

Die Abhängigkeiten ergeben sich mathematisch korrekt aus den Koordinatenachsen.

Die Entwicklung der Schildlauspopulation in Anwesenheit der Schlupfwespen wird vollständig beschrieben. (+)

Der Verlauf des Graphen bei Anwesenheit der Ameisen wird überwiegend richtig beschrieben. Lediglich das geringe Wachstum der Schildlauspopulation zwischen dem 20. und 50. Tag wird vernachlässigt. (-)

1.1. Das Diagramm M1 fasst die Ergebnisse von drei Experimenten, die die Einflüsse von Ameisen und Schlupfwespen auf die Entwicklung von Schildlauspopulationen untersuchen, zusammen.

Auf der x-Achse ist die Versuchsdauer in Tagen, auf der y-Achse die Anzahl der Schildläuse abgetragen. ✓

Zu Beginn des Versuchs sind ca. 550 Schildläuse vorhanden.

Unmittelbar nach der Aussetzung der Schlupfwespen, erkennt man eine deutliche Schädigung der <sup>P</sup>Population der Schildläuse. Die Anzahl nimmt kontinuierlich ab, bis zum Ende des Experiments (nach 80 Tagen) <sup>\*)</sup> alle Schildläuse vernichtet <sup>\*)</sup>.

Nach Aussetzung von Ameisen der Art *Oecophylla* steigt die Anzahl der Schildläuse zunächst leicht <sup>nach</sup> (bis

AA bei 10 Tagen bei ca. 650), darauf einen kurzen Zeitraum sehr steil (innerhalb von 10 Tagen auf 1000 Schildläuse) und bleibt dann konstant bei ca. 1050 Schildläusen. Der Graph des letzten Experiments



(Vorhandensein von Ameisen und Schlupfwespen) sinkt <sup>✓</sup> zunächst leicht, ab dem 10. Tag steigt er wieder bis auf 6000 <sup>(1)</sup> Schildläuse und darauf sehr steil bis auf 1000 Schildläusen nach ca. 40 Tagen. <sup>✓</sup> Danach bleibt die Anzahl relativ konstant bei ca. 1050.

Man erkennt, dass die Graphen der Ameisen Schildläuse und mit Ameisen und der Schildläuse mit Ameisen und Schlupfwespen relativ parallel zueinander verlaufen (nur etwas zeitversetzt) und <sup>sich</sup> beide nach 80 Tagen bei einer Anzahl von etwas über 1000 Schildläusen befinden.

1.2. Bei der Beziehung der Schildläuse und der Schlupfwespe handelt es sich um eine Parasitoide <sup>✓</sup>.

Als Parasitoide bezeichnet man den Übergang zwischen einer Räuber-Beute-Beziehung und dem Parasitismus. Von Parasitismus (der Parasit lebt innerhalb oder außerhalb des artfremden Wirtsorganismus, bezieht Nahrung von ihm und schädigt ihn) kann hier nicht die Rede sein, da nicht die

Die Entwicklung der Schildlauspopulation in Abwesenheit der Ameisen und der Schlupfwespen wird teilweise richtig beschrieben. (+)  
Der Bereich zwischen dem 40. und 80. Tag wird zu oberflächlich herausgearbeitet. (-)

Insgesamt überwiegend richtige, teilweise zu oberflächliche Beschreibung des Graphen.

Die ökologische Beziehung zwischen Schildlaus und Schlupfwespe wird richtig erkannt! (+)  
Es fehlen Materialbezüge mit entsprechenden Auswertung. (- -)

Mangelndes Fachwissen: Parasitoide sind eine Variante des Parasitismus  
Ag (-)



Schlupfwespe selbst in oder auf der Schildlaus lebt, sondern lediglich ihre Eier in sie ablegt und die Schildlaus so der Larve als Nahrung dient, der ihr damit schadet und zum Tod der Schildlaus führt. <sup>2</sup> \* siehe Erde

Bei der Beziehung zwischen Ameise und Schildlaus könnte es sich um eine Art Symbiose handeln, wobei hier aber nicht von einer lebenswichtigen Bindung innerhalb oder außerhalb eines Symbionten gesprochen werden kann, da beide Arten auch allein existieren können. Die Ameisen profitieren jedoch von der Produktion / Ausscheidung der Schildläuse des Honigtaus, da er ihnen als Nahrungsquelle dient.

Die Schildläuse wiederum profitieren davon, dass die Ameisen den Honigtau fressen und ihn damit von den Schildläusen entfernen, da sie selbst nicht in der Lage dazu sind und es sie so

per se ohne Entfernung schädigt. Ohne die Ameisen würde die Population sinken. Zudem ist hier ein Nahrungsnetz beschrieben: Die Schildläuse ernähren sich von Pflanzen (Produkt)

Die symbiotische Beziehung zwischen Ameise und Schildlaus wird richtig erkannt und Zusammenhänge fast vollständig und richtig erläutert. (+)  
Materialbezüge fehlen. (-)

richtige Aussage. Das Material liefert jedoch vertiefende Erkenntnisse. (-)

Unvollständige Ausführungen zum Nahrungsnetz. Es fehlt: "das Fachwort 'Nahrungsnetz'". (-)



zenten) Saft, sie scheiden den Überschuss an Zucker wieder aus, woraus Honigtau entsteht.

Dieser Honigtau dient als Nahrung für Ameisen und andere Lebewesen. Schlupfwespen legen ihre Eier neben Schildläuse zur Eiablage, die später daraus schlüpfenden Larven legen wieder ihre Eier in eine Schildlaus ab, usw. Es entsteht ein Kreislauf. Zudem werden ausgewachsene Schlupfwespen von Ameisen gefressen. So entsteht eine Vernetzung aller Beteiligten.

1.3. Die Photosynthese ist unterteilt in Primär- und Sekundärreaktion. Als Primärreaktion wird die lichtabhängige durch Oxidation (Hinzufügen von Wasserstoff-Atomen) wird  $\text{NADP}^+$  zu  $\text{NADPH} + \text{H}^+$ . ATP entsteht durch die Reaktion von ADP und Phosphat. Die Photosynthese ist in zwei Aspekte unterteilt: die lichtabhängige Reaktion in den  $\text{Thylakoiden}$  ist für die Bildung von Sauerstoff zuständig, die lichtunabhängige Reaktion im Stroma der Chloroplasten sorgt für die Synthese von Kohlenstoffen aus  $\text{CO}_2$ .

Die Auswertung der ökologischen Beziehung zwischen Ameise und Schlupfwespe bleibt deutlich hinter den Erwartungen. Dies fehlt auch das entscheidende Fachbegriff. Insgesamt fehlen in der Bearbeitung Bezüge zum Material. Daraus resultiert eine deutlich zu oberflächliche Auswertung.

Die Bearbeitung des Aufgabenteils 1.3 münst. Es sind lediglich erste Überlegungen zur Thematik vorhanden, die teilweise sogar falsch sind.



1.4. Das in Abb dargestellte „Source- and-Sink-Modell“ fasst die Ergebnisse der Untersuchungen von Forschern zusammen, die sich damit beschäftigt haben, wie sich der süßliche Pflanzensaft in den Leitbündeln <sup>einer Pflanze</sup> erklären lässt.

Man unterscheidet zwischen dem Assimilationsgewebe, ~~in dem~~ <sup>wo</sup> in dem Fotosynthese stattfindet als „Source“ <sup>z.B. A</sup> und den Orten, an denen Glucose benötigt <sup>wird</sup>, aber keine Fotosynthese stattfindet als „Sink“ <sup>z.B. B</sup> (z.B. in der Wurzel).

In der schematischen Darstellung des „Source-and-Sink-Modells“ lässt sich erkennen, dass Glucose vor dem Transport in die Blattzellen im photosynthetischen aktiven Gewebe in Saccharose <sup>im Modell</sup> (hier mit einem S gekennzeichnet) umgewandelt wird. Im ~~Source~~ Source-Gewebe diffundiert die Saccharose durch die <sup>selektiv permeablen</sup> einzelnen Biomembranen, die Blattzellen voneinander trennen. Biomembranen schaffen räumliche Trennung, was zu einer Kompartimentierung führt, und verschiedene

Gewebe

A Die allgemeine Bedeutung des „Source-and-Sink-Modells“ wird deutlich. (+)

Die Transportvorgänge bis zu den Zielzellen werden richtig erklärt. (+)

Leins

A  
Sh



Reaktionsräume mit unterschiedlichen Reaktionsbedingungen entstehen, sodass sich Konzentrationsgradienten ausbilden können.

Die Saccharose diffundiert durch mehrere Zellen, bis sie zu den Gleitzellen gelangt, die Teile des Leitbündels darstellen und dem Stofftransport dienen. An der Membran der Gleitzellen befinden sich Transportproteine, die den Molekülen das Passieren der Membran ermöglichen.

An der Außenseite befinden sich (so) A Saccharose-Moleküle und auch

$H^+$ -Ionen. Sowohl die S-Moleküle, als auch die  $H^+$ -Ionen werden durch die Transportproteine in das Innere der Gleitzellen befördert.

Der Transport durch solche Proteine (Tunnelproteine, Carrier) und auch die einfache erleichterte Diffusion bezeichnet. Zusammen mit der einfachen Diffusion bilden sie den passiven Transport (mit dem Richtung des Konzentrationsgefälles).

Die  $H^+$ -Ionen, die in das Innere gelangt sind, werden durch weitere Transportproteine wie unter Ab-

Die Bedeutung des Osmopassivierung durch Biomembranen wird hier richtig erkannt. (+)

A<sub>g</sub> gemeinsam

Die Konzentrationsverhältnisse zwischen Saccharose-Moleküle innerhalb und außerhalb der Gleitzellen werden nicht deutlich. (-)

A<sub>g</sub> Umblas; dies gilt nur für die Protonen. (-)



Es fehlt der Hinweis, dass die Protonen erneut für die Saccharoseaufnahme zur Verfügung steht. (-)

Dies sollte zudem erwähnt werden, dass durch die Saccharosediffusion zum Sink-Gewebe die Zuckerkonzentration in den Siebzellen gering gehalten wird. (-)

Es werden alle Transportmechanismen erläutert. Die Ausführungen sind jedoch teilweise zu oberflächlich und berücksichtigen insbesondere die vorliegenden Konzentrationsverhältnisse zu wenig.

Material 43a wird angemessen berücksichtigt. (+)

Spaltung von ATP zu ADP und P (anorganisches Phosphat) wieder hinaustransportiert. Dieser Vorgang findet also unter Energieaufwand und entgegen dem Konzentrationsgefälle statt; <sup>er wird als</sup> ~~sedass diesen~~ <sup>aktiver</sup> Transport bezeichnet. ~~gang nennt man aktiver Transport.~~

Die Saccharose-Moleküle diffundieren weiter in die Siebzellen, die ebenfalls dem Stofftransport dienen und gelangen weiter <sup>mithilfe</sup> durch eine durchlässige Membran zum Sink-Gewebe, in dem Glucose benötigt wird.

2.1. Die Dendriten einer Geruchsinneszelle von Ameisen befinden sich in einer Flüssigkeit (Sensillenlymphe). Die Membran des Dendriten trennt diese Sensillenlymphe von dem Zellplasma des Dendriten. Innerhalb der Flüssigkeit befinden sich spezielle Duftstoff-Bindeproteine in großer Konzentration. Die Duftstoffmoleküle gelangen durch Diffusion durch die Poren und lösen sich in der Sensillenlymphe. ~~Das~~ Duftstoff-Bindeprotein durch das hohe Bindungsbestreben



der Proteine zu den Duftstoffen werden die Moleküle an das Duftstoff-Bindeprotein gebunden, das auf die Membran eingelagert ist.

Es gelangt weiter zu einem Ionenkanal der aus einer "beweglichen Untereinheit" (unspezifisch) und einer "stationären Untereinheit" mit ~~ein~~

Rezeptor besteht. Dadurch, dass das Duftstoff-Molekül an den Rezeptor bindet (Schlüssel-Schloss-Prinzip) öffnet sich der Ionenkanal

und  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  und  $\text{K}^+$ -Ionen <sup>strö-</sup> ~~strö-~~men aus der Sensillenlymphe durch die Membran in das Innere (Zellplasma) des Dendriten.

Von dem Ionenkanal gelangt das Duftstoff-Molekül <sup>über</sup> zu einem G-Protein <sup>(Aktivierungsprozess)</sup> und der Phospholipase <sup>zur</sup> ~~und~~ es

zu einem  $\text{PIP}_2$ -Molekül und einem  $\text{DAG}$ -Molekül gespalten wird. umgelagert wird.

Dieses  $\text{PIP}_2$ -Molekül wird zu einem ~~es~~  $\text{DAG}$   $\text{IP}_3$ -Molekül und einem  $\text{IP}_3$ -Molekül gespalten.

Das  $\text{IP}_3$ -Molekül gelangt an einen weiteren Rezeptor gesteuerten Ionenkanal, bindet an wird an ihn gebunden (Schlüssel-Schloss-Prinzip) und bedingt dadurch das

Basiskonzept als Ergänzung  
nichtig benannt. (+)

Fehlanalyse des Materials!  
 $\text{G}$ -Protein und Phospholipase  
werden aktiviert, daraus gelangt  
das Duftstoffmolekül nicht weiter!  
(-)



In vielen der Phasen Repolarisation  
wird Refraktärität (6.)

Einwirkung bis zu niedrigeren in (+)

Technik z

Abkürzung aufrecht? erfüllen von A  
kannst du hier auch ab

Bis auf die Schritte 1, 5 und 6 werden  
die Vorgänge an der Dendritenmembran  
einer Geruchsnervenzelle bei Ammonien  
(M36) angemessen beschrieben.

Es fehlen jedoch insgesamt Erläuterungen  
zu Signaltransduktion, bei der der  
Verstärkungsprozess deutlich wird.

Öffnen des Kanals, sodass  
weitere  $Ca^{2+}$ -Ionen in das Innere  
strömen. Das Innere  
des Dendriten wird immer positiver  
geladen. Die  $Ca^{2+}$ -Ionen  
verteilen sich durch Diffusion  
und gelangen zu einem <sup>erneuten</sup> Rezeptor-  
gesteuerten Ionenkanal, der aller-  
dings unspezifisch ist und sorgen  
durch ihre Bindung für eine  
Verformung des Kanals, sodass  
weitere ~~na~~ positive Ladungen  
( $Na^{+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $K^{+}$ -Ionen) in das  
Zellplasma gelangen.

\*, das in die Membran eingelagert  
ist und das Molekül ins Innere  
(Zellplasma) des Dendriten führt.



2.2. Ein Aktionspotential kann nur ausgebildet werden, wenn ein bestimmter Schwellenwert (meist bei ca. -50mV) erreicht ist. Nur dann kommt es zur Depolarisation.

Bei der Depolarisation öffnen sich die Natrium-Ionen-Kanäle, sodass Natrium-Ionen in das Innere des Axons strömen. Es kommt zu einer Spannungsumkehr: Das Innere ist nun gegenüber dem Außenmedium positiv geladen. Es bildet sich ein elektrisches Feld, das (vorausgesetzt es ist groß genug) auch den Schwellenwert der Nachbarezellen

erreichen kann und somit auch dort eine Depolarisation auslösen kann (dieser Prozess wiederholt sich mehrmals). Jedoch schwächt das Aktionspotential mit zunehmender Entfernung immer weiter ab, da es nicht, wie bei der saltatorischen Erregungsleitung durch eine Myelinscheide isoliert ist, sodass ~~es~~ ab einem Zeitpunkt das Signal so schwach ist, dass es den Schwellenwert nicht mehr erreicht und es kein Aktionspotential mehr ausge-

Die Depolarisation wird passiv erklärt. (+)

R. Der seitliche Stromfluss innerhalb des Axons wird nicht konkret deutlich.

die Depolarisation



Es fehlen die Phasen Repolarisation  
sowie Refraktärzeit. (-)

1 / löst werden kann.  
Bei der kontinuierlichen Erre-  
gungsleitung muss also jedes  
Aktionspotential neu aktiviert  
werden. Deshalb ist sie eine  
sehr langsame Erregungsleitung  
unter hohem ATP-Verbrauch.

1 / zudem sind Leckströme möglich,  
so dass es zu einem Energiever-  
lust kommt.

1  
\* Die Weiterleitung von Aktions-  
potentialen am Axon einer Nerven-  
zelle ohne Myelinscheide nennt  
man kontinuierliche Erregungs-  
leitung. Diese kommt bei Wirbel-

2 lösen Tieren, wie z.B. Ameisen vor.

Die Erläuterungen zur kontinuierlichen  
Erregungsleitung sind unvollständig.



