

## Aufgabe 1.1)

Das Diagramm M1 zeigt die Anzahl von Schildläusen in einer Population, angegeben in Abständen von 200, in Abhängigkeit von der Versuchsdauer in Tagen, welche in Abständen von 10 aufgetragen sind. Dabei liegen drei Kurven vor, die die Entwicklung der Populationsgröße unter unterschiedlichen biotischen Faktoren darstellen. Die erste Kurve zeigt jene Entwicklung, wenn Ameisen der Art *Oecophylla* vorhanden sind. Der Graph beginnt bei 550 Schildläusen, wächst dann bis zum zehnten Tag auf 650 Schildläuse und steigt anschließend rapide auf 1000 (20. Tag) an. Daraufhin wird die Wachstumsrate geringer, bis der Graph am 50. Tag die Anzahl der Individuen am 50. Tag den Maximalwert von ca. 1100 erreicht. Ab dann stagniert sie und bleibt konstant bei diesem Wert.

Der zweite Graph ~~ke~~ beginnt ebenfalls mit der Populationsgröße 550. Er ~~fällt~~ ~~zunächst~~ Er stellt die Entwicklung der Populationsgröße unter Anwesenheit von Ameisen der o.g. Art und von Schlupfwespen dar. Zunächst fällt die Anzahl der Schildläuse auf ca. 500 (Tag 10),

Sehr ausführliche Beschreibung des ersten Graphen bei Anwesenheit der Ameisen. (+)



daraufhin erholt sich die Population und wächst von diesem Minimum auf 600 an (Tag 20). Auch hier ist ab dem 20. Tag eine starke Wachstumsrate zu erkennen, die jedoch weniger ausgeprägt ist als im ersten Graph. ~~Ab~~ Ab dem 30. Tag (ca. 850 Schildläuse) nimmt sie konstant ab. Den Maximalwert von 1100 Individuen erreicht die Population erst am 80. Tag. ✓

Vollständige Beschreibung des Graphen bei Anwesenheit des Ameisen und Schlupfwespen. (+)

Der dritte Graph zeigt die Entwicklung der Populationsgröße, wenn nur 8 Schlupfwespen vorhanden sind. Ab dem Beginn bei 550 Schildläusen sinkt die Anzahl dieser kontinuierlich, bis bei 80 bis (dich) am 50 Tag (ca. 50 Individuen vorhanden) die Zerfallsrate etwas abschwächt. Am 80. Tag ist die Population ausgerottet. ✓ Z

Angemessene Beschreibung des letzten Graphen bei Anwesenheit der Schlupfwespen. (+)

Alle Graphen werden korrekt und in angemessener Ausführlichkeit beschrieben.

## Aufgabe 1.2

Schildläuse ernähren sich von den Pflanzen saft. Dies stellt eine ~~starke~~ Nahrungsbeziehung dar, auf die in 11 nicht weiter eingegangen wird.

Bei der Beziehung zwischen Schildläusen und Ameisen liegt eine Sym-

Die Nahrungsbeziehung wird erkannt, jedoch viel zu oberflächlich ausgedeutet. So fehlt der Hinweis, dass die Pflanze ein Produzent ist. Ebenso wird nicht deutlich, dass die Schildläuse die Pflanze durch das Saugen des Pflanzensaftes schädigen. (-)



Materialarbeit gelingt (+)

Die Auswertung des Graphen bei Anwesenheit von Ameisen gelingt vollständig. (+)

biase vor. Diese begünstigt beide Arten durch ihre Wechselwirkung. Zu erkennen ist dies anhand des ~~te~~ in Graphen 1 in M1 (Diagramm), der die Entwicklung der Schildlauspopulation unter Anwesenheit von Ameisen der Art *Cephus* darstellt. Dadurch, dass die Ameisen die Schildläuse von ihrem Stoffwechselprodukt, dem Honigtau befreien, ist wird einer Schädigung der Schildlauspopulation vorgebeugt. Deshalb steigt die Anzahl der Schildläuse stetig an und zwischen dem 20. und 30. Tag ist sogar ein rapides Wachstum zu verzeichnen. Gleichzeitig dient den Ameisen der Honigtau als Nahrung. Folglich liegt mit der Symbiose eine wechselseitige Beziehung vor, die vorteilhaft für beide Seiten ist.

Die Schlupfwespen hingegen sind Parasiten, die der Schildlauspopulation Schaden. Gleichzeitig dienen sie als Beute für die Ameisen, es handelt sich dabei um eine Räuber-Beute-Beziehung.

Unter ausschließlicher Anwesenheit von Schlupfwespen sinkt die Größe der Schildlauspopulation kontinuierlich. Dies



Offensichtlich kann sich die Population der Schlupfwespen ungehindert vergrößern und schädigt dabei der Schildlauspopulation durch ihr <sup>\*</sup>parasitäres Verhalten. Dass das ~~die~~ die Sterberate in M1 ab dem 50. Tag sinkt, ist der geringen Anzahl an Schildlausindividuen zuzurechnen, die es den Schlupfwespen erschwert, Schildläuse zur Eiablage zu finden. Nach 80 Tagen ist die Population der Schildläuse durch die Schädigung durch die Schlupfwespen aus gestorben.

R

Gelungene Materialarbeit (+)

Angemessene Auswertung des Graphen bei Anwesenheit von Schlupfwespen. (+)

Anders jedoch verhält es sich, wenn sowohl ~~Schild~~ Schlupfwespen als auch Ameisen vorhanden sind. In den ersten 10 Tagen schrumpft die Schildlauspopulation, da die Schlupfwespen noch heranwachsen und sich von ihnen ernähren. Sind diese jedoch ausgewachsen, dienen sie den Ameisen als Beute. So wird ein ungehindertes Wachstum der Schlupfwespenpopulation verhindert, was wiederum das Wachstum der Schildlauspopulation begünstigt (vgl. Tag 20 = 600 Individuen Graph 2). Gleichzeitig profitieren die Ameisen von der höheren Verfügbarkeit von Beute ~~und~~ (Schlupfwespen) und Nahrung (Honigtau). Das Wachstum ihrer Population

Die Auswertung des Graphen bei Anwesenheit der Ameisen und der Schlupfwespen gelingt fast vollständig. (+)  
Es fehlt lediglich der Hinweis, dass die Ameisen durch das Fressen der Schlupfwespen langfristig die Eiablage verhindern. (-)

Sinnvolle Materialbezüge (+)

A Kontext unklar

\*<sup>1</sup> = endoparasitäres

Aj

Die spezielle Variante des Parasitenismus geht nicht aus dem Material hervor. Durch Vorwissen ist diese Annahme zulässig.



begünstigt wiederum die Sch

Umgekehrt nahezu vollständige Aus-  
wertung des Materials. Fachwissen wird  
sehr voll eingebracht.

Es wird indirekt deutlich, dass Lichtenergie  
für die Pflanzen nutzbar gemacht wird.

\*  
Ungenau. Es endet nicht die Photosyn-  
these am Enzym NADP-Reduktase  
sondern vielmehr der Elektronen-  
transport. Rund. Photophosphorylierung  
gibt ATP als Endprodukt hervor.  
Dies wird im Folgenden jedoch auch  
deutlich.

insbesondere

Die  $NADPH + H^+$  sowie ATP-Synthese  
wird vollständig beschrieben. (+)

begünstigt erneut die Schließzellenpopulation,  
da diese in Symbiose zu den Harnen steht.

Die Wachstumsrate der Schließläuse ist  
jedoch kleiner als in Graph 1 (M),  
A da die Schließläuse sie weiterhin schä-  
digen, jedoch nicht so übermäßig wie  
in Graph 3).

Aufgabe 1.3)

Die Primärreaktion der Photo-Fotosyn-  
these wird auch die Lichtreaktion ge-  
nannt, da Licht für ihren Ablauf erfor-  
derlich ist.

A Sie endet am Enzym NADP-  
Reduktase, wo durch die Über-  
tragung von Elektronen aus der Elektronen-  
transportkette II und von Protonen ( $H^+$ -Ionen)

A auf  $NADP^+$  im Stroma  $NADPH + H^+$   
entsteht. Gleichzeitig wird durch das  
Enzym ATP-Synthase, das den Konzen-  
trationsgradienten von  $H^+$ -Ionen, die bei  
der Fotolyse des Wassers entstehen und nur durch  
dieses Kanalprotein vom Intermembranraum  
ins Stroma gelangen, nutzt, ATP aus  
ADP und Phosphat synthetisiert. Diese  
Vorgänge können, wie oben bereits gesagt,  
nur bei Lichteinfall stattfinden. Out der  
Reaktion sind die Granathylakoide.

A Die Energie trägt  $NADPH + H^+$

56



und ATP liegen nun im Stroma vor.  
 ~~Dort~~ Dort gelangen sie zu den Strom-  
 thylakoiden, in denen die Sekundärreaktionen  
 Sekundärreaktion, auch Calvin-Zyklus nach  
 dem Entdecker Melvin Calvin (oder "Dunkel-  
 Reaktion" genannt. Der Calvin-Zyklus  
 ist auf  $C_3$ -Stoff angewiesen und  
 kann ohne sie nicht ablaufen, während  
 die Lichtreaktion ständig (bei Lichteinfluss  
 abläuft). Er besteht aus drei Phasen.  
 In der Zweiten, der Reduktion, wird  
 $NADPH + H^+$  aufgrund seines geringen Redox-  
 potenzials benötigt, um das Zwischenprodukt  
 $PGA$  zu  $PgA$  zu reduzieren,  
 welches teils zum Glucoseaufbau teils  
 zur Regeneration des Akzeptors  $CO_2$ -Ak-  
 zeptors RuBP benötigt wird. Dabei wird  
 aus  $NADPH + H^+$  wieder  $NADP^+$ . In  
 der bereits angesprochenen Phase der  
 Regeneration des Akzeptors wird das ATP  
 aus der Primärreaktion verwendet, da  
 für <sup>diesen</sup> den Vorgang Energie benötigt  
 wird. Nach Ablauf dieser Phase liegt  
 erneut ADP vor.  $NADP^+$  und ADP  
 wandern zurück in die Granathylakoide  
 und werden dort erneut durch die auf  
 Seite 5 beschriebenen Energieträger  
 umgewandelt.  
 der Ort der Photo-fotosynthese sind

Fotovorstellung. Die lichtunabh-  
 hängige Reaktion findet im Stroma  
 statt. (-)

A stattfindet

R

R

Unvollständig. ATP wird auch zur  
 Übertragung von Phosphat verbraucht  
 (-)

we

~

A

R

Insgesamt ist die Beschreibung der  
 Verknüpfung von Primär- und Sekun-  
 därreaktion durch  $NADP^+/NADPH + H^+$  so-  
 wie durch das ADP-/ATP-System im  
 Wesentlichen vollständig und korrekt. (+)



die Chloroplasten.

### Aufgabe 1.4)

Laut M2a wurde in den Leitbündeln von Pflanzen ein süßlicher Saft entdeckt. Bei der Untersuchung dieses Phänomens wurde festgestellt, dass es in einer Pflanze sowohl photosynthetisch aktives Gewebe ~~gibt~~ als auch Gewebe, ~~das~~ welches das Photosynthese-Produkt Glucose benötigt, aber keine Photosynthese betreibt, (Bsp.: Wurzeln) ~~gibt~~ ~~gibt~~. Folglich wird ~~das~~ die Glucose von den aktiven Zellen (Source) zu den Zellen mit Bedarf ohne Eisenproduktion (Sink) transportiert. Deshalb ist der Pflanzensaft in den Leitbündeln, die als Transportwege der Pflanzen dienen, süßlich. Auf Basis dieser Erkenntnisse ~~was~~ und Annahmen wurde das "Source-and-Sink-Modell" entwickelt.

M2a wird für die Erläuterung angemessen herangezogen. (+)

Zunächst wird Glucose ~~das~~ ~~weiter~~ direkt im Source-Gewebe in Saccharose umgewandelt (vermutlich da Glucose zwar energetisch, aber reaktionsträge ist). ~~Sach~~ Saccharose ~~wandert~~ ~~das~~ diffundiert an. Schließlich aufgrund des Konzentrationsgefälles (weil es ~~ja~~ aus-



Schließlich im Sourcegewebe produziert wird und deswegen dort in erhöhter Menge vorliegt durch die semi-permeable Zellmembran der Nachbarnzellen (in die) geleitet. In den Geleitzellen ist offensichtlich keine Diffusion mehr möglich, da die Membran für Saccharose nicht permeabel ist. Deshalb kommt hier der Symport zum Einsatz, bei dem sich ein Carrier-molekül und das zu transportierende Molekül gleichzeitig in die selbe Richtung durch die Membran bewegen. Auf diese Weise wird ein Passieren der Membran für den Stoff möglich, auch wenn die Membran für ihn eigentlich nicht durchlässig ist. Und der carrier (in diesem Fall  $H^+$ -Ionen) durch die Membran wieder auf seine Ausgangsposition zurückzubringen, damit er für einen weiteren Transport verfügbar ist, wird der ~~mithilfe des~~ aktiven Transport genutzt. Hierbei wird unter Energieaufwendung (s. M2b: ATP wird verwendet, es entstehen ADP und Phosphat) der Carrier entgegen ~~eines~~ des Konzentrationsgefälles über ein Transportmolekül durch die Membran transportiert.

- Af ungenau! Zu dem ungenau. Begründung fehlt! (-) (Konzentration des Saccharose)
- Fundiertes Fachwissen zeigt sich in der korrekten Zuordnung des Transportmechanismus
- Die Protonenkonzentration fehlt (-)
- Af Falsches Gebrauch der Fachsprache. Carrier und Transportproteine. (-)

A.o.

A.o.



Es fehlt der Hinweis, dass so die Zuckerkonzentration in den Siebzellen im Bereich der Leitbahnen niedrig gehalten wird. (-)

Die Erläuterungen zu den Transportmechanismen sind insgesamt recht vollständig. Es fehlen teilweise genauere Angaben zu den einzelnen Stoffkonzentrationen.

Richtige Zusatzinformation! (+)

1. ~~Ans~~ <sup>Ans</sup>chließend diffundiert Saccharose durch die Siebzellen, die mit Hilfe einer selektiv-permeablen Membran unerwünschte Stoffe "aussieben", in das "Sink-Gewebe", wo es als Energieträger für weitere Prozesse bereit steht. ~~Som~~

2. Auf diese Weise erklärt das "Source and - Sink-Modell", wie Saccharose Glukose in Form von Saccharose auch Gewebe zur Verfügung gestellt werden kann, dass keine Photosynthese betreibt und somit keine Glukose aufbaut. Ein Indiz für die Richtigkeit ist der süßliche Geschmack in den Transportbahnen der Pflanzen, den Leitbündeln. Er lässt sich durch den Transport des Zuckers Saccharose erklären.

### Aufgabe 2.7)

Ameisen haben laut M3a einen äußerst gut ausgeprägten Geruchssinn, der es ihnen ermöglicht, kaum mehr vorhandene Gerüche

1. in geringer Konzentration wahrzunehmen. Dies ist begründet durch die speziellen ~~Be~~ Geruchsorgane der Ameisen, die Körner an ihren Fühlern. Die Dendriten, die sich in ihnen befinden und die Erregung weiterleiten (afferente Teil von afferenten Nerven).



befinden sich in einer speziellen Flüssigkeit, der Sensillenlymphe. Diese enthält in hoher Konzentration Duftstoff- R  
~~Bindeproteine~~ Bindeproteine, was eine Bindung zwischen Duftstoffmolekül und Protein ermöglicht und wahrscheinlicher macht. Gleichzeitig sind diese Bindeproteine äußerst ~~reaktiv~~ bindungsfreudig, was das Entstehen einer Bindung weiter begünstigt.

Angemessene Berücksichtigung von M3a. (+)

~~Falls diese~~ Wenn nun ein Duftstoffmolekül von einem Bindeprotein gebunden wird, läuft folgender Vorgang ab: Der Komplex aus Duftstoffmolekül und

~~das~~ Duftstoff bindprotein gelangen an einen Rezeptor für letztere. Chr  
A Dieser Rezeptor spaltet den Komplex und bindet

an der ans setzt somit das Duftstoffmolekül wieder frei\*, welches anschließend an den Rezeptor eines in die Dendritenmembran eingelagerten Ionenkanals bindet.

Diese Bindung sorgt dafür, dass sich die bewegliche Einheit des Kanals bewegt und somit den Ionenkanal öffnet. Aufgrund des Konzentrationsgefälles, dass im Ruhezustand beim Ruhepotential herrscht, fließen  $Ca^{++}$ ,  $K^{+}$  und  $Na^{+}$ -Ionen aus der Sensillenlymphe ins Zellplasma des Dendriten. R  
Es kommt zu einer Depolarisation der Zelle, das Ruhepotential löst sich auf. A Im

\* (vgl. Schritt 2, M3b)



nächsten Schritt wird, ebenfalls von der stationären Untereinheit des Kanals mit dem Rezeptor ausgelöst, das in die Membran eingelagerte G-Protein ~~aus~~ <sup>aktiviert</sup> aktiviert, welches wiederum das Enzym Phospholipase <sup>aktiviert</sup> ~~aktiviert~~ <sup>\*3</sup> Diese Aktivierung

Das Enzym <sup>aktiviert</sup> ~~aktiviert~~ <sup>\*3</sup> spaltet nun PIP<sub>2</sub>-Moleküle in DAG- und IP<sub>3</sub>-Moleküle. Letztere dienen wiederum als Aktivator für einen Ca<sup>++</sup>-Ionenkanal, der daraufhin geöffnet wird. Wie in Schritt 4 (M3b) diffundiert auch hier wegen des Konzentrationsgradienten Ca<sup>++</sup>-Ionen in die ~~Zelle~~ <sup>ins Zellinnere</sup>. Es kommt erneut zu einer Depolarisation (und zur Entstehung eines Aktionspotentials).

Dieses verfügt über einen Ladungsüberschuss, der benachbarte Zellen ~~aktiviert~~ <sup>aktiviert</sup>, da die Ca<sup>++</sup>-Ionen als Aktivatoren für die Rezeptor gesteuerten Ionenkanäle fungieren (vgl. Schritt 10). Die anschließende Depolarisation setzt den Vorgang fort, so dass es entlang der Dendritenmembran zu einer Erregungsleitung hin zum Zellkern kommt, der die Erregung in Form von Aktionspotentialen weiter über das Axon weiterleitet.

Aufgabe 2.2 siehe S. 11  
\* (vgl. Schritte 5 u. 6; M3b)

**Hervorragende Detailanalyse! (+)**

**Fachfehler! Das Material liefert keinen Hinweis darauf, dass es sich hier um eine primäre Sinneszelle handelt, bei der die Aktionspotentiale direkt entstehen. (-)**

**Sehr transparente Materialarbeit durch die konkrete Angabe des Schritts aus M3b. (+)**

**Knappgehalteten Neuronen**

**Die Erläuterungen zur Signalumdeutung, die die auf Seite 9 aufgeführten Besonderheiten zum Geruchsinn einbeziehen, kommen deutlich zu kurz.**



## Aufgabe 2.2)

Zunächst liegt in einer Nervenzelle ein Ruhepotenzial vor. Dabei ordnen sich die ~~Natrium~~  $\text{Na}^+$ -Ionen ~~auf~~ <sup>A</sup> außerhalb und die ~~Ka~~  $\text{K}^+$ -Ionen <sup>A</sup> innerhalb der Zelle an der Membran an. Der Grund dafür ist der Konzentrationsgradient. Wenn nun der ~~Schwelle~~ sogenannte Schwellenwert (Spannung, meist zwischen  $-50$  u.  $-30$  mV) überschritten wird, öffnen sich die  $\text{Na}^+$ -Kanäle und  $\text{Na}^+$ -Ionen fließen in die Zelle. Es kommt zu einer Depolarisation. Es wird ein Aktionspotential ausgebildet, das immer vom ~~Akte~~  $\text{Axonhügel}$  ausgeht und von ihm weggeführt. Es ist nicht möglich, dass das Potenzial in die umgekehrte Richtung geleitet wird; da nach diesem Vorgang die sogenannte Refraktärzeit eintritt, in der die Zelle in den Ausgangszustand zurückfindet und nicht zur Weiterleitung verwendet werden kann. In nicht-myelinisierten Axonen sind die Zellen nicht elektrisch isoliert, was dazu führt, dass das elektrische Feld, dass bei der Depolarisierung entsteht, auch die spannungsgesteuerten Kanäle in den Nachbarzellen aktiviert. Dort läuft dann ebenfalls eine Depolarisation (statt <sup>A</sup> und ein weiteres Aktionspotential wird ausgebildet, bis die

überwiegend

Sehr pausend, es fehlt die Repolarisation durch den  $\text{K}^+$ -Ausstrom. (-)

zu unkontrolliert!

Es fehlt das seitliche Stromfließen innerhalb des Axons. (-)

hab



ngesamt wird das Prinzip der Weiter-  
leitung von Aktionspotentialen entlang  
des Axons ohne Myelinscheide deutlich, wobei  
einige Aspekte nur oberflächlich betrachtet  
werden (z.B. M).

Potenziale schließlich die präsynap-  
tische Erregung erreichen. Dort werden  
Rezeptoren<sup>\*4</sup> freigesetzt, die die Erregung  
über den synaptischen Spalt zum  
benachbarten Neuron transportieren.