

=1307=

2013 W 8

LK15

## Aufgabenvorschlag II

### Aufgabe 1.1

Das Material M1 stellt ein Wachstumsexperiment mit *E. coli*-Bakterien dar.

Bei diesem Experiment wurden Bakterien aus einem Kulturmedium 1 mit Nährstoff A kultiviert und auf ein Kulturmedium 2 mit Nährstoff B überführt.

Auf dem Medium 2 wurden die Bakterien kontinuierlich mit Sauerstoff versorgt, die Stoffwechselendprodukte wurden nicht entfernt und es wurden keine weiteren Nährstoffe hinzugegeben.

Das Kurvendiagramm zeigt die Trockenmasse (y-Achse) im Verhältnis zur Zeit (x-Achse).

Die Trockenmasse wird in Gramm und die Zeit in Stunden angegeben.

Die Kurve steigt bis zu einer Zeit von ~~2h~~ 2 Stunden nur minimal an. (durch wenige Prädispositionen)

bis hier nur Beschreibung  
des Experiments

+ minimalen Anstieg erkennt



Danach steigt sie exponentiell bis zu ihrem Maximum bei 7 Stunden mit einer Trockenmasse von 9 Gramm an.

+ Maximum nichtig

Nach der 8. Stunde ist ein Fallen der Kurve zu erkennen.

besser: Abfall

+ Abnahme beschreiben

Da die Bakterien zunächst auf dem Kulturmedium 1 mit Nährstoff A waren, so werden sie höchstwahrscheinlich an diese Umgebung angepasst sein. Durch den Wechsel der Umgebung können sie sich zunächst nicht so stark vermehren.

+/- Anpassung an neues Medium genannt aber mit Mutation falsch erklärt

- Enzyme nicht genannt

Nach einer Zeit von etwa 2 Stunden ist ein exponentielles Wachstum sichtbar. Dies lässt sich dadurch begründen, dass es wahrscheinlich durch Mutation zu einer Veränderung gekommen ist, die es einem Bakterium ermöglicht, sich auch unter den neuen Bedingungen zu vermehren. Da dies durch Mutation erfolgt ist, wird diese Anpassung vererbt und so kommt das exponentielle Wachstum zustande.

(ungenau, Anpassung ist hier sinnvoller)

- Mutation zwar richtig erklärt aber hier nicht gefragt

Da die Stoffwechselendprodukte nicht entfernt wurden und



- + Giftstoffe genannt
- Konkurrenz fehlt
- Platzmangel fehlt
- Abnahme der Trockenmasse nicht erläutert

Aufgabe wird nur teilweise gelöst.  
Der Populationsrückgang wird nur mit Giftstoffen erklärt. Der geringe Anstieg zu Anfang wird erkannt aber falsch erklärt.

Beschreibung vollständig

Sie in großer Konzentration als Giftstoffe wirken, stellen diese einen limitierenden Faktor dar, der zu einer Abnahme der Populationsgröße, führt bzw. der Trockenmasse führt.

Man kann also sagen, dass die Populationsgröße sich selbst über die Stoffwechselprodukte reguliert.

## 1.2

In Material 2 wird das Vorkommen von Resistenzen gegen Antibiotika bei E. coli-Bakterien untersucht.

Aus einer Ausgangskultur werden mithilfe von Saftstempeln\* auf die Petrischalen B, C und D übertragen.

Nach 2 Stunden wird zu den drei Petrischalen B bis D dasselbe Antibiotikum in gleicher Konzentration hinzugegeben.

Es fällt auf, dass in allen 3 Schalen die Kolonien 1 und 2 nach einem Tag im\* Bakterien



Brutschrank zu erkennen sind. Zudem ist Kolonie 4 sowohl auf Schale B als auch auf Schale C zu erkennen. Desweiteren befindet sich auf Schale C die Kolonie 3, auf Schale D zusätzlich zu 1 und 2 nur Kolonie 5. Bei der Antibiotikaresistenz handelt es sich um eine Präadaptation. Ein Merkmal, das zuvor nicht wichtig war oder eine andere Funktion erfüllt hat, wird nun vorteilhaft.

+ Präadaptation genannt

Die Resistenz der Kolonien 1 und 2 könnte möglicherweise schon vor dem Stempelvorgang (unbeachtet) vorhanden gewesen sein und wirkt nun als Prädisposition, da sie bei allen Schalen zu erkennen sind.

+ 1+2 Beweis für Präadaptation

R

Die anderen Kolonien müssen ihre Resistenzen durch Mutation nach der Übertragung „erhalten“ haben. Diese Mutationen treten zufällig auf und erhöhen die Variabilität, was bei der Veränderung <sup>eines</sup> des Umweltfaktors, in diesem Fall durch die Zugabe des Antibiotikums,

ungenau  
gilt nicht für Kolonie 4.



3+5 Resistenz nach Übertragung  
gebildet.

In der Aufgabe werden die Befunde für Kolonie 1, 2 und 3, 5 überwiegend richtig dargestellt. Für Kolonie 4 werden falsche Angaben gemacht. Auch ist die Begründung durch fehlende Positionsangaben für die einzelnen Kolonien unvollständig.

zu einem Vorteil führt, in diesem Fall, dass die Kolonie überleben kann.

Die Resistenz von Bakterien lässt sich also auf Mutationen vor der Zugabe des Antibiotikums zurückführen, es handelt sich also um eine Präadaptation, die zur Erhöhung der reproduktiven Fitness nach der Zugabe des Antibiotikums bei angepassten Bakterien führt und somit einen Vorteil bei der Evolution darstellt.

### 1.3)

In Material M3 wird ein Labor-experiment bei *E. coli*-Bakterien zur Evolution dargestellt.

Eine Ausgangsgeneration wurde vor dem Versuchsbeginn bei 40°C kultiviert.

Die Bakterienkultur wurde dann bei 37°C vermehrt und täglich wurde ein Hundertstel der Kolonie entnommen und auf ein frisches Nährmedium übertragen.

Das Kurvendia-gramm zeigt die

56

7



maximale Vermehrungsrate pro Stunde (in einer relativen Einheit) von Bakterien der Ausgangsgeneration und der 20.000sten Generation bei verschiedenen Temperaturen (in  $^{\circ}\text{C}$ ).

Die x-Achse zeigt die Temperatur, die Ordinate die maximale Vermehrungsrate pro Stunde.

Die Grafik beginnt bei <sup>einer</sup> Temperatur von  $20^{\circ}\text{C}$ . Dort liegt die maximale Vermehrungsrate pro Stunde der Ausgangsgeneration 0,1 Einheiten über der ~~neuen~~ 20.000sten Generation. Diese werde ich fortan als „neue Generation“ bezeichnen. Bei etwa  $23^{\circ}\text{C}$  schneiden sich die beiden Kurven bei einer maximalen Vermehrungsrate von 0,4 Einheiten pro Stunde.

+ Unterschied der Maxima erkannt

+ Unterschiede der Startpunkte erkannt

A „Graphen“

+ Überschneidung erkannt

Danach liegt der Graph der neuen Generation oberhalb des Graphen der Ausgangsgeneration.

Beide Graphen steigen nun nahezu linear an, bis der Graph der neuen Generation bei  $37^{\circ}\text{C}$  sein Maximum bei 1 Einheit der Vermehrungsrate erreicht.

+ „exponentiell“

+ Optimum genannt

Nach diesem Punkt fällt der



+ Uberschneidung erkannt

2

Optimum genannt

+ Präferenzbereich geändert

Genetisch: stammt

Graph relativ steil ab und schneidet bei etwa  $39^{\circ}\text{C}$  erneut den Graphen der Ausgangsgeneration.

Dieser erreicht erst bei  $40^{\circ}\text{C}$  und einer maximalen Vermehrungsrate von 0,9 relativen Einheiten sein Maximum und fällt danach ebenso steil ab, wie der Graph der neuen Generation.

Die Ausgangsgeneration hat also ihren Präferenzbereich bei Temperaturen um die  $40^{\circ}\text{C}$ , was der Temperatur vor Versuchsbeginn entspricht.

Die 20.000ste Generation hingegen hat ihren Präferenzbereich bei Temperaturen um die  $37^{\circ}\text{C}$ , also der neuen Versuchsbedingung, obwohl sie aus der Ausgangspopulation entsteht.

Man kann also sagen, dass die Bakterienkultur im Laufe der Generationen an die neuen Umweltbedingungen angepasst wurde und ihr Optimum hinsichtlich der Temperatur verschoben wurde.

Die <sup>\*2</sup>Bakterien erreichen nun also schneller das richtige

\*2 Zellen der



Volumen, um sich zu teilen  
als die Zellen der Bakterien  
der Ausgangskultur. Ausgangs-  
generation. ✓

Die E. coli Bakterien der  
20.000sten Generation wurden  
also durch Mutationen und  
Selektion an ihre neue Umge-  
bung mit 37°C angepasst.

Mutation & Selektion erkannt  
Selektionstyp nicht genannt

Nur der erste Teil der Aufgabe  
wurde fast vollständig gelöst.

Die Resultate wurden bei der  
Auswertung nicht berücksichtigt  
und der Selektionstyp wurde nicht genannt.

## Aufgabe 2

### 2.1

Enzyme sind wichtige Stoffe  
in den Stoffwechselvorgängen,  
sowohl bei Eukaryoten als auch  
bei Prokaryoten.

Sie wirken als Biokatalysatoren  
und sind ~~substratspezifisch~~  
substratspezifisch. ✓

+ Katalysator

+ substratspezifisch

Jedes Enzym hat nur eine  
bestimmte Bindungsstelle, an  
welche ein spezifisches  
Substrat binden kann. Dies  
wird über das Schlüssel-  
Schloss-Prinzip reguliert. ✓

Schlüssel-Schloss-Pr.

Es passt nur ein bestimmtes  
Substrat wie ein Schlüssel in das  
passende Schloss, also das  
Enzym.



+ E-S-Komplex

+ Senkung  $E_A$

+ Ablauf richtig! 17

+ Wirkungsspezifität

2

Wie in M4 dargestellt wird aus einem Enzym und einem Substrat ein Enzym-Substrat-Komplex. Die Aktivierungsenergie, des Substrats, das die zur Spaltung\* und somit zur besseren Umsetzung im Stoffwechselkreislauf aufzubringen ist, wird durch das Enzym so weit heruntergesetzt, dass die Körperwärme zur Spaltung des Substrats energiereich genug ist, um aus Enzym-Substrat-Komplex Enzym und Produkt herzustellen.

Das Modell M4 könnte man schematisch also folgendermaßen darstellen:  $E + S$

$\rightarrow [ES] \rightarrow E + P$

Eine weitere Besonderheit des Biokatalysators, dem Enzym, ist die Wirkungsspezifität. Ein Enzym katalysiert immer nur für ein bestimmtes Produkt, auch wenn weitere Möglichkeiten zur Wirkung vorhanden wären.

Bei einer Enzymreaktion wird also zunächst das \*<sub>3</sub> des Substrats



Substrat an das aktive Zentrum oder katalytische Zentrum des substratspezifischen Enzyms gebunden und es entsteht ein Enzym-Substrat-Komplex. ✓

*aktive Zentrum genannt*

Durch biochemische Vorgänge wird die Aktivierungsenergie des Substrats nun so weit herabgesetzt, dass es zu einer Spaltung des Substrats zu einem bestimmten Produkt kommen kann, welches dann in die Stoffwechselvorgänge eingeht und weiter genutzt wird.

6r

6r

Ein Beispiel für ein Enzym Amylase, welches sich im Speichel befindet und Stärke zu Glukose spaltet. ✓

15B Die Aufgabe wurde fast vollständig gelöst.

Es fehlt: Enzym geht unverändert aus der Reaktion hervor.

*und das Basis konzept wurde nicht benannt.*

2.2)

Enzyme sind Proteine, die aus Polypeptidketten der Aminosäuren bestehen.

von

Die Primärstruktur bestimmt die Funktion der Proteine und beschreibt die Sequenzen der Aminosäuren. Die Sekundärstruktur bestimmt die räumliche Anordnung der Proteine, etwa



H- auch andere Bindungen existieren

≈ „aktives Zentrum“  
+ Substratspezifität

A „Funktion“

+ Temperatur optimum

+ RGT-Regel

Z

R

als  $\alpha$ -Helixstruktur oder  $\beta$ -Faltblattstruktur.

Die Tertiärstruktur bestimmt nun die Struktur, die ~~es~~ aufgrund von Wasserstoffbrückenbindungen aus der Sekundärstruktur heraus <sup>wird</sup> angenommen  $\downarrow$ .

Sie bestimmt die letztendliche Funktion, etwa um enzymatisch wirksam zu sein. Zudem entstehen durch diese Struktur auch „Einbuchtungen“, die bei Enzymen die Substratspezifität festlegen.

Bei zu hohen Temperaturen,

(                      ) wird diese Tertiärstruktur zerstört und somit auch die Spezifität der Enzyme. Man spricht von Denaturierung. Das Enzym ist zerstört.

Bevor es zur Denaturierung kommt haben jedoch alle Enzyme ein Temperaturoptimum bei welchem die Reaktion am schnellsten ablaufen kann.

~~Zudem wirkt die RGT-Regel~~

Zudem gibt auch die RGT-Regel aufschluss über die Reaktionsgeschwindigkeit, denn bei einer



Temperaturerhöhung um  $10^{\circ}\text{C}$   
steigt die Reaktionsge-  
schwindigkeit um das 2-4-  
fache. ✓

Dies hängt unter Anderem  
mit der höheren Treffwahr-  
scheinlichkeit von Enzym und  
Substrat zusammen, die durch  
die höhere Teilchenbewegung  
begründet werden kann.

Enzymatische Reaktionen  
sind also aufgrund der Den-  
aturierung der Enzyme beson-  
ders Hitzeempfindlich und  
die Reaktionsgeschwindigkeit  
kann durch die Reaktionsgeschwin-  
digkeit-Temperatur-Regel (RGT-  
Regel) angegeben werden.

+ Teilchengeschwindigkeit

Zusammenhang zwischen Temp.  
und Denaturierung wird  
nicht vollständig erklärt.  
Aufgabe wird fast vollständig  
gelöst.

## 2.3

In Material M5 wird die  
Wirkung von UV-Strahlung  
auf Nucleotide von Coli bak-  
terien untersucht.

Dazu wurden <sup>Kulturen</sup> ~~Kulturen~~ auf  
einem Medium herangezogen  
und mit UV-Strahlung der  
Wellenlängen 220-330 nm  
bestrahlt.



UV-Zerföörung - RNA R

Proteinbiosynthese kommt  
zum Erliegen

z

Man fand heraus, dass bei einer Wellenlänge von 270nm das Maximum der Absorption durch Nukleotide mit dem Maximum der Absterberate der E. coli übereinstimmt.

Dies lässt darauf schließen, dass die UV-Strahlung die DNA, welche bei der Transkription zu m-RNA abgelesen wird, soweit zerstört hat, dass die Transkription nicht mehr stattfinden kann. Die Folge davon ist, dass keine Translation mehr stattfinden kann, was zu einem Mangel an Lebenswichtigen Proteinen und damit zum Tod führen kann.

Die UV-Strahlung führt also zu einer Schädigung der DNA, was die Proteinbiosynthese zum Erliegen bringen kann.

Die Schädigung scheint bei anderen Wellenlängen jedoch nicht so stark zu sein, denn die Sterberate ist bei der stärksten Absorption am höchsten. Andere, weniger stark absorbierte Wellenlängen, ~~haben~~ haben also eine geringere



Schädigung der DNA zur Folge als die UV-Strahlung mit 270nm Wellenlänge.

Die Proteinbiosynthese wurde nicht beschrieben. Dadurch werden die Folgen geringerer Strahlen nicht mehr erklärt.

2.4)

In Material 6 wird ein Experiment beschrieben, welches die Aktivität des Enzyms Phosphofruktokinase (PFK), das den Glukoseabbau reguliert, bei unterschiedlichem Zusatz von ATP bzw. ADP, beschreibt. Das Substrat Fructose-6-Phosphat steht in allen 4 Teilversuchen in gleicher Menge, nämlich 1 mmol/L zur Verfügung.

2

In Versuchsansatz 1 wurde 0,1 mmol/L ATP hinzugegeben, die Aktivität der PFK war 1, also vollständig aktiv. In Versuch 2 wurden statt 0,1 mmol/L 1 mmol/L ATP hinzugefügt, die Aktivität der PFK betrug nun nur noch die Hälfte. In Versuchsansatz 3 wird statt ATP nun 0,1 mmol/L ADP hinzugefügt und auch dies führt zur Hälfte der Aktivität der PFK.

Versuch vollständig beschreiben



+ Zusammenhang erkannt  
ist

ist

ist

+ negative Rückkopplung  
- aber der Mechanismus  
wird nicht erklärt

- allosterische Hemmung  
nicht genannt

Die Wirkung von ATP/ADP auf PFK  
wird richtig beschrieben. Auch  
der Mechanismus wird genannt  
aber nicht erklärt. So wird auch  
nicht die allosterische Enzymhemmung genannt.

Im letzten Versuch wird  
nun 1mmol/L ADP hinzu-  
gefügt und die PFK ist voll  
aktiv. ✓

Man kann also folgendermaßen sagen:  
Je mehr ATP, desto niedriger  
ist die Aktivität der PFK.

Je weniger ATP, desto höher ✓  
die Aktivität der PFK. ✓

Je mehr ADP, desto höher ✓ die  
Aktivität der PFK.

Je weniger ADP, desto geringer  
✓ die Aktivität der PFK.

Man kann insgesamt sagen, dass  
es sich bei der Regulation der  
Aktivität um eine negative  
Rückkopplung handelt, denn  
je mehr ATP desto weniger  
wird hergestellt, desto mehr  
wird verbraucht, dies führt zu  
einem Anstieg der ADP-Gehalts,  
was eine Erhöhung der Produktion  
zur Folge hat.

Die PFK und der Glukoseab-  
bau wird also über eine  
negative Rückkopplung mithilfe  
der ATP und ADP-Konzentration  
reguliert.