



Rheinland-Pfalz

PÄDAGOGISCHES
LANDESINSTITUT

AMEISENFORSCHUNG

Mit dem A.N.T.S. Experimentierkoffer unterrichten



Foto: R. Sammet

In den PL-Informationen werden Ergebnisse veröffentlicht, die von Lehrerinnen und Lehrern aller Schularten unter Einbeziehung weiterer Experten erarbeitet und auf der Grundlage der aktuellen pädagogischen oder fachdidaktischen Diskussion für den Unterricht oder die Schulentwicklung aufbereitet wurden. Mit ihnen werden Anregungen gegeben, wie Schulen bildungspolitische Vorgaben und aktuelle Entwicklungen umsetzen können.

Die PL-Informationen erscheinen unregelmäßig. Unser Materialangebot finden Sie im Internet auf dem Landesbildungsserver unter folgender Adresse:
<http://bildung-rp.de/pl/publikationen.html>

Die vorliegende Veröffentlichung wird gegen eine Schutzgebühr von 6,00 Euro zzgl. Versandkosten abgegeben. Bestellungen richten Sie bitte an das Pädagogische Landesinstitut: **bestellung@pl.rlp.de**

Impressum

Herausgeber:

Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz
Standort Bad Kreuznach
Röntgenstraße 32
55543 Bad Kreuznach
pl@pl.rlp.de

Redaktion:

Barbara Dolch, Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz

Skriptbearbeitung:

Ute Nagelschmitt, Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz

Titelbild:

Rebecca Sammet, Johannes Gutenberg-Universität (AG Didaktik der Biologie), Mainz

Erscheinungstermin: Oktober 2014

© Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz 2014

ISSN 2190-9148

Soweit die vorliegende Handreichung Nachdrucke enthält, wurden dafür nach bestem Wissen und Gewissen Lizenzen eingeholt. Sollten dennoch in einigen Fällen Urheberrechte nicht berücksichtigt worden sein, wenden Sie sich bitte an das Pädagogische Landesinstitut Rheinland-Pfalz.

INHALT

Einleitung	
1. Ameisenforschung - Erkenntnistransfer vom Labor in die Schule	7
1.1 Die Ameisenart <i>Temnothorax nylanderi</i>	7
1.2 Der A.N.T.S. Experimentierkoffer	11
1.3 Das Beobachten als naturwissenschaftliche Erkenntnismethode	12
2. Unterricht in der Grundschule	17
2.1 Ameisen im Sachkundeunterricht	17
3. Unterricht in der Orientierungsstufe im Fach NaWi	20
3.1 Schülerfragen zu Ameisen	22
3.2 Kompetenzentwicklung über mehrere Themenfelder	23
3.2.1 Themenfeld 2: Vom ganz Kleinen und ganz Großen	23
3.2.2 Themenfeld 3: Bewegung zu Wasser, zu Lande und in der Luft	25
3.2.3 Themenfeld 4: Pflanzen, Tiere, Lebensräume	27
3.2.4 Themenfeld 5: Sonne, Wetter, Jahreszeiten	32

4.	Unterricht in der Sekundarstufe im Fach Biologie	36
4.1	Das Forschertagebuch	36
4.2	Lehr-Lern-Modell für den kompetenzorientierten Unterricht	38
4.3	Planungsraster	42
	Anhang 1: Arbeitsblätter Sachunterricht Grundschule	46
	Anhang 2: Arbeitsblätter NaWi Orientierungsstufe	55
	Anhang 3: Arbeitsblätter Biologie Sekundarstufe I	79

EINLEITUNG

Lehrpläne, Bildungsstandards und fachdidaktische Werke der Biologie weisen immer wieder auf die Auseinandersetzung von Schülerinnen und Schülern mit dem lebenden Tier hin. Das Arbeiten mit lebenden Organismen im Unterricht ist deshalb eine der zentralen Grundlagen der biologischen Erkenntnisgewinnung. Diese Ziele sind für den Biologieunterricht bzw. Anfangsunterricht in dem Fach Naturwissenschaften oder Sachunterricht in der Grundschule nur durch die Auswahl entsprechender Beispiele zu erreichen. Die Beispiele sind häufig nur für eine bestimmte Fragestellung geeignet.

Schülerinnen und Schüler haben Freude an lebenden Organismen, vor allem an Tieren. Diese Begeisterung kann genutzt werden, um über die einfache Beobachtung hinaus zu forschen. Dabei entdecken Schülerinnen und Schüler, dass Tiere und Pflanzen charakteristische Lebensweisen haben, an ihre Umgebung angepasst sind und in vielfältigen Beziehungen zueinander stehen. Auch die Dynamik und Komplexität biologischer Vorgänge, die Diversität belebter Lebensräume und Interaktionen zwischen Organismen und ihrer biotischen und abiotischen Umwelt können in das Beobachten lebender Organismen einfließen.

Besonderer Bedarf besteht daher an Materialien, mit denen eine Vielzahl von unterrichtsrelevanten Fragestellungen im Unterricht aufgegriffen werden kann. Gefragt sind hierbei auch Beispiele, die in mehreren Jahrgangsstufen nutzbar sind und dadurch einen kumulativen Kompetenz- und Wissenserwerb fördern.

Vor diesem Hintergrund entstand 2012 ein Erkenntnistransferprojekt zwischen der Abteilung Evolutionsbiologie und der AG Didaktik der Biologie am Institut für Zoologie der Johannes Gutenberg-Universität Mainz sowie dem Pädagogischen Landesinstitut Rheinland-Pfalz. Im Mittelpunkt des Projekts stand auf den Grundlagen dieser evolutionsbiologischen Forschung die Erarbeitung schultauglicher Freiland- und Laboruntersuchungen von Ameisen sowie deren Erprobung und Evaluation.

Für eine Implementierung des Themas spricht neben einem hohen Anteil an originaler Begegnung auch die Tatsache, dass gleichzeitig Bezüge zu zahlreichen Themenbereichen des Sachunterrichts in der Grundschule, der Orientierungsstufe (NaWi) und Sekundarstufe I und II in Biologie bestehen und der Entwicklung verschiedener Basiskonzepte dienen können.

Thema	Basiskonzept	Ameise als Modellorganismus
Biodiversität	System	Wirbellose Ordnung im Stammbaum
Ökosysteme		Ameisen im Nahrungsnetz Bedeutung für Stoffkreisläufe
Soziale Organisationsformen im Tierreich		Staatenbildung Parasitismus Sklavenhaltung
Individual- und Stammesentwicklung	Entwicklung	Metamorphose Evolution von Staaten bildenden Organisationsformen
Verhaltensbiologie	Struktur und Funktion	Arbeitsteilung Brutpflege Nesterkennung
Austausch von Stoffen, Energie und Informationen		Ernährung Kommunikation
Regulation		Reiz-Reaktions-Mechanismen

Das entstandene Unterrichtsmaterial und ein Experimentierkoffer wurden von 13 Schulen in den Klassenstufen 5 bis 13 auf Eignung erprobt und im Austausch mit der AG Didaktik der Biologie am Institut für Zoologie der Johannes Gutenberg-Universität Mainz weiterentwickelt. Der Einsatz des Materials in Schulen wird durch die Verwendung des Experimentierkoffers, der das Arbeiten in Klassen- bzw. Kursstärke ermöglicht, gewährleistet.

Das Thema „Ameisenforschung“ im Unterricht bietet die Gelegenheit, exemplarisch zu arbeiten und die Kompetenzorientierung in den Fokus des Unterrichts zu rücken. Neben dem Beobachten, Untersuchen, Experimentieren und Handhaben von Arbeitsgeräten sind auch das Sammeln, Ordnen, Vergleichen und Bestimmen sowie die Pflege von Tieren Bestandteil der Entwicklung der fachspezifischen Kompetenz „Naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung“.

Kompetenz	Schülerinnen und Schüler können ...	Schülertätigkeit beim Ameisenthema
Erkenntnisgewinnung	... naturwissenschaftlich arbeiten	sammeln beobachten vergleichen untersuchen
Kommunikation	... Informationen sachgerecht entnehmen ... sach- und adressatengerecht präsentieren und dokumentieren ... naturwissenschaftlich argumentieren und diskutieren	recherchieren beschreiben protokollieren zeichnen
Bewertung	... Bewertungskriterien festlegen und anwenden ... Sachverhalte beurteilen, z. B. für die Haltung eines Tieres	bewerten halten und pflegen
Umgang mit Fachwissen	... mit Geräten, Stoffen, Verfahren umgehen ... Fachwissen strukturieren ... naturwissenschaftliche Konzepte zur Problemlösung nutzen	mikroskopieren ordnen Fachwissen anwenden

1. AMEISENFORSCHUNG – ERKENNTNISTRANSFER VOM LABOR IN DIE SCHULE

1.1 Die Ameisenart *Temnothorax nylanderi*

Wenige Lebewesen ermöglichen es, naturnahe Lebensräume kennen zu lernen *und* diese in der Schule zu halten *und* mit diesen zu vielen biologischen Fragestellungen im Unterricht weiter zu forschen. Mit dem Thema Ameisenforschung ist dies ohne großen Aufwand möglich!

Ameisen sind als exemplarische Vertreter für die Insekten gut geeignete Anschauungsobjekte. Sie sind den meisten Schülerinnen und Schülern aus dem Alltag bekannt und somit wird die reale Welt mit der Forschung im Klassenzimmer verknüpft.

Die im Mittelpunkt des A.N.T.S.-Projektes stehende Ameisenart *Temnothorax nylanderi* lebt ganzjährig oberirdisch in unveränderter Lage und kann Temperaturextremen nicht ausweichen. Für die normale Entwicklung ist sie sogar auf tägliche oder jahreszeitliche Schwankungen für die Entwicklung ihrer Brut angewiesen. Die größte Gefahr für alle und so auch diese Ameisen ist übermäßige Trockenheit. Die meisten benötigen eine höhere Luftfeuchte, als außerhalb ihres Nestes herrscht. Eine höhere Luftfeuchte birgt aber Gefahren durch Besiedelung mit Bakterien oder Pilzen, die den Ameisen gefährlich werden können. Ameisen töten diese durch ein Drüsensekret. *Temnothorax*-Ameisen bevorzugen leichtfeuchte Lebensräume und eine mittlere Temperatur von 18,4° C. Im Winter kommen sie dicht zusammen, um ihre Königin und die Brut zu schützen. Die noch unbekannte Anpassung an Frost (evtl. Frostschutzmittel in der Hämolymphe) führt zu Kältestarre wie bei allen wechselwarmen Lebewesen. Die *Temnothorax*-Ameisen können sich auf unebenen Oberflächen gut bewegen. Die Komplexaugen dienen vermutlich der Orientierung und Wahrnehmung von Lichtrichtungen. Die wichtigsten Sinnesorgane sind die Antennen. Damit nehmen sie chemische, thermische und mechanische Reize auf und sie sind für Orientierung und Kommunikation sehr wichtig. Z. B. werden Duftstoffe aus Kräutern oder Gewürzen über die Rezeptoren in den Antennen aufgenommen und rufen sehr unterschiedliche Reaktionen hervor. *Temnothorax*-Ameisen erbeuten frühe Entwicklungsstadien von Gliedertieren oder nutzen Aas als Proteinquelle, die besonders für die Entwicklung der Brut benötigt wird. Adulte Tiere benötigen vor allem Kohlenhydrate.

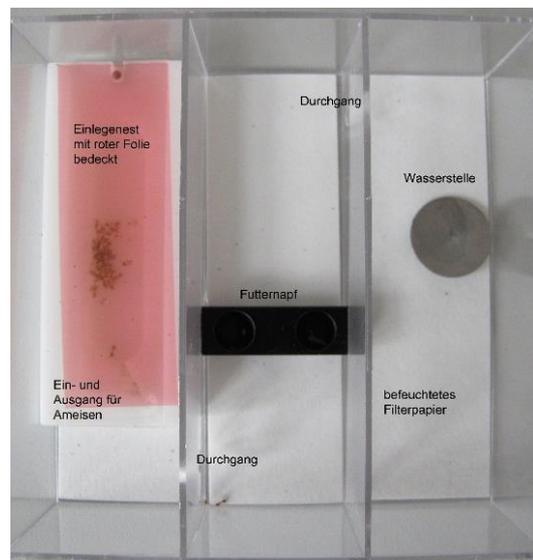
Temnothorax nylanderi ist in Rheinland-Pfalz weit verbreitet und somit einfach zu finden. Sie bewohnt in kleinen Kolonien von weniger als 100 Individuen meist an der Bodenoberfläche am häufigsten Totholz, Borke, hohle Eicheln, Nüsse oder Gallen und kann problemlos in kurzer Zeit gesammelt und in kleinen Plastikdosen gehalten werden. Darüber hinaus ist ihre langfristige Haltung und Handhabung im Klassenzimmer unkompliziert. Auch in Bezug auf Artenschutzbestimmungen ist das Sammeln und Halten dieser Tierart im Klassenzimmer unbedenklich. Während viele Waldameisen der Gattung *Formica* unter besonderem Schutz stehen und der Natur nicht entnommen werden dürfen, stellt dies bei der nicht bedrohten Art *Temnothorax nylanderi* kein Problem dar.



Im Vorfeld sollte geprüft werden, ob in dem ausgewählten Gebiet ausreichend Eicheln und *Temnothorax*-Kolonien in Eicheln vorkommen. Eine kleine Ansammlung von Eicheln genügt in der Regel, um fündig zu werden. Handelt es sich bei dem ausgewählten Gebiet um ein Naturschutzgebiet, muss eine Sammelgenehmigung eingeholt werden. Aus hygienischen Gründen können Schülerinnen und Schülern beim Sammeln Einmalhandschuhe zur Verfügung gestellt werden.



Temnothorax-Ameisen sind bedingt durch die Kurzlebigkeit ihrer Nistgelegenheiten auch in der Natur mehrmals zu einem Umzug gezwungen. Der Umzug in ein Dreikammernest stellt daher keine Zumutung für sie dar. In dem Nest sorgen mit Vaseline bestrichene Wände dafür, dass die Ameisen sich nur auf dem Boden bewegen. Ausgelegtes Filterpapier wird angefeuchtet, um für hohe Luftfeuchtigkeit zu sorgen. Als Nahrung dienen den Ameisen ein Tropfen Honig, ein Stück Heimchen (z. B. im Zoofachhandel erworben, eingefroren und zerkleinert) im Futternapf und Wasser auf dem Metallplättchen. Die drei Kammern sind durch Bohrungen miteinander verbunden. Nach dem Sammeln im Wald ziehen die Ameisen innerhalb einer Nacht aus der Eichel in das Einlegenest, das mit roter Folie bedeckt ist und einen schmalen Ausgang hat.



Das Sammeln, die Versorgung und der Rücktransport der Kolonien in den Wald bieten Möglichkeiten für ein klassen- und/oder stufenübergreifendes Arbeiten. Über einen Plan gelingt es, dass alle beteiligten Klassen rotierend an der Versorgung der Ameisen beteiligt sind. Die von einer Klasse gesammelten Kolonien können zeitgleich in anderen Klassen oder Klassenstufen für Beobachtungen verwendet werden.



Um die Ameisen am Ende wieder in den Wald zurückzubringen, wird das Einlegenest geöffnet (d. h., die Glasabdeckung entfernt) und ein „echter“ Strohalm (ca. 5 cm) in derselben Kammer zur Verfügung gestellt. Sobald sie eingezogen sind, können sie an der Fundstelle wieder ausgesetzt werden.

Beobachtungen und Experimente mit Temnothorax-Ameisen sind in der Regel von März bis Oktober möglich. In diesem Zeitraum können sie problemlos gesammelt werden. Wenn Ameisen im Kühlschrank überwintern sollen, müssen sie weiter versorgt werden. Sie sollten deshalb im Herbst wieder im Wald ausgesetzt werden.

Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
		Frühestens Ameisen sammeln							Spätestens Ameisen aus- setzen		

Die an dem Ameisenthema erarbeiteten und erprobten Module werden in den folgenden Kapiteln integriert in geeignete Themen der Grundschule, der Orientierungsstufe und der Sekundarstufe vorgestellt. Dies ist nur eine Möglichkeit, die in den Bildungsvorgaben gestellten Aufgaben exemplarisch mit dem Ameisenkoffer und Temnothorax-Ameisen zu erfüllen.

Je nach Schülerfragen und Jahrgangsstufen können einzelne Bausteine oder ganze Module im Unterricht durchgeführt werden.

In den folgenden Ausführungen und Arbeitsblättern im Anhang wird, um den Sprachgebrauch für Schülerinnen und Schüler zu erleichtern, vereinfachend von Ameisen gesprochen, wenn es sich um die Ameisenart *Temnothorax nylanderi* handelt.

Modul	Bausteine
Basismodul	Wir sammeln Ameisen.
Beobachtungen zum Ameisenbauplan	Ameisen unter der Lupe Wie stark sind Ameisen wirklich? Der SpaceClimber – ein frei kletternder Roboter Klein, aber fein – Beinglieder und Mundwerkzeuge
Beobachtungen zu Ameisen im Lebensraum	Ordnung in der Vielfalt Ameisen artgerecht halten und pflegen Wie und wo fühlen sich Ameisen am wohlsten?
Beobachtungen zur Entwicklung einer Ameisenkolonie	Ameisen in den Jahreszeiten Entwicklungsstadien im Leben einer Ameise Weibliche Ameisen in zwei „Wesen“

1.2 Der A.N.T.S. Experimentierkoffer

Der Koffer enthält 30 Sets (Dreikammer- und Einlegenester, Futternäpfe, Wasserplättchen, Filterpapier), damit Schülerinnen und Schüler ihre eigene Ameisenkolonie sammeln, halten und beobachten können. Darüber hinaus sind Materialien für das Sammeln (Sammelschalen und -beutel, Pinsel, Transportbehälter), die Versorgung (Tropfflaschen für Wasser und Honig, Spülmittel, Vaseline) sowie für Beobachtungen und Untersuchungen (Federstahlpinzetten, Handzähler, Arenen) im Koffer enthalten.

Der Koffer enthält Schülerarbeitsblätter und Hintergrundinformationen für die Vorbereitung des Unterrichts zu folgenden Themen:

- Sammeln und Halten von Temnothorax-Ameisen,
- Beobachtungen zum Ameisenbauplan,
- Beobachtungen zur Entwicklung einer Kolonie,
- Versuche zur Reaktion auf Umweltfaktoren,
- Versuche zur Kommunikation in Ameisenkolonien.

Ebenfalls enthalten ist ein Methodenhandbuch, das die wichtigsten Tipps, Tricks und Kniffe für den Umgang mit und die Haltung von Temnothorax-Ameisen verrät.

Außer den Materialien im Koffer werden für die meisten Beobachtungen und Versuche nur noch Binokulare, proteinhaltige Nahrung für die Ameisen und natürlich die Ameisen benötigt, die von den Schülerinnen und Schülern selbst gesammelt werden.



A.N.T.S.-Experimentierkoffer mit ausgewählten Materialien

Bestellungen sind möglich unter: <http://www.ameisen-in-schulen.de/>

Außerdem verleiht das Pädagogische Landesinstitut A.N.T.S.-Experimentierkoffer. Bei Interesse wenden Sie sich bitte an Frau Dr. Stefanie Böhm unter: stefanie.boehm@pl.rlp.de.

1.3 Das Beobachten als naturwissenschaftliche Erkenntnismethode

Schülerinnen und Schüler nähern sich häufig aus Alltagsbeobachtungen und ihren Erfahrungen heraus biologischen Phänomenen. Sie beobachten dabei emotional und ungerichtet. Damit ist die *Alltagsbeobachtung* tendenziell subjektiv. Es werden hervorstechende anatomische Merkmale oder Verhaltensweisen wahrgenommen, ohne diese zu hinterfragen. Es werden keine Forschungsfragen formuliert und keine Erkenntnisobjekte mit zu messenden Merkmalen festgelegt.

Die *wissenschaftliche Beobachtung* versucht, systematisch und objektiv zu sein. Dazu bedarf es eines Beobachtungsplanes und einer Organisation des Beobachtungsprozesses.

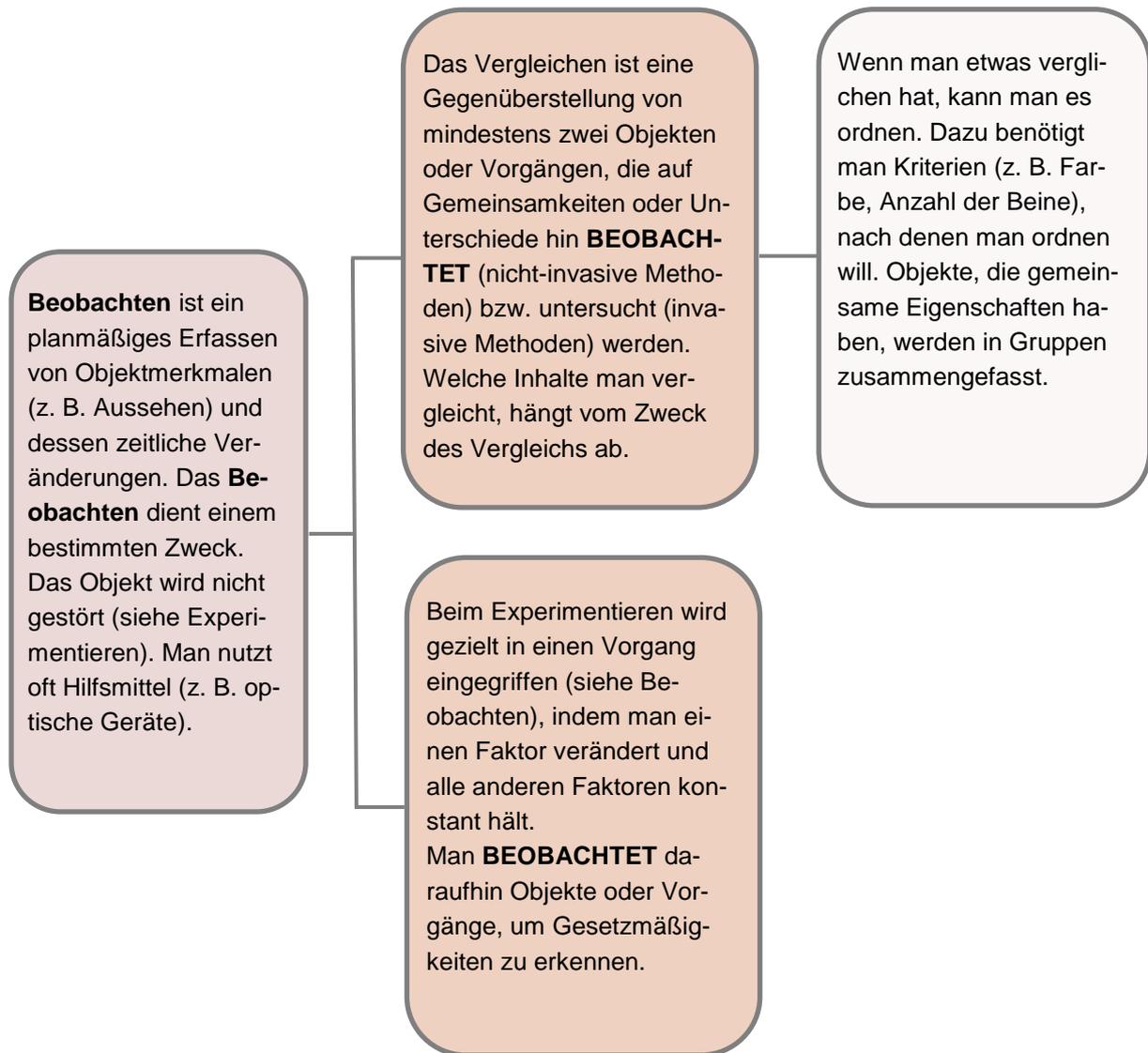
Alltagsbeobachtung	Wissenschaftliche Beobachtung
<ul style="list-style-type: none"> • vielfältig • ungeordnet • nicht vergleichbar • nicht verallgemeinerbar • ggf. nicht überprüfbar 	<ul style="list-style-type: none"> • zielorientiert (Frage und Hypothese) • kriteriengeleitet (Festlegen der zu beobachtenden Merkmale von Objekten oder Vorgängen, Beobachtungsplan) • strukturiert (Durchführung, Dokumentation, Auswertung) • kontrolliert (Reflexion)

Kompetenzentwicklung bedeutet, den Schülerinnen und Schülern schrittweise zu vermitteln, dass wissenschaftliche Beobachtungen vergleichbar, nachvollziehbar und empirisch abgesichert sein müssen. Besonders nachhaltig und im Schulalltag praktikabel kann dies mit den Temnothorax-Ameisen unter Verwendung der entwickelten Materialien gelingen. Über mehrere Jahrgangsstufen hinweg kann mit neuen Fragestellungen an den Ameisen exemplarisch „geforscht“ werden.

Das Beobachten ist ein planmäßiges Erfassen von Objektmerkmalen (z. B. Aussehen) und deren zeitliche Veränderungen (z. B. von den Jahreszeiten). Das Objekt wird dabei nicht gestört, d. h. es erfolgen keine Veränderungen am Objekt wie z. B. beim Experimentieren.

Der Beobachtungsprozess erfordert demnach von den Schülerinnen und Schülern mehrere Teilkompetenzen, die zur Lösung eines Problems oder einer naturwissenschaftlichen Frage beitragen (vgl. Wellnitz & Mayer, 2008).

Die Kompetenz, planmäßig zu beobachten, ist für die anderen naturwissenschaftlichen Erkenntnismethoden eine wichtige Voraussetzung (siehe nachfolgende Grafik).



Das Beobachten ist nur eine Methode naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung. Weitere Erkenntnismethoden sind das Vergleichen und Ordnen sowie das Experimentieren. Allen Erkenntnismethoden ist die Strukturierung in Teilkompetenzen (Fragestellung, Hypothese, Untersuchung, Datenauswertung) gemeinsam, wie die nachfolgende Tabelle verdeutlichen soll.

ERKENNTNISMETHODEN			
	BEOBACHTEN	VERGLEICHEN	EXPERIMENTIEREN
FRAGE	Welche Zusammenhänge bestehen zwischen Systemen und ihren Merkmalen sowie deren räumlichen und zeitlichen Auftreten?	Welche Unterschiede oder Gemeinsamkeiten weisen verschiedene Systeme auf? Welche Systeme lassen sich einer Kategorie zuordnen?	Welche Ursache liegt einem Phänomen oder Problem zugrunde?
HYPOTHESE	System A besitzt Merkmal X mit der Funktion Y. System A und B weisen die räumliche Beziehung AB auf.	Die Systeme A und B gleichen sich in Kriterium X und unterscheiden sich im Kriterium Y.	Die unabhängige Variable/Einflussgröße (UV) hat einen Einfluss auf die abhängige Variable (AV).
UNTERSUCHUNG	PLANUNG; DURCHFÜHRUNG UND DATENAUSWERTUNG <ul style="list-style-type: none"> Wahl des Erkenntnisobjekts Auswahl und Einsatz der Hilfsmittel sowie Versuchsaufbau Messkonzept und Messprotokoll Dokumentation 		
	BEOBACHTUNG EINES SYSTEMS <ul style="list-style-type: none"> zu beobachtende Merkmale selektieren unwesentliche Merkmale (Störgrößen) identifizieren und kontrollieren statische oder dynamische Systemeigenschaften messen 	VERGLEICH VON MINDESTENS ZWEI SYSTEMEN <ul style="list-style-type: none"> Vergleichsgrößen identifizieren Störgrößen identifizieren mehrere trennscharfe Kriterien auswählen Merkmalsvariation berücksichtigen Innergruppen- oder Zwischengruppenvergleich 	MANIPULATION EINES SYSTEMS <ul style="list-style-type: none"> Einflussgröße (UV) und Messgröße identifizieren Einflussgröße (UV) variieren Störgrößen identifizieren und konstanthalten abhängige Variable (AV) messen Kontrollansatz beachten
DATENAUSWERTUNG	DATEN ANALYSIEREN UND SCHLUSSFOLGERN <ul style="list-style-type: none"> Darstellung oder Berechnung Fehler- und Methodendiskussion Vergleich mit der Hypothese Hypothesenbezogene Deutung der Ergebnisse 		
	ZUSAMMENHANGS-SYSTEM Beschreibung durch ... <ul style="list-style-type: none"> Form-Funktions-Beziehungen Zeitliche Abfolgen Räumliche Beziehungen 	ORDNUNGSSYSTEM Beschreibung der Ordnung durch ... <ul style="list-style-type: none"> phylogenetisch, ökologisch oder allgemeinbiologisch bedingte Ähnlichkeiten 	URSACHE-WIRKUNGSSYSTEM Erklärung der Ursache eines Phänomens durch ... <ul style="list-style-type: none"> physiologische, ökologische oder genetische Mechanismen

Abb.: Kompetenzstruktur naturwissenschaftlicher Erkenntnismethoden

Quelle: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften; Jg. 19, 2013, Nicole Wellnitz und Jürgen Mayer - Erkenntnismethoden in der Biologie – Entwicklung und Evaluation eines Kompetenzmodells

Viele Fragen der Schülerinnen und Schüler, die bei der Begegnung mit Ameisen entstehen, können mit Hilfe vergleichbarer Schrittfolgen beantwortet werden. Die wiederholte Anwendung dieser Schrittfolgen erhöht die Selbstständigkeit der Schülerinnen und Schüler sowie deren Bewußtheit auf der Metaebene. Außerdem wird die Entwicklung der Kompetenz „Naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung“ gleichzeitig bei mehreren Erkenntnismethoden ermöglicht.

	ERKENNTNISMETHODEN		
	BEOBACHTEN	VERGLEICHEN	EXPERIMENTIEREN
FRAGE	Wie sehen Ameisen aus? Wie bewegen sich Ameisen? Wie ernähren sich Ameisen?	Ist die Ameise ein Insekt?	Mögen Ameisen Helligkeit oder Dunkelheit? Wie stark sind Ameisen?
HYPOTHESE	H 1: Sie sehen alle gleich aus. H 2: Sie unterscheiden sich im Aussehen.	H 1: Ja, sie sind Insekten. H 2: Nein, sie sind keine Insekten.	H 1: Ameisen lieben Dunkelheit. H 2: Ameisen lieben Helligkeit. H 3: Ameisen ist das Licht egal.
UNTERSUCHUNG	BEOBACHTUNG EINES SYSTEMS Wesentliche Merkmale selektieren (Farbe, Größe, Körpergliederung, Körperanhänge) Unwesentliche Merkmale oder Störgrößen (langsame oder schnelle Bewegung) ausschließen	VERGLEICH VON MINDESTENS ZWEI SYSTEMEN Verschiedene Wirbellose werden kriteriengeleitet verglichen und in Gruppen eingeteilt. Kriterien wie Körpergliederung, Anzahl der Beine, Flügel, benennen. Störgrößen wie z. B. Lebensraum und Fortbewegung und Merkmalsvariation z. B. Größe oder Farbe ausschließen.	MANIPULATION EINES SYSTEMS Auf eine Lichtorgel (Einflussgröße) werden Ameisen gebracht und ihr aufgesuchter Ort (abhängige Variable) dokumentiert. Die Anzahl der Ameisen nach einer bestimmten Zeit an einem Ort bestimmter Lichtmenge (Messgröße) wird dokumentiert. Störgrößen wie z. B. Temperatur, Geruch werden identifiziert und konstant gehalten. Kontrollansatz: Ameisen auf Laufschiene ohne Lichtgradienten beobachten
DATENAUSWERTUNG	ZUSAMMENHANGSSYSTEM Sie gleichen sich in ihrem Aussehen. (dreigliedriger Körper, drei gegliederte Beinpaare, Augen und Mundwerkzeuge am Kopf) Sie unterscheiden sich in ihrem Aussehen (Größe, Farbe)	ORDNUNGSSYSTEM Insekten haben drei gegliederte Beinpaare. Ameisen und Bienen/ Libellen, Käfer, Schmetterlinge gehören zu den Insekten. Spinnen haben vier Beinpaare. Sie sind keine Insekten.	URSACHE-WIRKUNGSSYSTEM Ameisen bevorzugen Dunkelheit.

Beim Erwerb der Kompetenzen werden häufig folgende Schwierigkeiten der Schülerinnen und Schüler beobachtet:

■ Beobachten

Die Beobachtung und die Deutung werden nicht klar getrennt. → Die Unterscheidung zwischen Beobachtung und Deutung muss bewusst gemacht werden.

Beobachtungen an Tieren oder Pflanzen werden mit menschlichen Verhaltensweisen/Gefühlen in Verbindung gebracht. → Auf anthropomorphe Sichtweisen muss geachtet werden.

■ Vergleichen und Ordnen

Die Kriterien des Ordnungsprozesses sind nicht bewusst/nicht bekannt. → Vergleichen, Ordnen erfolgt immer kriteriengeleitet!

Beim Ordnen werden verschiedene Kriterien verwendet. → Die Fragestellung bestimmt Kriterien, nach denen die Objekte verglichen und geordnet werden.

■ Experimentieren

Die Schwierigkeiten tauchen in allen Teilbereichen (Hypothesenbildung, Untersuchung sowie Datenauswertung) auf.

Schülerinnen und Schüler haben häufig Schwierigkeiten beim Aufstellen von Hypothesen.

- Die Beobachtung der Ausgangssituation muss unterstützt werden.
- Es muss ausreichend Zeit zur Formulierung einer klaren Untersuchungsfrage eingeplant werden.

Es entstehen Schwierigkeiten beim systematischen Vorgehen in der Planung und Durchführung (Schülerinnen und Schüler experimentieren ohne erkennbare Logik nach dem Prinzip „von Versuch und Irrtum“).

- Schülerinnen und Schüler benötigen Unterstützungsangebote (Materialkiste, Planungen zur Auswahl, Checkliste).

Bei der Planung eines Experiments fällt das Erkennen der relevanten Variablen schwer und häufig wird der Kontrollansatz vergessen.

- Schülerinnen und Schüler benötigen Unterstützungsangebote (Planungsbausteine, Auswahlliste)

Versuchsansätze werden unlogisch in Bezug gesetzt und führen zu falschen Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen.

- Schülerinnen und Schüler benötigen Unterstützung bei der Rückführung auf die Untersuchungsfrage und Hypothese(n).

Das Experimentieren ist für die Schülerinnen und Schüler ein um viele Gedankenprozesse komplexerer Vorgang als das Beobachten oder Vergleichen.

Somit ist es sinnvoll, in der Grundschule wie auch in der Orientierungsstufe mit dem „leichteren“ Beobachten oder Vergleichen in die Methodik eines naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozesses behutsam einzuführen. Es ist außerdem wichtig, die Methodik von Anfang an auf der Metaebene zu reflektieren.

2. UNTERRICHT IN DER GRUNDSCHULE

2.1 Temnothorax-Ameisen im Sachkundeunterricht

Der Sachunterricht ist ein Lernbereich in der Grundschule, der zur Entwicklung des Wissens über die soziale und natürliche Umwelt beiträgt und an der Schnittstelle zwischen Elementar- und Sekundarstufe Voraussetzungen für ein erfolgreiches Lernen in den natur- und gesellschaftswissenschaftlichen Fächern schafft. Im Wesentlichen geht es darum, Kindern mit Blick auf Natur, Technik und Gesellschaft grundlegende Orientierungen für ihre Welterschließung zu geben und sie gleichzeitig auf das fachliche Lernen in der weiterführenden Schule vorzubereiten.

Der Sachunterricht ist aber nicht nur ein wichtiges Fach in der Grundschule, er liegt auch im Interessensbereich der 6- bis 11-Jährigen, die in diesem Alter sehr wissbegierig und besonders aufnahmefähig sind. Des Weiteren ist er eines der Fächer, wo sich verschiedene Kompetenzen besonders gut einüben lassen. Kinder können zu forschendem Lernen angeleitet werden, ein Projekt bearbeiten, in Teams Aufgaben lösen, dabei immer die Sozial- und Sprachkompetenz verbessern u. v. m.

Im Erfahrungsbereich „Natürliche Phänomene und Gegebenheiten – Perspektive Natur“ des Rahmenlehrplans Sachunterricht in Rheinland-Pfalz wird dazu ausgeführt:

Schülerinnen und Schüler können:

- Naturphänomene sachorientiert wahrnehmen, **beobachten**, benennen und beschreiben,
- belebte und unbelebte Natur **unterscheiden**,
- respektvoll mit der Natur umgehen und dabei berücksichtigen, dass die Artenvielfalt eine wichtige Qualität der Umwelt darstellt,
- mit Lebewesen achtsam umgehen.

Den Schülerinnen und Schülern sollte in dieser frühen Phase ausreichend Zeit zur Freude am Lebendigen eingeräumt und Gelegenheit gegeben werden, naturwissenschaftliche Arbeitstechniken bzw. optische Hilfsmittel im bewertungsfreien Lernraum fachgerecht nutzen zu lernen. Daneben erlernen sie eine grundlegende Kompetenz naturwissenschaftlicher Erkenntnis, das wissenschaftliche Beobachten.

BEOBACHTUNG	
Frage	Wie sehen Ameisen aus?
Hypothese(n)	H 1: Sie haben einen Kopf, Körper und Beine. H 2: Sie haben Augen und einen Mund. H 3: Sie haben einen Stachel.
Untersuchung	Eine Ameisenkolonie beobachten <ul style="list-style-type: none"> • Wesentliche Merkmale selektieren (Farbe, Größe, Körpergliederung, Körperanhänge) • Unwesentliche Merkmale oder Störgrößen (Bewegung) ausschließen
Auswertung	Ameisen gleichen sich in ihrem Aussehen (dreigliedriger Körper, drei gegliederte Beinpaare, Augen und Mundwerkzeuge sowie Fühler am Kopf). Sie unterscheiden sich in ihrem Aussehen. <ul style="list-style-type: none"> • Größe (Arbeiterin und Königin) • Flügel (Männchen und Weibchen) • Entwicklungsstand (Ei, Larve, Puppe) • Farbe (nur ausgewachsene Tiere sind braun, manche gelb)

Es gibt viele mögliche Projekte (z. B. ein Zoobesuch oder Haltung eines Haustieres), um bei den Kindern diese Kompetenzen zu entwickeln. Mit dem Sammeln und Beobachten von Temnothorax-Ameisen entsteht aber die zusätzliche Möglichkeit, Tiere in ihrem Lebensraum zu beobachten, sie zu entnehmen, in der Schule über einen Zeitraum artgerecht zu halten und später wieder in ihren Lebensraum zurück zu geben. Temnothorax-Ameisen stehen nicht unter Artenschutz. Sie haben auch keine Säure, die sie zu ihrer Verteidigung ausscheiden. Auch Kinder, die bisher nur wenig Kontakt mit Tieren hatten, haben durch die Echtbegegnung die Möglichkeit, sich auf diese Art und Weise auf Tiere einzulassen und die aufgeführten Kompetenzen zu entwickeln.

Im Beobachten der Ameisen liegt in der Grundschule der Schwerpunkt. Zusätzlich nimmt die Förderung der Sozialkompetenz einen enormen Stellenwert bei der Arbeit mit den Ameisen ein. Gerade Schülerinnen und Schüler, welche in diesem Bereich Defizite aufweisen, gehen sorgsam mit den Tieren um. Die Schülerinnen und Schüler sorgen sich um ihre Ameisenkolonie. Durch das regelmäßige Versorgen und Beobachten – auch ohne technische Hilfsmittel wie Lupe oder Binokular gut möglich – kommen immer neue Fragen auf.

Auch ohne konkrete Arbeitsaufträge können die Schülerinnen und Schüler dieser Altersstufe Beobachtungen genau beschreiben, wie z. B.:

- Die Königin ist viel größer als die anderen Ameisen.
- Ich glaube, unsere Königin ist tot.
- Die anderen Ameisen haben die Königin aus dem Nest geschleppt.
- Die Ameisen sind alle in einer Ecke.
- Die Ameisen tragen ihre Brut.

Neben der offenen Aufgabenstellung des Beobachtens können auch konkrete Beobachtungsaufträge Einsatz finden, die das wissenschaftliche Beobachten einführen. Sie lernen eine Beobachtung von einer Deutung zu unterscheiden. Sie machen sich anthropomorphe Sichtweisen beispielhaft bewusst und lernen dabei, erste Fachtermini zu benutzen, wie z. B.:

- Zähle die Ameisen in deiner Kolonie.
- Beschreibe die Tätigkeiten der Ameisen.
- Beschreibe das Aussehen der Ameisen.
- Vergleiche den Körperbau einer Ameise mit einer Comic-Ameise.
- Zeichne eine Ameise.

Die Lehrkraft kann die Ergebnisse durch erneutes Betrachten oder durch Hilfestellungen überarbeiten lassen, wie z. B. den Grundbauplan der Ameise vorgeben, ein Ameisenmodell zeigen und weitere Hinweise.

Alternativ können die Schülerinnen und Schüler auch die Ameisen modellieren (Knete oder Salzteig). Direkte Korrekturen sind hier einfacher vorzunehmen, weil an einem Modell weitergearbeitet werden kann. Eine fehlerhafte Zeichnung wird meist neu begonnen.

Das zugrunde liegende Material wurde im Rahmen des Projekts von Rebecca Sammet, Johannes Gutenberg-Universität, AG Didaktik der Biologie, Institut für Zoologie erstellt und durch Dr. Stefanie Böhm, Referentin für Biologie, Referat 1.07 des Pädagogischen Landesinstitutes Rheinland-Pfalz, auf den Sachunterricht angepasst.

Anhang 1: AB_Sachunterricht_Grundschule

Als ergänzende Materialien für den Unterricht oder im Ganztagsbereich an der Grundschule können empfohlen werden:

- Formica - Das verflixte Ameisenspiel
- Buchtipp: Ondrej Sekora, Die großen Abenteuer des kleinen Ferdinand, siehe <http://www.ameisenferdinand.de/>

3. UNTERRICHT IN DER ORIENTIERUNGSTUFE

Das natürliche Interesse an ihrer Umwelt und (noch nicht erklärbaren) Phänomenen ist ein Gelingensfaktor für die Umsetzung der in dem Rahmenlehrplan Naturwissenschaften ausgeführten Bildungs- und Erziehungsziele.

Im Themenfeld 2 begegnen Schülerinnen und Schüler erstmals bewusst dem Mikrokosmos (bzw. Makrokosmos). Sie staunen über Größenordnungen und sind beeindruckt von den Details, die ihnen z. B. der Blick durch eine Lupe oder ein Mikroskop bietet. Dabei werden sie zu zunehmend selbständigen Beobachtungen und Dokumentationen (z. B. Protokoll, Zeichnung) angeleitet, die wesentliche Strategien zur Erkenntnisgewinnung sind.

Bewegungsformen in der Natur und technische Meisterleistungen faszinieren Schülerinnen und Schüler. Das Themenfeld 3 gibt Raum für Fragenstellungen über Leistungen in Natur und Technik. Experimente zu Bewegungsformen und Anpasstheiten schaffen Möglichkeiten für angeleitete Untersuchungen. „Rekorde“ in Natur und Technik geben Anlass zu kriteriengeleitetem Vergleichen.

Das kriteriengeleitete Vergleichen ist im Themenfeld 4 eine wichtige Erkenntnismethode. Schülerinnen und Schüler erkunden Lebensräume und nehmen die Artenvielfalt intuitiv wahr. Sie beobachten, dass Tiere und Pflanzen charakteristische Lebensweisen haben, an ihre Umgebung angepasst sind und in vielfältigen Beziehungen zueinander stehen. Beim Sammeln und Ordnen von Lebewesen erarbeiten sie Unterscheidungsmerkmale und Verwandtschaftsbeziehungen.

Die Sonne ist ein natürlicher Zeitgeber mit Einfluss auf die Tages- und Jahreszeiten. Die daraus resultierenden Anpasstheiten der Lebewesen werden von Schülerinnen und Schülern im Themenfeld 5 zunehmend bewusster wahrgenommen. Es entstehen Fragen, die mit der naturwissenschaftlichen Untersuchung erforscht werden können.

Die aus den Themenfeldern entnommenen Schwerpunkte zeigen deutlich, welche Ziele bei einer über mehrere Phasen wiederkehrenden Beschäftigung mit *Temnothorax*-Ameisen im Mittelpunkt stehen können. Es entsteht konzeptionelles Fachwissen der Basiskonzepte System, Struktur und Funktion bzw. Entwicklung (siehe Einleitung). Daneben ist auch eine Verortung der Arbeit mit den *Temnothorax*-Ameisen in einem einzelnen Themenfeld möglich, kann aber aufgrund der vielen möglichen Fragestellungen leicht dessen zeitlichen Umfang übersteigen.

Die Ameisenkolonien können problemlos mit den im Experimentierkoffer befindlichen Materialien in der Schule gehalten werden. Sie können jahrgangsübergreifend genutzt werden. Der Jahreszyklus der Ameisen (Entnahme im Frühjahr, Rückkehr im Herbst) entspricht (außer Themenfeld 2) der Reihenfolge der Themenfelder.

Die Kompetenzentwicklung im Bereich der Erkenntnisgewinnung, wie die unten stehende Übersicht zeigt, lässt sich mit der Ameisenforschung in den genannten Themenfeldern realisieren.

Themenfelder	1	2	3	4	5	6	7	8
Erkenntnisgewinnung								
Fragengeleitet forschen und experimentieren			X		X			
Beobachten, messen, testen, untersuchen		X						
Vergleichen, ordnen, bestimmen			X	X				
Daten auffinden und auswerten								
Modellieren								

Die nachfolgenden Beschreibungen zum Unterricht mit Ameisen in den einzelnen Themenfeldern dienen der Illustration von Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler bei der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung. Sie schließen an das im Kapitel 1.3 vorgestellte Modell des Erkenntnisprozesses an und konkretisieren es an einem geeigneten Beispiel.

Die Arbeit mit den Ameisen und dem Experimentierkoffer kann auch themenfeldübergreifend organisiert werden. Dabei werden einzelne Kompetenzen und Konzepte aus dem inneren Zusammenhang des einzelnen Themenfeldes herausgelöst. Dies bedarf einer schulinternen Absprache in der Fachschaft und einer Anpassung der Planung in den Themenfeldern 2-5.

Die zugrunde liegenden Materialien (im Anhang) wurden von Dr. Kerstin Niekisch, Georg-Forster-Gesamtschule Wörrstadt, Beatrice Daum, Gymnasium im Kannenbäckerland in Höhr-Grenzhausen, Waltraud Suwelack, Studienseminar für das Lehramt an Gymnasien in Koblenz und Rebecca Sammet, Johannes Gutenberg-Universität, AG Didaktik der Biologie, Institut für Zoologie, Mainz, erstellt, erprobt und in Praxis der Naturwissenschaften Biologie in der Schule, Heft 1/63 veröffentlicht. Die Materialien wurden an das Themenfeld angepasst und ergänzt.

3.1 Schülerfragen zu Ameisen

Die nachfolgenden Fragen der Schülerinnen und Schüler (bei der Erprobung erfasst) lassen sich zu Forschungsfragen umwandeln und tragen zur Konzeptentwicklung bei.

Struktur und Funktion:

- Warum haben Ameisen kleine Härchen am Körper?
- Haben Ameisen Zungen?
- Warum hat die Königin einen dicken Hinterleib?
- Was ist das Schwarze im Inneren der Larven?
- Warum sind manche Ameisen gelbgefärbt?
- Warum haben manche Ameisen Flügel?
- Können Ameisen beißen?
- Welche Lasten können Ameisen tragen?
- Warum können Ameisen an der Decke laufen?

Entwicklung:

- Wie viel Eier legt die Königin am Tag?
- Wie lange dauert die Entwicklung vom Ei bis zur erwachsenen Ameise?
- Sind die kleinen Ameisen jünger als die großen?
- Wonach entscheidet sich, ob aus einem Ei eine Arbeiterin oder Königin wird?
- Warum verlassen Ameisen das Nest zum Hochzeitsflug?
- Warum tragen Ameisen ihre Brut herum?
- Was passiert mit dem Nest, wenn die Königin stirbt?
- Gibt es auch Nester mit mehreren Königinnen?

System:

- Wie finden Ameisen Nahrung oder ein neues Nest?
- Wie überleben Ameisen den Winter?
- Wie frisst die Königin, wenn sie das Nest fast nie verlässt?
- Was fressen Ameisen im Wald?
- Welche Bedeutung haben Ameisen im Wald?
- Kann eine einzelne Ameise alleine leben?
- Warum zerren Ameisen Abfälle aus dem Nest heraus?
- Warum liegen die Ameisen im Nest alle auf einem Haufen?
- Wie verständigen sich Ameisen untereinander?
- Wonach entscheiden die Ameisen, wer welche Aufgaben übernimmt?

Beispiele für die Umformulierung in überprüfbare Forschungsfragen

Wie sehen Ameisen aus?

Wie vermehren sich Ameisen?

Wie sind Ameisen an ihren Lebensraum angepasst?

3.2 Kompetenzentwicklung über mehrere Themenfelder

3.2.1 Themenfeld 2: Vom ganz Kleinen und ganz Großen

Kompetenzbereich	Kompetenzentwicklung mit Ameisen Schülerinnen und Schüler ...
Erkenntnisgewinnung	<ul style="list-style-type: none"> • beobachten Ameisen • vergleichen echte Ameise und Comic-Ameise
Kommunikation	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben und zeichnen den Ameisenkörper
Wissen nutzen	<ul style="list-style-type: none"> • arbeiten sachgerecht, sorgsam und sicherheitsbewusst mit Mikroskop oder anderen optischen Geräten
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> • gehen sorgsam mit Lebewesen um

Mit einer Exkursion sollte auch der Unterricht mit den Ameisen in der Orientierungsstufe beginnen. Da zu diesem TF i. d. R. die Jahreszeit für eine Exkursion zum Sammeln von Ameisenkolonien nicht geeignet ist, kann die Beobachtung nur an bereits in der Schule vorhandenen Kolonien durchgeführt werden. Dann entfällt an dieser Stelle das **Basismodul** „Sammeln und Halten von Ameisen“. Es sollte aber unbedingt zu einem späteren Zeitpunkt (im TF 3 oder 4) nachgeholt werden, weil die wichtigen Beobachtungen zum natürlichen Lebensraum und daraus folgenden Fragen nicht ersetzbar sind.

Mit dem **Modul** „Beobachtungen zum Ameisenbauplan“ können Schülerinnen und Schüler exemplarisch an der Ameise den Insektenbauplan beobachten, beschreiben und skizzieren. Sie erlernen oder vertiefen biologische Arbeitsweisen wie das Arbeiten mit Vergrößerungshilfen und das Erstellen von Skizzen.

Beim Beobachten und Skizzieren des Ameisenkörpers erkennen die Schülerinnen und Schüler die drei Körperabschnitte und stellen fest, dass der Mittel- und Hinterleib durch zwei Stielchenglieder voneinander getrennt sind.

Mithilfe der Schülerbeobachtungen (und ggf. einer Internetrecherche) lässt sich die Morphologie der Ameise erarbeiten.

Der Vergleich mit anthropomorphen Comic-Ameisen arbeitet die vermenschlichten Merkmale wie aufrechter Gang, Anzahl und Position der Beine, Fehlen der Mundwerkzeuge und Mimik heraus. An dieser Stelle kann die Lehrkraft differenzierend arbeiten. Einige Schülerinnen und Schüler erarbeiten vertiefend die Morphologie von Ameisen, andere Schülerinnen und Schüler arbeiten vergleichend mit einer (oder drei) Comic-Figuren. An letzterer Aufgabe kann das Vergleichen als Erkenntnismethode eingeführt werden. Der Schwerpunkt begrenzt sich auf das Aufdecken von Abweichungen zum realen Objekt, die als anthropomorphe Unterschiede gedeutet werden.

BEOBACHTEN	Schülerfrage(n) → Beobachtungsaufgabe
Frage(n)	Haben Ameisen Zungen? Können Ameisen beißen/stechen? <i>Wie sehen Ameisen aus?</i>
Hypothese(n)	H 1: Ameisen sehen alle gleich aus. H 2: Ameisen haben einen Stachel. H 3: Ameisen haben einen Kopf, Körper und Beine.
Untersuchung	Eine Ameisenkolonie wird mit Hilfe einer Lupe oder Binokular beobachtet. <ul style="list-style-type: none"> • Wesentliche Merkmale selektieren (Farbe, Größe, Körpergliederung, Körperanhänge) • Unwesentliche Merkmale oder Störgrößen (Bewegung) ausschließen
Auswertung (Lernprodukt)	Eine Ameise zeichnen und beschriften. Ameisen gleichen sich in ihrem Aussehen (dreigliedriger Körper, drei gegliederte Beinpaare, Augen und Mundwerkzeuge am Kopf). Sie unterscheiden sich in ihrem Aussehen u. a. durch: <ul style="list-style-type: none"> • Größe (Arbeiterin und Königin) • Flügel (Männchen und Weibchen) • Entwicklungsstand (Ei, Larve, Puppe) • Farbe (nur ausgewachsene Tiere sind braun, manche gelb)
Weiterführende Fragen	Warum haben Ameisen kleine Härchen am Körper? Warum hat die Königin einen dicken Hinterleib? Was ist das Schwarze im Inneren der Larven? Warum sind manche Ameisen gelb? Warum haben manche Ameisen Flügel?

3.2.2 Themenfeld 3: Bewegung zu Wasser, zu Lande und in der Luft

Kompetenzbereich	Kompetenzentwicklung mit Ameisen Schülerinnen und Schüler ...
Erkenntnisgewinnung	<ul style="list-style-type: none"> • beobachten Bewegungen und Leistungen von Lebewesen • argumentieren folgerichtig den Zusammenhang zwischen typischen Körpermerkmalen von Lebewesen und ihrer Fortbewegungsart
Wissen nutzen	<ul style="list-style-type: none"> • entwickeln, bauen und optimieren Modelle, um Zusammenhänge zwischen Natur und Technik darzustellen
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> • gehen sorgsam mit Lebewesen um

Für Schülerinnen und Schüler ist es faszinierend zu beobachten, welche Lasten Ameisen im Vergleich zu ihrem Körpergewicht tragen können. Das **Modul** „Beobachtungen zum Ameisenbauplan“ findet hier seine Fortsetzung.

Im TF 2 erworbene Grundlagen zum Ameisenbauplan vorausgesetzt, können Schülerinnen und Schüler untersuchen, wie stark Ameisen sind. Die Untersuchung mit Tannennadeln erfüllt alle Kriterien einer wissenschaftlichen Untersuchung und eignet sich demnach zur gemeinsamen sorgfältigen Planung, Durchführung, Auswertung und Metareflexion.

Die Beobachtung erfordert Geduld von den Schülerinnen und Schülern. Es kann unter Umständen relativ lange dauern, bis die Tannennadeln ins Nest transportiert werden. Um die Auswertung (ggf. in der folgenden Stunde) nicht zu gefährden, steht ein zehnminütiger Film zum Download zur Verfügung, der den Transport genau dokumentiert (www.ameisen-in-schulen.de). Eine vertiefende Erklärung des Phänomens kann zu diesem Zeitpunkt den Schülerinnen und Schülern noch nicht vermittelt werden, da ihnen die fachlichen Grundlagen dazu unbekannt sind. Einen anschaulichen Eindruck vermittelt stattdessen eine einfache, auf den Menschen bezogene Rechenaufgabe.

Lehrerinformation: Die Muskelkraft ist proportional zu der Querschnittsfläche eines Muskels, deshalb haben kleine Tiere relativ stärkere Muskeln im Verhältnis zu ihrem Körpergewicht als große Tiere.

UNTERSUCHEN	Schülerfrage(n) → Untersuchungsfrage
Frage(n)	Wie stark sind Ameisen? Mit welchen Körperteilen tragen Ameisen die Lasten? Ziehen oder schieben die Ameisen die Lasten? Tragen sie allein oder im Team? <i>Welche Masse trägt eine Ameise?</i>
Hypothese(n)	H 1: Sie können das Doppelte ihres Gewichts tragen. H 2: Sie können das 10-fache ihres Gewichts tragen. H 3: Sie tragen Lasten gemeinsam.
Untersuchung	Einer Ameisenkolonie werden verschieden große Tannennadelstücke (Einflussgröße) vor den Eingang des geöffneten Nests gelegt und beobachtet. Messgröße: Masse der Tannennadelstücke Abhängige Variable: Masse des transportierten Tannennadelstücks Unwesentliche Beobachtungen werden ausgeschlossen, z. B. Reihenfolge der Tannennadelstücke, benötigte Zeit ... Störgrößen werden konstant gehalten: Temperatur oder Licht, Erschütterungen
Auswertung (Lernprodukt)	Untersuchungsprotokoll: Die Ameisen tragen das 20-fache ihres Eigengewichts. Sie tragen die Lasten allein und ziehen sie meist mit dem Mund(werkzeug).
Weiterführende Fragen	Wie bewegen die Ameisen ihre Beine beim Laufen? Warum können Ameisen an der Decke laufen?

Die weiterführenden Fragen führen zu neuen Beobachtungen oder Untersuchungen.

Wenn man beim Beobachten besonderes Augenmerk auf die Beine, deren Gliederung und Schrittfolge legt, kann man vertiefend auf Grundideen der Bionik eingehen. Zur Demonstration eines Laufroboters eignet sich der Film unter <http://robotik.dfki-bremen.de/de/mediathek/videos/space-climber-frei.html>.

Mit Hilfe des Films können Schülerinnen und Schüler zum einen die Bewegungsfolge der Gliedmaßen nachvollziehen und sie erhalten gleichzeitig ein konkretes Beispiel für das „Abschauen von der Natur“. Anhand der Schülerantworten kann geübt werden, was eine Beobachtung von einer Deutung unterscheidet.

Mit diesem Beispiel kann das Vergleichen als Erkenntnismethode geübt werden, besonderes Augenmerk gilt der Herausarbeitung von Gemeinsamkeiten und Unterschieden.

3.2.3 Themenfeld 4: Pflanzen, Tiere, Lebensräume

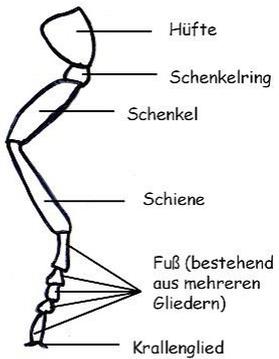
Kompetenzbereich	Kompetenzentwicklung mit Ameisen Schülerinnen und Schüler ...
Erkenntnisgewinnung	<ul style="list-style-type: none"> • vergleichen den Aufbau der Mundwerkzeuge und Beine • ordnen Insekten im Reich der Tiere
Kommunikation	<ul style="list-style-type: none"> • stellen den Lebensraum der Ameise in einem Schaubild dar
Wissen nutzen	<ul style="list-style-type: none"> • wenden biologische Arbeitsweisen fachgerecht an
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> • gehen sorgsam mit Lebewesen um

Wurden die Ameisen bisher nicht in den NaWi-Themenfeldern eingesetzt, kann – aufgrund der Jahreszeit mit dem **Basismodul** beginnend – im TF 4 begonnen werden.

Über das **Modul** „Beobachtungen zu Ameisen in ihrem Lebensraum“ kann das Basiskonzept „System“ und das Basiskonzept „Struktur und Funktion“ entwickelt werden.

Beim Beobachten und Skizzieren des Ameisenkörpers erkennen die Schülerinnen und Schüler die typische Körpergliederung der Ameisen. Mithilfe der Schülerbeobachtungen (und ggf. einer Internetrecherche) lässt sich der Grundbauplan der Insekten erarbeiten. Vertiefend kann mithilfe eines Informationstextes die Funktion und Lage sowohl wichtiger insektenspezifischer als auch ameisenspezifischer (Dufour'sche Drüse) Organe beschrieben werden.

Lehrerinformation: In diesem Themenfeld führt die nähere Betrachtung der Beinglieder und Mundwerkzeuge zu ersten Erkenntnissen über Anpasstheit von Lebewesen an ihren Lebensraum bzw. ihre Lebensweise. Insektenbeine und Mundwerkzeuge der Insekten weisen unterschiedlichste Formen und damit auch Funktionen auf. Es handelt sich um homologe Organe, die aufgrund der Anpasstheit an verschiedene Lebensräume stark spezialisiert sind. Mit der Hilfe von Ameisen-Fertigpräparaten (im Experimentierkoffer vorrätig) können die Beine sehr gut in ihrer Gliederung und Funktionalität beobachtet werden. Bei den Mundwerkzeugen können aus der dorsalen Ansicht gut die gezähnten, schaufelförmigen Mandibeln erkannt werden. Zur weiteren Verdeutlichung dienen Legebilder von Mundwerkzeugen und Beinen. Es ist an dieser Stelle nicht intendiert, die Mundwerkzeuge eigenständig zu benennen.

BEOBACHTEN	Schülerfrage(n) → Beobachtungsaufgabe	
Frage(n)	Warum können Ameisen an der Decke laufen? <i>Wie ist der Ameisenkörper an seine Bewegungen angepasst?</i> Können Ameisen beißen? Haben Ameisen Zungen/Nasen? Wie ist der Mund der Ameise an die Ernährung angepasst?	
Hypothese(n)	H 1: Sie sind sehr leicht. H 2: Ihre Beine haben „Klebetteile“ an den Füßen.	
Untersuchung	An einem Dauerpräparat (oder einer toten Ameise) werden die Beingliedmaßen mit dem Mikroskop untersucht. <ul style="list-style-type: none"> • Wesentliche Merkmale selektieren (Aufbau und Gliederung des Ameisenbeins) • Unwesentliche Merkmale oder Störgrößen (Farbe, Größe der untersuchten Ameise; andere Körperteile) ausschließen 	
Auswertung (Lernprodukt)	Ein gezeichnetes und beschriftetes Ameisenbein Modell eines Ameisenbeins Ameisen besitzen gegliederte Beine. Die Teile werden benannt: Fuß, Schiene, Schenkel, Schenkelring, Hüfte. Der Bau ermöglicht Beweglichkeit innerhalb des Beins. Die Krallen ermöglichen ein Festhalten an rauen Oberflächen.	

Lehrerinformation: Ameisen sind innerhalb der Insektenordnung der Hautflügler (Hymenoptera) zu der Familie der Formicidae zusammengefasst. Temnothorax gehört zu der Unterfamilie Myrmicinae (Knotenameisen). Zwischen Mittelleib und Hinterleib gibt es ein bzw. zwei als Gelenke dienende Einschnürungen. Diese sorgen für die extreme Beweglichkeit des Hinterleibs. Während bei Temnothorax-Ameisen wie bei allen Knotenameisen zwei Stielchenglieder vorhanden sind, weisen alle anderen Unterfamilien (z. B. Schuppenameisen) nur ein Stielchenglied auf. Diese detaillierte taxonomische Einordnung soll von den Schülerinnen und Schülern nicht unterschieden oder benannt werden. Allerdings werden Schülerinnen und Schüler ggf. diesen Baumerkmale bei ihren Beobachtungen begegnen.

Hinsichtlich der Stellung der Ameisen im Reich der Tiere wird eine Anknüpfung an die Erfahrungswelt der Schülerinnen und Schüler empfohlen und ist mit dem Baustein „Ordnung in der Vielfalt“ exemplarisch ausreichend. Auf der Basis wiederkehrender äußerer Formen und Muster können Unterscheidungsmerkmale und Verwandtschaft beschrieben werden.

VERGLEICHEN	Schülerfrage(n) → Vergleichsaufgabe
Frage(n)	Warum haben nur manche Ameisen Flügel? <i>Sind Ameisen Insekten?</i>
Hypothese(n)	H 1: Ja, sie sind Insekten. H 2: Nein, sie sind keine Insekten.
Untersuchung	Verschiedene Wirbellose werden kriteriengeleitet verglichen und in Gruppen eingeteilt. <ul style="list-style-type: none"> • Kriterien wie Körpergliederung, Anzahl der Beine und Flügel benennen • Störgrößen wie Lebensraum, Fortbewegung, Merkmalsvariationen wie z. B. Größe oder Farbe ausschließen
Auswertung (Lernprodukt)	Ameisen gehören mit den Bienen zu den Hautflüglern. Hautflügler sind neben Libellen, Käfern und Schmetterlingen eine Ordnung der Insekten. Allen Insekten gemeinsam ist: <ul style="list-style-type: none"> • deutlich sichtbare Gliederung in die drei Abschnitte (Kopf, Brust und Hinterleib) • fester Chitinpanzer (Außenskelett) • der Brustabschnitt trägt 3 Beinpaare, die gegliedert sind und meist zwei Flügelpaare • am Kopf befinden sich die Fühler, Mundwerkzeuge und die Komplexaugen • ihre Entwicklung verläuft über eine Metamorphose (Ei, Larve, Puppe, Imago) Daneben kann man sie an anderen Baumerkmale unterscheiden: <ul style="list-style-type: none"> • Anzahl und Gestalt der Flügel • Aussehen der Mundwerkzeuge

Viele Schülerfragen führen zu Betrachtungen von sozialen Organisationsformen im Tierreich und Merkmalen von Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen in Ökosystemen. Mit ihrer Beantwortung entwickeln sie (bei ihrer Metareflexion) das Basiskonzept System.

Einer Ameisenkolonie im Dreikammernest (Beobachtung) wird der reale Lebensraum (Protokoll aus der Sammel-Exkursion/**Basismodul**) gegenübergestellt und verglichen. An die Auswertung kann sich die Begriffsklärung „artgerechte Haltung“ anschließen.

VERGLEICHEN	Schülerfrage(n) → Vergleichsaufgabe
Frage(n)	Geht es den Ameisen in dem Dreikammernest gut? <i>Welche Lebensbedingungen benötigen Ameisen?</i>
Hypothese(n)	H 1: Ameisen mögen es warm. H 2: Ameisen mögen es hell. H 3: Ameisen brauchen Luft. H 4: Ameisen brauchen viel Platz.
Untersuchung	Vergleichen der Lebensbedingungen einer Ameisenkolonie im Dreikammernest und in der Natur <ul style="list-style-type: none"> • Kriterien wie Temperatur, Licht, Nahrung, Raumgröße benennen • Störgrößen wie z. B. Zeit oder Ort ausschließen
Auswertung (Lernprodukt)	In einer vergleichenden Tabelle werden die Ansprüche an den Lebensraum erfasst und der Begriff "artgerechte Haltung" erläutert.
Weiterführende Fragen	<ul style="list-style-type: none"> • Mögen Ameisen Hitze? • Haben Ameisen es lieber hell oder dunkel? • Was fressen Ameisen am liebsten?

Das im Anhang zu den weiterführenden Fragen befindliche Material aus dem Modul „Beobachtungen zu Ameisen in ihrem Lebensraum“ ist umfangreich und erfordert von den Schülerinnen und Schülern bereits ein ausgeprägtes Leseverständnis. Eine präzise Planung, Untersuchung und Dokumentation ist Voraussetzung für die erfolgreiche und zielführende Auswertung der Versuche. Die Untersuchung(en) können eine Reihe von Kompetenzen entwickeln, sind jedoch für die Lernenden eine komplexe Herausforderung.

Eine Fachschaft kann zu diesem Zeitpunkt auch entscheiden, die Arbeit mit den Ameisenkolonien im Biologieunterricht der Klasse 7 wieder aufzunehmen. Dort können im Themenfeld 1 „Vielfalt“ exemplarisch die Merkmale des Lebendigen mit den Ameisen als Modellorganismus untersucht werden. Auch dafür eignen sich die Materialien dieser Handreichung.

UNTERSUCHEN	Schülerfrage(n) → Untersuchungsfrage
Frage(n)	Mögen es Ameisen kalt oder warm? <i>Bei welcher Umgebungstemperatur halten sich Ameisen bevorzugt auf?</i>
Hypothese(n)	H 1: Ameisen lieben Wärme. H 2: Ameisen lieben Kälte. H 3: Ameisen ist die Temperatur egal.
Untersuchung	Auf eine Temperaturorgel (Einflussgröße) werden Ameisen gebracht und ihr aufgesuchter Ort (abhängige Variable) dokumentiert. Die Anzahl der Ameisen wird nach einer bestimmten Zeit an einem Ort auf der Temperaturorgel (Messgröße) dokumentiert. Störgrößen wie z. B. Licht oder Geruch werden identifiziert und konstant gehalten. Kontrollansatz: Auf der Temperaturorgel ohne Temperaturunterschiede werden Ameisen beobachtet und ihr bevorzugter Ort bestimmt.
Auswertung	Ameisen bevorzugen eine mittlere Wärme (18,4° C).
Weiterführende Fragen	Wie überleben Ameisen den Winter?

Andere Fragen der Schülerinnen und Schüler, die zu den Kennzeichen des Lebendigen (Stoffwechsel, Kommunikation und Regulation) führen, können aufgrund des Entwicklungs- und Wissensstandes der Schülerinnen und Schüler in dieser Altersstufe nicht befriedigend beantwortet werden und sollten deshalb der Sekundarstufe vorbehalten bleiben.

Zum Beispiel:

- Wie finden sich Ameisen zurecht?
- Wie finden Ameisen Nahrung oder ein neues Nest?
- Wie verständigen sich Ameisen?

3.2.4 Themenfeld 5: Sonne, Wetter, Jahreszeiten

Kompetenzbereich	Kompetenzentwicklung mit Ameisen Schülerinnen und Schüler ...
Erkenntnisgewinnung	<ul style="list-style-type: none"> • untersuchen kriteriengeleitet eine Ameisenkolonie (Zusammenhänge zwischen Umweltfaktoren und Entwicklung)
Kommunikation	<ul style="list-style-type: none"> • skizzieren verschiedene Entwicklungsstadien • stellen die bei Beobachtungen erfassten Daten grafisch dar
Wissen nutzen	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den Zusammenhang zwischen Verhaltensweisen und den Veränderungen der Umweltfaktoren im Jahreslauf
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> • gehen sorgsam mit Lebewesen um

Im Mittelpunkt des Themenfeldes stehen, aufbauend auf der Erkenntnis der tages- und jahreszeitlichen Veränderungen, denen die Erde durch die Sonne unterworfen ist, die Angepasstheiten der Lebewesen. Die Sonne steuert Entwicklungsvorgänge von Pflanzen und Tieren. Fortpflanzung, Körperbau und Verhalten von Lebewesen sind jahreszeitlich veränderlichen Umweltfaktoren angepasst. Im TF 5 ist deshalb das Basiskonzept „Entwicklung“ ein Schwerpunkt von Unterricht.

Lehrerinformation:

Die Anzahl der Eier, die Temnothorax-Königinnen legen, variiert je nach Jahreszeit und Umweltbedingungen. Die madenförmigen Larven tragen eine Reihe von Ringfurchen und viele Härchen. Es können meist vier durch Häutungen getrennte Larvenstadien unterschieden werden. Die Puppe ist weiß und weich, ansonsten ist der Imago morphologisch sehr ähnlich. Die Temnothorax-Ameisen haben keinen Kokon und werden deshalb als Nacktpuppen bezeichnet. Die Entwicklung ist jahreszeit- und temperaturabhängig und dauert minimal zwei bis drei Monate. Männchen entstehen aus unbefruchteten Eiern. Weibchen entstehen aus befruchteten Eiern, deren weitere Entwicklung von genetischen Faktoren, Art und Menge der Larvennahrung, der Überwinterung und Temperatur, negativen Rückkopplungen durch die Königin u. a. abhängt. Eine Larve kann nur dann zu einer Königin werden, wenn sie Nahrung aus bestimmten Futtersaftdrüsen erhält. Männchen leben nur einige Wochen im Sommer, Arbeiterinnen bis zu drei Jahre, die Königin kann bis zu 19 Jahre alt werden. Arbeiterinnen, Königin und Männchen lassen sich an verschiedenen Merkmalen in Angepasstheit an ihre Funktion unterscheiden. Männchen sind schlank, feingliedrig, geflügelt und dunkler als die Weibchen. An der Hinterleibsspitze besitzen sie Kopulationsorgane.

Die Königin besitzt wegen ihrer Flugmuskulatur einen ausgeprägteren Brustabschnitt und wegen der voll funktionsfähigen Eierstöcke einen größeren Gaster. Arbeiterinnen mit einer hellgelben Färbung sind von einem Parasiten befallen (Cestoden), der für den Menschen ungefährlich ist. Sie sind kleiner und weniger aktiv. Man kann auch Larven oder Imagines mit weißen Punkten beobachten, die das Ergebnis einer harmlosen Fettablagerung sind.

Neben den im Rahmenlehrplan vorgeschlagenen Untersuchungen zum Pflanzenwachstum eignet sich die Fortführung des Unterrichts mit dem **Modul** „Beobachtungen zur Entwicklung einer Ameisenkolonie“ mit den Ameisen, um den Zusammenhang von Entwicklung und Umweltbedingungen an Tieren zu erkunden. Die langfristige Haltung der Ameisen bietet die Möglichkeit, jahreszeitlich bedingt verschiedene Entwicklungsstadien (Eier, Larven, Puppen) und Kasten (Arbeiterinnen, Königin und Männchen) im Nest nebeneinander zu betrachten und Veränderungen zu beobachten und zu dokumentieren.

Der Baustein „Ameisen in den Jahreszeiten“ ist geeignet, die Zusammenhänge zwischen Umweltbedingungen und Fortpflanzungsstrategie der Ameisen zu erschließen. Schülerinnen und Schüler informieren sich arbeitsteilig über Informationstexte und dokumentieren die jahreszeitliche Angepasstheit einer Kolonie. Diese ist ihnen über die direkte Beobachtung eines Dreikammernestes nicht möglich.

Folgende Schülerfragen können dazu aufgegriffen werden:

- Was fressen Ameisen im Wald?
- Kann eine einzelne Ameise allein leben?
- Warum zerrren Ameisen Abfälle aus dem Nest heraus?
- Warum liegen die Ameisen im Nest alle auf einem Haufen?

Die Veränderungen einer Ameisenkolonie können die Schülerinnen und Schüler über einen längeren Zeitraum (z. B. zwischen Oster- und Sommerferien) dokumentieren. Dazu werden einige Kolonien an einem warmen und festen Platz positioniert und nicht für anderweitige Versuche verwendet.

BEOBACHTEN	Schülerfrage(n) → Beobachtungsaufgabe
Frage(n)	<p>Wie viele Eier legt die Königin am Tag?</p> <p>Wie lange dauert die Entwicklung vom Ei bis zur erwachsenen Ameise?</p> <p>Warum legen die Arbeiterinnen keine Eier?</p> <p>Warum verlassen Ameisen das Nest zum Hochzeitsflug?</p> <p><i>Wie vermehren sich Ameisen?</i></p>
Hypothese(n)	<p>H 1: Aus den Eiern schlüpfen neue Ameisen.</p> <p>H 2: Aus den Eiern schlüpfen Larven, die gefüttert werden müssen.</p> <p>H 3: In den Ameisenpuppen sind die Larven.</p> <p>H 4: Aus Ameisenpuppen werden neue Ameisen.</p>
Untersuchung	<p>Beobachten einer Ameisenkolonie im Dreikammernest</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wesentliche Merkmale selektieren (Körperbau, verschiedene Stadien und Kasten) • Unwesentliche Merkmale (Bewegungen und Aufenthaltsort der Tiere) oder Störgrößen (Helligkeit, Temperatur) ausschließen
Auswertung (Lernprodukt)	<p>Zeichnungen der verschiedenen Entwicklungsstadien</p> <p>Begriffsnetz Insektenentwicklung</p> <p>Tabellarische Langzeitdokumentation</p> <p>Grafische Darstellung zur Zusammensetzung einer Kolonie</p>
Weiterführende Fragen	<p>Warum tragen Ameisen ihre Brut herum?</p> <p>Was passiert, wenn die Königin stirbt?</p> <p>Wie frisst die Königin, wenn sie das Nest nie verlässt?</p> <p>Wonach entscheiden Ameisen, wer welche Aufgaben übernimmt?</p>

Diese Fragen münden in andere Schwerpunkte, die sich z. B. der Thematik Information und Kommunikation bei lebenden Systemen zuwendet und in der Orientierungsstufe nicht ausreichend beantwortet werden können. Schülerinnen und Schüler können aufgrund ihrer Beobachtungen lediglich Mutmaßungen über taktilen Informationsaustausch unter den Ameisen anstellen. Erfahrungen aus der Natur, wie z. B. Ameisenstraßen, lassen die Vermutung einer Kommunikation über chemische Reize zu.

Empfehlungen zu fachübergreifenden Absprachen:

Deutschunterricht: Fabeln

- Die Ameise und die Grille (nach La Fontaine)
- Die Ameise und die Grille (nach Äsop)

Kunstunterricht:

- Zeichne ein Ameisen-Comic zum Thema ...
- Zeichne ein Bild zu der Fabel.
- Gestalte mit Bastelmaterial eine Ameise.

Anhang 2: Arbeitsblätter NaWi Orientierungsstufe

4. UNTERRICHT IN DER SEKUNDARSTUFE

Die Ameisenforschung ist geeignet, im Themenfeld 1 „Vielfalt“ Gegenstand von Unterricht zu sein. Die dort ausgeführten Kompetenzen fordern das erkenntnisgeleitete Beobachten, Vergleichen und Untersuchen. Für die Dokumentation der Erkenntnisse bietet sich ein Forschertagebuch an.

	Schülerinnen und Schüler ...
Umgang mit Fachwissen	... ordnen Lebewesen an Hand anatomischer oder physiologischer Merkmale taxonomisch ein.
Erkenntnisgewinnung	... beschreiben anatomische Merkmale von ausgewählten Vertretern fachgerecht.
	... entwickeln die Kennzeichen des Lebendigen durch kriteriengeleitetes Vergleichen.
Kommunikation	... recherchieren und präsentieren zu Organismen oder Organismengruppen.

4.1 Das Forschertagebuch

Soll das Beobachten (aber auch das Betrachten, Vergleichen, Untersuchen) über einen längeren Zeitraum im Mittelpunkt stehen, bietet sich das Forschertagebuch an.

Ein Forschertagebuch bietet die Möglichkeit, Lernwege und Lernprozesse sichtbar zu machen.

Das Forschertagebuch soll dazu anhalten, wichtige Inhalte, Methoden und Ergebnisse gezielt zu beobachten und schriftlich oder in anderen Formen dokumentiert festzuhalten. Es ist eine Mappe, in der Arbeitsergebnisse, Dokumente, Visualisierungen und alle Arten von Präsentationen eigenständig von den Lernenden gesammelt werden. Die dokumentierte individuelle Auseinandersetzung der Lernenden mit einem Sachverhalt und mit dem eigenen Lernprozess erlauben der Lehrkraft Einblicke in die Vorstellungen, das Denken, die Stärken und Schwächen seiner Schülerinnen und Schüler.

Ein Forschertagebuch ist deshalb immer sowohl produkt- als auch prozessorientiert. Damit ist eine Analyse des Lernprozesses möglich, die dem Schüler bereits vorhandene Kompetenzen und Fortschritte bewusst macht. Es fördert das selbst gesteuerte Lernen sowie die Kommunikation über das Lernen.

Ein wesentlicher Vorteil der Arbeit mit einem Forschertagebuch ist neben der aktiven Schülerbeteiligung die Binnendifferenzierung. Individuelle Ergebnisse können im Verlauf der Arbeit mit dem Forschertagebuch mit der Schülerin oder dem Schüler besprochen werden. Es ist z. B. für Wochenplan-, Frei- oder Projektarbeit geeignet.

Eine aktive Beteiligung der Schülerinnen und Schüler setzt voraus, dass Gespräche von Lernenden und Lehrenden über das Forschertagebuch in kooperativer Form geführt werden. Trotzdem muss die Lehrkraft einen klaren Rahmen setzen (Ziele, Verbindlichkeit, Umfang und Erwartungen, Bewertungen und ihre Konsequenzen) und hinreichend Hilfen bei der Ein- und Durchführung anbieten.

Zu Beginn sollten deshalb Ziele und Aufbau der Mappe gemeinsam klar formuliert werden (z. B. Gliederung des Forschertagebuchs, Flussdiagramm zum Ablauf). Gleiches gilt für die Festlegung der Bewertungskriterien (z. B. Reflexionsbogen). Dies bietet den Lernenden Orientierung und den zeitlichen Rahmen.

Schülerinnen und Schüler sind in einem methodisch so angelegten Unterricht in hohem Maße aktiv und stellen mehrere logisch aufeinander folgende Lernprodukte her. Um diese Lernprodukte herzustellen, brauchen sie kompetenzorientierte Aufgabenstellungen und materialgestützte Lernumgebungen. Die Lernprodukte unterscheiden sich und zeigen der Lehrkraft, wie und auf welchem Niveau gelernt wurde. Die Diskussion der verschiedenen Produkte führt die einzelnen Lernprozesse zusammen. Im Anschluss daran kann jede Schülerin und jeder Schüler weitere Aufgaben lösen. Der hier beschriebene Unterrichtsprozess wird durch das Lehr-Lern-Modell genauer ausgeführt.

4.2 Lehr-Lern-Modell für den kompetenzorientierten Unterricht

Lernen ist ein individueller Prozess und findet in einer Folge von Lernschritten statt. Lernende treten mit ihrem persönlichen Vorwissen, ihren Vorerfahrungen und mit einem Bestand an Kompetenzen in die Lernumgebung des Unterrichts ein und verlassen diese Lernumgebung mit einem Lernzuwachs, der sich im Zuwachs von Wissen und/oder Können zeigt.

Da sich die Kompetenzentwicklung der einzelnen Lernenden voneinander unterscheidet, können Aussagen zum Lernertrag nur durch die Diagnose individueller Lernprodukte erfolgen. Diese werden im Verlauf mehrerer Lerneinheiten im Forschertagebuch dokumentiert. Die Lehrkraft steuert die Kompetenzentwicklung durch die Planung von Lerneinheiten, welche das diagnostizierbare Lernprodukt in das Zentrum der Unterrichtsgestaltung stellen. Um eine Überforderung zu vermeiden, wechseln im Unterricht Lernsituationen und Lerneinheiten ab, in denen zum einen der Wissenserwerb und zum anderen das Einüben von Handlungen im Vordergrund stehen.

Die kleinste Planungseinheit für den kompetenzorientierten Unterricht ist die Lerneinheit, die in der Regel 1-3 Stunden umfasst. Das Lehr-Lernmodell (vgl. Studienseminar Koblenz) berücksichtigt die Phasen des (individuellen) Lernprozesses und verdeutlicht die Steuerungsinstrumente der Lehrkraft: Aufgabenstellungen, Materialien, Moderation und Diagnose/Rückmeldung.

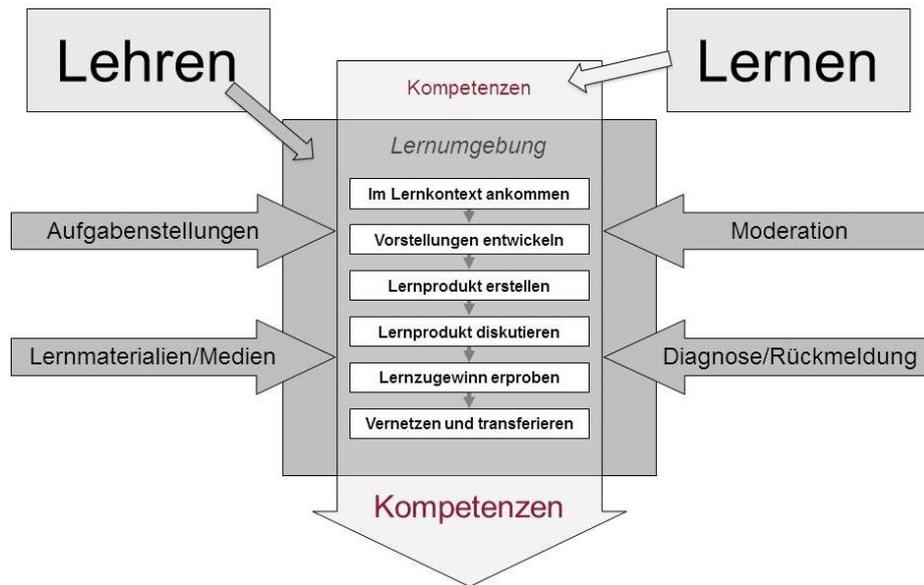


Abb.: Lehr-Lern-Modell

1. Phase: Im Lernkontext ankommen/Problemstellung entdecken

Die Lernenden brauchen Impulse (Phänomene, Bilder, Zitate ...), um im Lernkontext anzukommen. Diese wecken Assoziationen, binden an das Vorwissen oder an Selbsterfahrungen der Schülerinnen und Schüler an oder wecken Neugierde. Häufig entdecken und entfalten die Lernenden eine Problemstellung selbstständig, doch kann diese auch durch die Lehrkraft vorgegeben werden. Ergebnis dieser Phase ist es, dass jede Schülerin und jeder Schüler Gelegenheit hat, im Lernkontext anzukommen und sich für den Lernprozess (emotional und kognitiv) zu öffnen.

2. Phase: Vorstellungen entwickeln

In einem zweiten Schritt entwickeln die Lernenden individuelle Vorstellungen und Hypothesen mit Bezug zur Problemstellung. Dazu erhält jede Schülerin und jeder Schüler Gelegenheit Vorwissen, Meinungen, Einstellungen etc. einzubringen. Durch den gegenseitigen Austausch werden Erkenntnislücken sowie unterschiedliche Vorstellungen oder Meinungen aufgedeckt. Ergebnis dieser Unterrichtsphase ist ein tragfähiger Lernanreiz, der sich aus dem Bedürfnis nach Klärung ergibt.

3. Phase: Lernmaterialien bearbeiten und Lernprodukt erstellen

Das Herzstück der kompetenzorientierten Lerneinheit ist die Aufgabenstellung, die zur Klärung der Problemstellung und zur Herstellung eines Lernproduktes beiträgt. Soll ein Lernzuwachs erfolgen, brauchen die Lernenden neue Informationen – entweder neue Wissensbausteine oder Anleitungen für neue Methoden. Die Informationen entnehmen sie Quellen, die von der Lehrkraft zur Verfügung gestellt werden.

In der Regel sind dies Lernmaterialien (z. B. Texte, Arbeitsblätter, Bilder, Experimentiermaterialien, Datenmaterial) oder ein Lehrervortrag. Die Lernmaterialien werden in geeigneten Sozialformen bearbeitet und ausgewertet. In diesem dritten Lernschritt entstehen individuelle Lernprodukte (z. B. Tabelle, Mindmap, Text, Skizze, Bild, Diagramm, Experiment, Kurzvortrag) auf dem Weg zur Problemlösung.

Bei der Bearbeitung der Lernmaterialien und beim Erstellen der Lernprodukte werden neue Vorstellungen gebildet bzw. alte erweitert oder ausgeschärft und präzisiert. Hier findet ein wichtiger, individueller Lernzuwachs statt, der in der folgenden Phase stabilisiert und verfestigt wird.

4. Phase: Lernprodukte vorstellen und diskutieren

Die in der 3. Phase entwickelten individuellen neuen Vorstellungen werden im vierten Schritt artikuliert, verbalisiert, umgewälzt und mit denen anderer Lernender abgeglichen und verhandelt. In diesem Schritt wird sich die Lerngruppe auf gemeinsame Erkenntnisse im Sinne eines „gemeinsamen Kerns“ verständigen.

5. Phase: Sich des eigenen Lernzugewinns bewusst werden und erproben (Lernzugewinn definieren)

In dieser Phase ermitteln die Lernenden den eigenen Lernzuwachs durch den Vergleich mit den in der 2. Phase entwickelten Vorstellungen und Hypothesen. Der Lernzuwachs wird erfahren, indem das Gelernte auf die Problemstellung angewendet wird. Hier wird den Lernenden der Lernzuwachs deutlich und bewusst. Durch Anwendung des Gelernten auf ähnliche Aufgabenstellungen wird erprobt, ob der Kompetenzzuwachs einem erfolgreichen handelnden Umgang standhält. Diese Phase muss zeitnah zur vorangegangenen liegen, während bei der folgenden eine Zeitverschiebung lernpsychologisch sinnvoll ist.

6. Phase: Vernetzen und transferieren

Die Lernenden haben das neue Wissen in einem bestimmten Kontext erworben. Aus der neurophysiologischen Erkenntnis, dass das Einspeichern in das Gedächtnis einen anderen Weg nimmt als das Abrufen aus dem Gedächtnis, ergibt sich die Notwendigkeit, dieses Wissen zu dekontextualisieren und in anderen Kontexten anzuwenden. Dabei erfolgt eine Verankerung in vorhandenen Begriffs- und Wissensnetzen, wodurch das neu erworbene Wissen nachhaltig verfügbar wird.

Die Steuerung der Lernprozesse durch die Lehrkraft:

Eine vollständige Synchronisation der Lernprozesse im Klassenunterricht ist nicht möglich und auch nicht erwünscht.

Die steuernde Funktion der Lehrkraft beruht in der Konzeption der Lerneinheit und der Lernmaterialien (materiale Steuerung) und im situativen Einsatz während des Unterrichts. Neben der Moderation sind Diagnose der Lernstände und gezielte Rückmeldung zum Lernfortschritt wesentliche Instrumente für das Lehren.

Aufgabenstellungen sind der Motor der Lerneinheit. Sie sind herausfordernd und berücksichtigen Fehlerchancen: Aufgaben im Lernraum unterscheiden sich von Leistungsaufgaben, indem sie nicht auf richtige Lösungen hin konzipiert sind, sondern verschiedene Lösungswege oder Lösungsansätze zulassen, welche die Diskussion unter den Lernenden anregen.

Durch eine situativ angemessene Klassen- und Gesprächsführung bindet die Lehrkraft die Lernmaterialien in den Lernprozess ein und fördert die diskursive Verhandlung der Lernprodukte. Sowohl auf Basis der Lernprodukte als auch der Äußerungen der Schülerinnen und Schüler beim Diskurs werden Lernstand und Kompetenzentwicklung diagnostiziert.

Die Reflexion des Lernzugewinns erfolgt durch den Vergleich der individuellen Vorstellungen vor und nach dem Lernprozess. Ergänzt durch Reflexionen über den Lernprozess (Metareflexionen), die von der Lehrkraft an geeigneten Stellen angeregt werden, sowie durch individuelle qualifizierte Rückmeldungen entwickeln sich auf diese Weise Könnensbewusstsein, Selbstbewusstsein und Persönlichkeit der Lernenden.

Quelle: Lehrpläne für die naturwissenschaftlichen Fächer, Biologie, Chemie, Physik (Klassenstufen 7-9/10), Kap. 5.1.2

Auf Grundlage dieses Unterrichtsmodells und der gewählten Methode „Forschertagebuch“ entstanden in der Erprobung kompetenzorientierte Lerneinheiten zum Thema „Ameisenforschung“ unter Nutzung des Experimentierkoffers. Diese werden im Folgenden näher ausgeführt. Im Anhang finden sich dazu entsprechende Materialien.

4.3 Planungsraster

Erste Lerneinheit: Die Entdeckung der Ameisen

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung: Die Schülerinnen und Schüler wenden Wissen zu den Kennzeichen des Lebens an, um Forschungsfragen zu stellen. Sie beobachten Ameisen und fragen Experten, um ihre Fragen zu beantworten.

Lernprozess der Schülerinnen und Schüler	Steuerung durch die Lehrkraft
1. Phase: Im Lernkontext ankommen/Problemstellung entdecken	
<p>Anregende Bilder (ppt, Fotos), Echtbegegnung mit Ameisen</p> <p>Schülerinnen und Schüler beobachten frei (ca. 8 min) und üben den Umgang mit dem Binokular. Dabei stellen sie Fragen und tauschen sich gegenseitig aus. Sie entdecken die Ameisen als interessantes Forschungsobjekt.</p>	<p>Die Ameisenart wird vorgestellt: Eichel, Kolonie, Nest, Formicarium ... dabei wird die für die Kommunikation notwendige Fachsprache intuitiv eingeführt. Impuls mit Aufforderung zum Entdecken ... („Was wollt Ihr entdecken ...?“)</p> <p>Lehrkraft gibt Verhaltenshinweise und stellt die Beobachtungszeit ein (Timer).</p>
2. Phase: Vorstellungen entwickeln	
<p>Schülerinnen und Schüler beginnen ein Wirkgespräch (Kettengespräch) über Beobachtungen und Fragen, die sich stellen.</p> <p>Schülerinnen und Schüler stellen gezieltere Fragen, bringen Fachwissen und Fachbegriffe in die Fragen ein.</p> <p>Kurze Einzelarbeit: Schreibe eine Fachfrage auf.</p>	<p>Lehrkraft erinnert an die Kennzeichen des Lebens (ggf. Fachwissen-Brainstorming, Fachbegriffe, Zettelkasten).</p> <p>Lehrkraft visualisiert Gesprächsergebnis, z. B. anhand einer Mind-map mit den Kennzeichen des Lebens oder Kriterien für eine Fachfrage</p>
3. Phase: Lernmaterialien bearbeiten und Lernprodukt erstellen	
<p>Arbeitsauftrag (4er-Gruppen):</p> <p>Sammele Informationen: Beobachte die Tiere, interviewe deinen Lehrer/deine Lehrerin zu Fragen, die du nicht selber erforschen kannst.</p> <p>Schreibe die Fragen, die du beantworten kannst, auf eine Frage-Karte (mit Namen).</p>	<p>Lehrkraft bittet um ein Beispiel und fertigt Fragekarte an.</p> <p>Lehrkraft visualisiert das Vorgehen (Gruppenpuzzle)</p>

4. Phase: Lernprodukte vorstellen und diskutieren	
<p>Gruppenpuzzle (4er Gruppen): „Was habt ihr über die Ameisen erfahren?“</p> <p>Tauscht euer Wissen über die Ameisen aus. Erzähle dein Wissen so, dass die anderen die Fragekarten beantworten können.</p>	<p>Lehrkraft kümmert sich um die Organisation des Gruppenpuzzles.</p>
5. Phase: Lernzugewinn definieren	
<p>Jede/r Schülerin bzw. Schüler bekommt eine Fragekarte zugewiesen und beantwortet sie auf der Rückseite.</p> <p>Fragensteller und Beantworter sind mit Namen notiert. So können die Beantworter ggfs. bei dem Fragensteller nachfragen.</p>	<p>Lehrkraft fasst die Fragen und Antworten zu einem Text zusammen.</p>
6. Phase: Vernetzen und transferieren	
<p>Schülerinnen und Schüler lesen den Text, den die Lehrkraft geschrieben hat. Sie entnehmen Informationen und machen Notizen an ihre Mind-map (s. o. Kennzeichen des Lebens).</p> <p>Die Mind-map wird als Prozessbegleitmittel verwendet.</p>	

Zweite Lerneinheit: Exkursion in den Wald

Projektbeschreibung	
Lernprozess der Schülerinnen und Schüler	Steuerung durch die Lehrkraft
Schülerinnen und Schüler haben sich auf die Exkursion vorbereitet: Schuhwerk, Proviant, Fotoapparat, Notizblock und Schreibstift, Sammelbehälter ...	Lehrkraft sucht exemplarisch Fragen heraus, die für die Exkursion sinnvoll sind: Wo leben die Ameisen? Wie findet man sie? Wie kann man sie züchten? Was fressen sie? Usw.
Aufgabenverteilung	
Schülerinnen und Schüler machen Vorschläge, wie der Lebensraum der Ameisen charakterisiert werden kann: Abiotische Faktoren: Temperatur, Feuchtigkeit Biotische Faktoren: Pflanzen, Tiere im Boden, Vögel, andere Tiere Schülerinnen und Schüler nehmen Aufgabenkärtchen an.	Lehrkraft vergibt Aufgabenkärtchen „Miss die Umgebungstemperatur“ oder „Fotografiere drei Objekte, von denen du annimmst, dass sie für die Ameisen bedeutsam sind.“
Produkt erstellen	
Schülerinnen und Schüler sammeln Ameisenkolonien und halten die Umgebung der Kolonien in Fotos fest. Schülerinnen und Schüler siedeln die Ameisenkolonien in die Dreikammernester um.	Lehrkraft stellt die Materialien für die Haltung in den Dreikammernestern bereit. Lehrkraft unterstützt die Organisation im Team und die Ausführung der praktischen Arbeiten.
Produkte vorstellen	
Schülerinnen und Schüler erstellen eine kurze Veröffentlichung „Ameisenprojekt“ für die Schulhomepage.	Lehrkraft gibt ggf. Hinweise.

Dritte Lerneinheit: Planung der Unterrichtsreihe

Die Schülerinnen und Schüler lernen das Haupt-Lernprodukt, das Forschertagebuch kennen. Außerdem erlernen sie die Handhabung und Pflege der Tiere und bekommen einen Überblick über die Organisation der Stationen.

Im Lernkontext ankommen	
Lernprozess der Schülerinnen und Schüler	Steuerung durch die Lehrkraft
Die Schülerinnen und Schüler legen das Tagebuch an.	Lehrkraft stellt die Aufgabe, ein Forschertagebuch zu führen, z. B. durch das Arbeitsblatt „Gliederung deines Forschertagebuchs“ und unterstützt individuell.
Vorstellungen entwickeln	
Schülerinnen und Schüler wenden den Begriff „artgerecht“ an ... Sie fragen nach dem natürlichen Lebensraum der Ameisen. Sie leiten erste Ideen zur artgerechten Haltung im Dreikammernest ab.	Lehrkraft moderiert Die Lehrkraft unterstützt bei der Bearbeitung und Dokumentation der ersten Forschungsfrage. „Ist das Dreikammernest eine artgerechte Haltungsmethode?“
Lernprodukt erstellen	
Schülerinnen und Schüler bearbeiten Aufgaben. Sie zeichnen das Dreikammernest, benennen die Bauteile und schreiben eine Anleitung zur Haltung und Pflege von Ameisen.	Lehrkraft vergibt Arbeitsblatt und moderiert.
Lernprodukt diskutieren	
Zweierdiskussion: Schülerinnen und Schüler arbeiten zunächst jeder für sich. Das Lernprodukt wird mit dem Lernpartner diskutiert.	Lehrkraft moderiert und achtet auf Qualität.
Lernzugewinn definieren	
Schülerinnen und Schüler tragen das Diskussionsergebnis in das Forschertagebuch ein.	

Vierte bis achte Lerneinheit: Stationenlernen

Siehe Anhang.

Anhang 3: Arbeitsblätter Biologie Sekundarstufe I

ANHANG 1: ARBEITSBLÄTTER SACHUNTERRICHT GRUNDSCHULE

Lehrerinformation zu den Arbeitsblättern für die Grundschule

Arbeitsblatt 1: Alle Materialien für die Haltung der Ameisen in der Schule werden auf einem Tisch ausgelegt und beschriftet. Diese werden dann von den Schülerinnen und Schülern mit dem Arbeitsblatt verglichen.

Arbeitsblatt 3: Die Schülerinnen und Schüler benötigen Hilfe beim Öffnen der Eichel und beim Überführen in den Plastikbeutel. Auch beim Entfernen der Eichelreste sowie beim Auspinseln der Eicheln benötigen die Schülerinnen und Schüler Unterstützung.

Arbeitsblatt 4: Schülerinnen und Schüler holen nach und nach das zu verwendende Material, welches separat bereitgelegt ist. Unterstützung brauchen sie insbesondere beim Bestreichen mit der Vaseline.

Ameisen halten und pflegen (Arbeitsblatt 1)

Die Ameisen werden in einem Dreikammernest gehalten. Schau dir, wie in einem Museum, das ausgelegte Material an. Welches findest du auf diesem Arbeitsblatt wieder? Hake ab, wenn du etwas gefunden hast.

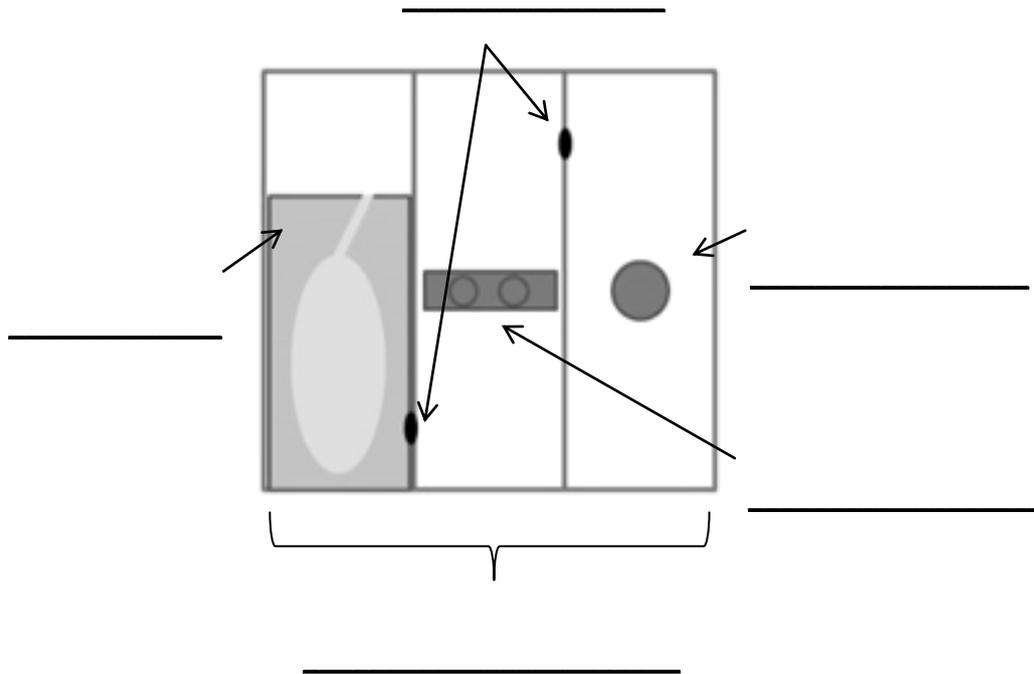
Haltung in der Schule

Bedingungen im Nest	Hast du es gefunden? Hake ab!
Dreikammernest aus Plexiglas	
Mit Vaseline eingeriebene Wand	
Feuchtes, weißes, raues Filterpapier	
Futternapf für Honig und Insektenstückchen	
Metallplättchen mit Wasser	
Einlegenest mit sehr kleinem Ausgang	
Rote Folienabdeckung auf dem Einlegenest	
Trennwand mit kleiner Bohrung zwischen den Kammern	
Futter	

Ameisen halten und pflegen (Arbeitsblatt 2)

Die Ameisen werden in einem Dreikammernest gehalten.

Vergleiche das Dreikammernest mit dieser Abbildung. Beschrifte die Abbildung.



Vom Wald ins Klassenzimmer: Wir sammeln Ameisen (Arbeitsblatt 3)

1. Lies den Informationstext (M1).

M 1: Ameisen leben in Eicheln

In einer einzigen Eichel kann eine ganze Ameisenkolonie leben. Damit eine Eichel als Wohnraum für diese Ameisen in Frage kommt, darf sie nicht mehr grün und fest aber auch nicht ganz verrottet sein. Die von Ameisen bewohnten Eicheln sind innen hohl und bieten den Ameisen eine ideale Behausung. Oft weisen sie an einer Stelle ein kleines Loch auf. Dafür ist oftmals ein Käfer, der Eichelbohrer, verantwortlich.

2. Suche im Laub nach einer hohlen Eichel und öffne sie mit den Fingernägeln über der Sammelschale.



3. Wenn du eine Ameisenkolonie in einer Eichel gefunden hast, überführe die Eichel mit allen Ameisen (Pinsel!) aus der Plastikschaale in einen Plastikbeutel. Verschließe den Beutel sorgfältig. Notiere auf dem Plastikbeutel deinen Namen.

Achtung: Gib immer nur eine Ameisenkolonie (eine Eichel) in eine Tüte!

Vom Wald ins Klassenzimmer: Wir sammeln Ameisen (Arbeitsblatt 4)

Bereite für deine Ameisenkolonie ein Nest vor.

1. Behausung bereitstellen

Entferne alle großen Eichelreste aus der Plastiktüte. Streiche dazu alle Ameisen und ihre Brut (!) mit dem Pinsel in die Tüte. Lege ein Einlegenest mit der Glasseite nach unten in die Tüte, verschließe sie gut und transportiere sie nur noch waagrecht.

Achtung: Betrachte die Eichelreste genau. Oft befinden sich Ameisen oder Brut zwischen den einzelnen Schichten der Eichel.

2. Dreikammernest vorbereiten

Bestreiche alle Innenwände des Dreikammernestes sparsam mit Vaseline.

Lege die drei Böden mit Filterpapier aus. Befeuchte alle Filterpapiere von einem Rand aus mit Wasser (Tropfflasche)

3. Nahrung bereitstellen

Gib den Futternapf in die mittlere und das Metallplättchen in die rechte Kammer. Gib einen kleinen Honigtropfen und ein kleines Stück Heimchen in je eine Vertiefung des Futternapfes. Gib einen Tropfen Wasser auf das Metallplättchen.

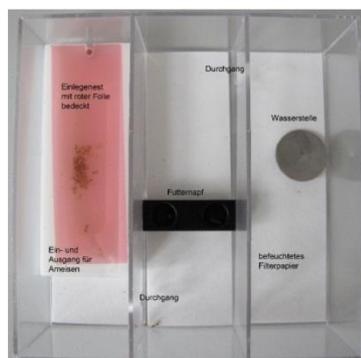
4. Umzug in das Dreikammernest

Nimm das Einlegenest vorsichtig aus der Tüte und lege es mit der Glasseite nach oben in das linke Fach des Dreikammernestes, sodass der Eingang in Richtung des Verbindungslochs zur mittleren Kammer zeigt.

Decke das Einlegenest mit roter Folie ab.

Überführe einzelne freilaufende Ameisen mit dem Pinsel ins Dreikammernest und verschließe es mit dem Deckel.

Beschrifte einen Tesafilm mit deinem Namen oder eurem Gruppennamen und klebe es auf den Deckel des Dreikammernests.



Wir nehmen Ameisen „unter die Lupe“ (Arbeitsblatt 5)

1. Nimm dein Einlegenest mit zwei Fingern vorsichtig aus dem Dreikammernest heraus.
2. Rolle ein kleines Stück Papiertuch zwischen zwei Fingern zusammen und verschließe damit das Einlegenest.
3. Betrachte deine Ameisenkolonie im Einlegenest unter dem Binokular.

Achtung: Ameisen nicht zu lange beleuchten.

Besprecht in eurer Gruppe, was ihr seht.

Arbeiten mit einem Binokular

Arbeitsauftrag: Lies deiner Partnerin oder deinem Partner den Text unten vor. Sie/er zeigt die im Text fett gedruckten Teile des Binokulares. Danach tauscht ihr die Rollen.

Die Teile des Binokulars und ihre Aufgaben

Am **Stativ** sind alle wichtigen Teile des Binokulars befestigt.

Die **Lampe** dient zur Beleuchtung des Objektes (das ist der Gegenstand, den wir untersuchen wollen), welches auf dem **Objektisch** liegt.

Durch das **Okular** schauen wir.

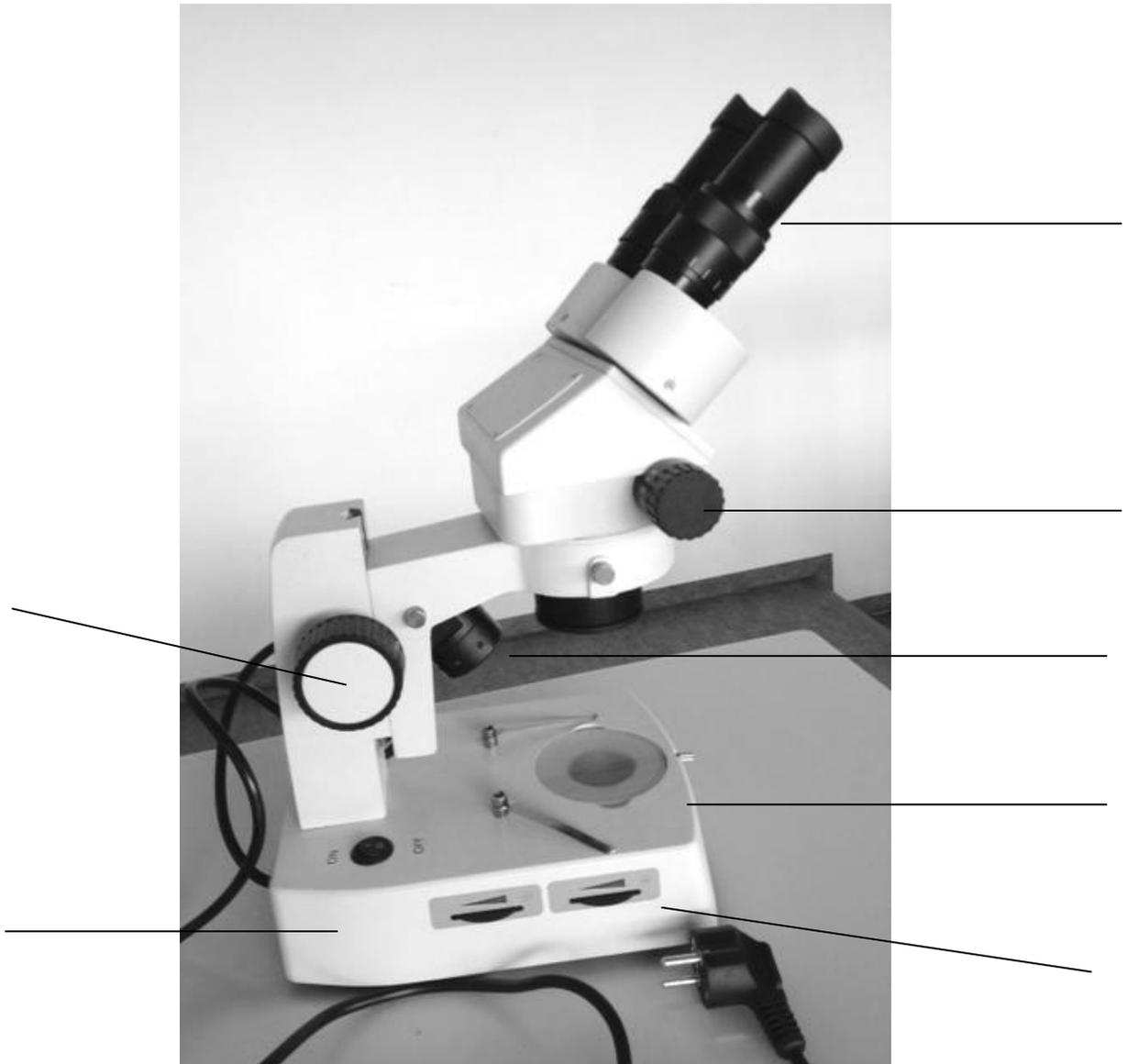
Durch Drehen des **Vergrößerungsrädchens** an der Seite kann eingestellt werden, wie stark vergrößert ich das Objekt sehen möchte.

Mit dem **Trieb** kann man das Bild scharf einstellen.

Mit den **Rädchen an der Seite** kann man die Helligkeit einstellen.

Arbeitsauftrag: Beschriftet nun gemeinsam das abgebildete Binokular. Verwendet hierzu die oben fett gedruckten Begriffe.

Das Binokular



Wir nehmen Ameisen „unter die Lupe“ (Arbeitsblatt 6)

1. Nimm dein Einlegenest mit zwei Fingern vorsichtig aus dem Dreikammernest heraus.
2. Rolle ein kleines Stück Papiertuch zwischen zwei Fingern zusammen und verschließe damit das Einlegenest.
3. Betrachte deine Kolonie im Einlegenest unter dem Binokular.

Achtung: Ameisen nicht zu lange beleuchten!

Vergleiche den Körperbau deiner Ameisen mit dem der Comic-Ameise, indem du eine Tabelle nach der Vorlage erstellst (**M 1**).

M 1: Comic-Ameise und Tabellenvorlage

Merkmal	Echte Ameise	Comic-Ameise	
Farbe			

ANHANG 2: ARBEITSBLÄTTER NAWI ORIENTIERUNGSSTUFE

Basismodul

Vom Wald ins Klassenzimmer: Wir sammeln Ameisen

1. Lies den Informationstext (M1).
2. Suche im Laub nach hohlen Eicheln und öffne sie nacheinander mit den Fingernägeln über der Sammelschale.
3. Wenn du eine Ameisenkolonie in einer Eichel gefunden hast, überführe die Eichel mit allen Ameisen (Pinsel!) aus der Plastikschaale in einen Plastikbeutel.
4. Verschließe den Beutel sorgfältig.
5. Notiere auf dem Plastikbeutel deinen Namen.
6. Notiere in der Tabelle (M2) wichtige Merkmale der Kolonie (Lupe).
7. Schreibe alle Umweltbedingungen, die du am Fundort deiner Eichel beobachten kannst, auf (M3).

<p>Achtung! Gib immer nur eine Ameisenkolonie (eine Eichel) in eine Tüte.</p>		<p>Achtung! Betrachte die Eichelreste genau. Oft befinden sich Ameisen oder Brut zwischen den einzelnen Schichten der Eichel.</p>
--	---	--

8. Bereite für deine Kolonie ein Nest vor.

a) Dreikammernest vorbereiten	Bestreiche alle Innenwände des Dreikammernests sparsam mit Vaseline. Lege die drei Böden mit Filterpapier aus und befeuchte das Filterpapier auf der rechten Seite mit Wasser (Tropfflasche).
b) Nahrung bereitstellen	Gib den Futternapf in die mittlere und das Metallplättchen in die rechte Kammer. Gib einen kleinen Honigtropfen und ein kleines Stück Heimchen in je eine Vertiefung des Futternapfes. Gib einen Tropfen Wasser auf das Metallplättchen.
c) Behausung bereitstellen	Entferne alle großen Eichelreste aus der Plastiktüte. Streiche dazu alle Ameisen und ihre Brut (!) mit dem Pinsel in die Tüte. Lege ein Einlegenest mit der Glasseite nach unten in die Tüte, verschließe sie gut und transportiere sie nur noch waagrecht.

Nächste Stunde:

9. Nimm das Einlegenest vorsichtig aus der Tüte und lege es mit der Glasseite nach oben in das linke Fach des Dreikammernests, sodass der Eingang in Richtung des Verbindungslochs zur mittleren Kammer zeigt.
10. Decke das Einlegenest mit roter Folie ab.
11. Überführe einzelne freilaufende Ameisen mit dem Pinsel ins Dreikammernest und verschließe es mit dem Deckel.
12. Beschrifte dein Dreikammernest mit deinem Namen.

M1: Ameisen leben in Eicheln

In einer einzigen Eichel kann eine ganze Ameisenkolonie der Art *Temnothorax nylanderi* leben. Damit eine Eichel als Wohnraum für diese Ameisen in Frage kommt, darf sie nicht mehr grün und fest, aber auch nicht ganz verrottet sein. Die von Ameisen bewohnten Eicheln sind innen hohl und bieten den Ameisen eine ideale Behausung. Oft weisen sie an einer Stelle ein kleines Loch auf. Dafür ist oftmals ein Käfer, der Eichelbohrer, verantwortlich. Er bohrt mit seinem Rüssel ein Loch in Eicheln, um seine Larven hineinzulegen, die sich geschützt in der Eichel entwickeln.

M2: Merkmale deiner Ameisenkolonie

Dein Name	Länge der Eichel (mm)	Königin vorhanden?	Gelbe Ameisen vorhanden?	Sonstige Beobachtungen

M3: Umweltbedingungen am Fundort deiner Eichel

Licht	
Temperatur	
Feuchtigkeit	
Bodenbeschaffenheit	
Tiere und Pflanzen	

Modul: Beobachtungen zum Ameisenbauplan

Ameisen unter der Lupe

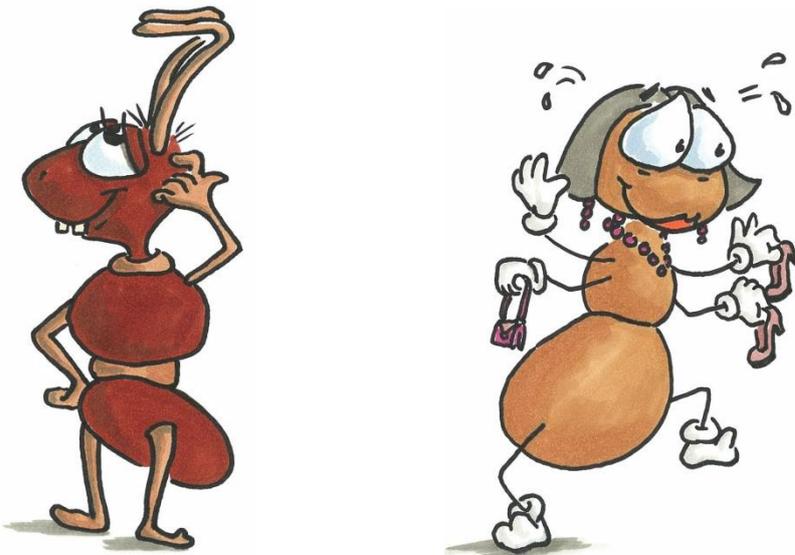
Materialien: Dreikammernest mit Kolonie, Papiertuch, Binokular

1. Nimm dein Einlegenest mit zwei Fingern vorsichtig aus dem Dreikammernest heraus.
2. Rolle ein kleines Stück Papiertuch zwischen zwei Fingern zusammen und verschließe damit das Einlegenest.
3. Betrachte deine Kolonie im Einlegenest unter dem Binokular.

Achtung: Ameisen nicht zu lange beleuchten!

4. Fertige eine möglichst genaue Skizze eines Ameisenkörpers an. Achte dabei besonders auf:
 - die verschiedenen Körperabschnitte,
 - die Anzahl und Position der Beine,
 - die Mundwerkzeuge,
 - das Aussehen der Fühler und Beine.
5. Vergleiche den Körperbau deiner Ameisen mit dem der Comic-Ameisen, indem du eine Tabelle nach der Vorlage erstellst (M1).

M1: Comic-Ameisen und Tabellenvorlage

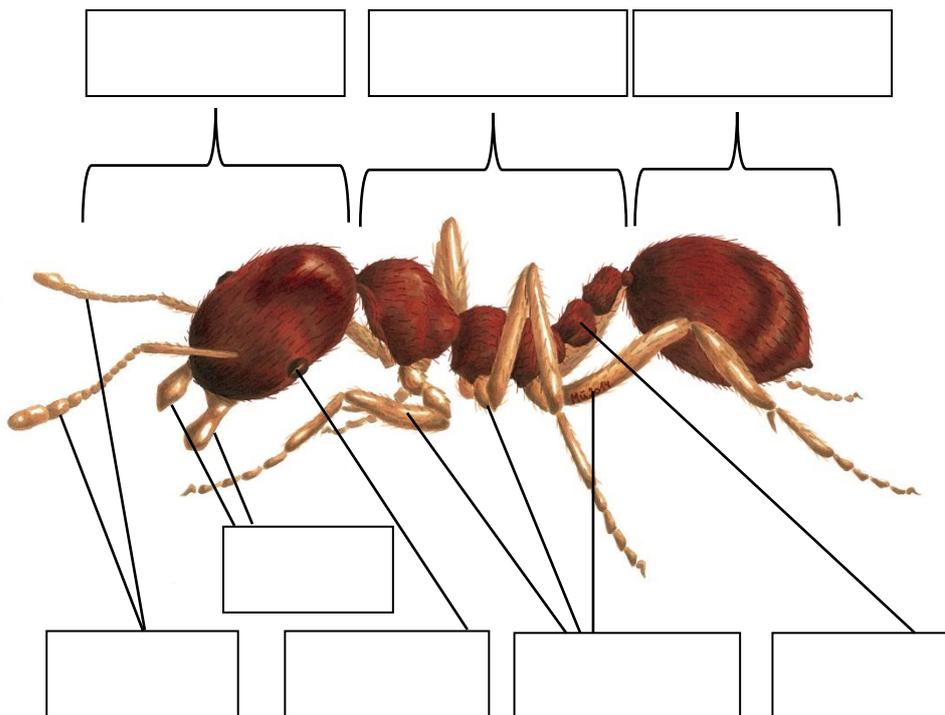


Merkmal	Ameise deiner Kolonie	Comic-Ameise 1	Comic-Ameise 2	Gemeinsamkeit/Unterschied

6. Informiere dich auf der angegebenen Internetseite (M2) und beschrifte die Abbildung zum äußeren Bau einer Ameise (M3).

M2: <http://web.uni-frankfurt.de/fb15/didaktik/umat/Ameise/k%F6rperbau1.htm>

M3: Bauplan der Ameise (äußerer Bau)



Wie stark sind Ameisen wirklich?

Achtung: Lege alle Materialien bereit (abgewogene Tannennadeln) und lege deine Tabelle an, bevor du das Nest öffnest!

Materialien: Dreikammernest mit Kolonie, Papiertuch, Federstahlpinzette, Pinsel, Tannennadel-Masse, Pinzette, Binokular

1. Ermittle die (durchschnittliche) Masse von Tannennadelstücken verschiedener Längen und halte das Ergebnis fest, indem du eine Tabelle erstellst (**M1**).
2. Bereite Tannennadel-Masse vor und lege sie dir zurecht! Falls du keine Feinwaage oder zu wenig Zeit hast, hilft dir **M2** weiter.
3. Verschließe das Einlegenest mit einem Stück zusammengerolltem Papiertuch.
4. Entferne die rote Folie aus dem Dreikammernest.
5. Öffne das Einlegenest, indem du den transparenten Deckel max. 1,5 cm der Länge nach hinten verschiebst. Das Einlegenest sollte so genau in die ursprüngliche Kammer des Dreikammernests passen.
6. Verteile deine Tannennadeln auf dem transparenten Deckel und auf der weißen Fläche des Einlegenests, die durch die Nestöffnung freiliegt.

Achtung: Keine Nadeln ins Einlegenest legen!

7. Beobachte in 15-minütigen Abständen das Verhalten der Ameisen unter dem Binokular (mit Licht).
8. Notiere nach je 15 Minuten in deiner Tabelle die Anzahl derjenigen Nadeln, die insgesamt in das Nest getragen wurden.
9. Lass das geöffnete Einlegenest über Nacht im Dreikammernest stehen und dokumentiere in der nächsten Stunde, ob und wenn ja, welche Tannennadeln die Ameisen transportiert haben.

M1: Tabellenstruktur

Länge Tannennadel (mm)	Masse Tannennadel (mg)	Anzahl erfolgreich ins Nest transportiert nach 15 Min.	Anzahl nach 30 Min.	Anzahl nach 45 Min.	Anzahl am nächsten Tag
...

M2: Ermittlung der Masse von Tannennadeln pro mm Länge

Die hier angegebenen Werte beziehen sich auf ca. 3 mm breite Tannennadelstücke. Die Tannennadelspitzen wurden beidseitig großzügig abgeschnitten. Diese Werte sind natürlich nur ungefähre Anhaltspunkte, denn einzelne Tannennadeln unterscheiden sich durch ihren Wassergehalt, ihren Holzanteil und durch die in ihnen gespeicherten Nährstoffe



Länge der Tannennadel (mm)	Masse der Tannennadel (mg)
2	0,9
4	1,9
6	3,2
8	5,8
10	7,6
12	9,3
14	10,2
16	13,6

Nächste Stunde:

1. Entferne die erreichbaren Tannennadeln mit einer Pinzette und schiebe das Nest vorsichtig zu. Schiebe Ameisen, die zerquetscht werden könnten, mit dem Pinsel zur Seite. Entferne alle Tannennadeln, die frei im Dreikammernest herumliegen!
2. Immer wieder hört man, Ameisen seien so stark, dass sie problemlos das 30-fache ihres eigenen Körpergewichts tragen können. Eine Ameisenarbeiterin wiegt ca. 0,2 mg. Überprüfe mit Hilfe deiner Versuchsergebnisse, ob Ameisen wirklich so stark sind.
3. Berechne die Masse, die ein 80 kg schwerer Mann tragen müsste, um so stark wie eine Ameise zu sein.

Stelle Überlegungen an: Warum sind Ameisen im Verhältnis zu Menschen so viel stärker?

Der SpaceClimber - ein frei kletternder Roboter

Bionik ist ein moderner Begriff für eine uralte menschliche Praxis. Er beschreibt das Abschauen von Ideen aus der Natur – speziell der belebten Natur –, um diese Ideen für die Technik nutzbar zu machen. Der Begriff setzt sich also ganz einfach aus Biologie und Technik zusammen.

Im Gegensatz zur Biotechnologie, wo man Lebewesen direkt nutzt, z. B. Hefebakterien beim Kuchenteig, schauen Bioniker gezielt nach Konstruktionen in der Natur. Das älteste bekannte Beispiel ist Leonardo da Vincis Idee, den Vogelflug auf Flugmaschinen zu übertragen. Ein Beispiel aus dem modernen Alltag ist der von Kletten abgeschaute Klettverschluss.

Ameisen dienen Forschern als Vorbild für Laufroboter. In dem folgenden Film siehst du einen Laufroboter. Du kennst bereits den Bauplan einer Ameise und hast sie beim Fortbewegen beobachtet. <http://robotik.dfki-bremen.de/de/mediathek/videos/space-climber-frei.html>.

1. Vergleiche den Körperbau der Ameise und den Aufbau des Laufroboters. Halte das Vergleichsergebnis in einer Tabelle fest.

Differenzierung Stufe 1: Trage deine Ergebnisse in die Tabelle ein.

Differenzierung Stufe 2: Ergänze die Tabelle.

	Ameise	Laufroboter	Vergleichsergebnis
Körpergliederung	Kopf	Kopf	G
	Rumpf	Rumpf	G
	Hinterleib	---	U
Körperform	rund	eckig	U
Körperhülle	Chitin	Metall	U
Beine (Anzahl)	6	6	G
Beine (Aufbau)	gegliedert	gegliedert	G
	Gelenke	Gelenke	G
Beine (Ort)	alle am Rumpf	4 am Rumpf 2 am Kopf	U
Kopf	Augen	---	U
	Fühler	---	U
	Mund	---	U

G - Gemeinsamkeit; U – Unterschied

Stelle Überlegungen an: Wodurch werden fehlende Körperteile der Ameisen bei einem Laufroboter ersetzt?

2. Beschreibt in einem kurzen Text, wie der „Laufroboter“ sich fortbewegt.

Verwende folgende Bezeichnungen: Linke Körperseite, rechte Körperseite, Hinterbein, Mittelbein, Vorderbein, nacheinander.

Differenzierung Stufe 1: Wähle die richtigen Beschreibungen aus und schreibe einen Text.

- Der Roboter bewegt zuerst die drei Beine auf der linken, dann die drei auf der rechten Körperseite.
- Der Roboter schaukelt wie ein Kamel.
- Drei Beine sind immer auf dem Boden, zur selben Zeit bewegen sich die anderen drei Beine in der Luft.
- Von den drei Beinen am Boden sind zwei auf der einen Körperseite und ein Bein auf der anderen Körperseite.
- Das Vorder- und Hinterbein der einen Seite bildet mit dem Mittelbein der anderen Seite einen stabilen Halt auf dem Boden.
- Der Roboter hebt jeweils drei Beine nacheinander von hinten nach vorn.
- Es beginnt das Hinterbein, dann folgt das Mittelbein auf der anderen Seite, zum Schluss das Vorderbein auf derselben Seite wie das Hinterbein.

Differenzierung Stufe 2: Entscheide nach deinen Beobachtungen, wer Recht hat.

- Eva sagt: Der Roboter bewegt sich so: Zuerst bewegen sich die drei Beine auf der linken, dann die drei Beine auf der rechten Körperseite. Der Roboter schaukelt wie ein Kamel.
- Sarah widerspricht und sagt: Das stimmt nicht. Drei Beine sind immer auf dem Boden, zur selben Zeit bewegen sich die anderen drei Beine. Aber von den drei Beinen am Boden sind zwei auf der einen Körperseite und ein Bein auf der anderen Körperseite. Dabei bilden das Vorder- und Hinterbein der einen Seite mit dem Mittelbein der anderen Seite einen stabilen Halt auf dem Boden.
- Luis beschreibt so: Ich habe beobachtet, dass der Roboter jeweils drei Beine nacheinander von hinten nach vorn hebt. Es beginnt das Hinterbein, dann folgt das Mittelbein, zum Schluss das Vorderbein.
- Adam ist anderer Meinung: Ich habe beobachtet, dass erst die zwei hinteren Beine, dann die zwei mittleren Beine und zum Schluss die zwei vorderen Beine bewegt werden. So ähnlich macht es auch der Hase, wenn er sehr schnell läuft.

Klein aber fein: Beinglieder und Mundwerkzeuge der Ameisen

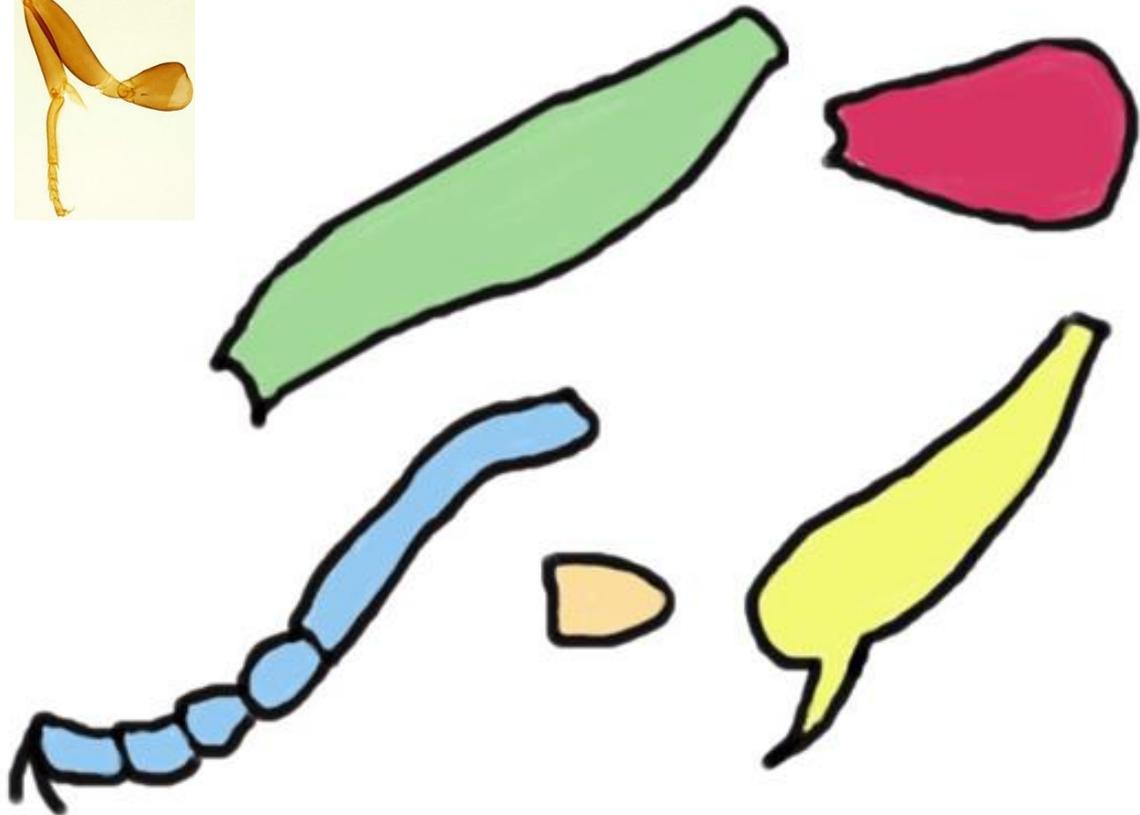
Materialien: Dreikammernest mit Kolonie, Federstahlpinzette, Pinsel, Objektträger, Binokular, Schere

1. Nimm eine tote Arbeiterin mit der Federstahlpinzette aus dem Dreikammernest und lege sie oder ein Fertigpräparat auf einem Objektträger unter das Mikroskop.
2. Betrachte ein Bein und die Mundwerkzeuge der Ameise unter dem Mikroskop (40- bis 100-fache Vergrößerung).
3. Fertige eine möglichst genaue Zeichnung dieser beiden Strukturen an.
4. Erstelle eine Tabelle nach der Vorlage (**M1**), in der du den einzelnen Organen ihre Aufgabe zuordnest.
5. Schneide die Strukturen (**M2** und **M3**) aus und setze sie zusammen.
6. Vergleiche die entstandenen Bilder mit deiner Zeichnung.
7. Ordne die folgenden Begriffe dem Bein-Puzzle zu: Fuß, Hüfte, Schenkel, Schenkelring, Schiene.

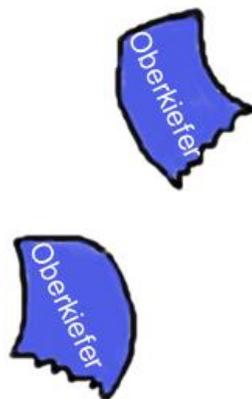
M1: Tabellenstruktur

Organ	Funktion/Aufgabe
Bein	...
Mundwerkzeuge	...

M2: Vorderbein einer Ameise



M3: Mundwerkzeuge einer Ameise



Vertiefung: Lies den Informationstext (M4) und beschrifte die Abbildung (M5) der inneren Organe einer Ameise mit Hilfe der fettgedruckten Begriffe aus dem Text.

M4: Bauplan der Hautflügler

Bienen, Wespen und Ameisen haben wie alle erwachsenen Insekten einen in Kopf, Brust und Hinterleib gegliederten Körper. Alle drei Beinpaare sitzen am Mittelleib. Im Kopf liegt das **Gehirn**, außen sitzen Antennen, Netzaugen und Mundwerkzeuge an. Vom Gehirn ausgehend durchzieht ein **Nervenstrang** den Körper.

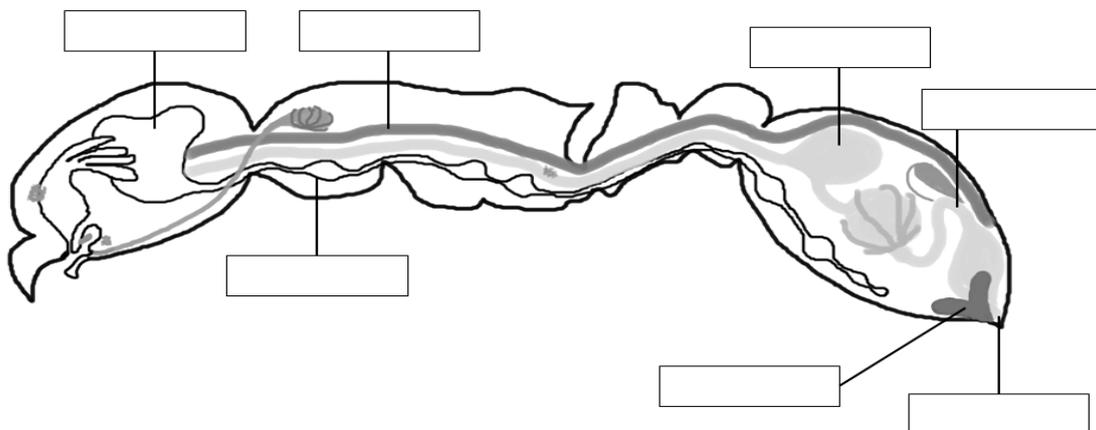
Ameisen müssen Nährstoffe und Sauerstoff aufnehmen. Nährstoffe werden als Brennstoffe für die Energieversorgung in den Zellen gebraucht. Ameisen haben keine Lunge, sondern Luftsäcke. Im Ameisenpanzer befinden sich kleinste Poren (Stigmen), von denen Luft in ein weit verzweigtes Röhrensystem (Tracheensystem) gelangt. Von dort gelangt der Sauerstoff in das Blut. Die Nährstoffe werden im Darm verdaut und von hier in das Blut aufgenommen.

Die farblose Blutflüssigkeit der Hautflügler wird durch einen **Herzschlauch** gepumpt. Mehrere Herzen bilden eine Röhre, die das Blut zum Kopf transportiert. Dort strömt es aus, tritt in die Leibeshöhle, umspült die Organe und gelangt in den Hinterleib, wo es durch seitliche Öffnungen des Herzschlauchs wieder aufgenommen wird.

In Ameisen- und anderen Insektenstaaten schaffen die Arbeiterinnen Nahrung für alle Kolonienmitglieder herbei. Sie füttern sich gegenseitig mit Nahrung aus ihrem dicken **Kropf** (auch Sozialmagen genannt), der im Hinterleib liegt. Ebenfalls im Hinterleib befinden sich der **Darm** und nach außen mündende **Ausscheidungsorgane**.

Zahlreiche Drüsen spielen eine Rolle bei den Körperfunktionen, dem Nestbau, der Fütterung der Brut und der Verständigung zwischen Artgenossen. Diese Drüsen produzieren eine Mischung von chemischen Signalen. Ein Beispiel ist die **Dufour'sche Drüse** am Hinterleib der Ameise. Sie setzt zum Beispiel Substanzen frei, die andere Ameisen alarmieren oder den Weg zu Futterquellen zeigen.

M5: Bauplan der Hautflügler (innerer Bau)



Modul: Beobachtungen zu Ameisen im Lebensraum

Ordnung in der Vielfalt

Ameisen sind Insekten. Sicher kennst du auch noch andere Insekten sowie viele andere Tiere. Die folgenden Aufgaben helfen dir, die Ameisen in dem großen Reich der Tiere einzuordnen. Ein Wissenschaftler benutzt solche Ordnungssysteme, um die Entstehungsgeschichte und die Verwandtschaft aller Lebewesen besser zu verstehen.

1. Gestalte mithilfe des Textes (**M1**) eine Übersicht, die das Reich der Tiere sinnvoll ordnet.

M1: Alle Tiere werden in einem Ordnungssystem in Gruppen geordnet. Dazu verwendet man typische Merkmale, an denen sich die Gruppen unterscheiden. Man unterscheidet zunächst zwei große Stämme nach dem Vorhandensein einer Wirbelsäule. Es gibt den Stamm der Wirbeltiere (Fische, Amphibien, Reptilien, Vögel und Säugetiere) und den Stamm der wirbellosen Tiere. Die Insekten gehören zu den wirbellosen Tieren. Sie sind die artenreichste Gruppe der Tiere überhaupt. Beinahe eine Million Insektenarten sind bisher beschrieben worden, vor allem in den tropischen Regenwäldern werden noch viele unentdeckte Arten vermutet. Zu den wirbellosen Tieren gehören z. B. noch die Weichtiere (Weinbergschnecke), Ringelwürmer (Regenwurm), Spinnen, Krebstiere (Garnele) u. v. a. Allen Insekten gemeinsam ist die meist deutlich sichtbare Gliederung des Körpers in drei Abschnitte (Kopf, Mittelleib und Hinterleib) sowie ein fester Chitinpanzer und drei Beinpaare. Innerhalb der Insekten werden weitere Gruppen wie z. B. Schmetterlinge, Libellen, Käfer oder Hautflügler unterschieden.

Differenzierung Stufe 1: Verwende alle fettgedruckten Begriffe.

M1: Alle Tiere werden in einem Ordnungssystem in Gruppen geordnet. Dazu verwendet man typische Merkmale, an denen sich die Gruppen unterscheiden. Man unterscheidet zunächst zwei große Stämme nach dem Vorhandensein einer Wirbelsäule. Es gibt den Stamm der **Wirbeltiere (Fische, Amphibien, Reptilien, Vögel und Säugetiere)** und den Stamm der **wirbellosen Tiere**.

Die **Insekten** gehören zu den wirbellosen Tieren. Sie sind die artenreichste Gruppe der Tiere überhaupt. Beinahe eine Million Insektenarten sind bisher beschrieben worden. Vor allem in den tropischen Regenwäldern werden noch viele unentdeckte Arten vermutet. Zu den wirbellosen Tieren gehören z. B. noch die **Weichtiere** (Weinbergschnecke), **Ringelwürmer** (Regenwurm), **Spinnen, Krebstiere** (Garnele) u. v. a.

Allen Insekten gemeinsam ist die meist deutlich sichtbare Gliederung des Körpers in drei Abschnitte (Kopf, Mittelleib und Hinterleib) sowie ein fester Chitinpanzer und drei Beinpaare. Innerhalb der Insekten werden weitere Gruppen wie z. B. **Schmetterlinge, Libellen, Käfer** oder **Hautflügler** unterschieden.

2. Die ausgewählten Beispiele zeigen einige der verbreitetsten heimischen Insektengruppen. Du findest im Material (**M2**) Bilder der Insekten und Beschreibungen einiger Insektengruppen. Schneide die Bilder aus und ordne sie den Beschreibungen zu.

Stelle die Gemeinsamkeiten jeder Gruppe in einer Übersicht zusammen. Suche weitere Beispiele für jede Gruppe, z. B. mit www.insektenbox.de

M2: Insektenbeschreibungen

Libellen

Der Körperbau der Libellen entspricht dem Grundbauplan aller anderen Insekten. Die Körperabschnitte (Kopf, Brust und Hinterleib) bestehen aus einzelnen Segmenten und haben ein äußeres Skelett aus Chitin. Libellen haben einen außergewöhnlichen Flugapparat. Sie können ihre beiden Flügelpaare unabhängig voneinander bewegen, allerdings können sie die Flügel nicht nach hinten über den Hinterleib legen. Der Kopf der Libellen ist deutlich von der Brust getrennt und extrem beweglich. Auffällig sind die großen Komplexaugen, die bei einigen Arten aus bis zu 30.000 Einzelaugen bestehen können. Die kauend-beißenden Mundwerkzeuge sind kräftig entwickelt. An der Brust der Libellen setzen die drei Beinpaare an. Die Beine bestehen aus Hüfte, Schenkelring, Schenkel, Schiene und Fuß. Diese besitzen kräftige Klauen, um die Beutetiere besser halten zu können. Der langgestreckte Hinterleib bewirkt eine Stabilisierung beim Flug. Die Beweglichkeit des Hinterleibes ist vor allem für die Paarung der Tiere notwendig.

Schmetterlinge

Der Körper der Schmetterlinge wird in Kopf, Brust und Hinterleib unterteilt. Sie besitzen ein äußeres Skelett aus Chitin. Schmetterlinge sind oft auffällig gefärbt. Sie bewegen sich überwiegend mit den Flügeln. Am Kopf der Schmetterlinge befinden sich die Fühler, die Augen und der Saugrüssel. Das Mundwerkzeug (Saugrüssel) wird unter dem Kopf eingerollt. Die Augen sind wie bei anderen Insekten als Komplexaugen ausgebildet. Diese bestehen aus bis zu 6.000 kleinen Einzelaugen. Am Brustabschnitt befinden sich die drei Beinpaare und zwei Flügelpaare. Die Beine bestehen aus Hüfte, Schenkelring, Schenkel, Schiene und Fuß. Am Fuß sind Klauen zum Festhalten ausgebildet. Dominierend sind die am Brustabschnitt befindlichen vier meist großen und sehr zarten Flügel. Diese sind auf der Ober- und Unterseite mit Schuppen bedeckt. Die Schuppen sind nicht für das Fliegen notwendig und bedecken auch häufig den Hinterleib.

Hautflügler

Hautflügler sind wegen ihrer Bedeutung für die Blütenbestäubung eine ökologische Schlüsselgruppe vieler Ökosysteme. Zu den Hautflüglern zählt die Mehrzahl der Insektenarten, die Insektenstaaten bilden. Der Körper der Hautflügler wird in Kopf, Brust und Hinterleib unterteilt. Sie besitzen ein äußeres Skelett aus Chitin. Am Brustabschnitt befinden sich die drei Beinpaare und zwei Flügelpaare. Die Beine bestehen aus Hüfte, Schenkelring, Schenkel, Schiene und Fuß, der Klauen zum Festhalten hat. Die Tiere besitzen bei allen Arten, deren Flügel nicht rückgebildet sind, zwei Flügelpaare am Brustabschnitt, deren Hinterflügel immer wesentlich kleiner sind als die Vorderflügel. In Ruhelage werden die Flügel der Hautflügler übereinander geklappt flach auf dem Rücken getragen. Die Flügel sind häufig glasklar. Hautflügler besitzen Mundwerkzeuge, die an leckende oder saugende Ernährungsweise, vor allem von Nektar und zuckerhaltigen Säften, angepasst sind. In Kombination damit besitzen sie beinahe immer auch beißend-kauende Mundwerkzeuge. Die Augen sind wie bei anderen Insekten als Komplexaugen ausgebildet.

Käfer

Die Käfer sind mit über 350.000 beschriebenen Arten die weltweit größte Gruppe aus der Klasse der Insekten. Der Körperbau der Käfer folgt dem grundsätzlichen Bau der Insekten. Der Körper besteht aus drei Abschnitten (Kopf, Brust und Hinterleib), wird aber äußerlich so nicht sichtbar. Ein Teil der Brust und der Hinterleib sind von den Deckflügeln überdeckt.

Käfer haben ein stark gehärtetes Außenskelett aus Chitin. An der Brust entspringen die drei Beinpaare, zusätzlich die beiden Flügelpaare. Ein erkennbarer Unterschied der Käfer zu den übrigen Insekten ist der Flügelbau. Die Deckflügel sind das erste Flügelpaar, das die kunstvoll zusammengefalteten Hinterflügel und den Hinterleib bedecken und schützen. Die Beine haben die gleiche Grundgliederung wie bei den anderen Insekten. Jedes Bein ist in mehrere Abschnitte (Hüfte, Schenkelring, Schenkel und Schiene) gegliedert und hat am Ende zwei- bis fünfgliedrige Füße. Die Beine sind je nach Verwendung spezialisiert und können als Laufbeine, Sprungbeine, Schwimmbeine oder Grabbeine ausgebildet sein. Die Käfer besitzen beißend-kauende Mundwerkzeuge. Sie sind die wichtigsten Werkzeuge zum Nahrungserwerb. Bei einigen Arten (z. B. Hirschkäfer) ist ein Teil zu Waffen umgebildet, mit denen sie Kämpfe austragen und mit denen imponiert wird. Die Augen sind als Komplexaugen ausgebildet.



Dukatenfalter
www.insektenbox.de



Siebenpunkt
www.insektenbox.de



Gebänderte Prachtlibelle
www.insektenbox.de



Zitronenfalter
www.insektenbox.de



Quelle: www.ameisenbox.de

Lösungserwartungen:

Libellen	Gebänderte Prachtlibelle	Spitzenfleck
Schmetterlinge	Dukatenfalter	Zitronenfalter
Hautflügler	Schmalbrustameise	Honigbiene
Käfer	Waldmistkäfer	Siebenpunkt

Insekten

Allen Insekten gemeinsam ist die meist deutlich sichtbare Gliederung des Leibes in die drei Abschnitte (Kopf, Brust und Hinterleib) und der feste Chitinpanzer (Außenskelett). Die Körperabschnitte bestehen aus einzelnen Segmenten.

Der Brustabschnitt trägt drei Beinpaare, die gegliedert sind und meist zwei Flügelpaare. Am Kopf befinden sich die Fühler und Mundwerkzeuge sowie als optische Sinnesorgane die Komplexaugen.

Ameisen artgerecht halten und pflegen

1. Die Ameisen werden in einem Dreikammernest gehalten. Erstelle eine Skizze, die den Aufbau des Dreikammernestes zeigt.
2. Das Dreikammernest ist ein „Modell“ für den realen Lebensraum der Ameisen. Vergleiche das Nest mit dem natürlichen Lebensraum. Fülle dazu die Tabelle (M1) aus und notiere dein Vergleichsergebnis.
3. In dem Dreikammernest haben die Ameisen gute Lebensbedingungen. Sie werden „artgerecht“ gehalten. Erkläre den Begriff am Beispiel des Dreikammernestes mit eigenen Worten.

M1: Haltung in der Schule und realer Lebensraum im Vergleich

Bedingungen im Nest	Funktion	Vergleich mit dem natürlichen Lebensraum
Dreikammernest aus Plexiglas	Lebensraum, in dem Ameisen Futter finden	
Mit Vaseline eingeriebene Wand	Anti-Haft-Beschichtung als Krabbelbarriere	
Feuchtes, weißes, raues Filterpapier		
Futternapf mit Honig und Insektenstückchen		
Metallplättchen mit Wasser		
Einlegennest mit sehr kleinem Ausgang		
Rote Folienabdeckung auf dem Einlegennest		
Trennwand mit kleiner Bohrungen zwischen den Kammern		
Wechsel des Filterpapiers ca. 1x wöchentlich	Schimmelpilzbildung auf dem Filterpapier wird verhindert. Ameisen verschleppen Schimmelsporen sonst ins Nest.	
Fütterung ca. 1-2 x wöchentlich		
Umgebungstemperatur ca. 20 °C		

Modul: Beobachtungen zur Entwicklung einer Ameisenkolonie

Ameisen in den Jahreszeiten

Vergleicht Umweltfaktoren und Beobachtungen an der Ameisenkolonie. Geht so vor:

- Finde eine/n Lernpartner/in.
- Partner/in: Schreibe in die Zeitleiste, welche Umweltbedingungen im beschriebenen Zeitraum herrschen. (Informationstext **M1**)
- Partner/in: Schreibe in die Zeitleiste, was man im beschriebenen Zeitraum bei den Ameisen beobachten kann. (Informationstext **M2**)
- Zieht Rückschlüsse daraus, wie Ameisen an die Umweltbedingungen angepasst sind. Stellt euer Ergebnis in einer Tabelle (**M3**) dar.

Umweltfaktor	... im Lebensraum der Ameise	... Anpasstheit
Licht	geringe Beleuchtungsstärke	Fühler ... ersetzen Sehsinn
Wärme (Temperatur)		
Luftfeuchte		

M1

Temnothorax-Ameisen sind in Eichen-Mischwäldern weit verbreitet, die Umgebungstemperatur und Luftfeuchte sind überlebenswichtige Umweltfaktoren.

Im Winter ist es häufig sehr kalt und die Erde ist gefroren. Die Sonne hat keine Kraft als Wärmespender. Die Luft ist trocken. Die meisten Tiere halten Winterpause und sind versteckt, es gibt keine grünen Pflanzen. Die Bäume tragen kein Laub, wenige Früchte vom letzten Herbst liegen auf dem Waldboden.

Im Frühling erwärmen sich Luft und Erde. Die Luft ist ausreichend feucht. Die Pflanzen grünen und blühen und viele Tiere suchen sich Nahrung, einen Partner oder bauen ein Nest. Ameisen werden von Vögeln (z. B. Specht) oder Kröten gefressen. Auch einige Spinnenarten oder Ameisenlöwen jagen sie. Viele Ameisen sterben auch im Kampf gegen benachbarte Ameisenkolonien.

Im Sommer scheint die Sonne täglich sehr lange und es ist hell, warm und trocken. Je höher die Außentemperatur, desto größer ist die Verdunstung und der Wasserverlust eines Lebewesens. An schattigen Stellen ist es kälter als an sonnigen Plätzen, aber auch feuchter. Die grünen Pflanzen bilden Früchte. Die Tiere des Waldes ernähren sich von Nektar, Blättern, Früchten, Aas oder erbeuten andere Tiere.

Im Herbst wird es feuchter und windiger und die Tage werden kürzer. Luft und Erde kühlen ab. Die Luftfeuchte nimmt auch an sonnigen Stellen wieder zu. Die Bäume verlieren ihr Laub. Die Früchte fallen auf den Waldboden und werden von Tieren und Wind verbreitet. Wechselwarme Tiere bereiten sich auf die Winterpause vor, andere ziehen in wärmere Gebiete.

M2

Temnothorax-Ameisen leben als ganze Kolonie in der Laubstreu, z. B. in einer Eichel, wo es dunkel ist. In einer Kolonie leben ca. 80 - 90 Arbeiterinnen mit einer einzigen Königin und der Brut. Die Mitglieder erkennen sich an einem spezifischen Geruch. Temperatur und Luftfeuchte werden über die Antennen aufgenommen.

Ameisen sind wie alle Insekten wechselwarme Tiere. Ihre Körpertemperatur gleicht sich der Umgebungstemperatur an. Temnothorax-Ameisen leben an der Oberfläche und können tiefen Temperaturen nicht ausweichen. Im Winter sind sie deshalb in einer Art Kältestarre. Sie kommen im Nest dicht zusammen, um die Königin und die Brut zu schützen.

Ameisen fressen Elaiosomen (Ameisenbrot) und verbreiten dadurch die Samen verschiedener Pflanzen. Als Elaiosom bezeichnet man das fettreiche Anhängsel von Samen bei Pflanzen. Ameisen ernähren sich auch von toten Insekten wie z. B. Fliegen. Die proteinhaltigen Tierreste sind für die Ameisenbrut und die Königin sehr wichtig, gehen einzeln auf Nahrungssuche und informieren sich über Pheromone direkt von Ameise zu Ameise.

Wie alle Lebewesen brauchen Ameisen Wasser. An sonnigen Stellen und bei hohen Temperaturen verdunstet das Wasser schneller. Warm, feucht und dunkel ist deshalb der ideale Lebensraum für Ameisen.

Temnothorax-Ameisen bilden Staaten, betreiben Brutpflege und haben eine Aufgabenteilung. Ist es ausreichend warm und genügend Nahrung vorhanden, kann die Königin Eier legen. Die Gesamtdauer der Entwicklung einer Ameise ist von der Jahreszeit und Temperatur abhängig und dauert minimal 2-3 Monate. Im Herbst gelegte Eier überdauern den Winter in der Kolonie.

M1 Zeitleiste „Umweltbedingungen“ (mögliche Lösung)

Winter	Frühling	Sommer	Herbst
kalt	wärmer	warm	kälter
dunkel	heller	sehr hell	dunkler
trocken	feucht	häufig trocken	feucht
keine grünen Pflanzen	Pflanzen grünen und blühen	Pflanzen fruchten, Früchte der Pflanzen werden verbreitet	Früchte der Pflanzen werden verbreitet
Tiere in der Winterpause	viele Tiere	viele Tiere mit Nachkommen	Tiere bereiten sich auf die Winterpause vor
Feinde und Konkurrenten			
Erde gefroren	Erde erwärmt sich	Erde warm	Erde kühlt ab

M2 Zeitleiste „Verhalten von Ameisen“ (mögliche Lösung)

Winter	Frühling	Sommer	Herbst
Kältestarre	Nahrungssuche im Wald	Nahrungssuche im Wald	Nahrungssuche im Wald
Keine Aktivität	Fortpflanzung und Entwicklung	Fortpflanzung und Entwicklung	Fortpflanzung und Entwicklung

Entwicklungsstadien im Leben einer Ameise

1. Lerne die Fachsprache zur Insektenentwicklung kennen. Lies dazu den Informationstext (M1).
2. Erstelle ein Begriffsnetz (M2 zeigt dir den Anfang eines möglichen Netzes), in dem du möglichst viele der folgenden Begriffe unterbringst: Ameise – Chitinpanzer – Ei – Fortpflanzungsstadium – freie Puppe – Häutung – Heuschrecke – Imago – Käfer – Kokon – Larve – Made – Metamorphose – Mumienpuppe – Puppe – Raupe – Schmetterling – unvollständige Verwandlung – vollständige Verwandlung – Wachstumsstadium – Wanze.
3. Erkläre den biologischen Sinn der „Verwandlung“ von Insekten.
4. Nimm dein Einlegenest mit zwei Fingern vorsichtig aus dem Dreikammernest heraus, verschließe es mit einem Stück Papiertuch und betrachte es unter dem Binokular.
5. Entscheide, ob es sich um eine vollständige oder unvollständige Entwicklung handelt. Beschreibe und zeichne das Aussehen der Ameisen zu verschiedenen Zeitpunkten ihrer Entwicklung. Beschrifte deine Zeichnung.

M1: Entwicklung der Insekten

Bei der Entwicklung vom Ei zum voll ausgebildeten, geschlechtsreifen Organismus durchlaufen viele Tiere verschiedene Wachstumsstadien. Diese Verwandlung bezeichnet man als Metamorphose. Metamorphose gibt es bei allen Tieren, die ein Larvenstadium durchlaufen, zum Beispiel bei Krebsen, Lurchen und Insekten. Aus den Eiern entwickeln sich die Larven. Das geschlechtsreife, voll entwickelte Insekt, das durch mehrere Häutungen entsteht, heißt Imago.

Bei einigen Insekten sind die Larven der Imago schon sehr ähnlich und werden ihr mit jeder Häutung ähnlicher. Der Chitinpanzer der Insekten kann nicht mitwachsen und wird daher durch Häutung bis zur Geschlechtsreife mehrfach abgestreift. Die Nahrung der Larven ist der des erwachsenen Tieres ähnlich. Es gibt kein Ruhe- oder Puppenstadium. Beispiele für eine solche unvollständige Verwandlung sind die Blattläuse, Heuschrecken und Wanzen.

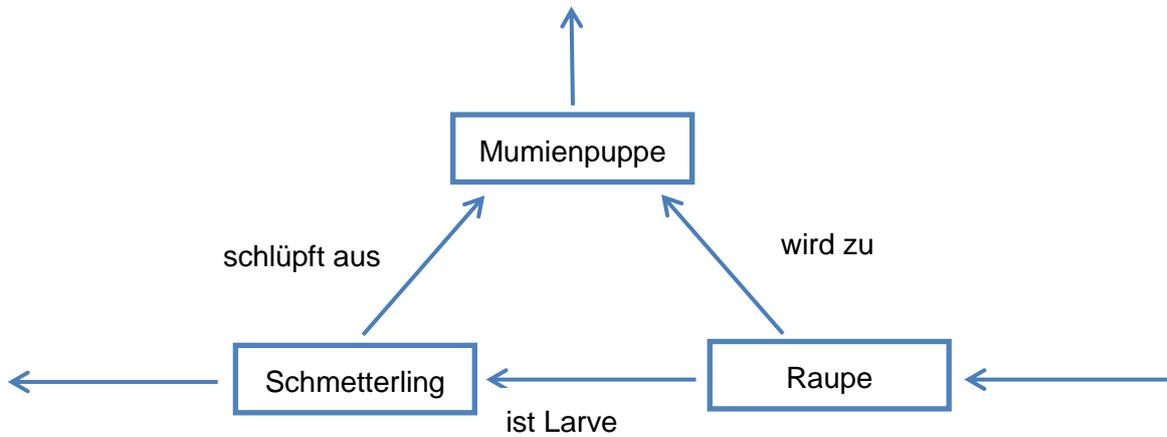
Viele Lebewesen haben aber als Jungtiere eine völlig andere Lebensweise als erwachsene, fortpflanzungsfähige Tiere. Weil sie eine andere Lebensweise haben, sehen sie auch völlig anders aus. Du kennst dies z. B. vom Frosch. Die Larven unterscheiden sich in Gestalt von Maden (Ameise) oder Raupen (Schmetterling) völlig von der Imago. An das Larvenstadium schließt sich

mit der Puppe ein Ruhestadium ohne Nahrungsaufnahme an.

Die vollständige Verwandlung von einer Lebensform in die andere wird als vollständige Metamorphose bezeichnet. Nach der Metamorphose nehmen die Tiere nicht mehr an Körpermasse zu. Ihre Ernährung dient nicht mehr dem Wachstum sondern nur noch dem Lebenserhalt mit der Aufgabe sich fortzupflanzen (Fortpflanzungsstadium).

Während der Puppenruhe wandeln sich die Organe der Larve in die Organe der Imago um. Die Puppe ist je nach Insektenart unterschiedlich ausgeprägt. Die meisten Hautflügler bilden eine freie Puppe (Nacktpuppe) aus, bei der Beine, Flügel und Fühler unbeweglich aber frei auf der Körperoberfläche liegen. Schmetterlinge bilden hingegen eine Mumienpuppe aus, bei der Beine, Flügel und Fühler durch eine erhärtende Häutungsflüssigkeit fest an dem Körper anliegen. Viele Insektenlarven bilden einen Kokon, in dem sie sich verpuppen, zum Beispiel der Seidenspinner. Diese Nacktpuppen haben dieselbe Form wie die Imago. Sie sind weiß glänzend, haben bald schwarze Augen und färben sich kurz vor der Verwandlung zur Imago.

M2: So erstellt man ein Begriffsnetz (Beispiel)



Wie lange dauert die Entwicklung vom Ei zur Imago?

Achtung: Zwei Ameisenkolonien werden für die nächsten Wochen an einem festen Platz positioniert und für keine weiteren Versuche verwendet!

1. Betrachte die Kolonie unter dem Binokular.
2. Zähle nacheinander mit Hilfe des Handzählers die Anzahl der Eier, Larven, Puppen, Arbeiterinnen, Königinnen und Männchen.
3. Fülle die Tabelle aus. Notiere außergewöhnliche Beobachtungen auf der Rückseite.

Kolonie	Datum	Name	Eier	Larven	Puppen	Arbeiterinnen	Männchen
1
2

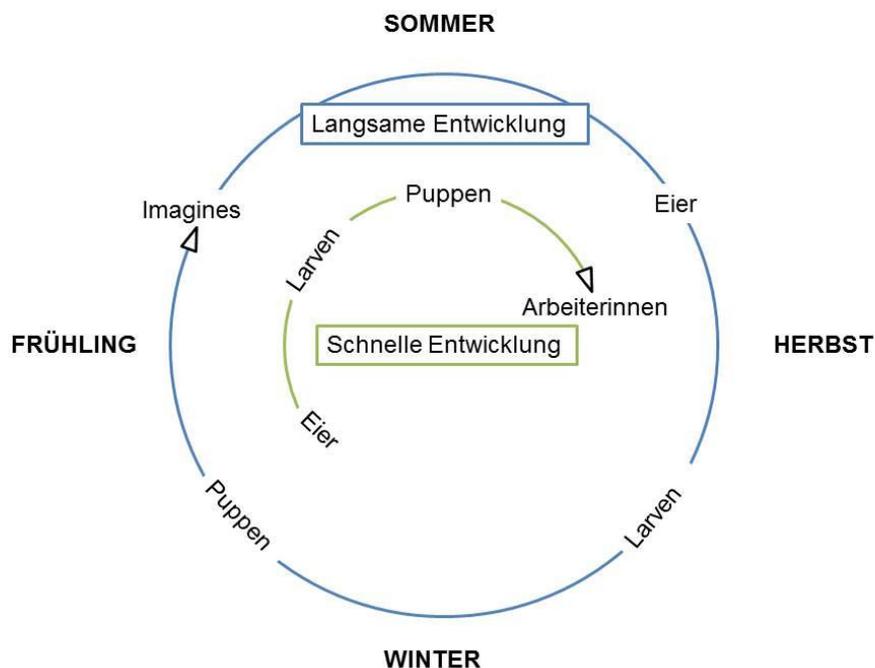
Auswertung (am Ende der Beobachtungsreihe)

1. Lies den Informationstext und betrachte die Abbildung (M1).
2. Begründe, ob es sich bei den von uns beobachteten Entwicklungsstadien um „schnelle“ oder „langsame“ Brut handelt. Notiere denjenigen Umweltfaktor, der für die Entwicklungsdauer entscheidend ist.
3. Erstelle ein Säulendiagramm. Zeichne für jedes der fünf Entwicklungsstadien (Eier, Larven, Puppen, Arbeiterinnen, Männchen) eine Säule ein. Kannst du hieraus Schlüsse auf die Entwicklungsdauer vom Ei zur Imago ziehen?

M1: „Schnelle“ und „langsame“ Brut

Die Dauer von der Eiablage bis zum Schlüpfen der Imago aus der Puppe ist von der Temperatur und Ameisenart abhängig. Prinzipiell unterscheidet man zwischen der „schnellen“ und der „langsamen“ Brut. Unter der „schnellen“ Brut versteht man die im Frühjahr abgelegten Eier, die sich noch im selben Jahr entwickeln. Ab Hoch- bzw. Spätsommer abgelegte Eier müssen hingegen überwintern und entwickeln sich daher „langsam“.

Nur aus dieser „langsamen“ Brut können sich Königinnen entwickeln. Ameisen sind in ihrer Eichelbehausung den Temperaturen im Jahresverlauf ausgesetzt und zeigen daher eine solche Entwicklung. Andere Ameisenarten stabilisieren die Temperaturen in ihren Großnestern, sodass ihre Entwicklung weniger wetterabhängig ist.



Weibliche Ameisen in zwei „Wesen“

Entwicklung der verschiedenen Kasten in der Kolonie

Insekten haben alle denselben Grundbauplan. Trotzdem sieht jede Art anders aus. Bei Ameisen zeigen sogar die Mitglieder innerhalb einer Kolonie unterschiedliches Aussehen. Man spricht von unterschiedlichen Kasten, die in Körperbau und Verhalten an besondere Aufgaben angepasst sind.

1. Vergleiche den Körperbau von Arbeiterin, Königin und – falls vorhanden – Männchen mit Hilfe der Tabelle (M1). Stelle zuerst Vermutungen an und betrachte anschließend die Ameisen in deinem Nest.
2. Erkläre das unterschiedliche Aussehen mit der Funktion von Arbeiterin, Königin und Männchen (letzte Spalte in M1).
3. Erkläre mit Hilfe der Abbildung (M2) diejenigen Faktoren, die Einfluss auf das zukünftige Geschlecht eines Eies nehmen und diejenigen Faktoren, die Einfluss auf die Entstehung einer Königin im Vergleich zu einer Arbeiterin nehmen.

M1: Unterschiede in Aussehen und Funktion von Arbeiterin, Königin und Männchen

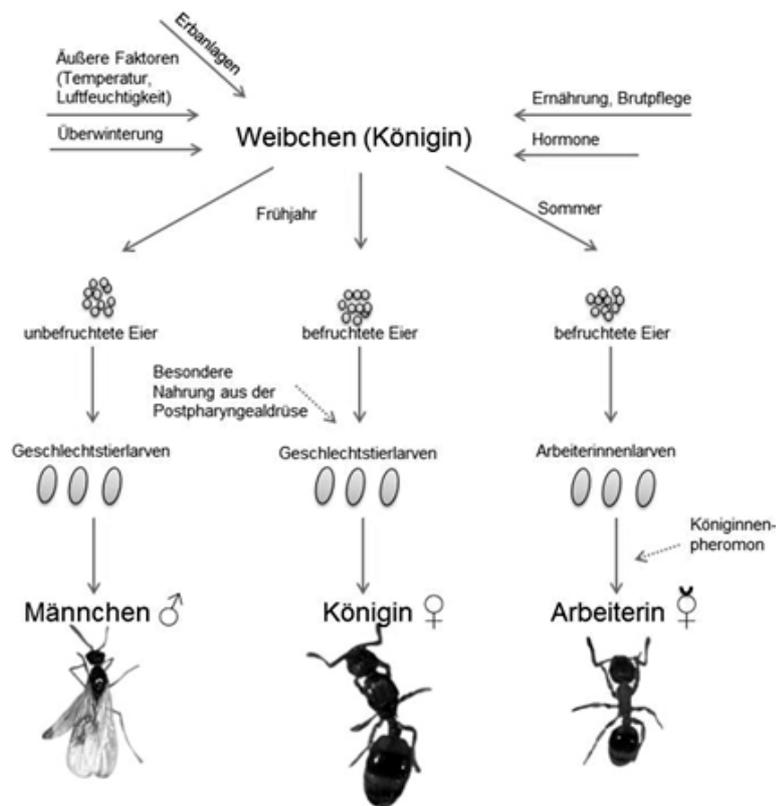
Körperteil/Aussehen	Arbeiterin, Königin, Männchen (falls vorhanden)	Mögliche Begründungen für die Unterschiede
Körpergröße (im Vergleich)	Die Königin ist größer als Arbeiterin und Männchen.	Die Königin ist größer, weil sie Eier legt und deshalb größere Ovarien hat.
Kopf-Mittelleib-Verhältnis	Der Kopf der Arbeiterin ist breiter als der Mittelleib. Der Kopf des Männchens ist schmaler als der Mittelleib.	...
Mittelleib-Hinterleib-Verhältnis	Der Hinterleib ist bei der Königin der größte Körperteil.	...
Mundwerkzeuge	...	...
Größe der Facettenaugen	...	...
Punktaugen auf der Stirn	...	...
Flügel/-ansätze	...	...
Färbung	...	...
Sonstiges	...	...

M2: Entstehung der Kasten bei Ameisen

Königinnenpheromon bei Ameisen – manipulative Kontrolle oder ehrliches Signal?

Arbeiterinnen legen sehr selten Eier in Gegenwart ihrer Königin. Ist die Königin jedoch abwesend, sind sie normalerweise dazu in der Lage, männlichen Nachwuchs aus ihren eigenen unbefruchteten Eiern zu produzieren. Pheromone (Botenstoffe) der Königin regulieren die Fruchtbarkeit in einer Ameisenkolonie und sorgen dafür, dass die Eierstöcke der Arbeiterinnen inaktiviert werden.

Wie genau das funktioniert, ist jedoch noch unklar: Sind Königinnenpheromone **manipulativ**, unterdrücken also aktiv die Fortpflanzung der Arbeiterinnen, oder signalisieren sie **ehrllich** die Fruchtbarkeit der Königin, woraufhin Arbeiterinnen in ihrem eigenen Interesse vom Eierlegen absehen?



ANHANG 3: ARBEITSBLÄTTER BIOLOGIE SEKUNDARSTUFE

Informationsblätter zur Gliederung und Terminplanung

Deckblatt

Vorstellung des Forschers

- Name, Interessen und Hobbies
- Meine bisherigen Erfahrungen mit Forschung
- Was ich vom Ameisenprojekt erwarte

Forschungsfragen

- Meine Fragenliste (Formular)

Organisation des Forschungsprojektes

- Verfahrensplan (Formular)
- Überblick über die Stationen (Informationsblatt)

Artgerechte Haltung der Ameisen in einem Dreikammernest

- Skizze des Dreikammernestes zeichnen
- Wichtige Informationen zur Haltung (Futter, Hygiene, Haltungsbedingungen) aufschreiben

Meine Forschung

- Schemazeichnungen zum Bauplan
- Zeichnung von Entwicklungsstadien
- Versuch zum Wohlfühlverhalten
- Versuch zur Körperkraft
- Versuche zum Riechsinn
- Mein eigenes Forschungsvorhaben

Zusammenfassung

- Meine Erkenntnisse (Fragenliste bearbeiten)

Anhang

- Fotos
- Sonstiges

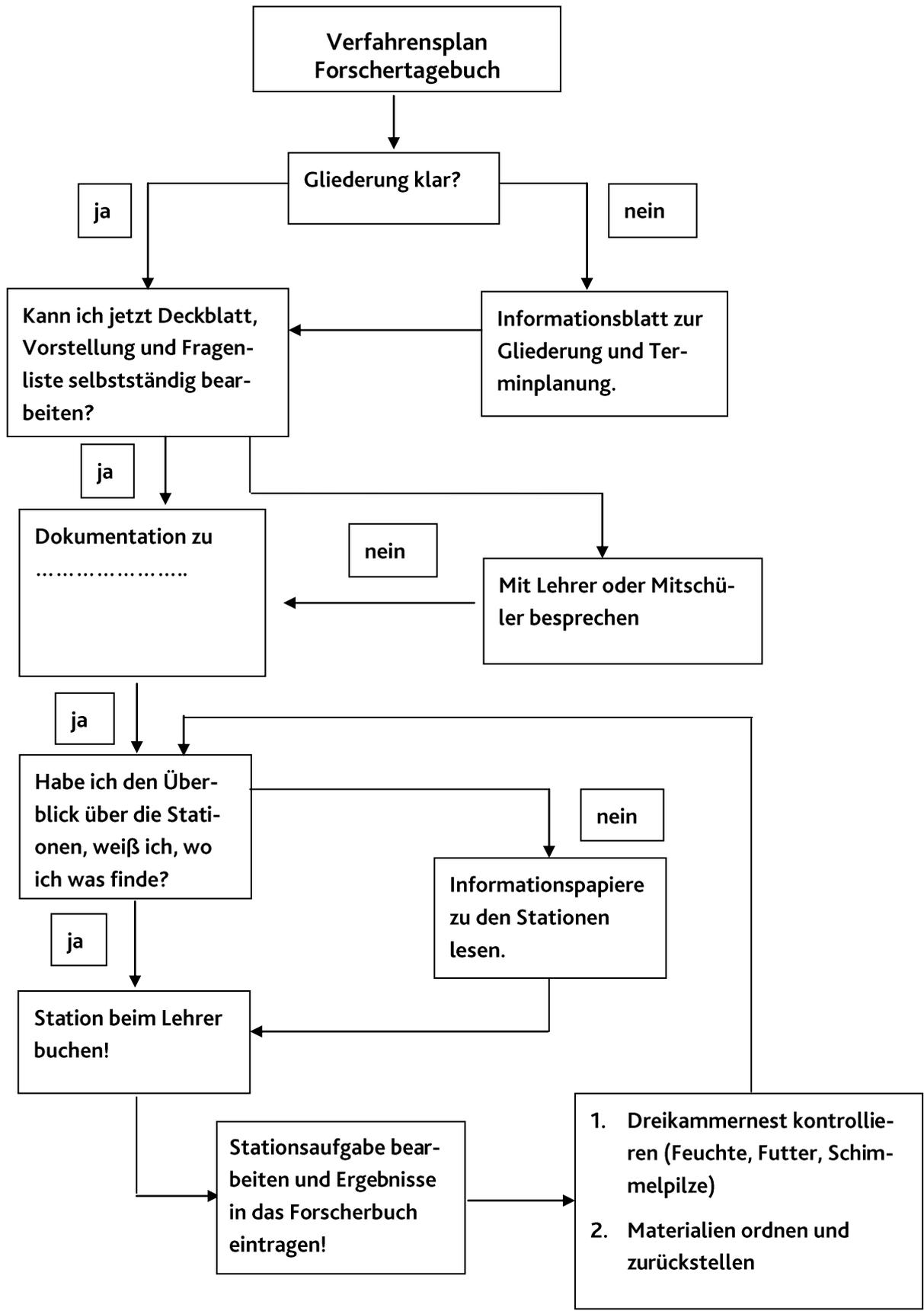
Terminplan

Datum	Arbeit	Bemerkungen
Beginn	Anlegen des Forscherbuches, Pflege und Haltung dokumentieren	
...	...	
Abschluss	Abgabe Forscherbücher zur Benotung, anschließende Besprechung und Vorstellung	

Meine Fragenliste

Trage hier Fragen ein, die dir während der Forschungsarbeit einfallen. Ordne die Fragen, wenn möglich, einem „Kennzeichen des Lebendigen“ zu.

Datum	Meine Frage(n)	... passt zu Kennzeichen ...	Antwort gefunden?



Informationsblätter zu den Stationen

Pflichtstationen

Nr.	Mit wem?	Was muss ich können?	Was ich lernen/üben kann	Lernprodukte für das Forscherbuch
Bauplan der Hautflügler				
1 1h	EA	Text aufmerksam lesen	Den Bauplan eines Insektes mit Fachbegriffen beschreiben, Insektenorgane in einer Schemazeichnung erkennen.	Zeichnungen beschriften, „Fachfragen“ stellen

Entwicklungsstadien im Leben einer Ameise				
2 1h	EA	Text aufmerksam lesen und Tiere genau beobachten	Die Entwicklung eines Insektes mit Fachbegriffen beschreiben und als Begriffsnetz darstellen.	Begriffsnetz Die Entwicklung der Ameisen als Zeichnung darstellen.

Wie stark sind Ameisen wirklich?				
3 1h	PA	handwerkliches Geschick	Experimentieren, Forschungsprotokoll schreiben Dreisatz-Rechnung, Umgang mit Feinwaage	Forschungsprotokoll

Verhaltensbeobachtung: Wie/wo Ameisen sich am wohlsten fühlen				
4 1-2 h	PA	handwerkliches Geschick	Experimente planen und durchführen, Forschungsprotokoll schreiben, Versuchsergebnisse grafisch darstellen	Forschungsprotokoll, dabei besonders auf eine gute Darstellung der Messdaten achten.

Wahlstationen

Duftstoffe und Riechsinn				
5 1h	GA	handwerkliches Geschick	Wie ein Forscher vorgeht: Forschungsfragen entwickeln und eine eigene Forschungsaufgabe finden.	Forschungsfragen zum Riechsinn finden Forschung durchführen und Protokoll schreiben.

Meine eigene Forschungsstation*			
6 1h	PA	Suche dir für die eigene Station eine Partnerin oder einen Partner. Du kannst ein Experiment machen, eine Recherche durchführen oder Freilandbeobachtungen anstellen ...	Forschungsprotokoll

Modul Beobachtungen zu Ameisen im Lebensraum

Verhaltensbeobachtung: Wie und wo fühlen Ameisen sich am wohlsten?

Unsere Ameisen sind im Westen Deutschlands weit verbreitet und häufig zu finden. Aber sie leben nicht überall. Manche Lebensbedingungen bevorzugen sie, während sie andere meiden. Ermittelt, welche Vorzugsbereiche Ameisen gegenüber den Umweltfaktoren Feuchte, Temperatur und Licht haben.

Aufgabe:

An dieser Station wirst du ein Experiment planen und durchführen, um den Vorzugsbereich der Ameise in Bezug auf die Umweltfaktoren Feuchte, Temperatur oder Licht zu untersuchen. Die Ergebnisse wirst du in einem Forschungsprotokoll festhalten.

Gehe so vor:

1. Suche dir einen der drei Umweltfaktoren Feuchte, Temperatur oder Licht aus. (Tipp: Beachte, dass die Durchführung des Experiments zum Umweltfaktor Temperatur viel Zeit beansprucht.)
2. Bearbeite das Forschungsprotokoll (**M1**), um einen Versuch zu planen und durch-zuführen.
3. Stelle Überlegungen an: Welchen Einfluss hat der Umweltfaktor auf die Ameise? Warum ist das Verhalten möglicherweise vorteilhaft? (**M2**)

M1: Aufbau eines Forschungsprotokolls

1. Forschungs-Zusammenhang

Hier schreibst du auf, wie man auf die Forschungsfrage(n) kommt, z. B. welche Naturbeobachtung zur Forschungsfrage führte und was du schon weißt, z. B.: „Ameisen leben in Eichen, dort ist es dunkel. Bevorzugen Ameisen einen dunklen Lebensraum?“

2. Überprüfbare Hypothese

Hier formulierst du deine Forscherfrage so um, dass eine Aussage entsteht, die du mit einem Experiment überprüfen kannst wie z. B.: „Ameisen bevorzugen eine Temperatur von ...°C.“

3. Versuchsplanung

M3 zeigt die dir zur Verfügung stehenden Materialien und Geräte, um deinen Versuch zu planen. Fertige eine beschriftete Versuchsskizze an.

4. Ergebniserwartung

Schreibe auf, welche Beobachtungsergebnisse du erwartest.

5. Versuchsdurchführung und Messdatenerfassung

Zähle nach einem festgelegten Zeitraum z. B. zwei Minuten, wie viele Ameisen sich an einem Ort befinden. Fertige eine Skizze an. Lege eine Tabelle an, um die Daten einzutragen.

Falls noch kein klares Ergebnis zu sehen ist, verlängere die Wartezeit und zähle erneut.

Verwende deine Tabelle, um dein Versuchsergebnis in einem Säulendiagramm darzustellen. Nutze als Hilfe **M5**.

6. Ergebnis und Grenze der Aussagefähigkeit

Schreibe das Ergebnis des Versuchs in einem Satz auf und überprüfe, ob deine Hypothese gestimmt hat. Weil du mit lebenden Organismen gearbeitet hast, gibt es immer auch nicht vermeidbare Fehlerquellen. Stelle hierzu Überlegungen an.

M 2: Informationen

Ameisen sind wechselwarme Tiere. Der Stoffwechsel funktioniert besser, wenn es wärmer ist. Überschreitet die Außentemperatur aber einen bestimmten Wert, können Eiweiße im Körper gerinnen und das Lebewesen stirbt. Lebewesen brauchen auch Wasser. Je höher die Außentemperatur, desto größer ist die Verdunstung und der Wasserverlust eines Lebewesens. „Feucht und warm“ ist also ein idealer Lebensraum für viele Organismen. Aber die zu feuchte Umgebung hat auch Nachteile: Hier gedeihen Krankheitserreger und Parasiten, z. B. Schimmelpilze sehr gut und fügen ihren Wirten Schaden zu. In einer sehr feuchten Umgebung enthält die Luft viel Wasserdampf und weniger Sauerstoff. Landlebewesen sind aber auf Luftsauerstoff angewiesen, denn sie brauchen ihn für ihren Energiehaushalt.

M3: Material

Ameisenkolonie, Federstahlpinzette, Pinsel, Vaseline, Temperaturorgel, Temperatursensor (digitales Thermometer), Wasser, Eiswürfel, Wasserkocher, 2 Bechergläser, Laufschiene, Filterpapier, Tropfflasche mit Wasser, Taschenlampe, Papier mit unterschiedlicher Lichtdurchlässigkeit, Lupen, Binokulare

<p>„Temperaturorgel“</p> <p>Auf einer Aluminiumschiene kannst du durch Einstellen in kaltes und heißes Wasser einen Temperaturgradienten (= langsame Abstufung der Temperatur) schaffen. Mit Temperatursensoren kannst du diesen Gradienten messen.</p>	
<p>„Lichtorgel“</p> <p>Eine Lichtorgel zur Erzeugung eines Lichtgradienten (= langsame Abstufung der Lichtstärke) kannst du im Dunkeln mit einer Taschenlampe und einer Laufschiene erzeugen.</p> <p>Eine zweite Möglichkeit ist die Abdunkelung der Schiene mit Papier unterschiedlicher Lichtdurchlässigkeit.</p>	
<p>„Feuchteorgel“</p> <p>Wenn du eine Feuchteorgel für einen Feuchtegradienten bauen möchtest, arbeite mit saugfähigem Filterpapier. Der Boden sollte so mit dem Papier bedeckt sein, dass es keine Falten wirft, unter welche die Ameisen laufen können.</p>	

Eine Temperaturorgel ist eine Vorrichtung, mit deren Hilfe man die bevorzugte Umgebungstemperatur von Tieren feststellen kann. Am linken Ende befindet sich ein „Kühlakku“ (Gefrierfach, Eiswasser), am rechten Ende ein „Wärmeakku“ (heißes Wasser aus dem Wasserkocher). Auf der Aluminiumschiene entsteht dadurch ein **Temperaturgradient** (= langsame Abstufung von kalt nach heiß). Mit **Temperatursensoren**, die auf der Schiene angebracht werden, lässt sich dieser Temperaturgradient beobachten.

M4: Versuchsvorschrift Temperatur-, Licht- oder Feuchteorgel

1. Bereite die Orgel vor: Streiche die Wände mit Vaseline ein.

Nur Temperaturorgel:

- Mache dich mit der Temperaturorgel (**M3**) vertraut.
- Befestige die Temperatursensoren in gleichmäßigen Abständen entlang der Orgel.
- Bereite eine Kälte- (Becherglas + Eiswürfel + Wasser) und eine Wärmequelle (Becherglas + kochendes Wasser aus dem Wasserkocher) vor, in die du die beiden Akkus der Temperaturorgel stellst.

Nur Lichtorgel:

- Beleuchte die Orgel von der rechten Seite aus, sodass die Lichtstärke von links nach rechts zunimmt oder
- lege das Papier mit unterschiedlicher Lichtdurchlässigkeit (von links wenig nach rechts viel) auf die Orgel und beleuchte die Orgel gleichmäßig von oben.

Nur Feuchteorgel:

- Lege die Orgel mit zugeschnittenem Filterpapier aus.
- Der Boden sollte so mit dem Papier bedeckt sein, dass es keine Falten wirft, unter welche die Ameisen laufen können.
- Befeuchte das Filterpapier links nicht und nach rechts immer mehr.

2. Überführe die Ameisen in die Orgel: Öffne ein Einlegenest über der Mitte der Orgel.
3. Schiebe einige Ameisen gemeinsam mit einigen Eiern/Larven/Puppen mit einem Pinsel vorsichtig in die Mitte der Orgel.
4. Zähle nach einem festgelegten Zeitraum z. B. alle zwei Minuten, wie viele Ameisen sich an einem Ort befinden. Fertige eine Skizze an. Lege eine Tabelle an, um die Daten einzutragen. Falls noch kein klares Ergebnis zu sehen ist, verlängere die Wartezeit und zähle erneut.
5. Stelle dein Versuchsergebnis mit Hilfe deiner Tabelle in einem Säulendiagramm dar. Nutze als Hilfe **M5**.
6. Lege nach deinen Versuchen das Einlegenest falschherum in die Orgel. Die Ameisen ziehen von alleine wieder ein!

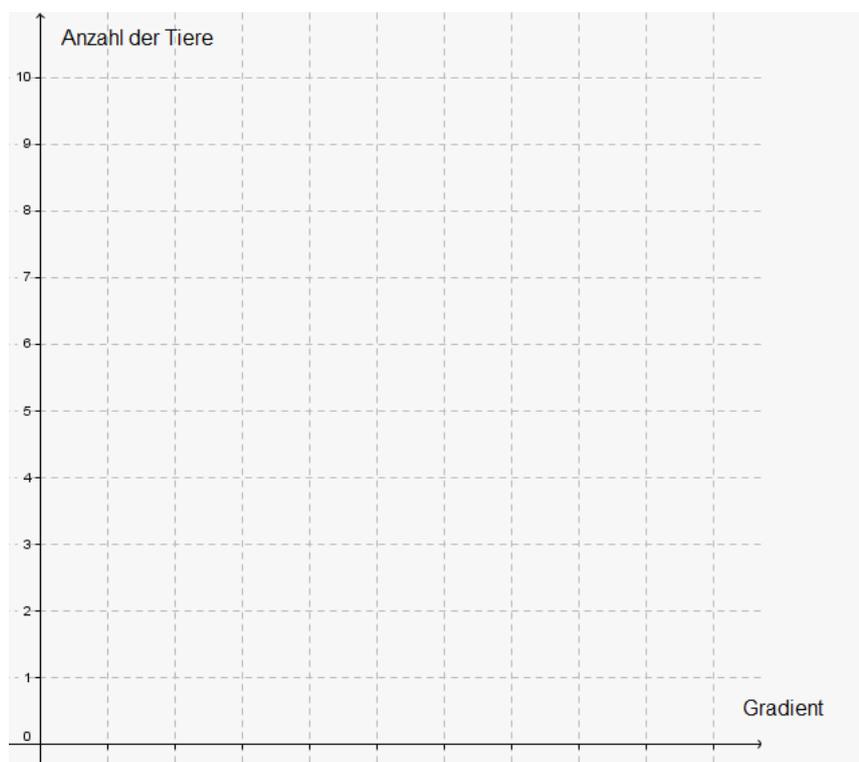
M5: Vorlagen für Tabellen und Diagramme

Anzahl an Tieren	__ °C (kalt)	__ °C (lauwarm)	__ °C (warm)	__ °C (heiß)
nach 2 Min.				
nach 4 Min.				
...				

Anzahl an Tieren	dunkel	halbdunkel	halbhell	hell
nach 2 Min.				
nach 4 Min.				
...				

Anzahl an Tieren	trocken	halbfeucht	feucht	nass
nach 2 Min.				
nach 4 Min.				
...				

Anzahl an Tieren	Gang A	Gang B	Gang C	Gang D
nach 2 Min.				
nach 4 Min.				
...				



Duftstoffe und Riechsinn

Informationstext

Gasförmige Stoffe kann man nicht sehen, aber riechen. Voraussetzung ist ein Riechsinn, der die Stoffe erkennen kann. Insekten sind wahre Riechkünstler. Sie können schon sehr geringe Konzentrationen wahrnehmen. Der Riechsinn ist von Bedeutung, um Nahrung zu finden, Gifte zu vermeiden oder auch um Räuber zu erkennen. Viele Insekten finden ihren Fortpflanzungspartner über Duftstoffe, sogenannte Pheromone. Duft ist also neben Licht (Glühwürmchen) und Schall (Laubheuschrecke) ein Kommunikationsmittel unter Insekten. Pflanzen senden ebenfalls Duftstoffe aus. Lavendel und Thymian werden z. B. von uns Menschen als Aromen in der Küche oder im Parfüm verwendet. Andere Lebewesen, z. B. Schnecken, scheinen diese Pflanzen zu meiden und drehen schon ab, wenn sie diese auch nur riechen. Unterschiedliche Lebewesen nehmen ein unterschiedliches Duftspektrum wahr. So riechen Menschen den Duftstoff, mit dem die Borkenkäfer ihre Partner meilenweit erkennen, nicht. Menschen können sich aber manchmal am Körpergeruch erkennen oder sie können den emotionalen Zustand erkennen, z. B. ob jemand Angst hat. Der typische Körpergeruch von Menschen wird vererbt und man könnte die Verwandtschaft von Menschen auch über ihren Geruch feststellen. Allerdings ist das recht mühsam, denn unser Riechsinn ist nicht besonders gut ausgeprägt. Die Konzentrationsschwelle, mit der ein Duftstoff gerade noch wahrgenommen werden kann, ist von Tierart zu Tierart und sogar von Individuum zu Individuum verschieden. So können Hunde noch geringere Konzentrationen eines Stoffes wahrnehmen als Menschen, und auch Menschen untereinander zeigen eine unterschiedliche „Empfindlichkeit“.

Aufgabe:

1. Lies den Informationstext und entwickle Forschungsfragen zum Riechsinn von Ameisen. Schreibe sie auf.
2. **M1** zeigt eine „Arena“ für Ameisen. Schreibe auf, welche Forschungsfragen (zum Riechsinn) du mit einer solchen Arena lösen könntest.
3. Entscheide dich für eine Forschungsfrage, führe den Versuch durch und protokolliere ihn. Achtung: Halte dich an die Versuchsanleitung **M2** und halte die Form für ein Forschungsprotokoll ein (siehe Stationen 3 und 4).

Zusatzaufgabe für zu Hause:

Beobachte, an welchen Pflanzen sich die Ameisen besonders häufig aufhalten. Halte Deine Beobachtungen fest (**M4**).

M 1: Arena aus Plexiglas

Arena, Knete, Schmirgelpapier, Sand, Erde, verschiedene Gewürze und Kräuter, verschiedene Nahrung, Lupen, Binokulare

„Untergrundarena“, „Geruchsarena“,
„Geschmacksarena“

In der Arena kannst du einzelne Ameisen mit bis zu vier verschiedenen Untergründen oder Duftstoffen oder Nahrung konfrontieren. Mit Knete kannst du Gänge, die du nicht benötigst, verschließen. Zwischen den drei Plexiglasscheiben darf kein Hohlraum entstehen.



Wichtige Hinweise zur Verwendung der Arenen:

Setze nur zwei bis drei einzelne Arbeiterinnen in die Mitte der Arena und verschließe diese sofort mit der obersten Plexiglasscheibe. Falls sich Ameisen auf der mittleren Glasscheibe befinden, schiebe sie mit dem Pinsel in die Arena zurück.

M 2: Versuchsschritte zur Arbeit mit der Arena

1. Arbeitet in Dreiergruppen und einigt euch auf eine Forschungsfrage zum Riechsinn der Ameisen.
2. Hebt die obere Glasscheibe vorsichtig von den anderen beiden ab und füllt in die Wahlflächen A, B, C und D jeweils etwas anderes, je nach Fragestellung. (z. B. verschiedene Pflanzen, Stoffe, unterschiedliche Konzentrationen etc.)
3. Nehmt eine Ameise mit der Federstahlpinzette und setzt sie in die Mitte der Arena. Verschließt die Arena sofort mit der oberen Glasscheibe.
4. Beobachtet für exakt zehn Minuten (Zeit stoppen!) ganz genau, was die Ameise macht. Führt in der Tabelle eine Strichliste, **wie oft** die Ameise in welchen Teil der Arena geht. Unterscheidet hierbei, ob sie nur in den Gang oder wirklich in den Kreis hineingeht! Beobachtet und notiert das **Verhalten** der Ameise, nachdem sie in den Kreis mit dem „Duftobjekt“ oder in die dazugehörigen Gänge gelaufen ist (→ M3).
5. Nach zehn Minuten setzt ihr die Ameise wieder in ihr Dreikammernest zurück.

M3: Daten aufnehmen

	Wie oft?	Welches Verhalten?
Gang A:		
Ameise im Endkreis		
Gang B:		
Ameise im Endkreis		
Gang C:		
Ameise im Endkreis		
Gang D:		
Ameise im Endkreis		

M4: Freilandbeobachtungen

Geht in den Garten oder in den Park und schaut euch insbesondere die Kräuter, aber auch (mindestens drei) andere Pflanzen an, die dort wachsen. An welchen Pflanzen kannst du Ameisen entdecken? Fertige eine Tabelle an, die folgende Angaben enthält:

- Wie lautet der jeweilige Name des Krautes/der Pflanze? (Frage falls nötig einen Erwachsenen, nimm ein Kräuterbuch oder das Internet zur Hilfe.)
- Gibt es an dieser Pflanze Ameisen oder nicht?
- Wie viele Ameisen gibt es ungefähr an dieser Pflanze (1, <10, <20 oder >50)?

Reflexionsbogen

Mit dem Lehrerblick auf dein Forscherbuch; Name: _____

Allgemeine Arbeitstechniken

Qualitätsaspekte	Fehlt/ unvoll- ständig	Nochmal machen	Kann so bleiben, ist akzeptabel	Prima
Die Mappe ist vollständig angelegt.				
Dein Deckblatt ist passend zum Thema gestaltet.				
Schrift und Zeichnungen sind sorgfältig.				
Du verwendest Fachsprache.				
Du erklärst, warum du das Forscherbuch angelegt hast.				
Du hast zusätzliche Materialien beigefügt und erläutert.				

Deine Arbeit zum Thema „Artgerechte Haltung im Dreikammernest“

Qualitätsaspekte	Fehlt/ unvoll- ständig	Nochmal machen	kann so bleiben, ist akzeptabel	Prima
Die Zeichnung ist lesbar und zeigt richtige Proportionen.				
Die Zeichnung enthält Größenangaben.				
Die Beschriftung ist vollständig.				
Die Funktion der Bauteile wird erklärt.				
Es werden Erläuterungen zu Fütterungszeiten und zur Hygiene (Säubern) gegeben.				

Gesamteindruck deiner Aufgabenbearbeitung:

Hefte dieses Blatt in dein Forscherbuch ein! In der ersten Stunde hast du die Ameisen kennengelernt und Fragen gestellt. Denke daran, deine Fragen in die Fragenliste einzutragen. Die Fragenliste wird in den nächsten Forscherwochen laufend ergänzt.

Bauplan der Hautflügler

Qualitätsaspekte	Fehlt/ unvoll- ständig	Nochmal machen	kann so bleiben, ist akzeptabel	Prima
Der Körperbau eines Insekts ist richtig beschrieben.				
Deine Zeichnung ist vollständig und übersichtlich.				

Entwicklungsstadien im Leben einer Ameise

Qualitätsaspekte	Fehlt/ unvoll- ständig	Nochmal machen	kann so bleiben, ist akzeptabel	Prima
Du hast die Fachbegriffe richtig benutzt.				
Dein Begriffsnetz ist vollständig.				

Wie stark sind Ameisen wirklich?

Qualitätsaspekte	Fehlt/ unvoll- ständig	Nochmal machen	kann so bleiben, ist akzeptabel	Prima
Dein Protokoll ist vollständig.				
Du unterscheidest Beobachtung und Erklärung.				

Verhaltensbeobachtung: Wie/wo Ameisen sich am wohlsten fühlen

Qualitätsaspekte	Fehlt/ unvoll- ständig	Nochmal machen	kann so bleiben, ist akzeptabel	Prima
Dein Protokoll ist vollständig.				
Deine Messdaten sind sinnvoll dargestellt.				

Duftstoffe und Riechsinn

Qualitätsaspekte	Fehlt/ unvoll- ständig	Nochmal machen	kann so bleiben, ist akzeptabel	Prima
Du findest eine sinnvolle Forscherfrage.				
Dein Versuch passt zur Forschungsfrage.				

Meine eigene Forschungsstation

Qualitätsaspekte	Fehlt/ unvoll- ständig	Nochmal machen	kann so bleiben, ist akzeptabel	Prima

Autorinnen und Autoren

Dr. Stefanie Böhm

Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz

Beatrice Daum

Gymnasium im Kannenbäckerland, Höhr-Grenzhausen

Barbara Dolch

Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz

Prof. Dr. Daniel C. Dreesmann

Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Prof. Dr. Susanne Foitzik

Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Dr. Kerstin Niekisch

Georg-Forster-Gesamtschule Wörrstadt

Rebecca Sammet

Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Waltraud Suwelack

Staatliches Studienseminar für das Lehramt an Gymnasien Koblenz

Illustrationen (S.56, 57)

Renate Müller

Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz

Alle sonstigen Abbildungen/Fotos stammen von der Autorinnen- und Autorengruppe.



Rheinland-Pfalz

PÄDAGOGISCHES
LANDESINSTITUT

Pädagogisches Landesinstitut
Butenschönstr. 2
67346 Speyer

pl@pl.rlp.de
www.pl.rlp.de