

Wozu überhaupt Aquaponik?

Der globale Klimawandel und eine stetig wachsende Weltbevölkerung erfordern ein Umdenken auch in der Nahrungsmittelproduktion. **Aquaponik** ist ein **Anbausystem**, das natürliche Ressourcen bei begrenztem Energieeintrag effektiv nutzt. In einer **Aquakultur** werden Fische als Eiweißquelle angezogen. Ausscheidungen der Fische werden mikrobiell mineralisiert und dienen Pflanzen in einer erd-freien **Hydroponik**-Kultur als Dünger. Damit gelingt in einem **geschlossenen Stoffkreislauf** eine **Pflanzen- und Fischproduktion** ohne Einsatz zusätzlicher Düngemittel. Das Wasser wird nicht ausgetauscht, sondern nur die natürliche Verdunstung (Evapotranspiration) durch Wasserzufuhr wieder ausgeglichen. Auf dem Belag gekörnter Oberflächen (z.B. Kiesbett, Hydrokultur) siedeln sich Bakteriengruppen als **Biofilm** an, welche die Nährstoffe der Ausscheidungen pflanzenverfügbar machen. Die zentrale Reaktion ist der Abbau von Ammonium (NH_4^+) zu Nitrat (NO_3^-) durch **nitrifizierende Bakterien**.

Argumente für eine Nahrungsmittelproduktion mit **Aquaponik** sind:

- Entgegen der Probleme durch Schwermetallbelastungen und Mikroplastik beim Verzehr von Fisch aus freiem Fang bietet Aquaponik eine nahezu vollständig **schadstofffreie** Nahrungsmittelbereitstellung – *voll Bio*. Zudem wird einer zunehmenden Überfischung der Weltmeere entgegen gewirkt.
- Aquaponische Systeme sind in urbane Wohnbereiche integrierbar. „*Fischtank im Keller, Gemüse auf der Terrasse*“ erfordert **keine weiten Transportwege**. Der Aufwand für Lagerung und Verpackung ist minimiert. Dies ist gerade für stetig wachsende Metropolregionen der Welt von großer Bedeutung.
- Mit einfachen Mikrosystemen kann bei geringem Material- und Kostenaufwand eine Produktion **hochwertiger Eiweißnahrung** im Haushalt erzielt werden. Dies böte in Regionen mit Mangelernährung in Ländern der Dritten Welt eine Chance zur Verbesserung ihrer Ernährungssituation.

Unsere Aquaponik-Anlage

Im Jahr 2013 wurde am Technischen Gymnasium (TG Umwelt) der Friedrich-Weinbrenner-Gewerbeschule und der Leitung von Hr. Dr. Bilz ein Projekt zum Bau einer Anlage gestartet. In einem Überlaufsystem wird die Wasserzufuhr in den mit Hydrokultur-Granulat befüllten Pflanzbecken reguliert. Die Biofilmbildung erfolgt direkt auf dem Granulat. Die Pflanzbecken wurden mit Tomaten bestückt. Aufgrund baulicher Vorgaben steht bisher nur der wenig belichtete Mittelbau des Schulgebäudes zur Verfügung. Als zusätzliche Lichtquellen wurden weiße Halogenleuchtmittel sowie rote/blau LED-Dioden verwendet. Im Fischbecken wurden 20 Nilbarsche (*Tilapia*) ausgesetzt. Ab 2016 wurde die Betreuung der Anlage zunehmend durch Schüler der Edith-Stein-Schule übernommen. In ihrer derzeitigen Form besteht die Anlage aus 4 Pflanzbecken, von denen jeweils zwei mit je einem Fischbecken zu **zwei isolierten Kreisläufen** verbunden sind (Abb. 1).



Abb. 1: Aquaponik-Anlage mit:
a. Pflanzbecken mit Überlaufregelung
b. Überlaufregelung
c. Fischbecken
d. Fütterungsautomaten
e. Kaltlicht-LED

Neuerungen in 2016

Die o.g. Beleuchtung führte zu einem starken vegetativen Pflanzenwachstum, allerdings ohne dass eine nennenswerte Blühinduktion erfolgte. Daher wurden im April 2016 **Kaltlicht-LED-Leuchtmittel** (Abb. 1e, Fa. Valoya, Helsinki, Typ B 200) mit einem für Pflanzenwachstum optimiertem Lichtspektrum (Abb. 2) und einer Lichtintensität um $250 \mu\text{mol m}^{-2} \text{sec}$ eingebaut. Als Pflanzmaterial wurden im April 2016 auf Kokosfaser gezogene Cocktailtomaten ausgebracht (Fa. Stader, Konstanz), die auf max. 6 Pflanzen/Becken ausgedünnt wurden.

Wellenlänge [nm]	Licht-emission [%]
< 400	0
400 - 500	14
-600	16
-700	53
-800	17

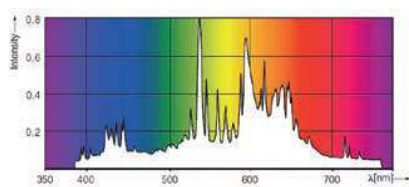


Abb. 2: Emission der Kaltlicht-LED-Beleuchtung:
a. Summenwerte
b. Emissionsspektrum
aus: www.valoya.com/ProductBrochure2015_EN.pdf

Im zweiten Fischbecken wurden im Juni 2016 40 weitere *Tilapia*-Jungfische ausgesetzt. Um den Einfluss der Bestandesdichte auf Wachstum und Ertrag zu untersuchen sollten die Fische nach einer Adaptionsphase auf beide Becken verteilt werden.

Ergebnisse

➤ Belichtung

Durch den Einsatz neuer Beleuchtungstechnik konnte die Blühinduktion wesentlich verbessert werden. Seit Beginn der Fruchtbildung Mitte Juni wurden bis Ende Juli 1148 g Tomaten geerntet. Allerdings hatte trotz zunehmender Blühinduktion mit zeitweise über 150 Blüten ab Mitte August 2016 die Fruchtbildung stark abgenommen. Offen ist, inwiefern die Fruchtbildung auch durch weitere Faktoren wie z.B. Spurenelementmangel oder unzureichende Bestäubung begrenzt wird.



➤ Stoffgehalte

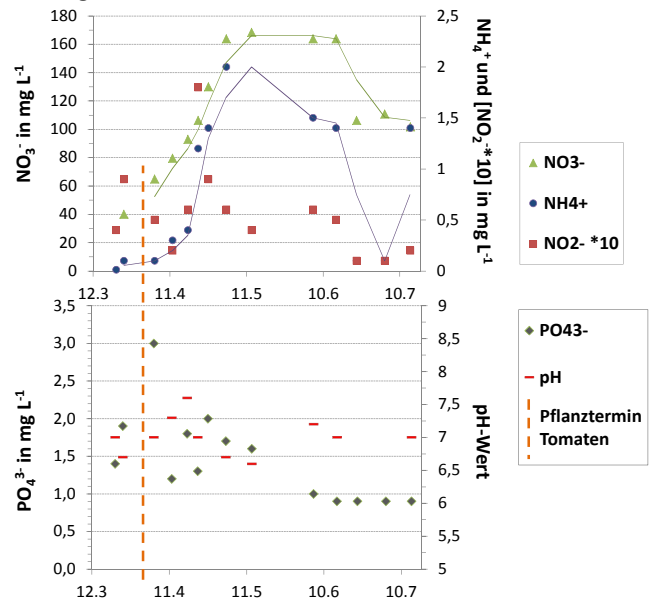


Abb. 3: Stoffgehalte und pH-Wert in der Anlage im Zeitraum vom 21.3. bis 14.7.2016

Die Ammonium- und Nitratgehalte zeigen einen ähnlichen Verlauf und belegen damit eine vollständige Nitrifizierung der Ammoniumbeinträge (Abb. 3). Da die Biomasse des Fischbestands im Untersuchungszeitraum nur geringfügig zunahm sind die ansteigenden N-Gehalte ab Anfang April überwiegend auf den Eintrag aus dem Pflanzsubstrat zurückzuführen. Mit zunehmender Biomasse der Tomatenpflanzen nehmen die Nitratgehalte ab Juni geringfügig ab, verbleiben aber auf hohem Niveau um 100 mg L^{-1} . Entsprechend nehmen auch die Phosphatgehalte ab Juni ebenfalls geringfügig ab. An den Pflanzen sind morphologisch keine Mangelerscheinungen erkennbar.

➤ Fischbestand

Die im Juni 2016 ausgesetzten Fische sind im Laufe des Folgemonats verendet. Da die Milieubedingungen unauffällig waren bleibt eine Erklärung offen. Der Züchter hatte bei der Nachzucht anderer Fischpopulationen Probleme mit Infektionen. Die Fische des ersten Bestand zeigen eine relativ langsame Gewichtszunahme. Zukünftig werden die Futtermengen erhöht.

Fazit und Ausblick

- Die **Aquaponik-Anlage** arbeitet stabil. Durch einen höheren Fischbesatz könnte vermutlich auch eine Ertragssteigerung der Pflanzen erzielt werden.
- Der Einsatz einer für den Gemüsebau angepassten Beleuchtung war erfolgreich. Die Energiekosten stehen zwar mit der Idee einer Nachhaltigkeit nicht im Einklang, sind aber an diesem Standort unumgänglich.
- Tomaten eignen sich gut für aquaponische Systeme. Allerdings ist deren Unterhaltung zeitaufwändig und nur begrenzt in den schulischen Ablauf einzubinden.
- Für weitere Untersuchungen stehen folgende Themen offen:
 - Einfluss einer höheren **Fischbestandesdichte** auf das System, ggf. mit von Verbrauchern stärker akzeptierten Fischarten.
 - Eignung verschiedener **Kräuterpflanzen** für die Anlage, Erstellung einer **Stoffbilanz** der N-Flüsse für dieses System.
 - **Marktuntersuchungen** zur Akzeptanz von Lebensmitteln einer Aquaponik.
- Die Betreuung der Anlage und weitere Untersuchungen werden im kommenden Jahr durch Schüler des Seminarkurses der Edith-Stein-Schule durchgeführt.

Dank

Wir danken dem **Fond der Chemischen Industrie (FCI)** für die finanzielle Unterstützung bei der Anschaffung der Leuchtmittel.