

# Gefahr für die Artenvielfalt: Gute Gänse – Böse Gänse?

## Überblick über die Unterrichtseinheit

Gesichtspunkte	Beschreibung
<b>Übergeordnetes Thema</b>	Artenvielfalt/ Biodiversität untersuchen
<b>Naturwissenschaftliche Kompetenzen</b>	Umgang mit Datensätzen (grafische Darstellung von Daten und Berechnungen), Modellieren, Bewerten, Datenaufnahme
<b>Naturwissenschaftlicher Inhalt</b>	Ökologie: Artenvielfalt, Wechselbeziehungen zwischen Organismen, Einfluss von Umweltfaktoren
<b>Naturwissenschaftliches Vorwissen</b>	abiotische und biotische Umweltfaktoren
<b>Mathematische Kompetenzen</b>	Modellieren
<b>Mathematischer Inhalt</b>	Anwenden von Wahrscheinlichkeitsrechnungen Modellieren
<b>Mathematisches Vorwissen</b>	Konzept des Zufalls: Erfolg/ Gesamtzahl der Versuche (Vasen-Modell)
<b>Benötigte NWA- Stunden</b>	mindestens 2 (+ Einstieg in die Thematik + Rückgriff auf die Einstiegsfrage)
<b>Benötigte Mathematik Unterrichtsstunden</b>	mindestens 2
<b>Altersstufe</b>	14-16- jährige Einige Biologieaufgaben, insbesondere die praktischen und kleinschrittigeren sind durchaus auch für jüngere und schwächere Schüler geeignet, während einige Mathematikaufgaben zum Teil anspruchsvoller und eher für ältere Schüler geeignet sind. Dies sollte nicht als ein Widerspruch gesehen werden, sondern als Möglichkeit und Angebot zu innerer Differenzierung bzw. zur Wiederholung in höheren Jahrgängen.
<b>Bezug zum Bildungsplan - Mathematik (Baden-Württemberg)</b>	<i>Leitidee Funktionaler Zusammenhang</i> (Klasse 8/10), <i>Leitidee Daten und Zufall</i> (Klasse 10): Die Schülerinnen und Schüler können Wahrscheinlichkeitsaussagen verstehen; Wahrscheinlichkeiten bestimmen
<b>Bezug zum Bildungsplan – NWA (Baden-Württemberg)</b>	Ökologisch verantwortlich handeln (ab Klasse 7 mit Vertiefungen in höheren Jahrgängen)

## 1. Übergeordnete Themen

- Ökologie: Organismus-Umwelt-Beziehungen am Beispiel von Wasservögeln
- Internationales Jahr der Artenvielfalt 2010
- Artenvielfalt verstehen, vergleichen und berechnen

## 2. Die Situation

Die Vereinten Nationen haben 2010 zum "Internationalen Jahr der Artenvielfalt" erklärt, um auf den weltweit akut drohenden Verlust der biologischen Vielfalt von Tieren und Pflanzen aufmerksam zu machen. Nach Schätzungen sterben täglich 130 Arten aus. Die Sicherung der biologischen Vielfalt gehört zu den großen Nachhaltigkeits-Herausforderungen des 21. Jahrhunderts.

Doch wozu muss und wie kann biologische Vielfalt erhalten werden? Dazu muss geklärt werden, wie biologische Vielfalt definiert und erfasst werden kann. Gibt es ein Maß für biologische Vielfalt? Diese inzwischen nicht nur naturwissenschaftlichen, sondern auch global-politischen Fragen befinden sich – stark umstritten – in einem Spannungsfeld zwischen Ökologie, Ökonomie, Gesellschaft, Politik, Kultur und Wissenschaft.

Mögliche Ursachen für Veränderungen der Biodiversität lassen sich auch am Beispiel von Populationsentwicklungen in Europa beobachten und untersuchen:

Sovon<sup>1</sup> organisiert diese Vogelzählungen, um nachzuvollziehen, welche Vögel in den Niederlanden brüten, wo sie dies tun sowie wie viele es von ihnen sind. Sovon veröffentlicht die Ergebnisse der Zählungen über Exceltabellen im Internet. So sind die Vogelzähler von Sovon über den Anstieg der Grauganspopulation beunruhigt, da sie befürchten, dass dies die biologische Vielfalt, vor allem aber Artenvielfalt der Wasservögel gefährdet. Die Anzahl der brütenden Graugänse in den Niederlanden nimmt stetig zu, während die Bestandszahlen anderer Wasservogelarten abnehmen oder stagnieren. Es liegt nahe hier einen Zusammenhang zwischen den gegenläufigen Populationsentwicklungen zu sehen.

Dieses Beispiel aus den Niederlanden kann dazu genutzt werden, um mit den Schülerinnen und Schülern über die Begriffe der biologischen Vielfalt und Artenvielfalt zu reflektieren und zu untersuchen, welche Bedeutung Artenvielfalt in einem funktionierenden Ökosystem aber auch für den Menschen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung hat.

Ein ähnliches Beispiel aus Deutschland – hier geht es um Kanadagänse:

---

<sup>1</sup> Eine niederländische Vogelschutzorganisation, welche die Entwicklung von Populationen überwacht, dokumentiert und auswertet.

Essen, 13.08.2010, Von Martin Spletter

## Gute Gänse, böse Gänse

**Immer mehr Kanada-Gänse lassen sich in Essen nieder. Das liegt auch daran, dass die Ruhr viel sauberer ist als früher. Inzwischen darf man die Gänse - zu bestimmten Zeiten - jagen: Denn sie verdrängen andere Tier-Arten**

Die Zahl der wilden Kanada-Gänse, die sich in Essen niedergelassen haben, ist so hoch wie nie zuvor. Auf etwa 250 bis 300 Tiere schätzt Dieter Rogoll (51) die aktuelle Zahl der Population. Rogoll ist als "bestätigter Jagdaufseher" für Ruhrverband und Stadt aktiv. Die Tiere lebten am Baldeneysee, in den Naturschutzgebieten rund um die Wassergewinnungsanlagen der Ruhrhalbinsel sowie am Borbecker Schlosspark und am Schloss Hugenpoet in Kettwig. Vereinzelt sollen sie sogar auch am Rhein-Herne-Kanal gesehen worden sein. Rogoll: "Das werden immer mehr." Am Niederrhein und in Duisburg spricht man mittlerweile schon von einer Plage - der Kot ist das Hauptproblem. "Was Wildgänse hinterlassen, ist in der Menge vergleichbar mit dem, was ein mittelgroßer Hund hinterlässt", erklärt Rogoll. In Essen seien jedoch noch keine Beschwerden aufgetaucht. Das bestätigt auch Dr. Wolfgang Lotz, Leiter des städtischen Veterinäramts: "Uns liegen keine Hinweise vor." Seit etwa zwölf Jahren würden Kanada-Gänse zunehmend in Essen heimisch. "Von Skandinavien sind sie auf ihrem Weg nach Süden einfach hiergeblieben", erklärt Jagdaufseher Rogoll. "Hier sind ideale Bedingungen, seit das Wasser der Ruhr sauberer geworden ist." Die Gans brauche viel Platz, Wasser und Wiesen. Von Gras ernähre sie sich hauptsächlich. Und in den Naturschutzgebieten der Ruhrauen könnten die Gänse ungestört leben. Menschen und Hunde kommen dort nicht hin. Die Gänse hätten sich so rasant ausgebreitet, dass sie mittlerweile andere Tierarten verdrängten - Bless- und Teichhühner zum Beispiel. Oder: "Enten leiden besonders", sagt Rogoll. "Wo Sie früher 20 sahen, sind heute noch fünf." Seit dem vergangenen Jahr dürfen Kanadagänse deshalb in der Jagdzeit geschossen werden. Die Jagdzeit am Baldeneysee, einem offiziellen Jagdbezirk des Ruhrverbands, dauert von November bis Mitte Januar. "In der letzten Jagdzeit wurden gut 100 Gänse geschossen", erinnert sich Rogoll. Ein ausgewachsene Arktische Gans, die größte aller Gänse, bringe gut und gern sieben Kilo Lebendgewicht auf die Waage - da werden an Weihnachten alle satt. Eine Gans kann bis zu 15 Jahre alt werden. Geschlechtsreif wird sie ab dem zweiten Lebensjahr. Ein Gänsepaar bringt pro Jahr etwa fünf bis acht Junge auf die Welt. Übrigens: "Im Unterschied zu Enten leben Gänse monogam", berichtet Rogoll.

Quelle: <http://www.derwesten.de/staedte/essen/Gute-Gaense-boese-Gaense-id1426830.html>

### 2.1 Übergeordnete Fragestellungen

- Ist durch die Zunahme der Grauganspopulation die Artenvielfalt der Wasservögel in den Niederlanden gefährdet?
- Was bedeuten die Begriffe Biodiversität und Artenvielfalt?
- Wie äußern sie sich, worin liegt ihr Wert und ihre Bedeutung?
- Wie kann man den Begriff der Artenvielfalt mathematisch beschreiben und welche Vorteile hat das?
- Wie verändert sich die Artenvielfalt von Wasservögeln in den Niederlanden (Europa, Deutschland?) und welche Rolle spielt dabei das Anwachsen der Grauganspopulation?

### 2.2 Kompetenzen, die die Schüler erwerben

Die vorliegende Unterrichteinheit lässt Differenzierungen für unterschiedliche Leistungsniveaus zu und weist enge Bezüge zu den Bildungsplänen der Werkrealschule und der Realschule Baden-Württembergs auf. Sie leistet einen Beitrag zur naturwissenschaftlichen Grundbildung, indem die Schüler sich mit ökologischen Problemstellungen auseinandersetzen und daraus analytische Fragestellungen ableiten. Dies

führt zu Hypothesen und Lösungsansätzen, die sie systematisch überprüfen können. Die Ergebnisse dieses Prozesses werden selbstständig ausgewertet und können zu konstruktiven Lösungen einer praktischen Problemstellung herangezogen werden.

- Die Schüler können die Begriffe Biodiversität und Artenvielfalt erklären.
- Sie nehmen Wechselbeziehungen in der Natur wahr und können sie deuten.
- Sie können ökologische Zusammenhänge erkennen und die Notwendigkeit der Erhaltung Artenvielfalt begründen sowie Faktoren benennen, die die Artenvielfalt gefährden.
- Die Schüler können Daten aus einer Tabelle in einen Graphen umwandeln und dazu das Programm Excel nutzen.
- Sie können anhand von Diagrammen begründete Vermutungen zu Ursache-Wirkungsbeziehungen zwischen den Bestandsentwicklungen der Wasservögel, aber auch anderen Umwelteinflüssen aufstellen und überprüfen.
- Die Schülerinnen und Schüler können Informationen sammeln und Daten auswerten unter Verwendung von Fachsprache, Diagrammen, Tabellen, Gleichungen, Graphiken, Funktionen, Texten;
- Die Schüler können mit Hilfe ihres Fachwissens und ihrer Arbeitsergebnisse Stellung nehmen zu einer ökologischen Fragestellung und ihre Position begründen.
- Die Schüler wissen, dass der Grundgedanke des Maßes an Artenvielfalt die Möglichkeit ist, dass sich zwei Tiere derselben Art in einem bestimmten Gebiet treffen.
- Die Schüler erlangen Einsicht in die Funktion eines ‚objektiven/ mathematischen‘ Maßes der Artenvielfalt. Sie erkennen die Vorteile eines solchen Maßes, aber auch die Grenzen.

### 2.3 Benötigte Materialien

- Zugang zum Computer für die Internetrecherche und ggf. für das Arbeiten mit Excel.
- Verschiedenfarbige, gleichgroße Kugeln für die Wahrscheinlichkeitsrechnung

### 2.3 Endergebnis

Die Schülerinnen und Schüler schreiben einen Bericht an die Vogelzähler von Sovon und berichten über die Ergebnisse ihrer Analyse. Sie beschreiben das Problem und geben an, wie ernst die Situation ihrer Meinung nach ist. Sie veranschaulichen ihre Beschreibung des Problems mit Schaubildern, Diagrammen und Tabellen und reflektieren sie über den Wert einer Formel im Bezug auf den Artenvielfaltindex.

## 2. Verlauf der Unterrichtseinheit

In der Unterrichtseinheit soll geklärt werden, ob die Zunahme der Population der Graugans in den Niederlanden bedrohlich ist, oder nicht.

Dazu beschäftigen sich die Schüler nach einer Einstiegsphase, in der das Problem zunächst offen diskutiert wird, mit den Begriffen der Biodiversität und der Artenvielfalt. Sie erschließen selbständig die Bedeutung der Begriffe. Sie können aufgrund ihrer Rechercheergebnisse Faktoren benennen, die für den Erhalt der Artenvielfalt eine Bedrohung darstellen und begründen, warum die Erhaltung der Artenvielfalt wichtig ist.

Anschließend werden die Daten zur Graugans und den anderen Wasservögeln graphisch dargestellt. Die graphische Darstellung visualisiert den Anstieg der Grauganspopulation sehr deutlich.

Die Schüler stellen anhand der graphischen Darstellung begründete Vermutungen über die Ursachen und die Folgen der Populationsentwicklung der Graugänse sowie der weiteren Wasservögel an und diskutieren über mögliche Zusammenhänge der Bestandsentwicklungen der Tiere. Sie gehen in Kleingruppen ihren Hypothesen nach und überprüfen sie anhand von Daten, die sie im Rahmen einer weiteren gelenkten Internetrecherche gewinnen. Die eigene Datenrecherche ermöglicht es den Schülerinnen und Schülern auch, Vergleiche mit aktuellen Daten aus Deutschland aber auch regionalen Daten zu ziehen.

Anschließend setzen sich die Schüler mit der Bedeutung ihrer Daten für den Erhalt der Artenvielfalt auseinander und suchen nach einem Maß für die Artenvielfalt: Sie sehen, dass man dafür die Wahrscheinlichkeit nehmen kann, mit der man zwei Tiere „zieht“, die der gleichen Art angehören.

Ältere oder besonders leistungsstarke Schülergruppen lernen Formeln zur Berechnung der Artenvielfalt kennen und können ihren Nutzen kritisch bewerten.

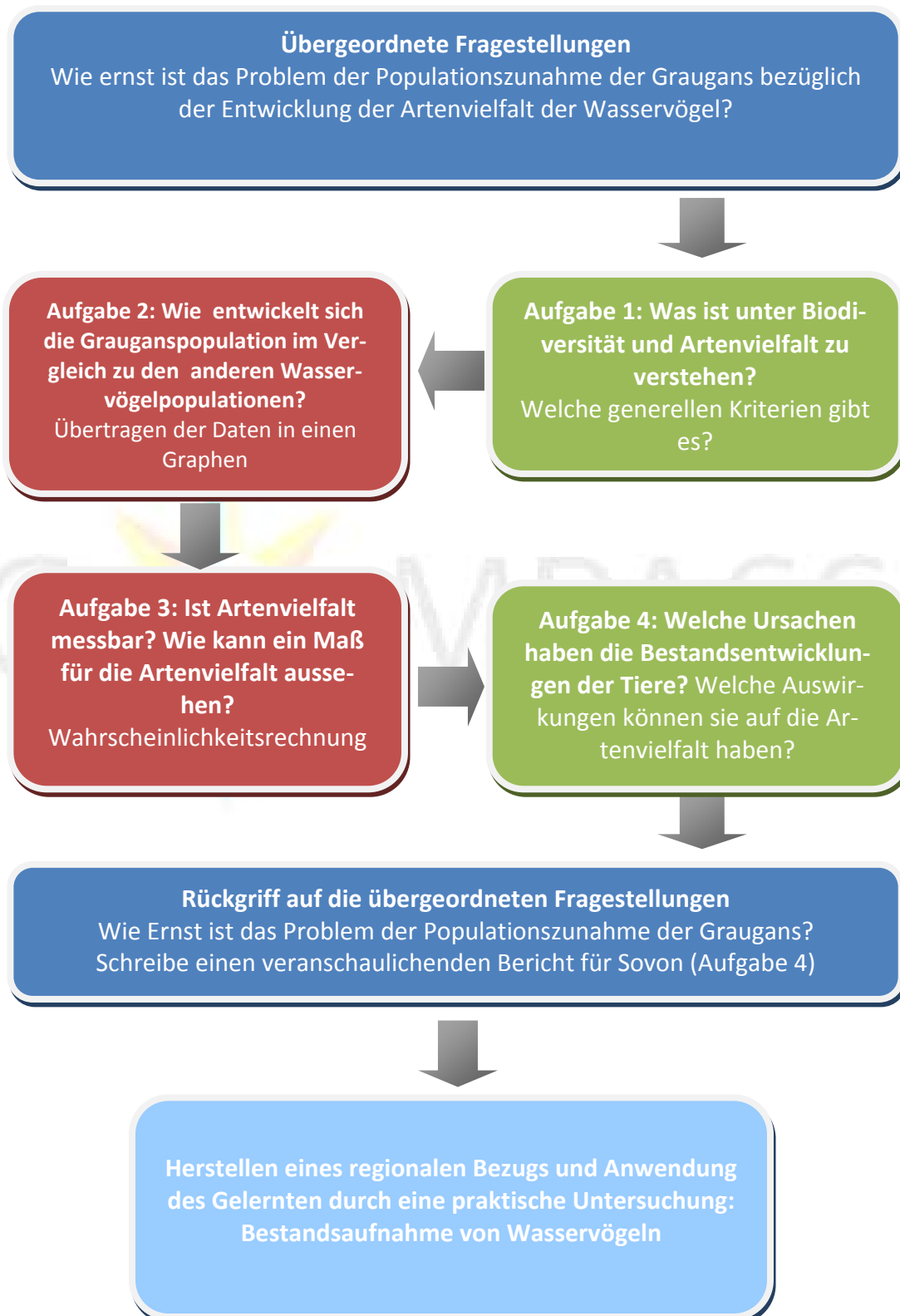
Zum Schluss blicken die Schüler zurück: haben wir unser Ziel erreicht und haben wir herausgefunden, ob der Populationsanstieg der Graugans tatsächlich beunruhigend ist?

Die Aufgabe wird abgeschlossen, in dem die Schüler einen Bericht über ihre Ergebnisse für Sovon verfassen. Als Variante könnten die Schüler anstelle des Berichts auch ein Poster erstellen, mit dem die unterschiedlichen Ergebnisse der Klasse verglichen werden können.

In der Klasse kann eine Diskussion geführt werden, in der Unterschiede und Gemeinsamkeiten der verschiedenen Ergebnisse der Schüler besprochen werden.

Im projektorientierten Unterricht können anschließend die erworbenen Kenntnisse angewendet werden: Es werden Artenaufnahmen und Zählungen von Wasservögeln am heimischen Gewässer durchgeführt und ausgewertet.

## 4. Das Flussdiagramm



## 5. Die Unterrichtseinheit

### 5.1 Der Ablaufplan

Lektion	Biologie	Mathematik
1	<b>Einstieg in die Aufgabe:</b> Gefährdet die Grauganspopulation die Artenvielfalt der Wasservögel?	
2	<b>Aufgabe 1: Was ist Biodiversität?</b> Unterschiedliche Eigenschaften der Biodiversität.	
3		<b>Aufgabe 2: Wie verläuft der Anstieg der Grauganspopulation im Vergleich zu den anderen Wasservögelpopulationen?</b> Zeichnen eines Diagramms, mit Excel oder per Hand
4	<b>Aufgabe 4: Welche Ursachen haben die Bestandsentwicklungen der Tiere?</b> Welche Auswirkungen können sie auf die Artenvielfalt haben?	<b>Aufgabe 3: Wie kann ein Maß für die Artenvielfalt aussehen?</b> Wahrscheinlichkeitsrechnung
5	<b>Rückgriff auf die Ausgangsfrage:</b> Gefährdet die Grauganspopulation die Artenvielfalt der Wasservögel? <b>Aufgabe 4: Bericht</b> Schreibe einen Bericht über die Entwicklung der Artenvielfalt in den letzten zehn Jahren. Begründe, ob die Zunahme der Graugans wirklich beunruhigend ist.	
6	<b>Vorschlag für die Praxis: Bestandsaufnahme von Wasservögeln</b> Herstellen eines regionalen Bezugs und Anwendung des Gelernten durch eine praktische Untersuchung	



## 5.2 Beschreibung der Lerneinheiten

### 1. Einstieg: Gefährdet die Grauganspopulation die Artenvielfalt der Wasservögel?

---

#### Ziele

- Die Schüler formulieren Vermutungen über die Bedeutung der Bestandsentwicklung der Graugänse für die biologische Vielfalt bzw. Artenvielfalt.
- Sie können Vermutungen über die Ursachen der Bestandsentwicklungen einiger Wasservögel aufstellen und begründen.
- Die Schüler erkennen, dass sie weitere Informationen benötigen, um ihre Fragen zu beantworten und beraten über ihr weiteres Vorgehen.

#### Beschreibung der Lerneinheit

Zu Beginn des Unterrichts oder des Projektes wird der Kurzbericht von den Vogelkundlern von Sovon (Arbeitsblatt „Ist die Zunahme der Graugänse eine Gefahr für die biologische Vielfalt?“) mit der Tabelle zu den Bestandsentwicklungen einiger Wasservogelarten im Unterricht präsentiert und im Hinblick auf die zentrale Fragestellung diskutiert. Durch die Fotos lernen die Schüler die Vögel gleich kennen. Es sollte darauf hingewiesen werden, dass diese nicht nur in den Niederlanden, sondern auch in ihrer Nähe angetroffen werden können. Die Diskussion hilft den Schülern, sich in die Thematik einzudenken und mit ihr vertraut zu werden. Sie können hier frei ihre Meinung äußern. Instinktiv wird ein Rückgang der Artenvielfalt mit einer schrumpfenden Zahl der Arten in Verbindung gebracht. Aber kann eine Zunahme einer bestimmten Art den Rückgang der Artenvielfalt zur Folge haben?

Aufgrund der Daten in der Tabelle werden einige Schüler möglicherweise einen Zusammenhang zwischen dem Anstieg der Grauganspopulation und dem Stagnieren bzw. Abfallen der anderen Wasservogelpopulationen vermuten, aber auch auf ganz andere Vermutungen aber auch Fragen kommen, da der Impuls nur wenige Informationen enthält. Es sollte herausgearbeitet werden, dass mehr Informationen benötigt werden, um die Einstiegsfrage fundiert zu beantworten.

Mögliche Fragen, die in der Diskussion aufkommen sollten, sind:

1. Ist die Sorge der Vogelkundler angesichts der Zahlen überhaupt gerechtfertigt?
2. Was bedeutet „Biologische Vielfalt“, Biodiversität und Artenvielfalt?
3. Warum ist Biologische Vielfalt/ Artenvielfalt überhaupt wichtig?
4. Wodurch wird Artenvielfalt gefährdet?
5. Wie lässt sich Artenvielfalt messen / feststellen?
6. Können einzelne Arten die Artenvielfalt gefährden?
7. Kann das die Zunahme der Graugänse zu einer Abnahme anderer Wasservögel führen?
8. Welche weiteren Ursachen könnte es geben für die starke Zunahme und das Stagnieren bzw. die Abnahme der anderen Wasservögel?

...

Zunächst müssen also die Begriffe der Biodiversität bzw. biologischen Vielfalt und der Artenvielfalt geklärt werden, bevor die Einstiegsfrage weiter untersucht werden kann.

Projektunterricht: Im projektorientierten Unterricht sollte ein Brainstorming oder ein Mind Mapping erfolgen, wie man die Situation systematischer untersuchen kann, mit Hilfe der Mathematik und der Biologie. Hier sollte sich die Lehrkraft zunächst zurückhalten und die Kommentare der Schülerinnen und Schüler nur an der Tafel sammeln. Das im Flussdiagramm vorgeschlagene Vorgehen kann im Projektunterricht entsprechend der Vorschläge der Schüler variiert, umstrukturiert und erweitert werden.

Folgend wird beschrieben wie in jedem Fach separat mit dem Thema umgegangen werden kann. Es ist wichtig, dass beide, der Biologie-Lehrer und der Mathematik-Lehrer, die Verbindung zum jeweils anderen Fach explizit hervorheben. Während der gesamten Unterrichtseinheit ist es entscheidend den Schü-



lern möglichst viel Unabhängigkeit zu geben und sie nicht durch jeden Schritt zu führen. Die Schüler können Arbeitsaufgaben sehr kreativ begegnen, wenn man an sie glaubt.

***Ist die Zunahme der Graugänse eine Gefahr für die biologische Vielfalt?***

Vogelzählungen haben gezeigt, dass die Anzahl der brütenden Graugänse in den Niederlanden stetig zunimmt. Diese Vogelzählungen wurden von einer niederländisch-ländischen Vogelschutzorganisation, Sovon, durchgeführt. Es geht darum, nachzuvollziehen welche Vögel in den Niederlanden brüten und in welcher Anzahl sie wo vorkommen. Sovon veröffentlicht die Ergebnisse der Zählungen in Tabellen im Internet. Unten aufgeführt ist ein Auszug einer solchen Tabelle. Die Vogelzähler von Sovon sind über den Anstieg der Grauganspopulation beunruhigt, da sie befürchten, dass dies die biologische Vielfalt, vor allem aber Artenvielfalt der Wasservögel gefährdet.



Graugans (*Anser anser*)

Quelle: Andreas Trepte, [www.photo-natur.de](http://www.photo-natur.de)

(Niederlande) Name	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Zwergtaucher	274	247	336	704	815	825	948	844	815	1134	1036
Haubentaucher	10788	12319	11299	11680	10996	10524	11626	10617	9080	10050	9494
Höckerschwan	4786	5551	6646	8125	9025	10150	10853	11056	11393	10771	11457
Graugans	39273	47714	53448	67675	76547	87425	101680	100901	110316	114651	119559

Quelle: Network Ecological Monitoring, SOVON, RWS & CBS, [www.sovon.nl](http://www.sovon.nl)



Haubentaucher



Zwergtaucher



Höckerschwan

## Biologie – Aufgabe 1: Was ist Artenvielfalt?

### Ziele

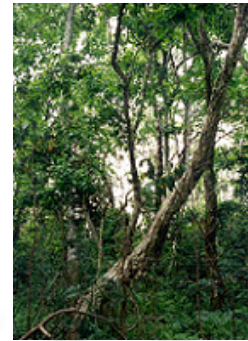
- Die Schüler können die Begriffe Biodiversität und Artenvielfalt erklären.
- Sie können die Notwendigkeit der Erhaltung Artenvielfalt begründen.
- Sie können Faktoren benennen, die die Artenvielfalt gefährden.

### Beschreibung der Lerneinheit

Die Schüler machen sich mit den Begriffen der Biodiversität (biologische Vielfalt) und Artenvielfalt vertraut. Die folgenden Aufgaben und Arbeitsanregungen können den Schülern helfen, sich den Begriffen zu nähern und sie zu verstehen, sie aber auch vertiefend zu beleuchten:



1. Was kannst Du über die Vielfalt der Pflanzen in diesen Photos aussagen?



2. Überlege, inwiefern die Fotos die Vielfalt des Lebens auf der Erde zeigen.

3. Durch Bilder ist es schwierig eine Aussage über die Artenvielfalt von Tieren oder Pflanzen zu treffen. Wie könnte man Artenvielfalt, im Falle von Vögeln messen und untersuchen?

Der Sinn dieser Fragen ist es, die Schüler anzuregen, Kriterien und Maße für die Artenvielfalt zu finden, und so die spätere Einführung eines mathematischen Maßes vorzubereiten.

Die Schüler können auch gebeten werden Photos von Gärten, Parks, usw. zu machen, um diese als Ausgangspunkt für folgende Aufgabe zu verwenden:



Ordnet die Bilder und entwickelt Kriterien zur Einteilung hinsichtlich Artenvielfalt.

Folgende Kriterien können (je nach Leistungsniveau und Lernstand) angesprochen werden:

- Anzahl verschiedener Tier- und Pflanzenarten auf einer bestimmten Fläche
- Vielfalt durch die ständige Veränderung von Ökosystemen (Landschaften)
- Anzahl verschiedenartiger Biotope / Landschaften / Ökosysteme auf einer bestimmten Fläche
- Genetische Vielfalt einer Population

Je nach Lernstand der Schüler kann die Vielfalt auf unterschiedlichen Systemebenen bzw. unterschiedlicher Systemausschnitte bewusst gemacht werden: Gene, Arten, Biotope, Landschaften, Ökosysteme, ... Diese können auch ein Maß für die Biodiversität darstellen (beispielsweise Variabilität der Gene in einer Population von Graugänsen, Anzahl der Wasservogelarten in einem Gebiet..., Indikatorarten für Artenvielfalt bzw. Nachhaltigkeit)

Die Ergebnisse der Überlegungen der Schüler sollten vorgestellt und diskutiert werden. Die Diskussion sollte dazu genutzt werden, eine Definition der Begriffe Biodiversität und Artenvielfalt zu finden. Diese kann z. B. so aussehen;

### **Biodiversität (Biologische Vielfalt)**

Unter "Biodiversität" bzw. "biologischer Vielfalt" versteht man die Vielfalt des Lebens auf der Erde. Man unterscheidet drei Ebenen:

- die genetische Vielfalt innerhalb einer Art, (z.B. Unterarten, Sorten und Rassen).
- die Artenvielfalt (Arten von Tieren, Pflanzen, Pilzen, Bakterien)
- die Vielfalt der Ökosysteme (z.B. Wald oder Gewässer)

Biodiversität bezeichnet also die Gesamtheit der Gene, Arten und Ökosysteme die in einer Region vorkommen.

### **Artenvielfalt**

Die Artenvielfalt ist ein Teil der Biodiversität. Sie ist ein Maß für die Vielfalt der Arten innerhalb eines Lebensraumes oder geographischen Gebietes.



#### **Alternative für leistungsschwächere Schüler:**

Unter Biodiversität versteht man die Vielfalt des Lebens auf der Erde. Dazu gehört die Vielfalt der Erbanlagen innerhalb einer Art, die Vielfalt der Arten und die Vielfalt der Ökosysteme (z.B. Wald oder Gewässer)

Die Artenvielfalt ist ein Maß für die Vielfalt der Arten innerhalb eines Lebensraumes oder geographischen Gebietes.

**Erweiterung:** Mit Hilfe dieser Definition von Biodiversität können die Fotos durch die Schüler nach der Vielfalt des Lebens innerhalb der drei Ebenen genetische Vielfalt, Artenvielfalt und Vielfalt der Ökosysteme angeordnet werden.

Alternativen: Im Projektunterricht mit älteren Schülern können diese die Begriffe auch selbstständig recherchieren:



#### **Alternativer Arbeitsauftrag:**

Führe eine Recherche im Internet, in Büchern etc. durch:

Was ist Biodiversität?

Was ist Artenvielfalt?

Wie kann die Artenvielfalt zu- oder abnehmen?

Warum sollte die Artenvielfalt erhalten werden?

Findest du ähnliche Daten wie die zum Wachstum der Graugans aus Deutschland?  
Berichte über die Artenvielfalt der Wasservögel und ggf. ihre Entwicklung in Deutschland.

In einem weiteren Schritt beziehen die Schüler die Bedeutung der Artenvielfalt auf die Vielfalt der Wasservögel in den Niederlanden. Sie sollen Argumente finden, warum es wichtig ist, die Artenvielfalt dort zu erhalten. Dabei können ihnen folgende Informationen helfen:

### Artenvielfalt – wozu?

Artenvielfalt ist zum Beispiel für die Landwirtschaft von zentraler Bedeutung: verschiedenste Mikroorganismen (Kleinstlebewesen im Boden) sorgen für gesunde Bodenstrukturen, Insekten verschiedener Arten befruchten unsere Nutzpflanzen und die genetische Vielfalt der Pflanzen bereichert unsere Nahrung.

⇒ Findest du weitere Argumente für den Erhalt der Artenvielfalt?

### Die Nietenhypothese und die Passagierhypothese

Die Artenvielfalt ermöglicht es Ökosystemen, sich verändernden Umweltbedingungen, wie dem Klimawandel, anzupassen. Was bedeutet das?

Erklärung: In einem "Raumschiff Erde" können wir uns die Millionen Arten der Tiere, Pflanzen und Mikroben vorstellen als

- **Nieten und Schrauben**, die das Raumschiff zusammenhalten, oder als
- **Passagiere**, die nur mitfahren und für den Flug eigentlich keine Funktion haben.

Für die Anhänger der letzteren Hypothese gilt, dass die "Maschine" auch ohne die **Passagiere** weiter "fliegen" würde, selbst wenn nur mehr der Pilot an Bord ist, und vielleicht einige Kühe, Schweine und Hühner als Proviant. Artenschutz wäre also ein **überflüssiger Luxus**.

Solange wir allerdings nicht genug wissen über das Funktionieren von Ökosystemen, die Rolle der abermillionen Arten, ist das eine **gefährliche Haltung**. Wir sind besser beraten, anzunehmen, dass zum Zusammenhalt des Raumschiffes Erde **alle Schrauben gebraucht** werden, und wir auf jede einzelne achten sollten, auch wenn wir (noch) nicht wissen, was sie genau zum Ganzen beitragen.

### Hintergrundinformationen

**Biodiversität** oder **biologische Vielfalt** bezeichnet gemäß dem Übereinkommen über biologische Vielfalt (CBD) "die Variabilität unter lebenden Organismen jeglicher Herkunft, darunter Land-, Meeres- und sonstige aquatische Ökosysteme und die ökologischen Komplexe, zu denen sie gehören. Dies umfasst die Vielfalt innerhalb der Arten und zwischen den Arten und die Vielfalt der Ökosysteme"<sup>1</sup> Bestandteil der Biodiversität soll also neben der **Artenvielfalt** die **genetische Vielfalt** und die **Vielfalt von Ökosystemen** sein. Sie bezieht sich entsprechend auf alle Aspekte der Vielfalt in der lebendigen Welt. Die von der Biodiversität bereitgestellten Leistungen sind eine Grundlage für das menschliche Wohlergehen, weshalb ihre Erhaltung von besonderem Interesse ist. Vielfach treffen die Folgen einer abnehmenden Biodiversität als erstes arme ländliche Bevölkerungsteile der Erde, da diese häufig unmittelbar von Ökosystemdienstleistungen abhängig und Substitute für sie nicht zugänglich oder erschwinglich sind.

Die Biodiversität einer Region umfasst verschiedene Ebenen (Stufen) der Vielfalt, die wie folgt gegliedert werden können:

1. genetische Diversität – einerseits die genetische Vielfalt aller Gene innerhalb einer Art (= Genetische Variabilität), andererseits die gesamte genetische Vielfalt einer Biozönose oder eines Ökosystems;
2. Artendiversität – die Vielzahl an Arten in einem Ökosystem;
3. Ökosystem-Diversität – die Vielfalt an Lebensräumen und Ökosystemen;
4. Funktionale Biodiversität – die Vielfalt realisierter ökologischer Funktionen und Prozesse im Ökosystem (zum Beispiel Stoffabbau-Kapazitäten).

### Artenvielfalt

Umgangssprachlich versteht man unter Artenvielfalt meist vereinfacht die Gesamtzahl an Arten, die in einem Gebiet vorkommen. Doch auch die relative Zahl ist von Bedeutung und wird mathematisch erfasst: Wenn in einer Region gerade eine Art außerordentlich häufig ist, die Mehrzahl der übrigen Arten aber nur noch vereinzelt vorkommen, bezeichnet man die Artenvielfalt als kleiner, als wenn alle Arten in etwa gleicher Häufigkeit auftreten. Artenvielfalt ist demzufolge eine statistische Größe, die sich aus der Informationstheorie ableitet und die relative Häufigkeit der Arten berücksichtigt, also die Wahrscheinlichkeit des Antreffens einer bestimmten Art.

Quellen: Bundeszentrale für politische Bildung

[http://www.bpb.de/themen/LBOEF1,1,0,Artenvielfalt%3A Bedeutung und Begriffskl%E4rung.html](http://www.bpb.de/themen/LBOEF1,1,0,Artenvielfalt%3A+Bedeutung+und+Begriffskl%E4rung.html),

<http://de.wikipedia.org/wiki/Biodiversit%C3%A4t>





## Mathematik – Aufgabe 2: Wie verläuft die Entwicklung der Vögelpopulationen?

### Ziele

- Die Schüler können Daten aus einer Tabelle in einen Graphen umwandeln.
- Sie können dazu das Programm Excel nutzen.
- Sie sind in der Lage, das entstandene Diagramm zu beschreiben.
- Sie ziehen erste Folgerungen aus der Darstellung und können erste Hypothesen zu Ursache-Wirkungsbeziehungen zwischen den Bestandsentwicklungen der Wasservögel, aber auch zu anderen Umwelteinflüssen auf die Zahlen der Vögel aufzustellen.

### Beschreibung der Lerneinheit

In der vorherigen Lerneinheit haben sich die Schüler dem Begriff der Artenvielfalt auseinander gesetzt. Um die Frage näher zu beantworten, welche möglichen Ursachen aber auch Konsequenzen es haben kann, wenn die Population der Graugänse stärker wächst als die anderer Wasservögel und vor allem, die Aussagen zu quantifizieren, kommt die Mathematik ins Spiel. Die Aufgabe der Schüler soll es nun sein, die Daten zu visualisieren.



#### Aufgaben

Welche Konsequenzen hat das Populationswachstum der Graugans für die Artenvielfalt der Wasservögel in den Niederlanden?

Stelle zur Beantwortung die Ergebnisse der Vögelzählungen von Sovon graphisch dar. Nutze dazu die unteren angeführte oder die Tabelle von Sovon (gehe auf <http://www.sovon.nl/default.asp?id=767> und klicke auf die Tabelle „Watervogels“ (auf Niederländisch)).

(Niederl.) Name	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Dodaans (Zwergtaucher)	274	247	336	704	815	825	948	844	815	1134	1036
Fuut (Haubentaucher)	10788	12319	11299	11680	10996	10524	11626	10617	9080	10050	9494
Knobbelzwaan (Höckerschwan)	4786	5551	6646	8125	9025	10150	10853	11056	11393	10771	11457
Grauwe Gans (Graugans)	39273	47714	53448	67675	76547	87425	101680	100901	110316	114651	119559

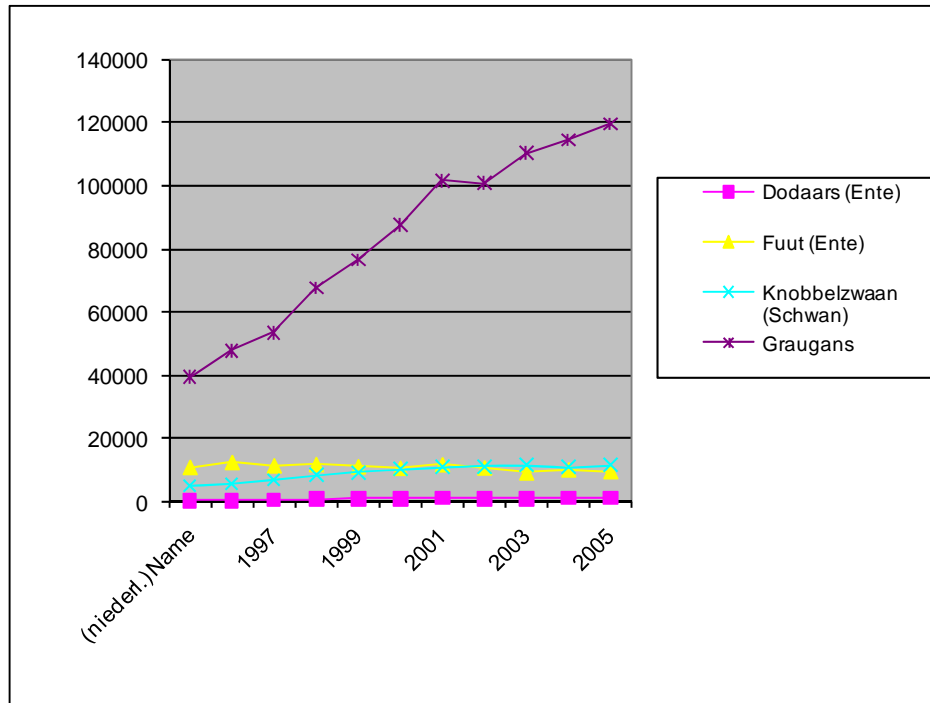


1. Zeichne ein Diagramm, basierend auf den Wasservogel-Zählungen von Sovon. Nutze deren Zahlenwerte oder die obige Tabelle-  
<http://www.sovon.nl/default.asp?id=767> und klicke auf die „watervogels“ Tabelle (in niederländisch).

2. Was kannst du über die Zunahme der Graugans im Vergleich zu der Entwicklung der anderen Arten sagen?

Die Schülerinnen und Schüler können diese Aufgabe entweder mit einem Tabellenkalkulationsprogramm (z.B. Excel) oder auch mit Bleistift und Papier bearbeiten. Im Anhang finden Sie ein Informationsblatt, das die Schüler, die schon geringe Vorkenntnisse im Umgang mit Excel haben, in der Nutzung unterstützt.

Eine mögliche Lösung könnte so aussehen:



Die Graphik visualisiert, was die Daten auch zeigen, wenn man genauer hinschaut. Die Population der Graugans steigt erheblich, die von Dodaars (Zwergtaucher) und Knobbelzwaan (Höckerschwan) steigen leicht, die des Fuut (Haubentauchers) geht zurück.

Während die Bestände von Graugans, Zwergtaucher und Schwan möglicherweise weiter steigen ist also damit zu rechnen, dass die Fuut (Haubentaucher) in diesem Bereich – also in den Niederlanden - nicht überleben kann. Passiert das in anderen Lebensbereichen auch, so kann diese Art aussterben. Hier liegt die Folgerung nahe, dass eine Kausalität zwischen dem Zuwachs der Schwäne und Gänse gegenüber dem Haubentaucher besteht.

Die Frage muss nun lauten:



Lässt sich ein solcher vermuteter Zusammenhang wirklich bestätigen?  
Welche weiteren Möglichkeiten gibt es, Ursache-Wirkungsbeziehungen herzustellen?

An dieser Stelle ist es wichtig, die Schüler dazu anzuregen unterschiedliche mögliche Ursache-Wirkungsbeziehungen zur Erklärung der Populationsentwicklungen zu entwickeln. Die systematische Entwicklung von möglichen Wirkungsbeziehungen und deren Überprüfung erfolgt wiederum im Biologieunterricht (Lerneinheit 4). Auf der anderen Seite sollen die Schüler ein Maß kennen lernen, mit dem Artenvielfalt quantifiziert werden kann.



## Mathematik – Aufgabe 3: Wie kann ein Maß für die Artenvielfalt aussehen?

### Ziele

- Die Schüler wissen, dass der Grundgedanke des Maßes an Artenvielfalt die Möglichkeit ist, dass sich zwei Tiere derselben Art in einem bestimmten Gebiet treffen.
- Die Schüler erlangen Einsicht in die Funktion eines ‚objektiven/ mathematischen‘ Maßes der Artenvielfalt. Sie erkennen die Vorteile eines solchen Maßes, aber auch die Grenzen.
- Sie haben eine Vorstellung davon, was die Formel berechnet und wie sich diese Artenvielfalt verändert, wenn ein Eingabewert geändert wird.

### Beschreibung der Lerneinheit

In den folgenden Aufgaben werden verschiedene Formeln angesprochen und über Beispiele deren Anwendung erklärt.



Wenn man verschiedene Gebiete hinsichtlich ihrer Artenvielfalt vergleichen will, reicht es nicht aus, sich die verschiedenen Anzahlen der Arten anzuschauen. Da die absoluten Zahlen unterschiedlich sind, sagt es wenig aus, wenn man sagt, dass in einem Gebiet 10 Arten leben oder 100 Tiere von einer Art. Man benötigt ein Maß für die Artenvielfalt. Im Folgenden soll versucht werden, ein solches Maß zu finden.

Wir schauen uns ein Modell an: Stell dir vor ein einem Gebiet leben 20 Tiere.

1. Stell dir vor das Gebiet wäre sehr artenarm. Wie vielen Arten würden die 20 Tiere dann angehören?
2. Stell dir vor, das Gebiet wäre sehr artenreich. Wie vielen Arten könnten die 20 Tiere dann angehören.
3. Überlege dir weitere mögliche Verteilungen der 20 Tiere auf verschiedene Artenanzahlen.

Wir bauen nun unser Modell weiter aus. Stelle die 20 Tiere durch 20 Kugeln dar. Für jede Art wählst du eine andere Farbe. Wenn also alle Tiere einer Art angehören sollen, sind die Kugeln alle einfarbig. Wenn 5 Tiere einer Art angehören und 15 der anderen, dann kannst du z.B. 5 rote Kugeln und 15 weiße Kugeln nehmen.

4. Stell dir vor 4 Tiere gehören Art A an, 6 Art B und 10 Art C. Stelle dies mit Hilfe von Kugeln dar. Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, 2 Kugeln von einer Farbe zu ziehen?
5. Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, wenn 10 Tiere Art A angehören und 10 Tiere Art B?

Die Wahrscheinlichkeit mit der man zwei gleiche Kugeln (bzw. Tiere gleicher Art) zieht, nimmt man als Maß für die Artenvielfalt. Dieses Maß heißt Simpson-Index.

6. Wie groß kann der Simpson-Index maximal werden? Wann wird dieser Wert erreicht?

Wie verändert sich der Simpson- Index mit zunehmender Artenvielfalt?

### Alternative offene Aufgabe für gute Schüler



Wenn man verschiedene Gebiete hinsichtlich ihrer Artenvielfalt vergleichen will, reicht es nicht aus, sich die verschiedenen Anzahlen der Arten anzuschauen. Da die absoluten Zahlen unterschiedlich sind, sagt es wenig aus, wenn man sagt, dass in einem Gebiet 10 Arten leben oder 100 Tiere von einer Art. Man benötigt ein Maß für die Artenvielfalt. Im Folgenden soll versucht werden, ein solches Maß zu finden.

Wir schauen uns ein Modell an: Stell dir vor ein einem Gebiet leben 20 Tiere.

1. Stell dir vor das Gebiet wäre sehr artenarm. Wie vielen Arten würden die 20 Tiere dann angehören?
2. Stell dir vor, das Gebiet wäre sehr artenreich. Wie vielen Arten könnten die 20 Tiere dann angehören.
3. Überlege dir weitere mögliche Verteilungen der 20 Tiere auf verschiedene Artenanzahlen.

Wie kannst du in diesem Modell die Artenvielfalt quantitativ (in Zahlen) ausdrücken?

Die folgenden Aufgaben bieten die Möglichkeit einer anspruchsvollen vertiefende Auseinandersetzung mit dem Thema aus mathematischer Perspektive für interessierte Schüler der 10. Klasse

#### Hintergrundinformationen zum Simpson-Index

Ein Hinweis auf die Artenvielfalt von Vögeln ist der Simpson-Index. Für diesen Index betrachtet man die Anzahl jeder Vogelart in einer bestimmten Landschaftsart und vergleicht diese zur Gesamtanzahl der Vögel in dieser Landschaft. Dies funktioniert folgendermaßen:

Angenommen, es gibt 10 Arten in einem Gebiet. Von der ersten Art gibt es  $n_1$ , von der zweiten  $n_2$ , ... und von der zehnten  $n_{10}$  Arten.

Die Gesamtzahl der gezählten Vögel ist daher  $N = n_1 + n_2 + \dots + n_{10}$

$$D = \frac{n_1(n_1 - 1) + n_2(n_2 - 1) + \dots + n_{10}(n_{10} - 1)}{N(N - 1)}$$

Der Simpson-Index  $D$  wird folgendermaßen berechnet:

Beispiel: Es gibt drei Arten A, B und C in einer bestimmten Landschaftsart. Diese haben die Anzahlen 2, 3 und 2 für das erste Jahr und 0, 1 und 7 für das darauffolgende Jahr:

Art	Jahr 1	Jahr 2
A	2	0
B	3	1
C	2	7

Daraus folgt:  $D$  für das Jahr 1 ist  $2/42 + 6/42 + 2/42 = 10/42$ .

Der Simpson-Index ist nur ein Beispiels für einen Hinweis auf die Vielfalt von Arten. Es gibt noch viele weitere und viele davon sind sehr kompliziert (siehe folgende Seite als Beispiel:

<http://www.chebucto.ns.nca/Science/SWCS/ZOOBENTH/biotic.html#Biodiversity>).

Der Simpson-Index ist dagegen sehr einfach zu berechnen.

Manche schreiben den Simpson-Index folgendermaßen:  $D = \frac{n_1^2}{N^2} + \frac{n_2^2}{N^2} + \frac{n_3^2}{N^2} + \dots + \frac{n_{10}^2}{N^2}$

Je *kleiner*  $D$  ist, desto *größer* ist die Artenvielfalt. Das kommt daher, dass für eine große Artenvielfalt das Quadrat  $n_i^2$  relativ klein ist verglichen mit  $N^2$ . Deshalb nutzen wir oft  $1 - D$ , und meinen je *größer*  $1 - D$  ist, desto *größer* ist die Vielfalt der Arten.



#### Aufgabe

Berechne den Simpson-Index für die Tabelle über die Wasservögel in den Niederlanden. Wie verändert sich der Index im Laufe der Zeit? Welche Schlüsse kannst du daraus ziehen?

Die Schüler sollen angeregt werden, über den Nutzen einer solchen Formel zu reflektieren:

Ein Vorteil ist die Vergleichbarkeit der Zahlen. Es ist so möglich einen geforderten Standard z.B. für die Länder der EU vorzugeben, der dann eingehalten werden soll. Der Index kann verdeutlichen, dass die Artenvielfalt der Wasservögel in den Niederlanden gefährdet ist. Einige Wasservögel scheinen in ihrem Bestand stark gefährdet zu sein, während andere sich sehr gut vermehren. Der Index kann keine Aussage über ursächliche Zusammenhänge zwischen Bestandsentwicklungen verschiedener Arten machen.

#### Hintergrundinformationen:

Ein weiteres Problem ist, dass sich mit Hilfe eines solchen Diversitätsindex keine Aussage darüber machen lässt, ob der Wert auf einer höheren Artenzahl oder auf der gleichmäßigen Verteilung der Individuen bei einer geringen Artenzahl beruht. Auch lässt sich daraus nicht unbedingt schließen wie hoch die genetische oder ökologische Diversität ist.

Daher werden oft weitere Indices berechnet, um ein umfassendes Bild über die biologische Vielfalt in einem Gebiet zu erhalten. Ein weiteres Maß in der Biodiversitätsforschung ist zum Beispiel der **Shannon Index**, eine mathematische Größe, die die Vielfalt betrachteter Arten beschreibt. Sie berücksichtigt sowohl die Anzahl unterschiedlicher Datenkategorien (z.B. genetische Diversität, Artenzahl) als auch die Abundanz (Anzahl der Individuen/Art). Der standardisierte Shannon-Index wird auch als **Evenness** bezeichnet und ermöglicht die Vergleichbarkeit von Datenpools mit unterschiedlicher Kategorienzahl.

Ein umfassenderer Arbeitsauftrag im Anschluss zur Vertiefung für den projektorientierten Unterricht kann folgendermaßen lauten:



Die Formeln zur Berechnung der Artenvielfalt zeigen nur eine Seite der Medaille. Die Ergebnisse sind zu begrenzt um Maßnahmen zu ergreifen. Zeige deshalb auf, welche weiteren Informationen benötigt werden, oder in welche Richtung zuerst weitere Recherchen unternommen werden müssen um einen besseren Eindruck des Problems in dem von dir ausgewählten Fall zu bekommen.

Ökologische Zusammenhänge, die zum Verständnis des Problems beitragen, können auch durch konkrete Aufgaben in kleineren Schritten im Rahmen der folgenden Lerneinheit erarbeitet werden.

## Biologie – Aufgabe 4: Wie lassen sich die Bestandsveränderungen der Wasservögel erklären?

### Ziele

- Die Schüler können Hypothesen über Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge aufstellen.
- Im Rahmen des Projektunterrichts können sie ihre Hypothesen durch eine Datenrecherche überprüfen.
- Sie können die Umweltansprüche einiger Wasservogelarten beschreiben und vergleichen.
- Sie können den Begriff der zwischenartlichen Konkurrenz anwenden, um die Wechselbeziehungen zwischen Wasservogelarten zu bewerten.

### Beschreibung der Lerneinheit

Anhand der graphischen Darstellung der Populationsentwicklungen aus der vorangegangenen Lerneinheit (Mathematik: Lerneinheit 1 oder 2) stellen die Schüler Hypothesen zu ökologischen Zusammenhängen auf und überprüfen diese mit Hilfe der bereitgestellten Materialien.

Die Vermutung der Vogelkundler von Sovon über den Zusammenhang zwischen den Bestandsentwicklungen der Wasservögel soll an dieser Stelle wieder aufgegriffen und überprüft werden.

Mögliche Hypothesen:

- Die Graugänse nehmen zu und verdrängen die anderen Wasservögel aus ihren Brutgebieten oder stehen mit ihnen in Nahrungskonkurrenz.
- Die Zahl der anderen Wasservögel nimmt durch negative Einflüsse aus der Umwelt ab, so dass der Lebensraum für die Graugänse sich vergrößert und sie sich daher gut vermehren können.
- Die Graugänse reagieren weniger empfindlich auf die Auswirkungen des Klimawandels als die anderen Vögel.
- Es wandern viele Graugänse aus anderen Gebieten Europas ein, da dort ihre Lebensräume zerstört werden.
- Die Graugänse haben sich an die Umweltveränderungen durch den Menschen gewöhnt, während die anderen Wasservögel empfindlicher auf sie reagieren.
- Die Feinde der Haubentaucher und der Zwergtaucher haben sich vermehrt, während der größere Schwan sowie die Graugänse kaum Feinde haben.
- Die Graugänse stehen unter Schutz, die anderen Wasservögel dürfen gejagt werden.

...

Einigen dieser Hypothesen können die Schüler nachgehen, indem sie die nachfolgenden Aufgaben bearbeiten, andere können besser im Projektunterricht überprüft werden, indem die Schüler selbst in Büchern, im Internet oder bei Vogelverbänden recherchieren.



**Die Graugänse nehmen zu und verdrängen die anderen Wasservögel aus ihren Brutgebieten oder stehen mit ihnen in Nahrungskonkurrenz – Stimmt das?**

**Konkurrenz:** Jede Tier- oder Pflanzenart hat ganz spezielle Ansprüche an ihren Lebensraum, es ist zum Beispiel an bestimmte Temperaturen angepasst und be-

nötigt eine bestimmte Nahrung. Bevorzugen 2 Arten die gleichen Umweltbedingungen, so stehen sie in einem Wettbewerb um diese. Beispiel: Nahrungskonkurrenz: verschiedene Arten bevorzugen dieselbe Nahrung oder Beute,  
**Konkurrenzausschluss-Prinzip:** Zwei Arten mit identischen Ansprüchen an die Umwelt können nicht im gleichen Gebiet existieren. Die konkurrenzstärkere Art setzt sich durch, die unterlegene Art wird vollständig ausgelöscht.

**Arbeitsaufträge:**

1. Untersuche, inwiefern die Graugans und die anderen Wasservögel miteinander in Konkurrenz stehen! Vergleiche dazu die Steckbriefe! Genauere Informationen zu den Tieren findest du auch unter: <http://www.dda-web.de/testenv3/index.php?cat=service&subcat=vid>
2. Sind die Vögel auch in Deutschland gefährdet? und Informationen über die Zahl und Verbreitung der Tiere in Deutschland kannst du auch auf dieser Webseite bekommen: <http://www.dda-web.de/testenv3/index.php?cat=service&subcat=vid>
3. Welche anderen Faktoren führen zur Gefährdung der Tiere?
4. Versuche nun die oben stehende Frage zu beantworten!

**Steckbriefe:**

<p><b>1. Graugans:</b>  <b>Größe:</b> 76-89 cm,  <b>Gewicht:</b> etwa 3,5 kg  <b>Brutort:</b> Boden  <b>Wanderungen:</b> Zugvogel; in Familienverbänden, die sich zu größeren Gruppen zusammenschließen können  <b>Nahrung:</b> Gräser, Kräuter, Beeren, Wasserpflanzen, Wurzeln  <b>Eier pro Gelege:</b> 4-9  <b>Brutdauer:</b> 28-29 Tage  <b>Nahrungsaufnahme:</b> vorwiegend an Land, Gräser, Kräuter, mitunter Wasserpflanzen</p>	<p><b>2. Haubentaucher:</b>  <b>Brutzeit:</b> Balz im März, Brutbeginn Ende März bis Mitte April.  <b>Brutort:</b> Nest aus Schilfhalmern, kleinen Ästen und Wasserpflanzen schwimmend im Schilfgürtel,  <b>Gelege:</b> 3-4 Eier, selten bis zu 7.  <b>Brutdauer:</b> 25 bis 31 Tage.  <b>Entwicklungszeit:</b> Jungvögel können sofort schwimmen und tauchen, werden besonders in den ersten 3 Wochen zum Schutz vor Fressfeinden (Hecht) im Rückengefieder der Eltern transportiert.  <b>Wanderungen:</b> Überwiegend Teilzieher, selten Standvogel.  <b>Nahrungsaufnahme:</b> tauchender Jäger auf der Suche nach Fischen und anderen Kleintieren</p>
<p><b>3. Höckerschwan:</b>  <b>Größe (cm):</b> 152  <b>Gewicht (g):</b> 10000-12000  <b>Brutort:</b> Boden  <b>Anzahl Bruten:</b> 1  <b>Gelege (Eier):</b> 5-8  <b>Brutdauer (Tage):</b> 34-38  <b>Nestlingsdauer:</b> 120-150 Tage  <b>Nahrungsaufnahme:</b> Wasserpflanzen, Kleintiere in mittleren Tiefen im Wasser</p>	<p><b>4. Zwergtaucher:</b>  <b>Größe (cm):</b> 27  <b>Gewicht (g):</b> 100-200  <b>Nest:</b> im Schilf  <b>Anzahl Bruten:</b> 2(3)  <b>Gelege (Eier):</b> 4-6  <b>Brutdauer (Tage):</b> 20-21  <b>Nestlingsdauer:</b> 44-48 Tage  <b>Wanderungen:</b> Teilzieher, Wintergast  <b>Nahrungsaufnahme:</b> Insekten, kleine Fische</p>

Die Schüler stellen fest, dass diese Vögel keine direkten Nahrungskonkurrenten sind, da die Nahrungszusammensetzung und der Ort der Nahrungsaufnahme sich unterscheiden. Der Schwan gründelt z.B mit seinem langen Hals in größeren Wassertiefen als kleinere Enten und die Graugans. Die Taucher ernähren sich dagegen von kleinen Fischen. Es könnte eine Nistplatzkonkurrenz nur zwischen Schwan und Graugans geben aber nicht zwischen den Graugänsen und den anderen hier betrachteten Vögeln. Es könnten aber durchaus andere Wasservögel durch die Graugänse verdrängt werden, wenn diese in sehr großer Zahl auftreten. (Ab einer gewissen Populationsgröße wirkt aber auch die innerartliche Konkurrenz bei den Graugänsen bestandsregulierend (Gedrängefaktor)).

Die Schüler vergleichen die Bestandszahlen und die Verbreitung der bisher betrachteten Wasservögel in den Niederlanden mit denen in Deutschland und stellen fest, dass diese derzeit nicht akut gefährdet sind, zumindest aber der Haubentaucher durch die Jagd und eutrophierte Gewässer eine zeitlang sehr selten in Deutschland war. Dies gilt auch für die Graugans und den Zwergtaucher (auch hier anthropogene Ursachen, darunter die Jagd).

Die Daten aus dem Internet legen nahe, dass der Rückgang einiger Wasserpopulationen andere Ursachen als die Graugansvermehrung hat und vor allem anthropogen, also durch den Menschen bedingt ist, während die positive Entwicklung der Grauganspopulationen in Mitteleuropa wahrscheinlich auf den Klimawandel (mildere Winter), ihren Schutzstatus sowie die Ausweisung von Naturschutzgebieten zurückzuführen ist.

#### Hintergrundinformationen: Ursachen für die Bedrohung der Artenvielfalt

Die biologische Vielfalt (z.B. der Wasservögel) ist auf vielfältige Art und Weise durch den Menschen bedroht. Zu den wichtigsten Gefahren gehören:

- Direkte Zerstörung von Lebensräumen (z. B. Bau von Siedlungen und Infrastrukturen, Abholzung, Brandrodung, Tagebau, Entwässerung, bestimmte Fischereipraktiken, industrielle Landwirtschaft)
- Übernutzung und Degradation (z. B. Überweidung, Bodenerosion, Zerschneidung von Lebensräumen, nicht-nachhaltige Brennholznutzung, Pestizideinsatz, Schadstoffeinträge, Gewässerverschmutzung, nicht-nachhaltiger Tourismus/Fremdenverkehr, nicht-nachhaltige Landwirtschaft, nicht-nachhaltige Fischerei und Jagd)
- Nutzungswandel: Die Aufgabe von extensiv genutzten Flächen (z. B. Beweidung) einerseits oder die veränderte Nutzung (Intensivierung z. B. durch Umwandlung von Grünlandnutzung in Ackerbau) andererseits wirken sich oft negativ auf die biologische Vielfalt aus.
- Gebietsfremde Arten: Das bewusste oder unbewusste Freisetzen von Arten außerhalb ihrer natürlichen Verbreitung kann in den neuen Lebensräumen erhebliche Folgen haben (z. B. Kaninchen in Australien, Riesen-Bärenklau in Deutschland)
- Klimawandel: Für die Ökosysteme zu schnelle Veränderungen des Klimas, so dass diese sich nicht anpassen können. Es kann zum Aussterben von isolierten Populationen oder Arten kommen.

Im Projektunterricht können die Schüler mit Hilfe der o.g. Internetquelle auch den Bestand anderer, regional auftretende Vögel untersuchen.

Informationen hinsichtlich der Anzahl von Vögeln in Europa kann man auf <http://www.ebcc.info> gefunden werden; Informationen zu jedem europäischen Land unter:

<http://www.ebcc.info/pecbm.html>. Die Deutsche Webseite: [http://www.dda-web.de/testenv3/index.php?cat=monitoring&subcat=ha\\_alt&subsubcat=programm](http://www.dda-web.de/testenv3/index.php?cat=monitoring&subcat=ha_alt&subsubcat=programm)

## *Abschluss: Rückgriff auf die übergeordneten Fragestellungen*

---

### **Ziele:**

- Die Schüler können schriftlich zu der übergeordneten Frage Stellung nehmen.
- Sie nutzen ihre Arbeitsergebnisse, um ihre Position zu begründen und entwickeln Vorschläge für Maßnahmen zur Kontrolle und zum Schutz der Vielfalt der Wasservögel.

### **Beschreibung der Lerneinheit**

Am Ende dieser fachübergreifenden Unterrichtseinheit sollten beide Lehrer idealerweise zurück zu den übergeordneten Fragen kommen: Ist die Zunahme der Graugans tatsächlich beunruhigend und gefährdet diese die Vielfalt anderer Wasservogelarten? Oder, weiterführend von der Leitfrage:



- Schreibe einen Bericht an Sovon, in dem du die übergeordneten Fragen beantwortest.
- Nutze deine Diagramme und die Berechnungen zur Artenvielfalt, um dein Ergebnis zu begründen. Als Alternative kannst Du auch einen Fall aus Deinem Land auswählen.
- Was kann über diese Angelegenheit im eigenen Land ausgesagt werden?

Die Schüler lernen, dass eine eindeutige Positionierung nicht möglich ist. Zum Beispiel wird es immer Gründe geben, welche die Zunahme der Graugans beunruhigend erscheinen lassen, aber genauso Gründe, welche die Zunahme überhaupt nicht beunruhigend erscheinen lassen. Zumindest aber werden die Schüler feststellen, dass kein entscheidender Einfluss der Zahl der Graugänse auf die Populationen der Zwergtaucher, Haubentaucher und Schwäne nachgewiesen werden kann.

Die Unterrichtseinheit kann nun durch eine Diskussion mit der ganzen Klasse abgeschlossen werden. Einzelne Schüler können ihren Bericht an die Vogelkundler von Sovon vorlesen, so dass er im Plenum diskutiert werden kann. Abschließend stimmen die Schüler über die Berichte ab.



## Ausblick: Anwendung und regionaler Bezug

### Lerneinheit: Mitmachen bei der Wasservogelzählung

Die praktischen Aufgaben sind auch für jüngere Schüler geeignet: Um die gewonnenen Erkenntnisse anzuwenden und einen regionalen Bezug herzustellen, können Wasservogelbeobachtungen und Bestandsaufnahmen an einem örtlichen Binnengewässer vorgenommen werden. Ein Stadtparkteich ist hierzu ebenso geeignet wie der nahegelegene Badensee oder Kanal. Bei Interesse können die Schüler mit ihrem Projekt sogar an den offiziellen Zählungen der Wasservogelarten in Deutschland mitmachen oder ihre Ergebnisse zumindest an den örtlichen Verein der Ornithologen weitergeben und so einen eigenen kleinen Beitrag zum Schutz der Artenvielfalt leisten und Artenkenntnisse erwerben. Zum Mitmachen regt die folgende Webseite an:

Aus einer Webseite des DDA:

Wie viele Individuen der einzelnen Wasservogelarten brüten oder rasten in Deutschland und wie entwickeln sich ihre Bestände?

Seit Ende der 1960er Jahre haben sich viele Tausend Beobachter zur Beantwortung dieser Fragen an den Zählungen beteiligt. Ob es auch in Ihrer Nähe ein Gewässer gibt, für das noch eine Zählerin oder ein Zähler gesucht wird, das können Sie hier ganz spielerisch aus der Vogelperspektive erkunden. Ist *Ihr* Gewässer nicht als Zählgebiet ausgewiesen, dann wenden Sie sich bitte an Ihren regionalen Ansprechpartner.

<http://www.dda-web.de/index.php?cat=service&subcat=mitmachen&subsubcat=wwz>

Durch die Zählungen sollen in erster Linie folgende Fragen beantwortet werden:



- Wie viele Individuen der einzelnen Wasservogelarten brüten, rasten und überwintern in Deutschland?
- Welche Rastgebiete sind von internationaler, nationaler oder regionaler Bedeutung?
- Wie entwickeln sich die Bestände der einzelnen Arten?
- Welche Gebiete sollten unter Schutz gestellt werden?
- Wo ist der Schutz auszuweiten?
- Wie wirken sich Umweltveränderungen auf die einzelnen Arten und die Verbreitung der Tiere aus?

Den Schülern sollte bewusst gemacht werden, welchen Zweck ihre Bestandsaufnahmen erfüllen: Durch die Zählungen können Gefährdungen von Populationen und ihre Ursachen erkannt werden. Es können Maßnahmen zum Schutz der Tiere entwickelt werden. Es können seltene Tiere gefunden und geschützt werden.

### Mögliches Vorgehen:

In einem ersten Schritt können die Schüler an einem festgelegten Beobachtungspunkt Fotos der unterschiedlichen Wasservogel machen (Bitte dazu nicht anfüttern!). Gerade an Stadtteichen lassen sich leicht Fotos machen, da die Tiere sich oft dem Menschen nähern, denn sie sind Fütterungen gewohnt. Die Tiere können dann anhand der Fotos mit Bestimmungstafeln oder Unterstützung der Lehrkraft bestimmt werden. Häufige, seltene Arten oder Neozoen können identifiziert und unterschieden werden.

Alternativ kann der Lehrer bereits eine Liste mit Fotos von in der Region vorkommenden Wasservögeln und deren Namen bereitstellen. Diese dient dann als ganz einfache Beobachtungs- und Bestimmungshilfe (beispiel s.u.). Die Schüler müssen dann nur noch ankreuzen, welchen der Vögel sie gesehen haben und erwerben so ganz nebenbei Artenkenntnisse.

Mit dieser Liste oder einer von den Schülern selbst erstellten können nun Bestandszählungen durchgeführt werden, indem das Gewässer in regelmäßigen Abständen von einer Schülergruppe besucht wird und diese neben den Fotos für jede Art die beobachtete Anzahl eintragen. Tipp: Die Listen laminieren und Eintragungen mit wasserlöslichem Folienstift durchführen, so dass die Beobachtungs- und Bestimmungshilfen wieder verwendet werden können.

Und hier kommt wieder die Mathematik ins Spiel. Bestandsschwankungen können wiederum graphisch sichtbar gemacht werden. Der Simpson-Index kann berechnet und durch die direkte eigene Bestandsaufnahme der Tieren noch besser verstanden werden, das die Schüler ja gewissermaßen bei jedem Beobachtungsgang eine Stichprobe der am Gewässer lebenden Arten ziehen. Es können die prozentualen Anteile der vorkommenden Arten an der Gesamtzahl der beobachteten Vögel errechnet und dokumentiert werden.

Für die Erstellung eines Beobachtungsbogens mit Fotos können folgende Wasservögel, die auch in Süddeutschland vorkommen, berücksichtigt werden: Graugans, Haubentaucher, Zwergtaucher, Höcker-schwan, Blässhuhn, Gänsesäger, Großer Brachvogel, Kanadagans, Knäkente, Kolbenente, Kormoran, Krickente, Lachmöwe, Lachseschwalbe, Mandarinente, Löffelente, Nilgans, Pfeifente, Reiherente, Rostgans, Rohrdommel, Schnatterente, Schwanenente, Stockente, Teichhuhn, Moorente.

Einige dieser Vögel sind sehr häufig, andere sehr selten oder gar nicht anzutreffen. Die Schüler können versuchen herauszufinden, woran es liegt und erfahren mehr über die Umweltansprüche der Tiere.

Beispiel für einen Beobachtungsbogen (Ausschnitt):

<b>Datum:</b> <b>Uhrzeit:</b> <b>Ort:</b> <b>Beobachter/in:</b>	
	<b>Stockente (oben M, unten W)</b>  Gesehen: <input type="checkbox"/> Anzahl:
	<b>Krickente</b>  Gesehen: <input type="checkbox"/> Anzahl:

...

## Anhang

### Informationsblatt: Wie arbeitet man mit Excel?

Excel ist eine Tabellenkalkulation, ein Computerprogramm, mit dem man bequem Berechnungen durchführen kann, sowie Diagramme aus Tabellen erstellen kann. Die folgenden Hinweise für den Gebrauch von Excel sind nicht als Gebrauchsanweisung gedacht, sondern als Hilfe für diejenigen, die schon mit Excel gearbeitet haben. Für eine Übersetzung der Befehle und weiteren Erklärung wird man um einen Blick in das Excel-Handbuch nicht herum kommen.

<b>Was soll geschehen?</b>	<b>Wie macht man das?</b>
Eine Formel einfügen	<p>Zahlen, Formeln oder Text können in einem Feld der Tabelle eingefügt werden. Eine Formel beginnt immer mit einem =</p> <p>Wenn man ein = in eine Zelle eingegeben hat, können verschiedene Standardfunktionen, diese finden sich in der oberen linken Ecke des Formel-Registers, verwendet werden. Wenn man z.B. SUMME auswählt, dann erscheint ein Text im Eingabefeld und ein Hilfefenster erscheint, in dem angezeigt wird, welche weiteren Informationen eingegeben werden sollen. Man wählt die Zellen, aus denen man die Summe erhalten möchte, aus (evtl. muss man zuerst das Fenster zur Seite ziehen) und klickt OK. Dann wird die Summe in der Zelle der Formel berechnet.</p>
Eine Formel kopieren	<p>Der Vorteil der Tabellenkalkulation ist, dass eine Formel einfach an andere Orte kopieren werden kann. In Excel gibt es dazu verschiedene Möglichkeiten:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Durch Verwendung der Symbole Kopieren und Einfügen aus der Symbolleiste</li> <li>2. Durch die „Copy-Cross“-Funktion: man zieht einen Rahmen um die zu kopierenden Zellen und klicke in der unteren rechten Ecke auf den Rahmen (das Mausymbol verändert sich dabei). Man hält die Maustaste gedrückt und zieht den Inhalt an die Stelle an der er eingefügt werden soll.</li> <li>3. „Verschieben“: man zieht einen Rahmen um die Zelle, fährt mit der Maus auf den Rahmen (dabei wird das Maussymbol zum Vier-Richtungs-Pfeil) und verschiebt den Inhalt an die Stelle, an der er eingefügt werden soll.</li> </ol> <p>Wenn man eine Formel kopiert, verändern sich die jeweiligen Verknüpfungen der Zelle. Ist dies nicht erwünscht, muss man das \$-Zeichen in der Zellen-Verknüpfung verwenden, wie in der folgenden Formel <math>= (A2 * A2) / (\\$C\\$2 * \\$C\\$2)</math>. In diesem Beispiel ist die Verknüpfung zu Zelle A2 relativ, die Verknüpfung zur Spalte C und Reihe 2 jedoch absolut.</p>
Ein Diagramm erstellen	<p>Man sucht die Zellen, aus denen das Diagramm erstellt werden soll, aus und sucht im 'Einfügen' Register die Übersichtstabelle 'Diagramme' (oder man klickt auf das entsprechende Symbol in der Symbolleiste).</p> <p>Der Diagrammassistent gibt verschiedene Optionen für das Diagramm. Die wichtigste Frage ist: welche Art von Diagramm soll erstellt werden. Ein „Linien-Diagramm“ scheint für den Moment angebracht zu sein. Wenn man darauf klickt und dies hält (die „Drücken und halten für Beispiele“-Option) sieht man eine Vorschau des Ergebnisses.</p> <p><b>Anm. 1:</b> Ein Assistent hilft, und leitet Schritt für Schritt durch das Programm. Der Diagrammassistent, zeigt die Standardoptionen, welche das Diagramm raffinierter aussehen lassen.</p> <p><b>Anm. 2:</b> Am fertigen Diagramm können einige Einstellungen (der Hintergrund und die Achsen) durch Doppelklick auf die Linie geändert werden. Durch kurzes Ruhighalten der Maus, erscheint ein Text, der erklärt in welchem Bereich man sich aufhält.</p>

### Informationen zum Simpson-Index (Schüler)

Ein Hinweis auf die Artenvielfalt von Vögeln ist der Simpson-Index. Für diesen Index schaut man die Anzahl jeder Vogelart in einer bestimmten Landschaftsart an und vergleicht diese zur Gesamtanzahl der Vögel in dieser Landschaft. Dies funktioniert folgendermaßen:

Angenommen, es gibt 10 Arten in einem Gebiet. Von der ersten Art gibt es  $n_1$ , von der zweiten  $n_2$ , ... und von der zehnten  $n_{10}$  Arten.

Die Gesamtzahl der gezählten Vögel ist daher  $N = n_1 + n_2 + \dots + n_{10}$

Der Simpson-Index  $D$  wird folgendermaßen berechnet: 
$$D = \frac{n_1(n_1 - 1) + n_2(n_2 - 1) + \dots + n_{10}(n_{10} - 1)}{N(N - 1)}$$

Zum Beispiel: Es gibt drei Arten A, B und C in einer bestimmten Landschaftsart. Diese haben die Anzahlen 2, 3 und 2 für das erste Jahr und 0, 1 und 7 für das darauffolgende Jahr:

Spezies	Jahr 1	Jahr 2
A	2	0
B	3	1
C	2	7

Daraus folgt:  $D$  für das Jahr 1 ist  $2/42 + 6/42 + 2/42 = 10/42$ .

Die Formel steht in Zusammenhang mit der Wahrscheinlichkeits-Theorie. Angenommen du hast folgende Anzahl verschiedener bunter Bälle: 4 Rote, 5 Blaue und 9 Gelbe. Aus diesen suchst du dir zwei aus. Die Formel berechnet die Wahrscheinlichkeit, dass beide Bälle dieselbe Farbe besitzen.

4. Berechne  $D$  für das zweite Jahr. Wie kann die Menge  $D$  in Zusammenhang mit der Artenvielfalt dieser Art stehen?

Der Simpson-Index ist nur ein Beispiels für einen Hinweis auf die Vielfalt von Arten. Es gibt noch viele weitere und viele davon sind sehr kompliziert (siehe folgende Site als Beispiel:

<http://www.chebucto.ns.nca/Science/SWCS/ZOOBENTH/biotic.html#Biodiversity>).

Der Simpson-Index ist dagegen sehr einfach zu berechnen.

Manche schreiben den Simpson-Index folgendermaßen auf: 
$$D = \frac{n_1^2}{N^2} + \frac{n_2^2}{N^2} + \frac{n_3^2}{N^2} + \dots + \frac{n_{10}^2}{N^2}$$

Je *kleiner*  $D$  ist, desto *größer* ist die Artenvielfalt. Das kommt daher, da für eine große Artenvielfalt die Quadratur  $n_i^2$  relativ klein ist verglichen mit  $N^2$ . Deshalb nutzen wir oft  $1 - D$ , und meinen je *größer*  $1 - D$  ist, desto *größer* ist die Vielfalt der Arten.

5. Vergleiche die beiden Formeln. Sind sie gleich? Wenn nicht, welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede haben sie?