen

Das Diagramm in M1 wird an-  
gegeben beschrieben. (+)

Die Erläuterung für die ersten beiden  
Stunden fehlt.



Handhabung der E. coli-Bakterie zusammen. AR

Außerdem weist sie eine relativ geringe Infektionsgefahr und ein schnelles Wachstum auf. Doch in der siebten und achten Stunde stagniert die gemessene Biomasse und wird in den zwei darauffolgenden Stunden weniger. Während die Trockenmasse in der siebten und achten Stunde etwa 2g beträgt, nimmt sie bis zur zehnten Stunde auf ca. 7,5g ab. Diese Abnahme hängt mit den Stoffwechselprodukten der E. coli-Bakterie zusammen. Da die E. coli-Bakterie sich schnell vermehrt, nehmen auch die von ihnen produzierten Stoffwechselprodukte und somit auch die Trockenmasse zu. Diese Stoffwechselprodukte der E. coli-Bakterien wirken in großer Konzentration als Giftstoffe und verursachen dadurch eine Dezimierung der E. coli-Bakterien und somit auch eine Abnahme der Trockenmasse.

Die „einfache Handhabung“ erklärt hier nicht den Anstieg, da der Verlauf des Graphen in den ersten drei Stunden dann fragwürdig wäre. (-)

Das begrenzte Populationswachstum wird nichtig auf die hohe Konzentration an Giftstoffen zurück geführt. (+)

Es fehlt jedoch in diesem Zusammenhang die Konkurrenz um Nahrung und Raum. (-)

- mo bildet AM in unempfindl. vor

(+)

Die Vermehrung für die ersten 3 Stunden

ist nicht merklich



1.2.

Das Material M2 zeigt Stempel-  
experimente zur Wirkung von Antibiotika  
bei E.coli. Dieses Experiment soll  
zeigen, dass einige E.coli-Bakterien  
vom Antibiotikum getötet oder aber auch  
resistent werden.

Die Ergebnisse des Überstempelns  
zeigen, dass in der Petrischale  
B die Bakterienkolonien 1, 2 und  
Gr 4 überlebt und sowohl 3 als auch  
5 vom Antibiotikum getötet wurden.  
In der Petrischale C wurde lediglich  
die Bakterienkolonie 5 getötet und  
in der Petrischale D wurden die  
Kolonien 3 und 4 getötet.

Das Ergebnis des Experiments  
ist, dass sich in jeder Petrischale  
resistente (und nicht-resistente)  
Bakterienkolonien entwickelt haben. Dabei waren

die Kolonien 1 und 2 in jeder  
Petrischale dem Antibiotikum  
gegenüber resistent und konnten sich  
somit dem Antibiotikum am besten  
anpassen bzw. sich so entwickeln,  
dass das Antibiotikum auf sie  
keine Wirkung mehr hat.

Die Beschreibung des Ergebnisses ist  
weitgehend vollständig. (+)

A Zu ungenau! Nicht-resistente Uo- A  
lonien müssten durch das Antibiotika  
abgetötet werden. (-)

Zu oberflächlich! Der Hintergrund aus  
evolutionsbiologischer Sicht wird nicht  
deutlich. Eine Deutung hinsichtlich der  
Petrischalen 3 bis 5 fehlt.



Die „einfache Modellierung“  
erklärt hier nicht den Verlauf,  
da der Verlauf der Funktion in  
den ersten drei Stunden dann  
fugänglich war. (1-)

### 1.3.

Das Material M3 stellt ein Laborexperiment  
zur Evolution bei E. coli über 20000  
Generationen dar. Dabei wurden E. coli-  
Bakterien bei konstanten 37°C und  
unter gleichbleibenden Bedingungen  
vermehrt.

Das nebenstehende Diagramm stellt  
auf der x-Achse die gemessene  
Temperatur in °C und auf der  
y-Achse die maximale Vermehrungsrate  
pro Stunde in relativen Einheiten dar.

(relativer) Einheit

Optima werden richtig be-  
schrieben. (+)

Das Diagramm zeigt, dass wenn  
die Temperatur 40°C beträgt, die  
maximale Vermehrungsrate der Ausgangs-  
generation von etwa 0,9 erreicht  
ist. Nach 20000 Generationen  
hat sich dies jedoch verändert.

Da die Bakterienkultur bei konstanten  
37°C und gleichbleibenden Bedingungen  
vermehrt wurden, haben sich die  
E. coli-Bakterien dieser Temperatur  
angepasst. Bei einer Temperatur von 37°C

Zutreffend!

(+)



relative Einheit

Nützig! (+)

Selektions-

zu ungünstig!

Die stabilisierende Selektion wird nicht erkannt. (-)

Die Auswertung berücksichtigt nur die maximalen Vermehrungsraten in den Optima. Die Ergebnisauswertung ist damit unvollständig.

besitzen sie eine Vermehrungsrate von ca. 1. Diese Veränderung der maximalen Vermehrungsrate ist durch eine positive Mutation bedingt, denn die Bakterien haben sich so verändert, dass sich nicht mehr bei 40°C, sondern bei 37°C ihre maximale Vermehrungsrate erreichen. Aufgrund der positiven Mutation haben sie sich aus dieser Situation einen Vorteil verschafft. Bei einer negativen Mutation hätte sich die maximale Vermehrungsrate nicht der Temperatur von 37°C angepasst und hätte somit auch nicht über 2000 Generationen erhalten bleiben können.

## ② 2.1.

Der Ablauf einer Enzymreaktion erfolgt immer in Teilschritten und setzt auch bestimmte Bedingungen voraus. Damit ein Enzym ein Substrat überhaupt spalten bzw. dieses überhaupt angreift werden kann, muss das



Enzym für das Substrat die passende Form besitzen und darf nicht gehemmt sein.\* Außerdem benötigt ein Enzym für die Aktivierung eine bestimmte Temperatur, wie z.B. bei dem Menschen eine Temperatur von ca.  $37^{\circ}\text{C}$  vorausgesetzt wird. R  
Wird diese Temperatur deutlich überschritten ( $\sim 41^{\circ}\text{C}$ ), so stellt das Enzym seine Aktivität ein und spaltet keine Substrate mehr. Sofern also die Struktur und Temperatur stimmt, kann das Substrat an das Enzym andocken. Die darauffolgende Spaltung des Substrates erfolgt nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip. Das Substrat kann also andockt, gespalten und anschließend als verwendbares Produkt weitergegeben und weiterverarbeitet werden, wie es im letzten Schritt von M4 deutlich wird. Sobald der Vorgang abgeschlossen und das Substrat gespalten wurde, kann ein neues Substrat andocken und die Enzymreaktion erfolgt erneut.

\*: Eine Übereinstimmung des Substrats mit dem aktiven Zentrum des Enzyms wird in M4 anschaulich dargestellt.

Zubereitend!

(+)

Kohlendioxid

Es gibt weitere Parameter (pH-Wert, Substratkonzentration), die eine Rolle spielen.

Richtiges Beispiel (+)  
Die Unspezifität lässt auch andere Möglichkeiten zu.  
Fachbegriff: Enzym-Substrat-Komplex fehlt. (-)

Es fehlt die Bedeutung eines Enzyms als Katalysator. (-)



- das Diagramm ist grundsätzlich in Ordnung  
- relativ kompakte und übersichtliche Darstellung  
- die Temperatur ist ein wichtiger Faktor

Viel zu ungenau! Es fehlen detaillierte Angaben zu Reaktionsgeschwindigkeit bei zunehmender Temperatur (auch innerhalb des Toleranzbereiches) (-)

Viel zu oberflächlich! (-)  
Es wird nicht deutlich, dass die Stabilität des Enzymmoleküls durch die Temperaturzunahme beeinflusst wird.  
In der Ausarbeitung gibt es keinen Hinweis auf Denaturierung. (-)

Bei einer enzymatischen Reaktion hat die Temperatur eine sehr wichtige Rolle. Die Temperatur bestimmt nämlich die Aktivität eines Enzyms.

Da Enzyme nur unter bestimmten Temperaturen <sup>Substrate</sup> spalten, muss der

Organismus bzw. der Körper für die Aufrechterhaltung dieser Temperatur sorgen. Bei dem Menschen erfolgt die enzymatische Reaktion beispielsweise bei etwa 37°C. Sollte sich die Temperatur des Menschen stark senken oder erhöhen, so stellen die Enzyme ihre Aktivität ein und die enzymatische Reaktion kommt zum Erliegen. Da der Mensch ein homoiothermes Lebewesen ist,

kann der Körper diese Temperatur unter Energiezufuhr stets aufrechterhalten, auch wenn die Umgebungstemperatur weit unter 37°C liegt. Wechselwarme Lebewesen hingegen würden bei zu kalten Temperaturen in die Kältestarre erliegen verfallen.

Die enzymatische Reaktion ist somit sehr abhängig von der Temperatur, da ohne die passende Temperatur keine enzymatische Reaktion erfolgt



und ohne enzymatischer Reaktion ein Lebewesen bzw. ein Organismus nicht überleben könnte.

Die Erklärung des Temperaturabhängigkeit einer enzymatischen Reaktion mündet größtenteils.

2.3.

In dem Material 45 wird die Wirkung von UV-Strahlung auf Nucleotide von Colibakterien beschrieben.

Da UV-Strahlung lebende Zellen schädigen und die Erbinformationen negativ beeinflussen, hat man ein Experiment durchgeführt, um herauszufinden, welcher Teil der UV-Strahlung schädigend ist. Man hat dafür Colibakterien kurzwelliger Strahlung ausgesetzt und die Absorption durch Nucleotide der E. coli-Zellen überprüft. Die Colibakterien wurden UV-Strahlung der Wellenlänge zwischen 220 und 300 nm ausgesetzt.

Die Nucleotide haben ihr Maximum der Absorption bei einer Wellenlänge

Versuchsbeschreibung a.H. (+)

Es wird nicht deutlich, was Nucleotids  
sind. (-)

Es fehlt die Bedeutung einer Aussage  
als Richtungsanzeiger. (-)





von 270nm erreicht, was gleichzeitig dem Maximum der Absterberate von E. coli entspricht.

Somit ~~ist~~ liegt der schädigende Bereich der UV-Strahlung bei etwa 270nm.

R Dem zur Folge setzt in diesem Bereich der Wellenlänge die

A<sub>1</sub> Proteinbiosynthese aus, denn die UV-Strahlung bewirkt, dass die Proteine von den Enzymen nicht mehr gespalten werden können.

A Diese fehlende Spaltung wiederum

A bewirkt ~~ist~~ dass die lebenden Zellen nicht mit Energie in Form von ATP oder anderen Stoffen versorgt werden kann.

Unklar!

Stimmt so pauschal nicht!

(-)

hann

en

Dies ist zu allgemein!

Die zugrunde liegenden Prozesse (Mutation, einzelne Schritte der Proteinbiosynthese) werden nicht deutlich.

(+) Chlorophyll minimale Spaltung

Einzelprozess!



## 12.4.

Die Zellatmung der *E. coli*-Bakterien erfolgt ähnlich wie bei den Säugtieren.

Der Glukoseabbau findet unter aeroben Bedingungen, also unter der Verwendung von Sauerstoff statt. Das Produkt

der Zellatmung fällt jedoch unterschiedlich aus. Während bei den

Säugtieren normalerweise 38 mol ATP (aus der gesamten Zellatmung) hervorgehen, sind es bei der *E. coli* nur 26 mol ATP.

Bei der Glykolyse wird Glukose unter erstmaliger Verwendung von ATP zu Fructose-6-phosphat gespalten. Unter erneuter Hinzuführung von ATP entsteht mittels der Phosphofructokinase

Die Bildung des Nucleotids ist abhängig von einem enzymatischen Reaktionsnetzwerk.

1

1A

1(-)

A

A

1

1. Richtiges Vorzeichen eingehalten! (+)



Zutreffend!

(+)

Fructose-1,6-bisphosphat, welches anschließend zum Zwischenprodukt

eine erhöhte Glukosekonzentration an  
Ungenau! Konkrete Werte des Experiments fehlen hier. Diese werden jedoch unten (2.\*<sup>1</sup>) genannt.

Pyruvat weiterverarbeitet wird. Bei der E. coli - Bakterie wirkt ATP auf die Phosphofructokinase jedoch hemmend. ATP ordnet sich bei der Phosphofructokinase im allosterischen

(M.2.0)

Zentrum an und bewirkt eine Hemmung des Enzyms. Diese Hemmung bewirkt, dass das Enzym

nicht mehr so effektiv wie sonst arbeiten kann und weniger ATP aus der Glukose gebildet wird, wie es normalerweise der Fall wäre.

Dass das ATP/ADP-System die Aktivität der Phosphofructokinase beeinflusst, wird mittels der Tabelle deutlich. In dem Experiment wurde immer das Substrat Fructose-6-phosphat von 1,0 mmol/l verwendet. Anschließend hat man ATP bzw. ADP hinzugegeben und die darauffolgende Aktivität der Phosphofructokinase beobachtet. Das

Ergebnis dieses Experimentes ist, dass bei einem Zusatz von nur 0,1 mmol/l ATP die Aktivität der Phosphofructokinase 1,0 <sup>n.\*2</sup> beträgt. Bei einem höheren Zusatz von 1,0 mmol/l ATP sinkt diese jedoch auf 0,5 <sup>n.\*2</sup> ab. Bei dem Zusatz

Das Diagramm im MA wird am-  
genauen beschrieben. (+)  
Die Erklärung für die ersten beiden  
Säulen folgt.

Einheit fehlt! \*<sup>2</sup>

\*<sup>1</sup>

A

Ausw.



von ADP tritt die entgegengesetzte Wirkung in Kraft. Ein niedriger Zusatz von 0,1 mmol/L ADP bewirkt eine Aktivität der Phosphofructokinase von 0,5, während ein Zusatz von 10 mmol/L eine Aktivität von 110 bewirkt.

(+)

! beeinflusst

no mehr... stärke eine

Answer.

Answer.

Bei der E. coli-Bakterie wirkt ATP A (n.S.M)

also hemmend und verursacht eine geringere Enzymaktivität der Phosphofructokinase. ADP hingegen begünstigt die Aktivität der Phosphofructokinase. Aufgrund der hemmenden Wirkung von ATP auf die Phosphofructokinase entstehen als Produkt der Zellatmung nicht wie sonst üblich 38 mol ATP sondern nur 26 mol ATP.

Das Prinzip der negativen Rückkopplung wird nicht erkannt. Daraus resultiert das Fehlschlagen des letzten Satzes.

! weniger

\* \*

! richtiges Vorzeichen eingehalten

\* \*

! Adif. Link?