Gewässerökologie und Amphibien

Alter: *Sekundarstufe 2*
Dauer: *3 Stunden*
Jahreszeiten: *Frühling, Sommer, Herbst*
Themenschwerpunkte:

- *Gewässergüte-Bestimmung*
- *Amphibien-Entwicklung*
- *Amphibienschutz*

Beschreibung:
Was hat die Güte von Gewässern mit Amphibien zu tun?
Die Schüler beschäftigen sich zunächst mit der Gewässergüte von Bach und Teich. Sie gehen auf die Suche nach Kleinstlebewesen und versuchen diese zu bestimmen und zu zählen, um anschließend den Saprobienindex für das jeweilige Gewässer zu ermitteln. Für die Bestimmung der Tiere können die Schüler mit ihren Handys Fotos von den Tieren machen, um ihre Funde zu dokumentieren, zum anderen können sie mithilfe von Bestimmungs-Apps für Smartphones die Tiere bestimmen.
Außerdem führen sie kleine chemische Untersuchungen zu pH-Wert, Nitrat- und Ammoniakgehalt im Wasser durch. Damit haben sie eine umfassende Gewässergüte-Bestimmung durchgeführt und sich gleichzeitig dem Lebensraum der Amphibien genähert.
Im zweiten Teil des Kurses beschäftigen sie sich mit der Entwicklungsbiologie der Amphibien und stellen einen Zusammenhang zwischen den Tieren und dem Zustand von Gewässern her.
In der Diskussionsrunde geht es um die Frage, wie sehr der Mensch Einfluss auf die Lebensräume der Amphibien hat und inwieweit Schutzmaßnahmen nötig sind, um die Artenvielfalt zu erhalten.

Programm	Gewässerökologie und Amphibien	
Leitziele	Die Schüler lernen, dass Gewässer ein sensibles Ökosystem sind und welche Faktoren Einfluss darauf haben. Sie lernen die Entwicklung der Amphibien kennen und setzen dies in Zusammenhang mit dem Zustand von Gewässern.	
Mittlerziele	**Handlungsziele**	**Teilkompetenzen**
1. Die Schüler lernen die besonderen Zusammenhänge im Ökosystem Teich bzw. Bach kennen.	1.1 Sie verstehen, welche Auswirkungen unsachgemäßer Gebrauch der Gewässer haben kann. 1.2 Sie setzen sich für den Gewässerschutz ein.	T.1 Kompetenz zur Perspektivübernahme T.2 Kompetenz zur Antizipation T.3 Kompetenz zur Disziplinenübergreifenden Erkenntnisgewinnung G.1 Kompetenz zur Kooperation G.3 Kompetenz zur Partizipation
2. Die Schüler erarbeiten sich Wissen über die Entwicklung der Amphibien.	2.1 Sie entwickeln ein positives Verständnis für die Existenz der Amphibien.	E.2 Kompetenz zum moralischen Handeln
3. Die Schüler entwickeln Ideen, wie Amphibien geschützt werden können.	3.1 Sie setzen sich aktiv für den Amphibienschutz ein.	E.3 Kompetenz zum eigenständigen Handeln

Anlagenverzeichnis:
Anlage 1: Hintergrundinformationen Amphibien
Anlage 2: Gewässergüte-Poster und Information
Anlage 3: Arten-Informationen
Anlage 4: Arbeitsaufträge

Material:
Kreppband
Edding
Modelle Erdkröte, Grasfrosch, Teichmolch
Hintergrundinformationen Amphibien (Anlage 1)
Siebe
Pinsel
Wannen
Lupen
Binokulare
EcoLabBox-Umweltkoffer
Kescher
kleine Eimer
Klemmbretter
Papier
Stifte
Gewässergüte-Poster und Information (Anlage 2)
Arten-Informationen (Anlage 3)
Arbeitsaufträge (Anlage 4)
Kosmos „Tier- und Pflanzenführer“
TING-Stift
„Welche Kaulquappe ist das?“ Der wasserfeste Amphibienführer. F. Berninghausen, Hannover: NABU Niedersachsen 2012
Bestimmungsliteratur
Pappe
Tischtennisbälle
grüne Din-A4-Blätter mit Umriss eines Wasserpflanzenblattes
Tesafilm
Scheren
Erbsen
Filmdosen mit roten Perlen
Gläser mit Schraubverschluss
durchsichtige Plastikschläuche
Gardinenschnur
Stöcke
DVD „Lebensräume entdecken: Gewässer“ SWR Schulfernsehen Multimedial
Beamer
Laptop
Plakate

Vorbereitungen:
Tümpel-Materialien zusammenstellen
Infotische mit Material für die Arbeit zur Entwicklungsbiologie bestücken
Lehrer darüber informieren, dass die Schüler ihre Smartphones mitbringen sollen

Die Bestimmungs-App für Android oder iOs sollten zumindest einige Schüler vorher auf ihr Smartphone geladen haben z.B. von:

- http://offene-naturfuehrer.de/web/: NaturLotse Exkursionsführer kostenfrei für Android
- Reptil ID - Die Reptilien und Amphibien Deutschlands von Mullen & Pohland GbR für iOS für 2,99 EUR
- kostenfrei für iOS ist die AmphibiaWeb-App aus dem App-Store

Ablaufplan

Zeit	Aktionsphasen
5 Min.	Begrüßung, Namenschilder
10 Min.	Einführung ins Thema
60 Min.	biologische und chemische Gewässeruntersuchungen
15 Min.	Pause
60 Min.	Entwicklungsbiologie der Amphibien
25 Min.	Diskussionsrunde
5 Min.	Abschluss

Programmübersicht

Zeit / Ort	Inhalt / Ablauf	Material
5 Min. Raum	**Begrüßung** Die Referenten begrüßen die Schüler auf dem NaturGut Ophoven und stellen sich vor. Jeder Schüler erhält ein Namenschild.	Kreppband Edding
10 Min. Raum	**Einführung ins Thema** Der Referent zeigt den Schülern die Modelle Erdkröte, Grasfrosch und Teichmolch. Was können die Schüler ihm dazu erzählen? - *Diese Tiere gehören zu der Gruppe der Lurche. Das Wort Lurch kommt vom uralten Begriff ‚Lork' und bedeutete früher ‚Kröte'.* *Man unterscheidet zwischen* - *Froschlurchen (Frösche, Kröten, Unken)* - *Schwanzlurchen (Molche, Salamander)* - *Schleichenlurchen (Blindwühlen).* *Die Tiergruppe der Lurche nennt man auch Amphibien (griechisch). Dieses Wort steht für „doppellebig". - Doppellebig bedeutet, dass Amphibien auf Wasser und Land als Lebensraum angewiesen sind. Während ihrer Entwicklung vollziehen sie eine Metamorphose. Die Eier werden ins Wasser abgelegt und es schlüpfen daraus Kaulquappen (Froschlurche) bzw. Larven (Schwanzlurche). Sie beanspruchen den Lebensraum Wasser und atmen mit Kiemen. Die adulten Tiere atmen mit Lungen und über die Haut.* *Entwicklungsgeschichtlich stammen die Amphibien von den Fischen ab. Der Quastenflosser soll ihr direkter Vorfahr sein. Sie haben den Lebensraum „Land" als erste Tierart erobert. Doch auch dort benötigen sie eine feuchte Umgebung, sind meist nachtaktiv, um sich vor Sonnenlicht und Fressfeinden zu schützen, und müssen vor allem zur Fortpflanzung ins Wasser zurückkehren.* *Sie sind wechselwarme Tiere, d.h. dass sich ihre Körpertemperatur an die Umgebungstemperatur anpasst.*	Modelle Erdkröte, Grasfrosch, Teichmolch Hintergrund-informationen Amphibien (Anlage 1)
60 Min. Teich Bach	**biologische und chemische Gewässeruntersuchungen** Am besten teilt man die Klasse in vier Gruppen ein, die jeweils nach 15 Minuten zur nächsten Station weitergeht.	Siebe Pinsel Wannen

	Die Stationen sind: 1. biologische Untersuchung Bach 2. chemische Untersuchung Bach 3. biologische Untersuchung Teich 4. chemische Untersuchung Teich Am Bach erhalten Schüler-Paare Siebe, Pinsel und Wannen, um Tiere aus dem Wasser zu fischen, sie mit dem Pinsel von der Unterseite von Steinen zu lösen und in der Wanne genau betrachten zu können. Zur Bestimmung sollte man Lupen oder ggf. Binokulare dabei haben und Bestimmungsliteratur. Die Schüler können zusätzlich über ihre Smartphones im Internet nach Informationen suchen. Für die chemische Untersuchung wird nach den Protokollen aus dem EcoLabBox-Umweltkoffer gearbeitet. Am Teich erhalten die Schüler-Paare Kescher und kleine Eimer sowie Pinsel und Wannen. Sie füllen Wasser in die Eimer und ziehen die Kescher vorsichtig durch das Wasser. Das Keschernetz wird in den Eimer umgestülpt und gut ausgewaschen, um alle erbeuteten Tiere im Eimer zu haben. In den Wannen könne die Tiere gut beobachtet und bestimmt werden. Auch hier empfehlen sich Lupen und Binokulare. Für die chemische Untersuchung wird nach den Protokollen aus dem EcoLabBox-Umweltkoffer gearbeitet. Aufgabe für die Schüler ist es, den Saprobienindex von Bach und Teich zu bestimmen und die Güte der Gewässer zu vergleichen. Dafür müssen sie die gefundenen Tiere eines Abschnitts bestimmen und zählen. Mit der Berechnung des Saprobienindex kann man eine Aussage über die Sauerstoffkonzentration im Gewässer treffen. Die Sauerstoffkonzentration ist der wichtigste Überlebensfaktor für das Makrozoobenthos. Die Toleranz gegenüber Sauerstoffschwankungen ist jedoch artspezifisch, so dass es bestimmte Zeigerorganismen gibt, die für einen hohen bzw. niedrigen Sauerstoffgehalt im Wasser sprechen. Je stärker ein Gewässer mit organischen Substanzen verunreinigt ist, desto geringer ist die Sauerstoffkonzentration. Zusätzlich zum Saprobienindex sollen die Schüler Werte zu den folgenden abiotischen Faktoren im Wasser sammeln:	Bestimmungsliteratur Lupen Binokulare EcoLabBox-Umweltkoffer Kescher kleine Eimer Klemmbretter Papier Stifte Gewässergüte-Poster und Information (Anlage 2)

	pH-Wert, Nitrit, Nitrat, Ammoniak, Temperatur Der pH-Wert ist ein entscheidender abiotischer Umweltfaktor für Lebewesen. Manche Arten tolerieren nur einen bestimmten pH-Wert. Die Verschiebung des pH-Wertes in den basischen Bereich gibt u.a. Hinweis auf ein zu starkes Pflanzenwachstum oder Verunreinigungen, z.B. durch Waschlaugen. Nitrit ist eine Vorstufe des Nitrats. Es entsteht durch Reduktion von Nitrat, z.B. bei der Pflanzenzersetzung. Ein erhöhter Nitritgehalt in Gewässern ist ein Zeichen für zu hohe Belastung durch Fischexkremente. Nitrat In der Natur entstehen Nitrate durch Oxidation des Luftstickstoffs zu Stickstoffoxiden. In geringen Mengen fördert Nitrat das Pflanzenwachstum. In zu hohen Konzentrationen fördert es das Algenwachstum, was zur Eutrophierung eines Gewässers führt. Ammonium ist eines der wichtigsten Indikatoren für die Verschmutzung von Gewässern. Ammonium entsteht bei der Zersetzung stickstoffhaltiger organischer Substanzen durch Mikroorganismen unter sauerstoffarmen Bedingungen. Durch Überdüngung gelangt Ammonium ins Wasser. Bei erhöhter Belastung kommt es zur Algenvermehrung und ebenfalls zur Eutrophierung des Gewässers. Je kälter ein Gewässer ist, desto mehr Sauerstoff ist darin gelöst. Warum gibt erst eine chemische **und** biologische Untersuchung genauen Aufschluss über den Zustand des Gewässers? – *Die Faktoren, die man mit der chemischen Analyse untersucht, geben Aufschluss über den momentanen Zustand. Dabei kann nicht kontrolliert werden, ob z.B. letzte Woche Düngemittel ins Wasser eingetragen wurden, denn bei einem Fließgewässer sind die Substanzen schon lange weggespült.* *Der Artenreichtum der Wasserlebewesen gibt da schon genaueren Aufschluss, denn eine Population von aerophilen Organismen erholt sich nicht schnell von sauerstoffarmen Zeiten.* Nach Fertigstellen aller Untersuchungen werden die Tiere wieder zurück in ihre Lebensräume gebracht und die	

	Chemikalien fachgerecht entsorgt.	
15 Min. Raum	**Pause**	
60 Min. Gelände	**Entwicklungsbiologie der Amphibien** Die Schüler sollen sich nun im zweiten Teil des Kurses mit der Entwicklung der Amphibien auseinandersetzen und einen Zusammenhang zwischen der Gewässergüte und der Entwicklung der Amphibien herstellen. Es werden Dreier-Gruppen gebildet und jede Gruppe entscheidet sich für eine Art: 1. Frösche 2. Kröten 3. Molche Die Schüler versorgen sich mit folgenden Materialien von den Infotischen: - Arten-Information (Anlage 3) - Arbeitsauftrag (Anlage 4) - Kosmos „Tier- und Pflanzenführer“ - TING-Stift - Amphibien-Führer - Bestimmungsliteratur - Papier und Stifte - ggf. Bastelmaterial zur Laich-Demonstration *(zur Info: die rote Perle (=überlebender Frosch) dient zur Darstellung der Verluste an Laich, Larven und Adulten bei Fröschen nach zwei Jahren bei einem Laichballen mit 1000 Eiern, die durch Erbsen in einem Glas verdeutlicht werden; der Tischtennisball kann als Molch-Ei in ein grünes Blatt verpackt werden; die Plastikschläuche können mit Erbsen gefüllt Laichschnüre darstellen; die Gardinenschnur kann als Laichschnur um Stöcke (Wasserpflanzen) gewickelt werden.)* Die Arbeitsgruppen können sich im Raum oder auf dem Gelände verteilen. Sie haben max. 40 Minuten Zeit, sich mit der Entwicklung der Amphibien zu befassen und einen kleinen Vortrag vorzubereiten. Nach Ablauf der Zeit treffen sich alle wieder im Raum oder in einem Sitzkreis im Gelände und die Gruppen tragen ihre Ergebnisse vor. Sollte noch Zeit bleiben, kann man den Schülern Sequenzen der DVD „Lebensräume entdecken: Gewässer“ vorspielen.	Arten-Informationen (Anlage 3) Arbeitsaufträge (Anlage 4) Kosmos „Tier- und Pflanzenführer“ TING-Stift Amphibien-Führer Bestimmungsliteratur Papier Stifte Pappe Tischtennisbälle grüne Din-A4-Blätter mit Umriss eines Wasserpflanzenblattes Tesafilm Scheren Erbsen Filmdosen mit roten Perlen Gläser mit Schraubverschluss durchsichtige Plastikschläuche Gardinenschnur Stöcke ggf.: DVD, Beamer, Laptop

25 Min. Raum	**Diskussionsrunde** Die Schüler haben bis jetzt intensiv gearbeitet und Wissen darüber erlangt, durch welche Faktoren die Güte von Gewässern beeinflusst wird, wie Amphibien sich entwickeln und wo sie leben. In einer Diskussionsrunde soll nun der menschliche Einfluss auf das Leben der Amphibien genauer betrachtet werden und mögliche Schutzmaßnahmen für Amphibien zusammengetragen werden. Die Diskussionsrunde findet nach der partizipativen Methode der „Zukunftswerkstatt" statt. *(Die Zukunftswerkstatt ist eine Methode, die von den Zukunftsforschern Robert Jungk, Rüdiger Lutz und Norbert R. Müllert entwickelt wurde. Sie soll die Phantasie anregen, um neue Lösungen für gesellschaftliche Probleme zu entwickeln.)* Gliederung: - Einführung - Kritikphase = Was stört uns? - Phantasiephase = Was wünschen wir uns? - Umsetzungsphase = Wie erreichen wir unsere Wünsche/Ziele? - Nachbereitung Die Gedanken und Ideen der Schüler werden auf Plakaten festgehalten.	Plakate Stifte
5 Min. Raum	**Verabschiedung** Im Resümee des Tages dürfen die Schüler mit der 5-Finger-Methode zusammenfassen was ihnen: - Daumen: gut gefallen hat, - Zeigefinger: wichtig war, - Mittelfinger: gar nicht gefallen hat, - Ringfinger: fürs nächste Mal am Herzen liegt, - kleiner Finger: zu kurz gekommen ist.	

Anlagenverzeichnis

Anlage 1: Hintergrundinformationen Amphibien

Auf der Internetseite des NABU Naturschutzbundes Deutschland e.V.
http://www.nabu.de/tiereundpflanzen/amphibienundreptilien/
findet man ausführliche Informationen zu Amphibien und Reptilien. Artenprofile geben einen guten Überblick über die wichtigsten Eigenschaften der jeweiligen Art und Fotos veranschaulichen die morphologischen Unterschiede.

Die Broschüre

> *Frösche, Kröten und Molche - Verwandlungskünstler on Tour* (NABU aktiv, J. Heimberg und A. Krone, Bonn: NABU Bundesverband 2003)
> Link: shop.nabu.de/shop/product_info.php?info=p6_Brosch--re-Fr--sche--Kr--ten--Molche.html

fasst die wichtigsten Informationen über unsere heimischen Amphibienarten gut bebildert zusammen.

Zwischen Wasser und Land
Infos zur Ökologie unserer heimischen Amphibien

Text von Andreas Krone
(Quelle: http://www.nabu.de/tiereundpflanzen/amphibienundreptilien/portrait/ 29.01.2014, 09:00 Uhr)

Zu den einheimischen Amphibien oder Lurchen zählen Salamander, Molche, Unken, Kröten und Frösche. Insgesamt leben in Deutschland 21 Amphibienarten.

Das Leben der Amphibien ist eng an das Wasser gebunden. Zum Ablegen ihrer Eier (Laich) müssen sie in jedem Frühjahr ihre Laichgewässer aufsuchen. Eine Ausnahme bildet der Alpensalamander, der bereits voll entwickelte Jungtiere zur Welt bringt. Die erste Lebensphase im Wasser verbringen die Amphibien als Larven oder Kaulquappen. Nach einer Umgestaltung des Körpers (Metamorphose) beginnen sie ihr Landleben und kehren meist nur zur Fortpflanzungszeit ins Wasser zurück.

Die Haut der Amphibien trägt im Gegensatz zu den Kriechtieren oder Reptilien (Eidechsen, Schlangen) kein Schuppenkleid, und ihre Hände besitzen auch nur jeweils vier Finger. Ihre wasserdurchlässige, kaum noch verhornte Haut bindet sie zeitlebens an Feuchtbiotope. Sie schützen sich vor ihren Feinden, indem sie Schleim mit Giftstoffen aus ihrer Haut absondern. Amphibien ernähren sich hauptsächlich von Würmern, Schnecken, Insekten und anderen Gliedertieren. In Gärten übernehmen sie die Funktion von biologischen Schädlingsbekämpfern.

Durch die weitgehende Zerstörung und Verkleinerung ihrer Lebensräume sind die Bestände unserer Amphibien stark zurückgegangen. Ursachen dafür sind insbesondere das Verschwinden von Kleingewässern aufgrund von Vermüllung oder Überbauung sowie der stark zugenommene Fahrzeugverkehr. In einigen Regionen hat sich die Zahl der Kleingewässer in den letzten 50 Jahren um mehr als 80 Prozent verringert. Die hohe Dichte des deutschen Straßennetzes führt

dazu, dass Amphibien bei ihrer Frühjahrswanderung oftmals Straßen überqueren müssen. Untersuchungen haben gezeigt, dass bei einer Verkehrsdichte von 60 Fahrzeugen pro Stunde 90 Prozent der über die Straße wandernden Erdkröten überfahren werden.

Seit 1980 stehen alle Amphibienarten gemäß Bundesartenschutzverordnung unter besonderem Schutz. Laut Bundesnaturschutzgesetz ist es außerdem verboten, Amphibien, deren Laich und Larven der Natur zu entnehmen - etwa um sie in Gartenteichen anzusiedeln.

Wer ein Grundstück oder Garten besitzt oder nutzt, kann gezielt Lebensräume und Laichgewässer für Amphibien schaffen. Das Einsetzen von Tieren ist nicht notwendig, da Kleingewässer in der Regel innerhalb kurzer Zeit besiedelt werden. Weitere Maßnahme, die den Lurchen helfen: Anlage naturnaher Gartenteiche ohne Fischbesatz, ungenutzte Teile des Gartens gezielt verwildern lassen und im Garten auf die Anwendung von Kunstdüngern und Giften (Pflanzenschutz) verzichten.

Setzen Sie sich für den Erhalt und für die Renaturierung von Kleingewässern in Ihrem Umfeld ein. Vielerorts werden Amphibien bei ihrer Frühjahrswanderung durch Krötenzaunaktionen vor dem Straßentod gerettet. Dabei werden in Bereichen mit intensiver Amphibienwanderung entlang der Straße niedrige Zäune aufgestellt und Fangeimer eingegraben. Die wandernden Amphibien versuchen, die Folie zu umwandern, und fallen in die Fangeimer. Aus diesen werden sie entnommen und sicher über die Straße getragen. Die Krötenzäune müssen im Frühjahr über einen Zeitraum von zwei bis drei Monaten betreut werden. Effektiver sind Straßensperrungen oder stationäre Anlagen mit Amphibientunneln. Meist sind die bei Krötenzaunaktionen gesammelten Daten über wandernde Amphibien die Begründung für dauerhafte Anlagen.

Klasse: Amphibien Amphibia

(Quelle: Zoologisches Museum der Universität Zürich, Dr. Marianne Haffner „Unterrichtshilfe einheimische Amphibien“)

Amphibien sind mit rund 4‘200 Arten fast weltweit verbreitet. Die Haut der Amphibien hat nur eine dünne Hornschicht und enthält zahlreiche Schleim- und Giftdrüsen. Pigment tragende Zellen (Chromatophoren) sorgen für die teilweise ausgeprägte Färbung und für die Fähigkeit zum Farbwechsel.

Amphibien haben echte Zähne oder sind zahnlos und atmen hauptsächlich über die Haut, die Mundhöhlenschleimhaut und über Lungen oder Kiemen. Amphibien können ihre Körpertemperatur nicht unabhängig von der Umgebungstemperatur konstant halten: sie sind wechselwarm (poikilotherm).

Die meisten Amphibien entwickeln sich über eine Metamorphose von der Wasser bewohnenden, Kiemen atmenden Larve zum Lurch, der zum Landleben fähig ist. Die Larven zeichnen sich aus durch äußere oder innere Kiemen, Hornzähne oder echte Zähne, einen fischähnlichen Kreislauf sowie einen Ruderschwanz.

Die Klasse der Amphibien gliedert sich in 3 Ordnungen:

Die **Blindwühlen** Gymnophiona kommen in den Tropen Zentral- und Südamerikas, Afrikas und Südasiens und im Malaiischen Archipel vor.

Die **Schwanzlurche** Urodela leben in gemäßigten, subtropischen und wenigen tropischen Gebieten der Nordhalbkugel und nur ganz wenige kommen in Südamerika vor.

Die **Froschlurche** Anura sind fast weltweit verbreitet mit Ausnahme sehr trockener oder sehr kalter Zonen.

Froschlurche
(Verändert nach: http://de.wikipedia.org/wiki/Froschlurche 29.01.2014, 09:15 Uhr)

Systematik

Unterstamm:	Wirbeltiere (Vertebrata)
Überklasse:	Kiefermäuler (Gnathostomata)
Reihe:	Landwirbeltiere (Tetrapoda)
Klasse:	Lurche (Amphibia)
Unterklasse:	Lissamphibia
Ordnung:	Froschlurche

Die Froschlurche (Anura; auch: Salientia) sind die bei weitem artenreichste der drei rezenten Ordnungen aus der Wirbeltierklasse der Amphibien. Zu den Froschlurchen zählen unter anderem Kröten und Unken, die meisten Tiere werden aber – ohne näheren verwandtschaftlichen Zusammenhang – als „Frösche“ bezeichnet. Die anderen Ordnungen der Amphibien sind die Schwanzlurche (Caudata, Urodela) und die Schleichenlurche oder Blindwühlen (Gymnophiona).

Merkmale

Im Gegensatz zu den Schwanzlurchen weisen die Froschlurche nur während der Larvenphase im Wasser einen Schwanz auf. Mit der Metamorphose zum Landtier wird dieser zurückgebildet. Je nach Ausprägung der Hinterbeine, die deutlich länger als die vorderen Extremitäten sind, bewegen sich Froschlurche laufend, hüpfend oder weit springend vorwärts. Einige können sehr gut klettern; andere graben sich im Boden ein oder leben ständig im Wasser. Der Knochenbau ist wie bei allen Amphibien teilweise reduziert. So besitzen sie, bis auf wenige Arten der Unterordnung Archaeobatrachia, keine Rippen. Der Schultergürtel der Froschlurche ist im Gegensatz zu den Schwanzlurchen verknöchert und mit einem Schlüsselbein ausgestattet. Die Hüftregion ist besonders stabil gebaut und weist auffallend weit hinten positionierte Gliedmaßenansätze auf, um für die enorme Hebel- und Schubwirkung beim Springen geeignet zu sein. Die Haut kann glatt oder warzig sein. Sie ist von Schleimdrüsen durchsetzt, die die Oberfläche feucht halten und eine Hautatmung ermöglichen. Viele Arten weisen zudem Körperdrüsen auf, die ein giftiges Schutz- und Wehrsekret produzieren. Pigmentzellen sind für eine vielfältige Färbung und Zeichnung verantwortlich. Metamorphosierte Tiere ernähren sich ausschließlich karnivor, in der Regel von lebenden Insekten, Gliedertieren, Mollusken und Spinnen. Die größte Art ist mit einer Kopf-Rumpf-Länge von belegten 33 und vermuteten 35 bis 40 Zentimetern der seltene westafrikanische Goliathfrosch (Conraua goliath). Mehrere „miniaturisierte“ Arten erreichen dagegen ausgewachsen

kaum einen Zentimeter Größe, wie die brasilianische Sattelkröte Brachycephalus didactylus, das kubanische Monte-Iberia-Fröschchen (Eleutherodactylus iberia), der madagassische Engmaulfrosch Stumpffia pygmaea oder der Seychellenfrosch Sechellophryne gardineri, die auch zu den weltweit kleinsten Landwirbeltieren überhaupt zählen.

Die Bezeichnungen Frosch und Kröte sind systematisch nicht eindeutig abgegrenzt. Unter einem „Frosch" wird landläufig ein relativ schlanker, agiler Froschlurch mit eher glatter und feuchter Haut sowie kräftigen Sprungbeinen verstanden (Beispiel: die Gattung Rana = Echte Frösche). Dagegen gilt eine „Kröte" allgemein als plump und gedrungen gebaut, weist eine eher trockene, „warzige" Haut und vergleichsweise kurze Hinterbeine auf, die nur zu kurzen Hüpfern oder zum Laufen auf allen vieren dienen (Beispiel: die Gattung Bufo = Echte Kröten). In der Realität verschwimmen diese Abgrenzungsmerkmale aber sehr häufig und lassen sich in der Taxonomie der Amphibien nicht bestätigen. Eindeutiger ist beispielsweise der Begriff „Unke" abzugrenzen und systematisch zuzuordnen: Ein stammesgeschichtlich urtümlicher, kleiner Froschlurch aus der Gattung Bombina (vergleiche Artikel: Unken) mit einem abgeflachten Körper, warziger Oberseite und grell-bunt (gelb oder rot) marmorierter Bauchseite.

Fortpflanzung und Individualentwicklung

Die meisten Froschlurche suchen zur Vermehrung ein Gewässer auf, um dort Laich abzulegen; es gibt allerdings auch Arten mit direkter Larvenentwicklung innerhalb der an Land abgelegten Eier. Die Männchen verfügen oft über Schallblasen, um Paarungsrufe zu erzeugen. Der Laich wird über die Kloake des Weibchens in Form von Klumpen, Schnüren oder als Einzeleier ins Wasser – manchmal aber auch auf Blätter über dem Wasser oder auf den Waldboden – abgegeben und dabei vom im Amplexus befindlichen Männchen äußerlich besamt (vgl. dagegen Schwanzlurche). Nach mehreren Tagen hat sich aus dem Embryo eine Kaulquappe entwickelt.

Zunächst sind die Kiemen noch außen liegend, später werden sie von einer Hautfalte bedeckt. Nach mehreren Wochen Larvalentwicklung, während der sich die Kaulquappe von Pflanzen, organischem Material, Kleinsttieren und Aas, bei einigen Baumsteigerfröschen auch von arteigenem, unbefruchtetem Laich ernährt, erscheint bei dem Tier zuerst ein hinteres Beinpaar. Die Vorderbeine werden erst einige Tage später äußerlich sichtbar. Nach zumeist mehreren Monaten Wasseraufenthalt stellt sich die eigentliche Metamorphose zum Landtier ein, wobei sich unter anderem die Kiemen zurückbilden. Die Atmung erfolgt nun über eine einfach gebaute Lunge sowie die sich stark verändernde Haut. Verdauungs- und Nervensystem sowie weitere Organe werden innerhalb kurzer Zeit völlig umgebildet. Äußerlich weicht die eher fischartige Gestalt den Formen eines Frosches oder einer Kröte (Näheres siehe unter Kaulquappe). Am Schluss der Umwandlung wird der Ruderschwanz allmählich resorbiert. Je nach Art dauert es unterschiedlich lange, meist ein bis drei Jahre, ehe das Tier geschlechtsreif wird und selbst am Fortpflanzungsgeschehen teilnimmt.

Echte Frösche
(Verändert nach: http://de.wikipedia.org/wiki/Echte_Frösche_(Gattung) 12.02.2014 12:22 Uhr)

Die Echten Frösche (Rana; vom Lateinischen „der Frosch") bilden die artenreichste Gattung innerhalb der Familie der Echten Frösche (Ranidae).

Merkmale

Bei den Echten Fröschen handelt es sich um mittelgroße bis große, kräftige Froschlurche mit langen Hinterbeinen, die sie zu weiten Sprüngen. Die Haut ist glatter und feuchter als bei den Kröten; es fehlen ihnen auch Parotiden (Drüsenkomplex). Dafür ziehen sich entlang des Rückens zwei Drüsenleisten, die hinter den Augen beginnen und bis in die Hüftregion reichen. Die Schnauze ist stärker zugespitzt; das Trommelfell ist meist groß und deutlich sichtbar. Die ovalen Pupillen sind waagerecht gestellt. Zwischen den Zehen der Hinterfüße befinden sich in der Regel gut ausgebildete Schwimmhäute. Die Männchen der Echten Frösche besitzen häufig Schallblasen – bei den Wasserfröschen sind diese paarig hinter den Mundwinkeln zum Ausstülpen angelegt. Braunfrösche rufen nur recht leise mit inneren Schallblasen.

Die Paarung erfolgt mit einer axillaren Umklammerung durch das Männchen, also rücklings hinter den Vorderbeinen des Weibchens. Um nicht abzurutschen, entwickeln die Männchen sogenannte Brunstschwielen. Der Laich wird in der Regel in Form klumpiger Gallert-Ballen ins Wasser abgegeben.

Informationen zur Krötenwanderung

Im Frühling machen sich die geschlechtsreifen Kröten auf den Weg zu ihrem Laichgewässer (Kröten sind mit 4-5 Jahren geschlechtsreif). Voraussetzung dafür ist eine nächtliche Temperatur von mindestens 5°C und Niederschlag. Schon auf dem Weg zum Gewässer finden sich oftmals Männchen und Weibchen.
Die Begattung beginnt damit, dass das Männchen auf den Rücken des Weibchens klettert und es fest umklammert.
Wenn das Pärchen am Gewässer angekommen ist, beginnt die Vorlaichzeit von 3-14 Tagen. Einige Kröten müssen jedoch erst noch einen Partner finden und da Weibchen oftmals in der Minderzahl sind, kommt es nicht selten vor, dass mehrere Männchen auf einem Weibchen sitzen.
Wenn die Eier herangereift sind, beginnt das Weibchen zu laichen. Es gibt zwischen den Wasserpflanzen bis zu 5 m lange Schnüre ab, die durch das gleichzeitig austretende Sperma des Männchens befruchtet werden (äußere Befruchtung). Dieser Vorgang kann Stunden dauern. Alle 15-30 Minuten erfolgt ein Laichschub, wobei etwa 20 cm Laichschnur befruchtet werden.
Nach 3 Wochen schlüpfen die Kaulquappen (Krötenlarven) aus den Eiern. Erst ernähren sie sich von ihrem Eidotter und atmen noch über Außenkiemen. Nach 10 Tagen atmet die Kaulquappe über Innenkiemen und beginnt pflanzliche Nahrung (Algen) aufzunehmen. Nach ca. 4 Wochen entwickeln sich die Hinterbeine, von nun an bildet sich der Ruderschwanz zurück. Nach weiteren 3-4 Wochen sind die Vorderbeine auch entwickelt. Da sich inzwischen auch Lungenausgebildet haben, muss das Tier zum Luftholen an die Wasseroberfläche. Die Kaulquappe geht jetzt zur Fleischnahrung über, außerdem quellen die Augen hervor und das Trommelfell wird sichtbar. 2 Wochen später verlässt eine kleine Kröte das Wasser. Sie macht sich auf den Weg zu ihrem Sommerquartier.

<u>Äußere Befruchtung:</u>
Hierbei handelt es sich um die ursprüngliche Art der Befruchtung. In der Regel findet nur bei den niederen Tieren die äußere Befruchtung statt, doch bei Fischen und Lurchen ist sie auch noch vorhanden. Die Eier werden im Wasser durch die Spermien befruchtet. Somit gibt es diese Art der Befruchtung nicht bei Landtieren.
<u>Kaulquappe:</u>

Der Begriff Kaulquappe wird für die noch im Wasser lebende Frosch- bzw. Krötenlarve verwendet. In diesem Stadium geschieht die Fortbewegung durch einen hin und her schwingenden Schwanzfortsatz.
Larven:
Als Larven bezeichnet man Jugendformen von Tieren, die noch eine Metamorphose (Gestaltwandlung) vor sich haben.

Molche
Molche gehören zu den Amphibien ebenso wie Frösche und Kröten.
Sie sind nachtaktiv, um sich vor Austrocknung durch Sonneneinstrahlung und vor Fressfeinden zu schützt.

Was bedeutet der Name „Amphibien"?
Der Name kommt aus der griechischen Sprache und bedeutet „doppellebig" – ein Leben in zwei Welten. Amphibien leben in bestimmten Lebenszyklen an Land, in anderen sind sie an das Leben im Wasser gebunden.

Molche atmen als erwachsene Tiere mithilfe von Lungen, aber auch über ihre Haut (75%). Über die dünne, feuchte Haut kann Sauerstoff zu den Blutgefäßen gelangen.
Zur Paarungszeit halten sich Molche mehrere Wochen lang fast nur im Wasser auf.
Sie tauchen in dieser Zeit regelmäßig in kurzen Abständen an der Wasseroberfläche auf und schnappen „stoßartig" nach Luft.
Als Larve können Molche nur im Wasser leben, da die Molchlarven nur Kiemen, aber keine Lungen besitzen.

Während des Wachstums müssen sich Molche regelmäßig häuten, da ihnen die alte haut „zu klein" wird. Dabei können erstaunlicherweise auch verloren gegangene Gliedmaßen nachwachsen!

Gefahren:

Molche sind durch

- die Wanderung vom Winterquartier zum Teich
- den Straßenverkehr
- die Bebauung von Biotopen
- Verschmutzung/Trockenlegung von Teichen
- Verlandung von Kleingewässern
- Fressfeinde
- Klimaveränderungen
- die Veränderung ihrer Lebensräume allgemein

gefährdet.

Schutzmaßnahmen können sein:
- Amphibienschutzzäune während der Wandermonate aufstellen.
- Biotope unter Schutz stellen oder neu anlegen.
- Vielfalt von Wasserstellen fördern.

Schwanzlurche
(Verändert nach: http://de.wikipedia.org/wiki/Schwanzlurche 12.02.2014 17:20 Uhr)

Systematik

Unterstamm:	Wirbeltiere (Vertebrata)
Überklasse:	Kiefermäuler (Gnathostomata)
Reihe:	Landwirbeltiere (Tetrapoda)
Klasse:	Amphibien (Amphibia)
Unterklasse:	Lissamphibia
Ordnung:	Schwanzlurche

Die Schwanzlurche (Caudata; auch: Urodela) sind eine von drei Ordnungen der Amphibien. Sie werden rein umgangssprachlich oft in Salamander und Molche gegliedert, je nachdem, ob sie stärker an das Landleben angepasst sind („Salamander") oder eine größere Bindung an das Wasser als Lebensraum erkennen lassen, etwa durch Flossensäume am Schwanz („Molche"). Allerdings sind auch die sogenannten Salamander häufig auf Gewässer zur Eiablage bzw. Larvalentwicklung angewiesen. Umgekehrt verbringen viele Molche einen Teil ihres Lebens an Land. Aus dem Blickwinkel der Systematik sind diese beiden umgangssprachlichen Bezeichnungen daher eher ungeeignet.

Merkmale

Die Spanne der Körperlängen reicht von kaum mehr als drei Zentimetern (einige Arten der mexikanischen Gattung Thorius, Lungenlose Salamander) bis hin zu den manchmal mehr als anderthalb Meter langen Riesensalamandern, die zugleich die größten Amphibien der Gegenwart darstellen.

Alle Schwanzlurche haben einen lang gestreckten Körper und besitzen einen Schwanz, der – je nach artsystematischer Zugehörigkeit oder auch der jahreszeitlichen Lebensphase – im Querschnitt rundlich oder seitlich abgeflacht und mit Hautsäumen versehen sein kann. Bis auf die Armmolche, die keine Hinterbeine haben, weisen alle Schwanzlurche vier in etwa gleich lange Gliedmaßen auf, auf denen die Tiere sich – sofern sie sich an Land befinden – laufend (nicht hüpfend oder springend wie Froschlurche) fortbewegen.

Auch bestimmte Merkmale im übrigen Knochenbau (beispielsweise Aufbau und, mit 30 bis 100 Stück, viel größere Anzahl der Rückenwirbel) sowie bei der Ausprägung von Zähnen in den Kiefern sind allen gemeinsam beziehungsweise trennen sie von den Froschlurchen. Im Gegensatz zu den meisten Fröschen haben Schwanzlurche noch freie Rippen (Ausnahme: Riesensalamander); Schulter- und Beckengürtel sind bei ihnen überwiegend knorpelig und weniger fest mit der Wirbelsäule verbunden als bei den Anura.

Trommelfell und Mittelohr fehlen den Molchen und Salamandern generell. Der Geruchssinn dürfte eine größere Rolle spielen als bei den Fröschen und Kröten.

Adulte Schwanzlurche atmen meist mit Lungen sowie durch die Haut; bei den lungenlosen Salamandern erfolgt der Gasaustausch allerdings nur über die Haut und die Schleimhäute der Mundhöhle.

Fortpflanzung und Individualentwicklung

Anders als die Froschlurche, bei denen eine äußere Besamung des Laiches stattfindet, praktizieren Schwanzlurche eine indirekte innere Befruchtung (abgesehen von den Cryptobranchoidea, die noch weitere Eigenarten aufweisen). Dazu nimmt das Weibchen in der Regel ein zuvor vom Männchen abgesetztes Samenpaket (Spermatophore) mit seiner Kloake auf. Viele Schwanzlurche legen Eier in Gewässer und verbringen eine Larvenphase im Wasser; nur wenige sind Lebendgebärend (ovovivipar). Die meisten Vertreter der artenreichsten Familie der Lungenlosen Salamander (Plethodontidae) deponieren ihre Eier allerdings an Land.

Die im Wasser lebenden Larven (als „Kaulquappen" werden nur die Larven der Froschlurche bezeichnet) haben in der Regel äußere Kiemenbüschel und entwickeln zunächst die vorderen Extremitäten. Sie ernähren sich – anders als Kaulquappen – ausschließlich karnivor.

Eine besondere Erscheinung ist die Neotenie, bei der Larven nicht zur vollständigen Metamorphose zum Landtier gelangen, sondern zeitlebens Larvenmerkmale behalten.
Ein weiteres Merkmal vieler, auch adulter Schwanzlurche ist darüber hinaus die Fähigkeit zur Regeneration verloren gegangener Gliedmaßen oder des Schwanzes. Bei den Froschlurchen gelingt dies nur im Entwicklungsstadium der Kaulquappe.

Anlage 2: Hintergrundinformationen Gewässergüte/Saprobienindex

Von der Natur- und Umweltschutz-Akademie des Landes Nordrhein-Westfalen (NUA) wurde das Poster „Wir zeigen die Gewässergüte in NRW“ herausgegeben, auf dem man einen Überblick über die Kleinlebewesen der Fließgewässer erhält und erfährt, welchen Gewässergüteklassen diese Tiere zugeordnet sind.

In der Begleitinformation zu diesem Poster erhält man alle wichtigen Informationen, wie man mit Schülern auf leichte Weise den Saprobienindex eines Fließgewässers errechnen kann. Dies ist auf stehende Gewässer zu übertragen.
Poster und Begleitheft sind kostenfrei auf der Internetseite der NUA zum Download erhältlich oder können für 3,00 Euro zzgl. Versand bestellt werden.

www.nua.nrw.de/publikationen/material-fuer-die-bildungsarbeit/poster/produkt/poster-wir-zeigen-die-gewaesserguete-in-nrw/kategorie/poster/

Formel:
Saprobienindex = Summe aller Saprobiewerte x Häufigkeiten (x Indikationsgewichte) /
Summe aller Häufigkeiten (x Indikationsgewichte)

Anlage 3: Arten-Informationen

1. Froschentwicklung

Ein Teichfroschmännchen versucht mit seinem Balzruf ein Weibchen anzulocken. Mit seinen Kollegen kann er dabei ein lautes Konzert veranstalten.
Nähert sich ein Weibchen, klammert sich das schnellste Männchen auf seinem Rücken fest. Die Umklammerung endet erst nach der gemeinsamen Abgabe von Eiern und Samen ins Wasser.
„Kleiner Wasserfrosch", „Teichfrosch" und „Seefrosch" sind schwer von einander zu unterscheiden. Daher fasst man sie auch zu den drei Wasserfroscharten zusammen.

Die Paarungszeit der Wasserfrösche erstreckt sich von Mai bis Juni.
Die Wasserfrösche sind als einzige einheimische Arten bei günstiger Witterung auch außerhalb der Paarungszeit bis in den Herbst hinein durch ihr Quaken zu hören.

Anfang März kommen die Grasfrösche als erste Amphibienart zur Paarung in ihr Heimatgewässer zurück.
Oft legen mehrere Weibchen ihre Eier gleichzeitig nebeneinander in großen Laichballen ab. Ein einzelner Laichballen kann aus über 3000 Eiern bestehen.
Die große Menge ist nötig, da viele Eier mit der Zeit absterben. Manche Tümpel trocknen zu früh aus, die Eier können verpilzen oder werden von anderen Tieren als Leckerbissen verspeist.
Von den **3000** Eiern eines Laichballens sind nach zwei Jahren oft nur **3** erwachsene Tiere übrig, die sich wieder fortpflanzen können.

Die Larven der Frösche heißen Kaulquappen. Sie haben zunächst keine Beine und atmen mit Kiemen, die seitlich am Kopf verborgen sind.
Daher müssen sie nicht, wie später die erwachsenen Frösche, zum Atmen an die Wasseroberfläche schwimmen.
Man kann sie gut beobachten, wenn sie massenhaft an Pflanzen und Steinen die Algen abfressen.

Frösche haben viele Feinde.
Die Kaulquappen werden z.B. gerne von Libellenlarven und Fischen gefressen.
Die erwachsenen Tiere fallen Störchen, Reihern, Raubfischen oder der Ringelnatter zum Opfer. Wie bleibt die Art trotzdem erhalten?

2. Krötenentwicklung

Das Erdkrötenweibchen trägt das Männchen zu dem Teich, wo es seine Eier ablegen will. Dies ist meist der Teich, in dem es selbst auch aus dem Ei geschlüpft ist.

Bei den Erdkröten erwachen die Männchen früher als die Weibchen aus der Winterstarre. Sie warten meist nachts auf ihrem Wanderweg bis ein Weibchen vorbei kommt. Dann klammern sie sich auf dessen Rücken fest und lassen sich bis zum Laichgewässer tragen.
Andere Männchen lauern am Teich auf ein Weibchen und stoßen leise Balzrufe aus.
Manchmal kommt es bei der Partnersuche zu Verwechslungen und ein Männchen umklammert ein anderes Männchen. Dieses stößt dann ein leises Quieken aus, woraufhin das andere Männchen loslässt und weiter sucht.

Die Männchen lösen ihre Umklammerung vom Weibchen erst, wenn Eier und Samenflüssigkeit ins Wasser abgegeben worden sind. Danach trennen sich die Paare wieder und verlassen bald darauf das Gewässer.

Die Erdkröten benötigen Wasserpflanzen oder ähnliches für ihre Eiablage.
Die Weibchen legen lange Laichschnüre, die sie wie Perlenketten um Pflanzenstängel oder Blätter winden.

Die Larven der Erdkröte heißen Kaulquappen. Sie haben zunächst keine Beine und atmen mit Kiemen, die seitlich am Kopf verborgen sind.
Daher müssen sie nicht, wie später die erwachsenen Kröten, zum Atmen an die Wasseroberfläche schwimmen. Man kann sie gut beobachten, wenn sie massenhaft an Pflanzen und Steinen die Algen abfressen.

Kröten haben viele Feinde.
Die Kaulquappen werden z.B. gerne von Libellenlarven und Fischen gefressen.
Die erwachsenen Tiere fallen Störchen, Reihern, Raubfischen oder der Ringelnatter zum Opfer. Wie bleibt die Art trotzdem erhalten?

3. Molchentwicklung
Molche balzen, indem die Männchen in ihrem farbenprächtigen „Hochzeitskleid“ immer wieder um die Weibchen herum schwimmen und ihnen mit dem Schwanz chemische Duftstoffe zufächeln, die als Lockstoff wirken. Das machen alle Molch-Männchen so.

Im richtigen Moment setzt dann das Männchen ein Samenpaket auf dem Grund des Gewässers ab, welches vom Weibchen mit der Geschlechtsöffnung aufgenommen wird. Damit sind alle Eier, die das Weibchen wenig später ablegt, befruchtet.

Molchweibchen legen jedes Ei einzeln in eine „Tüte“ ab, die sie mit ihren Hinterbeinen aus einem Blatt einer Wasserpflanze formen.
Dadurch sind die Eier gut versteckt.
Ein Weibchen legt in zwei bis drei Wochen bis zu 300 Eier.

Die Larven der Molche unterscheiden sich stark von den Kaulquappen der Frösche oder Kröten.
Man erkennt deutlich die Kiemenbüschel, die außen am Kopf liegen.
Bei der Verwandlung der Larve zum erwachsenen Molch bilden sich die Kiemen zurück und es entstehen die Lungen für die Atmung an Land.

Molche haben viele Feinde.
Die Larven werden z.B. gerne von Libellenlarven und Fischen gefressen.
Die erwachsenen Tiere fallen Störchen, Reihern, Raubfischen oder der Ringelnatter zum Opfer. Wie bleibt die Art trotzdem erhalten?

Anlage 4: Arbeitsaufträge

1. Entwicklung der Frösche

- Sammelt Informationen über die Entwicklung der Frösche. Nutzt dazu die kurze Arten-Information, die ausliegenden Bücher, die Amphibien-App und das Internet.
- Fasst die Informationen anschaulich zusammen, so dass ihr euren Mitschülern einen kleinen Erlebnisvortrag über die Entwicklung bei Fröschen halten könnt.
- Materialien zum Basteln liegen im Raum für euch aus.
- Vertieft euer Wissen besonders zu den Punkten Balzverhalten, Brutpflege und Metamorphose!
- Wie beurteilt ihr den Zusammenhang zwischen Frosch-Entwicklung und Gewässergüte?

2. Entwicklung der Kröten

- Sammelt Informationen über die Entwicklung der Kröten. Nutzt dazu die kurze Arten-Information, die ausliegenden Bücher, die Amphibien-App und das Internet.
- Fasst die Informationen anschaulich zusammen, so dass ihr euren Mitschülern einen kleinen Erlebnisvortrag über die Entwicklung bei Kröten halten könnt.
- Materialien zum Basteln liegen im Raum für euch aus.
- Vertieft euer Wissen besonders zu den Punkten Balzverhalten, Brutpflege und Metamorphose!
- Wie beurteilt ihr den Zusammenhang zwischen Kröten-Entwicklung und Gewässergüte?

3. Entwicklung der Molche

- Sammelt Informationen über die Entwicklung der Molche. Nutzt dazu die kurze Arten-Information, die ausliegenden Bücher, die Amphibien-App und das Internet.
- Fasst die Informationen anschaulich zusammen, so dass ihr euren Mitschülern einen kleinen Erlebnisvortrag über die Entwicklung bei Molchen halten könnt.
- Materialien zum Basteln liegen im Raum für euch aus.
- Vertieft euer Wissen besonders zu den Punkten Balzverhalten, Brutpflege und Metamorphose!
- Wie beurteilt ihr den Zusammenhang zwischen Molch-Entwicklung und Gewässergüte?