

Katrin Conzelmann-Stingl

# JEDE BIENE ZÄHLT

Rechne mit den Bienen

Mathematik







# LIEBE LEHRERINNEN UND LEHRER,



Das Projekt "Bienen und Bildung" erkundet die vielfältigen Bezüge zwischen Bienen und Bildung und denkt frei über Disziplinen hinweg: Autorinnen und Autoren aus der gesamten Bundesrepublik entwickeln Unterrichtsentwürfe und Bildungsprojekte in den

Natur- und Geisteswissenschaften, zusätzlich beschäftigt sich ein **Sachbuch** mit der Frage, was wir aus der alltäglichen Auseinandersetzung mit der Biene über den Kosmos und uns selbst lernen können – all das entsteht aus dem Dialog zwischen Naturwissenschaftlern, Philosophen, MINT- und Sprachlehrern, Waldorf-, Reform- und allgemeinbildenden Pädagogen. Die Akteure dieses Projekts gestatten es sich, Grenzen auszuloten, zu überschreiten und zu durchbrechen, große und kleine Fragen zu stellen – und sich dabei nicht vom festen Glauben abbringen zu lassen, dass die Beschäftigung mit der Biene lehrreich, inspirierend und heilsam zugleich sein kann.

Was ist das Besondere? Bei der unterrichtlichen Beschäftigung mit dem Thema Bienen finden Kinder und Jugendliche einen realen Bezug zur lebendigen Natur und einem rätselhaften Naturwesen, dessen spannende Geheimnisse sie nach und nach erobern können. Sie begreifen und berühren einen außerordentlich komplexen und sinnvollen Lebenszusammenhang, der sie herausfordert, verantwortungsvoll zu handeln und dazu ermutigt, immer wieder neue Fragen zu stellen, ohne endgültige Antworten zu erhalten Und vielleicht geht es ja gar nicht "nur" um die Bienen? Es scheint mir an der Zeit, unsere Welt viel stärker – auch im Sinne Alexander von Humboldts – als ein lebendiges Gebilde zu betrachten,

in dem alles mit allem zusammenhängt, in dem auch die Geschicke der Bienen und des Menschen aufs Engste miteinander verquickt sind.

Die Autorinnen und Autoren der Unterrichtsmaterialien entwickeln ihre Ideen auf dem Hintergrund imkerlicher und pädagogischer Praxis und werben für einen holistischen Ansatz im Verständnis der Natur.

### **DOWNLOAD**



Alle Unterrichtsmaterialien können Sie hier downloaden:

www.mint-zirkel.de/Inspiration-Biene

Einen erfolgreichen Unterricht mit und ohne Bienen wünscht Ihnen herzlichst

Ihr



Thomas Radetzki Vorstand Aurelia Stiftung

## STRUKTUR DER LERNEINHEITEN



empfohlen für Sekundarstufe II

Zugunsten einer leichteren Lesbarkeit wird in diesem Heft nicht immer ausdrücklich auch die weibliche Form genannt. Selbstverständlich sind aber immer weibliche und männliche Personen gemeint. Wir bitten für dieses Vorgehen um Ihr Verständnis.

Die Unterrichtsidee auf einen Blick

# JEDE BIENE ZÄHLT

Rechne mit den Bienen

# Leitfragen:

- Wie entwickelt sich das Bienenvolk im Jahreslauf?
- Welche Nektarleistung erbringt eine Biene pro Tag und wie entsteht aus Nektar Honig?
- Welches Gewicht hat eine vollständig ausgebaute Wabe?

Klassen: Sekundarstufe II Zeitbedarf: 2 x 45 Minuten Fächer: Mathematik

### ─────○ BEZUG ZUM LEHRPLAN

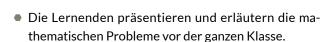
Mathematik: Naturwissenschaftliche Betrachtungsweisen, Anwendungsrelevanz mathematischer Begrifflichkeiten und Formeln, Beschreibung und Skizzierung von Wachstumsprozessen, Proportionalität und Antiproportionalität, Anwendung der Sinusfunktion, Auseinandersetzung mit praktischen Bezügen

# ──○ BEZÜGE ZU WEITEREN FÄCHERN

Biologie: Entwicklungsmodi eines Bienenvolkes

## → KOMPETENZEN

- Die Schüler lösen algebraische Probleme mit Anwendungsrelevanz (Beurteilung von Bienenpopulationen).
- Die Lernenden befassen sich mit dem Wachstum von Bienenpopulationen, schätzen und nähern sich diesem mathematisch und zeichnen ein entsprechendes Diagramm. Sie entwickeln ein Verständnis für exponentielles und nicht-exponentielles Wachstum.
- Die Schüler berechnen komplexe Größen wie etwa das Gewicht einer ausgebauten Wabe – und setzen diese zueinander ins Verhältnis.



 Die Schüler erkennen weitere Problemstellungen aus dem Bereich der Imkerei und der Welt der Bienen, die mit Hilfe der Mathematik gelöst werden können.

### → MATERIALLISTE



Bienen sind für diese Unterrichtssequenz nicht notwendig.

Taschenrechner

0148

Tabellenkalkulationsprogramm



### → ZUR SACHE

# ENTWICKLUNG DES BIENENVOLKES

Ein Bienenvolk der Honigbiene (Apis Mellifera) besteht aus einer Königin, einer bestimmten Anzahl von weiblichen Arbeitsbienen und Drohnen. Diese Gesamtheit des Bienenvolkes nennt man Bien. Den Bien kann man auch als einen Superorganismus begreifen. Die Honigbiene ist ein staatenbildendes Insekt, das in einem Bienenstock domestiziert wird. Ein Bienenstock wird in der Imkersprache "Beute" genannt und gibt aufgrund seiner Beschaffenheit dem Bien Platz für Entwicklung und Reduktion. Eine geeignete Beute "atmet" mit seinem Bien und passt sich den biologischen und ökologischen Gegebenheiten an.

### Die Größe des Biens

Im Laufe des Jahres verändert sich die Größe in der Anzahl des Bienenvolkes beziehungsweise des Biens. Überwintert zwischen Oktober und bis zum nächsten Frühjahr nur eine verhältnismäßig kleine Anzahl von Arbeitsbienen – zusammen mit der Königin –, so beginnt das Volk mit der Eiablage der Königin im Frühjahr wieder zu wachsen. Im Bienenstock erwacht also mit den wärmeren Temperaturen im Frühjahr (ab etwa 12 Grad Celsius) das aktive Leben.

Die einmalig begattete Königin wird von nun an wieder täglich zwischen 1.000 und 2.000 Eier in die vorbereiteten Waben legen. In den größeren Wabenzellen schlüpfen von nun auch Drohnen und jede Menge Arbeitsbienen. Dabei ist der Bien von seiner Umwelt ab-

hängig. Je früher die Temperaturen im Kalenderjahr steigen, desto eher fängt das Leben im Bienenvolk an. Mit der Frühjahrsentwicklung beginnen somit auch die ersten Trachtflüge. Je besser das Angebot an Nektar und Pollen, das so genannte Trachtangebot, während der Trachtflüge ist, desto erfolgreicher kehren die Sammelbienen zurück ins Volk; das Volk kann sich so gut entwickeln und vermehren.

Vom ersten Ausflug im Februar oder März bis zur Schwarmzeit im Mai schlüpfen nun etwa 40.000 Arbeiterinnen und 1.000 Drohnen, es bleibt aber immer nur bei einer Königin pro Volk. Arbeiterinnen werden im Sommer etwa 30 Tage alt, in der Winterruhe bis zu 5 Monate. Drohnen haben eine Lebensdauer von maximal 6 Monaten. Ihre Aufgabe dient einzig und allein der Befruchtung der Königin, die sie nach erfolgreichem Begattungsflug nicht überleben. Sollten sie dennoch bis zum Ende des Bienenjahres im Oktober oder November im Stock immer noch existent sein, werden sie von ihren Schwestern in der so genannten Drohnenschlacht aus dem Stock geworfen.



Honigwabe im Bienenstock

# Der Superorganismus "verdoppelt" sich

Zur Mitte des Kalenderjahres will sich der Superorganismus vermehren. Man spricht dann vom Schwärmen der Bienen. Aus einem schwärmenden Bienenvolk entsteht also ein weiteres Bienenvolk. Diese Volksvermehrung

# **SCHON GEWUSST?**

Eine Honigbiene allein könnte nicht überleben. Sie ist von vielerlei Faktoren ihrer Mitbewohner abhängig, vor allem von der Agilität und Pheromon-Leistung der Stockmutter, der Königin. Der Duftstoff Pheromon lockt die Sammelbienen immer wieder zurück zum richtigen Bienenvolk.

ist notwendig und wichtig, damit sich nicht nur das Muttervolk zu seiner vollen Größe entwickeln, sondern auch damit sich die natürliche Population des Biens fortpflanzen kann. Der Bienenscharm ist somit die natürliche Vermehrung der staatenbildenden Honigbienen.

Bienen schwärmen nicht in jedem Fall. Der Imker versucht mit verschiedenen Maßnahmen das Schwärmen zu beeinflussen. Entweder gibt er einem Teil der Bienen vorzeitig ein neues Zuhause oder er dezimiert die sogenannten Schwarmzellen im Volk, indem er die Jungköniginnenzellen (Weiselzellen) ausbricht. Wenn der Bien ausreichend Platz für eine Vermehrung im Bienenstock hat, ist die Schwarmwahrscheinlichkeit nicht so hoch (siehe VIDEOTIPP).





Der Höhepunkt der Volksstärke liegt Anfang Juli, wobei Völker mit bis zu 70.000 Individuen entstehen können. Den Wendepunkt der Volksentwicklung findet man zur Sommersonnenwende im Juni.

Die Brutzeit der agilen Königin und somit die Volksentwicklung endet (je nach Witterung) im Dezember, wenn die Bienen aufgrund der niedrigen Temperaturen brutfrei sind. Dann gehen die Völker ohne Drohnen mit etwa 5.000 Arbeiterinnen und einer Königin in die Winterruhe. Diese Werte repräsentieren die Anzahl und Stärke eines gesunden Bienenvolks.

# Bienennahrung – wie aus Nektar Honig wird

Damit der Bien in seiner Gesamtfunktion aufrechterhalten werden kann, muss er sich um Nahrungszufuhr bemühen. Die Jungbienen brauchen für ihre Entwicklung Nektar und Pollen. Mit dem Nektar nehmen sie Kohlenhydrate auf, die ihre Energiezufuhr gewährleisten. Der Pollen dient als Eiweiß-Quelle bei der Aufzucht der Bienenlarven. Dabei besuchen ausschließlich die Arbeiterinnen auf ihren Ausflügen Trachtpflanzen und bringen Pollen und Nektar zurück in den Stock. Je nach Witterung gehen zwischen 0 Prozent und 70 Prozent der Bienen auf Sammelflüge.



Sammelflug - mathematisch betrachtet

Der Nektar wird im Stock an eine andere Arbeiterin weitergegeben, die wiederum ihrerseits den Nektar weiterreicht. Über diese Invertase, einem Enzym, wird aus dem gesammelten Nektar Honig. Das Enzym ist zusammen mit anderen Eiweißen relevant bei der Umwandlung von Nektar zu Honig.

Durch das Einlagern des Nektars in die Waben verliert die Flüssigkeit an Wasser, was wiederum wichtig für den Reifungsprozess ist. Denn nur verdeckelter Nektar mit einem Wassergehalt von unter 18 Prozent kann als Honig vom Imker geerntet und abgefüllt werden. Honig ist also reif, wenn der Wassergehalt entsprechend niedrig ist. Die Bienen verschließen die Waben mit dem reifen Honig durch eine dünne Wachsschicht. Der Pollen hingegen dient der Weitergabe an die Jungbienen und wird brutnestnah in die Wabenzellen eingelagert.

## Die Wabenleistung der Arbeiterinnen

Hier ist darauf hinzuweisen, dass die Nutztierhaltung der Bienen in Europa und den meisten anderen Ländern am häufigsten in Magazinbeuten stattfindet. Magazinbeuten sind mehrteilige Holzkisten – auch Zargen genannt –, die oben und unten offen sind und auf einen Boden mit Einflugloch gestapelt werden. Auf die oberste Zarge kommt der Magazindeckel. In den Zargen des Zandermaßes befinden sich neun Rähmchen mit Mittelwänden, die von den Bienen mit Wachs ausgebaut werden.

In diese ausgebauten Wachsrähmchen lagern die Bienen sowohl ihre Brut als auch Honig und Pollen ein. Da die Bienen ihre Waben beidseitig ausbauen, ergibt sich eine Wabenleistung für Arbeiterinnenzellen von 3.192 Zellen pro Wabenseite. Eine ausgebaute polygone Zelle hat eine Tiefe von 10 Millimeter und einen kreisartigen Zellradius von 3 Millimeter.

Der Imker setzt auf die Magazine eine Zarge für den Ausbau von Honigwaben, die sogenannte Honigzarge. In diese Waben legt die Königin keine Eier, wodurch gewährleistet wird, dass die Zarge ausschließlich mit Nektar, der zu Honig wird, von den Arbeiterinnen befüllt wird. Die Dichte des Honigs wird mit 1,4 g/cm³ angenommen.

### Exkurs: Das Zandermaß

Das Zandermaß stammt aus dem 20. Jahrhundert. Es wurde vom Imker Enoch Zander entwickelt. Für wirtschaftlich ausgerichtete Imkereien ermöglichen solche Wabenrähmchen den so genannten mobilen Wabenbau, das heißt der Imker kann die Position der Bienenwabe verändern. Außerdem müssen die Bienen weniger Energie für den Wabenbau aufwenden.

### **LITERATURTIPPS**



Liebig, G. (2002). Einfach imkern: Leitfaden zum Bienen halten. Tübinger Chronik.

Tautz, J. (2010). *Phänomen Honigbiene*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.

Tautz, J. & Stehe, D. (2017). *Die Honigfabrik*. Gütersloher Verlagshaus.



Naturwabenbau im Zandermagazin

# ───── ZUM UNTERRICHT – DER VERLAUF IM ÜBERBLICK

| 1. Stunde Einführung/ Problemstellung Plenum 30 Minuten             | <ul> <li>Klassengespräch</li> <li>Erläuterung der Grundbegriffe wie Bienenvolk,<br/>Bien, Volksentwicklung, Stockbewohner wie<br/>Königin, Arbeiterin und Drohnen</li> <li>Film des Deutschen Bienen-Journals</li> <li>Frage: Welche Auswirkungen hat die Entwicklung<br/>des Biens auf andere Lebensbereiche (Stichwort<br/>Biodiversität, gegenseitiger Nutzen Mensch –<br/>Biene)?</li> </ul> | Nötiges Hintergrundwissen<br>aufbauen, Begriffsklärungen   |
|---|--|--|
| 1. und 2. Stunde 6 Arbeitsgruppen 3 Rechenaufgaben 30 Minuten       | <ul> <li>Aufgabenstellung</li> <li>Berechnungen aus den Bereichen des Größenverständnisses, der Algebra und der Analysis</li> <li>Einsicht in die zahlenmäßige Veränderungen der Population</li> <li>Erkenntnisse zu Nektarleistung, Gesamtvolumen der Wabe und dem Honigeintrag</li> </ul>  | ▶ AB 1-3 Jede Gruppe hat ein Schwerpunktthema, das sie als Erstes behandelt. (Wenn noch Zeit ist, widmet sie sich den anderen Auf- gaben, die zeitmäßig unter- schiedlich lang zu berechnen/ zu lösen sind.) |
| 2. Stunde Zusammentragen der Ergebnisse/ Ausblick Plenum 30 Minuten | <ul> <li>Klassengespräch</li> <li>Jede Gruppe trägt die Ergebnisse ihrer "Schwerpunkt-Aufgabe" vor und erläutert ihre Berechnungen</li> <li>Welche Berechnungen können aufgrund der Vorgaben noch angestellt werden?</li> <li>Bezüge zu weiteren Fächern herstellen</li> </ul>   |  |

# → ERLÄUTERUNGEN DES UNTERRICHTSVERLAUFS

Zunächst werden die grundlegenden Sachinformationen zur Entwicklung der Bienenpopulation vermittelt. Die Schüler sollen sich in Thematik eindenken können und die nötigen Begrifflichkeiten (Bien, Königin, Drohne etc.) kennen lernen. Außerdem wird ein entsprechender Film "Aus eins mach zwei" des Deutschen Bienen-Journals gezeigt. Sich daraus ergebende Fragen werden geklärt. Außerdem wird die Frage "Welche Auswirkungen hat die Entwicklung des Biens auf andere Lebensbereiche (Stichwort Biodiversität, gegenseitiger Nutzen Mensch – Biene)?" besprochen und diskutiert.

**VIDEOTIPP** 

Deutsches Bienen-Journal (2012). Aus eins mach zwei.

www.bit.ly/2qWZvyp

Für die drei Mathematikaufgaben wird die Arbeit mit der Magazinbeute im Zandermaß vorausgesetzt. Pro Aufgabe werden zwei Gruppen gebildet, die schwerpunktmäßig eine der Aufgaben löst. Die Aufgaben thematisieren an erster Stelle die Population der Bienen, die geschätzt, annähernd berechnet und veranschaulicht werden soll (> Arbeitsblatt 1). Hierbei wäre ein Tabellenkalkulationsprogramm sinnvoll, mit dem die Schüler das entsprechende Diagramm "zeichnen" können. Mit Hilfe einer Eulerschen Wachstumsformel wird eine (zeitlich begrenzte) Näherung erreicht. Das > Arbeitsblatt 2 dient der Berechnung der Nektarleistungen der Bienen mithilfe von Gleichungen. Das > Arbeitsblatt 3 beinhaltet eine komplexe Größenberechnung zum "Gewicht einer ausgebauten Wabe". Mit Hilfe der Sinusfunktion werden die Wabensegmente exakt bestimmt und berechnet.

Haben die Schüler nach der Bearbeitung ihres Schwerpunktthemas noch Zeit, dann widmen sie sich den anderen Aufgaben; die Aufgaben sind zeitmäßig unterschiedlich lang zu bearbeiten. In einem so genannten "Museumsgang" wird Aufgabe für Aufgabe besprochen und von einzelnen Schülern dem Rest der Klasse erläutert.

Mit der gesamten Gruppe werden weitere Berechnungsmöglichkeiten diskutiert, die für die imkerliche Arbeit relevant sein könnten.



Geometrie einer Honigwabe

Arbeitsblatt 1

# **POPULATION DER BIENEN**



Geschätzt, genähert und veranschaulicht

| März  | April  | Mai    | Juni   | Juli   | August | Sept.  | Okt.   | Nov.   | Dez.   | Januar | Feb.   |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 5.000 | 40.000 | 53.000 | 58.000 | 70.000 | 65.000 | 50.000 | 40.000 | 15.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 |

Geschätzte Bienenpopulation des Imkers Liebefeld pro Jahr

| Α     | ufgabe:   |
|-------|---|
| a)    | Der erfahrene Imker Liebefeld schätzt die Anzahl seines Bienenvolks über das ganze Jahr und dokumentiert dies in einer entsprechenden Tabelle. Zeichne mit Hilfe eines Tabellenkalkulationsprogramms zur Wertetabelle ein passendes Diagramm (Säulen-, Balken- oder Streudiagramm) und begründe deine Auswahl.  |
| • • • |   |
| •••   |   |
| •••   |   |
|       |   |
|       |   |
|       |   |
|       |   |
|       |   |
| b     | Imker Liebefeld hat einen ganz schlauen Kollegen, den Imker Euler. Dieser behauptet mit Hilfe einer Funktion die Entwicklung der Bienenpopulation von April bis Juni näherungsweise mit der Formel $p(t) = 60 - 55 \cdot e^{-0.25t}$ berechnen zu können (mit $t$ [Zeit] werden die Wochen von Anfang März bis Ende Juni gezählt). Hat er recht? Überlege, warum man die zahlenmäßige Entwicklung eines Bienenvolkes nicht ganzjährig mit Hilfe eines Funktionsgraphen darstellen kann? |
|       |   |
|       |   |
|       |   |
|       |   |

# **NEKTARLEISTUNG EINER BIENE**

Gleichungen lösen



Biene im Anflug

# Aufgabe:

| a)      | Eine Arbeiterin sammelt pro Ausflug im Mittel 50 mg Nektar ein. Unser starkes Bienenvolk hat im Sommer 70.000 Arbeiterinnen. Wir gehen davon aus, dass an einem sonnigen Tag 50 Prozent der Arbeiterinnen ausfliegen. Sie sammeln insgesamt 6 kg Nektar ein. Wie oft fliegt eine Arbeiterin im Schnitt aus, um diese Honigleistung im Bien zu vollbringen? |
|---------|--|
| ••••    |  |
| ••••    |  |
| • • • • |  |
| ••••    |  |
| ••••    |  |
|         |  |
| • • • • |  |
| b)      | Von einem Schwarm Bienen lässt sich die Hälfte auf einer Lindenblüte nieder und ein Drittel auf einer Robinie.<br>Die halbe Differenz fliegt auf eine Johannisbeerblüte und zwei Bienen fliegen auf keine Blüte. Wie viele Bienen<br>lassen sich beobachten?   |
| b)      | Die halbe Differenz fliegt auf eine Johannisbeerblüte und zwei Bienen fliegen auf keine Blüte. Wie viele Bienen  |
| b)      | Die halbe Differenz fliegt auf eine Johannisbeerblüte und zwei Bienen fliegen auf keine Blüte. Wie viele Bienen  |
| b)      | Die halbe Differenz fliegt auf eine Johannisbeerblüte und zwei Bienen fliegen auf keine Blüte. Wie viele Bienen  |
| b)      | Die halbe Differenz fliegt auf eine Johannisbeerblüte und zwei Bienen fliegen auf keine Blüte. Wie viele Bienen  |
| b)      | Die halbe Differenz fliegt auf eine Johannisbeerblüte und zwei Bienen fliegen auf keine Blüte. Wie viele Bienen  |



Arbeitsblatt 3

# **GEWICHT EINER AUSGEBAUTEN WABE**

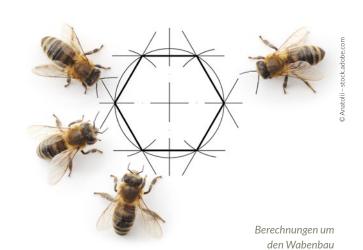
Komplexe Größenberechnung

# Aufgabe:

 a) Errechne die Masse einer homogenen, vollständig ausgebauten Wabe:

Folgende Werte liegen der Aufgabe zugrunde:

- 3.192 Zellen pro Wabenseite (Die Bienen bauen die Waben beidseitig aus)
- Das Volumen der Kreissegmente (siehe Abbildung) soll in a) vernachlässigt werden
- Zelltiefe 10 mm (h)
- Zellradius von 3 mm (r)
- Dichte des Honigs nehmen wir mit 1,4 g/cm³ an

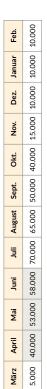


|   | <br>                       |                               | · · · · · · · · · · · · · · · ·       |
|---|----------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|
|   |                            |                               |                                       |
|   | <br>                       |                               | · · · · · · · · · · · · · · · · · · · |
|   | <br>                       |                               |                                       |
|   |                            |                               |                                       |
|   | <br>                       |                               |                                       |
|   | <br>                       |                               |                                       |
|   |                            |                               |                                       |
|   | <br>                       |                               | ••••••                                |
|   | <br>                       |                               |                                       |
|   |                            |                               |                                       |
|   |                            |                               |                                       |
|   |                            |                               |                                       |
| b) Wie groß ist das Gewicht<br>Segmente berücksichtigt: | , wenn man bei der Berechr | nung das Volumen der kreisför | migen                                 |
|   | , wenn man bei der Berechr | nung das Volumen der kreisför | migen                                 |
|   | , wenn man bei der Berechr | nung das Volumen der kreisför | migen                                 |
|   | , wenn man bei der Berechr | nung das Volumen der kreisför | migen                                 |
|   | , wenn man bei der Berechr | nung das Volumen der kreisför | migen                                 |
|   | , wenn man bei der Berechr | nung das Volumen der kreisför | migen                                 |
|   | , wenn man bei der Berechr | nung das Volumen der kreisför | migen                                 |
|   | , wenn man bei der Berechr | nung das Volumen der kreisför | migen                                 |
|   | , wenn man bei der Berechr | nung das Volumen der kreisför | migen                                 |
|   | , wenn man bei der Berechr | nung das Volumen der kreisför | migen                                 |



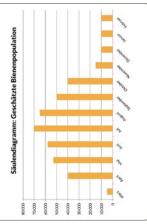
**POPULATION DER BIENEN** 

Geschätzt, genähert und veranschaulicht



) Der erfahrene Imker Liebefeld schätzt die Anzahl seines Bienenvolks über das ganze Jahr und dokumentiert dies in einer entsprechenden Tabelle. Zeichne mit Hilfe eines Tabellenkalkulationsprogramms zur Wertetabelle ein passendes Diagramm (Säulen-, Balken- oder Streudiagramm) und begründe deine Auswahl.

eld eignet sich am besten das Säulendiagramm, mit dem die Entwicklung der Population von links nach rechts abgelegendermaßen aussehen sollte: Zur Darstellung der Bienenpopulation von Imker Liebesen werden kann und das fol-



b) Imker Liebefeld hat einen ganz schlauen Kollegen, den Imker Euler. Dieser behauptet mit Hilfe einer Funktion berechnen zu können (mit t [Zeit] werden die Wochen von Anfang März bis Ende Juni gezählt). Hat er recht? die Entwicklung der Bienenpopulation von April bis Juni näherungsweise mit der Formel p(t) =  $60 - 55 \cdot e^{-0.28t}$ Überlege, warum man die zahlenmäßige Entwicklung eines Bienenvolkes nicht ganzjährig mit Hilfe eines Funktionsgraphen darstellen kann?

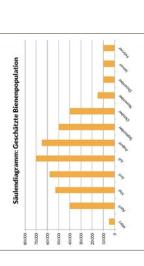
Population in der 4. Woche (April): p (4. Woche)  $\approx 60 - \left(\frac{55}{e^{(0.25.4)}}\right) \approx 39,766$ 

Population in der 12. Woche (Juni): p (12. Woche)  $\approx 60 - \left(\frac{55}{e^{(0.25-12)}}\right) \approx 57,262$ Population in der 8. Woche (Mai): p (8. Woche)  $\approx 60 - \left(\frac{55}{e^{(0.25\cdot 6)}}\right) \approx 52,556$ 

der Wachstumsprozess nicht durchgängig exponentiell verläuft und stark von Man kann keinen genauen Funktionsgraphen für das ganze Jahr zeichen, weil äußeren Bedingungen abhängt.

Sekundar

Mathematik



**NEKTARLEISTUNG EINER BIENE** Jede Biene zählt Gleichungen lösen Arbeitsblatt 2

70.000 Arbeiterinnen. Wir gehen davon aus, dass an einem sonnigen Tag 50 Prozent der Arbeiterinnen aus-fliegen. Sie sammeln insgesamt 6 kg Nektar ein. Wie oft fliegt eine Arbeiterin im Schnitt aus, um diese 3) Eine Arbeiterin sammelt pro Ausflug im Mittel 50 mg Nektar ein. Unser starkes Bienenvolk hat im Sommer Honigleistung im Bien zu vollbringen?

6 kg : 35000 Arbeiterinnen = 0,0001714 kg = 171,4 mg

 $171,4 \, \text{mg} : 50 \, \text{mg} \approx 3,43$ 

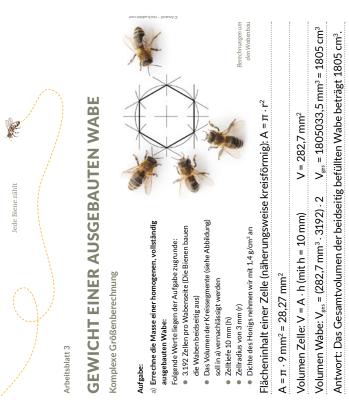
Antwort: Die Biene muss rund 3,43 mal täglich ausfliegen, um diese Nektarleistung zu erbringen. b) Von einem Schwarm Bienen lässt sich die Hälfte auf einer Lindenblüte nieder und ein Drittel auf einer Robinie. Die halbe Differenz fliegt auf eine Johannisbeerblüte und zwei Bienen fliegen auf keine Blüte. Wie viele Bienen lassen sich beobachten?

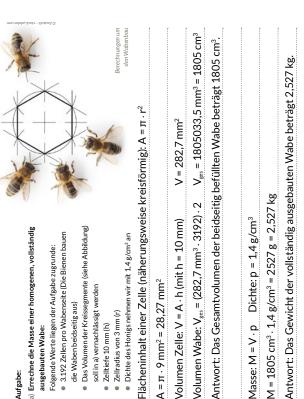
Unterschiedliche Rechenwege

Antwort: 24 Bienen

10

12





b) Wie groß ist das Gewicht der Honigwaben genau, wenn man bei der Berechnung das Volumen der kreisförmigen Flächeninhalt einer Zelle (ohne Kreissegmente), mit  $\alpha = \frac{360^{\circ}}{6} = 60^{\circ}$ .  $A = \pi \cdot r^2 - 6 \left( \frac{r^2}{2} \cdot \left( \frac{\pi \cdot \alpha}{180^{\circ}} - \sin \alpha \right) \right) \approx 23,37 \text{ mm}^2$  $V_{\rm ges} \approx (233,7 \ mm^3 \cdot 3192) \cdot 2 \approx 1492 \ cm^3$  $M \approx 1492 \text{ cm}^3 \cdot 1,4 \text{ g/cm}^3 \approx 2,088 \text{ kg}$ Segmente berücksichtigt?

Antwort: Das Gewicht unter Berücksichtigung der Kreissegmente beträgt rund 2,088 kg.

13

Autorin

# **JEDE BIENE ZÄHLT**

# KATRIN CONZELMANN-STINGL



Katrin Conzelmann-Stingl

Katrin Conzelmann-Stingl ist Umweltpädagogin, Imkerin und Kommunikationswirtin und hat durch ihre Arbeit mit jungen Menschen festgestellt, dass Kinder im Umgang mit den Bienen intrinsisch motiviert lernen, den Wert der Natur zu schätzen. Mit der Kleinen Bienenschule von "ecokids" hat sie im Main-Taunus-Kreis eine Organisation gegründet, die unter anderem schulische Einrichtungen bei der Etablierung von Bienenvölkern unterstützt. Katrin Conzelmann-Stingl legt bei ihrer Arbeit den Fokus sowohl auf die Honigbienen wie auch auf die Wildbienen, die eines ganz besonderen Schutzes bedürfen.

Meine Ambition besteht darin, Begeisterung bei Kindern und erwachsenen Menschen für das spannende Leben der Bienen zu wecken.

### **LINKTIPP**

Kleinen Bienenschule von "ecokids": www.ecokids.education/

Was-wir-machen/Die-kleine-Bienenschule/

### 2. Auflage Januar 2020

Das Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt. Jede Nutzung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf der vorherigen schriftlichen Einwilligung des Verlages. Hinweis §52a UrhG: Weder das Werk, noch seine Teile dürfen ohne eine solche Einwilligung eingescannt und in ein Netzwerk eingestellt werden. Dies gilt auch für Intranets von Schulen und sonstigen Bildungseinrichtungen. Fotomechanische oder andere Wiedergabeverfahren nur mit Genehmigung des Verlages.

Auf verschiedenen Seiten dieses Heftes befinden sich Verweise (Links) auf Internetadressen. Haftungsnotiz: Trotz sorgfältiger inhaltlicher Kontrolle wird die Haftung für die Inhalte der externen Seiten ausge-

schlossen. Für den Inhalt dieser externen Seiten sind ausschließlich die Betreiber verantwortlich. Sollten Sie daher auf kostenpflichtige, illegale oder anstößige Seiten treffen, so bedauern wir dies ausdrücklich und bitten Sie, uns umgehend per E-Mail (p.woehner@klett-mint.de) davon in Kenntnis zu setzen, damit bei Nachdruck der Nachweis gelöscht wird.

Redaktion und Autorenkoordination: Frank Haß, Kirchberg, Jörg Schmidt, Andernach, Dr. Sandra P. Thurner, Ebersbach/Fils Projektkoordination und Herstellung: Petra Wöhner, Klett MINT GmbH Satz: Tanja Bregulla, Aachen

Eine Zusammenarbeit der Aurelia Stiftung und der Klett MINT GmbH © Aurelia Stiftung, Berlin, und Klett MINT GmbH, Stuttgart

IMPRESSUM