

Sub-Document Title:
Project:
Author(s)/Organisation: Urs Hofstetter
WP Contributing to:
Status of Document:

..., Switzerland: Classroom Aquaponic Teaching Unit



Inhaltsverzeichnis

1	RAHMENBEDINGUNGEN	4
1.1	Auftrag	4
1.2	Aquaponic	5
1.2.1	Thematische Inhalte von Aquaponic	5
1.2.2	Funktionsweise von Aquaponic	6
1.3	Versuchsklasse	6
1.4	Zeithorizont	7
1.5	Lehrplan des Kantons Zürich	7
2	AUFBAU DES UNTERRICHTS	8
2.1	Inhalt des Unterrichts	8
2.2	Bildung für nachhaltige Entwicklung	8
2.3	Ziele des Unterrichts	9
2.3.1	Vergleich der Ziele	9
2.4	Grobplanung	12
3	METHODE AKTIONSFORSCHUNG	17
4	AUSWERTUNG	18
4.1	Geschlechterspezifischer Unterschied	18
4.1.1	Mädchen	19
4.1.2	Knaben	20
4.2	Muttersprachliche Herkunft	20
4.3	Auswertung Umfrage	21
5	FAZIT	23
5.1	Tauglichkeit von Aquaponic im Unterricht	23
5.1.1	Anpassung der Zielsetzung	24
5.2	Geschlechterspezifischer Unterschied	24
5.3	Muttersprachliche Herkunft	25

Wenn immer in dieser Arbeit von Personen die Rede ist, wird Zwecks der besseren Lesbarkeit die männliche Form bevorzugt. Es sind unter dem männlichen Begriff immer beide Geschlechter gemeint.

1 Rahmenbedingungen

Das Forschungsprojekt Play with water will Unterrichtseinheiten für Primarschüler entwickeln. Im Zentrum liegt die Entdeckung der Basiskonzepte der Ökologie, wie der Kreislauf von Stoffen oder Abfall als Ressource. Um dies zu erreichen, werden Schulzimmermodelle angestrebt, die den Schülern ermöglichen, Kreisläufe nachzuvollziehen und zum Beispiel Schmutzwasser als Ressource zu sehen.

Verschiedene Unterrichtseinheiten wurden bereits konstruiert. Die Erprobung im Unterricht ist zum Teil bereits erfolgt. Auf der Homepage www.play-with-water.ch sind diese Experimente abrufbar.

Im Rahmen dieses Berichtes wurde versucht, den Unterrichtsgegenstand Aquaponic, auf der Homepage unter dem Namen „From fish to tomato“, im Unterricht anzuwenden und auszuwerten. Die Definition von Aquaponic ist im Kapitel Aquaponic nachzulesen. Ebenso findet sich dort eine Auflistung von möglichen Themen, welche mit Aquaponic bearbeitet werden können.

Unter dem Kapitel Auswertung soll gezeigt werden, ob ein genderspezifischen Unterschied im Erarbeiten von naturwissenschaftlichen Kompetenzen existiert. Ebenfalls ist der muttersprachliche Hintergrund in Bezug auf das Erlernen von naturwissenschaftlichen Kompetenzen zu untersuchen. Die Auswertung basiert auf der Methode der Aktionsforschung.

Für die Planung der Unterrichtseinheit wurde auf die Diplomarbeit „Aquaponic im Unterricht“ von Urs Hofstetter zurückgegriffen. Zusätzlich wurden die Ziele von Play with water einbezogen. Als Auftrag von der Klassenlehrperson sollte der Unterricht Tiere und Pflanzen als Schwerpunkt haben.

1.1 Auftrag

Von der Forschungsgruppe Play with water wurde der Auftrag gestellt, den Unterricht nach den Zielen von der Homepage www.play-with-water.ch zu gestalten und zu erproben. Von der Schulseite wurde der Schwerpunkt des Unterrichtes auf Fisch und Pflanze definiert. Ebenso flossen die Erfahrungen aus der Umsetzung der Diplomarbeit „Aquaponic im Unterricht“ in die Planung und Zielsetzung mit ein. Um den verschiedenen Erwartungen der Akteure gerecht zu werden, musste in der Zielsetzung für die Unterrichtseinheit ein Kompromiss gefunden werden. Dieser Kompromiss wird im Kapitel Ziele des Unterrichts dargelegt.

1.2 Aquaponic

Aquaponic ist ein zusammengesetzter Begriff und besteht aus den Teilen „aqua“ und „ponic“. „Aqua“ kommt vom Begriff der Fischfarmen auch Aquakulturen genannt. Mit „ponic“ ist die Zucht von Pflanzen ohne Erde, also Hydroponic gemeint.

Aquaponic ist eine Kreislaufanlage. Sie hat zum Ziel, Pflanzenzucht und Fischzucht zu vereinen. Das Wasser der Fische wird für die Bewässerung der Pflanzen gebraucht, wobei die angesammelten Nährstoffe im Fischwasser als Dünger für die Pflanzen dienen. Aquaponic verbraucht wenig Wasser und zeigt somit einen nachhaltigen Umgang mit der Ressource Wasser auf. Ebenso zeigt sie, das Schmutzwasser als Ressource für Pflanzen dienen kann.

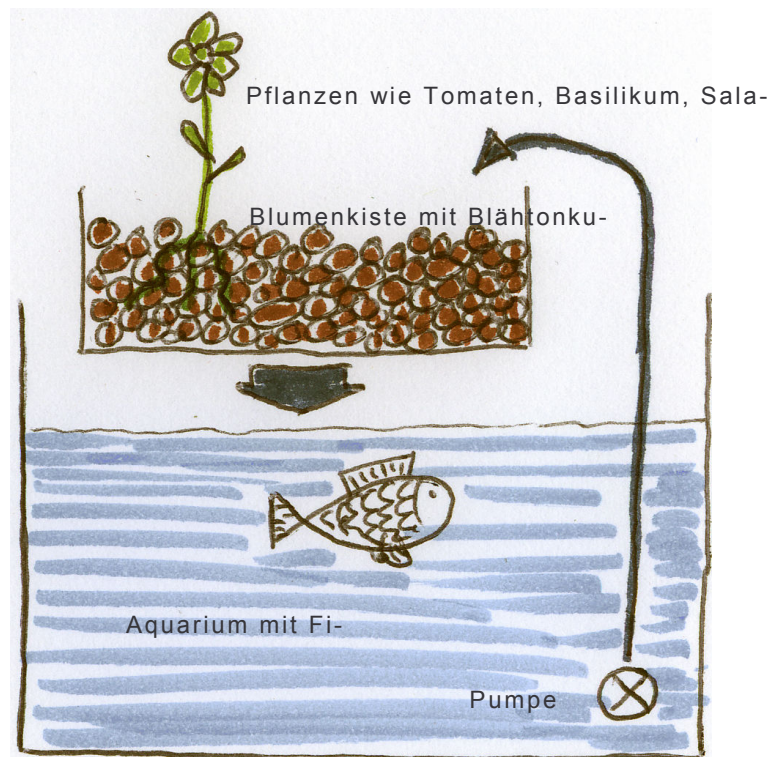
1.2.1 Thematische Inhalte von Aquaponic

Aquaponic bietet verschiedene Möglichkeiten Themen im Mensch und Umwelt - Unterricht zu bearbeiten. Hier eine Aufzählung:

- Training von systemischem Denken
- Thema Kreisläufe in der Natur
- Thema Fisch, Fischhaltung
- Thema Pflanze, Pflanzenwachstum, limitierende Faktoren des Pflanzenwachstums
- Nahrungsknappheit, Entwicklungshilfe
- Überfischung der Meere
- Recycling
- Nachhaltiger Umgang mit Ressourcen
- Thema Wasser, Wasserkreislauf, Selbstreinigungsprozess

In der hier beschriebenen Unterrichtseinheit liegt die Thematik im Schwerpunkt Fisch und Pflanze.

1.2.2 Funktionsweise von Aquaponic



Über einen Filter wird das Wasser aus dem Fischbottich in einen Behälter mit Blähtonkugeln gepumpt. Darauf bilden sich Bakterien, welche das Ammonium abbauen, das die Fische ausscheiden. Ammonium ist ein Stoff, der in der Natur beim Abbau von tierischen und pflanzlichen Eiweissen entsteht. Die Fische nehmen von den im Futter enthaltenen Nährstoffen nämlich lediglich einen Drittel auf, den Rest scheiden sie über Kot, Urin und Atmung wieder aus. Die Bakterien auf den Blähtonkugeln verwandeln das Ammonium aus dem Wasser in Nitrat, welches für die Fische ungiftig ist und ein für Pflanzen wichtiger Nährstoff darstellt. Fließt das Wasser dann durch die Blähtonschicht wieder zurück ins Fischbecken, erhalten die Fische gebrauchtes, aber gereinigtes Wasser. Der Kreislauf schliesst sich.

1.3 Versuchsklasse

Eine 5. Klasse aus Hausen am Albis war die Versuchsklasse. Hausen am Albis ist eine kleine, ländliche Gemeinde zwischen den Städten Zürich und Zug. Die Gemeinde zählt 3200 Einwohner und hat einen Ausländeranteil von 10%.

Die Versuchsklasse bestand aus 8 Mädchen und 13 Knaben. Ein Klassenmitglied bezeichnet sich als Fremdsprachig.

1.4 Zeithorizont

Der Unterricht fand von der 15. Woche 2008 bis zur 26. Woche 2008 statt. Pro Woche wurden drei bis vier Lektionen im Rahmen der Mensch und Umwelt aufgewendet. Die Wochen 17 und 18 fielen durch die Frühlingsferien aus. Woche 21 durch eine interne Fortbildung. Weitere Informationen sind dem Kapitel Aufbau des Unterrichts / Grobplanung zu entnehmen.

1.5 Lehrplan des Kantons Zürich

Mit Aquaponic lassen sich folgende im Lehrplan des Kantons Zürich verankerten Richtziele verfolgen (die Aufzählung ist nicht abschliessend):

- Stoffkreisläufe verfolgen und untersuchen
- Ausgewählte Betrachtungsgegenstände auf ihre Vielschichtigkeit und ihre Beziehungen zur Umgebung untersuchen
- Aus der Anschauung gewonnene ökologische Grundbegriffe und Gesetzmässigkeiten kennen
- Aus den verschiedenen naturwissenschaftlichen Disziplinen und ihrer technischen Anwendung grundlegende Namen und Begriffe kennen
- ...

Mit der Thematik Aquaponic lassen sich viele der vorgegebenen Richtziele abdecken. Es ist demnach ein geeigneter Unterrichtsgegenstand im Bereich Mensch und Umwelt.

2 Aufbau des Unterrichts

Der Unterricht versucht der Bildung für nachhaltige Entwicklung (BnE) gerecht zu werden.

Es wurde versucht, die Ziele der Homepage Play with water (<http://www.play-with-water.ch>) in den Unterricht einzubeziehen.

Aufgrund der Ansprüche an den Inhalt des Unterrichts und die BnE, war es nicht immer möglich, diese Ziele genau zu verfolgen.

2.1 Inhalt des Unterrichts

Der Unterricht wurde inhaltlich in Pflanzen, Aquaponic und Fische gegliedert (siehe Grobplanung). Dies entsprach den Anforderungen an den Unterricht, wie die Klassenlehrperson ihn gewünscht und in ihrer Jahresplanung festgehalten hat. Demzufolge mussten die Ziele von Play with water angepasst und ergänzt werden.

2.2 Bildung für nachhaltige Entwicklung

Die Bildung für nachhaltige Entwicklung (BnE) ist momentan das aktuellste Bildungsverständnis in Bezug auf den Umgang mit der Mitwelt.

Nach de Haan (2007) „dient die BnE speziell dem Gewinn von Gestaltungskompetenz. Mit Gestaltungskompetenz wird die Fähigkeit bezeichnet, Wissen über nachhaltige Entwicklung anzuwenden und Probleme nicht nachhaltiger Entwicklung erkennen zu können. In der BnE sind die Sach-, Methoden-, Sozialkompetenz, etc. nicht vorhanden. Sie werden durch die Schlüsselkompetenzen „interaktive Anwendung von Werkzeugen“, „eigenständiges Handeln“ und „interagieren in heterogenen Gruppen“ ersetzt.“ Dies bedeutet nach de Haan (2007), dass „die Kompetenzen eher bereichsspezifischen und problemorientierten entwickelt werden, als übergreifend und von Situationen abstrahierend. So führt z.B. die Fähigkeit, die Vorzüge der Verwendung regionaler Produkte in der schulischen Mensa vor einer Schulkonferenz darzulegen, nicht ohne weiteres dazu, die Umgestaltung einer Stadtbrache in einen Spielplatz vor der Kommunalverwaltung überzeugend präsentieren zu können. ... Daher ist - wie eine strikte Trennung von Sach-, Methoden-, Sozial- und Selbstkompetenz leicht suggeriert - die Rede von einer generell hohen Sachkompetenz oder von grossen Sozialkompetenzen eher irreführend. Diese Kompetenzkategorien beschreiben vielmehr vorwiegend analytische Einheiten, die sich in realen (Lern- und Handlungs-) Kontexten nicht voneinander separieren lassen.“

Nach de Haan (2007) ermöglicht BnE den Kindern die Reflexion ihrer Handlungen. Das Bildungsziel der BnE ist unter anderem der Umgang mit Komplexität und das systemische Denken. Aquaponic bietet die Möglichkeit, komplexe Vorgänge als Modellanlage zu veranschaulichen und systemisches Denken zu trainieren.

Diese Unterrichtseinheit wurde durch das Konzept der BnE beeinflusst und es wurde versucht, den geforderten Ansprüchen gerecht zu werden.

2.3 Ziele des Unterrichts

Für den Unterricht wurden die Ziele neu formuliert und nicht direkt diejenigen verwendet, die auf der Homepage www.play-with-water.ch abrufbar sind. Dies war nötig, da der Inhalt erweitert wurde. Die neu formulierten Ziele im Bereich Aquaponic sind weitgehend deckungsgleich mit den Zielen auf der Homepage. Nicht alle Ziele von der Homepage wurden für den Unterricht verwendet. Zum Teil passten sie nicht in die Unterrichtssequenz oder sie wurden durch den zusätzlichen Inhalt (Pflanzen, Fisch) aus dem Programm gedrängt.

Die im Unterricht angewandten Ziele sind im Kapitel Grobplanung nachzulesen.

Es wird auf eine Einteilung der Ziele in „interaktive Anwendung von Werkzeugen“, „eigenständiges Handeln“ und „interagieren in heterogenen Gruppen“ verzichtet.

2.3.1 Vergleich der Ziele

Im folgenden Kapitel wird dargelegt, welche Ziele von der Homepage übernommen oder verändert wurden. Die aufgezählten, fett geschriebenen Ziele stammen von der Homepage www.play-with-water.ch. Es wird auch eine allgemeine Beurteilung der Ziele vorgenommen.

- 1. Know what elements an aquaponic system contains and what their use and function is when the system is running.**
- 2. Being capable of using different materials in a creative way in order to set up the system.**

Diese zwei Ziele wurden durch folgende neu formulierte Ziele ersetzt:

- Ich kenne die Funktionsweise von Aquaponic.
- Ich kann Aquaponic aufzeichnen und kenne die Vorteile und Ziele von Aquaponic.

Die Schüler hatten aus organisatorischen Gründen keine Möglichkeit, sich am Aufbau der Aquaponicanlage zu beteiligen, daher die Beschränkung auf die Funktionsweise und das Aufzeichnen.

- 3. Know how to check the functionality of the system.**

Dieses Ziel wurde gestrichen. Es stand nur eine Aquaponicanlage zur Verfügung. Die Beschäftigung mit der Unterhaltung des Systems scheint nur Sinn zu machen, wenn je ein System in einer Kleingruppen unterhalten werden kann (Hofstetter (2008)).

- 4. Know why an aquarium requires a filter.**

Dieses Ziel wurde unter Funktionsweise von Aquaponic subsumiert.

5. Know how to monitor the water quality by using simple aquarium test kits.

Das Ziel sagt aus, es soll ein Teststreifen ins Aquariumwasser getaucht und die Messresultate festgehalten werden. Das können die Kinder. Das Ziel macht wieder Sinn, wenn die Schüler in Kleingruppen ihre eigene Aquaponicanlage unterhalten.

6. Be able to explain what the measured factors indicate in terms of water quality, fish health and plant growth.

Dieses Ziel wurde zu Gunsten von den folgenden zwei gestrichen:

- Ich kenne die vier wichtigsten Grundlagen für das Pflanzenwachstum und kann diese durch ein Experiment beweisen.
- Ich kann Gründe aufzählen, wieso die Pflanzen Licht, Wasser, Erde und Luft brauchen.

Da von der Lehrperson der Auftrag kam, sich auch mit Pflanzen zu beschäftigen, wurde zu Beginn der Unterrichtseinheit das Pflanzenwachstum thematisiert. Wenige Schüler wissen, dass die Pflanzen für ihr Wachstum Wasser, Licht, Luft und Erde brauchen. Obwohl sie jeden Tag Pflanzen sehen, essen und vielleicht den Eltern im Garten aushelfen, ist dieses Wissen den meisten nicht geläufig. Aus Zeitgründen konnte dann auf Ziel Nummer 6 nicht eingegangen werden.

Die Erschliessung des Zieles Nummer 6 über das Pflanzenwachstum kann zu einem gesamtheitlichen Bild der ablaufenden Prozesse bei den Pflanzen führen, da gewisse Grundsätze geklärt und durch die Schüler bewiesen wurden.

7. Understand how to react in case of bad water quality in the aquarium.

Dieses Ziel lässt sich in einem Satz erfüllen. Den Schülern wird dargelegt, dass bei schlechter Wasserqualität das Wasser erneuert werden muss. Es stellt ein Feinziel dar, das auch unter Funktionsweise von Aquaponic erfüllt werden kann.

8. Know how to handle plant seedlings.

Wie man Pflanzensetzlinge behandelt ist eine einfache Frage: Vorsichtig! Dieses Ziel eignet sich nicht und muss genauer definiert werden. Was soll mit den Setzlingen passieren? Wie ist das Ziel überprüfbar? Wo ist der Wissenszuwachs?

Inhaltlich ist wohl das Umstellen von Setzlingen in Erde auf Blähton gemeint. Da die Schüler die Aquaponicanlage nicht selber aufbauten, war dieses Ziel hinfällig.

9. Know what has to be considered in planting seedlings into the filter beds.

Dieses Ziel deckt sich mit dem Ziel Nummer 8.

10. Understand the function of the plants in removing and recycling the nutrients of the water.

Dieses Ziel wurde unter Funktionsweise von Aquaponic subsumiert.

11. Understand how to handle the fish and how to feed them.

Um dieses Ziel zu erfüllen, zeigt die Lehrperson den Schülern einmal wie die Fische gefüttert werden, dann können sie es selber. Die Schüler können aus ihrem eigenen Erfahrungsschatz ableiten, dass sie die Fische nicht unnötig in Stresssituationen bringen sollten. Sie selber mögen Stresssituationen auch nicht leiden. Das Ziel ist zu wenig genau formuliert und der Wissenszuwachs nicht ersichtlich.

12. Know what are the daily, weekly and monthly tasks when maintaining an aquaponic system.

Es gab kein Monitoring der Aquaponicanlage. Daher konnte dieses Ziel nicht erfüllt werden.

13. Know what is causing stress to fish and what to do about it.

Dieses Ziel ist dem Ziel Nummer 11 sehr ähnlich. Die beiden könnten unter ein Ziel zusammengefasst werden. So wird Ziel Nummer 11 deutlicher in seiner Aussage. Im Unterricht wurde dieses Ziel nicht behandelt.

Zum Teil wird Ziel Nummer 13 durch das folgende, neu formulierte Ziel erfüllt:

- Ich beobachte die Fische und Pflanzen von Aquaponic und beschreibe sie. Durch die Beobachtungen von Fisch und Pflanzen sehne die Schüler welche von ihnen verursachten Faktoren die Fische in eine Stresssituation bringen können. Stresssituationen aufgrund der Wasserqualität oder Filterleistungen sind weniger ersichtlich und die Prozesse schwierig zu verstehen. Logisch scheint den Kindern sicher, dass wenn die Wasserqualität nicht stimmt, sich die Fische „unwohl“ fühlen. Krankheiten von Fischen werden durch das neu formulierte Ziel erkannt. Eine Thematisierung dieser Krankheiten zeigt den Schülern Stresssituationen von Fischen auf.

14. Be able to make a fish health check up by observing different body characteristics.

Dieses Ziel ist den Zielen Nummer 11 und 13 sehr ähnlich. Diese drei Ziele könnten zusammengefasst werden.

15. Know what can make your plants ill and what to do about it.

Dieses Ziel wurde nicht thematisiert. Das Problem ist auch nicht aufgetaucht.

2.4 Grobplanung

Woche	Inhalt	Ziele	Material
15	<p>Pflanzen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Einführung ins Thema - Keimversuch 1 & 2; Keimung von Bohnensamen in Gipsplatte, Quellung von Bohnensamen - Versuchsbeschreibung 	<ul style="list-style-type: none"> - Ich kann den aufgeschriebenen Versuch mit meiner Gruppe umsetzen. - Ich kann mich in die Gruppe einbringen und mein Wissen zur Verfügung stellen. 	<ul style="list-style-type: none"> - Auftrag Keimversuch Quellung von Bohnensamen - Auftrag Keimversuch Bohnensamen in Gipsplatte - Gips, Bohnensamen, Karton, Becher, Erde
16	<p>Pflanzen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Keimversuch 3; Licht, Wasser, Erde, Luft - Überprüfung der vier Behauptungen <ul style="list-style-type: none"> - Ein Samen braucht Licht zum wachsen. - Ein Samen braucht Wasser zum wachsen. - Ein Samen braucht Erde zum wachsen. - Ein Samen braucht Luft zum wachsen. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ich kann mir eine Versuchsanordnung ausdenken, in der die vier aufgestellten Behauptungen überprüft werden können. - Ich kann die ausgedachten Experimente durchführen. 	<ul style="list-style-type: none"> - Auftrag Keimversuch Licht, Wasser, Erde, Luft - Bohnensamen, Karton, Becher, Erde, Plasticsack

Woche	Inhalt	Ziele	Material
19	<p>Pflanzen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Auswertung Keimversuche 1, 2 & 3 - Festhalten der Ergebnisse <ul style="list-style-type: none"> - Warum braucht die Pflanze Licht? - Warum braucht die Pflanze Wasser? - Warum braucht die Pflanze Erde? - Warum braucht die Pflanze Luft? 	<ul style="list-style-type: none"> - Ich kenne die vier wichtigsten Grundlagen für das Pflanzenwachstum und kann diese durch ein Experiment beweisen. - Ich kann Gründe aufzählen, wieso die Pflanzen Licht, Wasser, Erde und Luft brauchen. - Ich kann die Resultate aus den Experimenten schriftlich festhalten. 	<ul style="list-style-type: none"> - Hefteintrag
20	<p>Aquaponic</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aquaponic kennen lernen - Wasserkreislauf, Nahrungskette festhalten 	<ul style="list-style-type: none"> - Ich kann Aquaponic aufzeichnen und kenne die Vorteile und Ziele von Aquaponic. - Ich kann erklären, was ein Kreislauf ist. - Ich kann erklären, was eine Wirkungskette ist. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aquaponic

Woche	Inhalt	Ziele	Material
22	<p>Aquaponic</p> <ul style="list-style-type: none"> - Beispiel zu Kreislauf und Wirkungskette, Text F. Hohler - Reise eines Wassertropfens 	<ul style="list-style-type: none"> - Ich kann mit Hilfe eines Textes einen Kreislauf aufzeichnen. - Ich kann aus Textfragmenten den ursprünglichen Text wiederherstellen. - Ich kann die Reise eines Wassertropfens aufzeichnen und erkenne, dass das Wasser einen Kreislauf beschreibt. 	<ul style="list-style-type: none"> - Text F. Hohler
23	<p>Aquaponic</p> <ul style="list-style-type: none"> - Der natürliche Wasserkreislauf - Kreislauf zeichnen: Das Volk der Schwimhautindianer 	<ul style="list-style-type: none"> - Ich kenne den natürlichen Wasserkreislauf. - Ich kann wichtige Systemelemente aus einem Text herauslesen und in einem Kreislauf darstellen. 	<ul style="list-style-type: none"> - Bild: Der natürliche Wasserkreislauf - Text Schwimhautindianer - Hefteintrag

Woche	Inhalt	Ziele	Material
24	Aquaponic <ul style="list-style-type: none"> - Beobachtungen an Aquaponic - Funktionsweise Aquaponic 	<ul style="list-style-type: none"> - Ich kenne die Funktionsweise von Aquaponic. - Ich beobachte die Fische und Pflanzen von Aquaponic und beschreibe sie. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aquaponic
25	Fisch <ul style="list-style-type: none"> - Fisch sezieren - Beobachtungen am Fisch 	<ul style="list-style-type: none"> - Ich kann in der Gruppe einen Fisch nach Anweisung sezieren. - Ich behandle den toten Fisch mit Respekt. - Ich weiss, wie ein Fisch aussieht, kann ihn zeichnen und die wichtigsten äusseren Merkmale beschreiben. - Ich weiss, wie die Schwimmblase, der Magen, das Herz und die Fortpflanzungsorgane des Fisches aussehen. 	<ul style="list-style-type: none"> - Rotaugen - Sezierbesteck - Abfallsäcke - Abdeckmaterial - Blatt: Beobachtungen am Fisch

Woche	Inhalt	Ziele	Material
26	Fisch <ul style="list-style-type: none"> - Funktion der Extremitäten und Organe des Fisches - Lebensweise des Fisches - Fragebogen Aquaponic 	<ul style="list-style-type: none"> - Ich kann erklären, wie sich ein Fisch vorwärts bewegt. - Ich kenne die Organe Seitenlinie, Kiemen, Schwimmblase, Herz, Magen und Augen des Fisches und kann ihre Funktion erklären. - Ich kenne die verschiedenen Lebensräume von Fischen und die Probleme für den Fortbestand der Fische. 	<ul style="list-style-type: none"> - Puzzle Organe Fisch - WWF Heft „Fische in der Schweiz“

3 Methode Aktionsforschung

In der Aktionsforschung betätigen sich Lehrkräfte selbst als Forscher/innen. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von der „reflektierten Praxis“. In der Umweltbildung wird formative Evaluation oder „action research“ als Forschungsinstrument zunehmend wichtiger (vgl. Kyburz-Graber et al. (1997). Sozio-ökologische Umweltbildung. Hamburg: Krämer).

Aktionsforschung steht im Kontext qualitativer Sozialforschung. Welches sind nun die charakteristischen Merkmale von Aktionsforschung?

- *Fragestellungen aus der Praxis*
Ziel ist die Untersuchung und Verbesserung der eigenen Praxis - nachgedacht wird über den eigenen Unterricht
- *Forschung der Betroffenen*
Im Zentrum stehen Lehrpersonen (und ihre Schüler), die sich aus ihrer Sicht mit dem Unterricht forschend befassen (keine Forschung von "ausen", die Forschung wird selbst durchgeführt, d.h. reflektierende Praktiker/innen).
- *In-Beziehung-Setzung von Aktion und Reflexion*
Aktionsforschung arbeitet mit einem Repertoire an einfachen Methoden zur Untersuchung und Weiterentwicklung von Praxis. Forschung wird dabei mit der Weiterentwicklung von Praxis iterativ verbunden (Aktion und Reflexion sind eng aufeinander bezogen).
- *Längerfristige Forschungs- und Entwicklungszyklen*
Praxisforschung ist ein Prozess mit Erkenntnisziel auch für die Wissenschaft (keine Praxisberatung), d.h. Erfahrungswissen wird in einem Prozess weiterentwickelt und für die Öffentlichkeit festgehalten (Veröffentlichung).
- *Konfrontation unterschiedlicher Perspektiven*
Ein weiteres wesentliches Merkmal von Aktionsforschung besteht darin, verschiedene Perspektiven auf die zu untersuchende Situation zu sammeln und miteinander zu konfrontieren. Etwaige „Diskrepanzen“ sind Nahrung für die Reflexion und Weiterentwicklung der Fragestellung.
- *Einbettung der individuellen Forschung in eine professionelle Gemeinschaft*
Aktionsforschung ist meist in eine Gesprächsstruktur eingebettet. Wissenschaftler/innen stehen den Lehrkräften in ihrem Reflexionsprozess zur Seite.

4 Auswertung

Die Auswertung basiert auf der Methode der Aktionsforschung nach Altrichter und Posch (1998).

Zur Auswertung gelangen folgende zwei Fragen:

- Ist ein geschlechterspezifischer Unterschied in Bezug auf das Erlernen von naturwissenschaftlichen Kompetenzen erkennbar?
- Ist ein Unterschied in Bezug auf die muttersprachliche Herkunft auf das Erlernen von naturwissenschaftlichen Kompetenzen erkennbar?

Weiter wurde eine Umfrage (siehe Draft 5, Kapitel 7.5.1, übersetzt aus dem Englischen) von den Schülern ausgefüllt, die folgendermassen aussah:

Umfrage zu Aquaponic

Mädchen Knabe

Ich bin _____ Jahre alt.

Meine Muttersprache ist _____ .

1. Was hat dir bei der Arbeit mit Aquaponic besonders gefallen?
2. Was hat dir bei der Arbeit mit Aquaponic nicht gefallen?
3. Willst du mehr dazu lernen, wie Menschen, Tiere und Pflanzen in ihrer Umwelt zusammenhängen?
4. Gefällt dir der M&U - Unterricht?
5. Mache bitte eine Zeichnung von etwas, was du im Arbeiten mit Aquaponic gelernt hast.

4.1 Geschlechterspezifischer Unterschied

Es wird beschrieben, was die Schüler bei den fünf Punkten der Umfrage geantwortet haben. Zuerst werden die Mädchen beschrieben, dann die Knaben. Schliesslich werden daraus die Schlüsse gezogen.

Die Klasse besteht aus 8 Mädchen und 13 Knaben.

4.1.1 Mädchen

1. Frage: Was hat dir bei der Arbeit mit Aquaponic besonders gefallen?

Den Mädchen hat das Sezieren der Fische und die Aquaponicanlage am besten gefallen. Die Äusserungen über die Aquaponicanlage beinhalten die Stichworte Aquarium im Zimmer, helfen beim Aufbauen und füttern. Die letzten zwei Äusserungen sind Aufgaben die ausserhalb des Unterrichts passierten.

2. Frage: Was hat dir bei der Arbeit mit Aquaponic nicht gefallen?

Drei Mädchen äusserten sich negativ über das Dokumentieren des Gelernten. Die Schüler mussten zum Teil viel selber dokumentieren. Dies ist anstrengend und braucht einen klaren Kopf. Es kann sein, dass sie sich nicht gewohnt sind, selbständig ihren Wissenszuwachs aufzuschreiben, da ihnen bei anderen Lehrpersonen fertige Arbeitsblätter geliefert wurden.

3. Frage: Willst du mehr dazu lernen, wie Menschen, Tiere und Pflanzen in ihrer Umwelt zusammenhängen?

Zwei Mädchen wollen mehr über die Komplexität ihrer Umwelt erfahren, zwei möchten am liebsten nie mehr davon hören. Bei vier Mädchen kommt es auf das Thema an, ob sie mehr erfahren wollen.

4. Frage: Gefällt dir der M&U - Unterricht?

Es zeigte sich, dass von acht Mädchen zwei den Mensch und Umwelt - Unterricht gerne besuchen, ein Mädchen findet ihn nicht toll, drei davon finden ihn meistens gut und bei drei weiteren kommt es auf das Thema an.

5. Frage: Mache bitte eine Zeichnung von etwas, was du im Arbeiten mit Aquaponic gelernt hast.

Drei Mädchen zeichneten einen Kreislauf. Einerseits war dies der Kreislauf eines Wassertropfens der auf die Reise geht. Es startet mit dem, dass dieser Wassertropfen verschluckt wird und endet auch wieder damit. Dazwischen sind die verschiedenen Stationen, die der Wassertropfen durchläuft. Andererseits zeichneten sie den Kreislauf von der im Rahmen der Schwimmhautindianer (siehe Grobplanung) erarbeitet wurde.

Vier Mädchen zeichneten den seziierten Fisch, so wie er sich mit geöffneter Bauchhöhle präsentierte. Die verschiedenen Organe haben sie angeschrieben.

4.1.2 Knaben

1. Frage: Was hat dir bei der Arbeit mit Aquaponic besonders gefallen?

Den Knaben hat das Sezieren der Fische und die Aquaponicanlage am meisten imponiert.

2. Frage: Was hat dir bei der Arbeit mit Aquaponic nicht gefallen?

Was den Knaben nicht gefallen hat, ist schwierig zu eruieren. Pro Antwort gab es höchstens zwei Knaben, die selber Meinung waren.

3. Frage: Willst du mehr dazu lernen, wie Menschen, Tiere und Pflanzen in ihrer Umwelt zusammenhängen?

Sechs Knaben wollen unbedingt mehr über das Komplexe Zusammenleben in der Natur erfahren. Bei vieren kommt es auf das Thema an, ob sie mehr wissen wollen oder nicht.

4. Frage: Gefällt dir der M&U - Unterricht?

Sechs Knaben gefällt der Mensch und Umwelt - Unterricht. Drei sind meistens begeistert und bei weiteren dreien kommt es auf das Thema an, ob der Funken springt oder nicht.

5. Frage: Mache bitte eine Zeichnung von etwas, was du im Arbeiten mit Aquaponic gelernt hast.

Etwas weniger als die Hälfte der Knaben zeichneten einen seziierten Fisch. Zum Teil waren die Organe des Fisches beschriftet. Sonst gibt es keine Häufung der Zeichnungen.

4.2 Muttersprachliche Herkunft

In der untersuchten Klasse gab es eine Person, die Englisch und Deutsch als Muttersprache angab. Aus der Erfahrung im täglichen Umgang mit dieser Person kommt nicht eindeutig heraus, dass sie Englisch als Muttersprache hat, da sie recht wenig Englisch verstand. Es kann sein, dass sie schon viele Wörter vergessen hat und zu Hause fast immer Deutsch spricht. Diese Person zeigte speziell im Fach Deutsch grosse Schwierigkeiten. Dies kann durchaus als Zeichen für eine fremde Muttersprache ausgelegt werden, kann aber auch in einer allgemeinen Lernschwierigkeit ihren Grund haben. Es ist also nicht gesichert, ob diese Person wirklich Englisch als Muttersprache hat.

Im Allgemeinen sprach diese Testperson sehr auf die präsentierte Unterrichtsform mit viel Anschauungsbeispielen und Experimenten an. Es gelang ihr, trotz eindeutigen Schwierigkeiten im Deutsch, gute Resultate im Verarbeiten und Wiedergeben der naturwissenschaftlichen Zusammenhänge zu machen.

Mit der Lernschwäche in Deutsch hatte diese Person Schwierigkeiten, selbständig Zusammenfassungen oder Ergebnisse aus Experimenten niederzuschreiben. Dabei wurde ihr durch den Lehrer oder Mitschüler geholfen.

Diese Person hat also vom Anschauungsmaterial und von den Experimenten profitiert.

4.3 Auswertung Umfrage

Umfrage Aquaponic

Mädchen 8 Muttersprache Deutsch 20

Knaben 13 Muttersprache Englisch/Deutsch 1

davon 11 Jahre 11

davon 12 und mehr Jahre 10

Fragen:	Mädchen		Knaben		Mädchen		Knaben		Mädchen		Knaben		Total
	Mädchen	Knaben	Mädchen	Knaben	Mädchen	Knaben	Mädchen	Knaben	Mädchen	Knaben			
Fische													
1. Was hat dir bei der Arbeit mit Aquaponic besonders gefallen? (Mehrfachnennungen)	Fische sezieren												
	1	2	3	6	1	1	1	1					23
2. Was hat dir bei der Arbeit mit Aquaponic nicht gefallen?	Pflanzenexperimente												
	Pflanzenexperimente überprüfen												
	3	2	1	2	1	1	1	1					2
Alles ausser Fische sezieren	Fische sezieren												
	nichts hat mir gefallen												
	2	2	1	2	1	1	1	1					21
Vielseitiger Inhalt													
alles													
Aquaponicanlage													
(Regelkreise?) skizzieren													
Umfrage													
Aquaponicanlage													
Aquaponicpflege													

	ja	nein	kommt auf Thema an	keine Pflanzen	Gallier	über Fische	
3. Willst du mehr dazulernen, wie Menschen, Tiere und Pflanzen in ihrer Umwelt zusammenhängen? (Mehrfachnennungen)	2 6	2 2	4 4	1	1	1	23
4. Gefällt dir der M & U Unterricht? (Mehrfachnennungen)	ja 2 6	nein 1	meistens 3 3	kommt auf Thema an 2	vor allem das Zeichnen 3	Pflanzen 1	22
5. Mache bitte eine Zeichnung von dem, was du im Arbeiten mit Aquaponic gelernt hast.	Kreislauf 3 1	setzter Fisch 4 6	Aquaponic Kreislauf 1 1	Aquaponicanlage 2	Pflanze 1	Fisch 2	21

5 Fazit

Aquaponic eignet sich als Bildungsgegenstand. Die Auswahl an verfolgbaren Zielen ist gross. Die zusätzliche Arbeitsbelastung mit dem Unterhalt von Aquaponic und der Materialorganisation, sowie den Materialkosten kann Lehrpersonen davon abschrecken, Aquaponic für ihren Unterricht einzusetzen.

Mit Aquaponic lassen sich verschiedene Inhalte erschliessen. Daher soll gut überlegt sein, welche Ziele damit verfolgt werden. Die Zielsetzungen von der Homepage www.play-with-water.ch sollten, wie unter Punkt „Anpassung der Zielsetzung“ gefordert, angepasst werden.

Die Förderung von Mädchen und fremdsprachigen Kindern mit Anschauungsbeispielen und Experimenten ist für alle Teilnehmenden ein Gewinn. Der naturwissenschaftliche Inhalt eines Bildungsgegenstandes kann auf diese Weise transparenter und leichter verständlich gemacht werden.

5.1 Tauglichkeit von Aquaponic im Unterricht

Aquaponic ist ein geeignetes Unterrichtsmodul, um Schüler und Schülerinnen zum systemischen Denken und Handeln anzuleiten. Einerseits entstehen Unterrichtssituationen, die der Teamarbeit sehr förderlich sind, andererseits werden die Schülerinnen und Schüler an eine ganzheitliche Denk- und Handlungsweise herangeführt, welche ihnen Möglichkeiten zur Interaktion schafft.

Arbeitsformen und didaktische Figuren können häufig gewechselt und sinngemäss angewandt werden.

Die Schüler der 5. Klasse hatten einen guten Zugang zu Aquaponic. Dies vor allem weil in ihrem Schulzimmer eine Aquaponicanlage stand. Sie konnten sie stets anschauen und ihre Funktionsweise studieren. Dies wirkte sich motivierend auf die Schüler aus.

Grundsätzlich stossen 5. Klässler mit dem Verständnis für Aquaponic an ihre Grenzen. Die Kreisläufe sind schnell klar, doch die Prozesse innerhalb der Kreisläufe, wie die Nitrifizierung und Denitrifizierung, oder die Düngung der Pflanzen durch Nitrat, sind für sie schwierig zu verstehen und zu begreifen. Hierfür bestehen erst wenig Ideen zur Veranschaulichung.

Sind die Zielsetzungen von Aquaponic nicht auf systemisches Denken oder den Umgang mit Komplexität ausgerichtet, macht es wenig Sinn, für 5. Klässler eine solche Anlage aufzubauen. Ziele wie das Beobachten der Fische und Pflanzen oder die Thematisierung von Wasserqualität können auf einem einfacheren und billigeren Weg, als über Aquaponic erreicht werden.

In einer höheren Schulstufe können die Prozesse innerhalb eines Kreislaufs detailliert angeschaut und innerhalb der verschiedenen Schulfächer verknüpft werden. Etwa ein Fächerübergreifendes Projekt mit Biologie, Chemie, Geografie und Zeichnen wäre durchaus vorstellbar. So würde die Vielseitigkeit von Aquaponic besser zur Geltung kommen.

Für die Schüler ist es sehr motivierend, wenn sie in Kleingruppen ihre eigene Aquaponicanlage betreuen können. Sie planen, bauen und unterhalten die Anlage selbständig. Es ist dann ihre eigene Anlage und sie fühlen sich dafür verantwortlich. Das kann das Verständnis für Aquaponic erhöhen. Das Beobachten und Optimieren der Anlage wird ins Zentrum gestellt.

5.1.1 Anpassung der Zielsetzung

Aquaponic verbindet das System Fisch mit dem System Pflanze über einen Wasserkreislauf und eine Nahrungskette. Das eigentlich Geniale in einem bildungstheoretischen Sinn an Aquaponic ist eben diese Vernetzung. Jetzt kann man sich überlegen, ob in einem Aquaponicunterricht nicht eben das Untersuchen der beiden Systeme Fisch und Pflanze und deren Vernetzung, also die Komplexität des Modells Aquaponic, die Zielsetzung sein sollte. Nur zwei der ausgearbeiteten Ziele (Nummer 1 und 6) von der Homepage Play with water unter dem Kapitel Vergleich der Ziele zielen auf eine Wissenssteigerung im Umgang mit Komplexität. Die anderen Ziele sind im Grunde genommen reine Wissensziele im Sinne von auswendig lernen und wiedergeben. Sie bieten keinen Anlass, die Schüler zum selber mitdenken anzuregen.

Wie im Kapitel BnE angetönt, sollte ein heute moderner Bildungsanlass eben dazu führen, dass die Schüler an Situationen herangeführt werden, wo sie selber beginnen, bereichsübergreifende und aus der Situation heraus mögliche Lösungsansätze zu bilden. Mit anderen Worten, keine vorgekauften Portionen, kein Auswendiglernen, sondern die Beschäftigung mit einer gegebenen Situation, die den Schüler animiert, selber aktiv zu werden. Aquaponic bietet hier die Möglichkeit, über Wasserknappheit, Überfischung der Meere, Entwicklungshilfe oder Recycling eine solche Situation zu schaffen, wo der Schüler selber aktiv wird und Lösungen präsentieren kann. Das Ziel wäre, dass der Schüler den Prozess der „Erfindung“ von Aquaponic durchläuft. Dafür benötigt er detailliertes Wissen über die Systeme Fisch und Pflanze, sowie Systemwissen, also das Wissen um Kreisläufe und Wirkungsketten. Er muss systemisch Denken.

5.2 Geschlechterspezifischer Unterschied

In der Prüfung zum Unterricht schlossen die Mädchen mit einem deutlich besseren Notendurchschnitt ab. Trotz der Ankündigung der Prüfung haben einige nicht gelernt und konnten dennoch reüssieren. Die Mädchen waren eher in der Lage, mündlich dargelegte oder in Skizzen verpackte Informationen zu speichern und wiederzugeben. Tendenziell waren sie aufmerksamer, initiativer und fleissiger. Dies äusserte sich vor allem bei den Pflanzenversuchen, wo sie mehr Kreativität und Arbeitswille an den Tag legten. Grundsätzlich konnte man die Mädchen einfacher für den Unterricht motivieren. Das Niederschreiben von Ergebnissen ging ihnen besser von der Hand, als den Knaben.

Das Sezieren der Fische passte wiederum vermehrt den Knaben. Hier konnten sie scharfe Werkzeuge gebrauchen und zeigen, dass sie Manns genug waren, dem Fisch den Bauch aufzuschlitzen. Es machten ihnen Spass die Hände schmutzig zu machen. Der Fischgeruch störte sie kaum. Anzufügen ist, dass sich zwei Knaben dem Sezieren total verweigerten

und mit den Worten: „Das isch gruusig!“ ein „Timeout“ nahmen. Die Mädchen sezierten sorgfältiger und das Resultat war „schöner“ anzusehen.

Die Mädchen äusserten sich pointierter zu der Frage, was ihnen nicht gefallen hat. Für sie war es fast schon unnötig, Resultate von Experimenten oder anderes festzuhalten. Zwei Knaben äusserten sich in diesem Sinne, dass sie kein bearbeitetes Thema interessierte und es für sie bloss wichtig war, die Fische auseinander zu schneiden.

Bei den Mädchen kommt es sehr auf das Thema an, ob sie sich auf Materie vom Mensch und Umwelt - Unterrichte einlassen wollen. Ist das Thema interessant, dann ja, sonst nicht. Die Knaben sind grundsätzlich interessierter.

Dasselbe zeigt sich bei Frage 4. Die Knaben gehen gerne in den Mensch und Umwelt - Unterricht, die Mädchen zeigen sich hier selektiver. Ihnen kommt es eher auf das Thema an.

Aus der Frage fünf lässt sich kein geschlechterspezifischer Unterschied erkennen.

Grundsätzlich lässt sich sagen, dass mit vielen Beispielen und Experimenten das Verständnis für naturwissenschaftliche Inhalte steigt. Besonders die Mädchen waren sehr geschickt in der Ausführung von Experimenten und konnten vom Unterricht mehr profitieren, als die Knaben.

5.3 Muttersprachliche Herkunft

Ob ein fremdsprachiger Schüler im Mensch und Umwelt - Unterricht erfolgreich ist, oder nicht, richtet sich nach seinen Deutschkenntnissen, passiert doch viel der Inhaltsvermittlung über die Sprache. Versteht er kein Deutsch, kann er vom Unterricht wenig profitieren.

Mit Anschauungsbeispielen und Experimenten verknüpfte Lerninhalte bieten dem fremdsprachigen Schüler einen anderen Weg zum Verständnis des Lerninhaltes an. Dies ist für ihn förderlich. Er muss nun nicht nur über die Sprache Inhalte erschliessen, sondern kann dies auch über die Hände und Augen. Dies gilt jedoch nicht nur für den Fremdsprachigen, sondern auch für alle anderen Schülern.

Werden im Unterricht Kinder mit fremder muttersprachlicher Herkunft durch Experimente und Anschauungsbeispiele gefördert, ist dies ebenfalls eine Förderung aller Schüler und nicht nur auf den Fremdsprachigen beschränkt.