



Aquaponic



Kreislaufanlagen in der Fischzucht als Lernmodell für Kinder



Anleitung und Unterrichtsmaterial

Kontakt:

e-mail: richi.sitner@bluewin.ch,

mobile: +41(0)79 791 60 04

Inhaltsverzeichnis

1 EINFÜHRUNG	3
1.1 AQUAPONIC.....	3
1.2 LERNMODELL AQUAPONIC.....	4
2 PLANEN, VORBEREITEN UND AUFBAUEN	5
2.1 VORBEMERKUNG	5
2.2 DER RICHTIGE STANDORT	5
2.3 AQUARIUM UND UNTERBAU	6
2.4 AUSWAHL DER FISCHE	7
2.4.1 Der Goldfisch (<i>Carassius auratus</i>).....	7
2.4.2 Die Tilapia (<i>Tilapia species Sarotherodon sp. und Oreochromis sp.</i>).....	9
2.4.3 Gegenüberstellung	11
2.5 WAHL DER PFLANZEN	13
2.5.1 Kulturpflanzen	13
2.5.2 Schwimmpflanzen	14
2.6 TECHNIK	15
2.6.1 Filtersubstrat.....	15
2.6.2 Übertopf mit Abfluss	15
2.6.3 Wasserpumpe und Leitungen.....	16
2.6.4 Umstellung auf Hydrokultur	18
2.6.5 Heizung	19
2.7 VON DEN EINZELTEILEN ZUM SYSTEM	19
2.7.1 Bodengrund.....	19
2.7.2 Deco-Material	20
2.7.3 Wasser	20
2.7.4 Einsetzen der Fische.....	20
2.7.5 Tilapienzucht	21
2.7.6 Besatzdichte.....	21
3 ERNÄHRUNG UND PFLEGE	23
3.1 TÄGLICHE AUFGABEN.....	23
3.1.1 Fütterung	23
3.2 WÖCHENTLICHE AUFGABEN	23
3.2.1 Wasserqualität.....	24
3.2.2 Gesamthärte (GH).....	24
3.2.3 Karbonathärte (KH)	24
3.2.4 Säuregrad (pH-Wert).....	24
3.2.5 Ammoniak, Nitrit, Nitrat.....	24
3.2.6 Wassertests.....	25
3.3 MONATLICHE AUFGABEN.....	25
4 LERNINHALTE UND METHODEN	26
4.1 HAMMER ALS SYSTEM → EINSTIEGSMETHODE	26
4.1.1 Feinziel.....	26
4.2 ROLLENSPIEL → KOMMUNIKATIVE METHODE.....	26
4.2.1 Feinziel.....	26
4.3 ZUSTAND DER FISCHE.....	27
4.3.1 Anatomie	27
4.3.2 Gesundheits-Check.....	27
4.4 ZUSTAND DER PFLANZEN	28
4.5 WASSERQUALITÄT	31
4.6 WER KANN ANTWORTEN? → ABSCHLUSSMETHODE	32
4.6.1 Feinziel.....	32
4.7 LERNZIELKONTROLLE	32
5 LITERATURVERZEICHNIS	33

1 Einführung

1.1 Aquaponic

Der Begriff Aquaponic wurde aus den englischen Wörtern aquaculture und hydroponics zusammengesetzt (HSW, 2003).

Die Aquakultur befasst sich mit der kontrollierten Aufzucht von aquatischen, also im Wasser befindlichen, Organismen. Dies können sowohl Fische, Muscheln oder Krebstiere wie auch Pflanzen sein. Vom klassischen Fischfang unterscheidet sich die Aquakultur indem der Bestand einen Besitzer hat, der für dessen Pflege verantwortlich ist (wikipedia). Aufgrund der Überfischung der öffentlichen Gewässer hat die Aquakultur zunehmend an Bedeutung gewonnen. Jedoch sind konventionelle Fischfarmen aus ökologischer Sicht in Frage zu stellen. Sie produzieren viel, teilweise mit Antibiotika angereichertes Abwasser (Albin, Bamert 2005).

Mit Hydroponic wird der erdlose Pflanzenbau, wie er aus den Hors-Sol Kulturen bekannt ist, bezeichnet. Bei natürlichen Bedingungen im Freien, gedeihen Pflanzen unter anderem, weil sie dem Boden Mineralnährstoffe entziehen können. Will heissen, die Erde und der Humus dienen als Vorratsbehälter und sind nicht essentiell für das Wachsen einer Pflanze, denn wenn die benötigten Mineralien künstlich in die Wasserversorgung eingeführt werden, sind die Wurzeln ebenfalls fähig diese aufzusaugen (wikipedia).

Unter geeigneten klimatischen Bedingungen ist fast jede terrestrische Pflanze in der Lage in Hydroponic zu wachsen, auch wenn dabei nicht alle gleich gute Erzeugnisse hervorbringen (Albin, Bamert 2005).

Da sich die Methode nur in Gewächshäusern auszahlt, die Rentabilität aber erst bei einer Glasfläche von ca. einer Hektare einsetzt, sind solche Anlagen in der Schweiz bisher rar geblieben. Insbesondere die Steuerung der Anlage über den Computer wird umso günstiger je grösser die Fläche ist.

Gesamtschweizerisch werden seit etwa zehn Jahren, vorwiegend in der Romandie, jährlich um die 40 ha Hors-Sol angebaut. Als Hauptkultur gilt die Tomate (Mathis, 2006).

Aquaponic ermöglicht also im Wasser eine Produktion von Speisefischen, wobei auch hier viel Abwasser entsteht. Der grosse Vorteil liegt nun aber darin, dass dieses unmittelbar genutzt werden kann. Denn es fliesst nun im Kreislauf durch ein Filterbeet hindurch und gelangt somit gereinigt wieder zurück ins Fischbecken. Gemüse oder Kräuter, gepflanzt im Substratfilter, entziehen dem Wasser die angereicherten und umgewandelten Nährstoffe. Diese werden in ihre Biomasse eingebaut. Der mehr oder weniger geschlossene Kreislauf ermöglicht Fischzucht und Pflanzenproduktion ökologisch sinnvoll zusammenzuführen. Dadurch kann wertvolles Trinkwasser eingespart werden und es entstehen keine Umweltschadstoffe (HSW, 2006).

1.2 Lernmodell Aquaponic

Ein Pilotprojekt aus dem Jahre 2005 und weitere Unterrichtseinheiten im Rahmen der Diplomarbeit von Bamert (2006) an der Hochschule Wädenswil, haben verdeutlicht, dass Modellsysteme von solchen Aquaponic Anlagen ein hohes Potenzial zur anschaulichen Thematisierung von Ökosystemen und Nahrungsnetzen der Natur bieten. Die Modellanlage mit lebenden Fischen und Pflanzen in einem Klassenzimmer, verbunden mit deren Beobachtung und Pflege, lenkt auf Einstellungen, Wissen und Handlungsschemata hin, welche den Menschen zu einer nachhaltigen Gestaltung seines Lebens führen. Zudem entwickelt das Lernmodell entscheidende Kompetenzen um mit der Komplexität und der Problematik des Umweltbereichs umgehen zu können und fördert ein von Verantwortung geprägtes Verhalten gegenüber den Lebensgrundlagen der Menschheit. Denn die Funktion des Aquaponic Systems kann mit dem Gesamtökosystem der Erde in einen Kontext gebracht werden. Beides kann nur solange bestehen, wie Umweltbedingungen vorhanden sind, die es allen involvierten Lebewesen ermöglichen optimal zu gedeihen und ihre Rolle im System wahrzunehmen. Wurden einzelne Komponenten oder ganze Teilsysteme gestört oder falsch angeordnet, reagiert das Gesamtsystem mit der Zeit gestört. Diese Tatsache kann mit spielerischen Methoden schon beim Einstieg ergründet werden (Bamert, 2006).

Die Lernenden können am Aquaponic Modellsystem selber Experimente durchführen, Daten aufnehmen und analysieren. Einfache Techniken eines solchen "Umwelt-Monitoring" sind auch mit Kindern der Volksschule durchführbar. In den jeweiligen Versuchen waren die Teilnehmenden stets etwa 12 Jahre alt. Bei älteren Teenagern steigt die Gefahr, dass sie sich immer weniger für Umweltthemen interessieren. Und für jüngere Zielgruppen muss der Inhalt dem entsprechenden Niveau angepasst werden (Albin, Bamert 2005).

Grundsätzlich ist zu sagen, dass Naturerfahrungen in jedem Kindesalter von kostbarem Wert sind. Vergleichbar mit einem Samenkorn das ausgesät wird, um dann im günstigen Moment aufzuspiessen. Rückmeldungen aus der Schülerschaft zeigten, dass vor allen Dingen die Arbeit mit Fischen Begeisterung weckt. Äusserst wichtig dabei ist allerdings die Anweisung zu tierfreundlichem Umgang. Die Fische dürfen keines Falls unnötigem Stress ausgesetzt werden. Dies erfordert viel Disziplin von der Klasse und wird am besten mit dem Erstellen von klaren Regeln erreicht.

Neben dem naturwissenschaftlichen Unterricht tragen allgemeine Themen der Umweltbildung genauso stark zum pädagogischen Potential der Anlage bei. Sehr gut aufzeigen lassen sich Probleme wie Wasserverbrauch und Wasserqualität, Abfall, Umweltbelastung durch Nahrungsmittelproduktion oder die Zerstörung von natürlichen Lebensräumen.

Aquaponic bietet sich als exemplarisches Modell an, da das System selber schon eine mögliche Lösung für diese Probleme darstellt (Albin, Bamert 2005).

Darüber hinaus lassen sich mit dem Einsatz von Aquaponic Modellen im Unterricht eine ganze Reihe von Forderungen einer zeitgemässen Bildung zur Nachhaltigen Entwicklung einlösen. Diese überschneiden sich zudem einerseits mit den Forderungen für lebendiges, multimodales Lernen sowie mit den Forderungen eines mädchengerechten Unterrichts (Bamert, 2006).

2 Planen, vorbereiten und aufbauen

2.1 Vorbemerkung

Mit dieser Anleitung werden zunächst die wesentlichen Schritte beim Aufbau der Aquaponic Modell Anlage vorgestellt. Allerdings ist die Gestaltungsweise nicht endgültig definiert, wie es beispielsweise für eine Maschine der Fall wäre. Schliesslich handelt es sich hier um ein System mit sich gegenseitig beeinflussenden Lebewesen. Darum ist diese Bauanleitung eher als ein Wegweiser, der einzelne Punkte zur Eigeninitiative offen lässt, anzusehen. Dazu werden Ratschläge geliefert und ein Fingerzeig auf die wesentlichen Punkte getätigt. Praktisch sind viele Versionen ausführbar, solange es den Fischen gefällt und das Wasser im Kreislauf durch einen intakten Filter fließt. Wichtig dabei ist eine den Fischen angepasste Wassertemperatur.

In den Versuchen wurde weniger auf Dekoration geachtet, vielmehr soll die Anlage Möglichkeiten zur genauen Beobachtung von Naturvorgängen bieten. Sie soll letzten Endes zum Verstehen solcher Abläufe und Zusammenhänge führen.

Im zweiten Teil werden Umweltthemen näher gebracht, die anhand des Aquaponic Systems gut erläutert werden können.

Die Arbeit mit dem Lernmodell ist gerade deshalb so interessant und lehrreich, weil jedes sich anders verhält als das andere. Dabei hängt vieles von der Helligkeit und der Umgebungstemperatur am Standort ab.

2.2 Der richtige Standort

Meistens ist in einem Schulzimmer freier Raum nicht im Überfluss vorhanden, so dass für den Platz der Aquaponic Anlage nicht sehr viele Möglichkeiten in Frage kommen. Wer viel sehen, erleben und somit auch pflegen möchte stellt das Modell am besten vor ein Fenster. Bei direkter Sonneneinstrahlung gedeihen die Pflanzen, unter dem reichhaltigen Nährstoffangebot aus dem Fischwasser, prächtig. Wird das Aquarium nicht durch Pflanzen beschattet entwickeln sich allerdings auch die Algen sehr schnell und bedecken Glas, Steine und alles was an Dekor- oder Unterschlupfmateriale hineingelegt wurde. Damit die Anlage trotzdem jederzeit einen guten Eindruck hinterlässt, würde dies ein wöchentliches Scheiben putzen bedeuten (Bamert, 2006).

Wird die Anlage in einer schattigen Ecke positioniert, ist das sicherlich für Kaltwasserfische sehr angenehm und die Putzarbeiten vermindern sich um mehr als das doppelte. Jedoch werden die Pflanzen ihr Wachstum stoppen, sich auf Überdauerung einstellen oder versuchen, wie die Tomatenpflanze (*Solanum lycopersicum*), sich nach der Lichtquelle auszustrecken. Jedoch wird auch sie ohne genügend Licht keine Früchte bilden können. Optimal wäre also viel Licht für die Pflanzen und Schatten für das Fischbecken (Bamert, 2006). Demzufolge ideal ist eine Fenstersimse, auf der die Pflanzenbehälter aufgestellt werden können. Wie in Abb.1, rechts zu sehen ist käme dann darunter das Aquarium so hin, dass das zurückfliessende Wasser von oben hinein geleitet werden kann.



Abb. 1: links, die Modellanlage auf einem umgebauten Möbel. Optimal wäre der obere Rand der Pflanzenbehälter etwa auf der Höhe der Unterkante des Fensterflügels.

mitte, das Aquaponic Modell steht im Schatten, die Tomatenpflanze ist sehr dünn und wächst dem Licht entgegen. Im nebenstehenden Behälter ist eine Ingwer Pflanze (*Zingiber officinale*) ganz abgestorben.

rechts, das System ist hier wieder vor einem Fenster platziert, die Pflanzenbehälter stehen auf der Fenstersimse und bieten dem Wasser Schatten.

Weiterhin sollte am künftigen Standort ein Stromanschluss in der Nähe sein oder zumindest leicht zugeführt werden können. Je nach Fischart (Kap. 2. 4) werden Steckkontakte für 1 – 3 Geräte benötigt. Über dem Fischbecken sollte genügend Raum vorhanden sein, um die später anfallenden Pflegearbeiten ausführen zu können. Vor allem aber bei schnell in die Höhe wachsenden Pflanzen wie der Baumtomate (*Cyphomandra betacea*) braucht es über dem Pflanzenbehälter ca. einen Meter Freiraum. Die meisten Pflanzen mögen es, wenn dieser Freiraum vor einem Fenster ist, das im Optimalfall gegen Süden ausgerichtet ist (Bamert, 2006).

2.3 Aquarium und Unterbau

Wer sicher gehen will, dass sein Aquarium absolut dicht ist, füllt es vorgängig etwa bis zur Hälfte mit Leitungswasser auf. Ist nach drei bis vier Stunden, bei der Kontrolle, rundherum und auf der Unterseite weiterhin alles trocken, kann mit dem Zusammenbauen der Aquaponic Anlage begonnen werden.

Grundsätzlich gilt, je grösser die Wassermenge, desto stabiler sind die biologischen Verhältnisse (Bamert, 2006). Selbstverständlich sollte das Aquarium immer auf einem ausreichend stabilen Unterbau stehen.

Oftmals eignet sich ein nicht mehr gebrauchtes Regal, Tischchen oder ähnliches. Sogar aus Abschnitten von Bauwerkstoffen kann etwas konstruiert werden (Abb.2). Diese finden damit, passend zur Thematik von Aquaponic, einen unerwarteten Platz zur Wiederverwendung.

Wichtig ist dass der Unterbau ein waagrechtes Fundament bildet und zwischen ihm und dem Glasbecken eine weiche Unterlage angebracht wird. Sie gleicht geringe Unebenheiten aus und isoliert das Aquarium gegen Wärmeverlust nach unten. Bereits ein Teppichrest, der mit einem Japan-Messer auf einer Unterlage präzise zugeschnitten werden kann, reicht dafür aus. Ein kleineres Aquarium weist neben dem geringeren Gewicht einen weiteren Vorteil auf. Die Edukanden werden zu einem gewissenhafteren Umgang erzogen, da Fehler schneller quittiert werden. Eine angemessene Grösse für das Becken entspricht etwa einem Inhalt von 80 – 100 Litern. Die massgebendste Frage bei der Aquariengrösse ist die gewünschte Menge an Fischen.

Auf die Besatzdichte wird im **nächsten Kapitel** eingegangen.



Abb. 2: Das Fundament für ein Aquarium muss stabil, eben und wasserrecht sein. Unmittelbar unter dem Aquarium eignet sich z.B. eine Styroporplatte gut.

2.4 Auswahl der Fische

Obwohl das Einsetzen der Fische für viele den Höhepunkt darstellt und erst am Schluss, wenn die Biologie des Systems angelaufen ist, erfolgen kann, sollte die Art und Anzahl der Fische schon zu Beginn bestimmt werden. Je nach dem woher sie kommen, sollten sie ein paar Tage in Quarantäne gehalten werden. Dies ist eine Sicherheitsmassnahme um sich zu überzeugen, dass keiner der Fische krank ist. Abzuraten ist von Tieren die in einem Teich im Freien gelebt haben, sie sind sich nicht an den Menschen gewohnt und genossen viel Freiraum. Solche Fische würden sich im Aquarium sehr scheu verhalten und sich kaum getrauen zu fressen wenn eine Person in der Nähe ist (Bamert, 2006). Bevor die Fische erworben werden, sollte man sich über ihre Ansprüche informieren. Tiere, die sich in der Natur in ganz unterschiedlichen Lebensräumen aufhalten sollten auch im Aquarium nicht vergesellschaftet werden. Alle in einem Becken gemeinsam gehaltenen Fische sollten in etwa die gleichen Ansprüche an die Wasserqualität haben. Als wichtigste Kriterien gelten die Temperatur, der pH-Wert und die Gesamthärte (Bamert, 2006).

In dieser Anleitung wird zum einen die Haltung von Goldfischen (*Carassius auratus*), die zur Gruppe der Kaltwasserfische gehören, beschrieben. Zum anderen wird ein tropischer Warmwasserfisch vorgestellt, der häufig in Aquaponic Anlagen als Speisefisch produziert wird. Es handelt sich um die Niltilapia (*Oreochromis niloticus*), die sich ausschliesslich von pflanzlichem Futter ernähren kann und es auch noch sehr gut verwertet. Beide eignen sich gut für ein Aquaponic Lernmodell im Klassenzimmer (Bamert, 2006)

2.4.1 Der Goldfisch (*Carassius auratus*)

Goldfische gehören zur grossen Familie der Karpfenartigen (*Cyprinidae*) und sind die älteste Zierfischart der Welt (Stadelmann, 2003). Sie sind eine Zuchtform der asiatischen Silberkarausche (*Carassius auratus*) einem nahen Verwandten der europäischen Karausche (*Carassius carassius*).

Die Silberkarausche kommt sowohl in stehenden als auch in langsam fliessenden Gewässern vor und lebt in Ostasien. Sie ernährt sich von kleinen Tieren sowie von grossen Mengen an Wasserpflanzen. Eine Unterart bildet der weit nach Westen vordringende Giebel (*Carassius auratus gibelio*).

Rotgoldene Mutationen der Silberkarausche galten im alten China als heilige Tiere und waren die

Basis für die Goldfischzucht. Nach alten Überlieferungen gibt es seit ca. 2400 Jahren Goldfische, historisch gesichert ist ihre Existenz und gezielte Haltung seit dem Jahre 960 n. Chr.

Die Goldfischhaltung war anfangs ein Privileg des Hochadels, doch seit dem 13. Jahrhundert wurde sie in China allgemein üblich. Während der Ming-Dynastie gab es wohl in jedem Haushalt Goldfische. Die leuchtend gold- oder rötlichfarbigen Fische stehen dort auch heute noch für Reichtum und Glück (Stadelmann, 2003).

Sein hochrückiger Körper ist seitlich stark abgeflacht. Die Rückenflosse beginnt am höchsten Punkt des Rückens oder kurz dahinter. Das Maul ist endständig und besitzt keine Barteln (Manuskript, 2005).



Abb. 3: Der Goldfisch hat eine gestreckte elegante Form. Seine Farbe kann goldgelb, orange, rötlich oder rot mit weissen Flecken (Sarasa) sein

Die Grundfärbung von Jungfischen ist braun-bronzen, der Fisch ist dann kaum von seiner Urform zu unterscheiden. Die charakteristische Goldfärbung tritt in unseren Breitengraden oft erst im zweiten Lebensjahr auf, sie ist nicht etwa von der Körperlänge abhängig, sondern von der Wassertemperatur. Während des Umfärbens sind die Fische gold-braun gescheckt.

Goldfische sind zwar sehr gesellig und würden einzeln gehalten vereinsamen, trotzdem gelten sie nicht als Schwarmfische, wie viele tropische Zierfischarten. Die friedlichen Moderlieschen (*Leucaspius delineatus*) schwimmen gerne mit Goldfischen zusammen und würden sich deshalb gut als Beifische eignen.

Von Goldfischen existieren so viele verschiedene Zuchtformen wie von keinem anderen Zierfisch. Allerdings eignet sich nicht jede Zuchtform für ein pflegeleichtes Aquarium. Zu beachten gilt, dass langsam schwimmende Sorten nicht mit sehr lebhaften Zuchtformen vergesellschaftet werden dürfen. Die bekannten Schleierschwanz-Goldfische benötigen ausserdem wärmere Wassertemperaturen als ein "gewöhnlicher" Goldfisch. In einer zweiten Vererbungslinie kommt die Farbe blau in den Genen vor. Diese über der Grundfärbung dunkel gesprenkelten Fische werden Calico oder Shubunkin genannt. Es gibt auch extreme Zuchtformen, sogenannte "Qualzuchtformen", die aber nicht empfohlen werden, da sie beispielsweise Auswüchse bis über die Augen haben können (Stadelmann, 2003).

In der Natur ist der Goldfisch wenig anspruchsvoll und kann sich relativ gut an schlechtere Bedingungen anpassen. Was er meidet sind starke Strömungen. Wohl ist es ihm in träge fliessenden Gewässern mit

Altwasservergabelungen, in krautreichen flachen Seen bis hin zu kleinsten Weihern und Gräben. Der Goldfisch schafft es sogar sich im Schlamm einzugraben um so Trockenperioden überstehen zu können. In solchen Fällen kann er sich aufgrund fehlender Feinde in Massenbeständen entfalten, die dann wegen Nahrungsmangel kümmerformen bilden (verbitten). Als Nahrung dienen kleine Bodentiere, aber auch Wasserpflanzen und abgestorbenes Pflanzenmaterial.

Der Goldfisch laicht bei Wassertemperaturen von mindestens 15 °C ab. Die Fische sammeln sich im Frühjahr in grossen Gruppen in flachen Uferbereichen. Die Eier werden an Wasserpflanzen abgelegt. Die Larven schlüpfen nach zwei bis vier Tagen und haben dann eine Länge von nur vier bis fünf Millimetern (Manuskript, 2005).

2.4.2 Die Tilapia (*Tilapia species Sarotherodon sp. und Oreochromis sp.*)

Tilapia, *Sarotherodon* und *Oreochromis* sind drei Gattungen aus den warmen Gewässern Afrikas und des Jordans. Sie gehören zur Familie der Buntbarsche (*Cichlidae*). Bis vor kurzem zählten alle drei zur Gattung *Tilapia*. Seit einigen Jahren werden die Maulbrüter unter ihnen in den eigenen Gattungen *Sarotherodon* und *Oreochromis* zusammengefasst, was betreffend den lateinischen Namen und ihrem Überbegriff "Tilapia" für etwas Verwirrung gesorgt hat. So war der wissenschaftliche Name des Niltilapias zuerst *Tilapia nilotica*, dann *Sarotherodon niloticus* und gegenwärtig heisst er *Oreochromis niloticus* (Popma, Masser 1999).

Bei den *Sarotherodon*-Arten nehmen sowohl die Weibchen als auch die Männchen die Eier ins Maul und "brüten" diese aus, während bei der zuletzt abgegrenzten Gattung *Oreochromis* nur die Weibchen brüten. Tilapien lebten ursprünglich in Seen und Flüssen Afrikas und Südamerikas. Der Niltilapia (*Oreochromis niloticus*) war einer der ersten gezüchteten Fischarten überhaupt. Er stammt aus dem Nilgebiet, worauf auch sein lateinischer Name *O. niloticus* hinweist. Abbildungen vor ägyptischen Gräbern zeigen, dass der Niltilapia schon vor mehr als 3'000 Jahren gezüchtet wurde. Ebenfalls taucht er in der Geschichte schon früh auf, so soll Jesus von Nazareth die Fünftausend mit diesem Fisch gespeist haben. Darum wird er auch 'St. Peter's Fisch' genannt (Popma, Masser 1999).

Die Niltilapia ist in Afrika, von allen Tilapien die immer noch am häufigsten kultivierte Art. Weltweit hat die Ernte von Tilapien aus Aquakulturen die 800'000 Tonnen-Grenze überschritten. Somit ist die Tilapia hinter den Karpfen an die zweite Stelle gerückt. Das schnelle Wachstum, die leichte Vermehrbarkeit und die hohe Widerstandsfähigkeit gegen äussere Umwelteinflüsse wie Wasserqualität, Futter etc. machen ihn zu diesem erfolgreichen Zuchtfisch (Lovshin, aquanic.org). Er wird wegen dieser Eigenschaften auch "Wasserhühnchen" genannt (Anon. 2004, aquakulturtechnik.de).

Das Eintreten der Geschlechtsreife bei Tilapien hängt vom Alter, der Grösse und den Klimabedingungen ab. Die Mosambik Tilapia wird schon früher und mit einer geringeren Grösse geschlechtsreif als die Nil- und Blaue Tilapia. In den Seen Ostafrikas erreichen Niltilapien etwa mit 10 bis 12 Monaten oder wenn sie 350 bis 500 Gramm wiegen ihre Geschlechtsreife. Bei optimalen Wachstumsbedingungen in Bauernhofteichen erreicht die gleiche Art schon im Alter von fünf bis sechs Monaten oder bei 150 – 200

Gramm ihre sexuelle Reife (Popma, Masser 1999), in Aquarien kann es bereits ab 30 Gramm der Fall sein (Graber, 2007).

Auch ausserhalb von Afrika gehören die in der Fischzucht rentablen Tilapien zur Gattung *Oreochromis*, von denen die Niltilapia über 90 Prozent ausmacht. Allgemein weniger eingesetzte Sorten sind die Blaue Tilapia (*Oreochromis aureus*), die Mosambik Tilapia (*Oreochromis mossambicus*) und die Zanzibar Tilapia (*Oreochromis urolepis hornorum*) (Lovshin, aquatic.org).

Sie sind überall auf der Welt in Aquakulturanlagen und in warmen subtropischen Seen und Flüssen ausgesetzt, wo sie teilweise einheimische Fische verdrängen. Im südöstlich liegenden US-Staaten Florida wurde deswegen ein absolutes Hälterungsverbot von Tilapien erteilt (Graber, 2007).

Biologische Begrenzungen bei der kommerziellen Tilapienproduktion stellen die Wassertemperatur und eine frühe Geschlechtsreife, die die Tiere vor dem Erreichen des Marktgrösse zum Laichen bringt (Lovshin, aquatic.org).

Typisches Kennzeichen der Buntbarsche ist die lange Rückenflosse, bei der das erste Dutzend Flossenstrahlen als Hartstrahlen (Stacheln) ausgebildet ist (Popma, Masser 1999).



Abb. 4: Niltilapien (*Oreochromis niloticus*), links sind die stacheligen Hartstrahlen als Vorderteil der Rückenflosse gut zu erkennen. Auch unten an der Afterflosse sind auf der Seite zum Genitalbereich hin drei stachelige Hartstrahlen zu sehen sowie vorne an der Bauchflosse. Rechts sind die beiden Bauchflossen und der Ansatz der linken Brustflosse gut ersichtlich

Ein Unterscheidungsmerkmal des Niltilapia sind seine oft starken vertikalen dunklen Querstreifen, die bei der Blauen Tilapia unterbrochen sind. Mosambik Tilapien haben auf den Schwanzflossen nur schwache oder keine Bänder. Die männliche Mosambik Tilapia ist gekennzeichnet durch seine nach oben gedrehte Schnauze. Farbe und Muster der Körper und Flossen können durchaus Klarheit über die Art verschaffen, jedoch ist diese Methode nicht immer zuverlässig. Das Klima, der Stand der Geschlechtsreife sowie die Futterquelle beeinflussen die Farbe und deren Intensität stark. Ein zur Paarung bereit Niltilapia Männchen färbt sich in der Kehlgion grau oder rosafarbig aus. Das Mosambik Tilapia Männchen hat dann eine gelbe Pigmentation (Popma, Masser 1999).

In der freien Natur kann der Niltilapia bis zu 7 Jahre alt werden, bei einem Gewicht von bis zu drei Kilogramm. Sie bevorzugen nährstoffreiche Bäche, Teiche und Kanäle sowie die Flachwasserbereiche von Seen mit Rückzugsmöglichkeiten. Das offene Wasser wird gemieden. Sie sind aber sehr anpassungsfähig und tolerant und daher vielerorts ausgewildert. In Bereichen mit Regenwald fehlen die Fische allerdings (Freyhof, 1989, home.arcor.de).

Tilapien sind revierbildend und in der Laichzeit sehr aggressiv gegenüber Artgenossen. Sie sind untereinander zwar verträglich und nicht kannibalisch, aber das Territorialverhalten während der Balz verursacht häufig Probleme. Wenn den Tieren nicht genug Platz zur Verfügung steht, können sie einander schwere bis tödliche Verletzungen zufügen (Anon. 2004, aquakulturtechnik.de, Graber 2007). **Im Kapitel 2. wird das Züchten von Tilapien kurz beschrieben.**

2.4.3 Gegenüberstellung

Die beschriebenen Fischarten sind beide relativ anspruchslos oder haben, was ihre Lebensbedingungen angeht, eine hohe Spannbreite. Kleinere Fehler werden also nicht gleich mit dem Tod der Fische bestraft, was auch keine didaktische Methode für dieses Lernmodell darstellen soll. Auch wenn in seltenen Fällen ein Fisch sterben kann, sollen für die Lernenden Erfolgserlebnisse im Vordergrund stehen. Diese wecken Interesse für die Umwelt und regen zum selbständigen Experimentieren in der freien Natur an (Albin, Bamert, 2005). Selbstverständlich soll die Wichtigkeit der Wasserqualität mehrfach kommuniziert werden. Fischpflege ist zuallererst Wasserpflege! Eine gewisse Gleichgültigkeit darüber aufkommen zu lassen wäre sehr schlecht (Bamert, 2006). Es muss davon ausgegangen werden, dass jedes Kind sich zu einem eigenen Aquarium inspirieren lässt und sich dann einmal etwas anspruchsvollere Tiere anschafft. So sollen die Lernenden im Umgang mit diesem Modell, der Gesundheit und dem Wohl der Tiere immer die grösste Beachtung schenken. Um zu ahnen, ob die Fische wohlauf sind, geht nichts über die tägliche Betreuung und Beobachtung.

Bei der Fischwahl spricht für die Goldfische, dass es im Fischbecken keinen Heizstab benötigt. Sie fühlen sich bei Zimmertemperaturen wohl (vgl. auch Tab.1). Somit braucht es insgesamt weniger Energie und nur einen Netzanschluss, nämlich den für die Wasserpumpe.

Interessant ist auch die Umfärbung der Jungtiere im Aquarium beobachten zu können.

Ein zusätzliches Plus sind stressfreie Schulferien. Da Goldfische Futterpausen von über zwei Wochen leicht überstehen können, bereiten sie während dieser Zeit keinen oder nur einen äusserst geringen Mehraufwand (Stadelmann, 2003). Der selbe Autor (2003) warnt aber vor der Versuchung die Tiere vorher auf Vorrat mästen zu wollen.

Die verschiedenen Farbmuster nach dem Umfärben ermöglichen es den Kindern in kurzer Zeit die Fische wieder zu erkennen. So könnten die Schüler und Schülerinnen ev. in zweier Gruppen je ihren Lieblingsfisch aussuchen und diesen anschliessend betreuen. Auch wenn er logischerweise nicht einzeln gefüttert werden kann.

Bei der Niltilapia wird es schon schwieriger die einzelnen Tiere voneinander zu unterscheiden. Dafür wachsen sie schneller heran und sind schon mit einem halben Jahr geschlechtsreif. Die Fische sind dann

durchschnittlich 10 cm lang und 50 – 100 Gramm schwer. Es braucht nicht sehr viel Fachwissen um mit Tilapien Jungfische zu züchten. Allerdings bräuchte es ein zweites Aquarium für die Brut, da diese sonst womöglich von der in Gefangenschaft lebenden Mutter aufgeessen würde. Sobald die Fischbrut aufschwimmt, kann sie gleich mit fein zerriebenem Flockenfutter ernährt werden. Jungfische werden grundsätzlich fünf mal am Tag gefüttert. Die Brut wächst zügig heran und die Jungen können nach einem Monat bereits eineinhalb bis zwei Zentimeter lang sein. Theoretisch wäre es möglich die Fische mit organischen Stoffen wie Früchteresten, Gras, Laub, Wasserpflanzen usw. zu ernähren (Popma, Masser 1999).

Die Art hält einen fast unglaublichen Weltrekord inne. Eine sechs Monate alte Niltilapia wog ein Kilogramm!

Aus diesen Gründen bietet der St. Peter-Fisch zu Themen wie Ernährung oder Entwicklungshilfe einen direkten Zusammenhang.

Der im Kampf gegen Hunger eingesetzte Tropenfisch ist auch sehr widerstandsfähig gegen Krankheiten (alle Autoren...).

Tab. 1: Vergleich Goldfische und Niltilapien

	Goldfische	Niltilapien
Lateinischer Name	<i>Carassius auratus</i>	<i>Oreochromis niloticus</i>
Familie	Karpfenartige	Buntbarsche
Alter	bis 27 Jahre	bis 7 Jahre
Länge	bis 35 cm	bis 60 cm
Gewicht	bis 1,5 kg	bis 3 kg
Geschlechtsreife	im 2. Jahr	mit sechs Monaten
Fortpflanzung	Mai - Juni	Ganzes Jahr, alle 4-5 Wochen
Eier pro Gelege	bis 300'000	250–500 (bis 2000 möglich)
Eigrösse	1,0 – 1,5 mm	2 – 4 mm
Optimale Wassertemperatur	16 – 22°C, im Winter auch kälter.	22 – 26°C
Tod bei	< 0° C, für längere Zeit > 28° C	<10 – 12°C, >36° C
Mögliche Futterpausen	bis über 2 Wochen	Je nach Grünzeug im Aquarium

2.5 Wahl der Pflanzen

2.5.1 Kulturpflanzen

Die Wahl der Gemüse- oder Kräuterarten ist deshalb frühzeitig von Bedeutung, weil die Pflanzen für die originale Aquaponic Anlage auf Hydrokultur umgestellt werden müssen. Diese Umstellung ist in den Versuchen nicht immer ohne Probleme verlaufen und kann zwei bis vier Wochen dauern (Kap.2.6.2).

Während dieser Zeit sollte sich auch die Biologie des Systems eingestellt haben, so dass die Fische eingesetzt werden können. Obschon grundsätzlich fast alle Pflanzenarten in der entwickelten Aquaponic Anlage gedeihen würden, sollten bei der Auswahl gewisse Voraussetzungen beachtet werden.

Eine zentrale Aufgabe der Pflanzen ist es, dem Wasser Stickstoff und organische Verbindungen zu entziehen. Gelingt dies in einem genügenden Ausmass, kann der Wasserverbrauch des Systems auf ein Minimum reduziert werden. Diese Voraussetzung erfüllen Starkzehrer wie Tomaten, Schnittrosen, Liebstockel, Pfefferminze oder Zitronenmelisse offensichtlich besser als Pflanzen mit naturgemäss geringem Nährstoffbedarf wie z.B. Salbei, Thymian, Rosmarin, Oregano oder Basilikum. Bei Salaten oder Spinatarten kommt noch dazu, dass deren Biomasse bei zu wenig Licht und einem Überangebot an Stickstoff zu hohe Nitratgehalte aufweist (Mathis, 2006). Dies ist während dem Winterhalbjahr auch am Fenster der Fall.



Abb. 5: links, Tomate (*Solanum lycopersicum*), starkzehrend, wächst schnell in die Höhe und braucht deshalb ausreichend Freiraum nach oben.
mitte, Basilikum-Sorte namens African Blue (*Ocimum kilimandscharicum x basilicum*), benötigt ebenfalls viel Licht und verträgt keine Staunässe.
rechts, der in Südasien heimische Ingwer (*Zingiber officinale*) kann im Sommer, bei Hitze und hoher Luftfeuchtigkeit über einen Meter hoch werden.

Unter einem überschüssigen Nährstoffangebot leidet bei Kräutern das Aroma. Es wird dadurch spürbar weniger intensiv (Mathis, 2006). Sechs Fische in einem 80-Liter Becken sollten, bei genügend stark entwickelten Bakterienpopulationen im Filter, in dieser Hinsicht aber noch keine Probleme bereiten. Es sei denn die Hälfte des Fischfutters bleibt Tag für Tag unversehrt im Wasser zurück. So genügt es bei einem Lernmodell, in dem die Fische ausreichend Platz und Versteckungsmöglichkeiten haben sollen, wenn

zumindest eine Pflanze stark zehrt und somit viele vorhandene Nährstoffe in ihre Biomasse einbaut (Bamert, 2006).

2.5.2 Schwimmpflanzen

In den Versuchen wurden verschiedene Arten von Schwimmpflanzen eingesetzt. Bei guten Bedingungen vermehren sie sich allgemein sehr schnell und verbrauchen grosse Mengen an Nitrat und Phosphat. Somit gelten sie als Konkurrenten zu den unbeliebten Algen, die jedoch dadurch meist noch nicht gänzlich verschwinden. Auch wenn Schwimmpflanzen ebenfalls eingesetzt werden können, um allzu helle Aquarien abzudecken, müssen zur Algenbekämpfung in der Regel noch weitere Massnahmen (Kap. ...) ergriffen werden.

Etwas scheuere Fische wären sicherlich dankbar für diese Pflanzendecke. Ein Problem stellt allerdings das ständig zurückfliessende Wasser dar, weil durch das Gerinne eine Strömung entsteht, wodurch die Schwimmpflanzen immer wieder unters Wasser befördert werden, was für sie grossen Stress bedeutete. Eine Lösung bietet ein flacher Gegenstand, schwimmend auf der Wasseroberfläche, der den Rinnsal auffangen kann.

Da sowohl Goldfische wie vor allem auch Tilapien die Schwimmpflanzen ständig anfressen, können sie sich nur schlecht entwickeln. Zum einen wird so vielleicht das Auslichten erspart, zum andern werden unter diesen Umständen aber keine schönen Exemplare entstehen können.

Dafür müssen die Schwimmpflanzen, wie in Abbildung 4, in separate Schüsseln getan werden, die aber ebenfalls am Kreislauf angeschlossen sind. Auch hier gilt es wieder besonderen Wert darauf zu legen, dass keine Strömung entsteht.



Abb. 6: links, Vielwurzelige Teichlinse (*Spirodela polyrhiza*), oberseits grün bis rötlich, unterseits dunkel purpurrot gefärbt. Wie für Wasserlinsengewächse typisch, bildet auch die Teichlinse oft grosse, geschlossene Schwimmteppiche. Im Freien bildet sie vegetative Überwinterungsorgane
mitte, Wasserhyazinthe (*Eichhornia crassipes*), kann sich im Aquarium bis 20 cm weit ausbreiten. Allerdings nur bei warmen Temperaturen, unter 15 °C geht sie ein.
rechts, Büschelfarn (*Salvinia auriculata*), ein tropischer Farn. Dieser schwimmt frei auf dem Wasser und bildet bei ausreichender Wärme eine schwimmende Decke. Er verträgt keine Strömungen im Wasser.

Die schwimmenden Pflanzen entnehmen im Gegensatz zu allen anderen Wasserpflanzen, bei Dunkelheit nicht dem Aquarienwasser Sauerstoff, sondern der Luft. Wie erwähnt wurde, verbrauchen sie viele im Fischwasser angesammelte Nährstoffe (Schadstoffe), jedoch benötigen sie auch gewisse Stoffe die in der Regel nicht im Überschuss vorhanden sind, wie z.B. Eisen. Ein guter Eisendünger könnte daher durchaus in Betracht gezogen werden. Er enthält auch die anderen nötigen Spurenelemente, die die Schwimmpflanzen für einen guten Wuchs benötigen.

Quelle: <http://www.diewasserwelt.de/pflanzen/html/schwimmpflanzen.html>

2.6 Technik

Um die Lebensbedingungen im kleinen Kreislaufsystem für die Insassen optimal zu gestalten, ist ein gewisses Mass an Technik erforderlich. Es würde sich nicht, wie ein ungestörtes Ökosystem in der freien Natur, von selbst regeln und erhalten, auch wenn es prinzipiell nach den gleichen Gesetzen funktioniert.

2.6.1 Filtersubstrat

Im Filtersubstrat wird das Wasser biologisch gereinigt. Aber auch trübende Schwebstoffe und Schmutzpartikel nimmt es auf und hält so das Wasser klar. Viel wichtiger ist aber die zuerst erwähnte, biologische Funktion. Durch nützliche Bakterien werden die im Wasser befindlichen Schadstoffe, z.B. Ausscheidungen der Fische, zu ungefährlichen Verbindungen abgebaut. Als Siedlungsmaterial für die Bakterien haben sich Blähtonkügelchen soweit ideal bewährt. Blähton ist ein anorganischer Stoff, der aus Tonperlen ohne Zusätze hergestellt wird. Bei einem Brennvorgang mit ca. 1200 °C werden Tonkügelchen aufgebläht, die anschliessend Luftporen aufweisen und gleichzeitig eine in sich abgeschlossene druckfeste Oberfläche entwickeln.



Abb. 7: links, Kügelchen aus Blähton als Filtersubstrat ermöglichen den raschen Wasserdurchfluss, das Fischwasser wird biologisch und mechanisch gefiltert.
rechts, eine Baumtomate (*Cyphomandra betacea*), die frisch auf Hydrokultur umgestellt und dafür in einen Hydrotopf mit feinkörnigerem Substrat gepflanzt wurde.

Mit Quarzkies, Steinkohlenschlacke, Schaumlava oder Ziegelsplitt wurden weitere Kunstsubstate entwickelt. Blähton, auch Leca genannt, ist aber heute das am meisten verwendete Substrat für die Hydrokultur. Es wird unter verschiedenen “Markennamen“ wie “Pflanzton“, “Hydro-frux“, “Claylit“ oder “Compo“ angeboten. Dies sind Namen des jeweiligen Verteilers, letztendlich stammt fast die gesamte Menge vom gleichen Hersteller.

2.6.2 Übertopf mit Abfluss

Für den durchlöchernten Hydrotopf mit dem Kunstsubstrat und der Pflanze braucht es nun ein äusseres Gefäss, das mit Übertopf bezeichnet wird. Er sollte lichtundurchlässig sein, damit die Algen nicht gefördert werden und der Hydrotopf sollte einigermassen gut hineinpassen. Sind diese Voraussetzungen erfüllt, kann am Übertopf der Ablauf angefertigt werden. Dazu wird eine Gewindestange, zwei Schraubenmuttern mit

zwei Dichtungsringen und ein Stück Schlauch, das übers Gewinde passt, benötigt. Am unteren Rand des Übertopfes wird vorgängig ein Loch, wiederum mit dem Durchmesser des Gewindes, gebohrt. Anschliessend wird innen und aussen je ein Dichtungsring und eine Schraubenmutter angebracht, wobei nach innen die Gewindestange bündig mit der Mutter angebracht werden sollte. Nach aussen allerdings muss das Gewinde vier bis fünf Zentimeter länger sein, damit der Schlauch der ins Fischbecken führt gut darüber gestülpt werden kann (Abb.8, mitte).

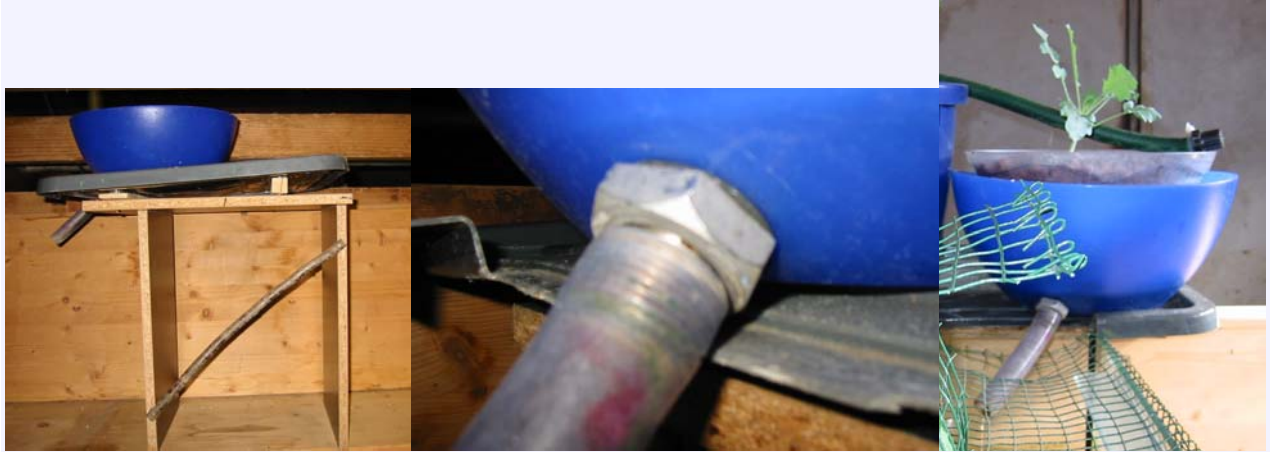


Abb. 8: links, Eigenkonstruktion einer Etagere für die Pflanzenbehälter, damit sie höher als das Aquarium stehen. Eine wasserdichte Schuhablage mit Gefälle nach vorne, auf einem alten Spanplattengestell, das mit einem Baumast verstrebt wurde.
mitte, Detail des Abflusses, Gewindestange durch Salatschüssel mit Dichtungsring, Mutter und Schlauch. Der Rand der Schuhablage wurde ausgenommen, falls einmal Wasser überlaufen sollte, dieses trotzdem wieder zurück ins Fischbecken fliesst.
rechts, bewässerter Hydrotopf mit Pflanze in lichtundurchlässigem Übergefäss mit Abfluss auf wasserdichter Unterlage.

Hydro- und Übertopf können z.B. aus Salatschüsseln vom Grossisten, selber angefertigt werden.

Bei manchen Pflanzen kann Staunässe mit der Zeit zu Problemen führen. Wenn sich ein Teil der Wurzeln ständig im Wasser befindet, können sie einen Sauerstoffmangel erleiden, was Wurzelfäulnis hervorrufen kann. Als Gegenmassnahme sollte der Hydrotopf mit einem Gegenstand, der sich nicht zersetzt, etwas erhöht werden.

Das Ende des zurückführenden Wasserschlauchs sollte bis unters Wasser reichen. Damit wird das Plätschern im Klassenzimmer verhindert, das die Kinder stören könnte, wann immer sie sich zu konzentrieren haben. Wird ein transparenter Schlauch verwendet, sieht man auf der Innenseite schnell die Algen wachsen.

2.6.3 Wasserpumpe und Leitungen

Der Wasserkreislauf wird mit einer Pumpe im Fischbecken angetrieben. Eine 8 Watt Pumpe mit einer Umwälzleistung von ca. 500 Litern pro Stunde reicht in den meisten Fällen aus. Wichtig ist dass nicht zu viel Lärm entsteht, weil die Kinder sonst beim Lernen gestört werden. Im ersten Versuch bemängelten einzelne Schülerinnen und Schüler, dass sie sich nicht mehr so gut konzentrieren könnten. Um das Vibrationsgeräusch zu verringern kann der Pumpe zum Beispiel eine Gummimatte unterlegt werden.

Von der Pumpe aus werden dann mittels Gartenschlauch Leitungen angelegt. Sie müssen in jeden einzelnen Hydrotopf oder Becken mit Schwimmpflanzen führen. Dazu müssen überall passende Anschlüsse vorhanden sein, die dem Innerdurchmesser des lichtundurchlässigen Schlauches entsprechen. Neben Winkelbogen, Verzweigungs- und Abschlusstücken sind drehbare Hähne von grossem Vorteil. Mit ihnen kann die Spritzstärke reguliert werden. Mindestens einer davon gehört eigentlich zu jeder Aquaponic-Modell-Anlage. Er wird dann am besten zwischen der Wasserpumpe und der ersten Verzweigung eingebaut, so dass jede Ausströmstelle davon beeinflusst wird. Ausströmstellen müssen direkt über dem Hydrotopf entstehen. Es benötigt dazu bloss ein paar Löcher im Schlauch. Sie werden am besten mit einer Akku-Bohrmaschine gemacht, wobei die Durchmesser ca. fünf Millimeter dick sein sollten.

Praktisch ist ein zweiter Hahn, an einer Stelle, die mit der Giesskanne gut zugänglich ist. Auch Zimmerpflanzen oder solche die an warmen Sommertagen draussen im Garten stehen, freuen sich über die Nährstoffe im Fischwasser. Etwa die Hälfte des Fischwassers darf an einem Tag mit Leitungswasser ersetzt werden. Zu beachten ist dass die Differenz der Wassertemperatur nicht über 5 °C liegt. Zum Schluss wird am Rand der Pflanzenbehälter, an der Stelle wo die Schläuche aufliegen, noch ca. je ein Loch benötigt, um mit Kabelbinden oder Schnüren die Wasserleitungen zu fixieren (Bild 7, rechts).



Abb. 9: links, Wasserpumpe mit Netzstecker, Filteraufsatz, damit keine groben Teile eingesogen werden und einem Vorsatz wo der Schlauch übergestülpt wird.
mitte, Eingerichteter Aquariumboden mit Wasserpumpe und wegführender Leitung
rechts, Leitung mit verstellbarem Wasserhahn, mittels Kabelbinde am Hydrotopf fixiert

Weil die Pumpe andauernd Wasser aus dem Becken befördert und der Wasserstand trotzdem nicht zu stark schwanken sollte, bedarf es einem raschen Filterdurchfluss, der nur mit einer erdlosen Kultur möglich ist. Im nächsten Kapitel wird deswegen beschrieben, wie bei einer Umstellung von Erde zum Kunstsubstrat Blähton vorzugehen ist.

Ein solches Anbausystem bringt viele Vorteile mit sich. Die Pflanzen müssen nicht mehr gegossen werden, es braucht weder eine Erderneuerung noch eine Düngung und es gibt keine faulenden Wurzeln mehr, da der Sauerstoff, trotz andauernder Bewässerung, im Substrat enthalten bleibt.

Der ökologische Vorteil zu herkömmlichen Hors Sol Kulturen ist, dass die Nährstoffe im Fischwasser enthalten sind und darum keine Nährsalztabletten nötig sind.

2.6.4 Umstellung auf Hydrokultur

Die Umstellung auf Hydrokultur gelingt umso besser, desto kleiner die Körnung, bzw. desto kleiner und häufiger die Hohlräume im Substrat sind. Damit erhöht sich die Oberfläche, an der sich die Bakterien ansiedeln können um ein Vielfaches. Im Gegensatz dazu, sollte der Hydrotopf aber möglichst grosse Löcher aufweisen um einen schnellen Wasserdurchfluss zu garantieren. Nutzpflanzen der Gattung Nachtschatten (*Solanum*) bilden zudem nach wenigen Wochen eine immense Wurzelmasse, so dass die kleineren Löcher bald einmal verstopfen und das Fischwasser ungefiltert überläuft und über die wasserfeste Unterlage zurückfließt.

Für Anzuchtzwecke und Jungpflanzen eignen sich Körnungsgrößen von vier bis acht oder besser zwei bis vier Millimetern. Hier empfiehlt es sich grössere Löcher auszunehmen und diese dann mit einem engmaschigen Kunststoffnetz abzudecken, welches z.B. mit einem Bostich fixiert werden kann (Achtung wegen späterer Verletzungsgefahr an verrosteten Klammern!).

Bei den meisten Pflanzen zeigten sich nach folgenden Arbeitsschritten gute Erfolge; problematisch sind vor allem ältere Exemplare.

- Die Pflanze im Wurzelbereich gründlich unter Wasser von der Erde befreien. Um den Kälteschock zu vermeiden, wird dafür nur lauwarmes Wasser und ev. eine weiche Bürste verwendet. Wenn sich die Erde schlecht löst sollte die Pflanze für ein paar Stunden in lauwarmes Wasser gestellt werden. Die Erde muss komplett abgewaschen werden.
- Ist die Erde komplett abgewaschen sind faulige und beschädigte Wurzelteile mit einer scharfen Gartenschere zu entfernen
- Bevor die Pflanze nun in das Hydrokultur-Substrat gesetzt wird sollte sie einen Tag lang in ein Gefäss mit abgekochtem, noch lauwarmem Wasser gestellt werden.
- Dann wird ein Hydrotopf mit Löchern zu etwa einem Drittel mit gewässerten Blähtonkügelchen aufgefüllt. Bei feinen Wurzeln eignet sich feineres Substrat besser.
- Pflanze hineinstellen und mit Kügelchen auffüllen, die Pflanze so weit hinaus ziehen, dass sie etwa so tief steht wie vorher in der Erde.
- Nun wird ein lichtundurchlässiger zweiter Behälter benötigt, in dem der mit Substrat gefüllte Hydrotopf gut hineinpasst. Dieser Behälter wird nun bis zur halben Höhe dieses Hydrotopfes mit Leitungswasser aufgefüllt, so dass die Wurzeln noch genügend Sauerstoff bekommen.
- Sie steht dann zwei Wochen lang im Wasser mit dem richtigen pH-Wert
- Beginnt die Pflanze während dieser Zeit stark zu welken, wird am besten eine Folie genommen und so über den Topf gestülpt, dass möglichst wenig Blätter den Plastik berühren. Unten am Topfrand kann die Folie mit einem Gummi befestigt werden. Wichtig ist jetzt das hinein stechen, in die Tüte, mit einer dicken Nadel.
- Sobald es der Pflanze wieder gut geht kann sie in das Durchflusssystem eingebaut werden. Die Plastikfolie wird spätestens nach vier Wochen entfernt.

Ohne Probleme verlief die Umstellung bei den Tomaten- und Basilikumpflanzen.

Auch Petersilie (*Petroselinum crispum*), Salbei (*Salvia officinalis*) und Gemüse-Kohl (*Brassica oleracea* L.) hatten sich schnell an die neue Situation angepasst. Jeweils beim ersten Versuch abgestorben waren Pfefferminze (*Mentha x piperita*), Dill (*Anethum graveolen*) und Oregano (*Origanum vulgare*). Allerdings wurde zu Beginn noch nicht nach den oben genannten Schritten gearbeitet.

Auch Kakteen wachsen in Aquaponic ausgezeichnet, so z.B. Euphorbien oder der beliebte Christudorn.

Quelle: www.hydrotip.de/friends/artikel_show.php?uid=235

2.6.5 Heizung

Die tropischen Tialpien benötigen tropische Wassertemperaturen von ca. 22 - 26 °C. Daher gehört eine Heizung dazu. Zu empfehlen sind so genannte Stabheizer. Sie sind klein, unauffällig, dabei aber gleichzeitig leistungsstark und sicher. Da das Wasser ständig in Bewegung ist, passt es sich schneller an die Raumtemperatur an. Deshalb sollte die Wassertemperatur täglich überprüft werden. Im Winter muss der Heizer im Aquarium vielleicht höher eingestellt werden um die erforderliche Temperatur zu erreichen.

2.7 Von den Einzelteilen zum System

2.7.1 Bodengrund

Nachdem das Aquarium mit Wasser gereinigt und am endgültigen Standort aufgestellt worden ist, wird als Erstes der Bodengrund eingefüllt.

Gut geeignet für Gesellschaftsaquarien ist Kies mit einer Körnung von 3 – 6 mm. Vor dem Einfüllen in das Aquarium muss jeder Kies gründlich gewaschen werden.

Erschaffen Sie Ihren Fischen eine eigene Unterwasserwelt! Zum Beispiel mit Lava- oder Schiefergestein oder Wurzeln aus dem Zoofachhandel. Man sollte Dekorationen sparsam einsetzen, damit die Fische noch ausreichend Schwimmraum haben. Bei der Gestaltung sind der Fantasie im Prinzip keine Grenzen gesetzt, so lange sie den Ansprüchen der Fische Rechnung trägt. Wurzeln und Steine müssen auf jeden Fall gründlich gereinigt, ggf. sogar ausgekocht werden. Verwenden Sie nur Gesteinsarten, die keine Stoffe ans Wasser abgeben. Mineralien und Gesteine mit metallischen Einschüssen sind nicht geeignet. Beachten Sie, dass technische Geräte ebenfalls Platz brauchen und vor der Dekoration installiert werden sollten.

Ausströmersteine, auch Sprudelsteine genannt, bringen Bewegung ins Wasser und reichern es mit lebenswichtigem Sauerstoff an. Legen Sie den Luftschlauch möglichst verdeckt, damit der optische Eindruck nicht gestört wird.

Wichtig ist schon in der Entwicklungsphase ein planvolles Vorgehen, das Erstellen eines Gesamtkonzepts. Pflanzen, Steine, Felsen und der Freiraum sollten als Ganzes betrachtet werden. Eine Skizze des geplanten Aquariums mit Bepflanzung ist sehr hilfreich. Die Details brauchen natürlich nicht haargenau gezeichnet werden. So erhält man auf einfache Weise schon einen Voreindruck. Mit Hilfe der Pflanzen, der Steine und der Wurzeln wird eine Komposition erstellt, die einen "natürlichen" und harmonischen Eindruck ergibt.

Im Vordergrund der Überlegungen sollte niemals das Aussehen des Aquariums, sondern stets das Wohl der Fische stehen.

Die beeindruckendsten Effekte erzielen oft sogar die Aquarien, die mit einer erstaunlich geringen Zahl von Pflanzen bestückt sind. Ein Becken, das nur mit Riccia und Haarnadelsimsen bepflanzt wird, erweckt im Auge des Betrachters den Eindruck einer Landschaft. Im Naturaquarium sind Schwimmpflanzen eigentlich nicht anzutreffen, da sie den Pflanzen am Boden das Licht nehmen.

Die Ausnahme bildet das Teichlebermoos, oder Riccia genannt. Es wird an Steinen fixiert und am Boden ausgelegt. Macht man dies bei genügend Steinen, so erhält man auf diese Weise man einen dichten Riccia-Teppich. Löst sie sich wieder, treibt die Riccia wieder an der Oberfläche, wo sie sich zu dicken Polstern entwickelt. Wenn man es so betrachtet, wird die Riccia gegen ihre Natur in eine Bodenpflanzenrolle gezwungen. Viele Naturaquarien wirken vor allem durch ihren dichten Ricciarasen, der den Boden bedeckt.

In ihren Polstern eingeschlossen sitzt oft die kleine Wasserlinse (*Lemna minor*). Diese Verbindung zu trennen ist oft zwecklos. Bei guter Beleuchtung und guter Düngung und CO₂-Versorgung bilden sich oft sehr schön anzusehende Sauerstoffbläschen, wenn der Sättigungspunkt erreicht ist.

Aus optischen und praktischen Gründen sollte der Bodengrund so angelegt werden, dass er nach hinten leicht ansteigt.

2.7.2 Deco-Material

- Steine
- Blumentöpfe
- Wurzelstücke

2.7.3 Wasser

Wasser ist für die Fische das Lebenselement. Deshalb sind optimale Wasserverhältnisse für den Besatz ebenso wichtig wie die artgerechte Ernährung. Im Trinkwasser können verschiedene Zusätze wie z.B. Chlor für hygienisch sauberes Wasser sorgen. Chlor ist aber schon in geringen Konzentrationen für Fische schädlich. Zusätzlich gelangen häufig Schwermetalle ins Leitungswasser, die für die kiemenatmenden Fische giftig sind. Leitungswasser muss deshalb fischgerecht aufbereitet werden. Das Wasseraufbereitungsmittel bindet Schwermetalle und neutralisiert Chlor. Organische Kolloide schützen zusätzlich die empfindlichen Schleimhäute der Fische.

2.7.4 Einsetzen der Fische

Das Einsetzen der Fische ist eine sensible Angelegenheit, die sehr sorgfältig gehandhabt werden sollte. Damit die Fische durch plötzliche und drastische Veränderungen nicht zusätzlich gestresst oder im schlimmsten Fall sogar geschädigt werden, wird der noch verschlossene Transportbeutel etwa zwanzig Minuten in das Aquarium gelegt. Während dieser Zeit findet ein Temperatenausgleich statt. Erst dann den Beutel öffnen und nach und nach Wasser aus dem Aquarium dazugeben, damit sich die übrigen Wasserwerte angleichen. Ganz wichtig: Fische dürfen niemals ohne diese Gewöhnungsphase eingesetzt

werden! Nur so vermeiden Sie einen Umsetzschock. Ihre Fische sollen sich schließlich von Anfang an wohl bei Ihnen fühlen.

Vor dem Erwerb von lebenden Tieren muss sichergestellt werden, dass sie auch artgerecht gehalten und versorgt werden können.

2.7.5 Tilapienzucht

Die folgende Reihenfolge kennzeichnet das Fortpflanzungsverhalten in der Gefangenschaft:

- Werden Tilapien in ein neues Gewässer gesetzt, brauchen sie drei bis vier Tage um sich an die neue Umgebung zu gewöhnen.
- Die männlichen Tiere definieren und verteidigen einen Standort auf dem Grund und erstellen dort ihr Nest, indem sie einen kreisförmigen Bereich von 20 bis 30 cm säubern. In Teichen mit weichem Untergrund wird das Nest mit dem Maul 5 bis 8 Zentimeter tief ausgegraben.
- Jedes vorbei schwimmende Weibchen wird nun vom Männchen stark umworben.
- Nachdem ein Weibchen ihre Eier ins Nest gelegt hat, werden diese vom Männchen befruchtet.
- Anschliessend nimmt die Fischdame die befruchteten Eier ins Maul und verlässt die Stätte. Das Männchen schützt weiterhin sein Nest und versucht die nächsten Damen zu gewinnen. Dies kann alles am gleichen Tag geschehen.
- Die Eier werden drei bis fünf Tage im Mund der Mutter ausgebrütet, dann schlüpfen die Larven aus den Eihüllen. Nach dem Ausschlüpfen bleibt die junge Fischbrut noch weitere fünf bis sieben Tage bei ihrer Mutter. Wenn Gefahr droht kehren sie schnell wieder in ihr Versteck, die Mundöffnung, zurück. Während dieser ganzen Zeit frisst das Muttertier nichts!
- Sobald die Jungfische aufschwimmen, können sie gleich mit fein zerriebenem Flockenfutter ernährt werden. Die Brut wächst zügig heran und die Jungen können nach einem Monat bereits 1,5 bis 2 cm lang sein. Ungefähr eine Woche nach der Loslösung von den Nachkommen ist die Mutter erneut bereit ihre Eier in ein Nest zu legen. Erwachsene Weibchen mit einem optimalen Gewicht von 100 - 200g erzeugen alle vier bis fünf Wochen je nach Alter und Ernährungszustand 250 bis 500 Junge (allg. Spannweite 100 – 2000).

Aus den Nachkommen bilden sich Gruppen, die relativ leicht mit einem kleinen Maschennetz eingefangen werden können. Grössere Gruppen von Jungfischen können erst 13 bis 18 Tage nachdem sich der Brutbestand in seiner neuen Umgebung eingelebt hat, beobachtet werden.

2.7.6 Besatzdichte

In der Literatur bekommt man 1cm Fisch auf 1Liter Wasser empfohlen.

Zur Sicherheit sollte man sich aber an folgende Erfahrungswerte halten:

- Fische bis 5 cm Länge brauchen mindestens 1 Liter Wasser pro cm Fisch.

- Fische bis 10 cm Länge brauchen mindestens 2 Liter Wasser je cm Fisch
- Fische bis 15 cm Länge brauchen mindestens 3 Liter Wasser je cm Fisch
- Fische bis 20 cm Länge benötigen mindestens 4 Liter wasser je cm Fisch

3 Ernährung und Pflege

3.1 Tägliche Aufgaben

Ein gut gepflegtes Aquarium erkennt man am klaren Wasser, an prächtigen Pflanzen und gesunden Fischen.

Fische füttern, Fresslust beobachten, Wassertemperatur prüfen.

3.1.1 Fütterung

Gefüttert wird sehr sparsam. Dabei kommt es auf die Art des Futters, bei Trockenfutter auch auf das Verhältnis zwischen Volumen und Gewicht an. Voluminöses Futter mit geringem Gewicht wie z.B. Flockenfutter belastet das Wasser bei gleichem Futtervolumen entsprechend weniger als schweres Granulatfutter. Es ist kaum bekannt, dass erwachsene Fische infolge zu geringer Futtermengen eingehen. Das kommt dagegen häufiger bei Jungfischen vor. Fettsucht mit Todesfolge ist bei erwachsenen Zierfischen leider die Regel. Außerdem verursacht die ständige Überfütterung eine übermäßige Wasserbelastung, die häufig mit Fischkrankheiten und Algenproblemen endet. Zweckmäßig füttert man erwachsene Tiere nur ein- bis zweimal mal am Tag. Sie erhalten jeweils nur soviel, wie von ihnen in wenigen Minuten sofort und restlos gierig verzehrt wird. Jungfische füttert man dagegen 5 mal täglich. Ein Indikator für zu große Futtermengen oder auch für ein total überbesetztes Aquarium, ist meistens die verstärkte Bildung von Mulm.

Wichtig ist auch die Verwertbarkeit des Futters. Vor allem muss das Futter aber eins leisten: Die Fische sollen gesund und aktiv sein, sie sollen natürliches Verhalten und Farbenpracht voll entwickeln. Eine abwechslungsreiche Ernährung ist daher die beste Gewähr für gesunde, muntere und farbenprächtige Fische.

Wenn jeden Tag zur selben Zeit und an der selben Stelle gefüttert wird, werden die Fische bald aus der Hand fressen. Die tägliche Fütterung ist eine gute Gelegenheit, die Fische zu beobachten.

Bei der Fütterung darauf achten, dass kein physisch überlegener Fisch die kleineren unterdrückt und nicht fressen lässt. Werden Goldfische über längere Zeit in sauerstoffarmem Wasser gehalten, können sie zwar überleben. Dabei können aber die oft lang ausgezogenen Flossen nicht mehr ausreichend durchblutet und sterben ab. An den ausgefransten Flossenstrahlen siedeln sich Pilze an. Herrschen dann wieder bessere Umweltbedingungen, heilen die Flossenschäden meist schnell wieder von selbst ab. Bei Temperaturen unter 15°C gehen die Fische nicht ans Futter und laichen auch nicht ab. Sind beim Einsetzen mehr als 5° C Unterschied zum vorherigen Fischbecken, können die Fische Schwierigkeiten mit ihrem Stoffwechsel bekommen.

Quelle: tetra.net

3.2 Wöchentliche Aufgaben

Pflanzenkontrollen (Weisse Fliegen, Wollläuse, Spinnmilben usw.) Wasserwerte kontrollieren, abgestorbene Pflanzenteile entfernen, Wasser auffüllen, ev. Scheiben putzen.

Krankheiten der Pflanzen können nur durch Pflanzenkontrolle überwacht werden.

Das System Aquarium funktioniert aber nur optimal, wenn Technik, Wasser, Fischbesatz und Bepflanzung aufeinander abgestimmt sind. Das Wasser ist dabei besonders wichtig. Die Qualität des Wassers als Lebenselement der Fische ist entscheidend für Gesundheit und Wohlbefinden der Tiere. Aber auch das Gedeihen von Pflanzen und Mikroorganismen hängt direkt von der Wasserqualität ab. Die Kontrolle wichtiger Wasserwerte und der regelmässige Teilwasserwechsel sind daher für die fachgerechte Aquaristik von grösster Bedeutung.

3.2.1 Wasserqualität

Nur wenn die Wasserqualität stimmt, fühlen sich die Fische wohl

3.2.2 Gesamthärte (GH)

Der GH-Wert wird im Wesentlichen durch den Gehalt an Kalzium und Magnesium bestimmt. Bei einem hohen Anteil bezeichnet man das Wasser als hart, bei niedrigem Gehalt als weich. Die Gesamthärte beeinflusst massgeblich die organischen Funktionen aller Lebewesen im Wasser und wird in °dH = Grad Deutscher Härte angegeben.

3.2.3 Karbonathärte (KH)

Nahezu jedes Wasser enthält Hydrogenkarbonate, deren Anteil im Wasser durch den KH-Wert angezeigt wird. Den Hydrogenkarbonaten kommt im Aquarium eine wichtige Aufgabe zu, denn sie wirken als pH-Puffer und verhindern somit eine zu starke und zu rasche Veränderung des pH-Wertes, wie z.B. den Säuresturz. Daher hat auch der KH-Wert einen direkten Einfluss auf das Wohl der Fische. In Süsswasseraquarien sollte der KH-Wert möglichst nicht weniger als 3 °dH betragen.

3.2.4 Säuregrad (pH-Wert)

Der pH-Wert des Wassers ergibt sich aus allen im Wasser gelösten sauren und basischen Stoffen, die das Wasser entweder ansäuern oder alkalisch werden lassen. Bei einem pH-Wert von 7,0 wird Wasser als neutral bezeichnet. Je mehr Säuren im Wasser sind, desto stärker sinkt der pH-Wert, je mehr Basen, desto stärker steigt er. Es ist empfehlenswert den pH-Wert Ihres Aquariums einmal pro Woche zu testen. Der pH-Wert hängt direkt von der Karbonathärte und dem Kohlendioxidgehalt (CO₂) ab. Ändern sich die Karbonathärte oder CO₂-Gehalt, ändert sich automatisch auch der pH-Wert.

3.2.5 Ammoniak, Nitrit, Nitrat

Durch Ausscheidungen der Fische sowie durch Pflanzen und Futterreste gelangen in jedem Aquarium Stickstoffverbindungen in das Wasser, die über aufeinander folgende Stufen abgebaut werden müssen.

Zunächst entsteht das giftige Ammoniak oder das ungiftige Ammonium. Dies hängt vom pH-Wert ab. Während bei pH-Werten über 7,0 zunehmend Ammoniak gebildet wird, liegt bei niedrigeren pH-Werten das ungiftige Ammonium vor. Bei empfindlichen Fischen kann bereits ein geringer Ammoniak-Gehalt über längere Zeit schädigend wirken. Die Filterbakterien der Gattung Nitrosomonas bauen Ammoniak bzw. Ammonium zu Nitrit ab. Nitrit ist leider ebenfalls sehr giftig. Hohe Nitritgehalte können langfristig schädigend oder sogar tödlich sein. Nitrit wird von den Filterbakterien der Gattung Nitrobacter zu Nitrat abgebaut. Nitrat ist ein Pflanzennährstoff, der aber auch das Algenwachstum fördern kann. Ammoniak und Nitrit sind schon in geringsten Konzentrationen (zumindest längerfristig) schädigend. Wenn Sie mit den **Tetratests** Ammoniak und Nitrit nachweisen, dann bedeutet das auf jeden Fall, dass der biologische Filter nicht richtig arbeitet und dass es für Ihre Fische bereits gefährlich ist bzw. gefährlich werden könnte. Mögliche Gegenmaßnahmen in Aquarien mit Fischbesatz sind:

- häufige Teilwasserwechsel
- Fütterung und Besatz reduzieren
- Sauerstoffzufuhr überprüfen

3.2.6 Wassertests

Jeder Aquarianer sollte die Beschaffenheit des Aquariumwassers regelmässig testen. Schlechte Wasserwerte weisen immer auf eine Störung des optimalen biologischen Gleichgewichts hin, das System Aquarium funktioniert nicht richtig. Fast jede Störung des biologischen Gleichgewichts äussert sich in entsprechenden Wasserwerten. Durch Wassertests kann man sich jederzeit Sicherheit über Qualität und Belastung des Aquarienwassers verschaffen.

Wassertests geben Sicherheit und helfen dabei, frühzeitig Störungen zu erkennen und Schäden abzuwenden. Durch den Vergleich mit einer Farbskala oder das Zählen der Tropfen bis zum Farbumschlag können Sie präzise den jeweiligen Wasserwert bestimmen.

Wassertests gibt es einzeln, als Nachfüllpack oder als Sets. Mit verschiedenen Analyse Sets können die wichtigsten Wasserwerte des Aquariums gemessen werden.

3.3 Monatliche Aufgaben

Bodengrund reinigen, Aquarium reinigen.

4 Lerninhalte und Methoden

4.1 Hammer als System → Einstiegsmethode

Der Leiter fragt nach zwei freiwilligen Gruppenmitgliedern, die bereit sind so schnell wie möglich einen Nagel in ein Stück Holz zu schlagen. Sie werden vor die Entscheidung gestellt, wer den intakten Hammer mit Stiel oder die losen Teile dafür benutzen will. Wollen beide den gleichen kann der Unterrichtende eine Schätzungsfrage stellen, z.B. wie viele Kilogramm Fisch isst der durchschnitts Schweizer pro Jahr. Der oder die, die näher an der richtigen Antwort ist darf dann den Hammer wählen. Nun versuchen beide einen gleich langen Nagel in ein gleich hartes Holz zuschlagen. Die mit dem richtig zusammengesetzten Hammer sollte schneller sein als der andere. Der Wettbewerb kann wiederholt und dann ev. mit einem Finale abgeschlossen werden.

Die TN sollen erklären weshalb mit dem gut zusammengesetzten Hammer gewonnen wurde.

Die Erläuterungen werden vom Kursleiter auf die Wichtigkeit struktureller Ordnung verknüpft und auf das Leben assoziiert.

4.1.1 Feinziel

- Die Teilnehmenden verstehen die Tatsache, dass ein System aus mehreren verschiedenen Teilen besteht und diese in einer bestimmten Struktur vernetzt sind.
- Sie erkennen, dass jeder Organismus ein lebendes Ganzes darstellt, das die Summe seiner Einzelteile weit übersteigt.

4.2 Rollenspiel → Kommunikative Methode

Kärtchen mit sechs verschiedenen Situationen werden an Gruppen von zwei bis drei TeilnehmerInnen verteilt. Die Situationen sehen folgendermassen aus:

- **1.** Sie befinden sich in der Küche und beginnen gleich zu kochen, niemand macht sich Gedanken um Wasser zu sparen weil es ja immer aus dem Hahn fließt.
- **2.** Sie befinden sich in ihrer Hütte im Raum mit der Kochstelle und wollen da bald ein Essen zubereiten. Die Wasserbehälter im Haus sind leer, die Wasserstelle ist zwei Kilometer entfernt.
- **3.** Sie befinden sich in ihrer einfachen Unterkunft. Es hat schon lange nicht mehr geregnet und darum, ausser der schmutzigen Pütze in der Höhle nebenan, kein Wasser mehr.
- **4.** Sie halten sich im Badezimmer auf und verschwenden unsinnig viel Leitungswasser.
- **5.** Sie befinden sich in der Garage und verbrauchen unnötig viel Leitungswasser
- **6.** Sie befinden sich in ihrem Haus und planen ihre bevorstehenden Ferien. In einer Ecke rinnt schon seit einem halben Jahr die Wasserleitung. Immer wieder muss das unterstellte Gefäss geleert werden. Für die Reparatur steht aber kein Geld zur Verfügung, weil Sie lieber in die Ferien fahren.

Jede Gruppe studiert nun eine Posse zur ihr zugeteilten Situation ein und stellt diese nachher im Plenum vor. Bei Bedarf unterstützt der Kursleiter selbstverständlich die einzelnen Gruppen.

4.2.1 Feinziel

- Die Teilnehmenden wissen dass nicht alle Menschen auf der Welt immer frisches Trinkwasser haben wenn sie es bräuchten.
- Sie sind sensibilisiert für Menschen die kein oder nur verschmutztes Wasser haben und achten darauf nicht unnötig Trinkwasser zu verschwenden.

4.3 Zustand der Fische

4.3.1 Anatomie

4.3.2 Gesundheits-Check

Auch Fische leiden unter Stress, der sie wiederum anfällig für Krankheiten macht. Vermeiden Sie daher folgende Stressfaktoren:

- überbesetzte Becken
- einseitige Ernährung
- Temperaturschwankungen
- Vergesellschaftung unverträglicher Arten
- Stress durch Einfangen und Transport

Wie Menschen können auch Fische von Zeit zu Zeit erkranken. Eine solche Krankheit ist aber keine Katastrophe, denn es gibt sehr wirksame Arzneimittel für Fische. Durch überlegtes und schnelles Handeln lässt sich mit Hilfe dieser Arzneimittel fast immer das Schlimmste verhindern.

Gerade für Einsteiger in die Aquaristik ist es wichtig zu wissen, dass die meisten Fischkrankheiten auf falsche Haltungsbedingungen zurückzuführen sind. Der beste Weg, Krankheiten zu verhindern, ist daher die Vorbeugung durch fachgerechte Aquaristik.

Beobachten	Gesund	Krank
Schleimhaut		
Schuppen		
Flossen		
Augen		
Kiemen/Atemtätigkeit		
Körperform		
After und Kot		
Verhalten		

Die tägliche Gesundheitskontrolle ist sehr wichtig. Beobachten Sie Ihre Fische und prüfen Sie dabei, ob sie sich normal verhalten. Achten Sie auch auf typische Zeichen einer Erkrankung wie zum Beispiel Wunden, aufgeblähte Bäuche oder ausgefranzte Flossen. Auch die Absonderung von Einzeltieren und Anzeichen von Lethargie deuten auf Krankheiten hin.

4.4 Zustand der Pflanzen

Bezeichnung der einzelnen Organe:

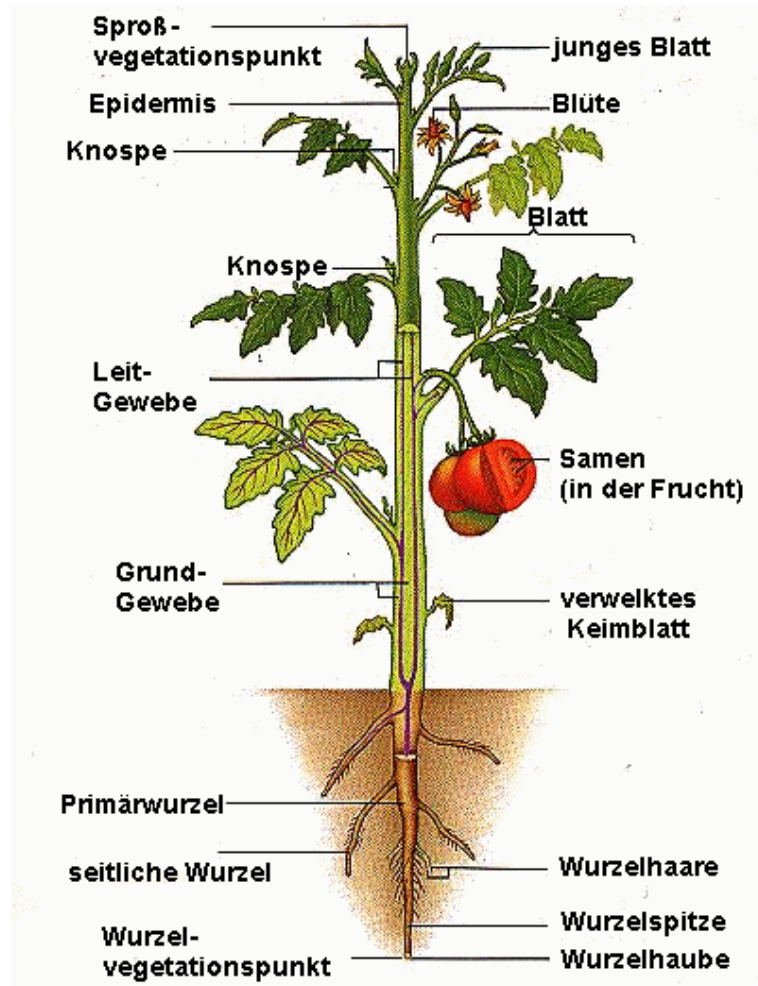


Abbildung aus: www.merian.fr.bw.schule.de

Als gutes Erkennungsmerkmal, wie es der Pflanze geht, gelten die Blätter. Je nach dem sind sie aufrecht oder lampen nach unten.

Ist die Pflanze schlecht ernährt stösst sie nach der ersten Fruchtbildung gar ihre Blüten ab.

Bonitierungsmerkmale

Blätter

Datum	horizontal	lampend	engerollt	gefleckt



1: leicht lampend



2: horizontal, sauber



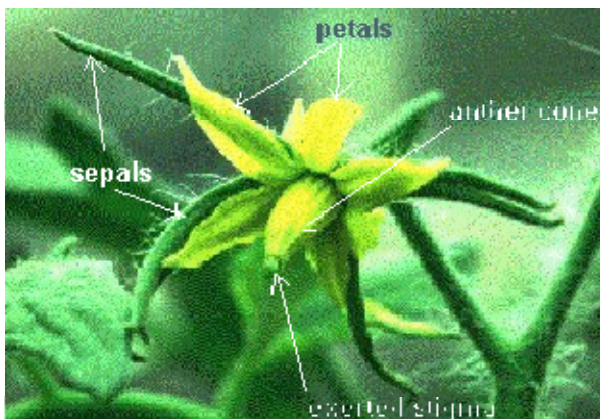
3: Leicht eingerollt und gebleicht



4: Verfärbte Blätter, verursacht durch
Magnesiummangel

Blüten

Datum	Gesamtzahl	Anzahl unbefruchtete	/befruchtete	Anzahl abgestossene



5: Dunkle Einstichstellen an den Fruchtblättern zeigen die Befruchtung der Blüte an
Abbildung aus: www.kdcomm.net

Spross

Datum	Durchmesser (mm)	Länge (cm)	Stengelfäule	Achseltriebe



6: Stengelfäule

Die Pflanze wächst in einer Woche durchschnittlich rund 20 cm.

Um eine Verbuschung zu verhindern sollten die Achselknospen stets entfernt werden. Weiter genügen für ein gesundes Pflanzenwachstum 18 ausgebildete Blätter, die restlichen, älteren Blätter können ebenfalls entfernt werden, da sie sonst nur unnötig Nährstoffe wegsaugen.

Früchte

Datum	Gesamtzahl Früchte	Anzahl schön ausgefärbte Einzelfrüchte	Früchte mit Rissen	Faule oder gefleckte Früchte



7: Braufäule

4.5 Wasserqualität

Viele Kriterien, die die Wasserqualität charakterisieren, sind unsichtbar. Es geht um Chemisches, Physikalisches und Mikrobiologisches. Dennoch sollen mit dieser Arbeit Methoden ausgearbeitet und vorgestellt werden, die keinen grossen technischen Aufwand benötigen sondern auf diejenigen Wassereigenschaften aufmerksam machen, die mit menschlichen Sinnen wahrgenommen werden können. Im Bereich der Wasserchemie werden Stoffe wie Sauerstoff, Nährstoffe, Stoffwechselprodukte und Komponenten der Lebewesen gemessen.

Physikalisch interessieren vor allem Wassertemperatur, elektrische Leitfähigkeit, Trübung (z.B. Feinsand) und Wasserfarbe.

Anzeichen schlechter Wasserqualität:

- Auftreten von Algenblüten
- Schaum- / Schlammbildung
- Geruchsbildung

4.6 Wer kann antworten? → Abschlussmethode

Der Leiter erklärt zuerst die Spielregeln. Der Aufbau der Karten mit je einer Frage und einer nicht dazu passenden Antwort ist vielleicht etwas ungewohnt. Im oberen Teil der Karte steht die Antwort für die dahinterliegende Karte und im unteren Teil steht dann eine neue Frage. Die passende Antwort ist dann wiederum im oberen Teil der darauffolgenden Karte zu finden usw.. Pro TN gibt es eine Karte. Nun müssen die Lernenden die Karte suchen, die die Antwort auf ihre Frage enthält. Sie einigen sich gemeinsam auf eine Strategie, wie sie möglichst rasch ihre Fragen neben die korrekte Antwort bringen. Die Fragen sind verknüpft mit dem Aquaponic-Unterricht. Auf der Rückseite der Karten ist jeweils ein Buchstabe vorhanden. Sind alle Fragen neben den richtigen Antworten, ergibt das mit den Buchstaben ein Lösungswort. Es stellt eine kleine Überraschung dar, die als Belohnung an die TN verteilt wird. Die Methode benötigt viel Gruppendynamik. Mit den einzelnen Fragen wird auch darauf Wert gelegt, dass trotzdem jeder für sich selber verantwortlich ist. Diese Methode eignet sich gut vor einer längeren Pause, da dann die Belohnung gemeinsam eingenommen werden kann. Als Abschlussmethode ist sie wertvoll, weil mit den Fragen die Thematik repetiert und aufgearbeitet wird.

4.6.1 Feinziel

- Die TN finden bei einem anderen Gruppenmitglied die korrekte Antwort zu ihrer Frage.
- Sie vertiefen die Thematik.
- Die Lernenden fördern den Gruppenzusammenhalt, in dem sie miteinander eine Strategie entwickeln und so gemeinsam das Ziel erreichen(Belohnung).

4.7 Lernzielkontrolle

Um den Lernerfolg messen zu können wurde der letzte Fragebogen mit dem zu Beginn ausgefüllten Bogen verglichen. Die Differenz kann so als effektiver Lernerfolg angesehen werden. Da die Fragen nicht nur im kognitiven sondern auch im affektiven Bereich lagen kann auch etwas über die Einstellungen der Kinder ausgesagt werden, was in der Umweltbildung seit jeher die zu verändernde Sache darstellt.

Das Resultat ergab also ein vorher – nachher Vergleich. Dazu durften die Schüler auch evaluierende Massnahmen ergreifen und schreiben was für sie besonders spannend, langweilig oder schwierig gewesen war. Denn es ist wichtig die Qualität des Unterrichts regelmässig zu evaluieren. Auch wurde eine Gegenüberstellung mit den Bündner Kindern aufgestellt.

5 Literaturverzeichnis