

Facharbeit
im Fach Biologie

Artenvielfalt und deren Bedrohung - schulnahes Ökosystem Seewoog



Kurslehrerin: Esther Sternheim
Verfasserin: Nicole Frichert

14.06.2019

Inhaltsverzeichnis

Seitenzahl:

1. Einleitung	2
2. Artenvielfalt	2
2.1 Bedeutung	2-4
2.2 Bedrohungen	4
2.2.1 Zerstörung von Lebensraum	4-5
2.2.2 Intensive Landwirtschaft / Forstwirtschaft	5-7
2.2.3 Klimawandel	7
2.2.4 Einführung fremder Artengruppe	8
2.2.5 Aussterbekaskaden	8-9
3. Lebensraum Teich	9-10
4. Projekt Seewoog	10
4.1 Zielsetzung	10-11
4.2 Gebiet / Biotop	11
4.3 Artenspektrum	11-13
5. Schlussfolgerung	14
5.1 Optimierungsmaßnahmen	14-15
5.2 Umweltbildung	15
5.3 Handlungsalternativen	15-16
6. Anhang	17-23
7. Literaturverzeichnis	24
8. Selbstständigkeitserklärung	25

1. Einleitung

Die Facharbeit beschäftigt sich mit dem Thema Artenvielfalt und deren Bedrohung. Hierzu wird als Beispiel das Projekt des schulnahen Ökosystems Seewoog betrachtet. Insbesondere die aktuellen Gespräche über das Insekten- und Amphibiensterben, die auch bei uns im Unterricht diskutiert wurden, führten zu diesem Thema der Facharbeit. Dabei wird sich zunächst mit der Bedeutung der Artenvielfalt und Biodiversität, besonders mit der für uns Menschen, auseinandergesetzt. Des Weiteren wird auf die verschiedenen Bedrohungen eingegangen, die nachweislich einen Rückgang der Artenvielfalt verursachen. Um ein Grundverständnis zu schaffen, wird der Teich als Lebensraum für eine Vielzahl an Arten erklärt und im Detail erläutert. Folglich werden die Ergebnisse von den Untersuchungen am Seewoog herangezogen, mit deren Hilfe eine Schlussfolgerung erstellt werden kann. Hierbei werden wesentlichen Aspekte aufgezeigt, die den Bedrohungen der Artenvielfalt und der Biodiversität entgegenwirken.

2. Artenvielfalt

In der Biologie bezeichnet der Begriff „Artenvielfalt“ die Anzahl biologischer Arten innerhalb eines bestimmten Lebensraums oder eines geographisch begrenzten Gebiets. Sie ist ein Teilaspekt der biologischen Vielfalt (Biodiversität). Beides wird oft gleichgesetzt, jedoch umfasst die Biodiversität, was aus dem Griechischen übersetzt „Vielfalt des Lebens“ bedeutet, tatsächlich vier verschiedene Ebenen. Neben der Vielfalt an Arten und Verwandtschaftsgruppen innerhalb eines Ökosystems (= Taxonomische Diversität), umfasst der Begriff auch die Vielfalt der Ökosysteme und Biotope (= Ökologische Diversität) sowie die genetische Vielfalt innerhalb und zwischen einzelner Arten (= Genetische Diversität). Ferner zählt hierzu auch die Vielfalt an Funktionen, die Arten innerhalb der Ökosysteme füreinander erfüllen und über welche sie in Wechselwirkung stehen (= Funktionelle Diversität).

2.1 Bedeutung

Die Artenvielfalt stellt eine wichtige Ressource unserer Erde dar und bildet die Grundlage allen Lebens. Allein in Deutschland gibt es etwa 70.000 verschiedene Tiere, Pflanzen und Mikroorganismen. Für deren Erhalt sprechen sowohl ökologische und ökonomische als auch soziale und ethische Gründe.

Sie spielt eine tragende Rolle in den Ökosystemen. Für funktionierende Ökosysteme ist deshalb auch der Erhalt der Arten entscheidend, da besonders über die verstrickten

Nahrungsketten viele Lebewesen aufeinander angewiesen sind. Durch das natürlich ausgewogene Gleichgewicht zwischen den Organismen wird das Verhältnis der Arten zueinander reguliert. Ein Beispiel für ein solches Nahrungsnetz zeigt die Rolle der Insekten. Aufgrund ihrer Vielfalt und Masse dienen sie als wichtige Nahrungsquelle für viele Kleintiere, die wiederum von größeren Tieren gefressen werden. Die Nahrungskette spannt sich weiter bis hin zum Ende, wo sich unter anderem auch der Mensch befindet. Ein Ausfallen der Insekten als Nahrungsquelle würde demnach einen Dominoeffekt im Nahrungsnetz mit sich ziehen. Dies würde im schlimmsten Fall den Kollaps des Ökosystems bedeuten. Andererseits würden dadurch aber auch andere Tierarten wie Ratten und Nager profitieren, da sie sich ohne Insekten als Krankheitsüberträger enorm vermehren könnten. Dies würde allerdings auch eine Störung des Gleichgewichts bedeuten.

Viele Arten besitzen auch eine regulierende Funktion oder recyceln Energie- und Nährstoffflüsse. So liefern Wälder beispielsweise nicht nur eine wirtschaftliche Lebensgrundlage, sondern regulieren auch das Klima. Sie produzieren den von uns benötigten Sauerstoff und speichern Kohlenstoffdioxid. Zudem filtern und speichern sie Wasser, wodurch auch ein Schutz vor Bodenerosion und Hochwasser geboten wird. Insekten sind an der Beseitigung und Mineralisierung von Tierkadavern beteiligt, recyceln zum Beispiel Federn oder Wolle und spielen auch bei der Beseitigung von abgestorbenen Pflanzen oder Nahrungsabfällen eine Rolle. Ihre Ausscheidungsprodukte beziehungsweise die von Tieren, welche von Insekten leben, sind ihrerseits Substrate für Mikroorganismen, die wichtige Destruenten sind. Sie schließen diese Materie wieder für andere Organismen auf und machen sie verfügbar. Somit zersetzen sie unsere Abfälle und führen deren Mineralien in den Kreislauf zurück. Sie reinigen unsere Gewässer und sind in Böden und Äckern unverzichtbar.

Hinzu kommen weitere "Ökosystemdienstleistungen", die alle natürlichen Lebensräume mit ihren Bewohnern kostenlos für den Menschen erbringen. Hierzu zählt die Welternährung. Ein Großteil der Nahrungsmittel, die wir zu uns nehmen, hängt maßgeblich von Insektenbestäubung ab, da rund drei viertel unserer Nutzpflanzen darauf angewiesen sind (Abb.1). Dadurch ist der wirtschaftliche Nutzen sehr hoch, da „Bestäuber weltweit Nahrungsmittel im Wert von mindestens 153 Milliarden Euro erzeugen“¹. Damit ist die Honigbiene nach Rindern und Schweinen das ökonomisch dritt wichtigste Nutztier.

¹ Andreas H. Segerer / Eva Rosenkranz: Das große Insektensterben / Was es bedeutet und was wir jetzt tun müssen, oekom-Verlag München, 2017, S.36

Auch die Produktion von Naturstoffen hängt von einigen Insektenarten ab. Aufgrund des Bevölkerungswachstums werden Insekten als zukünftig wichtigstes Nahrungsmittel propagiert, da sie sehr kostengünstig und platzsparend "produzieren" lassen. Zusätzlich werden verschiedene Arten zum Nutzen der biologischen Schädlingsbekämpfung gegeneinander ausgespielt. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Medizin und Pharmakologie, da auch hier die Artenvielfalt eine Rolle spielt. So werden heutzutage beispielsweise 17,1% der Farn- und 20,2 % der Blütenpflanzen für Heilzwecke genutzt. Trotzdem steht immer noch ein großes Potential offen und es gibt noch viel Wissen und Nutzen zu entdecken. Hierbei spielt die Forschung eine wichtige Rolle, da durch sie und unter anderem durch die Fruchtfliege, die Möglichkeit zur Entschlüsselung des genetischen Codes möglich war.

Auch ethische Gründe lassen sich für den Erhalt der Arten anführen, weshalb auch der Staat verschiedene Verordnungen zum Artenschutz verabschiedet hat. Denn abgesehen vom Nutzen für den Menschen, haben die Arten selbst ihren Wert und ihre Daseinsberechtigung.

2.2 Bedrohungen

Allein in Deutschland gelten über 7.000 Tierarten als gefährdet oder sind akut vom Aussterben bedroht. Die UN-Weltbiodiversität (IPBES) rechnet mit der Zunahme dieser Tendenz, sodass weltweit bis zu einer Millionen Arten in den nächsten Jahrzehnten aussterben könnten. Aktuell ist vor allem das Insekten- und Amphibiensterben, obwohl dieser Prozess andauernd ist und nicht von heute auf morgen geschah. Die Gründe für eine solche Entwicklung sind multikausal, besitzen komplexe Zusammenhänge und sind größten Teils menschengemacht. Besonders der Klimawandel, die stetig voranschreitende Zersiedelung und die intensive Landwirtschaft bereiten unserern Tieren und Pflanzen große Probleme und Schwierigkeiten.

2.2.1 Zerstörung von Lebensraum

Vor allem durch den fortschreitenden Flächenverbrauch aufgrund von Bebauung, die Zerstörung der Landschaft durch Siedlungen und Straßen, den Abbau von Rohstoffen, welcher mit Überschüttungen oder Auffüllungen verbunden ist sowie durch die Vernichtung von Altwässern, Nassstellen und Bodensenken, geht Lebensraum unwiderruflich verloren, was die Artenvielfalt stark gefährdet (Abb.2).

Der Bims- und Lavagestein-Abbau in der Vulkaneifel oder der Gipsabbau im Harz vernichteten beispielsweise große, für viele Wildpflanzen wertvolle Flächen. Aber auch kleine Baumaßnahmen, wie beispielsweise die Beseitigung alter Dorfstrukturen und der Ausbau von Wegrändern tragen zum Verschwinden einiger Arten bei. Durch den wirtschaftlichen Wachstum steigt zudem die Zahl neuer Siedlungen, Gewerbegebiete und Straßen und damit die Fläche an versiegeltem Boden. Dadurch verschwindet derzeit jeden Tag ca. 66 Hektar fruchtbarer Boden, welcher ein bedeutender Lebensraum für sowohl unzählige oberirdische, wie auch unterirdische Insektenarten ist. Zudem werden jedes Jahr viele Hektar wertvoller Auenflächen durch Hochwasserdämme und Uferverbauung trockengelegt, sodass die Laichgewässer der Frösche und Kröten vernichtet oder verschmutzt werden. Eine Verschmutzung von Amphibiengewässer findet zusätzlich aufgrund des Missbrauchs dieser als Müllkippen statt. Auf Lichtungen und an Wegrändern im Wald türmen sich immer wieder illegale Müllberge. Auch Kleinabgrabungen, die wichtige Ersatzlebensräume für Wechsel- und Geburtshelferkröten darstellen, werden häufig mit Bauschutt aufgefüllt.

Die Folge der schon frühen menschlichen Eingriffe ist weiterführend die Veränderung der Lebensräume und Landschaften sowie die der Vegetationstypen. Wälder wurden umgestaltet, wodurch sowohl die Größe der Waldfläche abnahm als auch die Vegetation durch Bepflanzung verändert wurde. Zudem wurden durch die Fragmentierung vormals zusammenhängender Waldgebiete wiederum Populationen auseinander gerissen. Auch der Bau von neuen Straßen führt zu einer Zerschneidung von Lebensräumen, was beispielsweise bei den Amphibien jedes Frühjahr dazu führt, dass tausende Frösche und Kröten sterben, da sie bei ihrer Wanderung zu den Laichgewässern stark befahrene Straßen überqueren müssen. Hinzu kommt, dass dadurch der genetische Austausch eingeschränkt oder gar unterbunden wird. Es kann zu erblicher Isolation und zu Inzuchteffekten kommen, weshalb der genetische Pool verkleinert wird und die Anpassungsmöglichkeiten und damit die Überlebenschancen der Arten sinken. Dies kann im Extremfall das Aussterben lokaler Populationen zur Folge haben.

2.2.2 Intensive Landwirtschaft / Forstwirtschaft

Die Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung hat einen erheblichen Anteil am Rückgang der Artenvielfalt. Die Gründe hierfür sind vielfältig.

Einer dieser Gründe ist die Verarmung der Landschaft und damit zusammenhängend die Ausbreitung von monotonen Flächen. Die konventionelle Landwirtschaft fordert immer größere zusammenhängende Flächen. Es wurde eine Flurbereinigung vollzogen, welche Teil eines sogenannten Bodenordnungsverfahren ist, das in Deutschland um 1960 die Landschaft drastisch veränderte und seiner einstigen Vielfalt beraubte. Hierbei wird die Landschaft ausgeräumt, das heißt Hecken und Feldgehölze werden beseitigt, Bachgeläufe begradigt, Feldwege betonierte und vieles mehr. Die Fläche wird umgegraben und Monokulturen bestimmen von da an das Landschaftsbild. Aus einer artenreichen Kulturlandschaft wurde so eine eintönige und strukturarme Agrarwüste, die Wildtieren und Wildpflanzen kaum noch Nischen bietet. Ihre intensive Bewirtschaftung mit immer größeren Maschinen und schnellwüchsigen Sorten sowie das Verschwinden von Ackerbrachen, Feldrändern und Kleingewässern taten ein Übriges. All dies verdrängte die Natur und damit die Mehrzahl der Arten aus unserer Kulturlandschaft.

Ein weiterer großer Nachteil unserer intensiven Landwirtschaft ist, dass mit dem großflächigen Anbau von Mais und Raps, der eintönigen Fruchtfolge und den anfälligen Hochleistungssorten zudem die passenden Schädlinge herangezüchtet werden. Als Antwort auf dieses selbst zu verantwortende Problem greift man zu immer wirksameren Pestiziden. Diese Gifte erfassen jedoch auch Nichtzielorganismen und verbreiten sich in der Umwelt, womit sie unter anderem sogar auch in Schutzgebieten eine zentrale Bedrohung für unsere Artenvielfalt darstellen.

Eine große Gefahr geht auch von Umweltgiften aus. Deutschland hat nicht nur in den Städten aufgrund der Luftverschmutzung durch dreckige Diesel ein Stickstoffproblem, sondern auch in der Natur, in der es gravierende Ausmaße annimmt (Abb.3). Hauptverantwortlich hierfür ist wieder die Agrarindustrie. Mittels Kunstdünger und der Gülle aus der Massentierhaltung gelangt sehr viel Stickstoff in die Umwelt. Regional kommt es dadurch zur Überdüngung von Böden und Gewässern. Zudem wird der Stickstoff großräumig über die Luft verbreitet. Betroffen von dieser unerwünschten flächenhaften Düngung sind alle Lebensräume. Besonders die Lurche haben darunter zu leiden, da sie über ihre dünne Haut leicht Chemikalien aufnehmen. Hochkonzentrierte Dünger führen bei direktem Kontakt mit der Lurchhaut oftmals zu Verätzungen und letztlich zum Tod. Geschädigt werden auch streng geschützte Lebensräume, deren Wert gerade darin besteht, dass sie von Natur aus nährstoffarm sind und vielen spezialisierten

Pflanzen- und Tierarten ein Refugium bieten. Unter ihrer Entwertung leiden nicht zuletzt zahllose Insektenarten.

Deutschlands zweitwichtigste Landnutzung ist die Forstwirtschaft. Auch sie nutzt den Wald mit zu hoher Intensität. So hinterlassen schwere Erntemaschinen im Wirtschaftswald verdichtete Böden. Zudem gibt es viel zu wenige alte Bäume und kaum dickes moderndes Holz, welches einen wichtigen Lebensraum für eine Fülle von Insekten bietet. Pestizide, die zur Bekämpfung von Schwammspanner, Maikäfer und Co. versprüht werden, machen der Insektenfauna zusätzlich zu schaffen. Naturwälder und Waldwildnis frei von forstlichen Eingriffen werden hingegen immer mehr zur Mangelware. Immer mehr Laubwälder werden abgeholzt und durch Nadelforste ersetzt. In solchen Forsten gibt es hauptsächlich saure Gewässer, in welchen Froschlarven beispielsweise keine Nahrung finden. Zusätzlich verschwinden durch die Befestigung von Forstwegen, zum Beispiel mit Bauschutt, temporär mit Wasser gefüllte Wagenspuren. In manchen Waldregionen sind dies die einzigen Kleinstgewässer, in denen Laich und Larven von Lurchen leben können.

2.2.3 Klimawandel

Das Klima wirkt sich auf alle Prozesse in der Natur aus. Die Verteilung der Arten auf der Erde hängt wesentlich von den Klimabedingungen ab. Temperaturschwankungen und Zu- und Abnahmen der Niederschlagsmengen führen zu zeitlichen und räumlichen Verschiebungen in der Tier- und Pflanzenwelt, bis hin zu Veränderungen in der Artenzusammensetzung einzelner Ökosysteme. Während heimische Arten verdrängt werden, wandern gleichzeitig neue gebietsfremde Arten ein und führen zu weiteren Veränderungen der Ökosysteme. Werden die bisherigen Lebensräume zu sehr verändert oder vernichtet, kann es zu einem (lokalen) Aussterben von Arten kommen, welche an dieses Gebiet gebunden sind und nicht ausweichen können. Ein Beispiel für den besonders starken Einfluss des Klimawandels bieten die Lurche, die im Vergleich zu anderen Tiergruppen eine sehr eingeschränkte Mobilität haben. Das Hauptproblem ist das Verschwinden von Feuchtlebensräumen und Gewässern, die aufgrund der zu geringen Niederschlagsmenge austrocknen. Im Winter sorgt ein zu geringer Niederschlag zudem dafür, dass kleinere Gewässer schnell bis auf ihren Grund zufrieren, sodass dort überwinternde Frösche sterben. Hinzu kommen die zunehmend stärker werdenden Temperaturschwankungen. Werden die Lurche nach warmen Tagen vom plötzlich auftretenden Frost überrascht, kann dies für sie den Tod bedeuten. Ferner können durch die veränderten Klimabedingungen Tierkrankheiten verstärkt auftreten.

2.2.4 Einführung fremder Artengruppe

Neozoen [von *neo- , griech. zōia = Lebewesen, Tiere] beziehungsweise Neophyten (griech.: neue Pflanzen) sind Tiere beziehungsweise Pflanzen, die bewusst oder unbewusst vom Menschen in Gebiete eingeführt wurden, in denen sie natürlicherweise nicht vorkommen. Die Einflüsse fremder Arten auf ein Ökosystem umfassen die Veränderung der Nahrungssysteme, die Eigenschaften von Gewässern, Veränderungen der Pflanzenwelt sowie die Häufigkeit und Ausbreitungsgebiete einheimischer Arten. Fremden Arten kommt somit eine Schlüsselrolle bei der Entwicklung der Artenvielfalt zu.

Derzeit fördert unter anderem die erhöhte Mobilität der modernen Gesellschaft eine erhöhte Einführungsrate fremder Tierarten. Dies geschieht etwa durch Muscheln und Krebse, die im Ballastwasser von Schiffen mitreisen, durch den Transport von Böden, die Verbindung von Wasserstraßen über Kanäle oder die Freilassung oder den Verlust von exotischen Haustieren.

Die Einführungen bereichern einerseits die regionale Vielfalt, können andererseits aber auch schädliche Auswirkungen auf die heimischen Arten haben. Aufgrund fehlender Konkurrenz um Platz und Nahrungsangebot und des Fehlens natürlicher Fressfeinde am neuen Standort haben fremde Artengruppen einen Vorteil gegenüber heimischen Arten. In manchen Fällen kommt es zu einer ungebremsten Ausbreitung solcher Arten und zu einer Verdrängung und Gefährdung der heimischen Vielfalt. Man spricht dann von invasiven Arten und ist bedacht, diese möglichst schnell unter Kontrolle zu bekommen und die weitere Ausbreitung zu vermeiden. Ein Beispiel für eine solche Art ist der in Deutschland zunehmend anzutreffende Ochsenfrosch (*Rana catesbeiana*), der ursprünglich im östlichen und mittleren Nordamerika beheimatet ist. Er wurde in der Lüneburger Heide gehalten, um Froschschenkel zu gewinnen. Später setzten ihn Hobbygärtner gern in Gartenteichen aus. So sind Ochsenfrösche für heimische Arten zu gefährlichen Konkurrenten um Nahrung und Raum geworden. Als fertiger Lurch fressen sie Frösche (auch Artgenossen), Fische, Mäuse, frisch geschlüpfte Jungenten und junge Schildkröten. Auch Zauneidechsen und Ringelnattern hat man schon in ihrem Magen gefunden. Weil sie selbst so schlecht schmecken, besitzen sie recht wenig Feinde.

2.2.5 Aussterbekaskaden

Die Folgen eines Artenverlusts sind oft nicht abzusehen, da eine Art in vielfacher Interaktion mit anderen Tieren und Pflanzen steht und auch die nicht belebte Umwelt

beeinflusst. Kommt es also zum Aussterben einer Artengruppe, fällt ihre Funktion im Ökosystem weg, sodass es zu einer Aussterbekaskade der Arten führen könnte, die von ihr abhängig sind. Dies ist dann der Fall, wenn eine Tierart Ressourcen für andere bereitstellt, zum Beispiel als Nahrung dient, oder eine Art zur Bestäubung bestimmter Pflanzen gebraucht wird. Können sich die abhängigen Arten nicht an die Veränderung der Bedingungen anpassen, werden sie ebenfalls aussterben, da ihnen ihre Existenzgrundlage fehlt.

3. Lebensraum Teich

Permanente Gewässer mit einer geringen Tiefe, die meistens kaum mehr als 2 Meter beträgt, bezeichnet man als Weiher oder Teich. Ein Teich ist ein künstlich angelegtes Stillgewässer, meist mit Zu- und Ablauf. Weiher hingegen sind natürlich entstanden.

Teiche gelten als historisch bedeutsam, da durch sie eine Speicherung von Trink- und Brauchwasser stattfand und somit die Ausweitung der Besiedlung im Bereich städtischer und ländlicher Räume möglich wurde. Zurückgegangen ist diese Bedeutung der Teiche aufgrund der Wasserbevorratung durch die moderne Wasserversorgung aus dem Grundwasser. Heutzutage werden sie meist als Fischteiche, Regenrückhaltebecken und Gartenteiche angelegt oder zur Gewinnung von Kies, Sand und Ton genutzt. Oft werden Teiche wie Fischteiche durch Stauung von Fließgewässern gebildet. Gestaut und reguliert wird der Wasserspiegel durch Ablaufwerke. Wenn notwendig, kann somit auch eine Trockenlegung eines Teiches durchgeführt werden, um ihn beispielsweise zu Säubern, zu entschlammern oder abzufischen.

Werden Teiche jedoch nicht mehr vom Menschen genutzt, wenn beispielsweise ein Fischteich nicht mehr zum Zweck der Fischzucht bewirtschaftet wird, sind sie sehr naturnah und ähneln somit einem Weiher. Beide Gewässertypen besitzen ähnliche Eigenschaften und bieten daher auch einer Vielzahl von Pflanzen und Tierarten einen Lebensraum. Aufgrund der geringen Tiefe kann die Sonneneinstrahlung bis auf den Grund eindringen. Da diese der Energielieferant für das Pflanzenwachstum ist, ist der Untergrund eines Teiches vollständig mit Wasserpflanzen bedeckt. Dieser starke Pflanzenbewuchs bildet wiederum die Lebensgrundlage für viele Tiere, da einige sich von lebenden oder auch abgestorbenen Pflanzen ernähren und andere sie zur Eiablage, als Versteck oder zum Aufbau ihrer Gehäuse verwenden. Zudem entnehmen die Pflanzen dem Wasser

Kohlenstoffdioxid und Nährstoffe. Sie bilden durch Photosynthese neue Biomassen, wodurch sie Sauerstoff abscheiden, der zunächst im Wasser gelöst bleibt, aber letztlich entweicht, soweit er nicht von atmenden Organismen verbraucht wird. Besonders auch durch die Photosynthese von einzelligen Planktonalgen, die den Sauerstoff in winzigen Bläschen abgeben, ist der Sauerstoffgehalt von Teichen im Sommer tagsüber sehr hoch, sodass es oft zu einer Sauerstoffübersättigung kommt. Nachts kann der Sauerstoffgehalt jedoch stark absinken, da die Pflanzen bei Dunkelheit ihre Photosynthese einstellen. Durch den zusätzlichen Verbrauch von dem im Wasser gelösten Sauerstoff der Tiere und der vielen Mikroorganismen, die abgestorbene Organismen zersetzen, nimmt nicht nur der Sauerstoffgehalt ab, sondern steigt gleichzeitig auch der Kohlenstoffdioxidgehalt nachts an. Dies führt dazu, dass der pH-Wert des Wassers verringert wird, was bedeutet, dass der pH-Wert bei Beginn des Sonnenaufgangs am niedrigsten und bei Sonnenuntergang am höchsten ist. Hinzu kommt, dass wegen der geringen Tiefe die Temperatur im Sommer sehr hoch werden kann. Das hat zur Folge, dass der Stoffumsatz sehr hoch ist, da große Mengen an abgestorbenem pflanzlichen Material, welches sich auf dem Grund ansammelt, sehr schnell mineralisiert werden und somit dann erneut für das Pflanzenwachstum zur Verfügung stehen.

Abgesehen von dem Fehlen eines Tiefenbereichs und einem geringen Wellenschlag, weisen die Ökosysteme vieler Teiche abhängig von Größe und Bewirtschaftung im Allgemeinen große Ähnlichkeiten mit dem Ökosystem See auf. Sie „sind gewissermaßen Seen, die nur aus pflanzenbewachsenen Uferzonen bestehen.“² Ihre Tierwelt ist mit der des Litorals eines Sees vergleichbar und sie weisen die gleichen Arten- und Individuenvielfalt auf.

4. Projekt Seewoog

4.1 Zielsetzung

Im Bereich des Naherholungsgebiet Seewoog, im Stadtteil Miesenbach, plant die Stadt Ramstein-Miesenbach die Umgestaltung des südlichen Uferbereiches sowie die Errichtung weiterer Anlagen und Einrichtungen zur Attraktivitätssteigerung des Erholungsgebiets. Diese Umgestaltung des Geländes um das Gewässer soll so naturverträglich wie möglich ausgeführt werden, da neben den Instandsetzungen und

² Herbert W. Ludwig: Tiere unserer Gewässer: Merkmale, Biologie, Lebensraum, Gefährdung, BVL Bestimmungsbuch, 1989, S.21

Verbesserungen der Infrastruktur auch Raum für den Naturschutz geboten werden soll. Insbesondere der östliche Seebereich soll aufgrund seiner naturnahen Entwicklung und der hohen ökologischen Wertigkeit als Biotop planungsrechtlich gesichert werden.

Ziel ist zudem die Bestandserfassung der im Bereich des Seewoogs vorkommenden gewässergebundenen Tierarten. Die Ergebnisse dienen als Grundlage zur Optimierungsplanung der ökologischen Gewässerentwicklung und bieten Anhaltspunkte von Zielarten, die zukünftig im Zentrum von Artenschutz-Maßnahmen stehen können.

4.2 Gebiet / Biotop

Der Seewoog ist von mittlerer Größe, langgestreckt, west-ost-orientiert und durch eine Engstelle mit Brücke in einen kleineren Teil im Osten und einen größeren im Westen unterteilt. Es ist ein Parkgewässer, welches am Ortsrand im Stadtteil Miesenbach, am Rande des Naturraums Westpfälzische Moorniederung im Zentrum der Kaiserslauterer Senke liegt. Es ist künstlich angelegt und wird über eine Pumpanlage mit Wasser versorgt. Der künstliche Zulauf liegt im Osten, der Ablauf im Westen (Abb.4).

Der Biotopcharakter des Seewoogs entspricht einem typischen Parkgewässer. Der Übergang vom Wasser zum Land ist abrupt, die Randbereiche sind jedoch ab der Wasserkante als gepflegte Rasenfläche angelegt. Pflanzengruppen wie Röhrichtbestände aus Schilf und Rohrkolben sowie Schwimmblattpflanzenbestände aus Seerosen konnten sich im Gewässer etablieren. „Die vom Besucher oft als ungepflegt wahrgenommenen Schilfbestände im unteren Bereich haben, besonders am sonnenbeschienenen Nordrand, eine wichtige ökologische Funktion als ungestörter Rückzugsraum, Brutplatz und Kinderstube für viele Tiere“.³ Der obere Bereich ist geprägt von Rohrkolben und Seerosen. Zudem ist der Wasserschlauch *Utricularia spec.* vertreten. Durch fehlende pflegerische Eingriffe hat sich der östliche Gewässerteil sehr naturnah entwickelt und bietet daher auch eine große strukturelle Vielfalt. Die Pflanzenbestände hier konnten, im Gegensatz zu denen im westlichen Gewässerteil, durch die geringere Wassertiefe weit vordringen.

4.3 Artenspektrum

Es wurden im Wesentlichen drei allgemein anerkannte Methoden zur Erfassung der Artenvorkommen angewendet. Hierzu zählen die Sichtbeobachtung, der Kescherzug und der Verhör der Bestände. Zusätzlich wurden Datenrecherchen und Befragungen

³ Grunderfassung des Arteninventars (Fauna) und Optimierungskonzept zur ökologischen Aufwertung des Parkgewässers Seewoog im gleichnamigen Naherholungsgebiet bei Miesenbach, Dr. Christoph Bernd, 2017, S.4

durchgeführt. Die Untersuchungen wurden an „mehreren Tagen vom Frühjahr bis Herbst und zu jeweils unterschiedlichen Tageszeiten, bei möglichst optimaler Wetterlage durchgeführt.“⁴

Im Wesentlichen wurde die Auswahl auf die zu untersuchenden Artengruppen im Seewoog auf Libellen (Odonata) sowie sonstige relevante Insekten, Fische (Osteichthyes), Lurche (Amphibia), biotoptypische Kriechtiere (Reptilia) und gewässergebundene Vögel (Aves) eingeschränkt. Auch das Vorkommen von Muscheln (Bivalvia) wurde überprüft.

Das Ergebnis zeigt eine Vielfältigkeit an Arten. Es wurde die Große Teichmuschel gefunden, die in einem guten Bestand vorkommt und in beiden Gewässerteilen vertreten ist (Abb.5). Bei der Erfassung der Libellenfauna konnte mit insgesamt 15 Arten, von denen 5 zu den Kleinlibellen und 10 zu den Großlibellen gehören, ein sehr reichhaltiges Artenspektrum nachgewiesen werden. Hinzu zählen die Große Pechlibelle (*Ischnura elegans*), Hufeisen-Azurjungfer (*Coenagrion puella*), Frühe Adonislibelle (*Pyrrhosoma nymphula*), Blaugrüne Mosaikjungfer (*Aeshna cyanea*), Große Königslibelle (*Anax imperator*), Großer Blaupfeil (*Orthetrum cancellatum*), welche alle nicht gefährdet sind. Zudem die Gemeine Weidenjungfer (*Lestes viridis*), Blaue Federlibelle (*Platycnemis pennipes*), Herbst-Mosaikjungfer (*Aeshna mixta*), Westliche Keiljungfer (*Gomphus pulchellus*), Falkenlibelle (*Cordulia aenea*), Glänzende Smaragdlibelle (*Somatochlora metallica*), Blutrote Heidelibelle (*Sympetrum sanguineum*), welche alle potentiell gefährdet sind und die Braune Mosaikjungfer (*Aeshna grandis*, Abb.6), die gefährdet ist sowie die Zweifleck (*Epitheca bimaculata*, Abb.7), welche als vom Aussterben bedroht aufgeführt wird. „Alle in Deutschland vorkommenden Libellenarten sind nach dem Bundesartenschutzgesetz (BArtSchG) besonders bzw. streng geschützt.“⁵ Weil die Bedingungen gut sind, bevölkert auch der Gaukler (Abb.8), der ein seltener Vertreter der Schwimmkäfer ist, den Seewoog. Auch gefährdete Heuschrecken siedeln hier. Hierbei handelt es sich um die Sumpfschrecke (*Stethophyma grossum*, Abb.9), die die Sumpfszone am östlichen Ende des Gewässers besiedelt und die Blauflügelige Ödlandschrecke (*Oedipoda caerulescens*, Abb.10), die auf der nördlichen Seite des Gewässers den trockenen Rasenbereich der Liegewiese vor dem Waldrand besiedelt. Es konnten im Seewoog acht Arten von Fischen nachgewiesen werden. Neben gewässertypischen Arten

4 Grunderfassung des Arteninventars (Fauna) und Optimierungskonzept zur ökologischen Aufwertung des Parkgewässers Seewoog im gleichnamigen Naherholungsgebiet bei Miesenbach, Dr. Christoph Bernd, 2017, S.6

5 Grunderfassung des Arteninventars (Fauna) und Optimierungskonzept zur ökologischen Aufwertung des Parkgewässers Seewoog im gleichnamigen Naherholungsgebiet bei Miesenbach, Dr. Christoph Bernd, 2017, S.9

kommen auch Fische vor, die eher nicht zu erwarten waren, wie beispielsweise der Wels. Ebenso treten typische Gartenteichfische wie der Koi-Karpfen auf. „Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass alle Fischarten eingesetzt wurden.“⁶ Die Fischarten die auftreten sind der Rotauge (*Rutilus rutilus*), die Rotfeder (*Scardinius erythrophthalmus*), Moderliesche (*Leucaspis delineatus*), Schleie (*Tinca tinca*), der Karpfen (Zuchtkarpfen u. Farbkarpfen, *Cyprinus carpio*), Flussbarsch (*Perca fluviatilis*), Hecht (*Esox lucius*, Abb.11), welcher als stark gefährdet eingestuft ist und der Wels (*Silurus glanis*, Abb.12), der sogar einen Jungfisch-Nachweis bietet. Die hohe Bestandsdichte an Fischen und der damit verbundene enorme Prädationsdruck schränkt allerdings das Artenspektrum an Amphibien ein. Es konnten nur drei Arten festgestellt werden. Diese sind die Erdkröte (*Bufo bufo*), der Grasfrosch (*Rana temporaria*) und der Teichfrosch (*Pelophylax esculentus*, Abb.13). Zudem ist eine negative Auswirkung der vorkommenden neozoen Wasserschildkröten, von denen einige Arten auf der Invasionsliste aufgeführt sind, auf die Amphibien und Wasserinsekten wahrscheinlich. Aufzufinden sind die Mississippi Höckerschildkröte (*Graptemys p. Kohnii*, Abb.14), die Missouri Höckerschildkröte (*Graptemys p. Pseudogeographica*, Abb.15), die Cumberland-Schmuckschildkröte (*Trachemys s. Troostii*, Abb.16), die Rotwangen-Schmuckschildkröte (*Trachemys s. Elegans*), die Gelbwangen-Schmuckschildkröte (*Trachemys s. Scripta*, Abb.17) und die Florida-Rotbauch-Schmuckschildkröte (*Pseudemys nelsoni*, Abb.18). Auch die Barrenringelnatter (Abb.19), die als echte Wassernatter an semiaquatische Lebensräume angepasst ist und als typischer Bewohner von offenen Talauen mit Gewässern gilt, konnte bei der Erfassung der Reptilien nachgewiesen werden.

Zudem konnten bei der Untersuchung der wassergebundenen Vögelfauna vier Brutvogelarten, darunter drei biotoptypische Wasservogelarten und ein schilfbewohnender Singvogel, Nahrungsgäste und ein Zuggast nachgewiesen werden. Diese sind die Grünfüßige Teichralle (*Gallinula chloropus*, Abb.20), die Blässralle (*Fulica atra*, Abb.21), die Stockente (*Anas platyrhynchos*), der Graureiher (*Ardea cinerea*), der Flussuferläufer (*Actitis hypoleucos*), welcher hier als ausgestorben gilt, der Eisvogel (*Alcedo atthis*) und der Teichrohrsänger (*Acrocephalus scirpaceus*).

⁶ Grunderfassung des Arteninventars (Fauna) und Optimierungskonzept zur ökologischen Aufwertung des Parkgewässers Seewoog im gleichnamigen Naherholungsgebiet bei Miesenbach, Dr. Christoph Bernd, 2017, S.20

5. Schlussfolgerung

Durch seine naturnahe Entwicklung erreicht der Seewoog eine sehr hohe ökologische Wertigkeit. Das Gewässer weist eine erstaunlich hohe Biodiversität auf. Besonders beim oberen Gewässerteil im Osten besteht ein hohes Entwicklungspotenzial, weshalb dieser als Naturschutz-Entwicklungsfläche genutzt werden soll. In diesem Bereich ist die größte Artenvielfalt des gesamten Gewässers nachweisbar und auch die Häufigkeit des Vorkommens der verschiedenen Artengruppen ist hier am höchsten. Trotz einer sehr guten Biotopqualität, ist ein Defizit im Artenspektrum von Tierarten wie den Insekten oder Amphibien festzustellen. Dies liegt daran, dass vorkommende Arten nicht in der Lage sind solide Bestände aufzubauen. Andere sind nicht in der Lage sich zu etablieren.

Die Ursachen hierfür sind multikausal.

5.1 Optimierungsmaßnahmen

Um die Besucher über diese Missstände zu Informieren, werden am Naherholungsgebiet Seewoog drei Informationstafeln aufgestellt, die auch einen Kontext zum naturnahen Bereich bieten sollen. Zwei, welche die Besucher über die Artenvielfalt und das Biotop des unteren und oberen Seewoogs informieren und eine, die zur Information über Neozoen dient und die Besucher auf die Probleme, die diese mit sich bringen, aufmerksam macht. Dies ist besonders wichtig, da häufig nicht mehr gewollte Haustiere wie Wasserschildkröten am Seewoog ausgesetzt werden. Diese neozoen Wasserschildkröten haben einen negativen Einfluss auf die Artenvielfalt und Biotope und sollten deshalb auch aus dem Gewässer entfernt werden.

Hinzu kommt, dass neben der Ausweisung als Naturschutz-Entwicklungsfläche der Bereich aus der Touristischen Nutzung ausgegrenzt werden soll. Die Ausweisung von Schutzzonen im unteren Teil soll zu einer ökologischen Entwicklung und zu einem dauerhaften Erhalt der ökologisch Relevanten Pflanzengesellschaften wie Schilf führen.

Im oberen Teil sollen sogenannte Schutzzonen, in Form von ungemähten Gewässerrandstreifen, angelegt werden. Diese dienen als „Abstandhalter-Struktur“ zum sensiblen Randbereich des Gewässers⁷ und als attraktive Flächen für Insekten.

⁷ Grunderfassung des Arteninventars (Fauna) und Optimierungskonzept zur ökologischen Aufwertung des Parkgewässers Seewoog im gleichnamigen Naherholungsgebiet bei Miesenbach, Dr. Christoph Bernd, 2017, S.46

Zudem empfiehlt sich die Trennung der beiden Gewässerteile. Der Fischbestand im oberen Teil stellt einen erhöhten Prädationsdruck dar und übt somit einen negativen Einfluss auf die Artenvielfalt aus. „Zu einer entscheidenden ökologischen Verbesserung des Biotops ist die dauerhafte Entfernung der Fische erforderlich.“⁸

5.2 Umweltbildung

Die Umweltbildung ist ein Bildungsansatz der einen verantwortungsbewussten Umgang mit der Umwelt und den natürlichen Ressourcen vermitteln soll. Ziel ist es also durch Informieren ein Umweltbewusstsein zu schaffen, um umweltbewusstes Handeln zu ermöglichen und zu fördern.

Jedoch führt Umweltbewusstsein nicht automatisch zu umweltschonendem Verhalten, das bedeutet, dass viele Menschen es zwar wichtig finden, die Umwelt zu schützen, aber nicht immer entsprechend handeln. Aus diesem Grund ist die Vermittlung des notwendigen Wissens für die Erzeugung einer selbstbestimmten Handlungsfähigkeit von Bedeutung. Diesen Ansatz sollen die Tafeln leisten, die am Seewoog aufgestellt werden. Ihre Aufgabe ist es, so viele Besucher/-innen wie möglich aufmerksam zu machen und mit dem notwendigen Wissen auszustatten, weshalb sie ansprechend, gut verständlich und in relativ kurzer Zeit erfassbar sein müssen. Mit Hilfe der Schilder soll es den Besucher/-innen möglich sein, die Tiere und Pflanzen kennen zu lernen, um sie schließlich zu erkennen, denn „was man kennt, schätzt man. Nur was man schätzt und liebt, wird man auch schützen.“⁹

Zusätzlich ermöglichen die Schilder es auch Lehrer/-innen, Unterricht zur Umweltbildung mit einem direkten Bezug in der hier realen Natur vor Ort durchzuführen. Im Gegensatz zum normalen Klassenzimmer mit Büchern und dem normalen Schulstoff wird hier nicht in Frage gestellt, warum man die Abbildungen ansehen und den Text dazu lesen soll, da man sich direkt am Ort des Geschehens befindet und durch die Schilder das Ökosystem und die Biodiversität kennenlernen kann.

5.3 Handlungsalternativen

Der Verweis auf ein umweltfreundliches Verhalten und damit auch auf Handlungsalternativen ist besonders für die Erhaltung und Entwicklung der Biodiversität

⁸ Grunderfassung des Arteninventars (Fauna) und Optimierungskonzept zur ökologischen Aufwertung des Parkgewässers Seewoog im gleichnamigen Naherholungsgebiet bei Miesenbach, Dr. Christoph Bernd, 2017, S.44

⁹ Schützer der Erde, Umweltbildung – was ist das eigentlich?, Thomas, 06.09.2015

wichtig, da das Verhalten des einzelnen einen großen Einfluss hat. „Die meisten Menschen denken, dass ihr individuelles Verhalten ein zu geringer Beitrag zur Lösung des Gesamtproblems ist...“¹⁰. Dies ist in diesem Projekt nicht das Problem, da es nicht riesengroß und weit entfernt, sondern regional und von jedem beeinflussbar ist.

Handlungsweisen wie das Ansprechen von Menschen, die beispielsweise ihre Wasserschildkröte aussetzen wollen, um dann zusammen eine gemeinsame Lösung zu finden, können direkte Erfolge bewirken. Auch Hinweise wie, dass man keinen Müll ins Gewässer wirft und die Tiere nicht mit Essensresten füttert sowie das Melden von Sichtungen von Neozoen sind kleine Schritte, die zur Erhaltung des Gebietes beitragen.

Geht man einen Schritt weiter, könnten auch etliche Zoohandlungen dazu bewegt werden, schon beim Verkaufsgespräch deutlich darauf hinzuweisen, dass ein Aussetzen der Tiere in Kleingewässern die Tiere dieses Lebensraums bedroht und dass dies kein tierfreundliches Verhalten ist. So würden die Folgen klarer gemacht werden und ein Handeln aus Unwissenheit vermieden werden. Zudem könnte man eine Rücknahmepflicht der Zuchtbetriebe einführen, die es beispielsweise auch schon für Batterien gibt. Dies würde zwar zu einer Preissteigerung führen, jedoch würde das womöglich dem tatsächlichen „Wert“ des Lebewesens weitaus näherkommen.

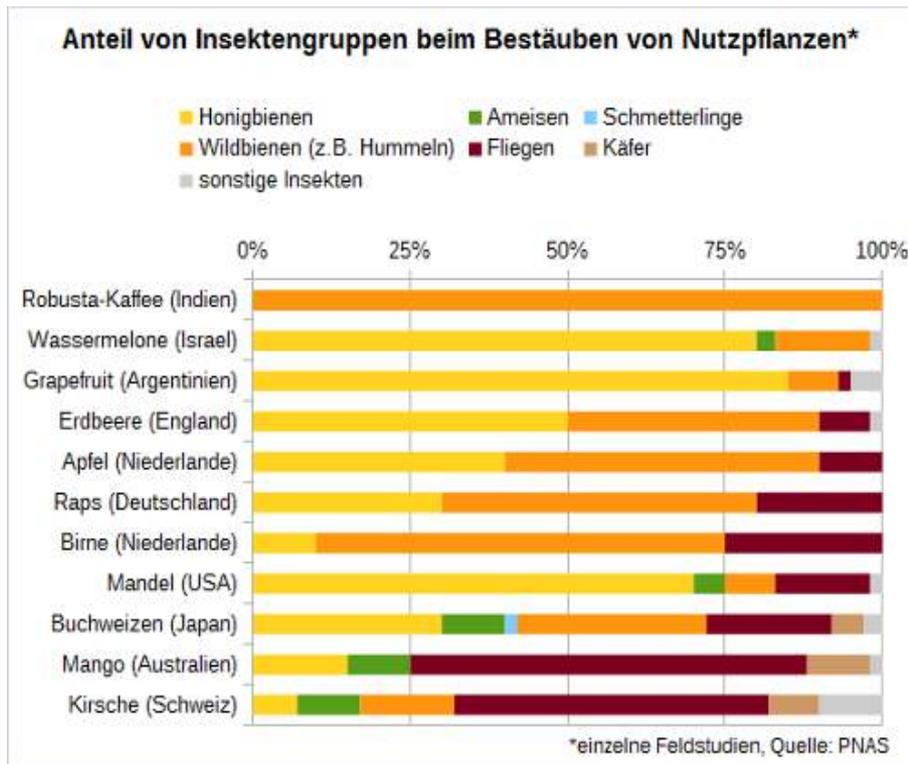
Hinzu kommt, dass für den Schutz der Artenvielfalt im Allgemeinen weitere kleine Maßnahmen getätigt werden könnten. Hierzu zählt zum Beispiel der Kauf von regionalem und saisonalem Obst und Gemüse mit dem der ökologische Anbau ohne Pestizide unterstützt wird. Wenn man die Möglichkeit hat, könnte man Hecken anlegen, die einen Lebensraum für zahlreiche Tiere darstellen und durch die sich im Garten ein günstiges Kleinklima bildet. Man könnte auch Pflanzen einpflanzen, die verschiedenen Insekten Nahrung bieten oder gar ein Insektenhotel anlegen, beispielsweise als Nisthilfe für Wildbienen. Allein schon das Stehenlassen von Wildblumen, statt sie zu pflücken, würde einen Beitrag zum Artenschutz leisten.

Dieses Projekt soll nicht nur aufklären, sondern zu einer Lösung beitragen und zum Handeln anregen.

¹⁰ Zitat aus Tischler, S.197

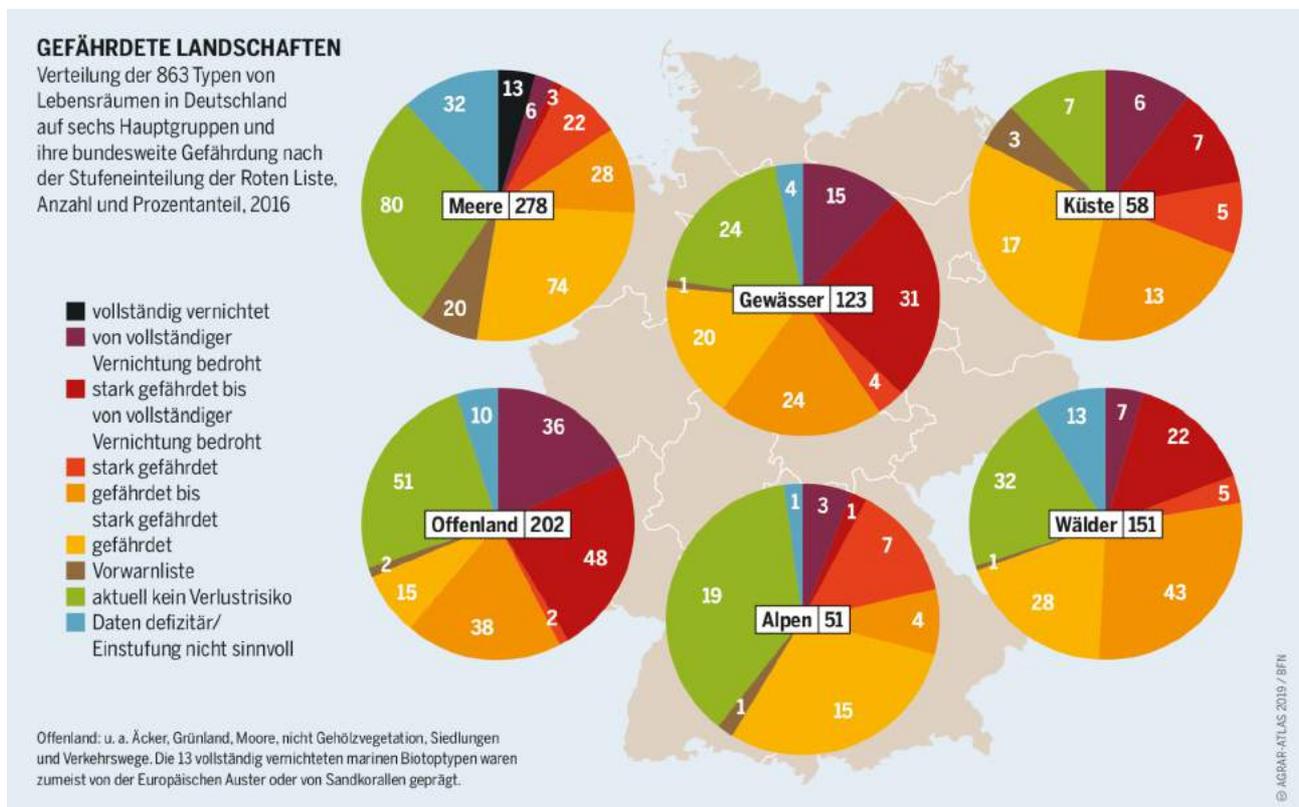
6. Anhang

Abb. 1:



<https://www.glueckshonig.de/bestaebungsimkerei.html>

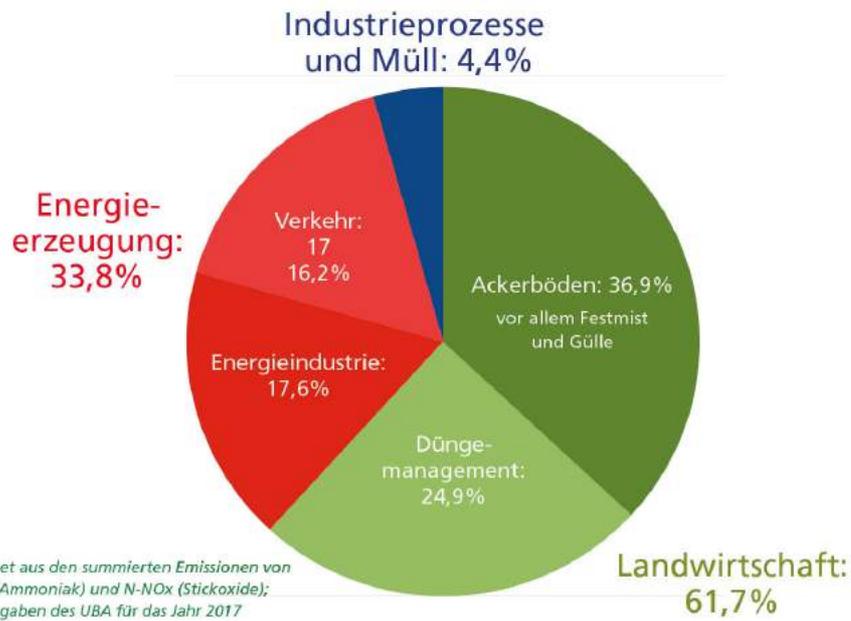
Abb. 2:



<https://www.boell.de/de/2019/01/09/biodiversitaet-deutschland-artenvielfalt-geht-verloren>

Abb. 3:

Stickstoff-Emissionen in Deutschland



<https://www.robinwood.de/schwerpunkte/waldsch%C3%A4den>

Abb. 4:



https://www.ramstein-miesenbach.de/vg_ramstein_miesenbach/de/Verwaltung/Bauleitplanung/Bebauungspläne/Rechtskräftige%20Bebauungspläne/RAM_BP_Seewoog_GrunderfassungArten.pdf

Abb. 5:



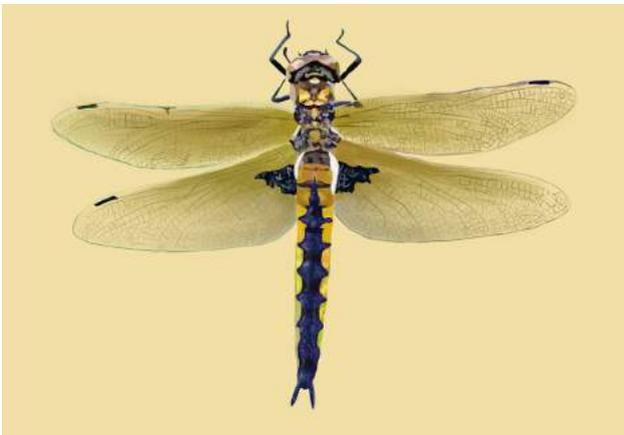
https://www.ramstein-miesenbach.de/vg_ramstein_miesenbach/de/Verwaltung/Bauleitplanung/Bebauungspläne/Rechtskräftige%20Bebauungspläne/RAM_BP_Seewoog_GrunderfassungArten.pdf

Abb. 6:



https://www.ramstein-miesenbach.de/vg_ramstein_miesenbach/de/Verwaltung/Bauleitplanung/Bebauungspläne/Rechtskräftige%20Bebauungspläne/RAM_BP_Seewoog_GrunderfassungArten.pdf

Abb. 7:



Künstlerin: Thea Rummel

Abb. 8:



Künstlerin: Thea Rummel

Abb. 9:



https://www.ramstein-miesenbach.de/vg_ramstein_miesenbach/de/Verwaltung/Bauleitplanung/Bebauungspläne/Rechtskräftige%20Bebauungspläne/RAM_BP_Seewoog_GrunderfassungArten.pdf

Abb. 10:



https://www.ramstein-miesenbach.de/vg_ramstein_miesenbach/de/Verwaltung/Bauleitplanung/Bebauungspläne/Rechtskräftige%20Bebauungspläne/RAM_BP_Seewoog_GrunderfassungArten.pdf

Abb. 11:



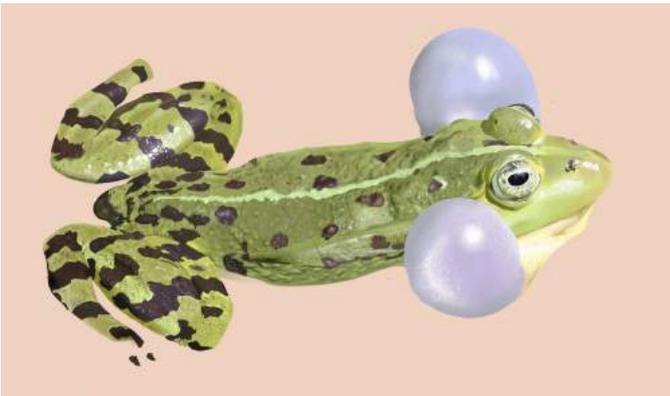
https://www.ramstein-miesenbach.de/vg_ramstein_miesenbach/de/Verwaltung/Bauleitplanung/Bebauungspläne/Rechtskräftige%20Bebauungspläne/RAM_BP_Seewoog_GrunderfassungArten.pdf

Abb. 12:



https://www.ramstein-miesenbach.de/vg_ramstein_miesenbach/de/Verwaltung/Bauleitplanung/Bebauungspläne/Rechtskräftige%20Bebauungspläne/RAM_BP_Seewoog_GrunderfassungArten.pdf

Abb. 13:



Künstlerin: Thea Rummel

Abb. 14:



Abb. 15:



Abb. 16:



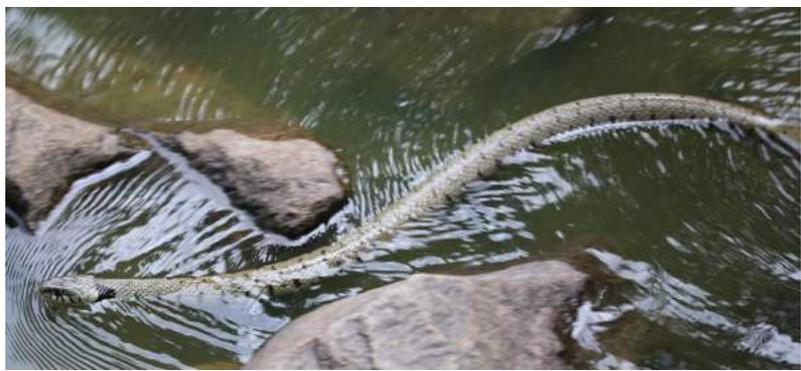
Abb. 17:



Abb. 18:



Abb. 19:



https://www.ramstein-miesenbach.de/vg_ramstein_miesenbach/de/Verwaltung/Bauleitplanung/Bebauungspläne/Rechtskräftige%20Bebauungspläne/RAM_BP_Seewoog_GrunderfassungArten.pdf

Abb. 20:



https://www.ramstein-miesenbach.de/vg_ramstein_miesenbach/de/Verwaltung/Bauleitplanung/Bebauungspläne/Rechtskräftige%20Bebauungspläne/RAM_BP_Seewoog_GrunderfassungArten.pdf

Abb. 21:



Künstlerin: Thea Rummel

7. Literaturverzeichnis

Internetquellen:

<https://www.biologie-seite.de/Biologie/Teich>

<https://www.simplyscience.ch/teens-liesnach-archiv/articles/was-bedeutet-die-artenvielfalt-fuer-uns-menschen.html>

<https://www.bund.net/themen/tiere-pflanzen/alle-tiere-pflanzen/>

<https://www.greenpeace.de/themen/artenvielfalt>

<http://www.bpb.de/gesellschaft/umwelt/dossier-umwelt/61282/artenvielfalt>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Artenvielfalt>

<https://www.nabu.de/tiere-und-pflanzen/amphibien-und-reptilien/amphibien/info.html>

<https://nachhaltig-sein.info/natur/was-bedeutet-artenvielfalt-artenschutz-biodiversitaet>

<https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/neozoen/45904>

<https://www.ramstein->

[miesenbach.de/vg_ramstein_miesenbach/de/Verwaltung/Bauleitplanung/Bebauungspläne/Rechtskräftige%20Bebauungspläne/RAM_BP_Seewoog_GrunderfassungArten.pdf](https://www.ramstein-miesenbach.de/vg_ramstein_miesenbach/de/Verwaltung/Bauleitplanung/Bebauungspläne/Rechtskräftige%20Bebauungspläne/RAM_BP_Seewoog_GrunderfassungArten.pdf)

<https://www.robinwood.de/schwerpunkte/waldsch%C3%A4den>

<https://www.boell.de/de/2019/01/09/biodiversitaet-deutschland-artenvielfalt-geht-verloren>

<https://www.glueckshonig.de/bestaebungsimkerei.html>

Fachliteratur:

- Herbert W. Ludwig: Tiere unserer Gewässer: Merkmale, Biologie, Lebensraum, Gefährdung, BVL Bestimmungsbuch, 1989

- Andreas H. Segerer / Eva Rosenkranz: Das große Insektensterben / Was es bedeutet und was wir jetzt tun müssen, oekom-Verlag München, 2017

- Horst Bayrhuber, Wolfgang Hauber, Ulrich Kull: Linder Biologie / Lehrbuch für die Oberstufe, Schroedel Westermann, 2017

- Grundwissen Umwelt, Klaus Tischler

- Bericht der Bundesregierung zur Bildung für eine nachhaltige Entwicklung, Januar 2002, Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) Referat Öffentlichkeitsarbeit Bonn

8. Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt und alle wörtlichen und sinngemäßen Übernahmen aus anderen Werken als solche kenntlich gemacht und mit genauen Quellenbelegen versehen habe. Verwendete Informationen aus dem Internet sind dem Lehrer / der Lehrerin vollständig im Ausdruck zur Verfügung gestellt worden.

Ort, Datum, Unterschrift