

**Diplomarbeit**

# **Aquaponik - Ein innovatives Kreislaufsystem in der Land- und Fischereiwirtschaft**

Josef Triebel  
Thomas Schützenhofer

Schule

HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Schulart

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft

Fachrichtung/Ausbildungsschwerpunkt

Agrarmanagement

Titel der Diplomarbeit

Aquaponik - Ein innovatives Kreislaufsystem in der Land- und Fischereiwirtschaft

Verfasser/innen

Thomas Schützenhofer

Josef Triebel

Betreuer/innen

DI Renate Mayer

Projektpartner/innen

Eingabe von Projektpartner/Innen (Mit Zeilenschaltung)

Verfasst im

März 2023

## Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorgelegte Diplomarbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche erkenntlich gemacht habe. Weiters stimme ich zu, dass die Inhalte der Arbeit von den Betreuern der Diplomarbeit und von der HBLFA Raumberg-Gumpenstein für Publikationen und Vorträge uneingeschränkt verwendet werden dürfen.

Raumberg-Gumpenstein, am 30. März 2023



.....  
Thomas Schützenhofer



.....  
Josef Triebel

## Vorwort und Danksagung

In unserer Diplomarbeit haben wir ein Thema behandelt, welches der Landwirtschaft ermöglichen kann, klimafreundlich zu produzieren.

Wir wählten das Thema Aquaponik, um zu untersuchen, ob diese Produktionsform eine Zukunft in Österreich hat.

Ohne die Mithilfe einiger Personen wäre diese Diplomarbeit nicht zustande gekommen. Wir wollen uns in erster Linie bei Frau DI Renate Mayer bedanken, die unsere Diplomarbeit betreut und uns immer tatkräftig unterstützt hat.

Weiteres möchten wir uns bei der Familie Schützenhofer bedanken, die den Platz für die Versuchsanlage zur Verfügung stellte. Ein großer Dank gilt auch Herrn Andreas Salmhofer, der uns als Fischexperte im Umgang mit den Fischen sehr hilfreiche Tipps gab und die Fische für den Versuch zur Verfügung stellte.

Zuletzt wollen wir uns auch bei unseren Familien bedanken, die es uns ermöglichten, die HBLFA Raumberg- Gumpenstein zu besuchen.

*Thomas Schützenhofer*

*Josef Triebel*

## Zusammenfassung

Diese Diplomarbeit beschäftigt sich mit der Handhabung von Aquaponik Anlagen für die Kultivierung von Gemüsepflanzen im Verbund mit der Haltung von Fischen.

Um die Effektivität einer Aquaponik-Anlage zu überprüfen, wurde in St. Margarethen/Raab in der Steiermark eine Versuchsanlage aufgebaut. Neben der Errichtung der Anlage und der Dokumentation der Versuche im Zusammenhang mit den regelmäßigen Arbeitsschritten konnten auch die Kosten einer solchen Anlage ermittelt und die ungefähre Produktionsmenge bestimmt werden. Die Arbeit umfasst einen Überblick der rechtlichen Grundlagen zum Betrieb der Aquaponik-Anlage und weitere allgemeine Informationen über die verschiedenen Systeme und ihren Betrieb.

In einer Umfrage mit 26 Personen wurden die Probanden zum Thema „Aquaponik“ befragt und gleichzeitig mit Informationen über dieses Kreislaufsystem von Fischen und Pflanzen unterrichtet. Die Umfrage ergab, dass der aktuelle Wissenstand der Gesellschaft über das Thema Aquaponik sehr gering, das Interesse an der Thematik und ihren Produktionsmöglichkeiten jedoch erstaunlich hoch ist. Es konnte in Erfahrung gebracht werden, dass der Aufbau und der Einsatz einer solchen Anlage von den meisten Probanden derzeit nicht in Betracht gezogen wird. Das liegt vor allem am Mehraufwand der Betreuung der Fische.

Das Ergebnis der Versuche hat ergeben, dass mit dem erprobten Aquaponik-System die Möglichkeit besteht, eine Familie ganzjährig mit Salat aus eigener Produktion zu versorgen. Dennoch sind die Kosten für die Errichtung der Anlage hoch, wobei das Lava Mulch als größter Kostenfaktor zu berücksichtigen ist. Um den Kosten-Nutzenfaktor und die Arbeitsabläufe zu optimieren, müssten weitere Versuche mit anderen Substraten und Anlagensystemen durchgeführt werden.

## Summary

### *Aquaponic: an innovation circulatory system*

This diploma thesis deals with the handling of aquaponic systems for the cultivation of vegetables in combination with the keeping of fish.

To check the effectiveness, a pilot system was set up in St. Margarethen/Raab in Styria. In addition to the construction of the facility and the documentation of the tests in connection with the regular work steps, the costs of the specific ebb and flow system could also be determined. The thesis includes an overview of the laws for the operation of the aquaponics systems and further general information about the various systems and their operation.

In a survey with 26 people, the test persons were asked about "aquaponics" and at the same time informed about this circulatory system of fish and plants. The survey showed that the society current level of knowledge about aquaponics is very low, but the interest in this topic and its production possibilities is surprisingly high. It was experienced that the construction and use of such a system is currently not being considered by most of the test persons. This is mainly due to the additional effort of looking after the fish.

The result of the tests has shown that with the proven aquaponic system it is possible to supply a family with vegetables from its own production all year long. Nevertheless, the costs for the construction of the system are high. The largest cost factor is the lava mulch. In order to optimize the cost-benefit factor and workflows, further tests would have to be implemented with other substrates and plant systems.

# Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung.....	III
Vorwort und Danksagung.....	IV
Zusammenfassung.....	V
Summary .....	VI
Inhaltsverzeichnis.....	VII
Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen.....	X
1 Einleitung und Stand des Wissens .....	14
1.1 Ideenfindung .....	14
1.2 Wissenstand .....	14
1.2.1 Definition .....	14
1.2.2 Geschichte .....	15
1.2.3 Komponenten eines Systems .....	15
1.2.4 Varianten .....	16
1.2.4.1 Dochtsystem .....	17
1.2.4.2 Tropfsystem .....	17
1.2.4.3 Nährstoff- Film-Technik .....	18
1.2.4.4 Tiefwasser-Kulturen.....	19
1.2.4.5 Aeroponik .....	19
1.2.4.6 Ebbe-Flut-System.....	20
1.2.5 Stickstoffkreislauf im System.....	20
1.2.6 Umweltaspekte.....	21
1.3 Rechtliche Grundlagen und gestellte Mindestanforderungen.....	22
1.3.1 Umweltrecht.....	22
1.3.2 Wasserrecht.....	23
1.3.3 Naturschutz und Fischerei .....	23
1.3.4 Tierhaltungsverordnung .....	23
1.3.5 Leitlinien für die Errichtung von Aquakulturen .....	24
1.3.6 Teichanlagen.....	25
1.4 Fördersysteme in Österreich .....	26

1.4.1	Warum ist Aquaponik nicht Bio? .....	26
1.4.2	Fakten zur österreichischen Fischproduktion .....	26
2	Motivationsgründe für Aquaponik.....	27
2.1	Ökologische Motivationsgründe .....	28
2.2	Ökonomische Motivationsgründe.....	29
3	Fragestellungen und Ziele .....	31
4	Material und Methoden.....	32
4.1	Aufbau der Versuchsanlage.....	32
4.1.1	Auswahl der Nutzpflanzen.....	34
4.1.2	Fischbesatz.....	36
4.1.3	Arbeitsaufwand .....	37
4.1.3.1	Tägliche Arbeiten .....	37
4.1.3.2	Arbeiten alle zwei Wochen .....	37
4.1.3.3	Monatliche Arbeiten.....	37
4.2	Umfrage.....	38
5	Ergebnisse und Diskussion .....	42
5.1	Ergebnisse der Versuchsanlage .....	42
5.1.1	Kosten.....	42
5.1.2	Ertrag .....	43
5.1.3	Bewertung der Gesamtanlage .....	44
6	Empfehlungen für Aquaponik-Systeme .....	44
6.1	Herausforderungen an das System .....	44
6.2	Ökologische Herausforderungen.....	44
6.2.1	Fischzucht .....	44
6.2.2	Management gegen Schädlinge und Krankheiten.....	45
6.2.3	Biokontrollen .....	46
6.2.4	Kreislaufsystem.....	46
6.3	Ökonomische Herausforderungen .....	47
6.3.1	Laufende Kosten .....	47
6.3.2	Energiekosten .....	47
7	Schlussfolgerungen und Ausblick.....	49
8	Literaturverzeichnis.....	50
9	Anhang .....	54



9.1 Umfrage bezüglich Aquaponik .....	54
9.2 Worterklärungen .....	55

## Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen

### **Abbildungen**

Abbildung 1: Dochtsystem überarbeitet von Schützenhofer 2022.....	17
Abbildung 2: Tropfsystem überarbeitet von Schützenhofer 2022 .....	18
Abbildung 3: Nährstoff- Film- System überarbeitet von Schützenhofer 2022 .....	18
Abbildung 4: Tiefwasser Kulturen überarbeitet von Schützenhofer 2022 .....	19
Abbildung 5: Aeroponik überarbeitet von Schützenhofer 2022.....	19
Abbildung 6: Ebbe-Flut-System überarbeitet von Schützenhofer 2022 .....	20
Abbildung 7: Nährstoffkreislauf überarbeitet Schützenhofer 2022 .....	21
Abbildung 8: Verkauf von den unterschiedlichen Bundesländern, BML, 2022 .....	27
Abbildung 9: Fertig aufgebaute Versuchsanlage (Foto Schützenhofer 2022) .....	34
Abbildung 10: Pflanzbecken vor der Bestückung (Foto Schützenhofer 2022).....	35
Abbildung 11: Bestücktes Pflanzbeet (Foto Schützenhofer 2022).....	35
Abbildung 12: Fischtank (Foto Schützenhofer 2022) .....	36
Abbildung 13: Frage 1 .....	39
Abbildung 14: Frage 2 .....	39
Abbildung 15: Frage 3 .....	40
Abbildung 16: Frage 4 .....	40
Abbildung 17: Frage 5 .....	41
Abbildung 18: Wiegung der Salate (Foto Schützenhofer 2022).....	43

**Tabellen**

Tabelle 1: Vergleiche der Aquaponik-Systeme überarbeitet Thomas Schützenhofer  
2022..... 32

Tabelle 2: Kosten und Material (Thomas Schützenhofer 2022)..... 42

Tabelle 3: Erträge (Thomas Schützenhofer 2022)..... 43

**Abkürzungsverzeichnis**

GewO .....	Gewerbeordnung
St. ....	Sankt
WRG .....	Wasserrechtsgesetz
iSd .....	im Sinne des
DI.....	Diplomingenieur
u.a. ....	unter anderem
z.B. ....	zum Beispiel
bzw. ....	beziehungsweise
d.h.....	das heißt
ÖFV .....	Österreichischer Fischerverband
cm .....	Zentimeter
CO <sub>2</sub> .....	Kohlenstoffdioxid
l .....	Liter
kg .....	Kilogramm
iVm.....	In Verbindung mit
% .....	Prozent
Afa .....	Abschreibung für Abnutzung
m <sup>2</sup> .....	Quadratmeter
HBLFA.....	Höhere Bundeslehr und Forschungsanstalt

IBC.....	Intermediate Bulk Container
UVP .....	Umweltverträglichkeitsprüfung
Abs .....	Absatz
§ .....	Paragraphen
t/a .....	Tonnen pro Jahr
VDI .....	Verein Deutscher Ingenieure
AEV.....	Abwasseremissionsverordnung
µs .....	Mikrosekunde
max. ....	maximal
Mrd .....	Milliarden
Temp.....	Temperatur
ha .....	Hektar

# **1 Einleitung und Stand des Wissens**

## **1.1 Ideenfindung**

Die Idee für diese Diplomarbeit entstand während des Englischunterrichts. Zum Thema Klimaschutz sollten die Schülerinnen und Schüler online über bereits vorhandene alternative Produktionen von Lebensmitteln, die sowohl ökologisch als auch ökonomisch interessant sind, befassen. Bei unserer Recherche über verschiedene Technologien weckte das Thema Aquaponik und seine vielfältigen Systeme und Anwendungen unser Interesse. Dieses Thema wollten wir dann im Rahmen unserer Diplomarbeit testen.

Durch Recherchen gewannen wir detaillierte Erkenntnisse über Aquaponik-Systeme für die Kreislaufwirtschaft. Dabei können Fische und Pflanzen eine Symbiose bilden, welche die Pflanzenproduktion und Fischzucht auf engstem Raum ermöglicht. Platzsparende Systeme werden in Zukunft wichtiger, denn immer weniger Ressourcen stehen zu Verfügung. Innovative, kostengünstige Lösungen für eine lokale Nahrungsmittelproduktion mit geringem Arbeitsaufwand im privaten Bereich werden genauer untersucht.

## **1.2 Wissenstand**

### **1.2.1 Definition**

Das Wort setzt sich aus Aquakultur und Hydroponik zusammen. Dabei steht Aquakultur für die Fischzucht und Hydroponik für die Pflanzenzucht. Dabei werden bei der Aquaponik die Vorteile beider Verfahren kombiniert und somit ein nachhaltiges Kreislaufsystem geschaffen. Das Grundprinzip besteht darin, dass der Kot der Fische den Pflanzen als Dünger dient und die Fische dadurch wieder sauberes Wasser haben. Man muss lediglich Fischfutter dem Kreislauf zuführen und kann damit große Mengen an externen Ressourcen sparen.

(Tidwell, 2012)

### 1.2.2 Geschichte

1985 wurde eines der ersten kommerziellen Aquaponik-Systeme von McMurtry und Sanders entwickelt. Bei ihrem System verwendeten sie Tilapia-Buntbarsche, wo sie die Ausscheidungen von den Fischen auf Sandfiltern für die Aufzucht von Tomatenpflanzen aufarbeiteten. Die geschaffene Grundlage von McMurtry und Sanders wurde von der University of Virgin Island in einem speziellen Forschungsprogramm weiterentwickelt. Heute gibt es Aquaponik-Systeme von kleinen Systemen bis zu Großanlagen, die kommerziell genutzt werden. Die Systeme findet man heutzutage sowohl in Entwicklungsländern als auch in Industrieländern.

(McMurtry, 1997)

2011 entstand in Basel, Schweiz die weltweit erste kommerzielle Aquaponik-Anlage. Die Anlage wurde auf einem Lokdepot, welches 250 m<sup>2</sup> Fläche hatte, gebaut. Das Abwasser dieser Anlage wurde für den Gemüsebau als Dünger verwendet. Die Errichtungskosten der Anlage umfassten eine Million Franken, umgerechnet 915.000 Euro. Das Projekt war zuerst vielversprechend doch warf zu wenig Gewinn ab. Die Anlage produzierte im ersten Jahr rund 850 kg Fisch und fünf Tonnen Gemüse. Die Organisatoren schlugen eine andere Richtung ein und bauten statt den gewohnten Pflanzen Hanf an, da dieser ertragreicher war, doch die Investoren bzw. Geldgeber beendeten daraufhin die Zusammenarbeit und die Anlage musste eingestellt werden.

(über Land, 2014)

### 1.2.3 Komponenten eines Systems

Grundsätzlich besteht jedes Aquaponik-System aus ähnlichen Bauelementen. Das sind geeignete Fischbehälter, Pflanzenbecken, Pumpen und bei dem Ebbe-Flut System ein geeigneter Siphon mit Schläuchen.

Für den Fischtank werden oft Intermediate Bulk (IBC) Container verwendet. Durch das äußere Metallgerüst sind diese Tanks sehr stabil und halten den Wasserdruck gut stand. Zusätzlich wird der obere Teil abgetrennt und man kann diesen dann als Pflanzbecken benutzen. Dennoch sollte man nur Behälter verwenden, in denen keine Chemikalien gelagert wurden und der IBC Container darf keine Weichmacher enthalten. Weiteres muss je nach Anzahl der eingesetzten Fische die Größe des Beckens beachtet werden.

Im Gegensatz zum Fischbecken werden beim Pflanzenbecken teilweise auch mehrere kleinere Behälter verwendet. Das Pflanzbecken dient aber nicht nur als Lebensraum für die Pflanzen, sondern auch als Filter. Bei der Verwendung von mehreren kleinen Becken wird der Wasserstand im Fischbecken besser gesteuert. Dennoch gibt es auch hier ein paar grundlegende Dinge zu beachten. Zum Beispiel sollte man Behälter nehmen, die auch frei von Chemikalien und Weichmachern sind. Weiteres darf das Pflanzbecken eine Höhe von 20 Zentimeter nicht unterschreiten und liegt oberhalb vom Fischbecken.

Bei der Pumpe spielen die Förderhöhe und die Fördermenge eine große Rolle. Die Pumpe muss den Höhenunterschied zwischen Fischbecken und Pflanzbecken überschreiten. Sollte das nicht der Fall sein, kommt das Wasser mit den Nährstoffen nicht zu den Pflanzen. Bei der Fördermenge ist es wichtig, dass die Pumpe mindestens einmal pro Stunde das Wasser im Fischtank einmal umwälzt.

(Saurer, 2021)

#### 1.2.4 Varianten

Es gibt unterschiedliche Ansätze, um ein Aquaponik System zu realisieren. Man unterscheidet aktive und passive Systeme. Bei den passiven wird kein elektrischer Aufwand betrieben, während bei den aktiven meist eine elektrische Pumpe benötigt wird. Dennoch versucht man, dass neben den Nährstoffen auch noch Sauerstoff zu den Wurzeln der Pflanzen gelangt. Dadurch ist es der Pflanze möglich, die Nährstoffe aufzunehmen.

(Lasse, 2022)



#### 1.2.4.1 Dochtsystem

Hier wird die Nährstofflösung durch den sogenannten Docht mittels Kapillarwirkung vom Fischbecken ins Pflanzbecken gesogen. Da die Pflanzen in einem Substrat stehen und die Fördermenge an Wasser sehr gering ist, steht den Pflanzen ausreichend Sauerstoff zur Verfügung. Dennoch wirkt sich die geringe Wassermenge negativ auf die Wasserqualität aus, da kein Rücklauf vorhanden ist.

(Lasse, 2022)

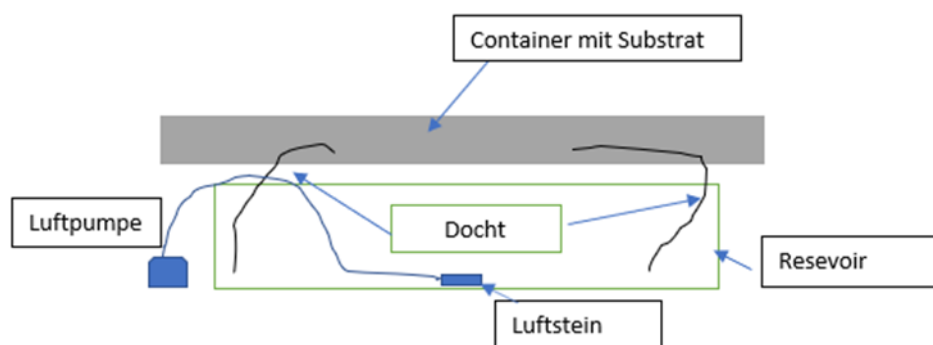


Abbildung 1: Dochtsystem überarbeitet von Schützenhofer 2022

#### 1.2.4.2 Tropfsystem

Bei dieser Variante wird die Nährstofflösung durch eine Pumpe zum Pflanzbecken befördert. Dort gelangt es dann tröpfchenweise in das Substrat, wo die Pflanzen wachsen. Durch das Durchsickern können die Pflanzen die Nährstoffe und das Wasser aufnehmen, überschüssiges Wasser fließt zurück ins Becken. Dieses System ist aber kaum von Bedeutung,

da man die Nährstofflösung gut vorfiltern muss und nur eine geringe Menge Wasser fließt.  
(Lasse, 2022)

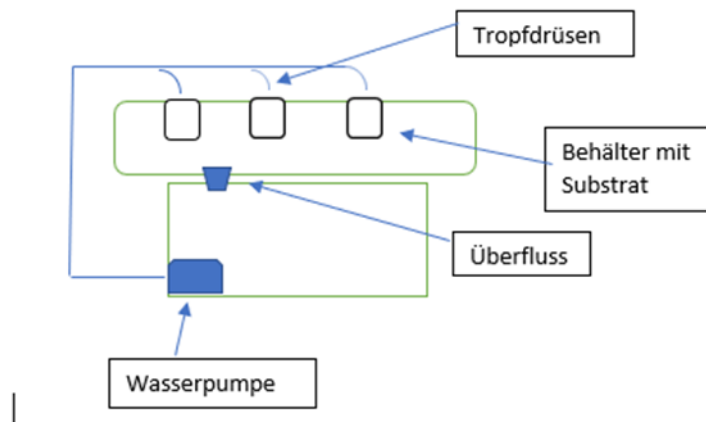


Abbildung 2: Tropfsystem überarbeitet von Schützenhofer 2022

#### 1.2.4.3 Nährstoff- Film-Technik

Bei dieser Technik nutzt man einen konstanten Nährstofffilm, der sich am Grunde des Pflanzbeckens befindet. Das Wasser wird mit einer Pumpe zu einem Filter befördert. Der Filter ist notwendig, da die Pflanzen in keinem Granulat wachsen. Dennoch ist die Sauerstoffversorgung bei diesem System gut, da nur ein Teil der Wurzeln von Wasser umgeben ist. Dieses System ist aufgrund der einfachen Konstruktion sehr beliebt. Dennoch besteht beim Ausfall der Pumpe die Gefahr, dass die Wurzeln austrocknen.

(Lasse, 2022)

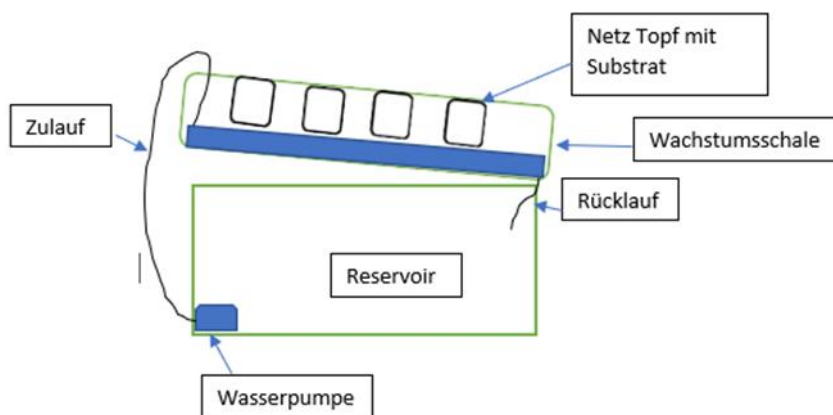


Abbildung 3: Nährstoff- Film- System überarbeitet von Schützenhofer 2022

#### 1.2.4.4 Tiefwasser-Kulturen

Hier befinden sich die Pflanzen auf einem Schwimmer, der über dem Fischbecken treibt. Durch eine Pumpe muss aber Luft zugeführt werden, um die Sauerstoffversorgung der Pflanzen und Fische zu gewährleisten. Durch diese Luftzufuhr zirkuliert das Wasser, wodurch sich die Nährstoffe nicht absetzen können.

(Lasse, 2022)

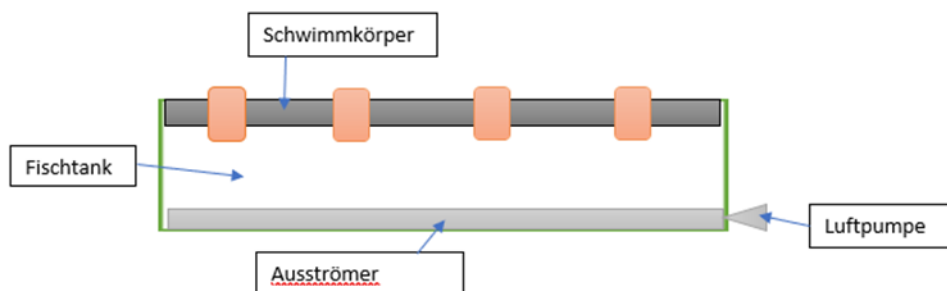


Abbildung 4: Tiefwasser Kulturen überarbeitet von Schützenhofer 2022

#### 1.2.4.5 Aeroponik

Bei der Aeroponik befinden sich die Pflanzen in der Luft und haben keinen Kontakt zu einem Granulat oder mit dem Wasser. Durch eine Pumpe werden die Pflanzen lediglich mit Tropfen besprüht. Dennoch findet dieses System kaum Anwendung, da die Anlage sehr komplex ist und die Filterkosten viel zu hoch sind.

(Lasse, 2022)

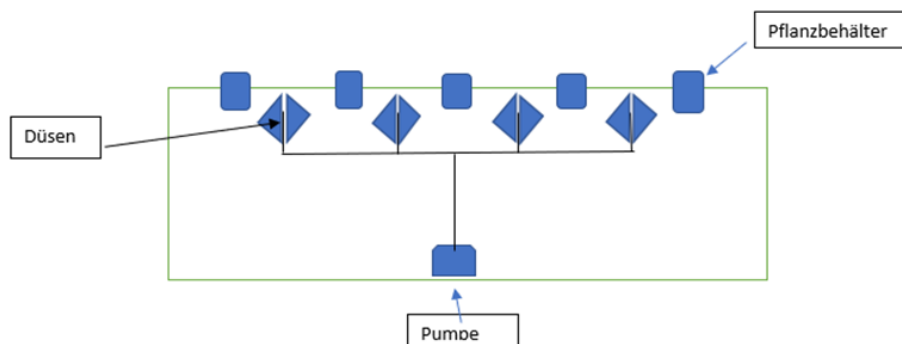


Abbildung 5: Aeroponik überarbeitet von Schützenhofer 2022

#### 1.2.4.6 Ebbe-Flut-System

Der Name Ebbe-Flut-System kommt davon, dass der Wasserstand im Pflanzbecken regelmäßig steigt und sinkt. Eine Pumpe fördert so lange Wasser ins Pflanzbecken, bis der gewünschte Wasserstand erreicht ist. Der maximale Wasserstand wird durch einen Siphon begrenzt. Weil man die Pumpe nur in regelmäßigen Zeitabständen einschalten muss, sind die Pflanzen ausreichend mit Wasser und Sauerstoff versorgt. Die Pflanzen wachsen bei diesem System in einem Granulat das Wasser und Nährstoffe kurzfristig speichern kann und ein Pumpausfall kurzfristig toleriert werden kann.

(Lasse, 2022)

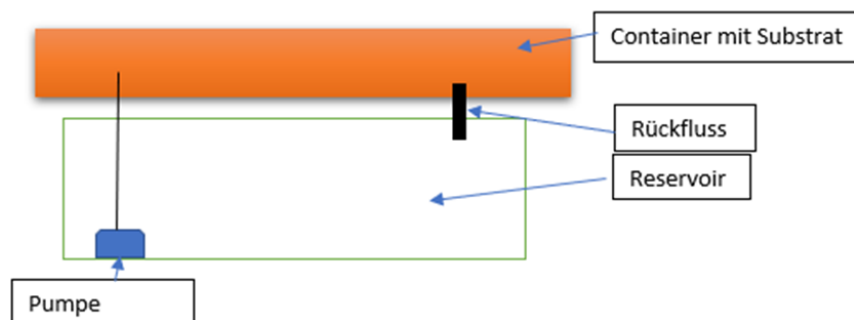


Abbildung 6: Ebbe-Flut-System überarbeitet von Schützenhofer 2022

#### 1.2.5 Stickstoffkreislauf im System

Der Stickstoffkreislauf im Aquarium ist ein biochemischer Vorgang, an dem Stickstoff als Makronährstoff im Aquarium beteiligt ist. So können die Pflanzen nicht nur Photosynthese betreiben, sondern auch Proteine herstellen.



(Wandelklima, 2021)

### **1.3 Rechtliche Grundlagen und gestellte Mindestanforderungen**

Es fällt auf, dass es für die Neuheit dieses Produktes noch keine einheitliche Gesetzgebung in den verschiedenen EU- Mitgliedsstaaten gibt. Da Aquaponik eine Kombination von Hydroponik und der Landwirtschaft ist, werden Genehmigungen, Lizenzen und die rechtlichen Bestimmungen über verschiedene Verwaltungsstellen geregelt. In Österreich fallen Aquakultur und Hydroponik zwar unter den Anwendungsbereichen der Gewerbeordnung iSd § 1 GewO (RIS, 2017), sind aber durch §§ 2 (1) iVm (3a) iVm § 1 Verordnung über die Land- und forstwirtschaftliche Urproduktion von der GewO ausgenommen. Das Vereinigte Königreich ist das einzige Land, in dem die Bewirtschaftung von Aquaponik rechtlich komplett geregelt ist. Dieser klar vorgegebene Rahmen führte schon zu verschiedenen wissenschaftlichen Projekten.

(Rechtsinformationssystem des Bundes, 2019)

#### **1.3.1 Umweltrecht**

In Bezug auf das Umweltrecht muss man auf zwei verschiedenen Systeme eingehen. Die Abwässer von Hydroponik und Aquaponik werden von der Gesetzgebung der EU- Mitgliedsstaaten unterschiedlich behandelt. Hierbei ist auf das von Fischeausscheidung kontaminierte Wasser Rücksicht zu nehmen, denn dort tritt entweder das ländliche oder städtische Umweltrecht in Kraft.

(Rechtsinformationssystem des Bundes, 2019)

### 1.3.2 Wasserrecht

Gemäß §§ 9, 10 WRG 1959 bedarf die Benutzung der Gewässer sowie die Errichtung oder Änderung der zur Benutzung der Gewässer dienenden Anlagen grundsätzlich einer Bewilligung durch die Wasserrechtsbehörde. Darunter fallen die Entnahme aus Grund- und Oberflächengewässern und der Aufstau von fließenden Gewässern.

(Wassergesetz, 1959)

### 1.3.3 Naturschutz und Fischerei

Neben der wasserrechtlichen Bewilligung können auch Bewilligungen nach anderen Rechtsmaterien, insbesondere den Naturschutz- und Fischereigesetzen der jeweiligen Bundesländer (z.B. § 4, Abs. 2, Steierm. Fischereigesetz, 2020), Bauordnungen in den Gemeinden und dem Tierseuchengesetz für die Errichtung und den Betrieb einer Aquakulturanlage erforderlich sein. Für intensive Fischzuchtbetriebe (ab einer Produktion von 150 t/a in Schutzgebieten/ sonst ab 300 t/a) ist eine Genehmigung nach dem UVP-Gesetz erforderlich.

(Tierseuchengesetz, 1909)

### 1.3.4 Tierhaltungsverordnung

Die Mindestanforderungen gemäß Tierhaltungsverordnung werden folgendermaßen beschrieben. Es muss die Wasserqualität, insbesondere Temperatur, Sauerstoffgehalt, pH-Wert, Härte, Gehalt an stickstoffhaltigen Verbindungen, Grad der organischen Belastung und Gassättigung den physiologischen Bedürfnissen von Zuchtfischen entsprechen.

Bei der Fütterung sind die klimatischen Bedingungen des Teiches, insbesondere Art und Menge des natürlichen Futterangebots und die Ernährungsansprüche der verschiedenen Fischarten zu berücksichtigen. Reicht die natürliche Nahrung nicht aus, muss diese in geeigneter Form ergänzt werden.

Bei der Besatzdichte müssen die Bedürfnisse und die Größe der einzelnen Fischarten, die Wasserqualität und die Durchflussraten sowie die Form und das Volumen der Kulturanlage berücksichtigt werden. Zusätzlich dürfen toten Fische nicht in der Natur entsorgt werden. Laut dem VDI, dem Zentrum für Ressourceneffizienz, ist die hormonelle oder biologische Geschlechtsbestimmung von Fischen nur von Personal mit den erforderlichen Kenntnissen und Fähigkeiten durchzuführen.

(Tierhaltungsverordnung 29.01.2019) (VDI, 2022)

### 1.3.5 Leitlinien für die Errichtung von Aquakulturen

Hinsichtlich des Umfangs der Viehhaltung wird zwischen Bestand und Produktion unterschieden. Der Fischbestand ist die Biomasse (in Kilogramm oder Tonnen) aller Fische, die zu einem bestimmten Zeitpunkt in einer Anlage gehalten werden (kg/l/s, kg/ha). Der Ertrag hingegen ist die Zunahme der Fischbiomasse im Laufe eines Jahres.

Anlagentypen: Im Rahmen der AEV-Aquakultur werden Durchlaufanlagen zur Aufzucht, Zucht und Produktion von kommerziellen Fischen eingesetzt und zeichnen sich durch einen kontinuierlichen Wasserfluss durch Produktionseinheiten oder Becken aus. In den meisten Fällen wird Wasser nicht wiederholt verwendet. Bei mehrfacher Nutzung des Wassers beträgt der tägliche Frischwasserverbrauch mehr als 20 µs des in der Zucht genutzten Volumens der Anlage.

Gelöste Stoffwechselendprodukte werden dauerhaft entfernt. In unseren Breitengraden werden Durchflusssysteme hauptsächlich für die Produktion von kaltstenothermen Fischarten, hauptsächlich Salmoniden, verwendet. Die häufigsten Fischarten, die in diesen Aquakulturanlagen produziert werden, sind Regenbogenforellen

Bei dieser Art der Produktion ist eine regelmäßige Trockenfütterung von 1-3 Liter Biomasse pro Tag über Futterautomaten oder manuell erforderlich. Für Forellen und ihre Artgenossen, bei optimaler Wassertemperatur von ca. 10°C und geeigneter Wasserqualität, je nach



Art, Alter oder Größe der Fische, ohne Belüftung und Begasung, 70-125 kg pro Sekunde pro Liter Zulauf. (Referenzwert: 100 kg/l·s<sup>-1</sup>). Die Aquakultur in Österreich produziert durchschnittlich 180 kg Forellen pro Sekunde pro Liter und Jahr. Diese Metrik ist entscheidend für die Bewertung des Intensitätsniveaus einer Aquakulturanlage, da sie verwendet werden kann, um das Ausmaß der Einleitungen durch Abfluss abzuschätzen.

(Tierhaltungsverordnung, 2019)

### 1.3.6 Teichanlagen

Der Teich wird auch zur Erhaltung und Produktion von Nutzfischen wie Karpfen genutzt, aber hier ist der Zu- und Abfluss von Wasser intermittierend, außer um Verdunstungs- und Lecklageverluste auszugleichen. Im Teich selbst findet ein natürlicher Stoffkreislauf durch primäre Pflanzenproduzenten, Verbraucher und Zersetzer statt. Teichanlagen dienen in unseren Breiten hauptsächlich der Produktion warmer Fischarten, hauptsächlich Cypriniden, aber auch beispielsweise Aal, Hecht oder Hecht. Die am häufigsten produzierte Fischart in Teichen ist der Karpfen. Die Monokulturproduktion ist eine wichtige Ausnahme und wird in Österreich nur für die jährliche (einen Sommer) Karpfenproduktion verwendet. Um das Angebot zu erhöhen, wird seit einiger Zeit versucht, andere Fischarten wie Wels, Barsch und verschiedene Störarten zu züchten.

Fische ernähren sich hauptsächlich – einige Arten ausschließlich – von der natürlichen Nahrung des Teiches. Dazu ernähren die Fische sich aus dem Teich. Auch andere pflanzliche Lebensmittel wie Sojabohnen, Erbsen, Lupinen, Ölpressekuchen usw. werden manchmal für die Fütterung verwendet. Die tägliche Futtermenge beträgt in der Regel 2-4 % der Biomasse des Bestandes.

(Tierhaltungsverordnung, 2019)

## 1.4 Fördersysteme in Österreich

In Österreich können Start Ups gefördert sein, doch eine der Hauptaufgaben dafür ist, dass die Beteiligung eines Großunternehmens nur 25 % betragen darf. Die Förderung besteht grundsätzlich aus Sach- und Personalkosten und beträgt max. 70 %. Man hat die Möglichkeit die Förderung mit einem Darlehen zu kombinieren, welches erst nach fünf Jahren getilgt werden muss.

(WKO, 2012)

### 1.4.1 Warum ist Aquaponik nicht Bio?

Lebensmittel, die nicht am Naturboden oder in einem Fischbecken produziert werden, dürfen nicht als Bio zertifiziert werden. Auch die z.B. Indoor-Fischzucht ist trotz Bio-Substraten nicht für BIO vorgesehen. Die traditionelle Produktion von Bio-Produkten ist mit dem gewachsenen Boden verbunden.

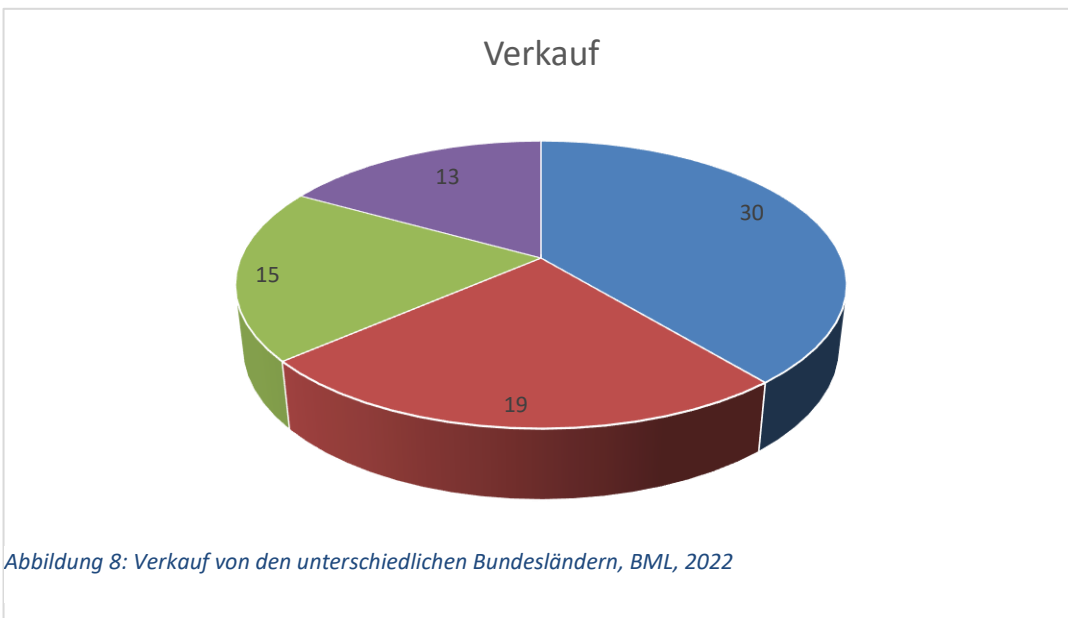
(Rekubik, 2023)

### 1.4.2 Fakten zur österreichischen Fischproduktion

Die Erwerbsfischerei ist heutzutage in Österreich noch kaum beständig und findet hauptsächlich an Seen statt. Die berufliche Flussfischerei wird auch fast nicht mehr praktiziert. In Oberösterreich kann man vereinzelt Nebenerwerbsbetriebe finden. Die Mehrheit der Angelfischer gehört Vereinen an. Der Dachverband der verschiedenen Verbände ist der österreichische Fischereiverband (ÖFV). Da für Private Teiche und Baggerseen keine Fischerkarten notwendig sind, ist es schwierig zu zählen wie viele Menschen in Österreich fischen. In Summe werden es auf 200.000 Fischer geschätzt. Niederösterreich (30%), Oberösterreich (19%), Steiermark (15%) und Kärnten (9%) sind die Bundesländer mit dem größten Fischeranteil.

Der Schwerpunkt in der österreichischen Fischzucht liegt klar auf die Forellen und Karpfen Produktion. Die Karpfen werden in 190 Teichanlagen gezüchtet, welche eine Fläche von 2.700 ha haben. Rund 232 Anlagen produzieren Forellen, diese Teichgrößen liegen zwischen 500 m<sup>2</sup> und 60 ha. Zurzeit werden jedes Jahr 3,300 Tonnen Fisch produziert. 2.400 Tonnen davon sind Speisefisch, der Rest ist Besatzfisch. Heimisch in Österreich sind unter anderem: Saibling, Wels, Schleie, Reinanken, Zander, Hechte, Aal, Huchen, Äsche und Stör.

(Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (2022), Fisch Ahoi (2023))



## 2 Motivationsgründe für Aquaponik

Laut Studien von Love et al. und Villarroel et al. (2014) ist der Hauptmotivationsgrund für den Betrieb einer Aquaponik-Anlage, ist eine nachhaltige Lebensweise, das Interesse an selbst erzeugten Nahrungsmittel und gesunde Lebensmittel.

In der Literatur wird zwischen zwei unterschiedlichen Motivationsgründen berichtet:

- ökologischer Nutzen: effiziente Nutzung des Wasserkreislaufsystems,
- ökonomischer Nutzen durch stadtnahe Produktion.

In der europaweiten Studie von Villarroel et al. nannten 25 % der befragten Personen den gesundheitlichen Aspekt bzw. die Gesundheitsvorteile als Hauptgrund für ein Aquaponik-System. 98 % der Teilnehmerinnen stimmten überein, dass Aquaponik in die Bildung einbezogen werden sollte, um damit das Bewusstsein für nachhaltige Nahrungsproduktionssysteme zu fördern. 69% der Teilnehmenden sahen Aquaponik als alternative Produktionsmethode für eine mögliche Reduktion des fortschreitenden Klimawandels. Diese Motivationsgründe der Studie Villarroel weisen starke Ähnlichkeiten mit der zu anfangs erwähnten Studie von Love et al. auf.

(Villarroel, 2016)

## **2.1 Ökologische Motivationsgründe**

Aufgrund des besonderen Kreislaufsystems und der damit verbundenen Rezyklierbarkeit gilt die Aquaponik als eines der vielversprechendsten Produktionssysteme der Zukunft. Der generelle Aufbau eines Aquaponik-Systems imitiert Grundsätze aus der Natur. Die besondere Wassernutzung im System fügt der Umwelt weniger Schaden zu, als andere Produktionssysteme und kann dadurch als nachhaltig bezeichnet werden. Durch das besondere Wasserkreislaufsystem wird der Wasserverbrauch minimiert und kann somit auch in Lagen eingesetzt werden, in denen es zu Wasserknappheit kommen kann. Nicht erneuerbare Ressourcen werden so effizient wie möglich genutzt.

Durch den Gebrauch von Düngemittel (besonderes Stickstoff und Phosphor) wird eine Veränderung der Wasserqualität herbeigeführt. Dies ist vergleichbar mit intensiven Aquakulturen, da dort versucht wird die Qualität des Wassers mit ständig neuem und frischem Wasser aufrecht zu erhalten. Die wirkungsstärkste Methode in Gewässern, Schadstoffe zu beseitigen, ist die Nährstoffaufnahme der Pflanze. Aufbereitungsverfahren sind teuer, dagegen ist die Integration von Pflanzen eine rentable Alternative.

(Utopia, 2018)

## 2.2 Ökonomische Motivationsgründe

Bei genauerer Betrachtung der Studie Love et al. (2014), die sich vor allem mit dem finanziellen Teil des Themas Aquaponik beschäftigt, wird hervorgehoben, dass hinter diesem System der Gewinn keine Motivation darstellt. Diese Information ist darauf zurückzuführen, dass sich der Großteil der Probanden (84 %) hobbymäßig mit dem Thema auseinandersetzt. Hier spricht man von Kleinanlagen, die nicht auf den kommerziellen Verbrauch abgestimmt sind. Da man dennoch von einem 84 % igen Anteil spricht, tragen diese dennoch zu einem ökologischen und ökonomischen Aspekt teil. In Europa ist der Anteil der Anlagen, die im Bereich Forschung und Bildung eingesetzt werden, höher als der Anteil der Anlagen, die kommerziell genutzt werden. Grund dafür sind behördliche Genehmigungsverfahren, welche teilweise höchst zeitaufwändig sind.

Ökonomischen Vorteile umfassen den geringeren Einsatz von Dünger und die den geringen Entsorgungsaufwand von Abfällen und Abwasser. Aufgrund des geringen Verbrauches an Ressourcen hat das System ein großes Potenzial für Länder oder Gebiete die stark auf Nahrungsmittelimporte angewiesen sind. Zusätzlich hat man durch das System die Chance, zwei verschiedene Produkte zu vermarkten.

Das Interesse an lokal produzierten Lebensmittel steigt in der heutigen Gesellschaft. Aquaponik kann als regionaler und lokaler Produktionszweig eingesetzt werden, da das System durch den geringen Platzverbrauch zentrumsnah aufgebaut werden kann.

Hinsichtlich der Ernährungssouveränität und der Lebensmittelsicherheit hat das Aquaponik-System noch viel Produktionspotenzial. Zum Beispiel können Indoor – Anlagen (Urban Farming) in und um Ballungszentren die Gebiete nachhaltig versorgen. Da die Städte wachsen, fordern diese auch mehr Ressourcen, dies führt im Normalfall bzw. mit kommerziellen Anlagen zu einer weiteren Belastung der Umwelt. Global gesehen sieht die Menschheit die Ernährungssicherheit durch ansteigenden, dezentralisierten Lebensmittelhandel verbunden mit einer zunehmenden Zersiedelung, Anstieg von Abfällen und Emissionen als bedroht.

(Love, 2012)

Stadtbewohner sind fast zur Gänze auf Lebensmittel angewiesen, welche in anderen Regionen produziert werden, dies wirkt sich schlecht auf die Ernährungssicherheit aus. Diese als Unsicherheiten und Bedrohungen erachteten Umstände wirken sich außerdem negativ auf die wirtschaftliche Widerstandsfähigkeit aus. Hiermit kann die urbane Landwirtschaft hinsichtlich der städtischen Bevölkerung und ihren Ansichten dagegenwirken. Dies passiert, indem sie weitere Quellen einer kostengünstigeren lokalen Lebensmittelproduktion unter die direkte Kontrolle der Bürger bringt.

### 3 Fragestellungen und Ziele

Es wird untersucht, ob das System Aquaponik eine Zukunft hat, einerseits in der Produktion von Nutzpflanzen und andererseits für die Fischproduktion auf kleinem Raum. Denn auf der Erde müssen immer mehr Menschen mit Nahrungsmitteln versorgt werden und es werden immer mehr Flächen versiegelt, was die Produktion von Lebensmitteln einschränkt. Durch das Aquaponik System kann nicht nur Platz gespart werden, sondern auch alte, leerstehende Gebäude für solche Anlage genutzt werden. Zusätzlich wird erhoben, ob diese Methode für Privatpersonen eine attraktive Lösung für die Eigenversorgung mit hochwertigen Lebensmitteln sein kann. Denn auch Wohnungsbesitzer sollten Zugang zu frischen Lebensmitteln erhalten. Dadurch kann man die Produkte, wenn sie selbst erzeugt wurden, wieder mehr schätzen.

Sowohl die Rohstoffe als auch die Reduktion von Abfallprodukten durch dieses Kreislaufsystem werden analysiert. Es wird außerdem erklärt, welche rechtlichen Rahmenbedingungen für diese Anlage im privaten Bereich zu berücksichtigen sind.

Deshalb ist es ein Ziel, zu erproben, ob das System im wirtschaftlichen sowie im ökologischen Sinn Zukunft haben kann. Wenn dieses System nämlich nur ökologisch Sinn machen würde, kann es nie als alternative Produktion angesehen werden. Weiteres soll die Bevölkerung, insbesondere die jüngeren Generationen, auf dieses System aufmerksam gemacht werden. Durch eine Umfrage wird Interesse an selbst produzierten Lebensmitteln durch nachhaltige Produktionssysteme erfasst.

## 4 Material und Methoden

Da es in der Aquaponik sehr viele verschiedene Varianten gibt, hat die nachfolgende Tabelle uns dabei geholfen, eine Entscheidung zu treffen, welches System erprobt wird. Das Ebbe-Flut-System ist aufgrund des hohen Ertrages und der geringen negativen Auswirkungen z.B. durch einen Ausfall der Wasserpumpen, interessant.

(Tilt Industries GmbH, kein Datum)

*Tabelle 1: Vergleiche der Aquaponik-Systeme überarbeitet Thomas Schützenhofer 2022*

	<b>Dochtsystem</b>	<b>Tropfsystem</b>	<b>NFT</b>	<b>DWC</b>	<b>Aerophonik</b>	<b>Ebbe-Flut-System</b>
<b>Komplexität</b>	Gering	Mittel	Mittel	Gering	Hoch	Mittel
<b>Schadfolgen bei Ausfall der Pumpen</b>	Gering	Mittel	Hoch	Gering	Hoch	Mittel
<b>Ertrag</b>	Gering	Hoch	Mittel	Gering	Hoch	Hoch
<b>Sauerstoffversorgung</b>	Mittel	Mittel	Mittel	Gering	Hoch	Mittel

### 4.1 Aufbau der Versuchsanlage

Die Versuchsanlage wurde in St.Margarethen/Raab in der Steiermark errichtet. Bei dieser Anlage handelt es sich um ein aktives System, genau genommen um ein Ebbe-Flut System.

Beim Fischbecken handelt es sich um den unteren Teil eines IBC Containers. Die oberen 30 Zentimeter werden als Pflanzbeet genutzt. Der Container wurde vor dem Aufbau gründlich



gereinigt und das Pflanzenbecken aufgrund der extremen Sonneneinstrahlung so platziert, dass die größte Fläche des Fischtanks beschattet waren. Obwohl man grundsätzlich für dieses System eigentlich keinen Filter braucht, wurde in der Versuchsanlage ein Filter eingebaut, um gröbere Schmutzteile herauszufiltern, damit sie nicht ins Pflanzbecken gelangen und das Pflanzbecken nicht so oft gereinigt werden muss.

Das Mastbecken der Fische wurde mit 500 Liter Wasser gefüllt. Dennoch musste sich erst eine eigene Mikrobiologie entwickeln. Es dauert daher ca. zwei Wochen, bis die Fische eingesetzt werden konnten.

Bei der Pumpe handelt es sich um eine 15 Watt Pumpe mit 1.500 Liter Fördermenge pro Stunde. Die Förderhöhe beträgt 1,6 Meter Diese Pumpe ist in der Lage, das Wasser ein bis zweimal pro Stunde umzulegen.

Der obere Teil des IBC-Containers wurde als Pflanzbecken benutzt. Die Fläche von einem Quadratmeter ist für den Versuch völlig ausreichend. Auch dieses Becken musste vor der Befüllung mit Lava-Mulch, gründlich gereinigt werden.

Lava-Mulch dient den Pflanzen in diesem Projekt als Ersatz für die Erde. Es musste auch das Lava-Mulch vorher gründlich mit sauberem Wasser und einem Sieb gereinigt werden. Dadurch verringert sich das Risiko, dass ungewünschte Staubpartikel ins Mastbecken eindringen. Auch die Gefahr, dass die Fische durch ungewünscht Bakterien krank werden, kann dadurch minimiert werden.

Der Siphon für dieses System wurde aus PVC-Rohren hergestellt. Durch verschieden große Bohrungen und durch die unterschiedliche Länge der Rohre wird ab einem bestimmten Wasserstand ein künstlicher Unterdruck erzeugt, wodurch das Wasser wieder ins Mastbecken gelangt.

Der für den Versuch eingesetzte Filter ist eine alte Aufbewahrungsbox, in dem ein Loch hineingebohrt wurde. Der Filter wurde dann mit Textilien bestückt, welche gröbere Verunreinigungen zurückhalten sollten.



*Abbildung 9: Fertig aufgebaute Versuchsanlage (Foto Schützenhofer 2022)*

#### 4.1.1 Auswahl der Nutzpflanzen

Für den Versuch wurde Endiviensalat verwendet. Den Salat sollte man vorher in herkömmlicher Erde keimen lassen. Nach etwa vier bis fünf Wochen sind die Pflanzen stark genug, um sie ins Freie setzen zu können. Vorher werden die Wurzeln von der Erde befreit, um eine Infektion der Fische zu vermeiden. Auf einem Quadratmeter wurden fünf Salatpflanzen zeitlich versetzt eingepflanzt, um durchgehend frischen Salat ernten zu können.

Die ersten Pflanzen wurden am 8 Juli 2022 angebaut. Diese wurden aber leider von den Rehen gefressen. Die anderen zwei Pflanzen wurden dann am 15 August 2022 gepflanzt und am fünften Oktober geerntet. Um den Verlust der Pflanzen durch die Rehe auszugleichen, wurden nochmal drei Pflanzen am 25 August gepflanzt. Deren Entwicklung dauerte aber durch den späten Setzzeitpunkt etwas länger und konnten erst am 25 Oktober geerntet werden. Deshalb ist ein Netz zum Schutz vor den Rehen empfehlenswert.



Abbildung 10: Pflanzbecken vor der Bestückung (Foto Schützenhofer 2022)



Abbildung 11: Bestücktes Pflanzbeet (Foto Schützenhofer 2022)

#### 4.1.2 Fischbesatz

In diesem Versuch wurden Goldfische verwendet, der Vorteil ist ihre Unempfindlichkeit und ihre lange Lebenserwartung. Auch tiefere Temperaturen in der kalten Jahreszeit halten sie besser aus als andere Fischarten.

Bevor diese in das Becken eingesetzt werden, sollte dieses leer stehen damit sich eine eigene Vegetation bilden kann. Beim Versuch selbst wurde diese Zeitspanne eingehalten, aber der Algendruck wurde zu hoch und das Becken musste zusätzlich gereinigt werden.

Die Goldfische stellte dankenswerterweise Andreas Salmhofer (Fischer) zur Verfügung. Es wurden bei dem Versuch, insgesamt acht Stück eingesetzt. Diese wurden nach dem Versuch ins Biotop von Andreas Salmhofer zurückgebracht.

Die Ausscheidungen der Fische dienten den Pflanzen als Nährstoffquelle, wodurch keine Kosten für Düngung entstanden.

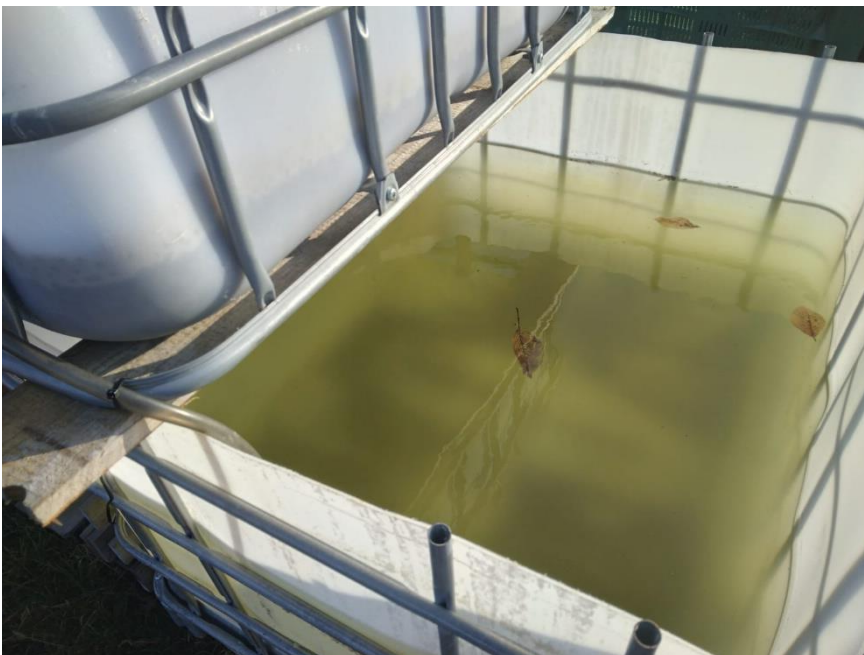


Abbildung 12: Fischtank (Foto Schützenhofer 2022)

### 4.1.3 Arbeitsaufwand

So eine Anlage bringt auch regelmäßige Arbeiten mit sich, dazu gehört unter anderem das Füttern der Fische und die Reinigung. Diese Arbeiten werden nachfolgend beschrieben.

#### 4.1.3.1 Tägliche Arbeiten

Zu den täglichen Arbeiten gehört die Fütterung der Fische. Dabei muss man beachten, dass Goldfische Omnivoren sind und sie sowohl Pflanzen als auch Fleisch fressen. Deshalb sollte man neben dem herkömmlichen Trockenfutter, welches man in jeder Tierhandlung kaufen kann, auch noch Insekten füttern. Diese dienen dem Fisch als Eiweißfutterquelle. Zusätzlich sollte man am Tag oft und geringen Rationen füttern, da sich die Fische sonst zu Tode fressen. Beim Versuch wurde morgens, mittags und abends gefüttert und als Trockenfutter Vitakraft Goldfisch Futter Flakes verwendet. Der Vorteil dieses Futtermittels ist, dass es bereits getrocknete Krebstiere enthält.

#### 4.1.3.2 Arbeiten alle zwei Wochen

Alle zwei Wochen wurde der pH-Wert gemessen. Der pH-Wert sollte aufgrund der unterschiedlichen Fisch- und Pflanzenarten zwischen sechs und acht liegen. Dennoch spricht man ab einen pH-Wert von sieben von Ammoniak, was bedeutet, dass es ab pH 7 zu Krankheiten bei den Fischen kommen kann. Im Fall des Versuches liegt das Optimum bei einem pH-Wert von 6,5, denn der Salat bevorzugt pH-Werte von 5,5 bis 6,5. Für den Goldfisch wäre ein pH-Wert von 6,5 bis 7,5 ideal, deshalb musste man hier Kompromisse finden.

#### 4.1.3.3 Monatliche Arbeiten

Zu den monatlichen Arbeiten gehörte die Reinigung des Mastbeckens, dabei wurden die Verunreinigungen, die sich im IBC Container angelegt haben, aufgewirbelt und das Wasser zum Großteil abgesaugt. Dabei sollte man beachten, dass man keine Fische miteinsaugt. Anschließend erfolgte die Reinigung der Filter und der Pumpe.

Im Versuch wurden die Textilien gewaschen und die Pumpe wurde mit klarem sauberem Wasser gereinigt und danach wird wieder klares und sauberes Wasser ins Becken geleitet, bis der alte Wasserstand erreicht war. Die Temperatur sollte etwa den gleichen Wert wie vor der Reinigung betragen, damit die Fische keinen Schock erleiden. Ein herkömmlicher Wasseraufbereiter ist notwendig, damit das Wasser keine Schadstoffe beinhaltet und somit kann Kiemen- und Schleimhautproblemen vorgebeugt werden. Als Wasseraufbereiter wurde der Jbl Biotopol verwendet, die Größe und Art der Fische spielt dabei keine Rolle. Gemäß der Produkthanleitung sollte 10ml pro 40 l Wasser verwenden, um ein optimales Ergebnis zu erzielen. Weiteres ist bei diesen Wasseraufbereiter zu beachten, dass bei einem Wasserwechsel die Menge an Wasseraufbereiter an die Menge des neuen Wassers angepasst wird.

## **4.2 Umfrage**

Es wurde eine Umfrage in der Stadt Bad Radkersburg bezüglich des Interesses und dem Wissen über das Aquaponik-System durchgeführt mit 26 Personen persönlich durchgeführt. Das Mindestalter umfasste 16 Jahre und das maximale Alter 62 Jahre. Während der Umfrage wurden die Probanden aufgeklärt und erhielten Informationen über dieses Produktionssystem.

In den folgenden Abbildungen werden die Ergebnisse der Befragung zusammengefasst.



Abbildung 13: Frage 1

Auf diese Frage haben 25 Personen mit Nein und eine Person mit JA geantwortet.

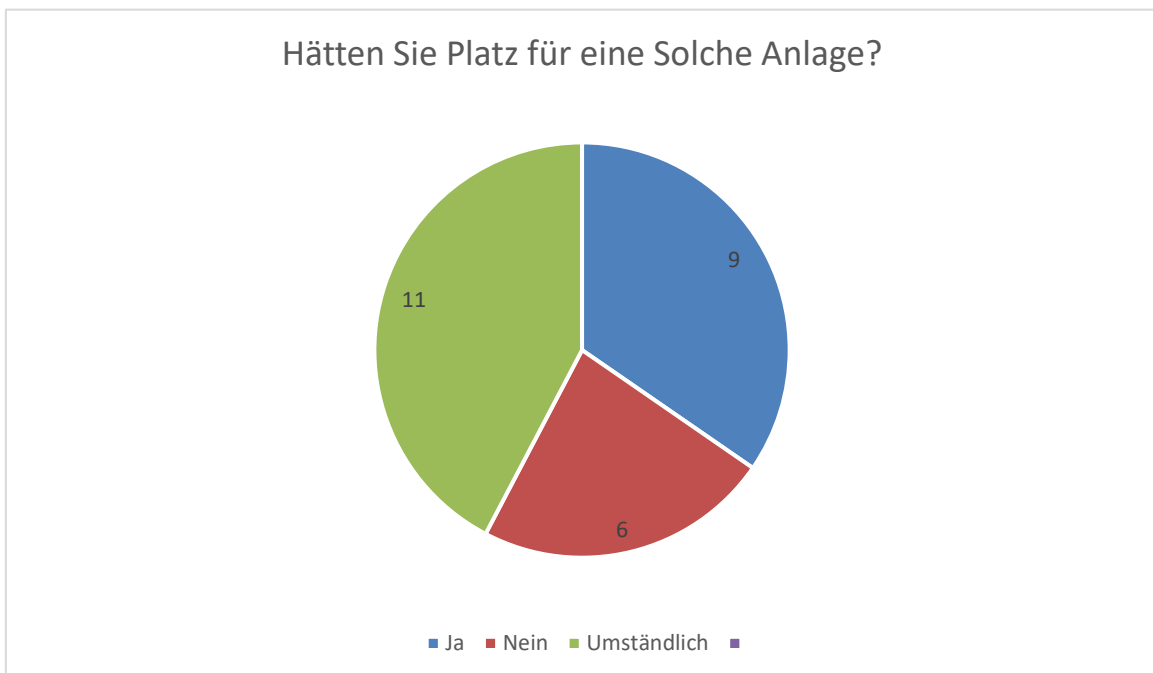


Abbildung 14: Frage 2

Neun Personen haben Platz für die Anlage, für den Rest ist es größtenteils umständlich, eine solche Anlage zu bauen.

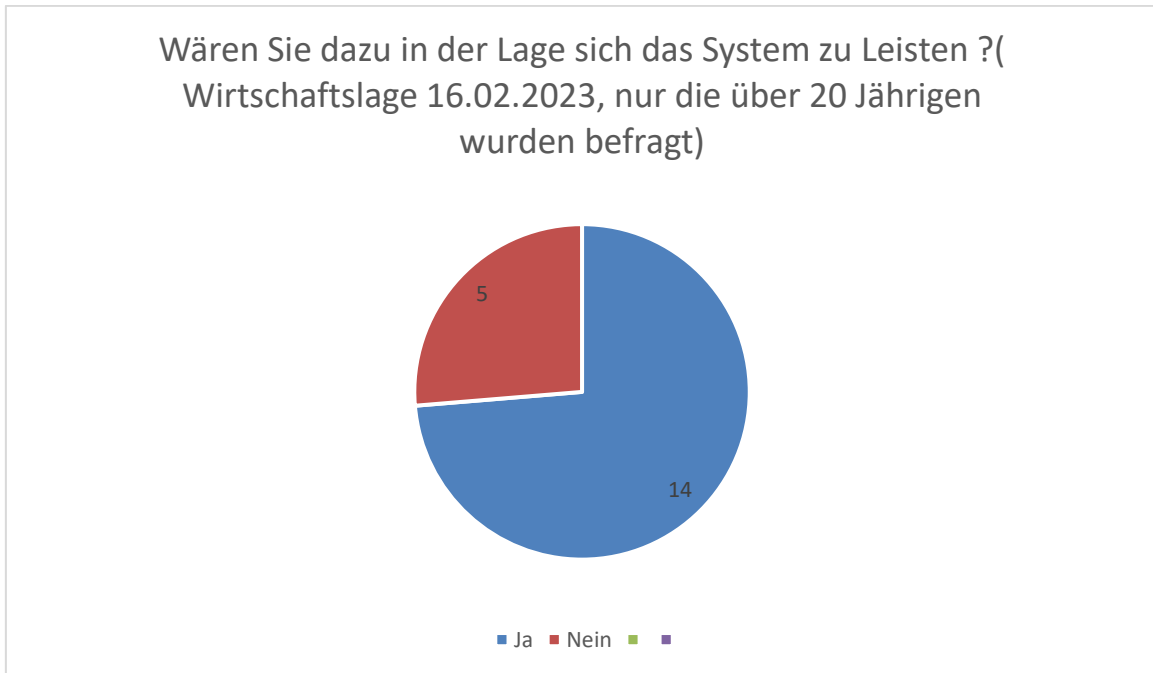


Abbildung 15: Frage 3

Der Großteil der Befragten antworteten mit Ja auf die Investitionsfrage.



Abbildung 16: Frage 4

Fast keiner der Befragten zieht in Erwägung, eine solche Aquaponik-Anlage zu bauen.





Abbildung 17: Frage 5

Bei dieser Frage war bei 50 % der Probanden das Desinteresse einer eigenen Anlage der Zeitaufwand.

## 5 Ergebnisse und Diskussion

### 5.1 Ergebnisse der Versuchsanlage

#### 5.1.1 Kosten

*Tabelle 2: Kosten und Material (Thomas Schützenhofer 2022)*

Bezeichnung	Stück	Preis in Euro
Gebrauchter IBC Container	1	50
PVC-Stücke und Schläuche	3 PVC-Stücke 1 Schlauch	21,04
Lava Mulch	300l	165
Aufbewahrungskiste	1	15,99
Pumpe	1	20,16
	<b>Summe</b>	<b>272,19</b>

Die Kosten für das Errichten der Anlage umfassten rund 272,19 Euro. Das ist vor allem dem Lava Mulch zugeschrieben. Es handelt sich um Anschaffungskosten und die Anlage kann bei entsprechender Pflege und Reinigung über mehrere Jahre zum Einsatz kommen. Geht man von zehn Jahren Nutzungsdauer aus, ergibt das eine Abschreibung (Afa) von 27,219 Euro pro Jahr.

## 5.1.2 Ertrag

*Tabelle 3: Erträge (Thomas Schützenhofer 2022)*

Endgewicht der Salatpflanzen in Gramm
669
652
676
596
635
<b>Gesamt: 3.228</b>

Bei nur einen Durchgang mit Salatpflanzen konnten 3,228 Kilogramm geerntet werden. Dadurch ist es möglich, dass man eine Familie mit frischen Salat über das ganze Jahr versorgen kann. Doch nicht nur Salat ist möglich, sondern auch andere Gemüsearten wie Tomaten, Karotten oder Radieschen. Doch auch der Kräuternbau ist in so einem System möglich.



*Abbildung 18: Wiegung der Salate (Foto Schützenhofer 2022)*

### 5.1.3 Bewertung der Gesamtanlage

Die Anlage ist ohne fachliches Vorwissen sehr schwer aufzubauen. Im Versuch bereiteten die Rehe Probleme, welche die ersten Pflanzen gefressen haben. Deshalb sollte ein geeigneter Schutz der Pflanzen z.B. ein Fließ verwendet werden, um den vollen Ertrag zu erzielen. Dies war auch das einzige Problem beim Versuch. Aufgrund der Erfahrungen aus dem Versuch könnte das System Zukunft haben.

## 6 Empfehlungen für Aquaponik-Systeme

### 6.1 Herausforderungen an das System

Auch wenn das System Aquaponik viele Vorteile hat, bringt es dennoch auch einige Herausforderungen mit sich. Diese können in ökonomische, ökologische und soziologische Herausforderungen zusammengefasst werden.

### 6.2 Ökologische Herausforderungen

#### 6.2.1 Fischzucht

Da man nur begrenzt Platz hat, muss man einen möglichst hohen Output herbeiführen. Dafür ist eine von Natur aus hohe Bestandsdichte vorteilhaft und die Fische müssen mit Süßwasser kompatibel sein. Um Aquaponik-Anlagen kommerziell führen zu können und mehr Ertrag zu erzielen, muss man an Stelle von Goldfischen, z.B. die Fischart Tilapia einsetzen. Es ist eine v.a. in Afrika oder Südamerika häufig kultivierte Fischart. Denn diese Fischart kommt mit einer schlechten Wasserqualität und einer hohen Besatzdichte gut aus. Diese Fischart wird aber in vielen Ländern als invasiv eingestuft und ist in Aquaponik-Systemen in Australien verboten. Sie dürfen nicht in jedem Land kultiviert werden.

(Tilapia,2022)

## 6.2.2 Management gegen Schädlinge und Krankheiten

Da es sich um einen geschlossenen Kreislauf handelt, kann eine Vielzahl von mikrobiellen Organismen gefunden werden. Schädlinge und Krankheiten sind eine weitere Herausforderung für die Aquaponik und müssten durch weitere Forschungsaktivitäten untersucht werden.

Die schwierigste Aufgabe ist der Pflanzenschutz, da die Fischzucht auf der gleichen Fläche wie die Pflanzenzucht stattfindet. Herkömmliche Pestizide dürfen nicht eingesetzt werden, da die Fische erheblichen Schaden nehmen würden. Um die Magenflora der Fische zu schützen, müssen Antibiotika vermieden werden und sind in der Pflanzenzüchtung nicht erlaubt. Auch Fungizide, die Fischpathogene abtöten, sind nicht erlaubt.

(EPA, 2022)

Durch all diese Faktoren sind ein effektives Managementsystem und eine fachgerechte Verbreitung unumgänglich. Krankheiten können durch spezielle Anbau- und Aufbaupraktiken drastisch minimiert werden. Dazu gehören vorbeugende Hygienemaßnahmen oder eine geringere Pflanzen- bzw. Fischbesatzdichte. Durch Verfahren wie diese können Krankheiten minimiert werden.

Die Produktion sollte auf einem integrierten Schädlingsmanagement „Integrated Pest Management“ aufgebaut sein. Dies sorgt für Überwachung, Prävention, Erfolgskontrolle und Schädlings- und Krankheitsidentifikation. Um das Risiko so gering wie möglich zu halten, ist der Fokus auf die Präventionsarbeit zu legen. Dies erfordert Fachwissen. Handlungsalternativen, wie die Verwendung von resistenten Fisch- und Pflanzenarten oder der Aufbau einer physischen Barriere für Insekten.

(EPA,2022)

### 6.2.3 Biokontrollen

Es existieren bereits Methoden zur Kontrolle der biologischen Aktivität, die man nutzen kann. Dies funktioniert, indem Mikroorganismen mit biologischer Aktivität arbeiten oder mit Extrakten von Pflanzen. Diese zeigen eine hohe antimikrobielle Wirksamkeit und eine kurze Verweilzeit. Eine Methode ist die biologische Kontrolle mittels Organismen und Mikroorganismen. Dies weist einen wachstumshemmenden Effekt gegenüber Pflanzen- und Fischpathogenen auf. Durch eine Studie Sirakovs et al. konnten durch eine kombinierte biologische Kontrolle, 42 Mikroorganismen gefunden werden, welche die Fähigkeit besitzen, zwei Krankheiten zu hemmen.

Für das Krankheitsmanagement im Aquaponik-System sollten stets fachgerechte Qualitätskontrollen durchgeführt werden. Dies ist wichtig, um mögliche Gesundheitsschäden am Menschen vorbeugend ausschließen zu können.

(Sirakovs,2016)

### 6.2.4 Kreislaufsystem

Da das System sehr komplex ist, wird dafür ausreichend Fach- und Expertenwissen benötigt, um eine effiziente Anlage zu bewirtschaften. Da Pflanzen und Fische einen optimalen pH-Wert benötigen, ist dies eine der komplexesten Aufgaben. Um das Gleichgewicht der Nährstoffkonzentrationen zu behalten, ist eine weitere Aufgabe einer Aquaponik-Anlage, den Nährstoffinput effizient nutzen zu können, den Abfall zu verringern und nach einem abwasserfreien System bzw. dem Null Einleitungs-Prinzip anzustreben. Dadurch das die PH Wertregulierung durch z.B. Fischfutter ständig beeinflusst wird, ist die optimale Nährstoffversorgung für manche Fische und Pflanzen noch zu wenig erforscht. Ein weiterer großer Punkt bezüglich des Nährstoffmanagements ist der Phosphorgehalt. Dieser Nährstoff ist besonders für das Wachstum der Pflanze verantwortlich. Die Fische nehmen Phosphor über das Futter auf, doch in diesen Kreislaufsystemen geht oft ein großer Teil dieses Phosphors verloren (ca. 30-60 %). Dies geschieht durch mechanisches Filtern, das den Kot der Fische auffängt und den Phosphor nicht in das Pflanzbecken befördert. Zu berücksichtigen

sind auch die Regulation des Nitratspiegels, die Besatzesdichte und Konkurrenz zwischen den Fischen.

(Goddek, 2015)

## **6.3 Ökonomische Herausforderungen**

### **6.3.1 Laufende Kosten**

Die Pflanzenproduktion ist sehr zeitaufwendig und verursacht den größten Teil der laufenden Kosten. Der Arbeitsaufwand für Fische ist an sich auch hoch, doch kann mit einem automatischen Fütterungssystem reduziert werden. Wenn die Fische an Großhändler oder Händler verkauft werden, ist die Verarbeitung und Lagerung nicht von Bedeutung. Im kommerziellen Bereich ist das Fischfutter ein großer laufender Kostenfaktor. Zu berücksichtigen sind auch die Lohnnebenkosten, je nach Größe und Betreuungsaufwand der Anlage.

(Tukunaga,2015)

### **6.3.2 Energiekosten**

Nach den Lohnkosten stellen die Energiekosten den zweitgrößten Aufwand da. Die Stromkosten hängen hauptsächlich von zwei Faktoren ab. Das System, bei dem es einen unterschiedlichen Aufwand von Stromkosten gibt und die geografische Lage der Anlage. Da es viele Faktoren wie Temperatur oder Licht zu beachten gibt. Die Temperaturen, mancher Klimazonen, müssen durch Energieaufwand und Technologie ausgeglichen werden, damit die optimalen Wachstumsbedingungen entstehen. Sollte die Stabilisierung der Temperatur nicht effektiv funktionieren, kann das zu Schäden an Pflanzen, Tieren und den Mikroorganismen führen. In den Regionen rund um den Äquator wäre es theoretisch möglich, eine Anlage ohne zusätzliche Energiequellen zu betreiben. Als nachhaltige Energiequelle wird in vielen Fällen Solartechnologie effizient genutzt.

Ein weiteres technisches Gerät mit hohem Stromverbrauch ist der Kühlraum, der in der Zeit zwischen dem Fang und der Lagerung aktiv ist. Auch Geräte wie die Wasserpumpe, Geräte die den pH-Wert oder die Wassertemperatur messen können verbrauchen Strom.

(Rekubik, 2022)



## 7 Schlussfolgerungen und Ausblick

Grundsätzlich ist zu sagen, dass das Aquaponik-Kreislaufsystem eine innovative Idee ist und viele ökonomischen sowie ökologischen Vorteile hat. Dennoch ist zu beachten, dass diese Produktionsmethode sehr zeitaufwändig und arbeitsintensiv ist und ein gewisses finanzielles Kapital in Anspruch nimmt.

Die Platzausnutzung ist sehr effizient, da man auf kleinstem Raum ein Gartenbeet und eine Fischzucht kombinieren kann. Die Stärken der Anlagen liegen eindeutig bei der Wassereinsparung sowie beim effizienten Platzgebrauch. Weiteres ist es empfehlenswert, dass mit den Einsätzen der Fische nicht zu lange gewartet wird, da es zu einer starken Algenpopulation kommen kann.

Wichtig zu erwähnen ist, dass die heutige Gesellschaft wenig Grundwissen bezüglich der Aquaponik besitzt. Dies konnte man durch die Umfrage in der Gemeinde Bad Radkersburg aus den Zahlen und Tabellen der Auswertung erkennen. Anhand des Versuches konnte festgestellt werden, dass der Betrieb einer Aquaponik-Anlage ohne fachliche Vorkenntnisse schwierig umzusetzen ist und es viele Systeme gibt, die hinsichtlich ihrer Einsatzmöglichkeiten überprüft werden müssen. Das Interesse für die eigene Errichtung eines Aquaponik-Systems war in der Umfrage gering, das Interesse am System konnte jedoch geweckt werden. Diese flächenschonende Produktionsmethode liegt trotzdem im Trend und es gibt bereits entsprechende Förderprogramme. Der Fakt, dass man z.B. auch in Städten in der Lage ist, solche Anlagen zu bauen, stärkt das Trendpotenzial.

Die Informationen, welche in der Diplomarbeit zusammengestellt wurden und die Erfahrungen aus dem Anlagen-Versuch liefern die Grundlagen für die Bewirtschaftung eines Aquaponik-Systems im Privatbereich.

Durch den zukünftigen Platzmangel und dem exponentiellen Trend der Selbstversorgung sowie aus Klimaschutzgründen kann dieses System eine Zukunft haben.

## 8 Literaturverzeichnis

Agency, U. E. (2022). *EPA*. Von <https://www.epa.gov/safepestcontrol/integrated-pest-management-ipm-principles>

Aquakulturenbinnenland. (2022). *Aquakulturenbinnenland*. Von <https://info.bml.gv.at/themen/landwirtschaft/landwirtschaft-in-oesterreich/tierische-produktion/fischzucht-oe/aquakultur.html> abgerufen

Aquascabi. (kein Datum). *aquasabi.de*. Abgerufen am 27. Dezember 2022 von [https://www.aquasabi.de/aquascaping-wiki\\_aquarium\\_stickstoffkreislauf-im-aquarium](https://www.aquasabi.de/aquascaping-wiki_aquarium_stickstoffkreislauf-im-aquarium)

Austria, B. (29.03.2023). *Rechtsinformationssystem*. Von <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10010172>

AUT, B. (29.03.2022). *Wassergesetz 1959*. Von WASSERGESETZ: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10010290>

BML. (2017). *leitlinien BML*. Von <https://info.bml.gv.at/dam/jcr:fb6ceeb4-6dd9-41e4-bc9c-5fe4a5b236a3/Leitlinien%20Aquakultur.pdf>

Bundesinformationszentrum. (2022). *Bundesinformationszentrum Forst und Landwirtschaft*. Von <https://www.landwirtschaft.de/landwirtschaft-verstehen/wie-funktioniert-landwirtschaft-heute/aquaponik-fisch-und-pflanzenzucht-unter-einem-dach/>

D.C, Fry, J. P., & Ganello. (2016). *Love, D. C.* Von <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0102662>

Firma, H. (2019). *Hensche Rechtsanwalt*. Von [https://www.hensche.de/Rechtsanwalt\\_Arbeitsrecht\\_Gesetze\\_GewO.html#:~:tex](https://www.hensche.de/Rechtsanwalt_Arbeitsrecht_Gesetze_GewO.html#:~:tex)

t=Die%20Gewerbeord-  
nung%20(GewO)%20stammt%20aus,mit%20beh%C3%B6rdlicher%20Erlaubnis%20  
Obbetreiben%20darf

Fischahoi. (kein Datum). *Fischahoi - Wirtschaftsfaktor- angeln* . Von <https://www.fischahoi.at/wirtschaftsfaktor-angeln-oesterreich/> abgerufen

GV. (kein Datum). *Gesundheit - GV* . Von [https://www.gesundheit.gv.at/lexikon/K/kontamination.html#:~:text=Der%20Begriff%20Kontaminati- on%20\(Verschmutzung%2C%20Verseuchung,oder%20Menschen%20mit%20sch%C3%A4dlichen%20Stoffen.](https://www.gesundheit.gv.at/lexikon/K/kontamination.html#:~:text=Der%20Begriff%20Kontaminati- on%20(Verschmutzung%2C%20Verseuchung,oder%20Menschen%20mit%20sch%C3%A4dlichen%20Stoffen.)

Jusline. (1909). *Jusline.at*. Von <https://www.jusline.at/gesetz/tsg/gesamt>

Land, Ü. (kein Datum). *Über Land*. Von <https://www.ueber-land.eu/urban-farming-in-basel-kommt-der-barsch-vom-dach-aquaponic-roman-gaus/>

Lasse. (06. Mai 2022). *Pflanzenfabrik*. Abgerufen am 1. Januar 2023 von <https://pflanzenfabrik.de/systeme-der-hydroponik/>

M, L. (2016). *Sirakov*.

M., Junge, R., Komives, T., König, B., & Plaza. (2016). *Villaroel*.

McMurtry, M. R. (1997). Efficiency of Water Use of an Integrated Fish/Vegetable Co-Culture System. *Journal of the World Aquaculture Society*, 420. Abgerufen am 8. Dezember 2022

MDPI. (2015). *MDPI*. Von <https://www.mdpi.com/2071-1050/7/4/4199>

Österreich, W. (2012). *WKO - Wirtschaftskammer Österreich* . Von <https://www.wko.at/service/foerderungen/innovationsgetriebene-start-up-foerde rung.html>

- Rekubik. (2018). *Rekubik GMBH*. Von <https://www.rekubik.de/magazin/wie-bio-ist-aquaponic/#:~:text=Es%20gilt%20ganz%20grunds%C3%A4tzlich%3A%20Ohne,Erde%20kein%20Bio.&text=Die%20Aquaponic%20kommt%20wie%20die,gewisserma%C3%9Fen%20die%20grundlegende%20Idee%20dahinter> abgerufen
- ris. (2019). *RIS*. Von <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20003860>
- Saurer, S. (1. April 2021). *ofera.at*. Abgerufen am 10. Januar 2023 von <https://ofera.at/blogs/ofera-blog/aquaponik-anlage-selber-bauen-was-du-dazu-brauchst>
- T K Tamaru, C. (2015).
- Tidwell, J. H. (2012). Aquaponics-Integrating Fish and Plant Culture. In J. H. Tidwell, *Aquaculture Production Systems* (S. 344–386). Oxford: Wiley-Blackwell. Abgerufen am 8. Dezember 2022
- Tilapia*. (2022). Von [Tilapia.at](https://www.tilapia.at)
- Tilt Industries GmbH. (kein Datum). *Sinterra Hydroponics*. Abgerufen am 27. Dezember 2022 von Tilt Industries GmbH: <https://www.tilt-industries.eu/de/projekte/aquaponik-grundlagen/>
- Utopia. (2023). *Utopia*. Von : <https://utopia.de/ratgeber/aquaponik-konzept-und-wie-oekologisch-sinnvoll-es-ist/>
- VDI. (2022). *VDI*. Von <https://www.ressource-deutschland.de/werkzeuge/analyse-werkzeuge/ressourcenchecks/biotechnologische-verfahren/#:~:text=Mit%20Hilfe%20von%20industriellen%20biotechnologischen,Effizienzpotenziale%20in%20Ihrem%20Unternehmen%20aufzeigt.>

Wandelklima. (7. Oktober 2021). *wandelklima.at*. Abgerufen am 27. Dezember 2022 von Wandelklima: <https://wandelklima.at/aquaponik-bluen/>

WKO. (2022). *WKO - Zahlen Daten Fakten* . Von <https://www.wko.at/service/zahlen-daten-fakten/KMU-definition.html>

## 9 Anhang

### 9.1 Umfrage bezüglich Aquaponik

Haben Sie vor der Umfrage schon einmal etwas von Aquaponik gehört.

JA	NEIN
----	------

Verfügen Sie über genug Platz für eine solche Anlage?

JA	NEIN
Umständlich	

Wären Sie dazu in der Lage sich eine Solche Anlage zu leisten?

JA	NEIN
----	------

Erwägen Sie die Anlage zu bauen?

JA	NEIN
----	------

Was hält Sie davon ab?

Platzmangel	Zeitmangel
-------------	------------

Geldmangel	Kein Interesse
------------	----------------

## 9.2 Worterklärungen

**Zertifiziert:** Als Zertifizierung bezeichnet man ein Verfahren, mit dessen Hilfe die Einhaltung bestimmter Anforderungen nachgewiesen wird.

**GewO:** Die Gewerbeordnung (**GewO**) stammt aus dem 19. Jahrhundert. Sie schreibt die Gewerbefreiheit als Rechtsgrundsatz fest und enthält (Ausnahme-)Regelungen für bestimmte "gefährliche" Gewerbebezüge, die man nur mit behördlicher Erlaubnis betreiben darf.

**Tilgung:** Als Tilgung bezeichnet man die Rückzahlung von Geldschulden etwa aus einem Kredit oder einem Darlehen. Grundsätzlich kommt es bei jeder Art von Geldforderung zu einer Tilgung.

**Kontamination:** Der Begriff Kontamination (Verschmutzung, Verseuchung, Verunreinigung) bezeichnet in der Medizin eine Verunreinigung von Gegenständen, Räumen, Wasser, Lebensmitteln oder Menschen mit schädlichen Stoffen.

**Fischbesatz:** Als **Besatzfisch** oder kurz **Satzfisch** bezeichnet man einen Fisch, der aufgezogen wurde, um in einem anderen Gewässer wieder eingesetzt zu werden. Satzfische werden verwendet, wenn in dem Gewässer: 1. Die Bedingungen nicht für Junge fische sind, 2. Anzahl der Fische schnell erhöht werden muss, 3. Falls es sich um ein Wirtschaftsgewässer handelt.

**Rezyklierbarkeit:** Ein Produkt / eine Verpackung durchläuft industriell verfügbare und heute eingesetzte Prozesse nach dem Stand der Technik, wird am Ende wieder als Rezyklat eingesetzt und ersetzt dadurch Neuware in einem äquivalenten Markt

