



Universität für Bodenkultur Wien

**Masterarbeit**  
**zur Erlangung des akademischen Grades Diplomingenieur an der Universität**  
**für Bodenkultur Wien (Institut für Zoologie)**

Eingereicht von  
Ruth Geissler, Bsc.  
Wien, November 2020

**WIRKUNG „REVITALISIERTER“ WÄSSER AUF DAS**  
**PFLANZENWACHSTUM**

Betreuer:  
Alexander Bruckner, Ao.Univ.Prof. Mag. Dr.rer.nat.  
Zweitbetreuer:  
Jürgen K. Friedel, Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.agr.  
Franz Zehetner, Assoc. Prof. Dr.

Department für Integrative Biologie und Biodiversitätsforschung (DIB)  
Institut für Zoologie

Ich erkläre eidesstattlich, dass ich die Arbeit selbständig angefertigt habe. Es wurden keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Formulierungen und Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Diese schriftliche Arbeit wurde noch an keiner Stelle vorgelegt.

## **Danksagung**

Ich danke Alexander Bruckner für die freundliche Betreuung. Meinen Kolleginnen Ines Wiesmüller und Chantal Cenker danke ich für die tolle Zusammenarbeit. Auch meiner Familie und meinem Freund möchte ich für ihre Geduld und Unterstützung danken.

## **Kurzfassung/Abstract**

In einem voll randomisierten Wuchskammerexperiment wurde untersucht, ob sich Auswirkungen auf Pflanzen feststellen ließen, wenn diese während ihrer Entwicklung ausschließlich mit "energetisiertem" Wasser gegossen wurden. Dazu wurden die Effekte von drei „Energetisierungsgeräten“ mit jenen "devitalisierten" Wassers und unbehandelten Leitungswassers verglichen.

Gemessen wurden die oberirdische Pflanzenmasse, Wuchshöhe, Gleichmäßigkeit des Wachstums, Blattentwicklung, Wurzelmasse, potentielle Photosyntheserate, Keimrate und Länge der Keimlingswurzel.

Lediglich bei der Wurzelmasse konnten statistisch signifikante Unterschiede zwischen den verschiedenen Wässern festgestellt werden.

Three devices for "energizing" tap water were tested in a completely randomized growth chamber experiment for effects on plants growth and performance. For this purpose, the effects of "energizing" devices were compared with that of "devitalized" water and untreated tap water.

The above-ground plant mass, plant height, uniformity of growth, leaf development, root mass, potential photosynthesis rate, germination rate and seedling size were quantified.

The root mass was the only parameter where statistically significant differences between the waters could be found.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Material und Methoden</b>	<b>9</b>
2.1	Wasseranalyse	9
2.2	Wuchsversuch	10
2.4	Keimversuch	11
2.5	Materialien	12
2.5.1	Wasser-„Energetisierungsgeräte“	12
2.5.1.1	GRANDER®-Wasserbelebungsgerät flexibel	12
2.5.1.2	plocherkat klein (klick-version)	12
2.5.1.3	AquaKat S	13
2.5.2	Portable Chlorophyll Fluorometer PAM-2500	13
2.5.3	<i>Guizotia abyssinica</i>	14
2.5.4	Boden	14
2.6	ImageJ	14
2.7	Statistik	14
<b>3</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>16</b>
3.1	Wasseranalyse	16
3.2	Wuchsversuch	17
3.2.1	Oberirdische Pflanzenmasse	17
3.2.2	Wuchshöhe	18
3.2.3	Gleichmäßigkeit des Wachstums	19
3.2.4	Blattentwicklung	20
3.2.5	Photosyntheserate	21
3.2.5.1	$F_0$	21
3.2.5.2	$F_m$	22
3.2.5.3	$Y(II)$	23
3.3	Rhizoboxen	24
3.4	Keimversuch	25
3.4.1	Keimrate	25
3.4.2	Länge der Keimlingswurzel	28
<b>4</b>	<b>Diskussion</b>	<b>31</b>
<b>5</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>33</b>



# 1 Einleitung

Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Wirkung „revitalisierter“ Wässer auf das Pflanzenwachstum. „Revitalisiert“ wird Wasser, wenn es durch spezielle Geräte mit „Energie“ angereichert und „wiederbelebt“ wird. Die „Energie“ des Wassers soll sich auf Pflanzen übertragen, die damit in Berührung kommen und zu gesteigertem Wachstum und besserer Gesundheit führen (GRANDER® Wasserbelebung 2018c).

Begründet wurde die Theorie des „energetisierten“ Wassers von Viktor Schaubberger (1885-1958). Schaubberger war ein Förster, der seine Erkenntnisse aus der Beobachtung der Natur ableitete und 1935 das erste Gerät zur „Wasserenergetisierung“ patentieren ließ. Schaubberger betrachtete Wasser als lebenden Organismus, der aus verschiedenen Schichten besteht, „Qualitätsstoffe“ mit sich führt und einen eigenen Charakter, sowie die Fähigkeit zur „Energiespeicherung und -weitergabe“ besitzt (Bartholomew 2006, Schaubberger 2006).

Nach Schaubberger fließt „lebendiges“ Wasser schnell, ist weder Wärme noch Druck ausgesetzt und weist eine Temperatur von etwa 4°C auf (Schaubberger 2006). Bei dieser Temperatur hat es den größtmöglichen „Energiegehalt“. Eine wichtige Eigenschaft des Wassers besteht laut Schaubbergers Theorie darin, dass es die Merkmale des Materials annimmt, durch das es fließt. Wasser, das mit rostendem Eisen in Berührung kommt, erwärmt wird, unter Druck steht oder durch eine geschlossene Röhre fließt, „stirbt“ ab. Ebenso wie Wasser, das nicht mehr bewegt wird. „Wiederbelebt“ werden kann es entweder durch die Natur, insbesondere durch Mondlicht, rasche Fortbewegung in einem naturbelassenen Umfeld oder durch entsprechende „Energetisierungsgeräte“ (Bartholomew 2006, Schaubberger 2006). Laut Schaubberger schadet „totes“ Wasser auch dem Boden wenn es mit diesem in Berührung kommt, beispielsweise durch Bewässerung landwirtschaftlicher Flächen (Schaubberger 2006). Aufbauend auf den Gedanken Schaubbergers entwickelten mehrere Firmen eigene Geräte zur „Revitalisierung“ von Wasser.

Durch eine erhöhte Präsenz des Themas „energetisiertes Wasser“ im öffentlichen Raum, durch Werbung und Zeitungsartikel, sowie durch Gespräche mit Landwirten entstand für mich der Eindruck, dass solche „Energetisierungsgeräte“ sich nicht nur unter Privatpersonen steigender Beliebtheit erfreuen, sondern auch bei landwirtschaftlichen Betrieben. Und das obwohl es bislang keine unabhängige Studie gibt, die die Wirksamkeit zweifelsfrei belegt.

Im Zuge meiner Masterarbeit soll dieser Missstand behoben und drei „Energetisierungsgeräte“ verschiedener Firmen getestet und deren Wirkung verglichen werden. In dieser Arbeit soll jeweils ein Gerät der Firmen Grander, Plocher, und Penergetic näher untersucht und auf ihren Nutzen für den Einsatz in der Pflanzenproduktion geprüft werden. Es soll untersucht werden, ob „revitalisierte“ Wässer eine Auswirkung auf das Pflanzenwachstum haben und ob die verwendeten Geräte in Zukunft für die Landwirtschaft relevant sein könnten. Gleichzeitig soll untersucht werden, ob Wasser, das „de-vitalisiert“, also absichtlich so behandelt wurde, dass es all seine „Energie“ und „Vitalität“ verliert, negative Auswirkungen hat.

Im Detail wurde untersucht, ob die Verwendung „re“- und „devitalisierter“ Wässer zu einer Änderung

- physikalisch/chemischer Wassereigenschaften

- der oberirdischen Pflanzenmasse
- der Wuchshöhe
- der Gleichmäßigkeit des Wachstums
- der Blattentwicklung
- der Wurzelmasse
- der potentiellen Photosyntheserate
- der Keimrate und Länge der Keimlingswurzel

führt, im Vergleich zu Pflanzen einer Kontrollgruppe, die mit unbehandeltem Leitungswasser versorgt wurden.

In einer parallelen Masterarbeit wurden andere Aspekte desselben Versuchs bearbeitet. Dort wurden die Auswirkungen „re“- und „devitalisierter“ Wässer auf abiotische Bodenparameter geprüft (Wiesmüller in prep.).

## 2 Material und Methoden

Es wurden drei unterschiedliche Versuche durchgeführt. In jedem Versuch wurden fünf verschieden behandelte Wässer zum Gießen von Pflanzen verwendet und deren Wirkungen miteinander verglichen.

Sämtliches in diesem Versuch verwendetes Wasser wurde aus demselben Wasserhahn im Bodenzoologischen Labor der Universität für Bodenkultur Wien entnommen. Diese wird mit Wasser aus der zweiten Wiener Hochquellwasserleitung versorgt. Das Wasser stammt aus dem Salztal im steirischen Hochschwabgebiet (Sailer und Rompolt 2010). Bevor Wasser zur Anwendung im Versuch aus der Leitung entnommen wurde, wurden zehn Liter Wasser abgelassen. So war gewährleistet, dass das im Versuch verwendete Wasser frisch und nicht abgestanden war.

Zur Herstellung der mit „Energetisierungsgeräten“ behandelten Wässer sowie der Kontrollgruppe wurden 1m lange Trinkwasserrohre (3cm Durchmesser) 30cm über dem Boden vertikal nebeneinander befestigt. Am oberen Ende der Rohre wurden Glastrichter eingesteckt. Leitungswasser wurde aus der Wasserleitung entnommen, in eine Gießkanne gefüllt und zu den Rohren getragen.

Mit einem Messbecher wurde das Wasser in die Trichter gefüllt und durch die Rohre geleitet. An drei Rohren waren „Wasserenergetisierungsgeräte“ dreier verschiedener Firmen befestigt, am vierten eine Attrappe eines „Energetisierungsgerätes“ (= die Kontrollgruppe, die aus unbehandeltem Leitungswasser bestand). Damit das Wasser möglichst lange im Einwirkungsbereich der „Energetisierungsgeräte“ blieb, wurden die unteren Enden der Rohre mit Gummistopfen auf 6mm verengt, sodass sich Wasser zurückstaute. Unterhalb der Rohre wurde das Wasser in Glasbechergläsern aufgefangen.

Wasser des „devitalisierten“ Treatments wurde nicht durch ein Rohr geleitet. Nach der Entnahme aus der Wasserleitung wurde es in einem Glasbecherglas auf einer Heizplatte mit Magnetrührstab auf 30°C erhitzt und anschließend mindestens 48h abgedeckt bei Zimmertemperatur stehen gelassen. Die Temperatur von 30°C wurde gewählt, da bei dieser Temperatur noch keine chemischen Veränderungen vor sich gehen, jedoch (nach der Theorie von Schauberger) die „Vitalität“ des Wassers verloren geht.

Alle verwendeten Geräte wurden vor Versuchsbeginn mit ionisiertem Wasser gereinigt und die Rohre und Bechergläser vor jeder Verwendung mit 1l Wasser durchgespült. Dadurch sollte verhindert werden, dass etwaige Ablagerungen das Versuchsergebnis beeinflussen. Weiters wurden alle Materialien farbcodiert, um zu gewährleisten, dass die verschiedenen Wässer nicht miteinander in Berührung kamen und um eine Beeinflussung der BearbeiterInnen auszuschließen.

### 2.1 Wasseranalyse

Um festzustellen ob die „Energetisierungsgeräte“ eine Änderung der physikalischen, chemischen und biologischen Wasserparameter hervorrufen, wurde am Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt an der Universität für Bodenkultur, eine Wasseranalyse in

Auftrag gegeben. Überprüft wurden Temperatur, pH-Wert, Leitfähigkeit, Gesamt- und Karbonathärte, Cadmium- und Zinkgehalt und der Biologische Sauerstoffbedarf.

## 2.2 Wuchsversuch

Um die Auswirkungen von „Wasserenergetisierungsgeräten“ auf das Pflanzenwachstum zu untersuchen wurde ein randomisiertes Experiment mit insgesamt 50 Versuchseinheiten durchgeführt. Es wurden fünf unterschiedlich aufbereitete Wässer verwendet (siehe oben), jedes davon wurde zur Bewässerung von 10 Versuchseinheiten genutzt.

Als Testpflanze wurde *Guizotia abyssinica* (L.F. CASS) verwendet. Als Testsubstrat wurde Boden von Flächen der Landwirtschaftlichen Fachschule Edelhof in Zwettl gewonnen (48°36' N, 15°14'E), auf 4mm Korngröße gesiebt, Steine und Wurzeln ausgeklaut, und homogenisiert.

50 farbcodierte Plastiktöpfe (13x13x13cm, nach unten verjüngt auf 10x10cm) wurden mit Pflanzvlies (13x13cm, 17g/m<sup>2</sup>) ausgelegt und mit je 1200g der gesiebten, noch restfeuchten Erde befüllt. Anschließend wurden die Töpfe bis zur maximalen Wasserhaltekapazität des Bodens bewässert und in jeden Topf zwei Pflanzen gepflanzt.

Die Pflanzen wurden jeden oder jeden zweiten Tag gewässert und der Boden auf 60% der maximalen Wasserhaltekapazität gebracht. Da dies aber Trockenstress für die Pflanzen bewirkte, wurde an Tag 52 das Gewicht auf 65% der maximalen Wasserhaltekapazität erhöht.

Nach jedem Bewässern wurden die Töpfe in zufälliger Reihenfolge neu angeordnet, um eine Auswirkung möglicher kleinklimatischer Gradienten oder Unterschiede in der Beleuchtung auszuschließen.

Beleuchtet wurden die Pflanzen mittels zweier Reihen von Lampen (Sanlight S4W, 140 Watt) für 16 Stunden pro Tag, gesteuert von einer Zeitschaltuhr. Die Höhe der Lampen wurde laufend angepasst, sodass sie immer 1m über der größten Pflanze hingen.

An Tag 4 wurde die Bodenoberfläche in den Töpfen mit je 10g feuchter Hanfstreu bedeckt, um eine in der Landwirtschaft übliche Mulchung simulieren.

An Tag 43 und 71 wurden die Töpfe mit einem NPK-Volldünger gedüngt („All-in-one-liquid“ der Firma Aptus, Verdünnung 1:1000).

Während des Versuchs wurde mithilfe eines Zollstocks im Abstand von etwa einer Woche die oberirdische Wuchshöhe der jeweils kräftigsten der beiden Pflanzen jedes Topfes gemessen. Etwa alle zwei Tage wurde die Anzahl der Blätter der jeweils kräftigsten Pflanze pro Topf gezählt. Ein Blatt wurde in die Zählung einbezogen, sobald es 1cm Länge erreicht hatte.

Weiters wurde an Tag 93 einmalig mittels Fluorometer (Portable Chlorophyll Fluorometer PAM-2500, Heinz Walz GmbH) die potentielle Photosyntheseleistung der Pflanzen gemessen. Vor Beginn der Messungen wurden alle Pflanzen für mindestens 30min in kompletter

Dunkelheit gehalten. Anschließend wurde an jeder Pflanze ein vitales, möglichst junges Blatt ausgesucht, an das Gerät geklemmt und alle 30sek ein Lichtblitz durchgesendet. Nach 5min wurden die Werte abgelesen.

Nach 14 Wochen wurde das Experiment beendet und die Pflanzen direkt über dem Boden abgeschnitten. Die oberirdische Pflanzenmasse wurde anschließend im Trockenschrank für 24 Stunden bei 65°C getrocknet und Topf für Topf gewogen. Wuchsen in einem Topf zwei Pflanzen wurden sie gemeinsam gewogen.

### 2.3 Wurzelwachstum

Um die Auswirkungen der „Energetisierungsgeräte“ auf das Wurzelwachstum zu untersuchen, führten wir ein randomisiertes Experiment mit 25 Versuchseinheiten durch. Wie oben beschrieben, wurden fünf unterschiedlich aufbereitete Wässer verwendet. Jedes davon wurde zur Bewässerung von 5 Rhizoboxen genutzt. Als Testpflanze wurde wieder *Guizotia abyssinica* verwendet.

Als Testsubstrat wurde der in Kapitel 2.2 beschriebene Boden verwendet, diesmal bei Raumtemperatur getrocknet und auf 2mm gesiebt. 25 Rhizoboxen (25x15x1cm, Schichtdicke Boden 5 mm, aus durchsichtigem Acrylglas, auf einer Seite 8 Löcher, durch die mithilfe einer Pipette gegossen werden konnte; die durchbohrte Seite der Rhizoboxen wurde mit zugeschnittenem Filterpapier ausgelegt um ein Herausfallen des Bodens zu verhindern) wurden mit Boden bis zur Oberkante befüllt. Anschließend wurde der Boden mit Wasser gesättigt und in jede Box 2 Samen gelegt. Jede Rhizobox wurde seitlich mit Kartons abgedeckt, sodass kein Licht an die Wurzeln kam. Die fertig präparierten Boxen wurden in 45° Schräglage in derselben Wuchskammer wie die Töpfe platziert. Die Rhizoboxen wurden regelmäßig bis zum Sättigungspunkt des Bodens gewässert.

Keimten in einer Vertiefung beide Samen, so wurde die schwächere Pflanze entfernt. Keimte kein Samen wurde nachgesät. Nach dem Bewässern wurden die Boxen in zufälliger Reihenfolge angeordnet um eine Auswirkung möglicher kleinklimatischer Gradienten oder Unterschiede in der Beleuchtung auszuschließen.

Nach 7 Wochen wurde das Experiment beendet und die Pflanzen direkt über dem Boden abgeschnitten. Die Wurzeln wurden vom Substrat befreit, ausgewaschen und fotografiert.

Anschließend wurde mithilfe des Programms ImageJ (Version 1.52a) ermittelt, wieviel Prozent des Bodens durchwurzelt waren.

### 2.4 Keimversuch

Um die Auswirkungen der „Energetisierungsgeräte“ auf die Keimrate von Pflanzen zu untersuchen, führten wir ein Experiment mit 75 Versuchseinheiten durch (European Standard EN 16086-2 (2011)). Es wurden die oben beschriebenen Treatments verwendet, jedes davon wurde zur Bewässerung von 15 Versuchseinheiten genutzt, wovon je 5 mit Kresse- (*Lepidium sativum*), Chinakohl- (*Brassica rapa pekinensis*) und Guizotia-Samen (*Guizotia abyssinica*) befüllt waren.

Perlit wurde auf eine Korngröße von 0,5mm bis 2mm gesiebt, in farbcodierte Plastikpetrischalen (11x11x1) gefüllt und bis zum Sättigungspunkt gegossen.

Pro Schale wurden 10 Samen eingesetzt, anschließend mit einem durchsichtigen Plastikdeckel verschlossen und in 70° Schräglage aufgestellt. Die aufgestellten Schalen wurden abgedeckt, damit die Samen im Dunklen keimen konnten. Nach 72h wurden die Abdeckungen geöffnet, die Keimlinge vom Substrat befreit und mit einem Skalpell die Wurzeln von den Trieben getrennt. Die Wurzeln wurden fotografiert und die Fotos anschließend mit dem Programm ImageJ (Version 1.52a) analysiert. Es wurde bestimmt, wieviele Samen pro Petrischale gekeimt waren und wie lang die Wurzeln nach 72h waren.

## **2.5 Materialien**

### **2.5.1 Wasser-„Energetisierungsgeräte“**

#### **2.5.1.1 GRANDER®-Wasserbelebungsgerät flexibel**

Auf ihrer Homepage schreibt die Firma GRANDER, dass Wasser, welches durch GRANDER-Geräte „revitalisiert“ wurde einen „feineren Geschmack“ aufweist, Kalkablagerungen und Rostbildung minimiert und das allgemeine Wohlbefinden steigert (GRANDER® Wasserbelebung 2018a).

Weiters soll es dazu beitragen, das Wachstum von Getreide und Gemüse zu verbessern, die Lagerbarkeit von Gemüse zu steigern und zu einer verbesserten Ernte führen. Tomaten sollen mehr Vitamin C enthalten, widerstandsfähiger gegen Schwarzfäule sein und einen höheren Ertrag bieten (GRANDER® Wasserbelebung 2018c).

In diesem Versuch wurde das Gerät „GRANDER ®-Wasserbelebungsgerät flexibel“ verwendet. Es weist zwei Gewindeanschlüsse auf und kann an ein Rohr (oder zwischen zwei Rohrstücke) geschraubt werden, sodass das Wasser aus der Leitung durch das Gerät hindurchfließt. Es besteht aus vernickeltem Messing und ist mit Chromstahl umhüllt. Laut Hersteller ist das Gerät „service- und wartungsfrei“ und funktioniert ausschließlich durch Naturenergien (GRANDER® Wasserbelebung 2018b).

#### **2.5.1.2 plocherkat klein (klick-version)**

Die Firma PLOCHER verwendet laut eigenen Angaben die „ROLAND PLOCHER integral-technik“, ein „physikalisches Verfahren nichtmagnetischer Informationsübertragung zur gezielten katalytischen Aktivierung biologischer oder physikalischer Prozesse“ (Junius 2017b). Durch diese Technik soll das Wasser „in seinen ursprünglichen, harmonischen Vitalzustand“ gebracht werden (PLOCHER GmbH integral-technik 2019). Dadurch kommt es laut Hersteller zu einer Rückbildung von Kalkablagerungen und einer Verbesserung der Keimfähigkeit von Pflanzen (PLOCHER GmbH integral-technik 2019). In diesem Versuch verwendet wurde das Gerät „plocherkat klein (klick-version)“. Im Gegensatz zu dem Gerät der Firma GRANDER ist dieses außen an der Wasserleitung zu befestigen, das Leitungswasser kommt also nicht in direkten Kontakt mit dem „Energetisierungsgerät“ (Junius 2017a). Trotzdem soll es Informationen auf das Leitungswasser übertragen, sodass dieses „revitalisiert“ wird (PLOCHER GmbH integral-technik 2019, 14). Genauso wie das GRANDER-Gerät ist es wartungsfrei. Außerdem soll es zeitlich unbegrenzt wirksam sein (Junius 2017a).

### 2.5.1.3 AquaKat S

Laut der Firma PENERGETIC wird Wasser, welches mittels AquaKat-Geräten behandelt wird, durch Biostimulation vitalisiert (PENERGETIC International AG 2019). Dadurch ergeben sich angeblich Vorteile im Pflanzenbau und Kalkablagerungen in der Leitung werden abgebaut (AQUAKAT® 2016).

In diesem Versuch wurde das Gerät „AquaKat S“ getestet. Es besteht aus Edelstahl und wird mittels eines Klettverschlusses an die Leitung montiert. Wie die vorher genannten Geräte ist es wartungsfrei (PENERGETIC International AG 2019).

### 2.5.2 Portable Chlorophyll Fluorometer PAM-2500

Um Unterschiede in der potenziellen Photosyntheseleistung der Pflanzen feststellen zu können, wurde das „Portable Chlorophyll Fluorometer PAM-2500“ des Herstellers Heinz Walz GmbH verwendet. Dieses Gerät verwendet pulsamplituden-moduliertes Messlicht, um die Chlorophyll-Fluoreszenz anzuregen. Neben der aktuellen Fluoreszenzausbeute im Dauerlicht ( $F_t$ ) und der maximalen Ausbeute nach Sättigungspulsen ( $F_m$  oder  $F_m'$ ) kann auch die minimale Ausbeute nach Dunkelakklimatisierung ( $F_0$ ) oder im beleuchteten Zustand ( $F_0'$ ) bestimmt werden. Die PamWin-3-Software berechnet automatisch vier Löschkoeffizienten ( $q_P$ ,  $q_L$ ,  $q_N$  und NPQ), die effektive Ausbeute an PS II-Photochemie ( $Y_{(II)} = \Delta F / F_m$ ) und die komplementären Ausbeuten an nicht-photochemischer Energiedissipation ( $Y_{(NO)}$  und  $Y_{(NPQ)}$ ) sowie die scheinbare Elektronentransportrate (ETR) (Agriculture XPRT 2019). Da die Blätter von *Guizotia abyssinica* zu schmal sind, um mit dem Standard-Blattclip des Fluorometers gemessen zu werden, wurde dieser durch den *Arabidopsis* leaf clip 2060-B ersetzt, der eine kleinere Messfläche abstreicht, vom Funktionsprinzip jedoch identisch ist. In diesem Versuch wurden folgende Parameter gemessen (Heinz Walz GmbH 2008):

- PAR (photosynthetic active radiation): Intensität der Umgebungsstrahlung, der die Pflanze während der Messung ausgesetzt ist
- $F_0$ : Grundlegende Chlorophyll-Fluoreszenzausbeute bei sehr niedrigen Messlichtintensitäten
- $F_m$ : Maximale Chlorophyll-Fluoreszenzausbeute, wenn Photosystem II-Reaktionszentren durch einen Sättigungspuls geschlossen werden
- $F_v/F_m$ : maximale photochemische Quantenausbeute des Photosystems II, die normalerweise nach Dunkelakklimatisierung beobachtet wird
- $Y_{(II)}$ : effektive photochemische Quantenausbeute von Photosystem II. Durch nicht photochemische Herunterregulierung und Schließen des Reaktionszentrums wird  $Y_{(II)}$  in Bezug auf  $Y_{(II)max}$  abgesenkt
- NPQ: nicht-photochemische Fluoreszenzlöschung als Alternative zur  $q_N$ -Berechnung
- YNPQ: Quantenausbeute der nicht-photochemischen Energieumwandlung im PS II aufgrund einer Herunterregulierung der Lichtsammelfunktion
- $q_P$ : Photochemischer Fluoreszenzlöschungskoeffizient
- $q_N$ : Koeffizient der nicht-photochemischen Fluoreszenzlöschung

Von den gemessenen Parametern wurden  $F_0$ ,  $F_m$  und  $Y_{(II)}$  statistisch ausgewertet.

### 2.5.3 *Guizotia abyssinica*

Der deutsche Name der zu den Asteraceae gehörenden Pflanze lautet Abessinien-Ramtillkraut, Gingellikraut oder Nigersaat (Verein zur Erforschung der Flora Österreichs 2009). Ursprünglich stammt *Guizotia abyssinica* aus Ostafrika. Das einjährige Kraut wächst gut auf kargen Böden, wird etwa einen Meter hoch und bildet gelbe Blüten mit ölhaltigen Samen. In Plantagen bringt es Erträge von etwa  $4-4,5 \cdot 10^2$  kg/ha. Verwendung finden die Samen als Speiseöl oder in der Seifenherstellung. Die verbleibende Pflanzenmasse wird zur Gründüngung genutzt (FAO 2019).

In diesem Versuch wurde *Guizotia abyssinica* verwendet, da die Pflanze auch in Österreich als Zwischenfrucht Verwendung findet und daher für die Landwirtschaft relevant ist. Weiters eignen sich die Blätter gut zur Photosynthesemessung und die Wurzeln heben sich in Rhizoboxen gut gegen den Boden ab.

### 2.5.4 Boden

Der in diesem Versuch verwendete Boden wurde von einer organisch-biologisch bewirtschafteten Fläche der Landwirtschaftlichen Fachschule Edelfhof in Zwettl entnommen (48°36' N, 15°14'E).

Nach einer alle 6 Jahre durchgeführten Bodenuntersuchung sind die Flächen als mittelwertiges Ackerland einzustufen. Die Krumentiefe beträgt 20-25cm, der pH-Wert liegt bei 5,5-6,8, der Gehalt an Phosphor und Kalium im mittleren bis höheren Bereich, der Magnesiumgehalt im hohen Bereich. Bei der Bodenart handelt es sich um lehmigen Sand, der Bodentyp wird als kalkfreie Felsbraunerde auf Granit bezeichnet.

Auf den Äckern kultiviert werden Sommerhafer, Wintergerste, Triticale, Luzerne, Rotklee, Klee gras, Kartoffeln, Körner-Hanf und Schnittlauch. Die Düngung erfolgt mittels Rinder-Stallmist, Schweinemist und Mistkompost (Interne Dokumentation Fachschule Edelfhof 2019).

## 2.6 ImageJ

Zur Analyse der Fotos der Keimlinge, sowie der Wurzelfotos wurden das Programm ImageJ (Version 1.52a) und das Plugin „Measure\_Roi\_Curve“ verwendet.

Zur Messung der Länge der Keimlingswurzeln wurde das Foto in ein schwarz-weiß-Bild umgewandelt, die Wurzeln freigestellt und digital vermessen. Die Größe wurde entlang der Seitenlinie der Wurzel von einem Ende bis zum anderen Ende gemessen.

Um die Wurzelmasse in den Rhizoboxen festzustellen wurden die Fotos der Wurzeln in schwarz-weiß-Bilder umgewandelt und die Wurzeln freigestellt. Anschließend wurde analysiert wieviel Prozent der Oberfläche der Rhizobox von Wurzeln bedeckt waren.

## 2.7 Statistik

Die Daten wurden in Excel gesammelt und in R (Version 3.6.1) analysiert. Erst wurden Boxplots erstellt und mittels qqPlot die Verteilung der Daten überprüft, anschließend wurden

Varianzanalysen durchgeführt, um festzustellen, ob sich signifikante Unterschiede zwischen den Treatments feststellen lassen.

Für normalverteilte Daten wurden parametrische Varianzanalysen durchgeführt, bei nicht normalverteilten Daten wurde versucht, mithilfe einer  $\log_{10}$ -Transformation die Datenverteilung einer Normalverteilung anzugleichen. Da das nicht funktionierte wurde anstelle einer ANOVA eine Qanova durchgeführt. Dabei handelt es sich um eine statistische Methode, mit der Varianzanalysen für Daten durchgeführt werden können die nicht normalverteilt sind (Mair und Wilcox 2019).

Wenn bei der Varianzanalyse signifikante Unterschiede festgestellt werden konnten wurde anschließend ein post-hoc-Test durchgeführt (Tukey-HSD-Test im R base package) um zu überprüfen, welche Treatments sich unterscheiden.

## 3 Ergebnisse

### 3.1 Wasseranalyse

<i>Treatment</i>	<i>Temperatur</i> [°C]	<i>pH</i>	<i>Leit-</i> <i>fähigkeit</i> [S/m]	<i>Gesamt-</i> <i>härte</i> [mmol/l]	<i>Karbonat-</i> <i>härte</i> [mmol/l]	<i>Cadmiu</i> <i>m-Gehalt</i> [ppm]	<i>Zink</i> <i>gelöst</i> [ppm]	<i>BSB5</i> [mg/l O <sub>2</sub> ]
<i>Grander</i>	21,0	8,152	2,26*10 <sup>-6</sup>	1,1570	2,2392	<5*10 <sup>-5</sup>	5,51*10 <sup>-2</sup>	<3
<i>Plocher</i>	20,3	8,155	2,28*10 <sup>-6</sup>	1,1659	2,2284	<5*10 <sup>-5</sup>	5,80*10 <sup>-2</sup>	<3
<i>AquaKat</i>	20,6	8,158	2,26*10 <sup>-6</sup>	1,1517	2,2248	<5*10 <sup>-5</sup>	1,66	<3
<i>Devitalisiert</i>	24,8	8,336	2,28*10 <sup>-6</sup>	1,1712	2,2464	<5*10 <sup>-5</sup>	1,93*10 <sup>-2</sup>	<3
<i>Kontrolle</i>	20,8	8,159	2,26*10 <sup>-6</sup>	1,1659	2,2284	<5*10 <sup>-5</sup>	4,18*10 <sup>-2</sup>	<3

**Tabelle 1: Ergebnisse der Analyse dreier „revitalisierter“ Wässer im Vergleich mit dem „devitalisierten“ Wasser und der unbehandelten Kontrollgruppe. Vertikal gelistet sind die unterschiedlichen Treatments (drei „revitalisierte“ Wässer, das „devitalisierte“ Wasser und die unbehandelte Kontrollgruppe), horizontal die gemessenen Parameter.**

Tabelle 1 zeigt, dass das „devitalisierte“ Wasser wärmer ist als die anderen. Das liegt daran, dass es erwärmt wurde und dann wieder auf Zimmertemperatur abgekühlt ist. Die anderen Wässer wurden vor der Analyse frisch aus der Leitung entnommen und haben einen Temperaturunterschied von maximal 0,7°C.

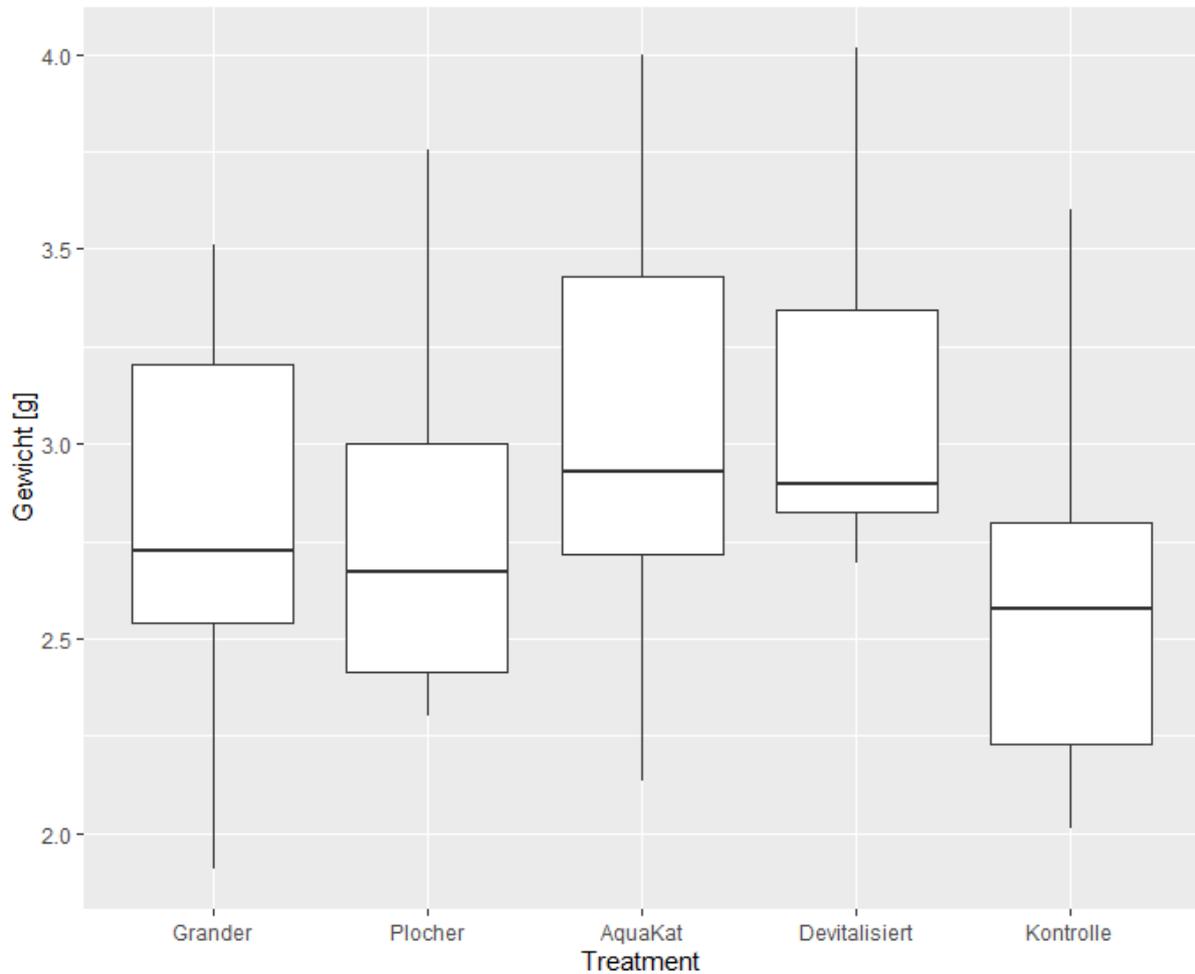
Die „energetisierten“ Wässer und die Kontrollgruppe weisen einen pH von etwa 8,15 auf, das „devitalisierte“ Wasser hat einen geringfügig höheren pH.

In der Leitfähigkeit, der Gesamthärte, der Karbonathärte, dem Cadmiumgehalt und dem biologischen Sauerstoffbedarf (BSB5) unterscheiden sich die Treatments kaum.

Auffällig ist, dass der Zinkgehalt bei dem Wasser, das mit dem AquaKat-Gerät behandelt wurde, sehr stark erhöht ist. Beim „devitalisierten“ Wasser ist der Zinkgehalt deutlich niedriger als bei den anderen Treatments.

## 3.2 Wuchsversuch

### 3.2.1 Oberirdische Pflanzenmasse

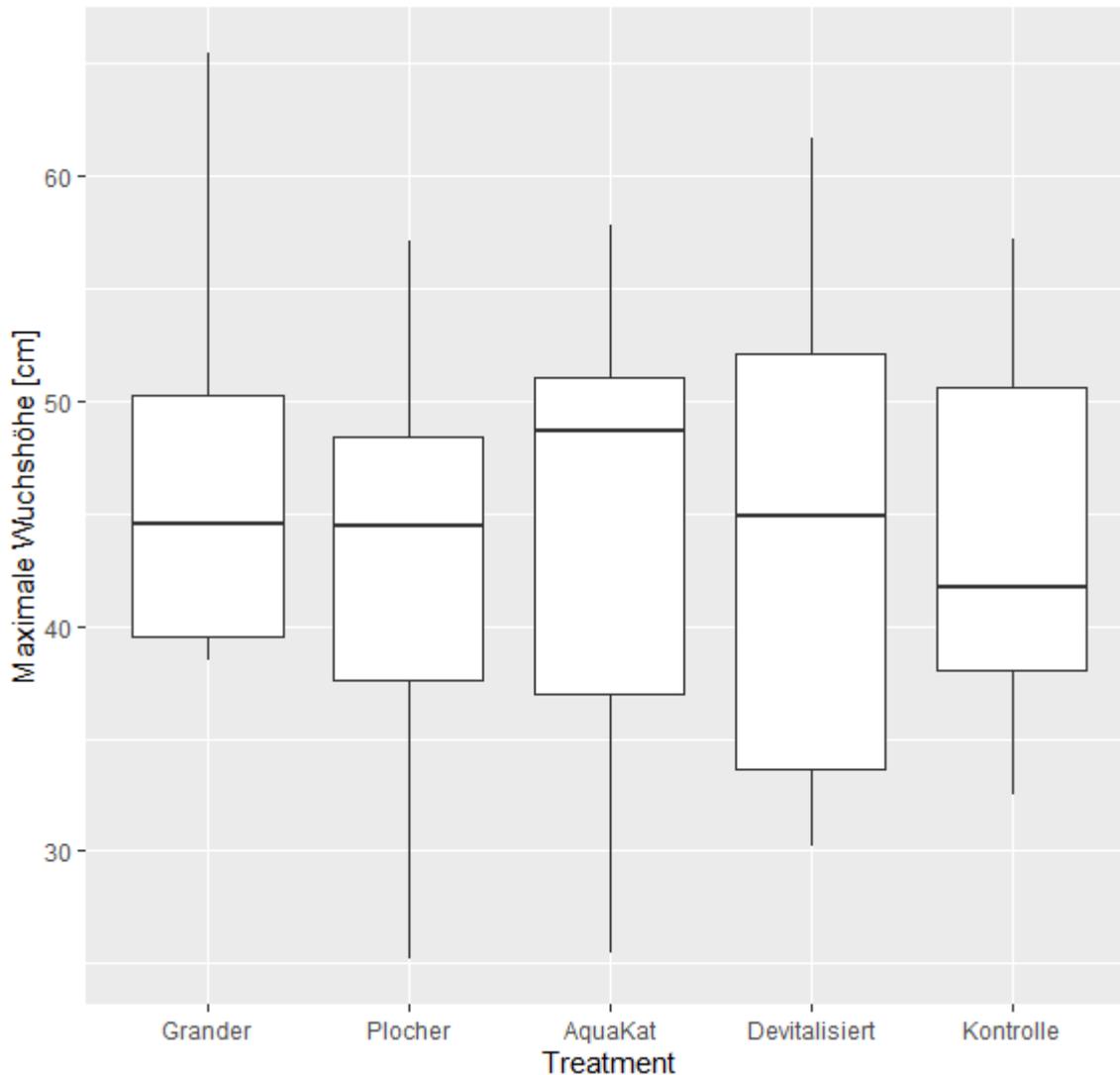


**Abbildung 1: Vergleich der oberirdischen Pflanzenmassen in einem Wuchsversuch mit fünf Treatments**

Abbildung 1 zeigt das Gewicht der Pflanzen, aufgeteilt nach Treatments. Das mittlere Gewicht liegt bei allen Treatments zwischen 2,6 und 2,9 Gramm. Die Unterschiede waren statistisch nicht signifikant ( $p=0,0954$ ).

Die geringste Streuung trat beim „devitalisierten“ Treatment auf, die breiteste beim AquaKat-Treatment.

### 3.2.2 Wuchshöhe



**Abbildung 2: Vergleich der Wuchshöhen in einem Wuchsversuch mit fünf Treatments**

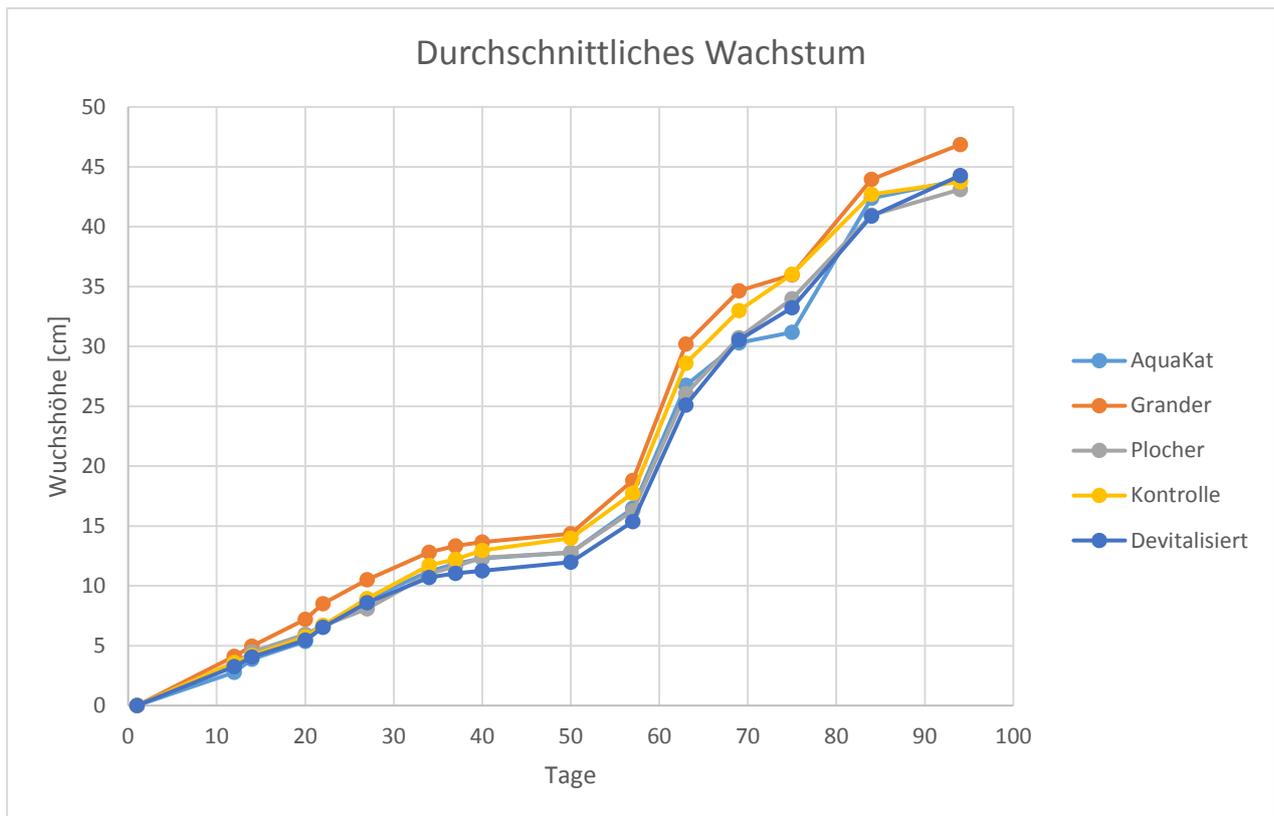
Anhand des Boxplots (Abb. 2) lässt sich erkennen, dass die Pflanzen ein relativ einheitliches Größenwachstum mit einer Durchschnittsgröße von etwa 45cm zeigen.

Die größte Pflanze war aus dem Grander-Treatment und maß 65,5cm, die kleinste Pflanze war 25,2cm groß und aus dem Plocher-Treatment. Die zweitkleinste maß 25,5cm und wurde mit AquaKat-Wasser gegossen.

Die geringste Streuung im Größenwachstum wiesen die Pflanzen aus den Grander- und Plocher-Treatments auf, die breiteste Streuung war bei den Pflanzen zu beobachten, die mit „devitalisiertem“ Wasser gegossen wurden.

Keiner der genannten Unterschiede war statistisch signifikant ( $p=0,934$ ).

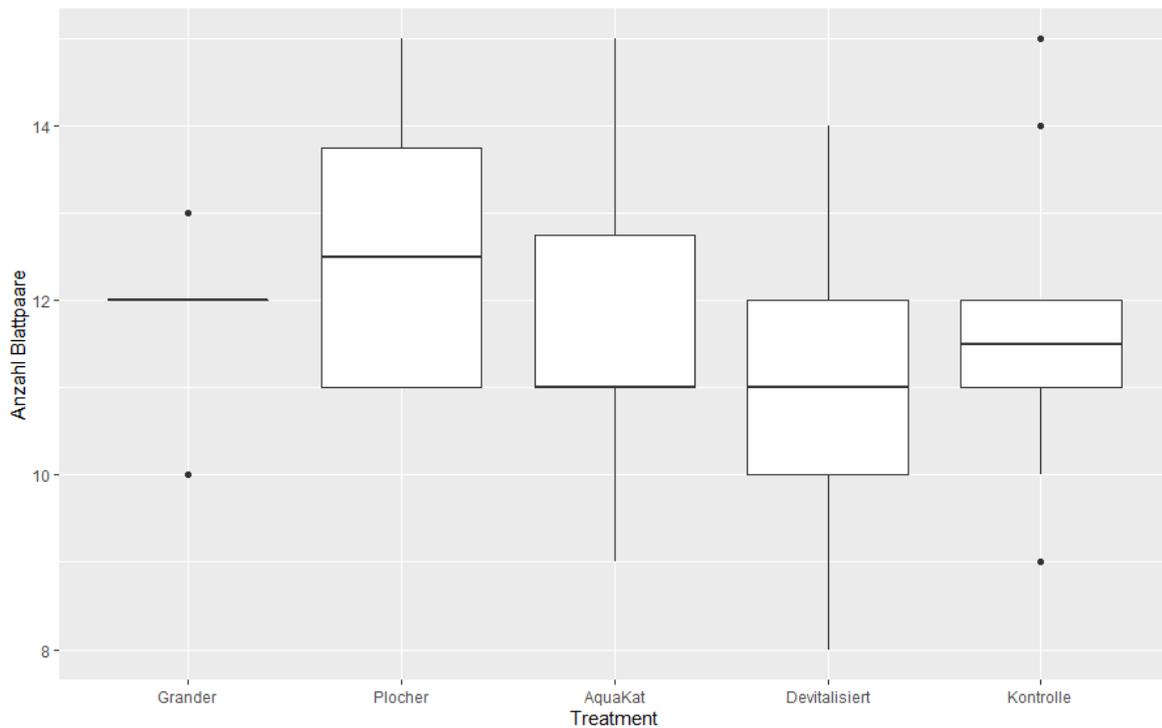
### 3.2.3 Gleichmäßigkeit des Wachstums



**Abbildung 3: Wachstum von Pflanzen in einem Wuchsversuch mit fünf Treatments (drei „revitalisierte“ Wässer, ein „devitalisiertes“ Wasser und die unbehandelte Kontrollgruppe)**

Die Wachstumskurven lassen erkennen, dass die Pflanzen nach einer relativ linearen Größenzunahme während der ersten 34 Tage das Wachstum verlangsamt. Nach der Erhöhung der Wasserzufuhr an Tag 52 beschleunigte sich das Wachstum wieder. Die Düngergaben an Tag 43 und 71 machen sich in der Grafik nicht eindeutig bemerkbar. Die Pflanzen aus dem Grander-Treatment waren geringfügig größer als die anderen. Aber bei allen Treatments ist das Wachstum etwa gleich verlaufen. Aus dem Verlauf der Kurven ist kein Unterschied zwischen den Treatments ersichtlich.

### 3.2.4 Blattentwicklung



**Abbildung 4: Vergleich der Blattentwicklung in einem Wuchsversuch mit fünf Treatments**

Abbildung 4 zeigt, dass alle Pflanzen zwischen acht und 15 Blätter bildeten, die meisten Pflanzen hatten elf bis zwölf Blätter. Die Unterschiede sind statistisch nicht signifikant ( $p=0,4967$ ).

Die höchste gezählte Blattanzahl, 15 Blätter, wiesen einige Pflanzen der Treatments Plocher und AquaKat, sowie aus der Kontrollgruppe auf.

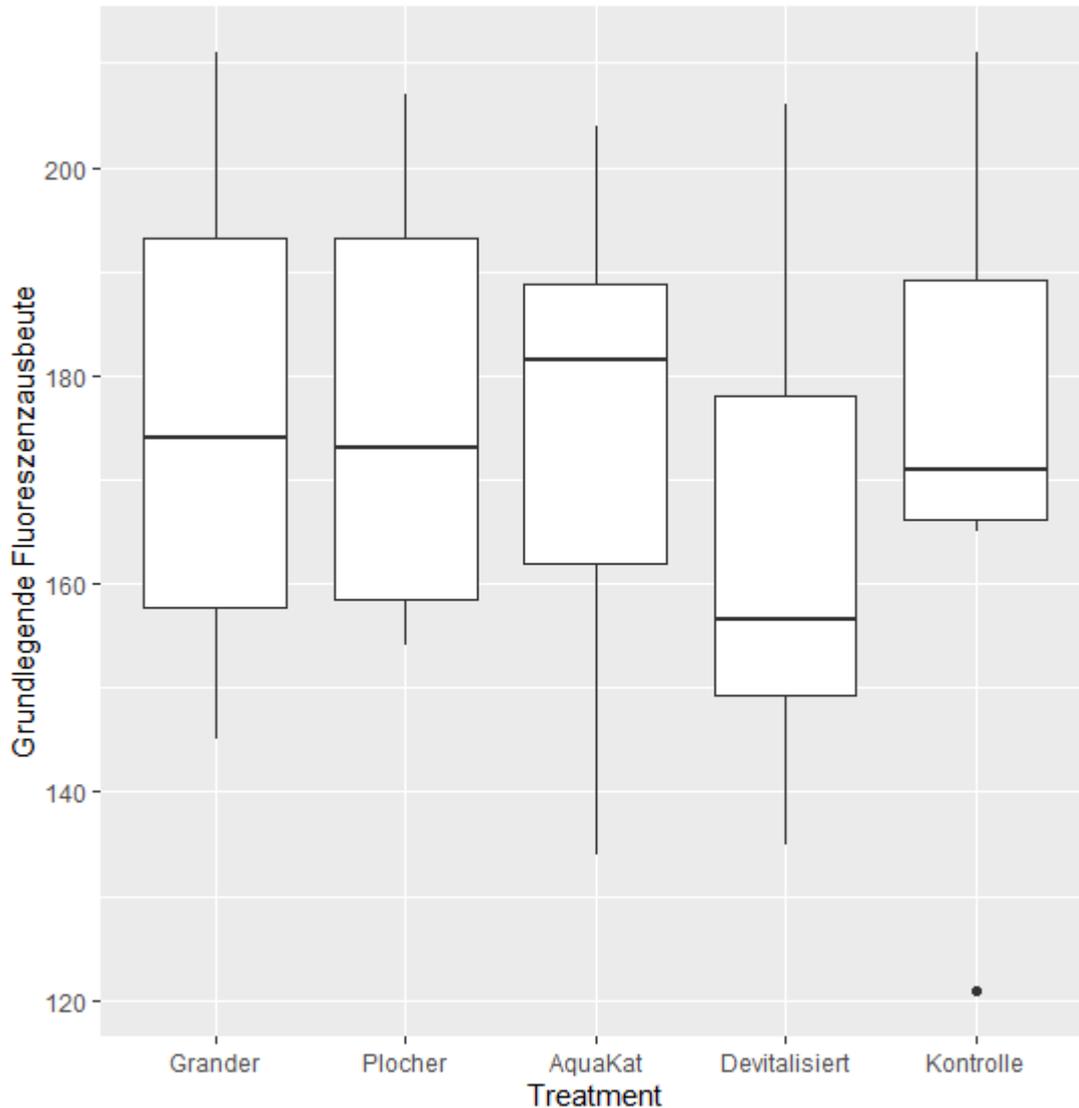
Mit nur acht Blättern wurde die geringste Blattanzahl bei einer Pflanze aus dem "devitalisierten" Treatment gemessen.

Die geringste Variabilität in der Blattanzahl trat beim Grander-Treatment auf. Acht von Zehn Pflanzen bildeten zwölf Blätter aus, je eine Pflanze zehn bzw. 13 Blätter. Auch die Kontrollgruppe zeigte eine geringe Streuung, sechs von zehn Pflanzen hatten elf oder zwölf Blätter.

Die breiteste Streuung trat beim Plocher-Treatment auf.

### 3.2.5 Photosyntheserate

#### 3.2.5.1 $F_0$

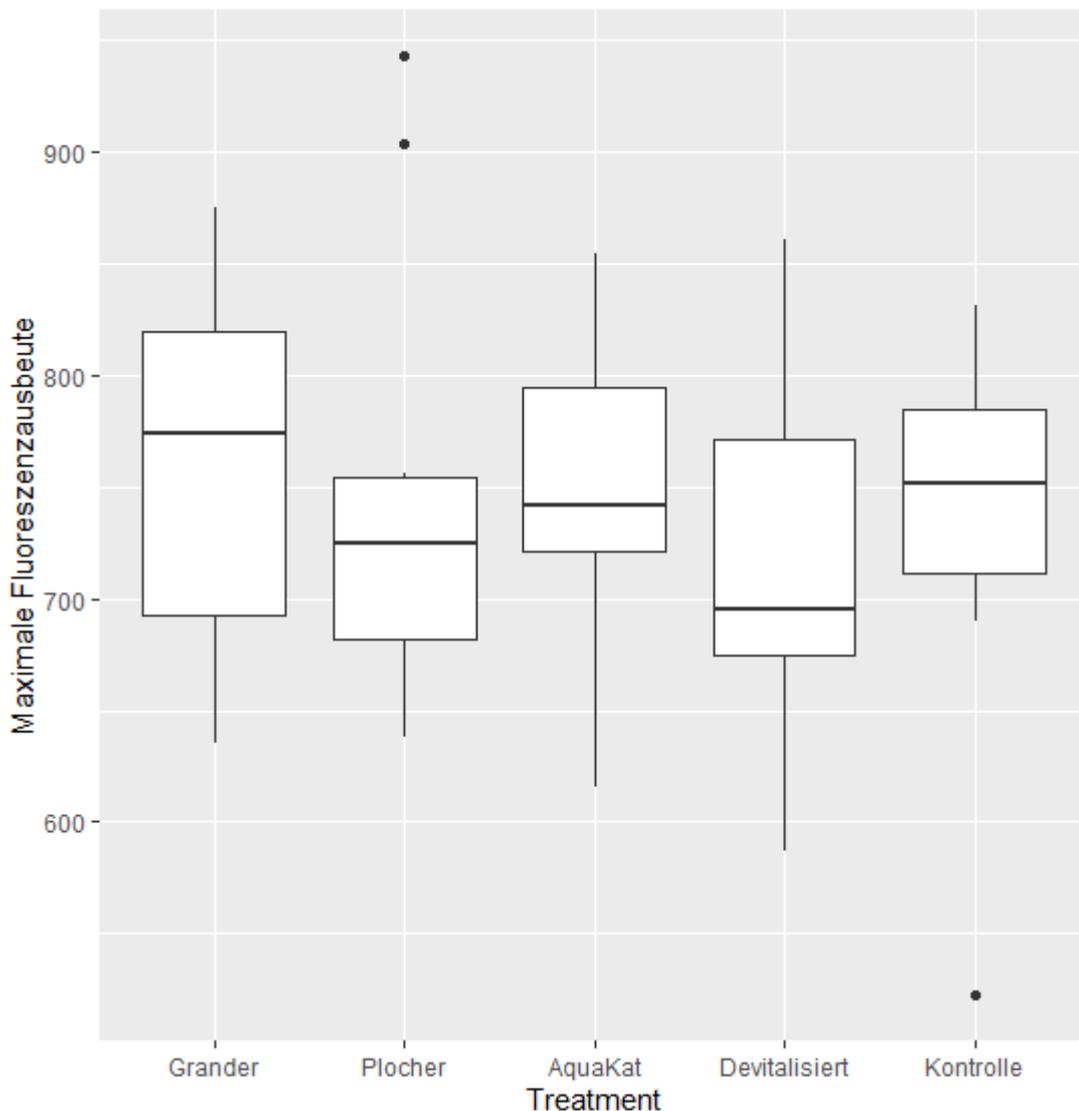


**Abbildung 5: Vergleich der grundlegenden Fluoreszenzausbeute in einem Wuchsversuch mit fünf Treatments**

Grafik 5 zeigt, dass die grundlegende Fluoreszenzausbeute bei sehr niedrigen Messlichtintensitäten bei allen Treatments im Durchschnitt bei etwa 175 liegt. Beim „devitalisierten“ Treatment war sie im Mittel (Median) niedriger als bei den anderen Treatments, beim AquaKat-Treatment war sie im Mittel etwas höher. Die geringste Streuung weist die Kontrollgruppe auf, die breiteste das Grander-Treatment.

Die Unterschiede sind statistisch aber nicht signifikant ( $p=0,685$ ).

### 3.2.5.2 $F_m$



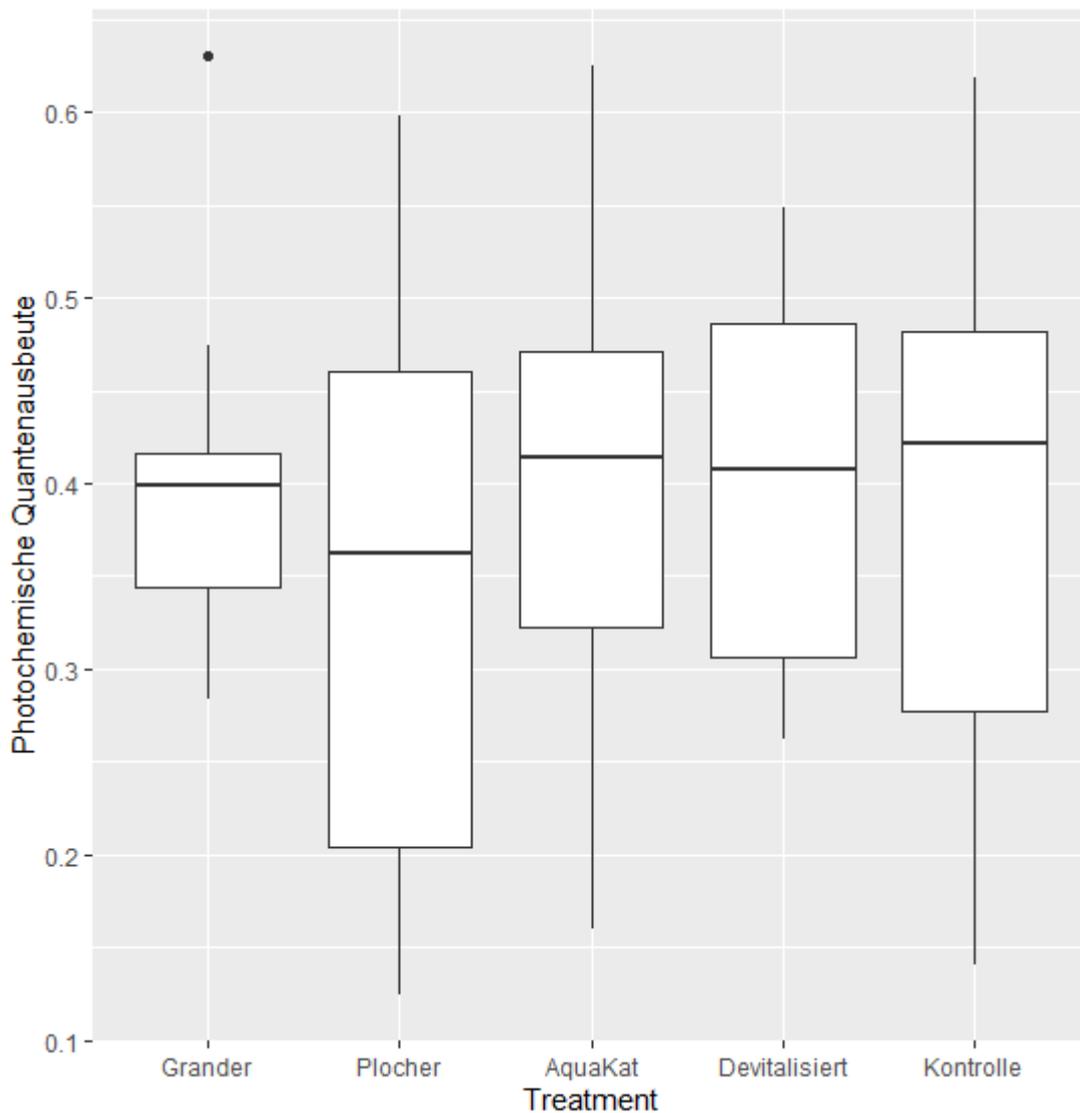
**Abbildung 6: Vergleich der maximalen Fluoreszenzausbeute in einem Wuchsversuch mit fünf Treatments**

Abbildung 6 macht deutlich, dass die maximale Fluoreszenzausbeute bei allen Treatments im Mittel bei etwa 750 liegt.

Im Schnitt zeigte das Grander-Treatment die höchsten Werte und die breiteste Streuung, nur gab es beim Plocher-Treatment, das, neben der Kontrollgruppe die geringste Streuung aufwies und meist eine geringere Fluoreszenzausbeute zeigt, zwei Ausreißer mit sehr hohen Messwerten. Der geringste Wert wurde in der Kontrollgruppe gemessen.

Die Unterschiede sind statistisch nicht signifikant ( $p=0,8$ ).

### 3.2.5.3 Y(II)

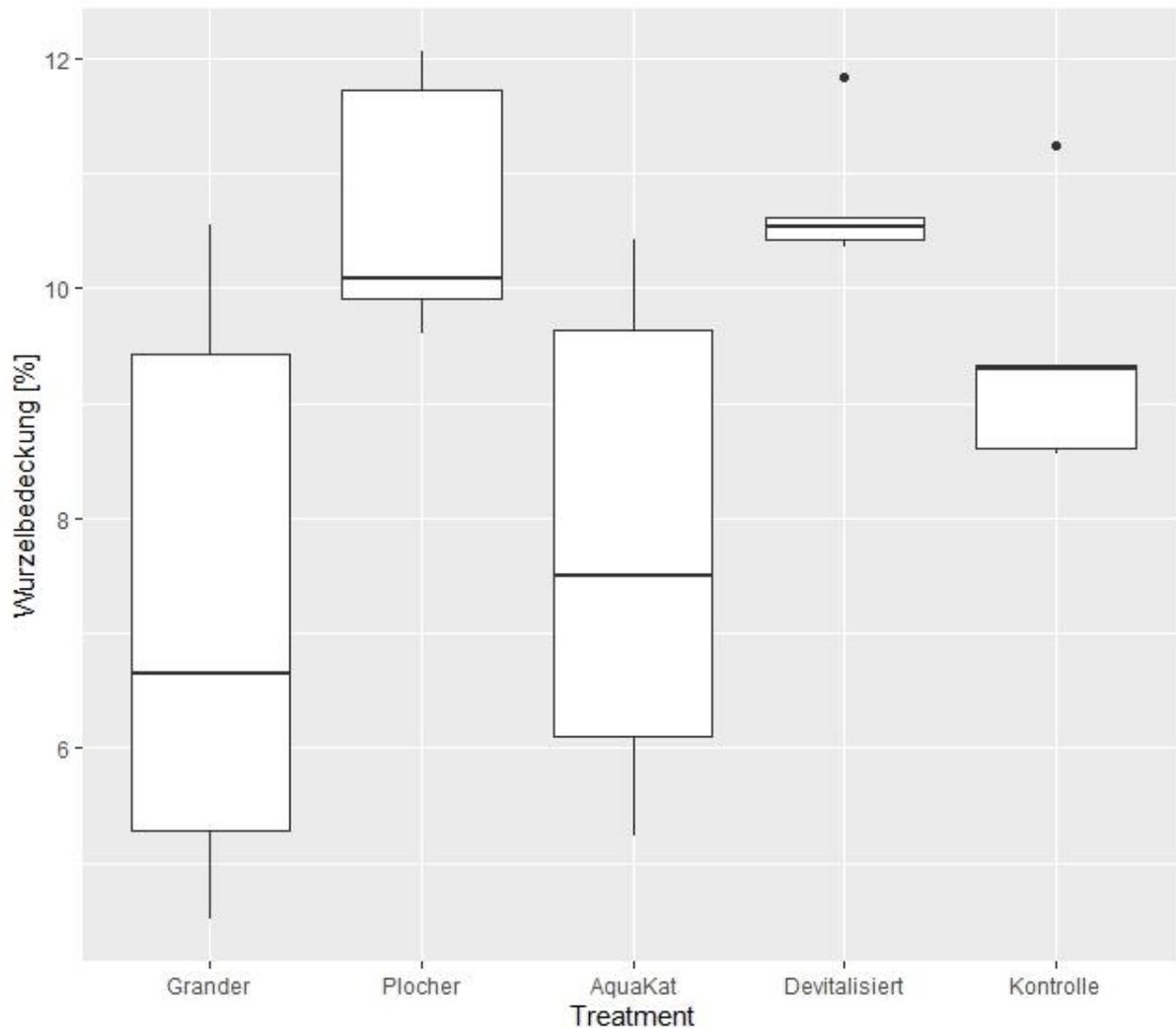


**Abbildung 7: Vergleich der photochemischen Quantenausbeute in einem Wuchsversuch mit fünf Treatments**

Der obenstehende Boxplot (Abb. 7) zeigt, dass alle Treatments im Mittel eine photochemische Quantenausbeute von etwa 0,4 haben. Das Plocher-Treatment hat eine deutlich breitere Streuung als die drei bereits genannten, das Grander-Treatment hat eine wesentlich geringere Streuung. Der höchste gemessene Wert ist ein Ausreißer beim Grander-Treatment, der niedrigste Wert wurde beim Plocher-Treatment gemessen.

Die Unterschiede sind statistisch nicht signifikant ( $p=0,906$ ).

### 3.3 Rhizoboxen



**Abbildung 8: Vergleich der Wurzelbedeckung in einem Wuchsversuch mit fünf Treatments**

Abbildung 8 zeigt, dass es Unterschiede in der Ausprägung des Wurzelwachstums zwischen den einzelnen Treatments gab. Die Varianzanalyse (ANOVA) ergab, dass statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen bestehen ( $p=0,0067$ ).

Das Grander- und das AquaKat-Treatment wiesen eine mittlere Wurzelbedeckung von etwa 6,5% bis 7,5% auf, beim Plocher- und beim „devitalisierten“ Treatment sowie der Kontrollgruppe lag die mittlere Wurzelbedeckung zwischen etwa 9,5 und 10,5%.

Der höchste Wert wurde bei einer Pflanze aus dem Plocher-Treatment gemessen. Hier bedeckten die Wurzeln eine Fläche von 12,06%. Der niedrigste Wert stammt mit einer Wurzelbedeckung von 4,521% von einer Pflanze aus dem Grander-Treatment.

Die geringste Streuung trat beim „devitalisierten“ Treatment und der Kontrollgruppe auf, das Plocher-Treatment war etwas breiter gestreut. Das Grander- und das AquaKat-Treatment waren deutlich breiter gestreut als die drei anderen Treatments.

Mittels post-hoc-Tests wurde überprüft, zwischen welchen Treatments die signifikanten Unterschiede auftreten. Das Ergebnis zeigte, dass es signifikante Unterschiede sowohl zwischen dem Plocher- und dem Grander-Treatment ( $p=0,03737$ ), als auch zwischen dem „devitalisierten“- und dem Grander-Treatment ( $p=0,03210$ ) gibt.

### 3.4 Keimversuch

#### 3.4.1 Keimrate

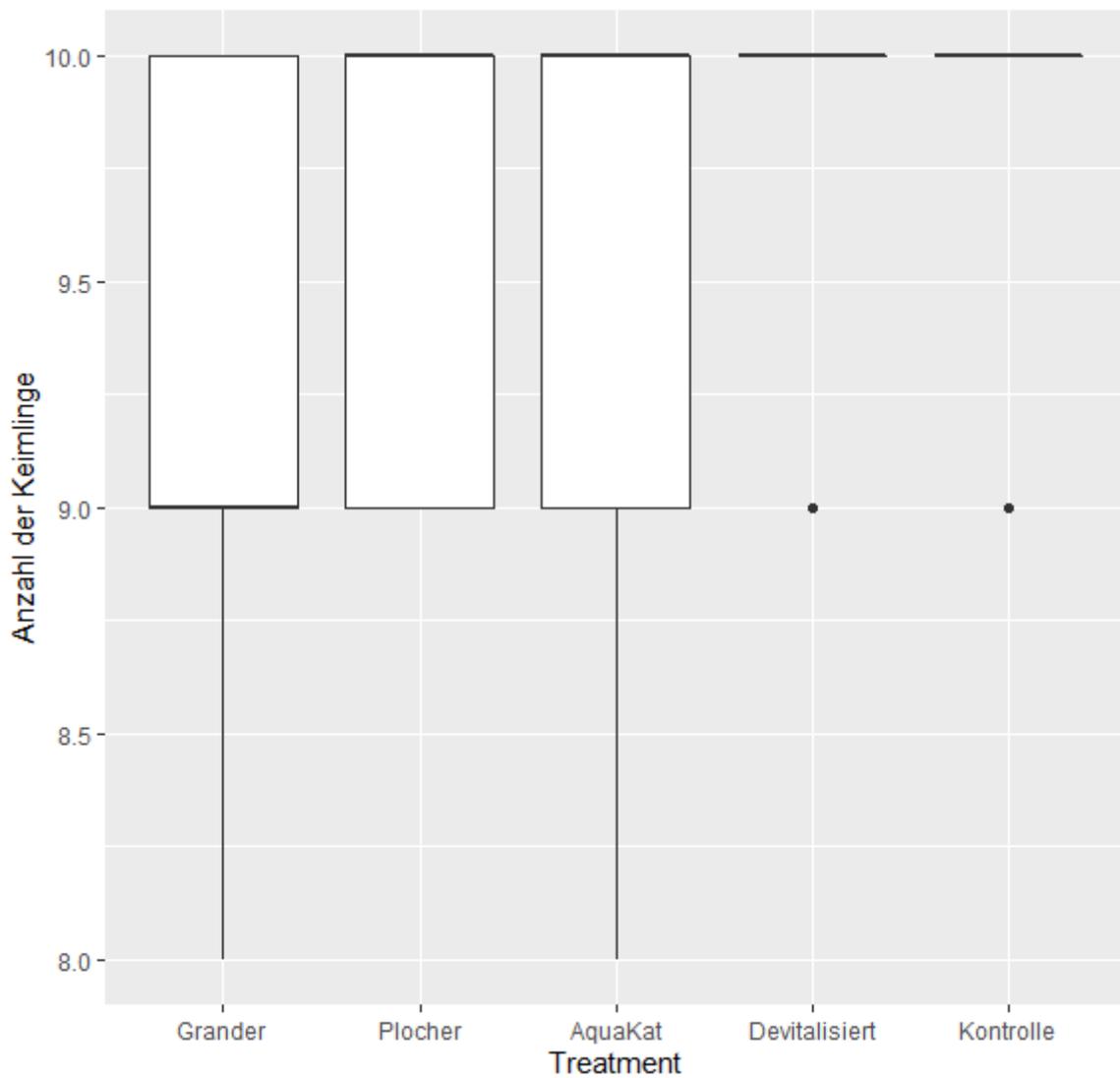
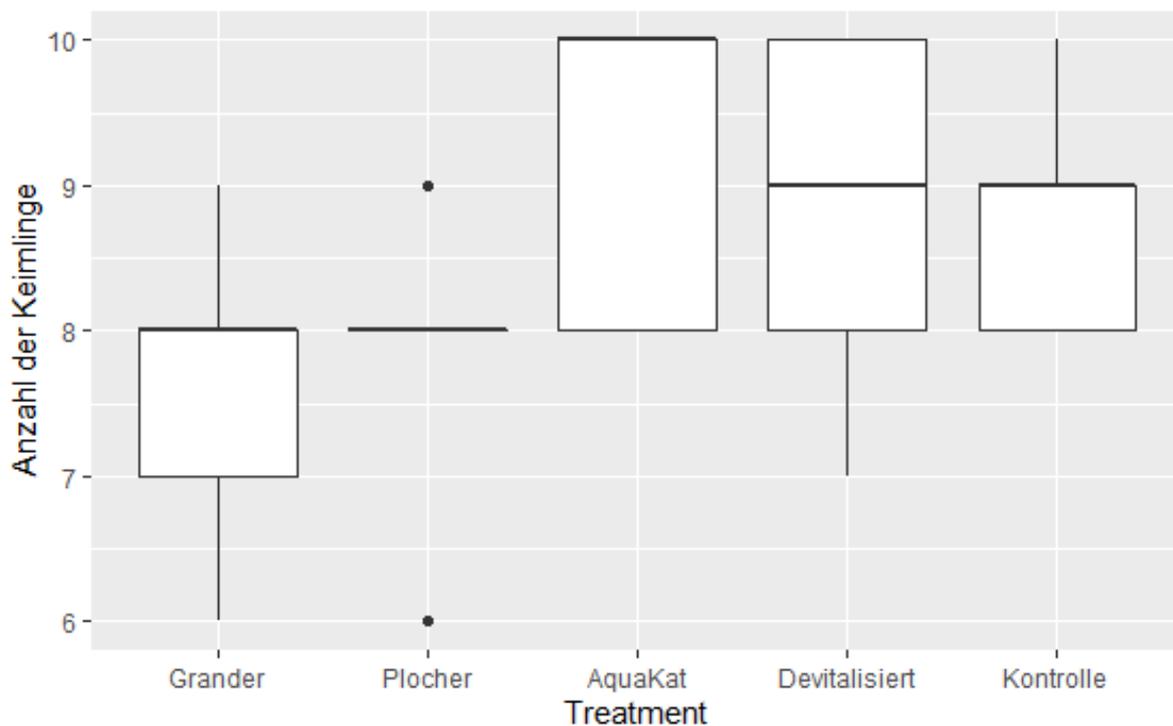


Abbildung 9: Vergleich der Keimrate von *Guizotia abyssinica* in einem Keimversuch mit fünf Treatments

Abbildung 9 zeigt, dass sich die Treatments im Mittel kaum unterschieden. Bei allen Wässern beträgt die mittlere Keimrate 90 oder 100 Prozent. Es konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden ( $p=0,4817$ ).

Die höchste gezählte Keimrate wiesen das „devitalisierte“ Treatment und die Kontrollgruppe auf. Je vier von fünf Petrischalen wiesen eine 100%ige Keimrate auf, eine von fünf Petrischalen eine 90%ige Keimrate.

Die niedrigste gezählte Keimrate zeigten die Samen, die mit Grander-Wasser gegossen wurden. Eine Petrischale hatte eine 80%ige Keimrate, zwei Petrischalen eine 90%ige und weitere zwei Petrischalen eine 100%ige Keimrate.



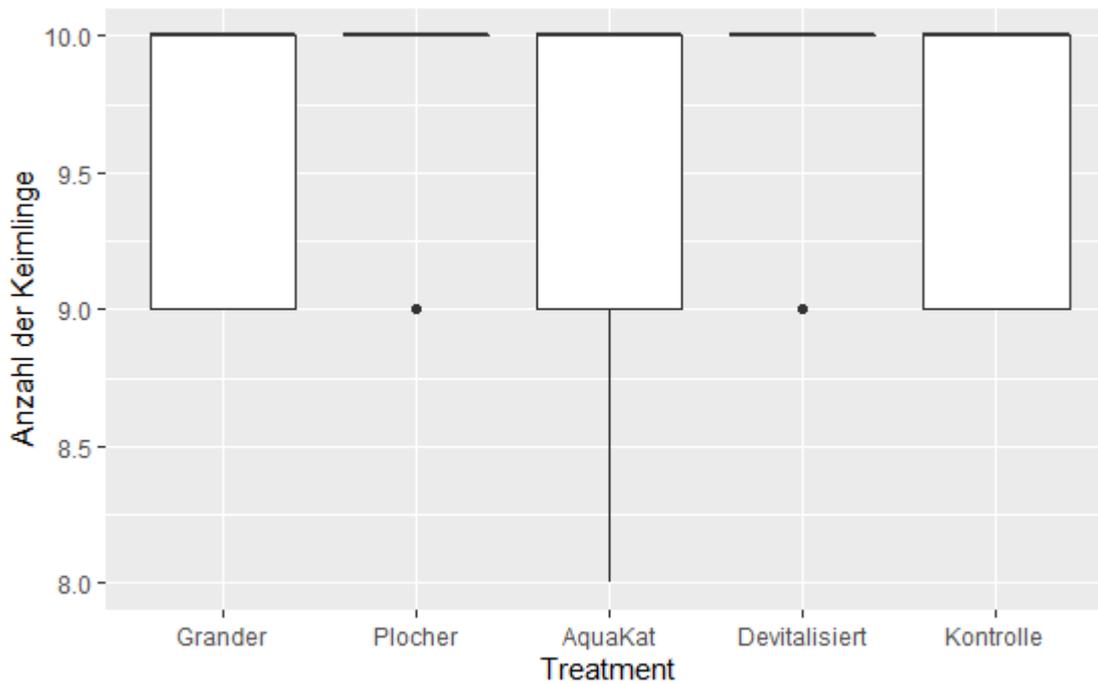
**Abbildung 10: Vergleich der Keimrate von *Brassica rapa pekinensis* in einem Keimversuch mit fünf Treatments**

Anhand von Abbildung 10 lässt sich erkennen, dass nach 72h in allen Treatments mindestens sechs von zehn Samen gekeimt waren. Die mittlere Keimrate liegt zwischen 80 und 100 Prozent. Es konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden ( $p=0,0833$ ).

Den besten Keimerfolg weist das AquaKat-Treatment auf. Drei Petrischalen wiesen einen 100%igen Keimerfolg auf, in zwei Petrischalen keimten 80% der Samen.

Die niedrigste gezählte Keimrate zeigten die Samen, die mit Grander-Wasser gegossen wurden. Beim Grander-Treatment zeigte eine Petrischale einen 60%igen Keimerfolg, eine Petrischale einen 70%igen Keimerfolg, zwei Petrischalen einen 80%igen Keimerfolg und eine Petrischale einen 90%igen Keimerfolg.

Die geringste Streuung in der Keimrate zeigt das Plocher-Treatment, die breiteste Streuung trat beim „devitalisierten“- und beim AquaKat-Treatment auf.



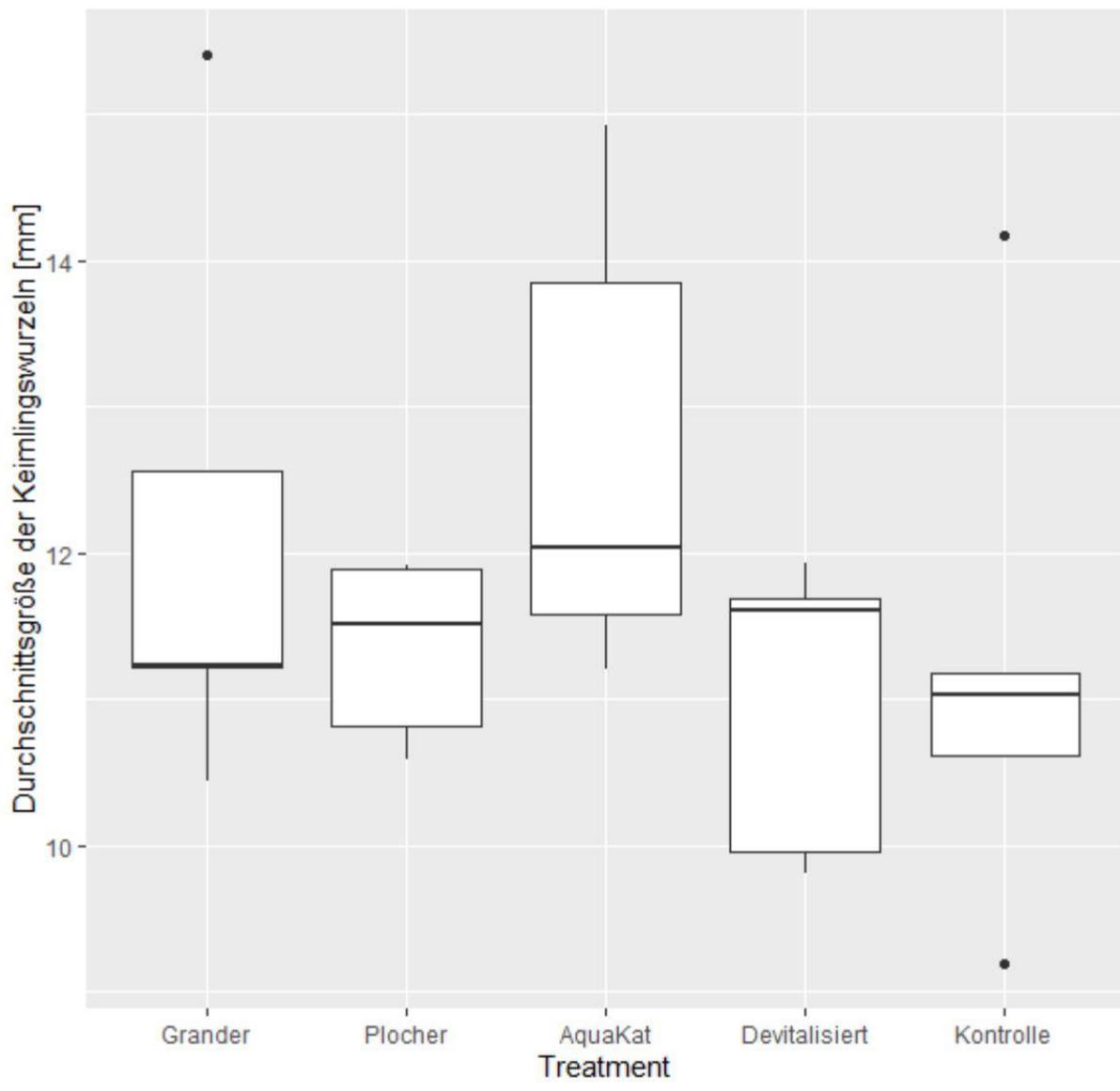
**Abbildung 11: Vergleich der Keimrate von *Lepidium sativum* in einem Keimversuch mit fünf Treatments**

Abbildung 11 zeigt, dass nach 72h allen Treatments eine mittlere Keimrate von 100 Prozent aufwiesen. Somit konnten keinerlei statistisch signifikante Unterschiede festgestellt werden ( $p=0,835$ ).

Die geringste Streuung wiesen das Plocher-Treatment und das „devitalisierte“ Treatment auf. In jeweils vier von fünf Petrischalen waren 100% aller Samen gekeimt, in je einer von fünf Petrischalen waren 90% der Samen gekeimt.

Die breiteste Streuung konnte beim AquaKat-Treatment beobachtet werden. In einer Petrischale keimten 80% der Samen, in einer 90% der Samen und in drei Petrischalen keimten 100% der Samen.

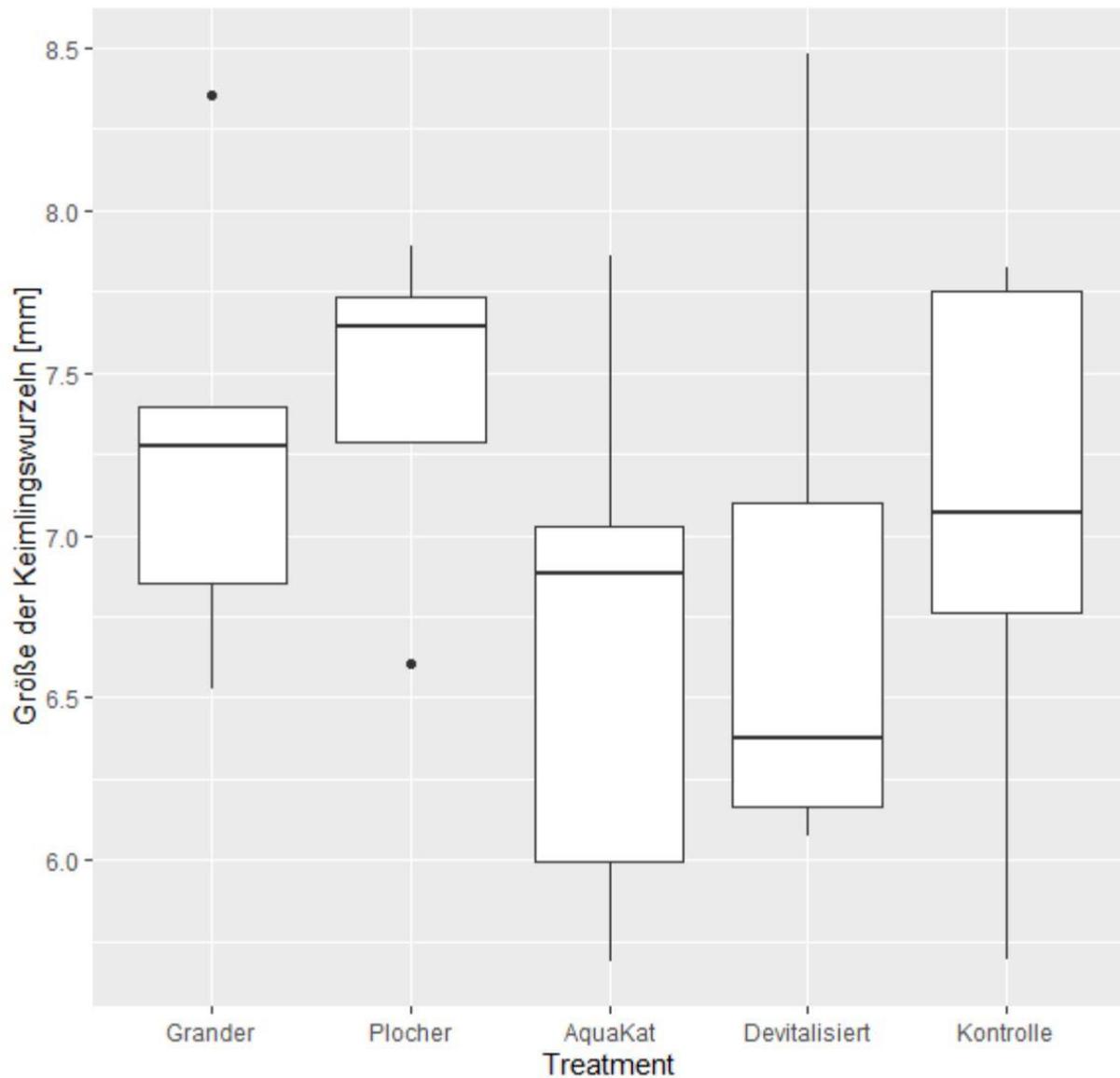
### 3.4.2 Länge der Keimlingswurzel



**Abbildung 12: Vergleich der Größe der Keimlingswurzeln von *Guizotia abyssinica* in einem Keimversuch mit fünf Treatments**

Der Boxplot (Abb. 12) zeigt, dass die Keimlingswurzeln aller Treatments eine mittlere Größe von etwa elf bis zwölf Zentimeter aufweisen. Es konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden ( $p=0,6017$ ).

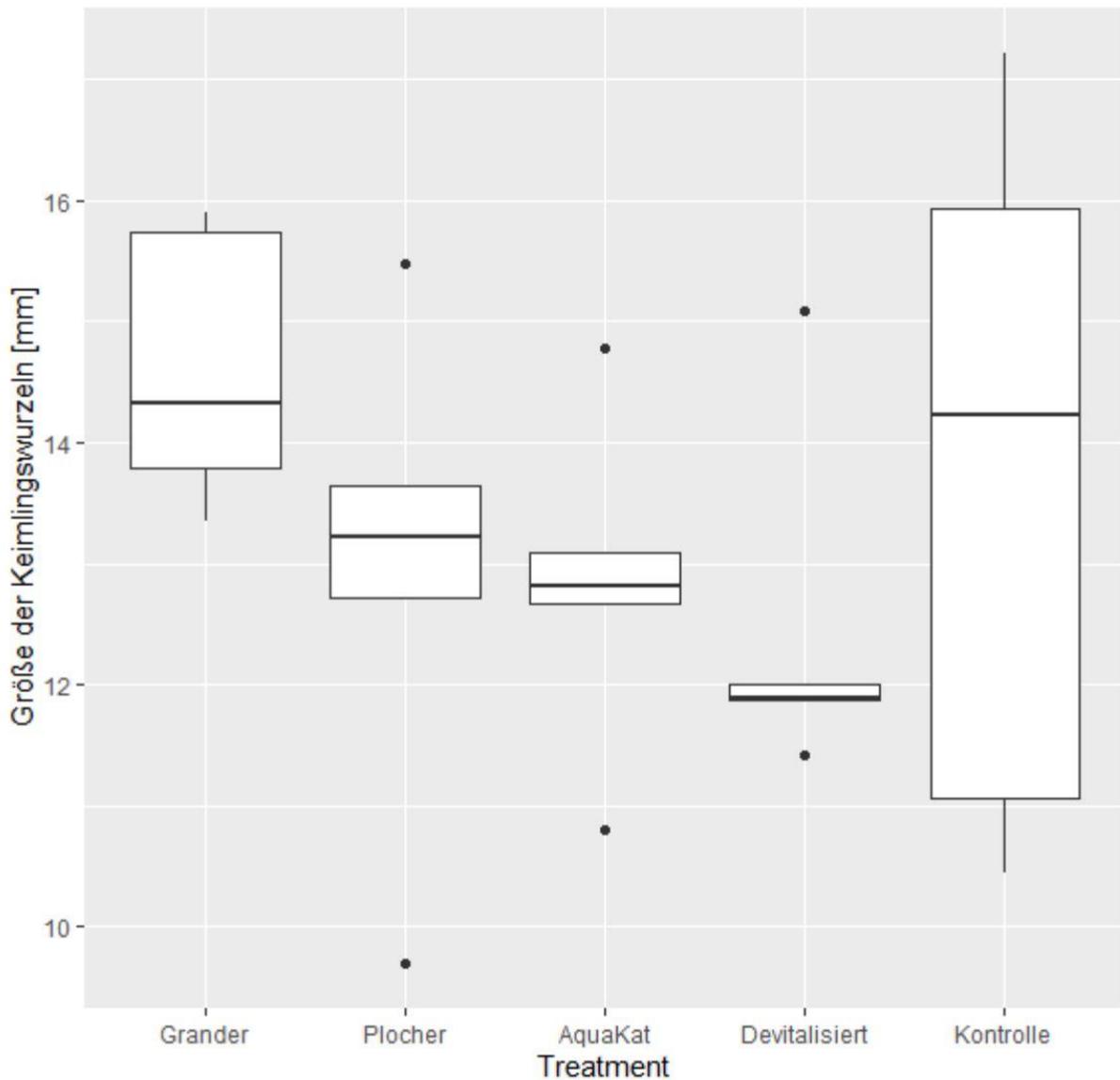
Die geringsten Größenschwankungen traten bei der Kontrollgruppe auf, die größten Schwankungen beim AquaKat-Treatment.



**Abbildung 13: Vergleich der Länge der Keimlingswurzeln von *Brassica rapa pekinensis* in einem Keimversuch mit fünf Treatments**

In Abbildung 13 ist ersichtlich, dass es leichte Schwankungen zwischen den Treatments gab. Die Keimlingswurzeln waren im Mittel zwischen 6,35 und 7,75mm groß. Die Unterschiede waren aber statistisch nicht signifikant ( $p=0,589$ ).

Die geringsten Größenschwankungen traten beim Plocher- und Grander-Treatment auf, die breiteste Streuung beim AquaKat-Treatment.



**Abbildung 14: Vergleich der Größe der Keimlingswurzeln von *Lepidium sativum* in einem Keimversuch mit fünf Treatments**

Grafik 14 veranschaulicht, dass die Keimlingswurzeln eine mittlere Größe zwischen 12 und 14,4mm haben. Die Unterschiede sind aber nicht signifikant ( $p= 0,428$ ).

Die geringste Variabilität in der Größe der Keimlingswurzeln trat beim „devitalisierten“ Wasser und beim Aquakat-Treatment auf.

Die breiteste Streuung mit Größenunterschieden von fast 5mm konnte bei der Kontrollgruppe gemessen werden.

## 4 Diskussion

In dieser Arbeit wurde überprüft, ob die Verwendung „re“- und „devitalisierter“ Wässer zu einer Änderung

- physikalisch/chemischer Wassereigenschaften
- der oberirdischen Pflanzenmasse
- der Wuchshöhe
- der Gleichmäßigkeit des Wachstums
- der Blattentwicklung
- der Wurzelmasse
- der potenziellen Photosyntheserate
- der Keimrate und Länge der Keimlingswurzel

führt, im Vergleich zu Pflanzen einer Kontrollgruppe, die mit unbehandeltem Leitungswasser versorgt wurden und ob die verwendeten „Energetisierungsgeräte“ in Zukunft für die Landwirtschaft von Bedeutung sein könnten.

Es konnten jedoch kaum Auswirkungen von „energetisiertem“ Wasser auf das Pflanzenwachstum festgestellt werden. Lediglich einer der untersuchten Parameter zeigte signifikante Unterschiede zwischen den Treatments.

Bei der Wasseranalyse konnte zwischen den drei „energetisierten“ Wässern und der Kontrollgruppe kein signifikanter Unterschied im pH-Wert gemessen werden. Dies deckt sich mit den Ergebnissen eines Versuches der Uni Wien aus dem Jahr 2005 bei dem kein Unterschied im pH-Wert von Granderwasser und unbehandeltem Leitungswasser festgestellt werden konnte. Auch Leitfähigkeit und Oberflächenspannung unterschieden sich in dieser Studie nicht, genauso wie in meiner Untersuchung (Leuenberger et al. 2005). In einer Diplomarbeit aus dem Jahr 2004 konnte ebenfalls kein Unterschied der Oberflächenspannung zwischen Grander- und Leitungswasser festgestellt werden (Hammer 2004).

Eine andere Studie widerspricht dem, da sie einen Unterschied in der Oberflächenspannung, angeblich ausgelöst durch Grander-„Energetisierung“, feststellen konnte (Faißner 2000). Allerdings werden diese Ergebnisse von anderen Wissenschaftlern stark kritisiert, da sie sich in Wiederholungen der Versuche auf Verunreinigungen an einem verwendeten Schlauch zurückführen ließen (Heckel und Heinig 2003).

Der einzige Parameter bei der Wasseranalyse, bei dem in dieser Arbeit ein Unterschied feststellbar war, war der Zinkgehalt. Die Unterschiede beim Zinkgehalt könnten von korrodierenden Wasserrohren verursacht worden sein. Das „devitalisierte“ Wasser, das nicht mit den Rohren in Berührung kam, hatte den geringsten Zink-Gehalt. Das Grander- und das Plocher-Treatment, sowie die Kontrollgruppe, die durch ein Rohr geflossen sind, hatten einen etwas höheren Zink-Gehalt als das „devitalisierte“ Wasser. Den höchsten Zink-Gehalt hatte das Wasser aus dem AquaKat-Treatment, auch dieses wurde durch ein Rohr geleitet. Die Vermutung besteht, dass sich an einer Schnittstelle des Rohres Zink gelöst hat.

Bei der Untersuchung der Wurzelmasse konnte ein signifikanter Unterschied zwischen dem Grander- und dem Plocher-Treatment, sowie dem Grander- und dem „devitalisierten“

Treatment festgestellt werden. Hier wäre es spannend den Versuch mit einer größeren Anzahl an Pflanzen zu wiederholen, um herauszufinden, wodurch genau die Unterschiede verursacht wurden.

In einer Studie aus dem Jahr 2004 wurde die Wirkung von Granderwasser auf Pflanzenphysiologie und Biomasseproduktion untersucht. Es ließen sich jedoch keine Vorteile von Granderwasser gegenüber Leitungswasser feststellen (Hammer 2004). Dies deckt sich mit meinen Ergebnissen.

Dass in diesem Versuch kaum ein Effekt der „Energetisierungsgeräte“ festgestellt werden konnte, ist ein starkes Indiz dafür, dass die Versprechungen der Hersteller bezüglich Pflanzenwachstum nicht gehalten werden können und die untersuchten Geräte keinerlei Nutzen für die Landwirtschaft mit sich bringen.

Um ein vollständigeres Bild von der Wirkungsweise und den Effekten von „Energetisierungsgeräte“ zu bekommen, könnten noch weitere Studien durchgeführt werden, die sich mit anderen Parametern beschäftigen. Etwa ob der Vitamin C- Gehalt von Tomaten tatsächlich gesteigert werden kann und ob auch die Lagerbarkeit von Feldfrüchten verbessert wird, so wie die Firma Grander es verspricht (GRANDER® Wasserbelebung 2018c), oder ob Kalkablagerungen in Wasserleitungen tatsächlich abgebaut werden, wie es für die Geräte der Firmen Penergetic und Grander versprochen wird (GRANDER® Wasserbelebung 2018a; Aquakat® 2016).

## 5 Literaturverzeichnis

Agriculture XPRT (2019): Model PAM-2500 - High-performance Field and Laboratory Chlorophyll Fluorometer. Agriculture XPRT. Online verfügbar unter <https://www.agriculture-xprt.com/products/model-pam-2500-high-performance-field-and-laboratory-chlorophyll-fluorometer-202125>, zuletzt geprüft am 14.10.2019.

Aquakat® (2016): Kalkschutzsystem mit Aquakat. Wasser - Gesundheit - Aquakat - das Kalkschutzsystem - verfeinert den Kalk und Mineralien. Mit dem Impuls der Natur. Aquakat®. Online verfügbar unter <https://www.gesundheit-wasser.ch/>, zuletzt geprüft am 08.10.2019.

Bartholomew, Alick (2006): Das Verborgene in der Natur. Die wegweisenden Einsichten von Viktor Schauberger. Baden: AT-Verl.

Faißner, Klaus (2000): Diplomarbeit zur Grander-Wasserbelebung. TU Graz. Frohnleiten.

FAO (2019): Noog abyssinica. FAO. Online verfügbar unter <http://www.fao.org/3/X5043E/x5043E0a.htm>, zuletzt geprüft am 10.10.2019.

GRANDER® Wasserbelebung (2018a): Einsatz & Produkte für den Privatbereich. Ein Wert für die ganze Familie. Grander GmbH. Online verfügbar unter <https://www.grander.com/international/einsatz-anwendung/privat>, zuletzt geprüft am 08.10.2019.

GRANDER® Wasserbelebung (2018b): GRANDER®-Wasserbelebungsgeräte flexibel. Für Einzelanschlüsse bei zugänglichen Leitungen z.B. für Gartenwasserhähne oder auf Reisen. Grander GmbH. Online verfügbar unter <https://www.grander.com/international/produkte-anwendungen/wasserbelebungsgeraete/wasserbelebungs-transportabel/wasserbelebungsgeraete-flexibel>, zuletzt geprüft am 08.10.2019.

GRANDER® Wasserbelebung (2018c): Wachstum & Ertrag | Gewerbe / Industrie / Landwirtschaft. GRANDER® sorgt für Wachstum in Ihrem Betrieb. Grander GmbH. Online verfügbar unter <https://www.grander.com/international/einsatz-anwendung/gewerbe-industrie-landwirtschaft/wachstum-ertrag-gewerbe>, zuletzt geprüft am 03.08.2020.

Hammer, Rudolf (2004): Untersuchung von Effekten in energetisiertem Wasser unter Berücksichtigung ausgewählter mikrobiologischer, physikalischer und pflanzenbiologischer Aspekte. Institut für Milchforschung und Bakteriologie, Universität für Bodenkultur; Klinisches Institut für Hygiene und Medizinische Mikrobiologie, Abteilung für Wasserhygiene, Universität Wien. Wien.

Heckel, Marko; Heinig, Peter (2003): Oberflächenspannungsänderung durch Grander-Belebung nicht bestätigt. Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung. Golm. Online verfügbar unter <https://homepage.univie.ac.at/erich.eder/wasser/potsdam-studie.pdf>, zuletzt geprüft am 03.08.2020.

Heinz Walz GmbH (2008): Portable Chlorophyll Fluorometer PAM-2500. Handbook of Operation. 91090 Effeltrich, Germany.

Interne Dokumentation Fachschule Edelfhof (2019).

Junius, Monika (2017a): plocherkat klein (klick-version). PLOCHER GmbH integral-technik. Online verfügbar unter <https://onlineshop-plocher.de/index.php/plocherkat-klein-klick-version-1057.html>, zuletzt geprüft am 08.10.2019.

Junius, Monika (2017b): Über PLOCHER. Die Firma Plocher. PLOCHER GmbH integral-technik. Online verfügbar unter <https://onlineshop-plocher.de/index.php/uber-plocher.html>, zuletzt geprüft am 08.10.2019.

Leuenberger, Daniel; Boss, Philippe; Christen, Daniel (2005): Versuchsbericht Grander Wasser: Oberflächenspannung/pH-Wert/Leitfähigkeit. Vergleich der Leitfähigkeit, Oberflächenspannung und des pH-Werts von Grander- und normalem Wasser. Hochschule

für Technik und Informatik BURGdorf, Fachbereich Chemie. Online verfügbar unter <https://homepage.univie.ac.at/erich.eder/wasser/leuenberger2005.pdf>, zuletzt geprüft am 03.08.2020.

Mair, Patrick; Wilcox, Rand (2019): Robust Statistical Methods in R Using the WRS2 Package Behavior Research Methods, Forthcoming.

Penergetic International AG (2019): AquaKat. Penergetic International AG. Online verfügbar unter <https://www.penergetic.com/produkte/aquakat/>, zuletzt geprüft am 08.10.2019.

PLOCHER GmbH integral-technik (2019): PLOCHER. ... natürlich gesund leben. Quellwasserstruktur aus der Wasserleitung. Unter Mitarbeit von Roland Plocher. PLOCHER GmbH integral-technik. Online verfügbar unter [https://cdn.website-start.de/proxy/apps/eiw500/uploads/gleichzwei/instances/B65FDE81-8026-4661-A9BE-0FBD45E32008/wcinstances/epaper/2c60d548-fc99-4e2a-b2d8-48555aa0447f/pdf/plocherkat\\_broschuere\\_2019\\_web.pdf](https://cdn.website-start.de/proxy/apps/eiw500/uploads/gleichzwei/instances/B65FDE81-8026-4661-A9BE-0FBD45E32008/wcinstances/epaper/2c60d548-fc99-4e2a-b2d8-48555aa0447f/pdf/plocherkat_broschuere_2019_web.pdf), zuletzt aktualisiert am 03.08.2020.

Sailer, Hans; Rompolt, Astrid (2010): Geschichte der Wiener Wasserversorgung. Hg. v. Stadt Wien - MA 31 Wiener Wasserwerke. Online verfügbar unter [http://www.wasserwerk.at/media/file/7\\_Flyer\\_Geschichte.pdf](http://www.wasserwerk.at/media/file/7_Flyer_Geschichte.pdf), zuletzt geprüft am 29.07.2020.

Schauberger, Viktor (2006): Das Wesen des Wassers. Originaltexte, herausgegeben und kommentiert von Jörg Schauburger. Baden: AT-Verl.

Verein zur Erforschung der Flora Österreichs (2009): Asteraceae/Guizotia abyssinica. Botanik im Bild/Flora von Österreich. Abessinien-Ramtillkraut/Gingelkraut/Nigersaat. Verein zur Erforschung der Flora Österreichs. Online verfügbar unter <http://flora.nhm-wien.ac.at/Seiten-Arten/Guizotia-abyssinica.htm>, zuletzt geprüft am 10.10.2019.

Wiesmüller, Ines: Wirkung revitalisierter Wässer auf Bodenorganismen. Masterarbeit. Universität für Bodenkultur, Wien. Institut für Zoologie.