

Semesterarbeit, Hochschule Wädenswil HsW

Aquaponic als Unterrichtsmodell

Albin Vanessa, Bamert Richard

Korrektoren: Daniel Todt, Stefan Forster

Zusammenfassung

Mit Aquaponic werden Anlagen bezeichnet, die auf einem geschlossenen Wasserkreislauf mit integriertem Filtersystem basieren. Es handelt sich also um Aquakulturen, durch Interaktion zwischen Nutzpflanzen und Fischen betrieben wird

Ein solches System bietet nun auch ein grosses Potential um die Leute auf Umweltprobleme aufmerksam zu machen. Eine Modellanlage mit echten Fischen und Pflanzen in einem Klassenzimmer, verbunden mit deren Pflege, lenkt auf Einstellungen, Wissen und Handlungsschemata hin, welche der Mensch für eine nachhaltige Gestaltung seines Lebens benötigt

Zudem entwickelt es nötige 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.

Im Kanton Graubünden, genauer in der Primarschule von Donat, wurde ein Pilotversuch durchgeführt.

“Aquaponic als Unterrichtsmodell“ stellte den Kindern eine ökologische Technik vor, mit dem Ziel Interesse und Verständnis für natürliche Wissenschaften zu erhöhen. Die Unterrichtsveranstaltung beschäftigte sich mit der Beziehung Mensch – Natur, dabei konnte eine sinnvolle Ressourcennutzung, zusammenhängend mit Wasservergeudung und Wiederverwendung von Nährstoffen in Ökosystemen, demonstriert werden. Mittels Fragebögen als Lernkontrollen, konnten die erworbenen Kenntnisse der Schüler gemessen werden. Diese Erkenntnisse, gewonnen durch viel Freude und Beobachtungsgeist, dienten schlussendlich dazu, die Thematik an ihr Umfeld weiterzugeben. So wurden die Kinder selber zum Mittel der Verbreitung.

Die Ortschaft wurde ausgewählt, weil im Nachbardorf Wergenstein, präziser im “Center da Capricorns“ bereits ein ähnliches System existiert. Somit konnte das Umweltwissen relevanter für ihren eigenen Lebenszusammenhang angelernt werden, was vorteilhafter zu umweltgerechtem Verhalten führt.

Der Versuch hat gezeigt, dass die Aquaponic-Anlage sich für eine Schulklasse wertvoll einsetzen lässt, da die Schüler mit verschiedenen Sinnen wie Fühlen, Sehen, Schmecken und Riechen das lebende Modell wahrgenommen haben.

Mit der Anlage im Kleinformat traten keine grösseren Schwierigkeiten auf. Das Aquaponic-Lernmodell eignet sich also prima als Unterrichtsmedium. Das Projekt bot den Kindern einerseits ein vielseitiges Naturerlebnis und andererseits wurde dadurch die große Bedeutung der Natur für den Menschen bewusst gemacht.

Inhaltverzeichnis

1	Einleitung	4
2	Theoriegrundlage.....	5
2.1	Aquaponicmodell.....	5
2.1.1	Prinzip	5
2.2	Wie Kinder lernen.....	7
2.2.1	Wie Kinder die Natur wahrnehmen.....	7
2.2.2	Was aus wissenschaftlicher Sicht wichtig ist.....	8
2.2.3	Fehler und ihre Auswirkungen	10
3	Qualitative Beschreibung.....	11
3.1	Begründung des Lernmodells Aquaponic.....	11
3.1.1	Leitideen	12
3.2	Ausbildungsziele	13
3.2.1	Gesetzte Grobziele	14
4	Material und Methoden	15
4.1	Versuchsort	15
4.2	Versuchs- und Unterrichtsplanung.....	16
4.2.1	Vorgesehener Versuchsplan	16
4.2.2	Tatsächlicher Versuchsplan.....	17
4.2.3	Unterrichtsplan.....	17
4.3	Anlage	18
4.3.1	Materialliste.....	18
4.3.2	Systemaufbau	19
4.4	Unterricht: Erarbeitung der Feinziele	21
4.4.1	Beschreibung der Zielgruppe.....	22
4.4.2	Einstiegsmethode	23
4.4.3	Kooperative Methode.....	24
4.4.4	Erschliessen von Inhalten	24
4.4.5	Kommunikative Methode	25
4.4.6	Darbietende Methode	25
4.4.7	Abschlussmethode	26
4.4.8	Lernzielkontrolle.....	27
5	Ergebnisse	28
5.1	Versuchsort	28
5.2	Versuchsplan	28
5.3	Anlage	29
5.3.1	Tomaten.....	30
5.3.2	Basilikum.....	32
5.3.3	Wasserlinse	33
5.3.4	Banane.....	35
5.3.5	Eignung der verschiedenen Pflanzensorten.....	36

5.3.6	Tilapien	37
5.3.7	Wasserqualität	38
5.4	Was hat das Klassen-Aquaponic-System bewirkt?	39
5.4.1	Schüler	39
5.4.2	Eltern	42
5.4.3	Übrige Bevölkerung	42
6	Schlussfolgerungen	43
7	Anhang	45

1 Einleitung

Das "Aquaponic-System" ist noch nicht sehr bekannt und befindet sich zurzeit im Forschungsstadium. Dieses System hat aber sehr viele Vorteile in der Umweltschonung und in der Anwendung von natürlichen Ressourcen.

Die Anlage ist billig in der Anwendung und umweltfreundlich, weil der Verbrauch an Frischwasser viel geringer ist und auf den Einsatz von Chemikalien verzichtet werden kann. Eine solche Kreislaufanlage in der Fischzucht könnte als Zusatzerwerb für die Schweizer Landwirtschaft in Betracht genommen werden. Somit ist das Ziel des wissenschaftlichen Versuches, Kreislaufanlagen für eine integrierte Fisch- und Pflanzenproduktion (Aquaponic) zu entwickeln.

Angesichts des Konsumverhaltens der heutigen Gesellschaft ist es für viele schwierig, einen Bezug zwischen den eigenen Bedürfnissen und der Natur zu finden. Deshalb sollten gerade Kinder schon früh auf vielfältige Weise die Natur erleben können, um in ihr einen unschätzbaren Wert zu sehen, der geschützt werden muss. Den Kindern muss bewusst gemacht werden, dass sie von der Natur und ihrer Funktionsfähigkeit direkt abhängig sind. Dafür brauchen sie einen sichtbaren Bezug, das Erlebnis und die Erfahrung. Durch den Aufbau der Aquaponic-Anlage, die Pflege der Lebewesen und die Ernte von Tomaten und Basilikum werden den Kindern emotionale Kontakte zur Natur geboten, die unvergessliche Erlebnisse für sie darstellen. Solche positiven Erlebnisse sind Voraussetzung für eine weitere umweltpädagogische Erziehung.

"Aquaponic als Unterrichtsmodell" ist ein Versuch welcher auf europäischem Niveau getestet wird. Es wird in verschiedenen Schulen untersucht, ob eine solche Anlage sich als Klassenlernmodell eignen würde, mit den Zielen;

- dass eine Kommunikation an die jüngeren Branchen der Bevölkerung die Ausbreitung solcher Informationen vorantreiben
- einer Optimierung des Aquaponic-Systems für den Schulunterricht
- einer Optimierung des Schulunterrichts mit praktischen wissenschaftlichen Versuchen
- einer Sensibilisierung der Bevölkerung auf Umweltprobleme und Ressourcennutzung

Aus laufenden Versuchen in Skandinavien, Slowenien oder Deutschland liegen aber bisher noch keine Resultate vor.

2 Theoriegrundlage

2.1 Aquaponicmodell

Das Aquaponicmodell ist neu auf dem Markt, es soll die Nachfrage an gesunde Ernährung durch Magerfleisch decken. Es ist eine Anlage welche auf eine Polykultur beruht, diese ist charakteristisch durch ihre Speisefischproduktion und gleichzeitig Nutzpflanzenproduktion. Das ist das einzige System, das fähig ist Pflanzen mit Fischwasser gross zu ziehen, ohne einen grossen Aufwand an Energie und Geld zu haben, es soll sich selbständig regulieren und umweltfreundlich sein.

Es ist eine sehr interessante Anlage wegen ihrer natürlichen Interaktion zwischen Fischen und Pflanzen, welche auf Wechselwirkungen der verschiedenen biologischen Systeme basiert.



Abb. 1: Aquaponic-System in Wergenstein

2.1.1 Prinzip

Zu der Anlage gehört ein Fischtank, an welchem Pumpen angeschlossen werden, das Fischwasser wird so aus dem Tank zu den Pflanzen gepumpt. Von den Pflanzen wird das gefilterte Wasser wieder in den Fischtank zurück geleitet.

Das Fischwasser kann für die Züchtung von verschiedenen Kulturpflanzen oder Nutzpflanzen eingesetzt werden. Als Gegenleistung filtern diese das Wasser für die Fische.

Das Prinzip basiert somit auf ein Recycling des Wassers, welches für die beiden Zwecke gleichzeitig benützt werden kann. Das wird durch ein geschlossenes Wasserkreislauf-System garantiert.

Das Wasser, in welchem die Fische gezüchtet werden, wird durch den Kot und Urin der Fische mit Ammonium angereichert. Dieses entsteht durch mikrobiellen Abbau von Harnstoffen und Aminosäuren. Für die Fische ist die Bildung von Ammonium toxisch. Dieser Stoff, ein Zwischenprodukt der

Stickstoffmineralisierung, reichert sich somit im Wasser an, da die Mineralisierung von Ammonium zu Nitrat langsamer abläuft.

Aus diesem Grund ist bei so einem geschlossenen System der Gebrauch eines Filters erforderlich. Diese Funktion wird von den Pflanzen übernommen, welche nitrifizierende Bakterien als Symbioseelement besitzen. Diese befinden sich in den Blähtonkugeln die als Substrat dienen.

Der Prozess, der abläuft, ist die Oxidation von Ammonium zu Nitrat (Nitrifikation), dazu werden durch den Filter auch andere organische Verbindungen abgebaut, so dass das Wasser vollständig gesäubert wird und wieder verwendet werden kann.

Als Zwischenprodukt der Nitrifikation entsteht Nitrit, das ebenfalls stark toxisch gegen die Fische wirkt. Bei neuen Filtern (Blähtonkugeln mit sehr geringen Bakterienpopulationen) ist dies mehr der Fall, da die Bakterien noch nicht aktiviert sind.

Aus diesem Grund wird in diesem Versuch ein Filter benützt der schon in Betrieb war, damit die Bakterien schon von Anfang an arbeiten können. Dieses Bakterium ist der *Nitrobacter*, es treibt den zweiten Schritt, die Oxidation von Nitrit zu Nitrat an. Während der *Nitrosomas* Ammonium zu Nitrat umwandelt.

Beide Bakterienpopulationen stabilisieren das Niveau und es kommt zu keiner Akkumulation, bzw. gewährleisten die Oxidation zu Nitrat.

Das Ammonium und Nitrit sind zwei wichtige Indikatoren für eine einwandfreie Filterfunktion und gute Wasserqualität.

Sie müssen darum kontinuierlich kontrolliert werden. In der Klasse wird das erreicht durch eine einfache Kontrolle des pH-Wertes, da es schliesslich die Schüler durchführen.

Die effektivste Methode ist der Norm-Test mit der Sonde (Dr. Lange's Küvetten -Test). Aber als einfacheren und ungenaueren Test kann das Wasser mit einem pH-Papier getestet werden, da das Ansteigen solcher Substanzen im Wasser ein kontinuierliches absinken des pH-Wertes zur Folge hätte.

2.2 Wie Kinder lernen

Den Kindern umwelt- und naturbewusstes Handeln durch Unterricht im Schulzimmer beizubringen ist bis zu einem gewissen Grad möglich, aber ohne echte Lebewesen wenig sinnvoll. Die Schulung der Sinne sowie die Förderung der Sozialkompetenz durch reine Anschauungsmaterialien erwirken zu wollen, ist aber undenkbar.

Sozialkompetenz erlangen Kinder am besten im Spiel mit Kameraden. Durch eine aktive Auseinandersetzung mit den alltäglichen Objekten, das heisst mittels Handeln und Erleben, werden lebenswichtige Erfahrungen gesammelt und der Drang nach Selbsterfüllung, Veränderung und Aneignung der Umwelt befriedigt. Durch Beobachten und Sammeln von Naturerfahrungen wird eine Fülle an Informationen unbewusst gespeichert, welche mithelfen, die Welt zu begreifen, zu verändern und sein eigenes Handeln zu überdenken. Durch das gleichzeitige Fühlen, Riechen, Betrachten, Hören und Schmecken wird die Fülle an Informationen, welche beispielsweise eine reife Tomate liefert, für Kinder in eine aufnehmbare und verarbeitbare Sprache übersetzt. Blätter, Äste, Früchte, Knospen und Blüten regen den Gebrauch aller Sinne an, wichtiger als diese sind aber deutlich die praktischen Eigenschaften. In diesem Zusammenhang sind insbesondere Primärerfahrungen von grosser Bedeutung. Eine heisse Herdplatte wird auch nach Warnungen von Erwachsenen erst dann als Gefahr erkannt, wenn man sich einmal die Finger daran verbrannt hat.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, dass sich Kinder Wissen vorwiegend durch Sinneswahrnehmungen, handelnde Erfahrungen und eigene Manipulationen an verschiedensten Materialien und Dingen aneignen.

2.2.1 Wie Kinder die Natur wahrnehmen

Das Erleben der Natur gilt als elementares menschliches Bedürfnis. Kinder nehmen solche Erfahrungen bis zum Kindergartenalter vorwiegend unbewusst wahr. Dementsprechend sind die Umrissse der Natur für sie oft vieldeutig und unscharf. Natur als solches ist für Kinder aber auch der Inbegriff von Freizügigkeit und Unkontrolliertheit.

Die Tatsache, dass die Natur lebendig, vielfältig, veränder- und gestaltbar ist, steigert sowohl die Wahrnehmung als auch das Interesse für Pflanzen, Tiere und organische Materialien erheblich und führt zu positiven Erfahrungen. Zudem verleiht das alljährliche Wachsen und Blühen der Pflanzen den Jüngsten unter uns das Gefühl von Kontinuität und gleichzeitig Sicherheit. Letzteres ist für das alltägliche Erleben und Erfahren der Natur von grosser Bedeutung. Denn erstaunlicherweise reagieren Kinder auf Umweltzerstörung sehr sensibel und sie nehmen negative Bilder eher wahr als positive. Die Sicherheit hilft bei der Verarbeitung solch negativer Eindrücke.

2.2.2 Was aus wissenschaftlicher Sicht wichtig ist

Nachfolgend sollen wissenschaftliche Erkenntnisse und Tendenzen aufgezeigt werden. Die Ausführungen stehen dabei stets in irgendeinem Zusammenhang zur Natur. Aus Gründen der Übersicht, der Ordnung und der Verständlichkeit wird in zwei Bereiche unterteilt. Der erste Teil steht im Zeichen der Umweltbildung sowie der Beziehung Kind - Natur. Der zweite Teil befasst sich mit den Auswirkungen und Möglichkeiten der Natur auf die physische wie auch auf die psychische kindliche Entwicklung.

2.2.2.1 Beziehung Kind - Natur

Die Offenheit und die Sensibilität für die Natur ist in der Kindheit am ausgeprägtesten. Mit zunehmendem Alter und steigender Sozialisation sinkt das Interesse für Natur- und Umweltanliegen. Besonders frappant ist der Interessensverlust in der Zeit der Pubertät, da die Jugendlichen in dieser Lebensphase genügend mit der eigenen Persönlichkeit beschäftigt sind und deshalb kein Gehör für Umweltbegehren haben. Später lassen sich dann insbesondere Frauen für Naturanliegen gewinnen, niemals aber in dem Mass wie es bei Kindern zwischen vier und neun Jahren möglich ist.

Wissen über Umweltsituationen und die Natur bilden im weiteren Verlauf des Lebens die Grundlage für ein gezieltes, umweltbewusstes Handeln. Das reine Wissen macht diese Basis aber noch nicht aus. Dazu bedarf es der Verknüpfung von Wissen, Emotionen und Phantasien. Aus dieser Verbindung heraus können dann Handlungsintentionen zu Gunsten der Umwelt entstehen. Dabei ist zu beachten, dass die Umwelt auf der unbewussten Ebene wirkt. Die bewusste Wahrnehmung wird erst bei einer offensichtlichen Änderung aktiviert.

Eine tiefe Beziehung zwischen Kind und Natur ist also eine grundlegende Bedingung, um sich in einer späteren Lebensphase für die Erhaltung von Natur und Umwelt einzusetzen sowie um das eigene Handeln und Verhalten kritisch beurteilen zu können. Naturerfahrungen sind dabei gar mit umweltbewusster Einstellung und Handlungsbereitschaft gleichzusetzen. Die grösste Wirkung erzielt das Erleben von Wasser, Boden, Stein, Wind, Tieren. Mit steigender Intensität der Beziehung wachsen der Respekt und die Scheu der Kinder, der Natur mit ihren Tieren und Pflanzen zu schaden. Nebst den Naturerfahrungen kommt den Vorbildern ebenfalls eine gewichtige Rolle zu. Vorzugsweise handelt es sich bei diesen Personen um solche, welche dem Kind nahe stehen und so bereits eine Vertrauensbasis besteht. Untersuchungen zeigen, dass ökologisches Wissen umso stärker verankert ist, je mehr konkrete Erfahrungen im Familienalltag damit verbunden werden können. Nebst den Eltern kommt aber auch den Lehrpersonen eine Vorbildfunktion zu.

Bei all den erwähnten Massnahmen, wissenschaftlichen Erkenntnissen, Vorschlägen, Vor- und Nachteilen darf auf keinen Fall vergessen werden, Erziehung und Unterricht auf die natürliche, kindliche Haltung abzustimmen. Manchmal ist weniger mehr.

2.2.2.2 Auswirkungen der Natur auf die kindliche Entwicklung

Zwei Milliarden Nervenzellen im Gehirn - dies ist die Ausgangslage, mit welcher Menschen in der Regel auf die Welt kommen. Damit diese Zellen ihre Funktionsfähigkeit erlangen können, müssen sie untereinander vernetzt werden. Die Vielfältigkeit der Natur trägt viel dazu bei. Eine möglichst vielfältige Reizumgebung hat

einen positiven Einfluss auf die Gehirnentwicklung. Die Schulung der Sinne aktiviert und fördert psychische Entwicklungsschritte. Die Elemente Wasser, Erde, Luft und Wärme im Zusammenspiel mit Pflanzen und Tieren bieten den Kindern erlebnisreiche Begegnungen und Bewegungserfahrungen, womit sich alle Sinne und die damit verbundenen Wahrnehmungsfähigkeiten gesund entwickeln können. Unterbleibt dieser Prozess, werden die Zellen nicht gebraucht und es kommt zu deren irreversiblen Abbau. Die Formenvielfalt der Natur mit ihren Farben, Gerüchen, Lichtspielen und den Unregelmässigkeiten stimulieren sowohl taktile, visuelle wie auch akustische Sinne, bis diese zur Entfaltung kommen. Forscher behaupten gar, dass das sinnliche Erleben der Natur die theoretische Denkfähigkeit des Menschen ermöglicht. All die Aussagen unterstreichen den wichtigen Zusammenhang zwischen Natur, den Sinnen und der Entwicklung.

Nebst den erwähnten, wirken sich noch weitere Effekte auf die psychische Entwicklung der Kinder aus. Sie sollen im Folgenden kurz aufgezeigt werden:

- Die Erfahrung von Natur erlaubt dem Kind in Prozessen zu denken und sich selbst zu entfalten.
- Natureindrücke sind häufig Primärerfahrungen, welche die emotionale und geistige Entwicklung mitprägen.
- Naturerlebnisse sind förderlich für die soziale Entwicklung.
- Pflanzen und Gärten haben eine heilsame Wirkung auf die Psyche von Kindern.
- Eine Zunahme natürlicher Elemente in der Lernumgebung der Kinder steigert ihre Aktivität und ihr schöpferisches Verhalten.
- Es ist vor allem die belebte Natur, welche den grössten Einfluss auf die Kindsentwicklung ausübt. Die nichtmenschliche Umwelt hat eine grosse Relevanz in der Persönlichkeitsentstehung und -entfaltung.
- Im Spiel und durch Aufenthalte in der freien Natur sowie durch den Umgang mit Naturmaterialien, Pflanzen und Tieren erwerben Kinder praktische Intelligenz. Für dessen Entwicklung ist das Zusammenspiel von Motorik und Wahrnehmung von grosser Wichtigkeit. Die praktische Intelligenz ihrerseits ist Basis für die Ausbildung geistiger Fähigkeiten.

Die gesunde psychische Entwicklung von Kindern ist sehr wichtig. Ebenso von Bedeutung ist aber auch die Ausformung physischer Kompetenzen. Dabei müssen fein- und grobmotorische Fähigkeiten gleichermassen gefördert werden. Vielfältige und vielgestaltige Lernorte eignen sich dafür gut, da diese auf die Wahrnehmungsfähigkeit positive Effekte ausüben.

Tägliche, gezielte Erkundungsaktivitäten fördern motorische Kompetenzen.

Grobmotorische Kompetenzen sind prägend für den Alltag eines jeden Menschen. Diese können im individuellen Spiel oder aber im Kontakt mit Kameraden erlangt werden. Dabei ist entscheidend, dass nebst dem Spiel auch Aufgaben gemeinsam angegangen und erledigt werden. Denn kooperative Verhaltensmuster und kommunikative Kompetenzen sind in der heutigen Gesellschaft sehr wichtig. Und je früher das gelernt wird, desto eher können sie einem helfen, alltägliche Situationen zu meistern.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass naturnahe Begebenheiten mit Pflanzen, Tieren und ihren Ökosystemen positive Effekte auf die Konzentrationsfähigkeit, das motorische Geschick, die Gesundheit, den Durchhaltewillen, das Sozialverhalten, die Naturkenntnisse, die Kreativität im Umgang mit Naturmaterialien und die Befriedigung des Bewegungsdrangs ausüben.

2.2.3 Fehler und ihre Auswirkungen

Nachfolgend sind Fehler, Fehleinschätzungen und Mängel sowie deren Auswirkungen auf die Kinder aufgeführt:

- Strenge Naturvorschriften schränken das Erlangen von Naturerfahrungen ein, wodurch der Sinn für die Natur und den Naturschutz verloren geht. Zu zahlreiche Verbote stören die Beziehung zur Umwelt und zu den Mitmenschen ebenso wie die Entwicklung.
- Zu starke, zu schwache, zu viele fremdartige und heterotrophe Reize rufen nervöse Symptome hervor.
- Naturentzug führt zu gravierenden Entwicklungsstörungen insbesondere im sozialen Bereich. Fehlende oder monotone Naturerfahrungen wirken sich negativ auf die kindliche Psyche aus, was sich als Konzentrationsstörungen, Mangel an Selbstvertrauen und Initiative sowie in Kontaktarmut bemerkbar macht. Bei Stadtkindern drückt sich dieses Fehlen auch in der Angst verloren zu gehen, vor Tieren, dem Unbekannten und dem Dunkeln aus, sobald sie belassene Naturräume betreten.
- Fehlt eine Beziehung zur Natur so werden Zerstörungen nicht wahrgenommen. Was nicht wahrgenommen wird, trägt auch nicht zur Wissensbildung bei und animiert kaum, solch destruktive Verhaltensweisen zu unterbinden.
- Eingeschränkte Veränderbarkeit der kindlichen Spielumgebung und fehlende Mittel zur Selbstverwirklichung rufen Aggressionen, Konflikte mit den Erwachsenen und Vandalismus hervor.
- Kinder stellen sich und ihre Spielkameraden ständig vor Bewährungen und benötigen das Gefühl von Risiko. Haben sie nicht die Möglichkeit die beiden Elemente auszuleben, erlisten sie sich diese durch Zerstörung und mutwilligen Verstoss gegen Regel, die Vernunft und die Erwartungshaltungen der Erwachsenen.
- Der unerfüllte Wunsch nach Pflege von Tieren und Pflanzen führt zu einer negativen Einstellung gegenüber einem umweltbewussten Verhalten.
- Zu starke sozialisatorische Einflüsse führen zu einem sorglosen und destruktiven Umgang mit der Natur.
- Defizite in einer ungünstigen Umwelt während der ersten paar Lebensjahren sind meist mit Mängel in der sozialen und kognitiven Entwicklung der Kinder verbunden.

3 Qualitative Beschreibung

3.1 Begründung des Lernmodells Aquaponic

Die immer grössere Spezialisierung der Technologien führt zu immer grösserer Komplexität von Technik und Wirtschaft. Die Gesellschaft hat aber in den letzten 50 Jahren mehr und mehr aus dem Auge verloren, wie sich diese Systeme zueinander, zum Menschen, zur Kultur sowie zur Natur verhalten. Zum einen wurden die Möglichkeiten naturwissenschaftlichen und technischen Denkens überschätzt und zum andern den unendlichen Zusammenhang der Natur unterschätzt. Die Vernetzungen in einem System haben die Menschheit durch Zeitverzögerungen, Rückkoppelungen und Wirkungsketten so manche unerwarteten Rückschläge bereitet. Spätestens seit dem Erscheinen des Buches "Grenzen des Wachstums" ist bekannt, auf welche ökologischen Probleme die Menschheit zusteuert. Somit ist es zu einer der dringendsten Aufgaben der Schule und anderer Bildungsinstitutionen geworden, ein grösseres Umweltbewusstsein zu schaffen. Nur eine stärkere Sensibilisierung gegenüber den Umweltproblemen könnte die tickende Zeitbombe entschärfen. Ein Lernmodell ist hilfreich die Komplexität zu durchdringen. Die Natur als vorbildliches, sich durch Selbstregulierung erhaltendes System soll Ausgangspunkt des Planens und Handelns sein.

Aquaponic ist ein anschauliches Beispiel für die Steuerung von Systemen in der Natur und durch den Menschen. Wie die Wirklichkeit nicht aus unabhängigen Einzelteilen, deren Ursache und Wirkung für sich abläuft, besteht, sind auch beim Aquaponic-Modell einzelne Systeme vorhanden die das Gesamtsystem bilden. Vernetzungen in einem System haben eigentlich nur dann unangenehme Folgen, wenn in grober Weise gegen grundlegende selbsttätige Regelungs- und Steuerungsmechanismen verstossen wird. Wie wenn beispielsweise in der Verkehrstechnik die Zentrifugalkraft ausser acht gelassen würde und dann Verwunderung aufträte, weil das Fahrzeug aus der Kurve geflogen ist.

Um mit vernetzten Systemen zurechtzukommen müssen ihre grobe Struktur erfasst und den Ökosystemen ein wenig ihre Tricks, die sich im Laufe der Jahrtausende als nützlich erwiesen haben, abgeschaut werden. Lebende Systeme lehren ihre Geheimnisse durch Muster und Gleichnisse. Beim Studium der nicht lebenden Materie wird überwiegend mittels detaillierter Analyse gelehrt. Aquaponic Modellsysteme bieten ein grosses Potential zur anschaulichen Vermittlung von Ökosystemen und den Nahrungsnetzen der Natur. Die Fische leben von den Pflanzen, die wiederum ernähren sich von den ins Wasser abgegebenen Exkrementen.

Auch auf der Erde müssen, soll das System stabil bleiben, die einzelnen Glieder so verflochten sein, dass sie sich bei einem kontinuierlichen Geben und Nehmen die Waage halten. Bei einem so geregelten Gleichgewicht gibt es auch praktisch keine Abfallprobleme, weil alle Produkte wieder in den Gesamtkreislauf eingefügt werden.

Die Bevölkerung der Erde kann daher nur überleben wenn sie ihre Wegwerf-Ideologie über Bord wirft und in Kreisläufen denkt und handelt.

Solange Probleme nur einzeln angegangen werden und nur branchenorientiert gedacht wird, gelingt es nicht solche Aufgaben in einem möglichst profitablen Kombinationsprozess zu vereinigen. Egal in welcher Branche die Lernenden später einmal vertreten sein werden, dieses Lernmodell soll Interesse für Naturkreisläufe wecken. Dies führt zu Informationsaustausch und Kommunikation, was den Stoff- und

Energieaustausch zwischen den einzelnen Branchen dann von alleine einstellt. Nur so entstehen schliesslich durch Symbiose und Recycling verbundene Gewerbebetriebe, stark reduzierte Entsorgungskosten trotz zusätzlicher Produktion und eine minimale Umweltbelastung.

3.1.1 Leitideen

Die Leitideen widerspiegeln nur einen Teil der Wirklichkeit. Sie sind Orientierungshilfe und Leitplanke für die Beteiligten. Sie sind nicht Vorschrift, sondern dienen den Lehrpersonen als Anregung, Unterstützung und Wegweiser zur Auseinandersetzung mit den Anliegen der Schule. Die Leitideen helfen, den Schulalltag mit dem Lernmodell zu gestalten, zu legitimieren und weiterzuentwickeln.

- Das Aquaponic-Modell strebt das Erlernen des Lernens an, hilft die Leistungsbereitschaft zu entwickeln und bietet motivierende Herausforderungen an.
- Das Lernmodell hilft den Lernenden eigenes Lernen als sinnvoll zu erfahren und unterschiedliche Lernwege zu entdecken und anzuwenden.
- Die Lernenden arbeiten sehr motiviert, wenn sie optimal gefordert werden. Optimal gefordert ist, wer weder unter- noch zu sehr überfordert ist. Eine herausfordernde Aufgabe, welche die Lernenden fesselt und die sie aus eigener Kraft bewältigen können, steigert das Selbstwertgefühl und wirkt von selbst motivierend. Dies gilt sowohl auf der Ebene der Sach- und der Selbst- wie auch auf der der Sozialkompetenz, wo stets eine Herausforderung anzustreben ist.
- Das Aquaponic-Lernmodell fördert bei Kindern und Jugendlichen die Bereitschaft, Verantwortung für sich selbst zu übernehmen. So lernen sie, sich bei Bedarf Hilfe zu holen oder auch ihrem Material Sorge zu tragen.
- Mit dem Klassenraum-Aquaponic-System wird das Selbstvertrauen gefördert. Es ermutigt dazu, lebensbejahend im Dasein einen Sinn zu suchen und Herausforderungen anzunehmen.
- Zusammenarbeit und Solidarität wird mit dem Modell gefördert, wenn Mitverantwortung und Kommunikationsbereitschaft bewusst thematisiert und praktisch geübt werden. Gemeinsame Beobachtungen und Kontrollen fördern die Fähigkeit, einander zu achten, zu tolerieren und zu helfen. Verständnis für die Situation des Mitmenschen findet, wer teilnehmend zuhören und sich einfühlsam und klar mitteilen kann.
- Das Aquaponic-Modell bestärkt die Lernenden darin, eigene und fremde Haltungen und Standpunkte immer wieder neu zu überdenken, Meinungen und Tendenzen tolerant und kritisch-konstruktiv zu begegnen, eigene Schlüsse zu ziehen und dies mitzuteilen.
- Die Konfliktfähigkeit wird gestärkt, indem der Unterricht Raum und Zeit bietet, sich mit Konflikten auseinander zu setzen. Dazu gehört, Kritik anderer entgegennehmen und reflektieren zu lernen. Die Lernenden üben, sich für faire Lösungen einzusetzen und getroffene Absprachen einzuhalten
- Lernprozesse am Aquaponic-Modell ermöglichen Erfahrungen über verschiedene Lernkanäle und Sinne. Ganzheitliches Lernen ist vernetztes Lernen. Zusammenhänge werden erkannt und der Mensch wird als Ganzes mit einbezogen. Der Unterricht funktioniert nicht nur mit Ohr und Auge, auch Hand, Haut, Nase, Mund und Seele sind immer wieder am Lernprozess beteiligt.

- Indem Phänomene beobachtet, Experimente durchgeführt, die Lernenden dann und wann überrascht werden und genügend Raum für offene, nicht geplante Fragen und Themen vorhanden ist, werden im Unterricht Neugier und Spannung geweckt. Diese zwei Dinge motivieren den Menschen grundsätzlich.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Pflege von Tieren und insbesondere von Pflanzen positiv mit einer umweltbewussten Einstellung korreliert ist. Diese Erkenntnis sollte zwingend in die Gestaltung des Aquaponic-Modells miteinbezogen werden. Mit einfachen Mitteln lässt sich so eine nachhaltige Kind-Natur-Beziehung aufbauen. Im Kapitel "Wie Kinder lernen" ist der Gebrauch der Sinne ein zentrales Thema. Fühlen, schmecken, riechen, lauschen und beobachten sind wichtige Elemente im alltäglichen Lernprozess eines jeden Sprösslings. Ein Aquarium mit Fischen und einem Filter mit Bakterien, welche das Wasser rezyklieren, vermag durchaus solche Sinne anzuregen. Kinder können im eigenen Klassenzimmer intensive und vor allem selbstständige Umweltbegegnungen machen. Solch persönliche Naturerfahrungen sind wichtig für ein späteres, zielorientiertes Handeln.

3.2 Ausbildungsziele

Unter 3.1.1 wurden Leitideen für die Erziehungs- und Bildungsarbeit mit dem Aquaponic-Modell an Schulen vorgestellt.

Lernziele werden auf unterschiedlichen Stufen gesetzt. Je weiter entfernt vom eigentlichen Unterricht sie angesetzt sind, desto offener, abstrakter sind sie formuliert. So wird den Unterrichtenden ein möglichst grosser Handlungsspielraum gewährt. Richtziele dienen z.B. dazu, Verhaltensweisen aufzubauen, Begriffe, Sachverhalte und Gesetzmässigkeiten aus Arbeits- und Lebensfeldern kennen zu lernen und vergleichen zu können.

Sie geben also einmal die allgemeine Richtung vor, umreissen Themenkreise und legen zu erwerbende Kompetenzen fest.

Grobziele beziehen sich schon auf eine bestimmte Bildungsveranstaltung. Sie beschreiben die zu erwerbenden Kompetenzen und Ressourcen, grenzen die Lerninhalte ein und lassen das geforderte Anspruchsniveau erkennen. Sie sind aber ebenfalls offen formuliert, damit der Lehrperson genügend Freiheit für eine flexible, situations- teilnehmergerechte Gestaltung des Unterrichts bleibt. Unter 3.3.2 sind die Grobziele für den Unterricht in Donat aufgelistet.

Auf der Stufe Unterricht sind die Feinziele angesetzt. Sie sind konkret formuliert und messbar.

Unter Punkt 4.7 sind die erarbeiteten Feinziele dieses Versuches, mit den dafür benötigten Inhalten und Rahmenbedingungen, aufgezeigt.

3.2.1 Gesetzte Grobziele

- Die Schüler erkennen die Tatsache, dass komplexe Systeme grundsätzlich etwas anderes sind als ein blosses Nebeneinander unzusammenhängender Teile. Denn jedes Glied eines Systems steht mit jedem anderen in Wechselwirkung. Ohne diese Beziehungen zu erfassen, ist es auch nicht möglich das System zu verstehen, geschweige denn gestalten zu können.
- Die Grundphänomene und Gesetze vernetzter Systeme, die von den kleinsten Mikrodimensionen bis hinauf in den Kosmos immer wiederkehren, sollen am Aquaponic-Modell mit unterschiedlichen Themen kennen gelernt werden.
- Die Teilnehmenden sind sensibilisiert auf Umweltfragen, so dass sie lebende profitable Systeme nicht aus Uninteressiertheit oder durch Bequemlichkeit zerstören.

4 Material und Methoden

Der Versuch gliederte sich in zwei Fragestellungen, einerseits wurde die pädagogische Wirkung des Systems auf die Schüler untersucht, andererseits wird dessen praktische Eignung des Systems zum Einsatz in Schulzimmern untersucht.

4.1 Versuchsort

Der Versuch wurde an der Primarschule Donat im Kanton Graubünden bei der 5. und 6. Klasse durchgeführt. Es handelte sich um eine gemischte Klasse von zwei Jahrgängen mit 16 Schülern. Der Versuchsort wurde dementsprechend gewählt da in dieser Region gibt das Center da Capricorns wo eine solche Anlage in freier Natur schon vorhanden ist.

Es wurden eine Versuchsplanung und eine Unterrichtsplanung (Siehe 4.2) hergestellt, diese wurden mit einer Lehrperson diskutiert und optimiert.

Mit dem Versuchsplan wurde die Dauer des Versuches geklärt und definiert wie viele Unterrichtsstunden die Versuchsschule zur Verfügung stellen soll.

Mit dem Unterrichtsplan wurden die verschiedenen Themenkreise sowie deren Reihenfolge festgelegt. Dabei galt es die zwei Wochen Frühlingsferien und HsW-Projektwochen zu berücksichtigen.

4.2 Versuchs- und Unterrichtsplanung

4.2.1 Vorgesehener Versuchsplan

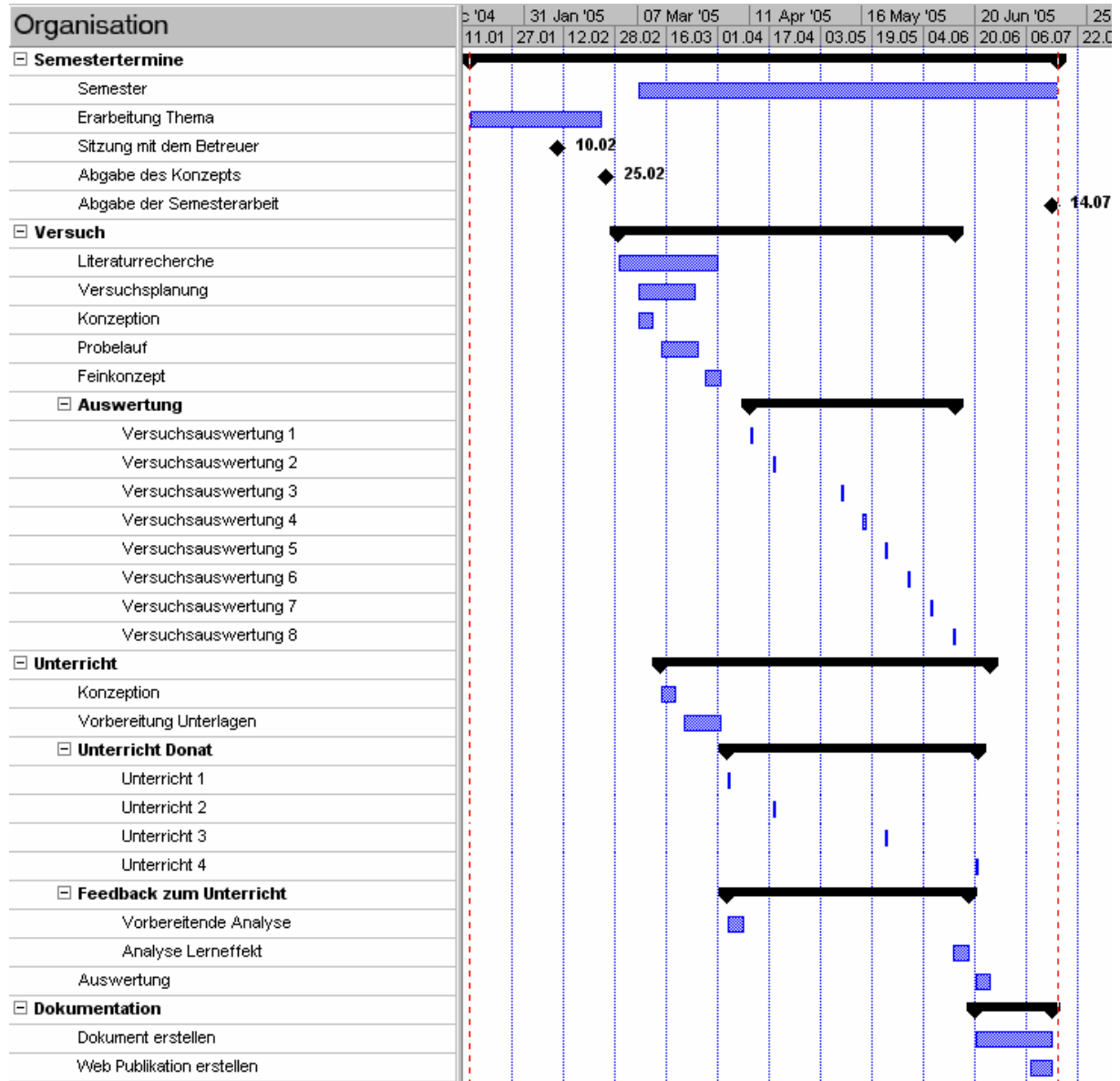


Abb. 2: Versuchsplan vorher

4.2.2 Tatsächlicher Versuchsplan

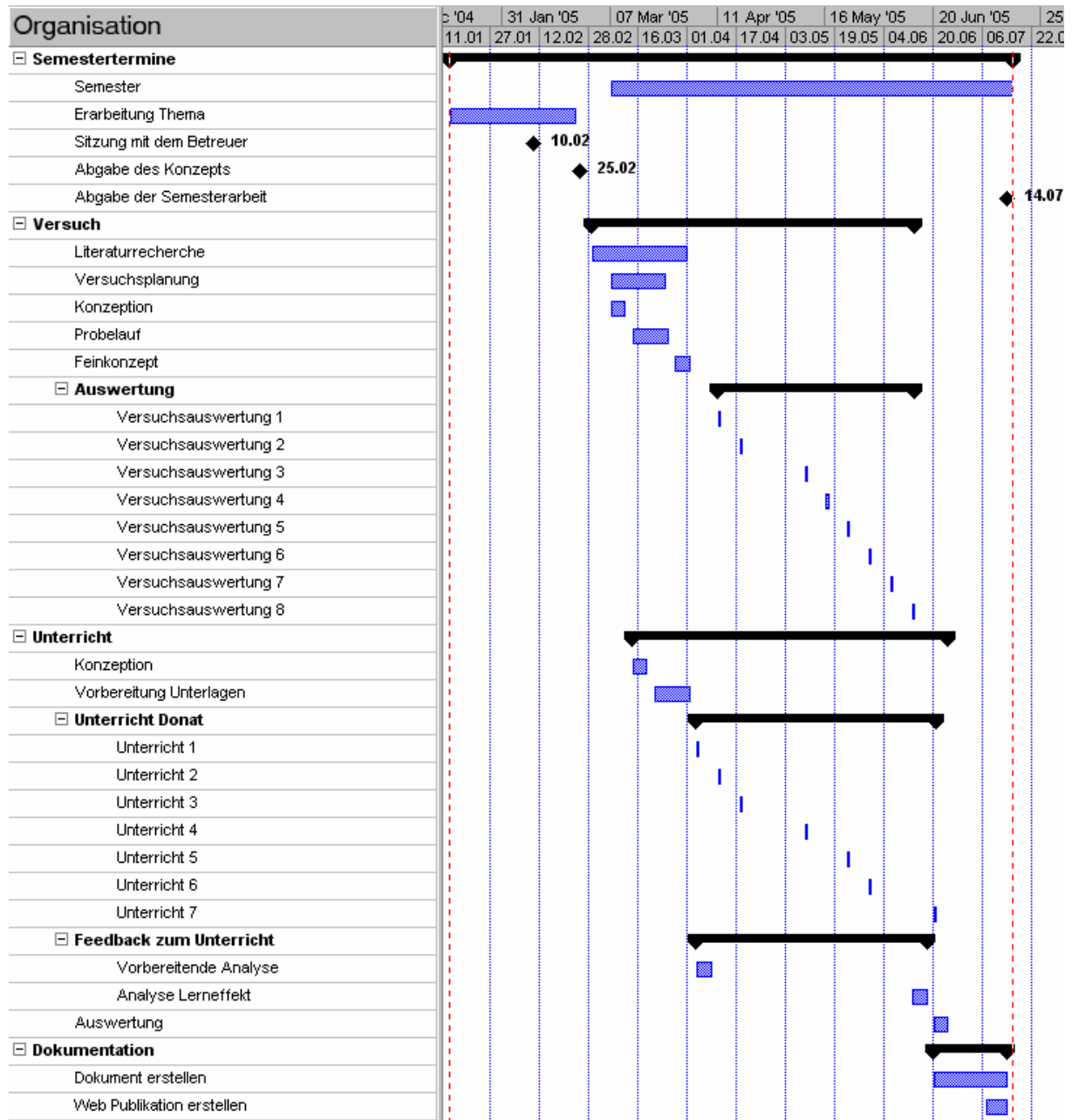


Abb. 3: Versuchsplan nachher

4.2.3 Unterrichtsplan

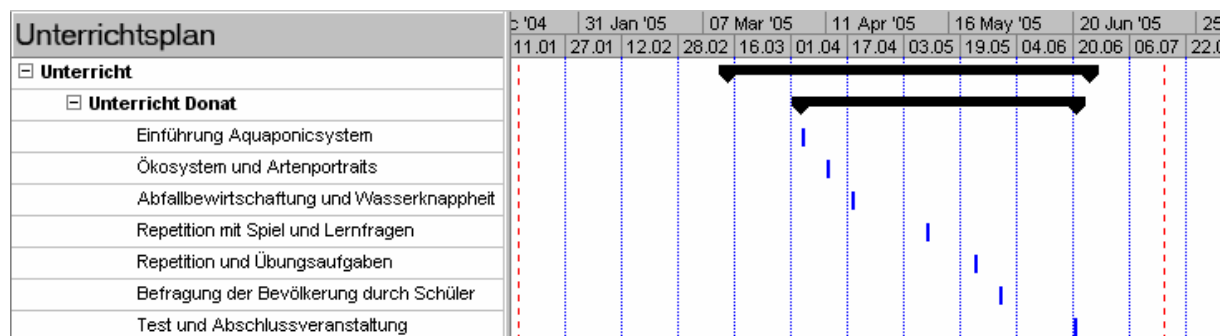


Abb. 4: Unterrichtsplan

4.3 Anlage

4.3.1 Materialliste

Pflanzen	
Banane	1 Pflanze
Basilikum (African Blue)	2 + 2 Kontrollpflanzen
Tomaten	2 + 2 Kontrollpflanzen
Wasserpflanzen	
Wasserlinse (<i>Lemna trisulca</i>)	
Schwimmfarn (<i>Salvinia natane</i>)	
Fische	
Tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	5 (1 Männchen / 4 Weibchen)
Aquarium & Zubehör	Aquarium (30x40x60 cm / Kapazität 80L)
Wasserpumpe	
Behälter	8 Stücke (Migros)
Gartenschläuche	Ca. 1.5 m gesamt
Blähtonkugeln	8 kg
Heizkörper	Auf 23°C eingestellt
Handelsfischfutter	

Tabelle 1: Versuchsmaterial



Abb. 5: Beginn des Aufbaues



Abb. 6: Ende des Aufbaues

4.3.2 Systemaufbau

Zu den Materialien gehören unter anderem auch Fische und Pflanzen. Als Fische werden Tilapien (*Oreochromis niloticus*, Karpfenfische) eingesetzt, sie sind Tropenfische und ziemlich resistent. Sie können zum Beispiel Temperaturen bis zu 30°C standhalten und sie brauchen nicht ganz klares Wasser. Daher sind sie besser geeignet als einheimische Fische wie z.B. Forellen. Es handelt sich schliesslich um ein Experiment, welches die Kinder nicht enttäuschen soll und sie auch selbständige Arbeiten ausführen können.

Tilapien können bis zu 60 cm gross werden, wegen der Dimension des Aquariums werden Jungfische benutzt, die ca. 10-15 cm gross sind.

Wegen der Dominanz der männlichen Tiere werden 1 Männchen und 4 Weibchen eingesetzt. So sollen Rivalitätskonflikte verhindert werden.

Die 5 Jungfische zusammen wogen 180 g. Das Körpergewicht bildete die Basis für die Berechnung der Futtermenge, in diesem Fall wurde von einem Koeffizienten von 2% ausgegangen.

Als Pflanzen wurden 4 verschiedene Arten ausgewählt. Es sind dies Tomaten, Basilikum, Wasserpflanzen wie die Wasserlinsen (*Lemna trisulca*) und Schwimmpflanze (*Salvinia natans*) und anschliessend Bananen.

Um die Betriebssicherheit im Klassenzimmer in Donat zu gewährleisten wurde die Anlage zuerst während zwei Wochen an der HSW getestet.

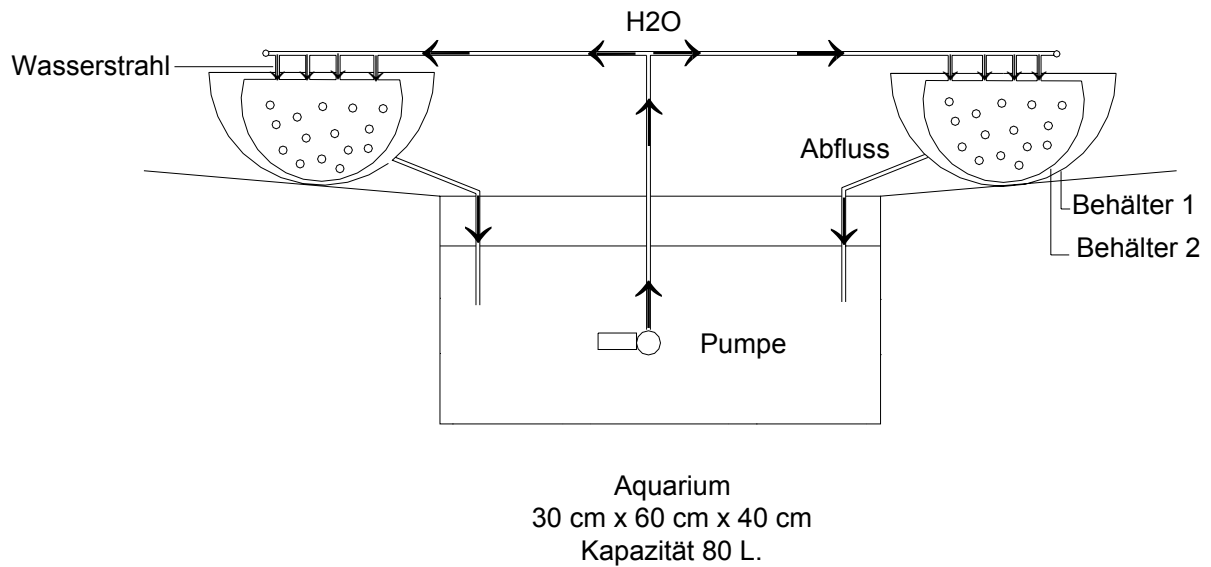
Das Aquarium wird teilweise mit Hahnenwasser und teilweise mit Fischwasser von einer anderen Anlage der HsW aufgefüllt. Links und rechts werden pro Seite je zwei Behälter mit je einer Pflanzensorte aufgestellt. Diese Behälter sind mit Blähton gefüllt, das als Substrat dienen soll.

Eine sich im Aquarium befindende Wasserpumpe wird durch Gartenschläuche mit den vier Behältern verbunden, damit wird das Fischwasser in die vier verschiedenen Behälter geleitet. Durch Abflüsse gelangt das Wasser filtriert ins Aquarium wieder. Das Fliesskontinuum aus dem Aquarium zu den Pflanzenwurzeln und wieder zurück zu den Fischen.

Die Wassertemperatur wurde mit einem Heizstab bei ca. 23°C gehalten. Im Klassenzimmer werden dann wiederum die Schüler dafür verantwortlich sein.

Zur Sicherheit werden die Pflanzenbehälter auf Unterlagen gestellt, die auch im Falle einer Verstopfung der Schläuche ein Zurückfluss des Wassers ins Aquarium garantieren werden.

Aquaponic als Kleinmodell



Als Kontrolle oder als Vergleich werden dann in normalen Blumentöpfen, mit Erde als Substrat, Pflanzen der gleichen Art wie solche der Aquaponic-Anlage gezüchtet. Diese werden mit Leitungswasser gegossen. Die Temperatur und Bestrahlungsbedingungen der verschiedenen Pflanzen sollen die von den Versuchspflanzen entsprechen, damit ein Vergleich möglich ist.

4.4 Unterricht: Erarbeitung der Feinziele

4.4.1 Übersicht der Lektionen

Datum	Inhalt	Zeit	Methode	Material
04.04.2005	<ul style="list-style-type: none"> • Kontaktaufnahme • Verlaufserläuterung • Fragebögen ausfüllen lassen • Hammerwettbewerb • Anlage aufbauen • Instruktion und Aufgabenverteilung 	<ul style="list-style-type: none"> 8' 5' 20' 12' 30' 15' 	<ul style="list-style-type: none"> • Darbietende Methode • Einstiegsmethode • Kooperative Methode 	<ul style="list-style-type: none"> • Fragebögen • Hämmer • Nägel • Holzklötze • alles unter Punkt 4.3.1
11.04.2005	<ul style="list-style-type: none"> • Besprechung der Beobachtungen • Vertiefung des Systembegriffs • Was ist ein Ökosystem • Überleitung zu Aquaponic • Probleme des Durchflusssystems • Vorteile von Aquaponic • Erfordernis des Filters erläutern 	<ul style="list-style-type: none"> 12' 8' 8' 2' 12' 10' 10' 	<ul style="list-style-type: none"> • Kommunikative Methode • Lehrgespräch • Darbietende Methode • Kooperative Methode 	<ul style="list-style-type: none"> • Skript (S. 1 - 6) • Beispiel eines Durchflusssystems zum Abzeichnen • Schema der Nitrifikation
18.04.2005	<ul style="list-style-type: none"> • Besprechung der Beobachtungen • Apéro mit Basilikum vom Modell • Tier- und Pflanzenkunde • Ausfüllen des Lückentextes • Repetition Ökosystem am Beispiel Teich 	<ul style="list-style-type: none"> 12' 5' 50' 10' 35' 	<ul style="list-style-type: none"> • Kommunikative Methode • Referat • Lehrgespräch 	<ul style="list-style-type: none"> • gekaufte Tomaten • evt. etwas Käse • Skript (S. 7 – 12) • Folie "Ökosystem Teich"
09.05.2005	<ul style="list-style-type: none"> • Besprechung der Beobachtungen • Abfallbewirtschaftung • Wasserknappheit • Spiel "Wer hat die Antwort für mich" 	<ul style="list-style-type: none"> 12' 15' 15' 25' 	<ul style="list-style-type: none"> • Kommunikative Methode • Darbietende Methode • Abschlussmethode 	<ul style="list-style-type: none"> • Skript (S. 13 – 17) • Kärtchen mit Fragen und Antworten • Belohnung für die Teilnehmenden
23.05.2005	<ul style="list-style-type: none"> • Besprechung der Beobachtungen • Kontrolle/Vertiefung des Gelernten 	<ul style="list-style-type: none"> 12' 45' 	<ul style="list-style-type: none"> • Kommunikative Methode • Lehrgespräch 	<ul style="list-style-type: none"> • Skript (S. 18 – 21)

30.05.2005	<ul style="list-style-type: none"> • Besprechung der Beobachtungen 12' • Fragen an die Bevölkerung zusammenstellen 15' • Gruppeneinteilung und Gebietsvergabe 8' • Verschiebung in die zugeteilten Gebiete 10' • Bevölkerung befragen 55' 	<ul style="list-style-type: none"> • Kommunikative Methode 	<ul style="list-style-type: none"> • Computer • Drucker
20.06.2005	<ul style="list-style-type: none"> • Besprechung der Beobachtungen 12' • Fragebögen ausfüllen lassen 30' • Evaluation ausfüllen lassen 15' • Anlage auseinandernehmen 15' • Grillplausch mit den geernteten Produkten 	<ul style="list-style-type: none"> • Kommunikative Methode • Abschlussmethode 	<ul style="list-style-type: none"> • Fragebögen • Evaluationsblätter • Taschenmesser • Taschenmesser • evt. Salatsauce • Essgeschirr

4.4.2 Beschreibung der Zielgruppe

Alter: 11 – 13 Jahre

Anzahl Schüler: 6 im 5. und 10 im 6. Schuljahr

Vorwissen: Die Schüler leben auf dem Land und haben während ihrer Kindheit viel von der Landwirtschaft gesehen und gehört. Ihre Kenntnisse über die Natur sind daher überdurchschnittlich einzustufen. Auch deshalb, weil viele Bauern hier biologischen Landbau betreiben. In der Schule hatte eine Teilnehmerin im Mensch und Umwelt - Unterricht den natürlichen Wasserkreislauf vorgestellt.

Sprache: Fachsprache der Ausbildung der Teilnehmenden würde Rätoromanisch entsprechen. In anderen Fächern werden sie aber auch in Deutsch unterrichtet, so dass es deswegen keine Schwierigkeiten geben sollte.

Belastbarkeit: Da für einmal jemand anderes als die Klassenlehrerin etwas zu sagen hat und die Thematik auch mit spielerischen Auflockerungen und einem lebenden System, das ihre Geheimnisse durch Muster und Gleichnisse preisgibt, kann die Belastbarkeit eher überdurchschnittlich sein.

Lernbereitschaft: Den Veranstaltungen ist kein Prüfungsdruck aufgesetzt. Die Motivation ist aber trotzdem eher als hoch einzustufen, da sich die TN auf Grund ihrer Landwirtschaftlichen Kenntnisse für die Produktion von Speisen interessieren. Ausserdem stellt es eine willkommene Abwechslung zum Schulalltag dar.

Besonderes: Die Schüler und Schülerinnen kennen sich aufgrund des gemeinsamen Schulbesuchs an der Primarschule Donat gut. Die Klasse ist bestückt mit Kindern aus dem 5. sowie aus dem 6. Schuljahr. Der Versuch geht über die Zeit hinaus, in der über die nahe Zukunft der 6. KlässlerInnen entschieden werden muss. Je nach den individuellen Leistungen stehen nach den Sommerferien Real-, Sekundar- oder Kantonsschule an.

4.4.3 Einstiegsmethode

Feinziel:

Während der Einstiegsmethode verstehen die Teilnehmenden die Tatsache, dass ein System aus mehreren verschiedenen Teilen besteht und diese zu einem bestimmten Aufbau vernetzt sind. Sie erkennen, dass ein Organismus ein lebendes Ganzes darstellt, das die Summe seiner Einzelteile weit übersteigt.

Inhalt:

Der Leiter fragt nach einem freiwilligen Gruppenmitglied, das bereit ist so schnell wie möglich einen Nagel in ein Stück Holz zu schlagen. Er wird vor die Entscheidung gestellt, ob er den intakten Hammer mit Stiel oder die losen Hammerteile dafür benutzen will. Der Unterrichtende nimmt dann den, der übrig bleibt und nun versuchen beide einen gleich langen Nagel in ein gleich hartes Holz einzuschlagen. Der mit dem richtig zusammengesetzten Hammer wird schneller sein als der andere.

Die TN sollen erklären weshalb das so ist. Die Antworten werden mit nun auf die Wichtigkeit struktureller Ordnung betont und auf das Leben assoziiert.



Abb. 7: Hammerwettbewerb

Rahmenbedingungen:

Zeit: 12 min

Material: Ein fehlerloser Hammer, ein gleich grosses Haus mit losem Stiel, ein paar 80er – Nägel und zwei Holzklötze wenn möglich vom gleichen Stamm. Evt. noch eine Unterlage aus Karton.

Ort: Im Schulzimmer sollte eine geeignete Unterlage verwendet werden, sonst ist es angebracht ins freie zu gehen. Aus Sicherheitsgründen sollen sich die Zuschauer links und rechts vom Geschehen hinstellen.

4.4.4 Kooperative Methode

Feinziel:

Die Kinder kennen die einzelnen Teile der Aquaponic-Anlage, sie sind in der Lage unter Aufsicht eines Leiters das ganze Modell zusammenzubauen.

Inhalt:

Die Schüler werden befragt was für Teile sie benötigen um die Anlage aufzubauen. Anhand deren Antworten wird das Material vorgestellt.

Anschliessend wird das Lernmodell Aquaponic zusammengesetzt.



Abb. 8: Systemaufbau



Abb. 9: Systemaufbau

4.4.5 Erschliessen von Inhalten

Feinziel:

Die Schüler sind in der Lage die Entwicklung der Tiere und Pflanzen zu beobachten und in den Kontrollblättern festzuhalten, wie der allgemeine Zustand ist. Speziell können sie Auskunft über deren Wachstum geben, ob evt.. die Blätter welken oder vergilben oder ob sich Blüten und Früchte entwickeln. Weiter wissen sie wie hoch die Wassertemperatur sein soll und kennen den optimalen pH-Wert. Sie sind in der Lage diese Grössen zu messen.

Inhalt:

Die Kontrollblätter werden auf Folie kopiert und so den TN erklärt, dass diese selbständig in der Lage sind die Kontrollen durchzuführen. Es sind zwei verschiedene Typen von Kontrollblättern. Die einen sind für die Pflanzen bestimmt und werden wöchentlich ausgefüllt. Neben dem Modell sind artgleiche Pflanzen in Töpfen mit Erde ausgestellt. Sie dienen als Vergleich zu den vom Fischabwasser genährten Pflanzen. Die anderen Papiere werden für die Resultate des Wassers und der Fische verwendet. Hier müssen die Beobachtungen jedoch täglich eingeschrieben werden.

Anhand von diesen Kontrollblättern kann am Ende des Versuchs eine Auswertung über die Anlage gemacht werden.

Die Klasse wird in 4 4er-Gruppen aufgeteilt, wobei dann jedes Team für die Kontrolle einer anderen Pflanzenart oder der Fische verantwortlich ist. Damit sich jede Gruppe mindestens einmal mit jedem Lebewesen des Systems auseinandersetzt, werden die Gruppen von Woche zu Woche rotieren.

4.4.6 Kommunikative Methode

Feinziel:

Zu Beginn des jeweilig nächsten Unterrichtsblocks teilen die TN mit, was ihnen während den letzten Tagen oder Wochen aufgefallen ist.

Inhalt:

Die Lehrperson fragt nach, ob irgend etwas aussergewöhnliches passiert sei. Sie fragt nach Veränderungen bei Fischen und Pflanzen. Dabei soll beachtet werden, dass auf spontane Rückfragen eingegangen wird. Denn sie bewirken meist ein nachhaltiges Lernen.

4.4.7 Darbietende Methode

Feinziel:

Die Lernenden kennen die Vorteile von Aquaponic gegenüber herkömmlichen Aquakulturen. Sie können 2 – 3 Aussagen über Tomaten, Bananen, Basilikum, Büschelfarne und Tilapien machen und sie achten darauf haushälterisch mit Trinkwasser umzugehen und trennen ihren Abfall weil sie wissen, dass er nur so recycelt werden kann.

Inhalt:

Der Leiter skizziert ein Durchflusssystem einer Aquakultur-Anlage an die Wandtafel und erläutert dabei Probleme, wie z.B. der hohe Frischwasserbedarf und die nährstoffhaltige Gewässerbelastung. Die Skizze wird beschriftet und von den Lernenden abgezeichnet. Anschliessend werden die Vorteile einer Aquaponic-Fischzucht erklärt. Und das System wird grob vorgestellt, dabei wird auch die Nitrifikation kurz erläutert und die wichtigsten Begriffe an die Tafel geschrieben.

Über die vorhandenen Pflanzen- und Fischarten wird ein Lückentext ausgeteilt. Nach dem Input der Lehrperson sollen die Schüler versuchen die Lücken auszufüllen.

Der nächste Input handelt von der Abfallbewirtschaftung, hier wird erklärt wie Recyclingprodukte gefördert werden und was der Unterschied zur Wiederverwendung ist. Vor allem sollen die Kinder lernen warum es schlimm ist wenn Kehrrecht einfach liegen gelassen wird.

Das nächste Thema ist das Wasser. Es wird aufgezeigt wie das Wasser weltweit verteilt ist und wie viele Menschen jede Minute auf Grund von fehlendem oder verschmutztem Wasser sterben. Darauf werden Tipps gegeben um kostbares Trinkwasser zu sparen.

4.4.8 Abschlussmethode

Feinziel:

Die Teilnehmer vertiefen spielerisch die Thematik. Sie lesen eine Frage und sollen die korrekte Antwort bei einem anderen Gruppenmitglied finden. Durch die Motivation der aussichtsreichen Belohnung sprechen die Lernenden miteinander und lernen sich gegenseitig zu achten, was den Gruppenzusammenhalt fördert.

Inhalt:

Der Leiter erklärt zuerst die Spielregeln und der Aufbau der Karten mit je einer Frage und einer nicht dazu passenden Antwort. Pro Teilnehmer gibt es also eine Karte, die eine Frage und eine Antwort einer anderen Frage bietet. 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 Teilnehmer verteilt wird.

Lernrhythmus:

Die Methode benötigt viel Gruppendynamik. Mit den einzelnen Fragen wird auch darauf Wert gelegt, dass trotzdem jeder für sich selber verantwortlich ist. Zuletzt soll es noch ein bisschen gemütlich werden..!

Rahmenbedingungen:

Zeit: 15 min

Material: Kärtchen mit Fragen und Antworten einer anderen Frage, eine kleine Überraschung für die Teilnehmer.

Ort: Spielt nicht so eine Rolle, vorzugsweise wo man ungestört bleibt. Draussen könnte die Methode auch als Schatzsuche durchgeführt werden. Mit einer richtigen Antwort würde sich die Schatzkiste immer etwas nähern.

4.4.9 Lernzielkontrolle

Um den Lernerfolg zu messen, füllten die Teilnehmer am ersten Tag einen Fragebogen über Umweltfaktoren wie den natürlichen Wasserkreislauf oder Recycling aus. Die Fragen waren kognitiv sowie affektiv formuliert. So wurde zum einen ermittelt was für Vorkenntnisse vorhanden waren, zum andern aber auch was für Werte, Gefühle oder Einstellungen bei den Teilnehmer vorherrschten. An der abschliessenden Unterrichtseinheit wurden erneut ähnliche Fragen zu den behandelten Themen gestellt. So ergab sich als Resultat 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.

Gleichzeitig erhielten die Schüler einen ähnlichen Test zur Abgabe an ihre Eltern, mit der Aufgabe diesen am Tag des nächsten Unterrichtsblocks retournieren.

5 Ergebnisse

5.1 Versuchsort

Der Versuchsort hat sich für die Durchführung des Pilotprojekts als geeignet erwiesen. Sein Umfeld war auf Grund der Naturverbundenheit und der Verknüpfungsmöglichkeit zum Aquaponic-System in Wergenstein von Vorteil. Den Kindern waren schon einige Naturphänomene bekannt, so liess sich die Thematik gut vernetzen.

Das Interesse an Pflanzen, Tieren und Nahrungsmittel war recht gross, somit beteiligten sich die Schüler regelmässig am Unterricht und engagierten sich vorbildlich am praktischen Teil.

Als Vergleich wäre es nun interessant den Versuch mit Schülern aus Städten oder Agglomerationen durchzuführen, welche i.d.R. einen geringeren Bezug zur Natur haben. Wahrscheinlich stiege die Notwendigkeit an pädagogischer Betreuung erheblich an. Resultate, über Erreichen von kognitiver sowie affektiver Lernziele, aus solchen Klassen wären sicherlich von Nutzen.

5.2 Versuchsplan

Der anfänglich erstellte Versuchsplan musste während der Durchführung angepasst werden. Die gesetzten Ziele erforderten einen Mehraufwand an Erläuterungen.

Durch unvorhergesehene Schwierigkeiten, wie den Überschwemmungen bei den Schwimmpflanzen und letztlich auch den Tomaten musste die Frequenz der Kontrollen erhöht werden.

5.3 Anlage

Versuch 04.04.05



Abb. 10: Anlage Donat

Kontrolle



Abb. 11: Versuchskontrolle

Schon bereits beim Probelauf in der HsW konnten Unterschiede betreffend Pflanzengrösse festgestellt werden.

Dabei war die Differenz bei der Tomatenpflanze am grössten, was an den verschiedenen Topfgrössen gelegen haben konnte, die für den Probelauf in der HsW benützt wurden. Die Kontrollpflanzen wurden für eine Woche lang in kleineren Töpfen behalten, das bewirkte eine starke Beeinträchtigung des Wachstums. Für den Versuch in Donat wurden die Pflanzen dann alle in gleich grosse Töpfe gesetzt, was eine rasche Veränderung im Wachstum der Kontrollpflanzen bewirkte. Sie gedeihten fortan auch etwas schneller. Mit der Kontrollpflanze, die ihre Nährstoffe aus feuchter Erde bezog, konnten die Unterschiede zwischen den beiden Systemen gut wahrgenommen werden. Die Schüler erkannten so die Interaktion, welche sich zwischen den Pflanzen und Fischen eingestellt hatte. Die Vorteile von Aquaponic wurden anhand der Tomatenpflanzen anschaulich aufgezeigt.

Vorschläge:

- Als zusätzliche Kontrolle hätte man auch ein Aquaponic Modell ohne Fische aufstellen können. So wären die Unterschiede mit Sicherheit noch deutlicher veranschaulicht worden. Der Nachteil an einer solchen Kontrolle wäre aber eine zweite Anlage konstruieren zu müssen, was wieder mehr Zeit, Material und vor allem Raum beanspruchen würde.

5.3.1 Tomaten

Versuch 18.04.05



Abb. 12: Versuchstomaten

Kontrolle 18.04.05



Abb. 13: Kontrolltomaten

Die Photos zeigen den Wachstumsunterschied der verschiedenen Anbauarten deutlich. Während die Versuchspflanze in die Höhe und Breite wuchs, stieg die Kontrollpflanze eher nur in die Höhe. Dieser Unterschied wurde auch bei den Basilikumpflanzen beobachtet, was daraus schliessen lässt, dass die etwas tiefer vom Fensterbrett gelegenen Kontrollpflanzen, ein Anstreben an das Licht zeigten.

Die Versuchspflanzen waren viel üppiger als die Kontrollpflanzen, auch die Anzahl der Früchte zeigte sich recht unterschiedlich.

Auf diese Ertragsunterschiede machten auch sie Schüler aufmerksam. Die Versuchspflanzen wurden öfter geschüttelt, was eventuell zu einer häufigeren Bestäubung geführt haben könnte.

Versuchspflanzen 20.06.05



Abb. 14: Herausragende Wurzeln

Versuchspflanzen 20.06.05



Abb. 15: Herausradende Wurzeln

An den Versuchspflanzen traten einige technische Probleme auf, die beseitigt werden mussten.

Die Wurzeln haben die Löcher der Innenbehälter verstopft, sie gelangen sogar zum Abflusskanal, welcher auch teilweise verstopf wurde. Das führte zu Überschwemmungen.

Dies darf logischerweise in einem Klassenzimmer nicht vorkommen, da die Schüler nicht die Kompetenz haben, solche Probleme zu beseitigen.

Was ein weiterer Wasserschaden verursachte, waren die Wasserstrahlen des Gartenschlauches, welche mit grossem Druck auf die Blähtonkugeln gespritzt haben und so wurden einzelne Tropfen auf den Boden umgeleitet.

Während dem ersten Monat funktionierte die Anlage problemlos, aber mit der Zeit wurden die Wurzeln immer volumiger, dass Anpassungen notwendig wurden. Die Löcher der inneren Pflanzenbehältern mussten vergrössert und sogar vermehrt werden, damit der Wasserdurchfluss wieder gewährleistet werden konnte.

Vorschläge:

- Statt dem Plastik-Innenbehälter zu verwenden, wäre besser ein Maschendrahtbehälter zu nehmen, das würde einer Verstopfung auf längere Zeit vorbeugen.
- Die Gartenschläuche sollten besser im Substrat verankert werden, damit keine Spritzen entstehen.
- Um die Töpfe herum sollten Barrieren für das Wasser angefertigt werden, damit im Falle eines Überlaufens des Wassers, der Rückfluss garantiert werden kann

5.3.2 Basilikum

Versuch 9.05.05



Abb. 16: Versuchsbasilikum

Kontrolle 9.05.05



Abb. 17: Kontrollbasilikum

Obwohl die Basilikumpflanzen schon von Anfang an den gleichen Bedingungen ausgesetzt waren, konnten trotzdem grosse Unterschiede nachgewiesen werden. Auch hier waren die Versuchspflanzen viel üppiger als die Kontrollpflanzen.

Wie bei den Tomaten konnten zwei verschiedene Wachstumsstrategien festgestellt werden. Die Versuchspflanzen wuchsen eher in die Breite während der Kontrollpflanzen eher in die Höhe stiegen.

Die Blätter dieser Basilikumsorte sind eigentlich violett, aber bei den Versuchspflanzen konnte von Anfang an ein Verblassen der Blätter beobachtet werden. Später wurde das gleiche Phänomen auch bei den Kontrollpflanzen nachgewiesen.



Abb. 18 Basilikumblätter



Abb. 19: Wasserzufluss

Der Grund dafür könnte an zu hohem Wasserdurchfluss gelegen haben, der die Nährstoffe des Filtersystems zu stark ausgewaschen hat. Somit standen sie den Pflanzen nicht mehr zur Verfügung. Um das Problem der Blätter zu lösen, versuchte man den Wasserzufluss zu verringern, um eine Auswaschung des Substrat zu verhindern.

Diese Pflanzen hat am wenigsten Problemen gezeigt, siehe Vergleiche in Punkt 4.5

5.3.3 Wasserlinse

Versuch 04.04.05



Abb. 20: Versuchslinsen

Kontrolle 04.04.05



Abb. 21: Kontrolllinsen

Versuch 18.04.05



Abb. 22: Versuchslinsen

Kontrolle 18.04.05



Abb. 23: Versuchslinsen

Versuch 09.05.05



Abb. 24: Versuchslinsen

Kontrolle 09.05.05



Abb. 25: Kontrollpflanzen

Die Wasserpflanzen waren etwas schwieriger zu züchten, da sie hin und wieder den Filter verstopft und somit zu Überschwemmungen geführt haben.

Eine rasche Abnahme ist damit zu begründen, dass viele dieser Pflanzen auch während der Überschwemmung verloren gegangen sind.

Das Erstaunliche daran war aber, dass ebenfalls bei den Kontrollpflanzen eine Abnahme stattgefunden hat, obwohl diese von den Überschwemmungen nicht beeinflusst wurden.

Diese Pflanzenart haben am meisten Schwierigkeiten bereitet.

Im Laufe des ersten Monats gab es keine Probleme, trotzdem war eine Abnahme in der Anzahl festzustellen. Die Gründe könnten ein zu grosser Wirbel im Becken gewesen sein, der durch den Abfluss verursacht wurde. Dies hielt die Pflanzen in ständiger Bewegung. Sie lieben aber stehende Gewässer und darum waren ihre Lebensbedingungen nicht erfüllt.

Weiter waren zahlreiche Verstopfungen des Filtersystems festzustellen. Als Versuchspflanzen wurden *Lemna trisulca* eingesetzt, welche extrem klein sind und dadurch den Filter ganz schnell verstopften. Durch Dekomposition könnten aus abgestorbenen Blättern kleine Partikel entstanden sein, die den Filter zusätzlich verstopft haben.

Dieses Problem wurde versucht zu lösen, indem der Abfluss unter die Wasseroberfläche versetzt wurde, aber die Pflanzen wurden einfach hinunter gewirbelt und somit trotzdem eine Filterverstopfung verursacht.

Es lag nicht in der Kompetenz der Schüler solche komplizierten Probleme zu beheben.

Tatsache ist, dass alle gestorben sind.

Aus diesem Grund ist diese Pflanzensorte nicht zu empfehlen, nicht nur wegen der technischen Schwierigkeiten sondern auch weil die Kontrolle ebenfalls gestorben ist.

Auch für die Schüler war es ziemlich deprimierend diese Art sterben zu sehen.

Vorschläge:

- Eine Verbesserungsmassnahme könnte ein reduzierter Druck des Wasserstrahls gewährleisten, damit kein grosser Wirbel entsteht.
- Die Idee war die Wasserpflanzen auch in den Versuch einzubeziehen, damit die Schüler einmal eine Wasserpflanze zu Gesicht bekommen. Vielleicht statt sie in einem separaten Behälter zu züchten, hätte man sie direkt im Aquarium einsetzen können.

5.3.4 Banane

Versuch 18.04.05



Abb. 26: Bananenpflanze

Versuch 23.05.05



Abb. 27: Bananenpflanze

Dieser Versuch wurde ohne Kontrolle durchgeführt, weil keine zweite Pflanze zur Verfügung stand. Die Banane hat zu Beginn hohes Interesse unter den Schülern geweckt. Da es sich um eine exotische Pflanze handelte, war die Neugier besonders gross.

Die Idee war den Schülern eine Pflanze zu zeigen, dessen Früchte auch bei uns ständig gekauft und gegessen werden, aber die Pflanze selbst ist wenig bekannt.

Das Problem war, dass diese viel mehr Zeit brauchte als die anderen Sorten um sich zu entwickeln, vor allem wegen mangelnder Wärme und Sonne. Somit wurde sie mit der Zeit zu einer eher langweiligen Pflanze, an der praktisch keine Veränderungen auftraten.

Nur einmal sind ihre Blätter leicht gewelkt. Das war durch gestautes Wasser am Boden des Behälters verursacht worden, was die Pflanze nicht ertragen konnte. Sie mag nämlich keine Staunässe.

Das Problem wurde gelöst, indem der Innenbehälter erhöht wurde. Das Wasser wurde sodann weiter unten als bei den Wurzeln der Bananenpflanze gestaut.

Bereits ein paar Tage später konnte schon eine Verbesserung festgestellt werden.

5.3.5 Eignung der verschiedenen Pflanzensorten

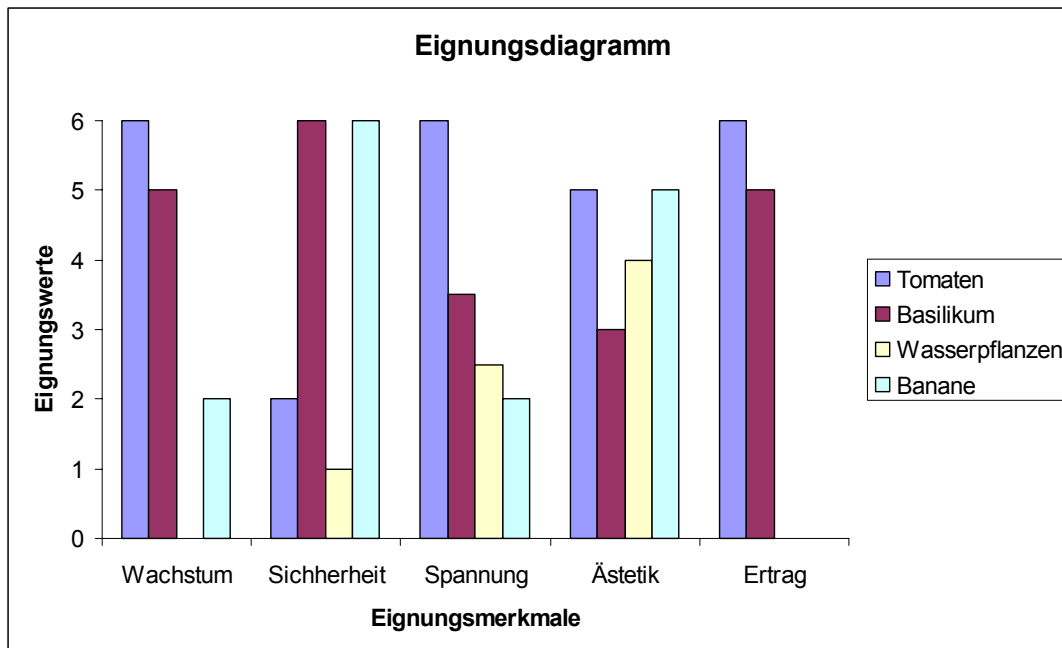


Abb. 28: Eignungsdiagramm

Anhand von einer Eignungsgraphik konnte festgestellt werden, dass nicht alle eingesetzte Pflanzen für ein solches Versuch sich eigneten.

Solche wie die Bananenpflanzen waren zu langweilig, da denen Wachstumsphase zu lange ist und somit keine Veränderung in denen Wachstum festgestellt werden konnte.

Hingegen haben die Tomatenpflanzen sehr Beachtung bekommen da fast jede Woche eine Veränderung festgestellt werden konnte.

Die Wasserpflanzen hätten auch sehr spannen werden können aber sie waren aus technischen Problemen nicht einfach zu züchten, somit konnte nur ein langsames absterben beobachtet werden.

5.3.6 Tilapien



Abb. 29: Tilapien



Abb. 30: Tilapien

Zu Beginn des Versuches wogen die Fische 180 g, während zum Schluss wogen sie 300 g, deren Gewicht nahm um 120 g zu.

Die Fische haben unterschiedlich zugenommen. Als Grund ist die Rivalität zu erwähnen; wo die Stärksten dominieren während die schwächere unterdrückt werden. Das könnte aber nicht nur im Fall von Schwäche und Stärke sein sonder auch eine Geschlechtsrivalität.

Fast am Ende des Versuches ist ein Fisch gestorben. Er war recht gross aber sein Verhalten war etwas gestört. Es hielt sich ständig bei der Heizkörper auf und schwamm nie herum.

5.3.7 Wasserqualität

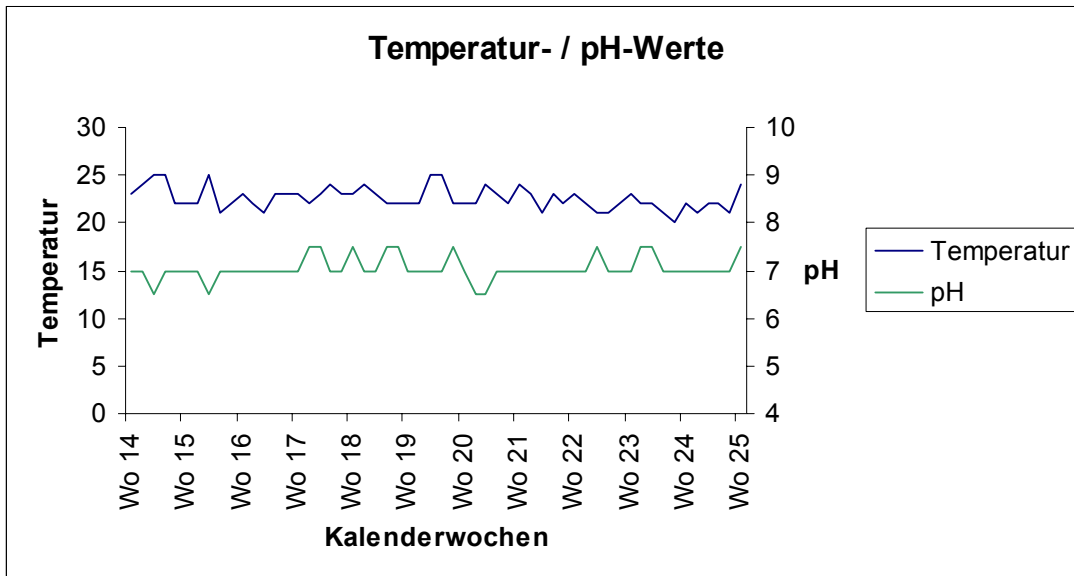


Abb. 31: Temperatur und pH-Werte

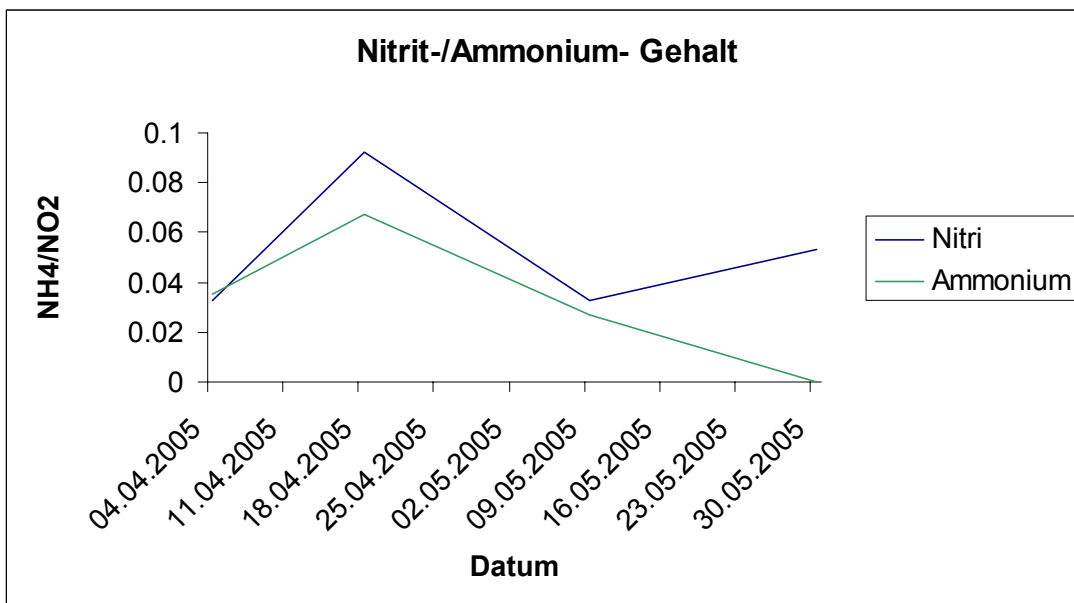


Abb. 32: Nitrit-/Ammonium-Gehalt

Während des Versuches wurden immer Wassertest durchgeführt um die Qualität zu prüfen. Das Wasser sollte nie Gehalt an Ammoniak enthalten, weil toxisch für die Fische wirken. Die Test wie pH, Nitrit und Ammonium haben ergeben das die Qualität gut war und recht stabil. Somit ist keine Gefahr für die Fische und aus diesem Grund keine Enttäuschung für die Schüler.

Trotz allem ist ein Fisch gestorben, der Grund warum konnten nicht festgestellt werden, aber Anhand von seinem Verhalten kann man sagen, dass er sich immer komisch benommen hat, er schwamm nie und war immer in der Nähe der Heizkörper. Man könnte ahnen das der Fisch bereits beim ansetzen gewisse Probleme hatte.

5.4 Was hat das Klassen-Aquaponic-System bewirkt?

Nach einer Zeit von 11 Wochen kann folgende Bilanz gezogen werden darüber, wo, bei wem, wie und wodurch diese Aquaponic-Anlage ihre Spuren hinterlassen hat

5.4.1 Schüler

Die Kinder beobachteten und kontrollierten das Modell mit grossem Interesse. Sie erkannten dabei Zusammenhänge, begannen sie zu verstehen und einzuordnen. Sie lernten, ihrem Entwicklungsstand angemessen, Verantwortung für die Natur zu übernehmen.

5.4.1.1 Konkretes Handeln

In den Grundlagen heisst es, dass Kinder im pubertierenden Alter die Offenheit und die Sensibilität für Natur und Umweltfragen langsam aber bedeutend verlieren würden. Es ist tatsächlich aufgefallen, dass die jüngeren in der Klasse, also diejenigen im 5. Schuljahr, sich eher intensiver am Unterricht beteiligt und dadurch auch mehr Wissen angereichert haben.

Wissen über Umweltsituationen und die Natur ist aber nur ein essentieller Punkt, die Wichtigkeit der grundsätzlichen Einstellung darüber ist mindestens genau so wichtig. Durch die Pflege und das Beobachten der Fische sowie der Pflanzen bauten sich die Kinder eine innere Beziehung zu diesen Lebewesen auf. Solche Beziehungen werden mit anderen, natürlichen Ökosystemen vernetzt und der Grundsatz "was man gerne hat schützt man" findet seine wertvolle Umsetzung.

Im folgenden Diagramm wird aufgezeigt wie viele Schüler sich vor dem Unterricht mit dem Aquaponic-Lernmodell als umweltbewusst angesehen haben im Vergleich zu danach.

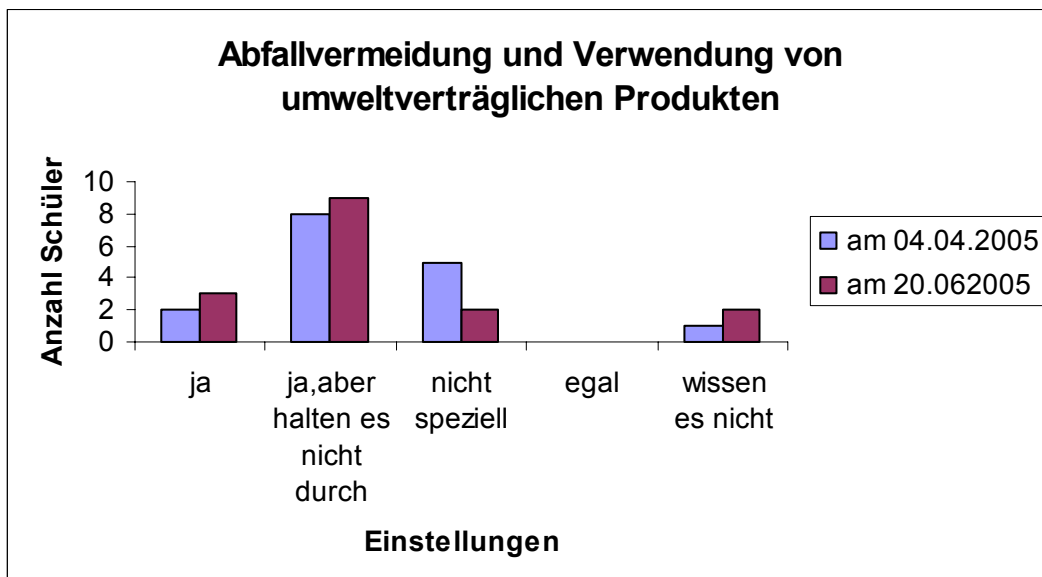


Abb. 33: Auswertung der Kindereinstellung

Erfreulich daran ist, dass von den anfänglich fünf eher uninteressierten nur noch zwei übrig geblieben sind. Es könnte angenommen werden, diese drei Teilnehmenden hätten sich auf die drei anderen Einstellungen verteilt. Dies ist aber nicht der Fall.

Fakt ist, dass von den fünf anfänglichen Umweltbanausen nur einer sein Wertgefühl darüber nicht geändert hatte. Hier scheint die Funktion, eines dem Teilnehmenden nahe stehenden Vorbilds, stärker zu wirken als die Intensität der Beziehung zu den Lebewesen.

Der zweite, der am 20.06. sich nicht speziell für Umweltthemen zu interessieren schien hatte elf Wochen zuvor noch die Meinung von sich, dass er eigentlich schon auf solche Kriterien achte, es aber nicht immer ausführen würde.

Dieser Schüler ist der einzige, bei dem sich die Einstellung verschlechtert hat. Zufällig oder nicht, er ist der älteste dieser Klasse und wie schon erwähnt könnte sich bei ihm der Interessensverlust auf Grund seiner pubertierenden Lebensphase, in der junge Menschen sich stark mit der eigenen Persönlichkeit beschäftigen, vollzogen haben.

Der grösste Sprung machte ein Junge, der zuerst angab, sich nicht speziell mit Umweltfragen auseinanderzusetzen und am 20.06. überzeugend ankreuzte nur noch umweltverträgliche Produkte zu verwenden und überhaupt Abfall zu vermeiden. Ein anderer aus dieser Gruppe nahm sich schliesslich vor darauf zu achten, kann es aber, wie die meisten, nicht garantieren. Und schliesslich waren da noch zwei Mädchen, die sich abschliessend gar nicht mehr einschätzen konnten und angaben, es nicht mehr zu wissen, ob sie umweltbewusste Menschen seien. Der Grund hierfür könnte in der Ungewissheit über die von ihnen verwendeten Produkte liegen. Anscheinend fehlen ihnen Informationen, z.B. über die Abbaubarkeit ihres Duschgels oder die Produktionsart der Speisen.

Das Mädchen, das anfangs nicht Bescheid wusste ob es umweltbewusst war, gesellte sich abschliessend zu denen, die es eigentlich gerne wären, aber es gelegentlich aus dem Auge verlieren.

Abschliessend kann hier gesagt werden, dass die Kinder z.B. durch das Erleben der heranwachsenden und reifenden Tomaten wertvolle Naturerfahrungen gesammelt haben. Es ist entscheidend, dass Gemüse in Verbindung mit Pflanzen betrachtet wird. So erkannten sie den Zusammenhang zwischen sich, ihren täglichen Bedürfnissen und der Natur und es wurde ihnen bewusst, dass sie von der Natur und ihrer Funktionsfähigkeit direkt abhängig sind.

5.4.1.2 Wissen

Im Bereich der Wissensvermittlung und Erzeugung von Betroffenheit wurde darauf geachtet, dass dies nicht zu allgemein angelernt wurde. Da im Restaurant Vizàn in Wergenstein, in diesem Dorf wohnten 3 Teilnehmende, schon Kräuter aus der eigenen Aquaponic-Anlage auf der Speisekarte zu finden sind, war ein relevanter Zusammenhang zum Thema gewährleistet.

Dass Pflanzen ausser genügend Wasser auch verschiedene Nährstoffe benötigen um zu gedeihen, konnte anhand des Vergleichs der Pflanzen, die sich mit Fischwasser und die sich ohne Fischwasser ernährten sehr gut aufgezeigt werden.

Auch hier ist zu erwähnen, dass die Mehrheit der Teilnehmer mit ihren Eltern auf dem Bauernhof wohnte und so ein eigener Lebenszusammenhang bezüglich Pflanzennährstoffe vorhanden war.

Am meisten neues Wissen erworben sich die Teilnehmer aber mit Abstand über das Prinzip von Aquaponic.

Trotz des sehr geringen Vorwissens über dieses System, wurden beim Schluss-Fragebogen durchschnittlich am meisten Punkte bei Aussagen über Aquaponic gesammelt. Auffällig war dabei, dass viele eine Zeichnung skizzierten, um zu erläutern wie das System funktioniert.

Eine ähnlich hohe Sachkompetenz zeigten die SchülerInnen bei den Fragen zum natürlichen Wasserkreislauf. Allerdings muss gesagt werden, dass bei diesem Thema die Vorkenntnisse zu Beginn am höchsten waren. Auf Grund dessen hätte hier der Lernerfolg eigentlich höher ausfallen können. Was zu wenig gut wiedergegeben wurde war, wie wichtig die Versickerung im Kreislauf eines Regentropfens ist. An zweiter Stelle, knapp vor den Nährstoffen für Pflanzen, des grössten Lernerfolgs standen die Fragen über Recycling und Wiederverwendung. Dies bedeutet nicht, dass die Kinder sehr sattelfest wurden, sondern dass sie anfangs nur über geringe Vorkenntnisse verfügten. Es gab hier schon einzelne mit sehr starken Antworten zu diesem Thema, für gut ein Drittel der Teilnehmer war jedoch z.B. der Unterschied zwischen Recycling und Wiederverwendung nicht klar geworden. Vor dem Unterricht mit Aquaponic wussten viele Teilnehmer schon dass Wasser und Sonnenlicht essentiell für das Wachsen von Pflanzen ist. Oft wurde auch auf Erde, Mist, Dünger und Jauche hingewiesen. Am Schluss wurden zusätzlich Kot, Dünger von Fischen, Humus, Kompost und Bakterien angegeben. Fälschlicher Weise haben zwei Teilnehmer gemeint, die Blähtonkügelchen seien ebenfalls Nährstoffe für die Pflanzen.

Die allgemeine Bedeutung von Ökosystemen konnte nur von wenigen gut beantwortet werden. Viele hatten im Kopf, dass Ökosystem irgendwie ein anderes Wort für Aquaponic sei.

Das folgende Diagramm zeigt die Lernerfolge der einzelnen Themen auf sowie die gesamte Zunahme an Sachkompetenz während der Präsenz des Lernmodells im Klassenzimmer.

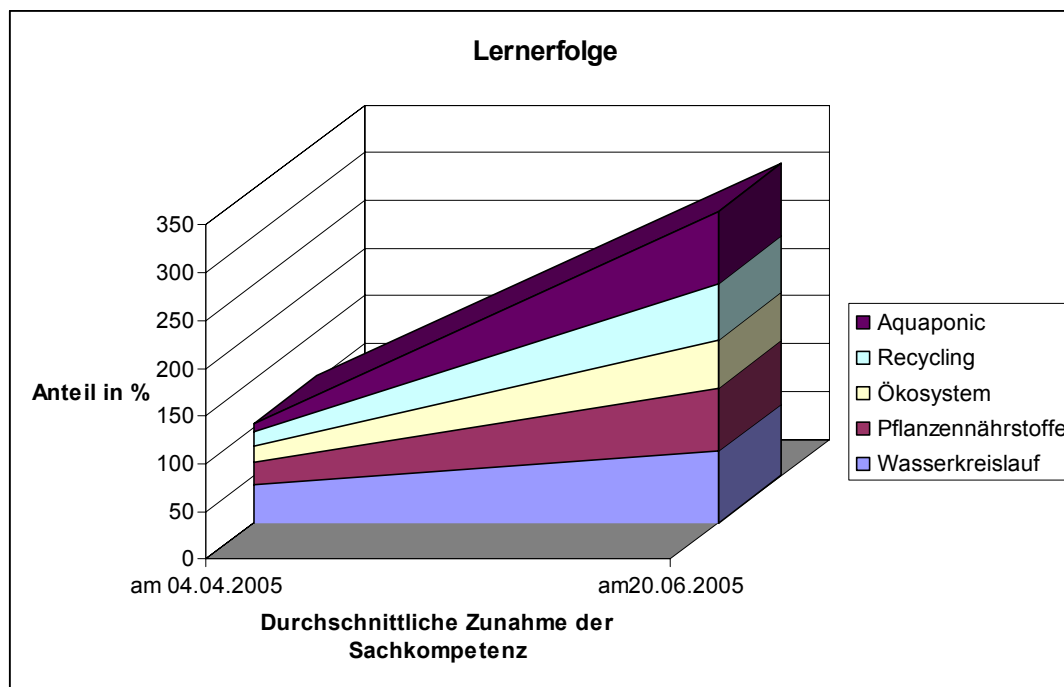


Abb. 34: Lernerfolgdiagramm

5.4.2 Eltern

Bei den Eltern wurde der Bekanntheitsgrad von Aquaponic stark gesteigert. Nach jeder Lektion erzählten die Kinder zu Hause was sie wieder neu gelernt und gesehen haben. Es führte so weit, dass Elternteile von ihren Kindern aufgefordert wurden in die Schule zu kommen, damit sie sich von der Sache überzeugen könnten.

So wird langfristig Glaubwürdigkeit und Akzeptanz geschaffen.

5.4.3 Übrige Bevölkerung

Am 30.05. gingen die Schüler in 2er Gruppen in die Dörfer hinaus und befragten die Bevölkerung zu Themen wie Aquaponic, Düngemittel, Trinkwasser oder Hausmüll. Mit dieser Aktion festigten sie ihr neu erworbenes Wissen aus dem Unterricht, indem sie die Antworten auf richtig oder falsch bewerteten. Die Ziele dieser Aktivitäten waren, die Informationsweitergabe an die Einwohner im Schamser Berg sowie, dass wirtschaftliche Aquaponic-Systeme mit Hilfe von Public Relations zu gesteigerter Bekanntheit und somit auch zu mehr Versuchsprojekten kommt.

Der Begriff "Public Relations" bedeutet Öffentlichkeitsarbeit, was das Management der Kommunikation zwischen einer Organisation und ihren Teilöffentlichkeiten meint. Es sollte Ziel- und Zielgruppengerecht geplant und kontinuierlich durchgeführt werden.

Mit den einheimischen Kindern als Medium sollten vorhandene Vorurteile und Informationsdefizite abgebaut werden um die Bevölkerung als potentielle MeinungsbildnerInnen gewinnen zu können.

Der Bekanntheitsgrad von Aquaponic wurde mit Sicherheit gesteigert sowie auch das Image. Letzteres vielleicht nicht in gleich hohem Masse wie bei den direkten Angehörigen der Kinder.

Erwachsene gehen allgemein skeptischer mit Sachen um, die ihnen unvertraut sind.

Der Vorteil, den die Kinder mit sich gebracht hatten war z.B. ihre Offenheit. Vertrauen kann nur gewonnen werden wenn nicht nur über Erfolg gesprochen wird, sondern auch auf Probleme und Fehler eingegangen wird. Ein günstiger Anfang für eine erfolgreiche PR hat auch die Ernsthaftigkeit geboten, weil die Kinder mit eigenen Augen gesehen haben wie das System funktioniert. Es kann nicht zum positiven Gelingen beitragen, nur ausgedachte Ideen gleich an die Öffentlichkeit zu bringen und sie dann wohl möglich nicht durchführen zu können. Trotzdem konnten sich die Einwohner ihre eigenen Gedanken zum Thema machen. Anbiederungen und Überredungsversuche werden nämlich meist verabscheut.

6 Schlussfolgerungen

Viele Anregungen, viele Erfolge, viele neue Erfahrungen, aber auch die Erkenntnis: Das wichtigste Element der Umweltbildung bleibt das Verändern von Werten und Einstellungen. Nur wenn das gelingt, kann ein umweltbewusstes Handeln erwartet werden. Für dieses Unterfangen muss für die Teilnehmenden ein Zusammenhang zwischen dem vermittelten Umweltwissen und ihrem Leben aufgebaut werden.

Im durchgeführten Versuch lernten die Schüler den Umgang mit verschiedenen Materialien, Lebewesen und den Kameraden kennen.

Das Modell bot den Kindern ein Angebot, Kompetenzen verknüpft mit allen Sinnen zu erlernen. Neben den Highlights, wie dem Einrichten der Anlage oder Degustieren der Tomaten sind auch ein paar Probleme aufgetreten, die zu bewältigen waren.

Dass mit zunehmendem Alter und steigender Sozialisation, das Interesse für Natur- und Umweltanliegen sinkt, scheint eine Tatsache zu sein, besonders frappant war es bei den Kindern aus dieser naturnahen Gegend aber nicht. Sie hatten schon seit jeher genügend Freiräume um die Häuser herum, konnten sich demzufolge frei bewegen und dadurch liess sich ihr neu erworbenes Wissen mit positiven Emotionen und Phantasien verknüpfen. Aus dieser Verbindung heraus sind Handlungsintentionen zu Gunsten der Umwelt entstanden. Dies war eine schöne Erkenntnis nach dem abschliessenden Grillplausch als keine der Teilnehmenden ihr Abfall liegen gelassen oder gar weggeworfen hatte.

Zu beachten ist, dass die Umwelt auf der unbewussten Ebene wirkt. Die bewusste Wahrnehmung wird erst bei einer offensichtlichen Änderung aktiviert. Die tiefe Beziehung die ein Kind zur Natur aufbaut, ist also eine grundlegende Bedingung, um sich in einer späteren Lebensphase für die Erhaltung von Natur und Umwelt einzusetzen sowie um das eigene Handeln und Verhalten kritisch beurteilen zu können.

Naturerfahrungen sind mit umweltbewusster Einstellung und Handlungsbereitschaft gleichzusetzen.

Eine wichtige Aufgabe der Unterrichtenden ist es, Kinder ernst zu nehmen.

Spontane Fragen aufzugreifen, trägt viel zu einem nachhaltigen Lernen bei.

Wird das Modell in der Primarstufe eingesetzt, sollte weniger auf Chemie-Themen wie z.B. der Stickstoffkreislauf eingegangen werden. Begriffe wie "mikrobielle Nitrifizierung" oder "Ammonium" rufen bei den Schülern eher eine demotivierende Wirkung hervor. Vorteilhaft ist, wenn zu Beginn zwei bis drei neue Wörter festgelegt werden, die eingeführt werden sollen. Mit einfachen Beispielen sollen sie den Schülern sukzessiv vertraut gemacht werden. Mit Wettbewerben könnten diese Wörter jeweils repetiert werden, denn so wächst die Motivation bei den Kindern enorm. Was ein Ergebnis aus der Auswertung des letzten Fragebogens ergab, ist, dass einige Schüler das Aquaponic-System mit einem Ökosystem gleichsetzten, obwohl das Ökosystem am Beispiel Teich repetiert wurde. Diese Fehlinterpretation hat sich aus dem Aufbau des Skripts ergeben. Als Gegenmassnahme könnte der Unterricht einmal nach draussen verlegt werden um dort das Ökosystem Wald oder auch Wiese zu thematisieren. Was die Kinder effektiv beeindruckte war, dass mit den Pflanzen das Wasser wieder recycelt wurde, wie schnell die Tomaten gedeihten oder wie das Süsswasser auf der Erde verteilt ist.

Die tägliche Durchführung der pH-Kontrolle war interessant für die Teilnehmenden und früher oder später werden sie bestimmt wieder mit dem pH-Wert konfrontiert werden.

Die Kinder haben sich als gute Beobachter erwiesen, die kommunikative Methode am Anfang jeder Unterrichtseinheit hat sie darin unterstützt.

Die spielerischen Methoden kamen sehr gut an, sie bieten eine Auflockerung zum gewöhnlichen Schulalltag.

Zusammengefasst kann gesagt werden dass das Lernmodell ein Beweggrundwerkzeug darstellt, um Fragen über die Natur zu stellen, mit Ökosystemen zu experimentieren, Daten zu deuten und die natürlichen Prozesse folglich zu erforschen. Auch den Eltern und Angehörigen wurden viele Informationen und Eindrücke überbracht.

7 Anhang

Aquaponic- System



1 Was ist ein System?

1.1 Definition

Ein System ist aus **verschiedenen** Teilen aufgebaut. Diese Einzelteile liegen aber nicht wahllos nebeneinander, sondern sind untereinander **organisiert**. Somit verhält sich ein System völlig anders als seine einzelnen Teile es tun würden.

1.1.1 Beispiele

Ein Haufen Sand ist System.

Man kann die Einzelteile davon vertauschen, kann eine Handvoll wegnehmen oder hinzutun, es bleibt immer ein Haufen Sand. Mit einem System ist dies nicht möglich, ohne dass es seine Individualität ändert oder sogar zu geht.

Eine wäre ein solches System. Denn die wichtigste Eigenschaft eines Systems ist, dass es aus mehreren verschiedenen Teilen besteht.

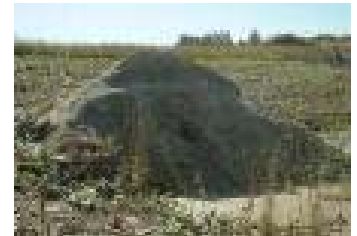
Das ist jedoch bei vielen Dingen der Fall.

Zum Beispiel bei einer Schüssel Müsli. Dennoch ist ein Müsli wieder kein System, denn es fehlt Struktur und Ordnung, von der ganz zu schweigen.

Die zweite wichtige Eigenschaft eines Systems ist also, dass seine nicht wahllos nebeneinander liegen, sondern zu einem bestimmten Aufbau vernetzt sind. Dadurch verhält sich ein System völlig anders als seine Teile. Es wird zu einem neuen Ganzen.

Eine Fabrik ist System. Obgleich sie ein künstliches und kein biologisches ist, unterliegt sie den gleichen Gesetzen von Organisation, Wandelbarkeit und Stabilität.

Eine Müllhalde ist System. Denn man kann sie auseinander nehmen, vergrößern oder umverteilen, es bleibt eine Müllhalde. Ihr fehlt die innere Struktur.



2 Was ist ein Ökosystem?

2.1 Definition

Wenn mehrere Systeme in enge Beziehung treten, kann daraus ein neues, übergeordnetes System entstehen. Aus Tieren, Pflanzen und Mikroorganismen entsteht so zum Beispiel ein Ökosystem.

2.1.1 Beispiel:

Das Huhn isst ein Korn, dieses Korn wird im Magen verdaut und kommt in einer veränderten Form (Kot) wieder heraus. Der Kot fällt auf den Boden, wo viele Mikroorganismen ihn als Nahrung verbrauchen und umwandeln. Diese umgewandelten Kotteile sind nun Nährstoffe für die Pflanzen.



Wenn etwas zum Ökosystem geworden ist, verhält es sich jedoch völlig anders als vorher die einzelnen Systemen es taten. Es bekommt gänzlich neue Eigenschaften.

Denn das Ökosystem ist immer ein Ganzes und das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile. Mehr wegen der Struktur, der Organisation, dem Netz von Wechselwirkungen. So auch unser Aquaponic-System.



System Fisch +



System Pflanze

=



Ökosystem Aquaponic

3 Aquaponic

Zitat: "Gib einem Hungernden einen Fisch zu essen, und er wird einen Tag satt.
Hilf ihm Fische zu züchten und er wird nie wieder hungern."

HUNGERNDE MENSCHEN
können nicht warten
DER HUNGER kennt keine Logik!

3.1 Problem:

Erhalten Kinder vor dem sechsten Lebensjahr zu wenig Eiweiss (was reichlich in Fischfleisch enthalten ist), haben sie das ganze Leben lang an körperlicher und geistiger Fehlentwicklung zu leiden. Bei Frauen und Mädchen sind später auch unterentwickelte und kranke Babys die Folge.

Auch bei uns in Europa gewinnen Speisefische momentan immer mehr an Beliebtheit. Das tendenziell fettarme Fischfleisch ist gesund und stellt somit eine schlankheitsbetonte Ernährung dar.

Die Fischerei liefert schon seit längerer Zeit nicht mehr genügend Tiere aus den natürlichen Seen und Flüssen. Deswegen werden weltweit zunehmend Fische in Aquakulturen produziert.

Ein grosser Teil dieser Aquakulturen basiert auf dem Durchflusssystem, das heisst das Wasser der Bassins wird kontinuierlich ausgetauscht. Je nach Intensität benötigen derartige Anlagen einerseits viel frisches Wasser und belasten gleichzeitig die Gewässer mit ihrem nährstoffhaltigen Abwasser.

Kein anderer Rohstoff ist auf unserem Planeten so reich vorhanden wie Wasser. Aber nur drei Tausendstel dieser globalen Menge sind für den Menschen direkt verfügbar – und leider äusserst ungleichmässig verteilt. Die Gesamtmenge ist seit Urzeiten gleich; aber durch das gewaltige Bevölkerungswachstum teilen sich immer mehr Menschen diese überlebenswichtige Flüssigkeit.

Die geographische Lage der Schweiz mag Nachteile aufweisen; bezüglich Wasserhaushalt ist unser Land allerdings in einer beneidenswerten Lage. Zu Recht gilt die Schweiz als das Wasserschloss Europas. Genug Wasser zu haben reicht nicht, es muss vor allem sauber sein. Deshalb ist es unsere Pflicht, Wasser nach dem Gebrauch in einwandfreiem Zustand der Natur zurückzuführen.

3.2 Lösung:

Anlagen, die auf einem mehr oder weniger geschlossenen Wasserkreislauf basieren.

Die Hochschule Wädenswil entwickelte in den letzten Jahren ein Filtersystem für Aquakulturen in welchem gleichzeitig Nutzpflanzen angebaut werden können.

Diese entziehen einerseits dem Wasser die Nährstoffe und generieren gleichzeitig Fische zur Deckung der mit der Wasserrezirkulation verbundenen Kosten.

Es funktioniert folgendermassen:

- Die Fische werden gefüttert
- Sie produzieren Kot, der sich im Wasser auflöst
- Das Wasser aus dem Aquarium wird in die Pflanzenbehälter gepumpt
- Die Pflanzen erhalten so ihre Nährstoffe zum Wachsen
- Dadurch wird das Wasser gereinigt
- Das Wasser fließt dann sauber zurück ins Aquarium
- Somit ist der Wasserkreislauf geschlossen



Mit dieser in der Fachsprache als Aquaponic bezeichneten Vernetzung von Pflanzen- und Speisefischproduktion sollten sich extensiv betriebene Kreislaufanlagen als Nebenerwerbszweig für landwirtschaftliche Betriebe realisieren lassen.

Die Mikroorganismen in den Pflanzengefäßen bauen die von den Fischen ausgeschiedenen Elemente um, in wertvolle Pflanzennahrung. Dieser Vorgang wird Nitrifikation genannt.

Aus dem im Urin und Kot enthaltenen Harnstoff und Aminosäuren entstehen durch mikrobiellen Abbau im Wasser mit der Zeit die für Fische stark giftigen Ammonium (NH_4) und Nitrit (NO_2).

Fische sind zudem in der Lage, über 90 Prozent ihres Stickstoffes direkt als Ammonium via Kiemen auszuscheiden. Dieses Zwischenprodukt der Stickstoffmineralisierung reichert sich mit der Zeit im Wasser

an, da die nachfolgende weitere Mineralisierung zu Nitrat (NO_3) deutlich langsamer verläuft. Diese für Fische tödliche Akkumulation von Ammonium ist der Hauptgrund für die Erfordernis eines Filters in geschlossenen Wassersystemen.

Aus den obgenannten Gründen bilden Ammonium und Nitrit zwei wichtige Indikatoren für eine einwandfreie Filterfunktion bzw. für eine gute Wasserqualität, welche letztlich die zentrale Lebensgrundlage der Fische darstellt.

4 Artenportrait

4.1 Die Tomate



Tomaten sind eine Gemüseart, die einen hohen Gehalt an Nährstoffen im Boden benötigen. Sie werden deshalb als Stärkzehrer bezeichnet.

Stärkzehrer sollten immer gut gedüngt und bewässert sein, damit sie schön wachsen.

Am Besten wird frühzeitig vor dem Pflanzen Kompost unter die Erde gemischt. So tritt die Wirkung schon nach der Pflanzung ein. Bei ausreichender Wärme benötigen die Bodenorganismen etwa 1 - 2 Wochen um sich zu vermehren und die Inhaltsstoffe (von Kompost oder Mist) für die Pflanzenwurzeln aufnehmbar umzuwandeln.

Erst danach merkt man, ob eventuell zuviel gedüngt wurde. Die Blätter der Tomatenpflanze rollen sich dann ein, wie wenn sie vorübergehend zu wenig Wasser gehabt hätten.

Also lieber zuwenig, als zuviel düngen. Es ist noch keine Tomate an zuwenig Dünger gestorben, an zuviel allerdings schon viele.

Wenn dann noch der- Wert und die Nährstoffe stimmen kann eigentlich nicht mehr all zuviel schief gehen. Die Erde soll nur nicht patschnass sein! An heißen Tagen am besten jeden Morgen Liter Wasser pro Pflanze gießen, sonst alle 2-3 Tage die gleiche Menge.

Tomaten sollten erst geerntet werden, wenn sie ganz rot sind. Erstens ist dann der Geschmack am besten und zweitens ist bei vollreifen Tomaten der Gehalt an Vitaminen, Mineral- und Spurenelementen am höchsten. Je reifer eine Tomate ist, desto größer ist der Zuckergehalt und der Säuregehalt nimmt meistens ab.

Manche essen die Tomaten am liebsten Morgens, wenn sie kühl sind. Viele essen Tomaten am liebsten wenn sie noch warm von der Sonne sind. Probieren Sie selbst aus, wie Ihnen die Tomaten am besten schmecken.

Im Freiland dürfen die frostempfindlichen Tomatenpflanzen erst in der zweiten Maihälfte gesetzt werden. Die Pflanzenlöcher werden recht großzügig ausgehoben, ein Stützpfehl von mindestens zwei Metern Länge wird gleich mit eingegraben. Die Setzlinge kommen möglichst tief in die Erde, damit sie zusätzliche Seitenwurzeln bilden.

Am frühesten sind die Cherry- oder Cocktailtomaten reif (Im Freiland ca. Ende Juli).

Je größer die Tomaten, desto länger ist die Reifezeit.

Die Tomaten die sich am nächsten zum Stamm befinden reifen zuerst. Das ist ganz normal so. Die Tomaten, die auf dem Markt als ganze Fruchtstände angeboten werden sind meistens spezielle Sorten, die fast zur gleichen Zeit ausreifen.

Lagern Sie Tomaten nicht im Kühlschrank. Der Geschmack geht sonst verloren. Außerdem bilden reife bzw. reifende Tomaten ein Gas, welches anderes Gemüse schneller verderben lässt und dessen Geschmack verändern kann.

4.2 Der Tilapia



Die unter dem Namen Tilapia zusammengefassten Fische gehören zur Familie der Buntbarsche, die mit etwa 1000 Arten in den Gewässern der tropischen und subtropischen Gebiete von Afrika, Madagaskar, Südamerika beheimatet sind.

Verbreitungsschwerpunkt ist Afrika, wo allein etwa 700 Arten vorkommen. Vielfach wird der Tilapia auch St. Peter-Fisch, der Fisch des biblischen Fischers, genannt.

Außerdem wurde die Art in vielen Bereichen ausgesetzt, wie in Asien und den südlichen Gebieten der USA, wo ganzjährig ausreichende Temperaturen herrschen. Der Fisch ist äusserst kälteempfindlich. Bei tiefen Temperaturen stellt sein Wachstum ein. Wird es für längere Zeit kälter als°C ist er nicht mehr überlebensfähig und stirbt. Bei idealen Temperaturen gedeiht und wächst er aber schnell. Er kann das Futter ausgezeichnet verwerten. Die meisten Tilapiaarten sind Pflanzenfresser. Unser Nil-Tilapia erreicht schnell ein Gewicht von 2,5 bis 6 Kilogramm und eine Grösse von einem halben Meter.

Tilapien mögen nährstoffreiche Bäche, Teiche und Kanäle sowie die Flachwasser-bereiche von Seen mit Rückzugsmöglichkeiten. Das offene Wasser wird gemieden. Sie sind sehr anpassungsfähig und tolerant solange die stimmt. In Bereichen mit Regenwald fehlen die Fische.

Heute ist dieser Warmwasserfisch in der Aquakultur weltweit verbreitet.

Als Speisefisch wird er sehr geschätzt. Die Tilapiazucht erfolgt in der Schweiz im Gewächshaus, da die natürlichen Gewässer hier zu kalt sind und das Abwasser für die Pflanzendüngung verwendet werden kann (Aquaponic).

Die Pflege ist einfach, wenn genügend Raum vorhanden ist. Das wichtigste für seine Zucht ist eine hohe Wassertemperatur (mindestens 18-20°C). Kurzzeitig werden auch Bereiche von 14° C ertragen, was aber nicht bedeuten soll, dass man die Fische ständig frieren lassen sollte. Und wie wir bereits gelernt haben wachsen sie dann auch nicht mehr.

Die Tiere werden schon nach einem halben Jahr, wenn sie 10 – 12 cm lang sind, geschlechtsreif. Die Fische laichen auf Steinen, Wurzeln oder auch auf dem freien Aquarienboden ab. Das Männchen putzt und bereitet ein Nest vor, das er gegen Konkurrenz verteidigt und in dem er die Eier befruchtet. Die Weibchen nehmen die Eier dann ins Maul (Maulbrüter). Nach ca. 50 Stunden schlüpfen die Larven aus den Eihüllen. Weitere 4-5 Tage später schwimmen die Jungfische zum ersten Mal auf und können 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. Erwachsene Weibchen erzeugen alle fünf Wochen je nach Alter und Ernährungszustand 200 bis 500 Junge.

Da die verschiedenen Tilapiaarten sich untereinander kreuzen und auch von Züchtern ständig gekreuzt werden, sind die Erscheinungsbilder äusserst vielfältig und die Farbtönungen zahllos.

4.3 Das Basilikum

Basilikum ist nicht leicht in der Aufzucht. Er benötigt vor allem viel Licht und viel Wärme (15 bis 20 Grad Celsius), darf jedoch keinem ausgesetzt werden. Er wird am besten in Humus angepflanzt, der sehr nährstoffreich ist. Nach heutigen Erkenntnissen stammt Basilikum ehemals vom Afrikanischen Kontinent. Er findet heute jedoch ebenso große Verbreitung in Asien, Mittel- und Südamerika. Europäischer Basilikum stammt aus dem Mittelmeerraum (Italien und Frankreich). In den USA werden die größten Mengen im Bundesstaat Kalifornien angepflanzt.

Von den kleinen Basilikumbüschen werden die hellgrünen und weichen Blätter in der Küche verwendet. Auf dem Markt sind meist die grünen Blätter zu finden, es gibt jedoch auch roten bis violetten Basilikum. Es sollten stets ganze Triebe abgeerntet werden, um die Pflanze am Blühen zu hindern.

Basilikum sollte frisch auf den Tisch, weil er bei der Trocknung rasch an Aroma verliert. Frische Basilikumblätter haben ein starkes und charakteristisches, sehr angenehmes Aroma, das sich mit keinem anderen Gewürz vergleichen lässt.

Verwendet werden die Blätter, oft wird aber auch das ganze Kraut geerntet und geschnitten. Die beste Erntezeit ist kurz vor der Blüte.

Italienische Köche konservieren Basilikum, indem sie ihn in ein Einmachglas schichten, die einzelnen Lagen mit wenig Salz bestreuen und das Glas mit Olivenöl auffüllen.

Beliebt sind Tomaten, mit Mozzarella, frischen Basilikumblättern und etwas Olivenöl. Und natürlich auch Spaghetti mit Pesto (= eine Paste aus frischem Basilikum, kalt gepresstem Olivenöl, Pinienkernen, Parmesan-Käse und Knoblauch).

Das empfindliche Aroma wird beim Kochen jedoch rasch zerstört, daher verwendet man den Basilikum oft roh gehackt oder in ganzen Blättern und streut ihn beim Anrichten über die kalten oder warmen Speisen.

Basilikum eignet sich auch hervorragend zum Einfrieren, dabei wird das Aroma sogar noch verstärkt.

Sorten (Basilikum gibt es in etwa 40 verschiedenen Sorten)

Beispiele:

Blattoberseite →

Blattunterseite →

Frage:

Welcher ist der African Blue (*Ocimum kilimandscharicum* x *basilicum*), der in unserem Schulzimmer steht?



Nr.

4.4 Die Banane



Was heißt eigentlich „Banane“?

Das Wort Banane kommt aus dem Arabischen, "banan" heisst dort Finger. Ungefähr 14 bis 20 Bananen bilden jeweils eine Hand.

Ursprünglich, so vermutet man, kommt die Bananenpflanze aus Südostasien. Sie ist, wie die Mango, eine der ältesten Kulturpflanzen der Welt.

Nachdem sie sich durch arabische Elfenbein- und Sklavenhändler im gesamten afrikanischen Kontinent ausgebreitet hatte, nahmen die Portugiesen, aus ihrer westafrikanischen Kolonie Senegal, Bananenpflanzen mit und legten 1402 die ersten Plantagen auf den Kanarischen Inseln an. Sie waren es auch, die die Bananen in die Neue

Welt (Amerika) mitbrachten.

Die Bananenpflanze bildet nach ungefähr neunmonatigem Wachstum einen großen Blütenstand aus mehreren Reihen rötlicher Blüten.

Aus jeder Blütenreihe entwickelt sich eine „Bananenhand“. Je nach Größe der Bananenpflanze können sich bis zu 20 solcher Hände bilden, an denen wiederum bis zu 20 Bananen wachsen können.

Eine Staude wiegt ca. 40 kg und besteht aus bis zu Bananen. Nach 3 - 4 Monaten sind sie reif und können geerntet werden.

Der Stamm besteht aus lauter ineinander geschachtelten Blättern, die bis zu 6 Meter lang sind.

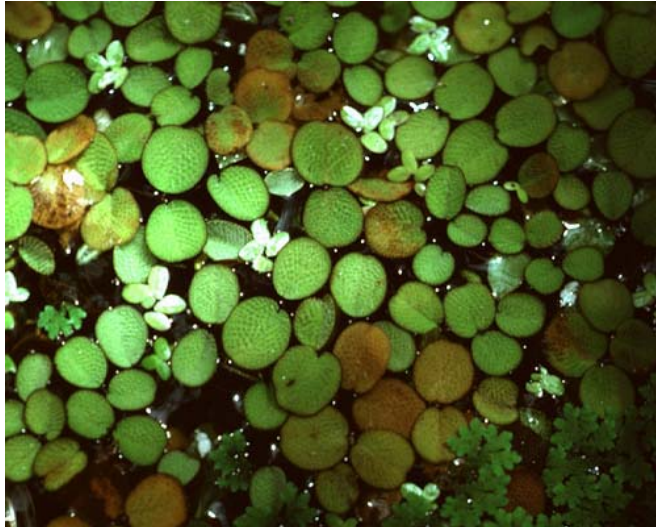
Im Gegensatz zu andern Pflanzenprodukten wie Tee, Kakao, Kaffee und Gewürze, konnte die Banane aufgrund ihrer leichten Verderblichkeit nicht schon früh zur Kolonialware werden. Selbst 1866 war die Banane in Europa und Nordamerika weitgehend unbekannt

Erst 1870 gelangten die Bananen von Jamaika aus nach Amerika, ab dann nahm die Entwicklung des Bananenhandels ihren Lauf.

Warum ist die Banane krumm?

Sobald die Blütendeckblätter abgefallen sind, strecken sich die Bananenfinger nach oben und wachsen dem entgegen. Dadurch erhält die Banane ihre charakteristische, leicht gebogene Form.

4.5 Der Büschelfarn, ein Schwimmfarn



Der Büschelfarn gehört in die Familie der Schwimmfarn-gewächse. Diese gehören zu der Ordnung der Farne.

Es gibt nur 10 Arten der Schwimmfarn-gewächse (Salvinia).

Sie sind in den Tropen Mittel- und Südamerikas beheimatet.

Heute kommen sie aber aufgrund menschlicher Einführungen weltweit vor.

Schwimmfarne sind zwischen 2 und 20 cm große, an der Wasseroberfläche treibende Pflanzen. Sie

breiten sich durch Ausläufer (Seitentriebe) aus, was zu einer großflächigen Überwuchern der Wasseroberfläche führen kann.

Jede Einzelpflanze besteht aus zwei, auf der Wasseroberfläche schwimmenden Blättern. Diese sitzen paarig an einem ca 15 cm langen Stiel. Schwimmfarne besitzen keine Der im Wasser wachsende, wurzelähnliche Teil ist ein Blatt. Dieses 'Wurzelblatt' ist in einige 'Arme' aufgespalten und reicht ca. 4 cm nach unten, ist aber nicht im Grund verankert. Daher kommen Schwimmfarne nur in stehenden oder langsam fließenden Gewässern vor. Vorteilhaft wären sonnige Standorte.

Die wurzelähnlichen Blätter sind gut geeignet als Schattenspender und als Versteck für Jungfische vor Fressfeinden. Ein grosser Vorteil der Schwimmpflanzen ist, dass sie dem Wasser viele Schadstoffe entziehen. Sie verbrauchen durch ihr starkes Wachstum grosse Mengen an und Phosphat. Damit werden sie zu Konkurrenten der unbeliebten Algen, jedoch benötigen sie auch gewisse Stoffe die in der Regel nicht im Überschuss vorhanden sind, wie zum Beispiel Eisen.

Wenn man zu Hause im Gartenteich Schwimmfarne aussetzt muss man diese über den Winter ins warme Haus nehmen, sonst erfrieren sie!

Ein guter Eisendünger enthält auch die anderen nötigen Spurenelemente, die die Schwimmpflanzen für einen guten Wuchs benötigen.

Um den Fischen ein wenig Deckung zu geben, sollte man Schwimmpflanzen in jedem Aquarium pflegen. Im Gegensatz zu allen anderen Wasserpflanzen entnehmen sie nachts nicht dem Aquariumwasser Sauerstoff, sondern der Luft.

Alle Schwimmpflanzen vermehren sich sehr schnell bis rasend, was dazu führt, das man sie regelmäßig auslichten sollte, da sonst die anderen Pflanzen zu wenig Licht abbekommen. Diese Pflanzen würden dann auf Dauer verkümmern oder sogar ganz absterben.

5 Abfallbewirtschaftung



Abfall ist ein Gut, das man nicht mehr gebrauchen kann und dessen man sich entledigen will.

Die Art und Weise, wie die Abfälle entsorgt werden sollen, ist geregelt. Übergeordnetes Ziel ist dabei der Schutz des Menschen und seiner Umwelt vor schädlichen oder lästigen Einwirkungen sowie die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit.

Für die Anwendung ist aber jeder und jede einzelne selber verantwortlich.

Wer Schädigungen der Umwelt verursacht, trägt dafür auch die Kosten. Strafbar ist zum Beispiel das private Verbrennen von Abfällen in Cheminées, Heizungen oder Feuern im Freien. Solche Sachen belastet die Luft bis zu 1000 mal stärker mit Giftstoffen, als die Beseitigung in der

Kehrichtverbrennung.

Das Umweltschutzgesetz verpflichtet dazu, den Abfall vorschriftsgemäss zu entsorgen und so Menschen, Tiere, Pflanzen und ihre Lebensräume zu schützen.

Werden Abfälle in den Stoffkreislauf zurückgeführt, das heisst als Rohstoff für die Produktion von Gütern eingesetzt, spricht man von Verwertung oder Recycling von Abfällen.

Können Produkte oder Güter direkt wieder verwendet werden, ohne dass sie aufbereitet oder verwertet werden müssen, bedeutet dies Wiederverwendung.

Dazu gehören etwa der Verkauf von gebrauchten Kleidern und Möbeln in Second Hand-Läden und Brockenhäusern.

Als Konsumentin und Konsument können Sie die Entstehung von Abfällen indirekt beeinflussen. Z.B. wenn Sie beim Kauf langlebige Güter bevorzugen, die repariert werden können, oder in dem Sie Güter auswählen, bei deren Herstellung wenig Abfälle entstehen. Zur Abfallvermeidung trägt auch bei, wer Produkte in Mehrweg- statt Einwegverpackungen kauft, und generell schadstoffarme oder leicht verwert-/entsorgbare Produkte auswählt.

Produkte die nicht zwingend gebraucht werden, müssen nicht zwingend gekauft werden.

Solche Ware könnte bei Bedarf auch gemietet oder mit Nachbarn gemeinsam angeschaffen werden.

Zuletzt landet der Müll oft im Meer. Allerdings ist nicht nur von Industriemüll die Rede, sondern direkt oder indirekt benutzt jede Person das Meer als Abfalleimer. Viele Substanzen können von der Natur nicht mehr abgebaut werden (es gibt keinen Filter dafür) - sie dienen lediglich der Verschmutzung, Zerstörung und letztendlich dem Tod der Meere.

Bild: Ein Seevogel hat sich in einer Plastikverpackung eines Dosen-Sechserpacks verfangen und ist jämmerlich verendet.



Beispiele:

5.1 Landwirtschafts- und Industrie-Abwässer:

Viele von der Landwirtschaft verwendete Düngemittel und von der Industrie benutzte Chemikalien gelangen ins Meer und verseuchen die Umgebung.

Tipp: Kauf von biologisch angebauten Früchten und Gemüsesorten, welche nicht Chemikalien behandelt wurden - nicht nur der Umwelt sondern auch dem Körper zuliebe .



mit

5.2 Stadt-Abwässer:



Viel Öl, welches durch Firmen und Privathaushalte verbraucht wird, fließt ins Meer.

Jegliche Verschmutzung, die in die Luft gelangt, wird durch Regen wieder auf die Erde niedergehen.

Leider werden immer nur die Ölkatastrophen gemeldet und lösen bei jedem einzelnen Entsetzen und Empörung aus. Dass jedoch die Summe aller einzelner Verbraucher mehr ausmacht, als eine Ölkatastrophe, das wird verschwiegen!

Tipp: Den Bus oder das Fahrrad benutzen, anstatt ins Auto zu sitzen.

5.3 Haushalt-Abwässer:



Putzen, malen, waschen...

Damit seien nur ein paar übliche Haushalt-aktivitäten genannt.

Dass dabei nicht nur Wasser, sondern von der Werbung hochgepreisene Supermittel verwendet werden, liegt auf der Hand.

Diese Mittel sind meistens hochgiftig, schwer abbaubar und fließen auch wieder durch unsere Abflüsse mehr oder weniger direkt ins Meer.

Tipp: Beim Einkaufen darauf achten, dass die Produkte so gut wie möglich biologisch abbaubar sind. Sparsam mit den Produkten umgehen - ganz nach dem Motto "weniger ist mehr".

Aus den Augen, aus dem Sinn?

Nicht nur all die oben genannten Abwasser, sondern auch die vielen materiellen Abfälle, die gedankenlos ins Meer geworfen werden, dürfen nicht vergessen werden. Die Theorie "aus den Augen, aus dem Sinn" funktioniert bei den Abfällen leider nicht - denn alles, was wir so gedankenlos wegwerfen, kommt wieder auf uns zurück. Denn auch wenn wir die Abfälle im Meer nicht mehr sehen, sind sie immer noch da!

6 Wasser (H₂O)

In der Welt in der wir leben, spielt Wasser wohl die wichtigste Rolle.

Ohne Wasser zur Flüssigkeitsaufnahme sind die Lebewesen verloren, und ohne Trinkwasser käme es bei Mensch und Tier schnell zu sehr gefährlichen Erkrankungen und Infektionen.

Das Wasser, welches Menschen und Tiere trinken und im Zusammenhang mit Lebensmitteln Verwendung findet (Herstellung, Verarbeitung, Verkauf und Haushalt) sollte jederzeit Trinkwasserqualität aufweisen.

Die Erkenntnis, wie wichtig Trinkwasser für uns alle ist und wie leicht es passieren kann, dass wir unser Wasser ab dem Hahn nicht mehr ungetrübt genießen können, sollte uns ermahnen, dem kostbaren Gut Trinkwasser grösste Sorge zu tragen.



Sorgen wir dafür, dass uns und auch unseren Nachkommen immer ausreichend und einwandfreies Trinkwasser zur Verfügung steht.

Wasser ist trotz seiner einfachen chemischen Zusammensetzung H₂O, kein gewöhnlicher Stoff.

Von den vier klassischen Elementen Wasser, Feuer, Luft und Erde bildet es die Grundlage für jedes Leben.

Diese Tatsache wird oft übersehen: Für uns ist gutes Trinkwasser zu Billigpreisen eine Selbstverständlichkeit.

Zuverlässige Wasserversorgung ist eine Voraussetzung unseres hohen Lebensstandards. Dabei übernimmt die erdverlegte Wasserverteilung eine tragende Funktion. Denn das Trinkwasser muss den Verbraucher jederzeit in ausreichender Menge und bester Qualität erreichen.

Wasser als Substanz lässt sich nicht verbrauchen, nur brauchen, benutzen oder umwandeln.



Wir alle verwandeln täglich mehrmals kostbares Trinkwasser in Abwasser, indem wir den Wasserhahn zu oft gedankenlos öffnen. Mit der Hausentwässerung beginnt ein langer Prozess der Abwasserentsorgung.

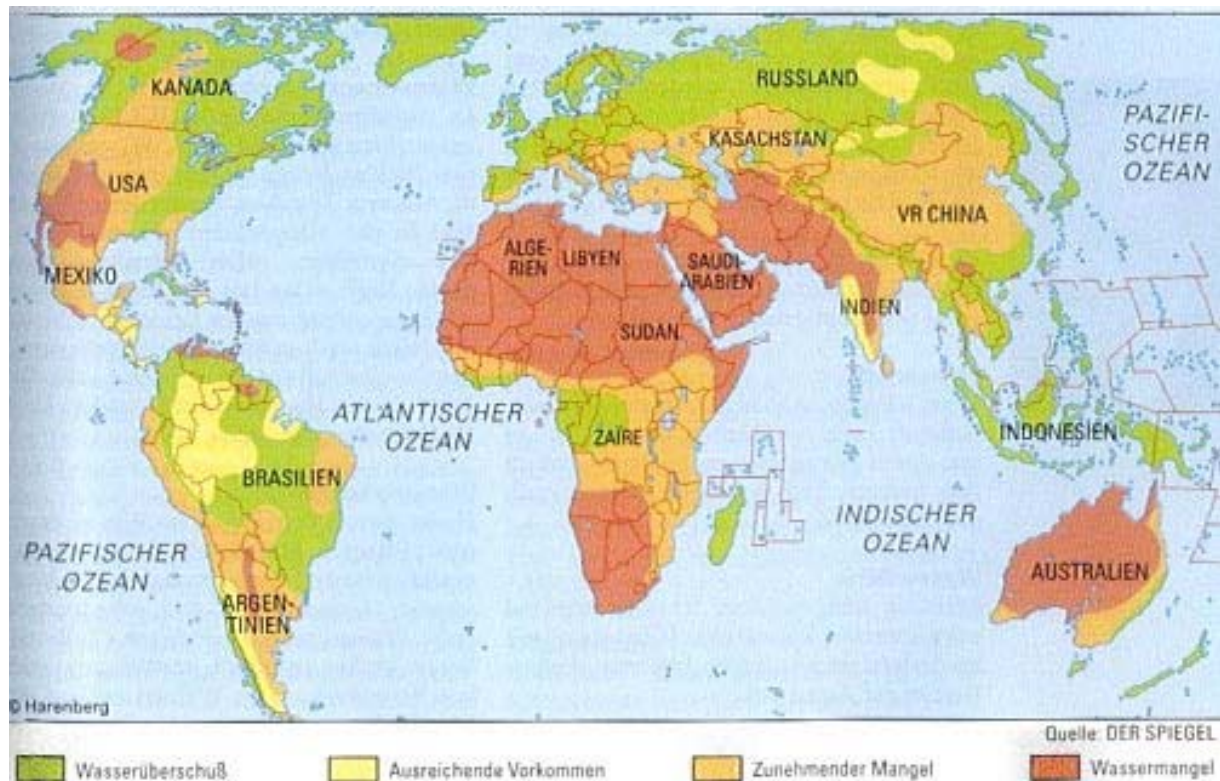
Kläranlagen sollen die Gifte aus dem Abwasser filtern. Im Klärschlamm landen diese Giftstoffe dann auf der Deponie und schließlich im Grundwasser. Doch längst nicht alle

gefährlichen Stoffe der Industrie werden in Kläranlagen herausgefiltert. Lösliche und schwer abbaubare Stoffe können trotz Hightech in den Fluss gelangen.

In vielen Regionen zeichnen sich Wasserknappheit und Verteilungsprobleme ab.

Das Bevölkerungswachstum in den trockenen Gebieten der Erde bringt Wassernot.

6.1 Wie ist das Wasser weltweit verteilt?



den 90er Jahren waren 26 Länder von Wasserknappheit betroffen. Die meisten Wasserarmen Regionen liegen im Nahen Osten und in Afrika.

Bei dem zu erwartenden Bevölkerungswachstum wird die jährlich zur Verfügung stehende, sich durch den Wasserkreislauf erneuernde Süßwassermenge pro Kopf sinken. Von der ungleichen regionalen Verteilung gar nicht zu reden.

Während die wasserreichen Gegenden der Erde (der nördliche Teil Nordamerikas, der östliche Teil Südamerikas und Südostasien) zusammen beinahe über 50 Prozent der sich jährlich erneuernden Wasservorräte verfügen, bringt das Bevölkerungswachstum in den trockenen Gegenden der Erde Wassernot.

Der Wunsch nach besserer Ernährung, Hygiene und Komfort führte im 20. Jahrhundert bei dreifachem Bevölkerungswachstum zu einer sechsfachen Erhöhung des Wasserverbrauchs. Der noch bestehende Bedarf der Landwirtschaft an Bewässerung und die wachsende Verstädterung könnten diesen Trend verschärfen.

Neben dem tatsächlichen Wassermangel sind unzureichende Finanzmittel, fehlende Fachkenntnisse und ineffiziente Bewirtschaftungsstrukturen, die das Erschließen bestehender Wasservorkommen erschweren, die Ursachen einer sekundären Wasserknappheit. Beide Komponenten des Wassermangels können in ökologisch anfälligen Gebieten zum Voranschreiten der Wüste führen oder in küstennahen Grundwasserträgern das Eindringen von Salzwasser verursachen.



6.2 Gegensätze

Für uns stets selbstverständlich; klares, farb- und geruchloses Trinkwasser ohne Krankheitserregern. Die Temperatur liegt zu jeder Jahreszeit zwischen 8° und 12° C. Durch übermässiges Ausbringen von Düngemitteln ist in der Schweiz allerdings auch ein Problem entstanden. Zu hohe Nitrat-Werte im Trinkwasser. Die Annahme, dass in der höheren Alpenwelt des Kantons Graubünden mit ihren kristallklaren Bergbächen nur lauterer und einwandfreies Quellwasser zu Tale fliesse und Quellen und Grundwassergebiete speise, trifft

keinesfalls zu. Die Gefahren von Verunreinigungen sind vielfältig und auch bei uns allgegenwärtig.

Dabei ist einmal mehr der Mensch durch sein Tun und Handeln, durch sein Verhalten, durch seine Aktivitäten in den meiste Fällen der Verursacher von solchen Verunreinigungen. Die unsachgemässe Düngung hat auch eine Erhöhung der Nitratmengen in den Nahrungsmitteln zur Folge.



2/3 der Weltbevölkerung verfügt über keine oder nur schlecht funktionierende Wasserversorgungen. Millionen von Frauen und Kindern legen täglich weite Strecken zurück, um das kostbare Nass aus dem nächsten Fluss, Tümpel oder Wasserloch zu holen. Die kleinen Mengen, die dabei mitgetragen werden können, reichen knapp zum Trinken und Kochen. Gewaschen und gebadet wird vielfach auch an denselben Stellen, wo das Trinkwasser geschöpft wird.

Reiche werden immer reicher und Arme immer ärmer.



80% aller Krankheiten in Ländern der dritten Welt sind auf verschmutztes Wasser zurückzuführen.

Schätzungsweise 5 Millionen Menschen (vorwiegend Kinder) sterben jedes Jahr an Wassermangel und Krankheiten, die durch verseuchtes Wasser übertragen werden. 90% aller Todesfälle von Kindern in der dritten Welt könnten vermieden werden, wenn es gelänge, allen Familien sauberes Trinkwasser zu verschaffen.

Lernerfolg

Die folgenden Fragen beziehen sich auf die behandelten Themen. Jede(r) einzelne kann für sich kontrollieren was er/sie schon begriffen hat. Auch soll der Stoff somit noch vertieft werden.

Fragen:

1. Unsere lebendige Erde ist ein Gesamtsystem, das wiederum selber aus mehreren Systemen besteht. Zähle solche einzelne natürliche Systeme auf.
2. Wieso sollten die Menschen diese Systeme nicht angreifen, ihre Lebensgrundlage entziehen, vergiften oder zerstören?
3. Nennen sie Gründe für die grosse Nachfrage von Fischfleisch.
4. Wieso richten aber die meisten Fischfarmen (Aquakulturanlagen) mehr Schaden an, als sie nützen?
5. Was sind die Vorteile der Aquaponic-Anlage?

6. Wozu braucht es bei Aquaponic einen Filter?

7. Warum können mit Schwimmpflanzen die Algen bekämpft werden?

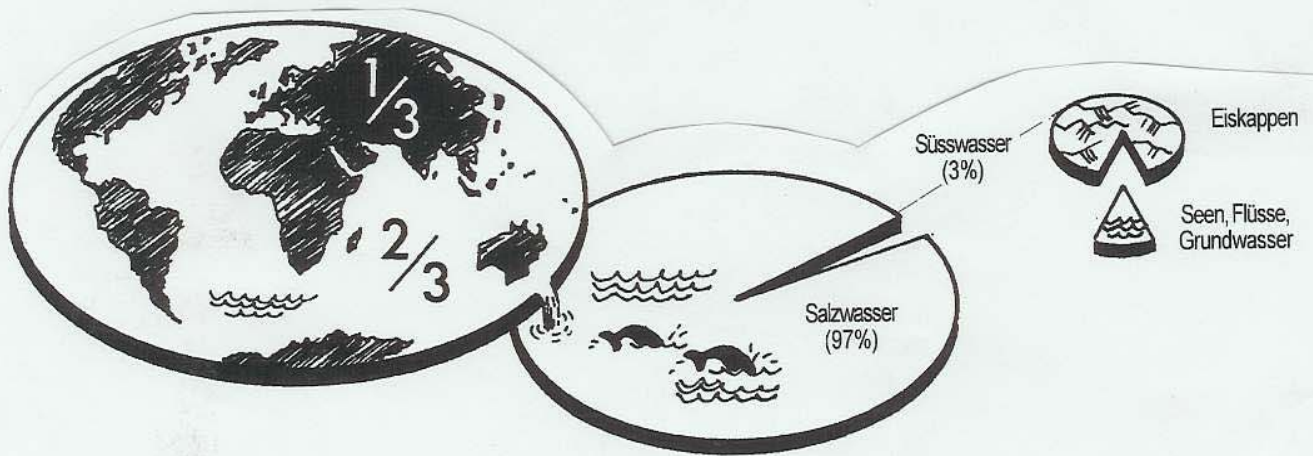
8. Kennst du Beispiele für Recycling oder Wiederverwendung?

Recycling:

Wiederverwendung:

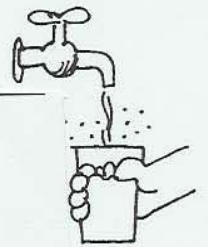
9. Wie kann dazu beigetragen werden, dass anteilmässig immer mehr Abfälle recycelt werden?

10. Schau dir die Grafik der bestehenden Wassermenge an und lies den nachfolgenden Text.



Wenn die ganze Menschheit heute gleichzeitig ein Glas Wasser trinken möchte, würde ein Drittel das Glas am Hahn füllen, ein Drittel würde das Wasser am nächsten Brunnen holen und das letzte Drittel ginge leer aus.

Zu welchem Drittel gehörst du?



Erkläre die Vorteile, die das für dich bringt :

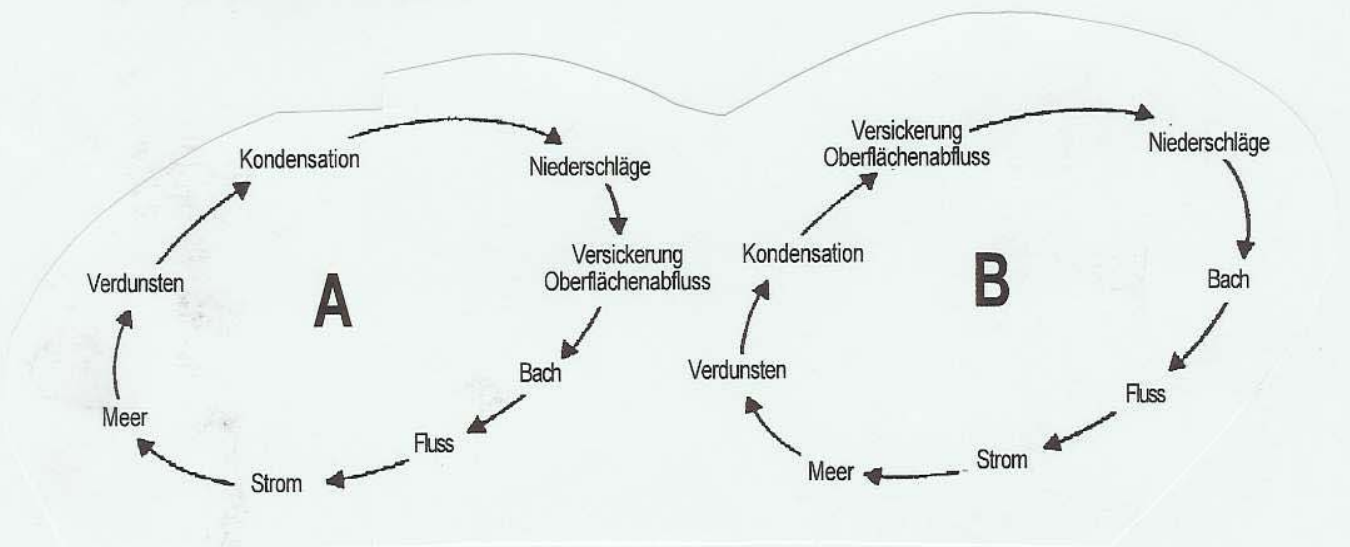


Welche Gefahren bestehen für unseren Wasserkonsum?



11. Skizziere den natürlichen Wasserkreislauf und zeichne mittels Pfeilen den Weg eines Wassertropfens aus einer Wolke ein. Versuche deine Skizze zu beschriften.

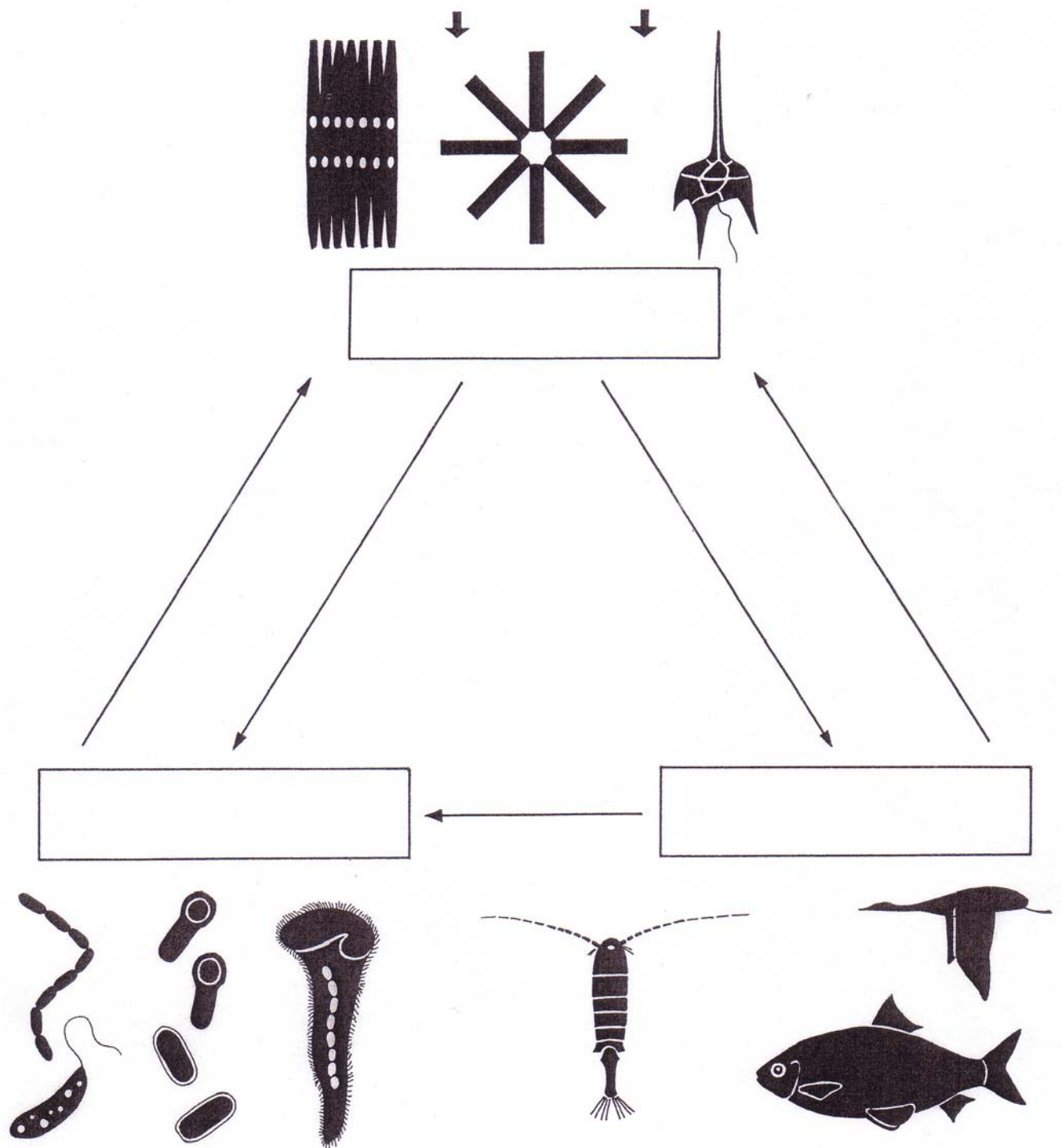
12. Lies die beiden Schemen



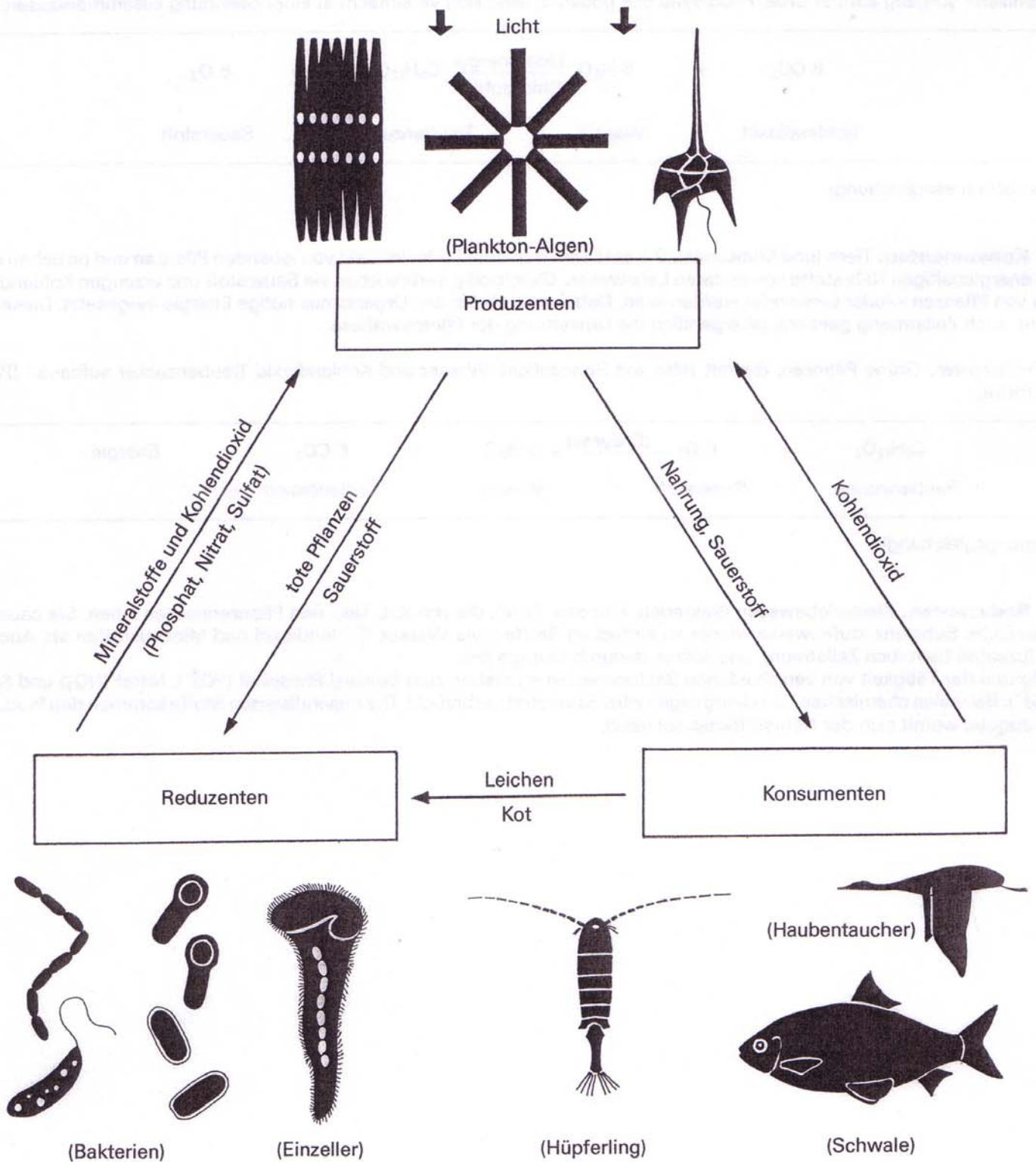
Erkläre, warum eines der beiden Schemen nicht dem Kreislauf des Wassers entspricht.

Folien

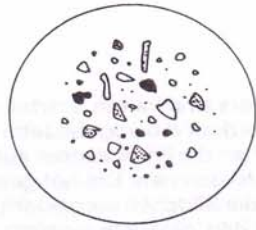
Ökosystem Teich



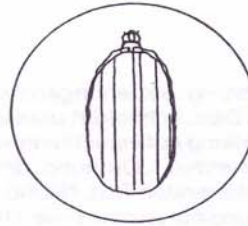
Ökosystem Teich, Lösung



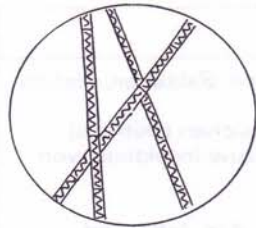
Nahrungsnetz



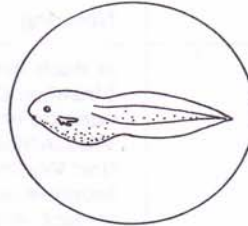
Detritus



Seerosenzünsler



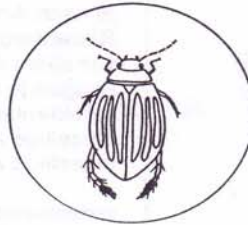
Fadenalgen



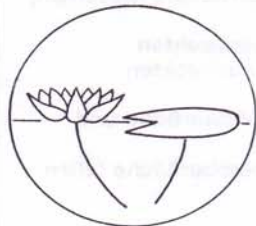
Kaulquappe



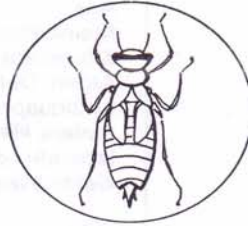
einzellige Alge



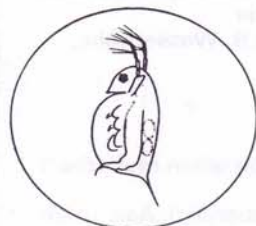
Schwimmkäfer



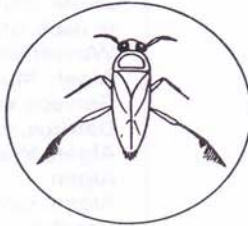
Seerose



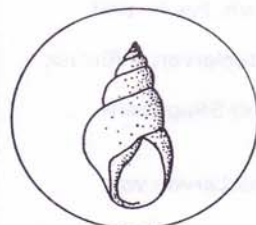
Libellenlarve



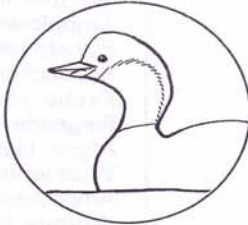
Wasserfloh



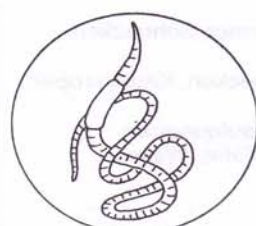
Rückenschwimmer



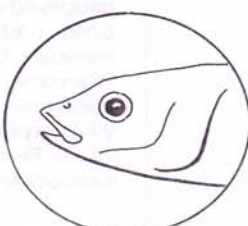
Wasserschnecke



Zwergtaucher

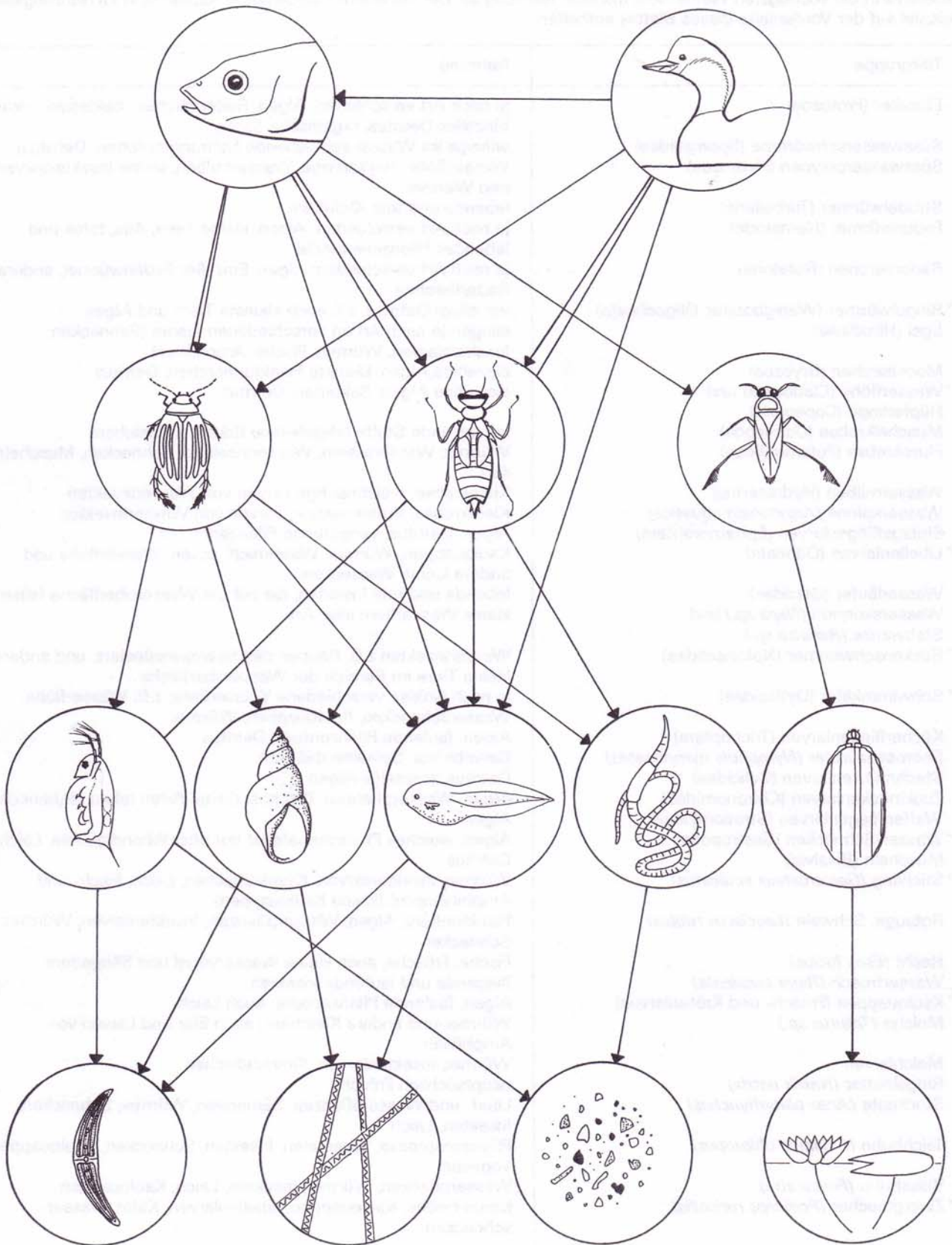


Ringelwurm



Stichling

Nahrungsnetz



Fragebögen vorher (Schüler und Eltern)

Fragebogen zum Versuchsmodell Aquaponic
von Vanessa Albin und Richard Bamert



Beantworten Sie folgende Fragen:

1. Kennen Sie ein System von Wechselwirkungen zwischen Fischen und Pflanzen?

- Ja
- Nein, keine Idee

2. Wenn ja, wo ist diese Einrichtung zu finden und wie nennt sich dieses System?

Name:

Ort:

3. Warum werden weltweit zunehmend Fische in Aquakulturen produziert?

- Es gibt keine Berufsfischer mehr
- In natürlichen Gewässern sind die Fischarten geschützt
- Es gibt nicht mehr genügend Fische in unseren Seen

4. Was verstehen Sie unter dem Begriff Ökosystem?

.....
.....

5. Kennen Sie den Begriff Umweltverschmutzung und Recycling?

.....
.....

6. Halten Sie sich für einen umweltbewussten Menschen, achten also darauf Müll zu vermeiden, sowie umweltverträgliche Produkte zu verwenden?

- Ja, ich halte mich für einen umweltbewussten Menschen.
- Ich nehme es mir immer wieder vor, halte es aber nicht durch.
- Nein, ich achte nicht speziell auf solche Kriterien.
- Das Thema ist mir egal.
- Weiß nicht

Fragebogen zum Versuchsmodell Aquaponic
von Vanessa Albin und Richard Bamert



7. Trennen Sie Ihren Haushaltsmüll?

- Wir haben für jede Müll-Art einen Behälter.
- Wir trennen nur bestimmte Dinge z.B. Papier und Glas.
- Wir haben für unseren Haushaltsmüll nur einen Behälter.
- Keine Angabe

8. Welche Methoden kennen Sie für die Düngung von Pflanzen ohne Chemie?

.....
.....

9. Wie könnte man Wasser reinigen ohne Anwendung von Chemikalien?

.....
.....

10. Kennen Sie den geschlossenen Wasserkreislauf (auf der Erde) und eine praktische Anwendung?

.....
.....

11. Welche Substanzen dienen den Pflanzen als Nahrung?

.....
.....

12. Aquaponic ist ein System, welches Wasser recycelt und somit Fische und Pflanzen gleichzeitig ernährt. Was halten Sie davon?

.....
.....

Fragebögen danach

Schlusstest und Evaluation der Semesterarbeit
von Vanessa Albin und Richard Bamert, SLI 03-04



Beantworte bitte folgende Fragen:

1. In Wergenstein gibt es das Restaurant Vizan. Dort werden mit Abwasser verschiedene Kräuter und Gemüsesorten produziert und im (gleichen) Wasser Fische gezüchtet.

a) Wie ist so etwas möglich?

.....
.....
.....

b) Wie nennt man die Einrichtung?

.....

c) Was gefällt dir gut an diesem System?

.....
.....

d) Was stört dich dabei, oder wo hast du so deine Bedenken?

.....
.....

2. Was ist notwendig, damit ein Ökosystem erhalten bleibt?

.....
.....

3. Kreuze an, wo Recycling zutrifft.

- Verwendung von altem Bauholz
- Einschmelzen von sortiertem Altglas
- Alte Kleider des älteren Geschwisters tragen
- Freitagstaschen herstellen

Schlussfest und Evaluation der Semesterarbeit
von Vanessa Albin und Richard Bamert, SLII 03 04



4. Wie würdest du jemandem das Wort Recycling erklären, damit er oder sie auch weiss wieso das nötig ist?

.....

5. Halten Sie sich für einen umweltbewussten Menschen, achten also darauf Müll zu vermeiden, sowie umweltverträgliche Produkte zu verwenden?

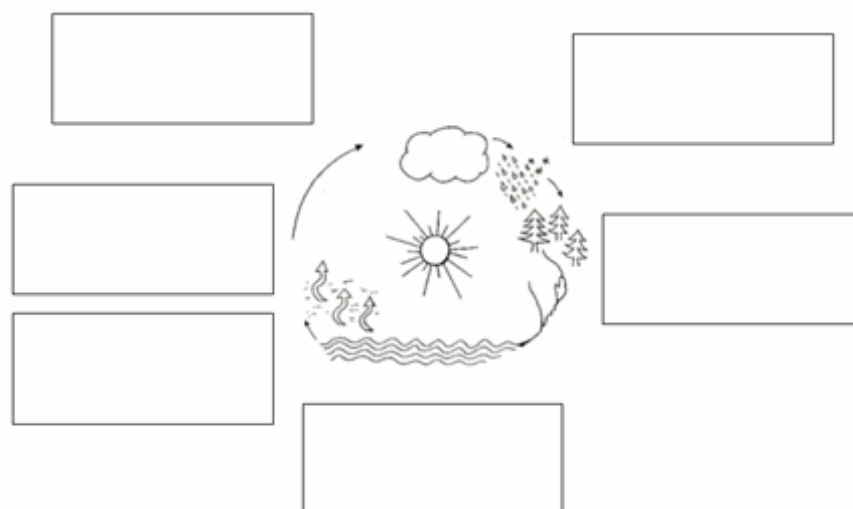
- Ja, ich halte mich für einen umweltbewussten Menschen.
- Ich nehme es mir immer wieder vor, halte es aber nicht durch.
- Nein, ich achte nicht speziell auf solche Kriterien.
- Das Thema ist mir egal.
- Weiß nicht

8. Was benötigt eine Pflanze um sich zu ernähren? Zähle auf was dir einfällt.

.....

9. Versuche das folgende Schema zu beschriften. Setze dabei die Wörter **Niederschläge**, **Verdunstung**, **Quelle**, **Meer**, **Versickerung**, **Wind**, **Fluss**, **Kondensation** und **Bach** in die richtige Reihenfolge.

Der Kreislauf des Wassers



Fragebögen der Bevölkerung

Fragebogen zur Semesterarbeit von
Vanessa Albin und Richard Bamert, SUI 03_04



Fragebogen der Bevölkerung: 30.05.05

Ort: _____

Anzahl befragte Personen: (min.5) _____

1. Kennen Sie ein System von Wechselwirkungen zwischen Fischen und Pflanzen?

Ja.....

Nein, keine Idee.....

2. Wenn ja, wo ist diese Einrichtung zu finden und wie nennt sich dieses System?

Name: (aquaponic)

Ort: (Wergenstein)

(Schule Donat).....

Wissen nicht:

3. Warum werden weltweit zunehmend Fische in Aquakulturen produziert?

- Es gibt keine Berufsfischer mehr
- In natürlichen Gewässern sind die Fischarten geschützt
- Es gibt nicht mehr genügend Fische in unseren Seen

4. Düngen Sie ihre Wiesen /Garten, wenn ja womit?

.....

.....

.....

.....

Fragebogen zur Semesterarbeit von
Vanessa Albin und Richard Bamert, SUI 03_04



5. Gibt es Gefahren bei Überdüngung, wenn ja welche?

.....
.....
.....
.....
.....

6. Achten Sie darauf Wasser zu sparen, wenn ja wie?

.....
.....
.....
.....
.....

7. Trennen Sie Ihren Haushaltsmüll?

- Wir haben für jede Müll-Art einen Behälter.
- Wir trennen nur bestimmte Dinge z.B. Papier und Glas.
- Wir haben für unseren Haushaltsmüll nur einen Behälter.
- Keine Angabe

8. Wie könnte man Wasser reinigen ohne Anwendung von Chemikalien?

.....
.....

Fragebogen zur Semesterarbeit von
Vanessa Albin und Richard Bamert, SUI 03_04



9. Aquaponic ist ein System, welches Wasser recyclet und somit Fische und Pflanzen gleichzeitig ernährt. Was halten Sie davon?

.....
.....

10. Was macht der Süßwasseranteil der Gesamtwassermenge auf der Erde aus? In %

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Kontrollblätter Aquaponic**Woche 14**

Kriterien:	Blätter	Wachstum (in cm)	Blüten	Früchte	Besonderes
Tomaten					
1	gut	65	ja	/	
2	gut	70	ja	/	
Kontrolle					
1	gut	44	ja	/	
2	gut	44	ja	/	
Basilikum					
1	gut, heller	39	/	/	
2	gut, heller	38.5	/	/	
Kontrolle					
1	violett-grün	37	ja	/	reifer, kleiner
Wasserlinse					
Versuchspfl.	manche braun	/	/	/	sind immer auf einem Haufen = Wirbel des Wassers
Kontrolle	manche braun	/	/	/	
Banane					
1	schlapp	49	/	/	schlapp

Kriterien:	Aktivität	Verhalten	Essen	Wachstum	Besonderes
Fische					
1	ruhig	ständig bei der Heizung	gut		viel versteckt
2/5	ruhig		gut		

Woche 15

Kriterien:	Blätter	Wachstum (in cm)	Blüten	Früchte	Besonderes
Tomaten					
1	gut	98	ja	4	
2	gut	92	ja	/	
Kontrolle					
1	gut	86	ja	/	
2	gut	80	ja	/	
Basilikum					
1	keine violette Farbe mehr = Blätter werden heller	48	ja	/	Blüten wurden weg genommen
2		45	ja	/	
Kontrolle					
1		46	ja	/	
Wasserlinse					
Versuchspfl.	mehrere braun	/	/	/	
Kontrolle	manche braun	/	/	/	besser
Banane					
1	besser	50	/	/	besser
Kriterien:	Aktivität	Verhalten	Essen	Wachstum	Besonderes
Fische					
1	ruhig	ständig bei der Heizung	gut		
2/5	ruhig		gut		

Woche 16

Kriterien:	Blätter	Wachstum (in cm)	Blüten	Früchte	Besonderes
Tomaten					
1	etwas schlapp	102	ja	4	Tomaten mit H2O überfüllt = Abfluss verstopft. Folge schlappe Blätter
2	etwas schlapp	108	ja	2	
Kontrolle					
1	gut	89	ja	/	
2	gut	81	ja	/	
Basilikum					
1	immer heller	55	/	/	
2	immer heller	52	/	/	
Kontrolle					
1	dünkler als Versuchspfl.	50	/	/	Wachstum erfolgt in die Höhe
Wasserlinse					
Versuchspfl.	braun grau	/	/	/	Filterverstopfung = Überschwemmungsgefahr
Kontrolle	grüner	/	/	/	sehen besser aus
Banane					
1	gut	50	/	/	Blätter sind wieder aufrecht

Kriterien:	Aktivität	Verhalten	Essen	Wachstum	Besonderes
Fische					
1	ruhig	immer bei der Heizung	gut	etwa gleich	Algenwachstum auf Glasscheibe des Aquariums
2/5	ruhig	scheu	gut	etwa gleich	

Woche 19

Kriterien:	Blätter	Wachstum (in cm)	Blüten	Früchte	Besonderes
Tomaten					
1	etwas schlapp	160	ja	9	fast verstopft wegen viele Wurzeln. Es wurden neue Löcher gebort
2	etwas schlapp	160	ja	5	
Kontrolle					
1	gut	118	ja	ganz klein	
2	gut	118	ja	ganz klein	
Basilikum					
1	immer heller	60	/	/	
2	immer heller	60	/	/	
Kontrolle					
1	düнкler als Versuchspflanze	56	/	/	
Wasserlinse					
Versuchspfl.	braun grau	/	/	/	Filterverstopfung = Überschwemmungsgefahr
Kontrolle	grüner	/	/	/	
Banane					
1	gut	50	/	/	
Kriterien:	Aktivität	Verhalten	Essen	Wachstum	Besonderes
Fische					
1	ruhig	immer bei der Heizung	gut	grösser	
2	ruhig	scheu	gut	grösser	
3/5	ruhig	scheu	gut	immer gleich	

Woche 20

Kriterien:	Blätter	Wachstum (in cm)	Blüten	Früchte	Besonders
Tomaten					
1	teilweise verwelckt	180	ja	13	80 cm Schnitt der Spitzen
2	teilweise verwelckt	180	ja	5	
Kontrolle					
1	gut	120	ja	3	
2	gut	120		3	
Basilikum					
1	hell	66	/	/	
2	hell	66	/	/	
Kontrolle					
1	dünkler	68	ja	/	
Wasserlinse					
Versuchspfl.	braun		/	/	verstopfung Filter und Schleuche, Verlust durch Überschwemmungen
Kontrolle	grün/braun		/	/	werden immer weniger
Banane					
1		50	/	/	
Kriterien:	Aktivität	Verhalten	Essen	Wachstum	Besonders
Fische					
1/5	ruhig	scheu	essen nur in der Nacht		Glasscheibe mit Algenbewuchs

Woche 21

Kriterien:	Blätter	Wachstum (in cm)	Blüten	Früchte	Besonderes
Tomaten					
1	etwas braun	100	/	13	
2	etwas braun	100	/	6	
Kontrolle					
1	gut	140	ja	3	
2	gut	140	ja	3	
Basilikum					
1	hell	66	/	/	Wachstum erfolgt in die Breite
2	hell	66	/	/	
Kontrolle					
1	dunkler	72	ja	/	Wachstum erfolgt in die Höhe
Wasserlinse					
Versuchspfl.	fast alle braun = tot	/	/	/	
Kontrolle	neue gewachsen	/	/	/	nur die Sorte Lemna triculca ist wieder gewachsen
Banane					
1		50	/	/	Ränder der Blätter werden braun
Kriterien:	Aktivität	Verhalten	Essen	Wachstum	Besonderes
Fische					
1	ruhig	immer bei der Heizung	gut	grösser	Abwisch der sich am Glasschibe gebildeten Algen
2	ruhig	scheu	gut	grösser	
3/5	ruhig	scheu	gut	etwa gleich	

Woche 22

Kriterien:	Blätter	Wachstum (in cm)	Blüten	Früchte	Besonders
Tomaten					
1	etwas schlapp	102	/	14	Tomaten werden rötlich
2	etwas schlapp	100	/	6	
Kontrolle					
1	gut	144	/	3	
2	gut	145	/	4	
Basilikum					
1	hell	68	ja	/	Wachstum erfolgt in die Breite
2	hell	68	ja	/	
Kontrolle					
1	dünkler	76	ja	/	Wachstum erfolgt in die Höhe
Wasserlinse					
Versuchspfl.	fast alle braun = tot	/	/	/	
Kontrolle	neue gewachsen	/	/	/	nur die Sorte Lemna triculca ist wieder gewachsen
Banane					
1		50	/	/	
Kriterien:	Aktivität	Verhalten	Essen	Wachstum	Besonders
Fische					
1	ruhig	immer bei der Heizung	gut	grösser	sehr sauberes Wasser
2	ruhig	scheu	gut	grösser	
3/5	ruhig	scheu	gut	etwa gleich	

Woche 23

Kriterien:	Blätter	Wachstum (in cm)	Blüten	Früchte	Besonderes
Tomaten					
1	teilweise braun	114	/	15	Pflanzenspitzen geschnitten = reduziertes Höhenwachstum
2	teilweise braun	110	/	7	
Kontrolle					
1	gut	150	ja	3	
2	gut	150	ja	4	
Basilikum					
1	hell	70		/	Wachstum erfolgt in die Breite
2	hell	70	ja	/	
Kontrolle					
1	düнкler	85	/	/	Wachstum erfolgt in die Höhe
Wasserlinse					
Versuchspfl.	alle tot	/	/	/	
Kontrolle	fast alle tot	/	/	/	
Banane					
1		50	/	/	
Kriterien:					
	Aktivität	Verhalten	Essen	Wachstum	Besonderes
Fische					
1					am Sa. 28.05.05 gestorben
2	ruhig	scheu	gut	grösser	
3/5	ruhig	scheu	gut	etwa gleich	

Woche 24

Kriterien:	Blätter	Wachstum (in cm)	Blüten	Früchte	Besonderes
Tomaten					
1	teilweise braun	120	/	15	etwa verwelkt
2	teilweise braun	115	/	7	
Kontrolle					
1	gut	155	ja	3	
2	gut	153	ja	4	
Basilikum					
1	hell	70	/	/	Wachstum erfolgt in die Breite
2	hell	70	/	/	
Kontrolle					
1	düнкler	95	ja	/	Wachstum erfolgt in die Höhe
Wasserlinse					
Versuchspfl.	alle tot	/	/	/	
Kontrolle	fast alle tot	/	/	/	
Banane					
1		50	/	/	
Kriterien:	Aktivität	Verhalten	Essen	Wachstum	Besonderes
Fische					
1					
2	ruhig	scheu	gut	grösser	
3/5	ruhig	scheu	gut	etwa gleich	

Wasserqualität

Versuch Donat

Datum	Wasser	
	Tepmeratur	pH-Wert
Wo 14	23°C	7
	24°C	7
	25°C	6.5
	25°C	7
	22°C	7
Wo 15	22°C	7
	22°C	7
	25°C	6.5
	21°C	7
	22°C	7
Wo 16	23°C	7
	22°C	7
	21°C	7
	23°C	7
	23°C	7
Wo 17	23°C	7
	22°C	7.5
	23°C	7.5
	24°C	7
	23°C	7
Wo 18	23°C	7.5
	24°C	7
	23°C	7
	22°C	7.5
	22°C	7.5
Wo 19	22°C	7
	22°C	7
	25°C	7
	25°C	7
	22°C	7.5

Datum	Wasser	
	Tepmeratur	pH-Wert
Wo 20	22°C	7
	22°C	6.5
	24°C	6.5
	23°C	7
	22°C	7
	24°C	7
Wo 21	23°C	7
	21°C	7
	23°C	7
	22°C	7
	23°C	7
	22°C	7
Wo 22	23°C	7
	22°C	7
	21°C	7.5
	21°C	7
	22°C	7
	23°C	7
Wo 23	22°C	7.5
	22°C	7.5
	21°C	7
	20°C	7
	22°C	7
	21°C	7
Wo 24	22°C	7
	21°C	7
	22°C	7
	22°C	7
	21°C	7
	24°C	7.5
Wo 25	Versuchsschluss	

Wasserqualität: Probelauf HsW

	Wasser		Bemerkungen
	Temperatur	pH	
18.03.2005	28°C	7	Fischeneinsetzen
Woche 12	25°C	6.5	1 L H2O hinzu
	23°C	7	
	22°C	6.8	
	21°C	7	
Woche 13	23.5°C	7.5	8 L H2O hinzu Tomaten wunderbar mit erste Blüte
	22.5°C	7	6 L H2O hinzu
	26°C	7.25	Banane welken
	26°C	6.75	Banane etwas von H2O entfernt

Tabelle Nitrit – Ammonium – Gehalt

	Nitrit Gehalt (NH4)	Ammonium Gehalt (NO2)	Datum
	mg/l	mg/l	
Wo 14	0.033	0.035	04.04.2005
Wo 15	/	/	11.04.2005
Wo 16	0.092	0.067	18.04.2005
Wo 17	/	/	/
Wo 18	/	/	/
Wo 19	0.033	0.027	09.05.2005
Wo 20	/	/	/
Wo 21	/	/	23.05.2005
Wo 22	0.053	0	30.05.2005
Wo 23	/	/	/
Wo 24	/	/	/
Wo 25	/	/	20.06.2005

Abbildung Legende

Abb. 1: Aquaponic-System in Wergenstein	5
Abb. 2: Versuchsplan vorher	16
Abb. 3: Versuchsplan nachher	17
Abb. 4: Unterrichtsplan	17
Abb. 5: Beginn des Aufbaues Abb. 6: Ende des Aufbaues	18
Abb. 7: Hammerwettbewerb	23
Abb. 8: Systemaufbau Abb. 9: Systemaufbau	24
Abb. 10: Anlage Donat Abb. 11: Versuchskontrolle	29
Abb. 12: Versuchstomaten Abb. 13: Kontrolltomaten	30
Abb. 14: Herausragende Wurzeln Abb. 15: Herausradende Wurzeln	30
Abb. 16: Versuchsbasilikum Abb. 17: Kontrollbasilikum	32
Abb. 18 Basilikumblätter Abb. 19: Wasserzufluss	32
Abb. 20: Versuchslinsen Abb. 21: Kontrolllinsen	33
Abb. 22: Versuchslinsen Abb. 23: Versuchslinsen	33
Abb. 24: Versuchslinsen Abb. 25: Kontrollpflanzen	33
Abb. 26: Bananenpflanze Abb. 27: Bananenpflanze	35
Abb. 28: Eignungsdiagramm	36
Abb. 29: Temperatur und pH-Werte	38
Abb. 30: Nitrit-/Ammonium-Gehalt	38
Abb. 31: Auswertung der Kindereinstellung	39
Abb. 32: Lernerfolgdiagramm	41

Quelle

- Anon. (1995): Grün ist Leben, BdB Handbuch Wildgehölze, 7. Auflage, Verlagsgesellschaft "Grün ist Leben" mbH, Pinneberg
- Anon. (1997): Siedlungsexpansion und Kulturlandverlust, Pressemitteilung des Bundesamtes für Statistik, www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/infothek/lexikon/bienvenue___login/blank/zugang_lexikon.topic.1.html
- Anon. (2004): Vandalismus ist Sport für Jugendliche, 20minuten vom 20. Oktober 2004, S. 9
- Anon.: Kräuter-Fibel, Informationen zu Kräutern und deren Anbau, Stand am 30. November 2004, www.oswald.ch/cm-osw/de/Consulting/Vegetables/Kuechenkraeuter_2col.htm
- Anon.: Lehrplan der Stufe Primarschule für den Kanton Graubünden, Stand am 30. Oktober 2004, www.erz.gr.ch/bildung/lehrplaene
- Gebhard, U. (2001): Kind und Natur, 2. Auflage, Westdeutscher Verlag, Wiesbaden
- Gugerli-Dolder, B., Hüttenmoser, M., et al. (2004): Was Kinder beweglich macht, Verlag Pestalozzianum, Zürich
- Vester, F., (1991): Unsere Welt – ein vernetztes System, 7. Auflage, Deutscher Taschenbuchverlag GmbH&Co. KG, München
- Keller, F., et. al. (1986); 100 Gemüse, 1. Auflage, Verlag Landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale, Zollikofen
- Kremer, B.P., (1994): Giftpflanzen in Haus, Garten und Natur, Franckh-Kosmos Verlags GmbH, Stuttgart
- Matthias, T., et al. (1997): Der Schulgarten, historisch betrachtet und heute, www.uni-koblenz.de/~ubze/praxis/schulgarten/1sachanalyse-B.html
- Pappler, M., Witt, R. (2001): Natur-Erlebnis-Räume, Kallmeyer, Seelze-Velber
- Soland, N. (2004): 75 Prozent der Kinder bewegen sich nur dann, wenn sie müssen, Tages-Anzeiger vom 5. November 2004, S. 15
- Stöcklin- Meier, S. (2001): Naturspielzeug, 2. Auflage, Verlag Pro Juventute, Zürich