

## EdeN

Effiziente dezentrale nachhaltige Lebensmittel-Produktion

<b>Programm / Ausschreibung</b>	Energie- u. Umwelttechnologien, Energie- u. Umwelttechnologien, Kreislaufwirtschaft - Energie- und Umwelttechnologie Ausschreibung 2022	<b>Status</b>	laufend
<b>Projektstart</b>	01.04.2023	<b>Projektende</b>	31.10.2025
<b>Zeitraum</b>	2023 - 2025	<b>Projektlaufzeit</b>	31 Monate
<b>Keywords</b>	Green Logistics; Aquabonic;IoT;Smart Farming		

### Projektbeschreibung

Auf dem Weg zur nachhaltigen Kreislaufgesellschaft stellt die effiziente, ressourcenschonende und nachhaltige Lebensmittelproduktion einen wesentlichen Baustein zum Erfolg dar. Die wachsende Weltbevölkerung, immer häufiger und intensivere Wetterextreme, sowie unterbrochene globale Lieferketten stellen die klassische Nahrungsmittelproduktion vor große Herausforderungen. Eine Möglichkeit diese Probleme zu lösen ist „dezentrales Vertical-Farming“, welche sich auf die Produktion von Pflanzen in künstlich kontrollierten Umgebungen konzentriert. Die Vorteile dieses bereits erprobten Konzepts sind eine kürzere Reifezeit, die Gewichtsersparnis der Pflanzenbeete, und der vertikale Anbau der Pflanzen, welcher wiederum die Ernte pro m<sup>2</sup> erhöht. Die Innovation im Projekt liegt darin, dieses Konzept in Richtung Kreislaufwirtschaft weiterzuentwickeln. Dezentrales Vertical-Farming in Kombination mit geschlossenen Energie-, Ressourcen- und Distributions-Kreisläufen ist ein neues, disruptives Konzept in der Lebensmittelherstellung. Basierend auf unserer Expertise wird ein Aquaponik-System in Richtung geschlossener Energie-, Ressourcen- und Distributions-Kreisläufe weiterentwickelt und die Anwendung von mehreren Produzent\*innen in einem Netzwerk von mehreren Teilnehmer\*innen evaluiert.

In Bezug auf Energiekonsum wird ein Technologie-Konzept mit Ziel eines autarken Betrieb ausgearbeitet. Dazu werden Anlagenkomponenten energieeffizienter designt, IoT Geräte zur Messung und Steuerung des Systems eingesetzt und der Betrieb durch den Einsatz der gesammelten Systemdaten effizienter gestaltet. Die Ressourcenkreisläufe werden durch neue Verwertungsmöglichkeiten weiter geschlossen.

Zusätzlich wird ein Wissensmanagement-Tool zum Austausch von Informationen und Erfahrungen ausgewählt und befüllt. Dadurch wird einerseits der Betrieb effizienter, der Ertrag höher und andere Interessent\*innen motiviert das Konzept oder Teile davon auf andere Anwendungsbereiche zu übertragen.

Ein kritischster Aspekt zum Austausch von Informationen und zur Nachverfolgbarkeit der Produkte in der Lebensmittelwertschöpfungskette sind vertrauenswürdige Informationen. Ein weiterer Output des Projektes ist daher die Entwicklung eines digitalen Frameworks zur Nachverfolgung von Nahrungsmitteln, welches die Nachhaltigkeit misst und die Kaufentscheidungen der Kunden positiv beeinflusst. Ein sozio-technisches Resultat des Projekts ist ebenfalls die Bereitstellung von Anforderungen zur Kennzeichnung von nachhaltigen und regionalen Lebensmitteln.

## **Abstract**

On the way to a circular society, efficient, and sustainable food production is an essential building block for success. The growing world population, new and intense weather extremes, as well as interrupting global supply chains, are major challenges for traditional food production. One way to solve these problems is "decentralized vertical farming", which focuses on food production in controlled environments. The advantages of this concept are shorter delivery times, reduced weight of the plant beds, and the vertical farming concept, which increases the harvest per m<sup>2</sup>. Despite the advantages mentioned above, there is potential for further developing this concept in the direction of the circular economy. Decentralized vertical farming in combination with closed energy, resource, and distribution cycles is a new, disruptive concept in food production.

With regard to energy consumption, a technology concept for a stand-alone system is developed. To this end, system components are designed to be more energy-efficient, IoT devices are used to measure and control the system, and operation is made more efficient by using the collected system data. The resource cycles are further closed by new products.

In addition, a knowledge management tool for the exchange of information and experiences is selected and filled with respective content. This makes operations more efficient, the yield higher and other interested parties motivated to transfer the concept or parts of it to other areas.

Another critical aspect of sharing information and enabling traceability of products in the food supply chain is trusted information. Therefore, one more output of the project is the development of a digital framework for tracking food, which measures sustainability and positively influences customers' purchasing decisions. A socio-technical result of the project is the definition of requirements for the labeling of sustainable and regional food.

The project is carried out by three scientific partners, the St. Pölten University of Applied Sciences, Research Studios Austria, and the Austrian Institute of Technology, a technology service provider (BEIA) and a producer of aquaponic systems and aquaponic farmer (AndersFarm). The goal is to improve the circular economy of an aquaponic system, to make concepts or parts of them accessible and transferrable to other food manufacturers, and to show the advantages and limitations of a network of several aquaponic manufacturers within a production network.

## **Endberichtkurzfassung**

### EDEN-Projekt-Kurzfassung

Das Forschungsprojekt EDEN entwickelte innovative technologische, organisatorische und ökologische Konzepte für eine nachhaltige, digital unterstützte Aquaponikproduktion. Ziel war es, den Ressourceneinsatz zu reduzieren, Kreisläufe zu schließen, Betreiber zu unterstützen und Transparenz entlang der Wertschöpfung zu erhöhen. Das Projekt wurde erfolgreich von den Projektpartnern USTP, RSA, Andersfarm, AIT und BEIA umgesetzt.

Ein zentrales Ergebnis war die Entwicklung und Inbetriebnahme zweier Aquaponikanlagen: eines flexiblen Demonstrators zur Software- und Sensorentwicklung (bei RSA) sowie einer professionellen Pilotanlage für den Privatgebrauch bei Andersfarm. Beide Anlagen lieferten wertvolle Daten für die experimentelle Evaluierung und dienten als Testumgebung für energieeffiziente Komponenten, IoT-Systeme und intelligente Steuerungskonzepte.

Im Bereich Intelligenter Betrieb wurden ein MAPE-K-basiertes Softwaresystem, Methoden zur Datenaggregation sowie Machine-Learning-Pipelines zur Trendanalyse und Anomalieerkennung von Aquaponik Sensordaten entwickelt. Die

automatisierte Regelung zeigte das Potenzial, Energieeinsparungen von rund 19 % zu erzielen und Wasserqualitätsparameter stabiler (besonders auch für Neue Betreiber) zu halten. Ergänzend wurde bei der Testanlage ein kamerabasiertes Fischverhaltens-Monitoring aufgebaut, das frühe Stressindikatoren erkennen kann.

Im Fokus des Arbeitspakets kaskadische Wertstoffnutzung standen Energieautarkie und Ressourcenschonung. Ein neu entwickelter Luftheber reduzierte den Strombedarf der Wasserzirkulation erheblich, während ein optimierter Feststofffilter und ein innovativer Biofilter den Wasserverbrauch minimierten. Durch Nutzung von Schlachtabfällen und durch Bio-Floc-Verfahren können bis zu 36 % des Fischfutters ersetzt werden. Die Energieversorgung ausgewählter Systemkomponenten erfolgt über Photovoltaik und ermöglicht den beinahe autarken Betrieb von privaten Anlagen von April bis Oktober in Glashäusern.

Für die Transparenz der Lebensmittelproduktion entwickelte das Projekt ein Konzept für ein DLT-basiertes Rückverfolgbarkeitssystem auf Basis von IOTA. Dieses ermöglicht die sichere Speicherung und Authentifizierung von Produktionsdaten. Ergänzend wurde eine Softwarearchitektur mit Userrollen, Verschlüsselungsmodul, Datenbankcontroller und MQTT-Kommunikation aufgebaut.

Zur Wissensvermittlung und Vernetzung wurde ein umfassendes Odoobasiertes Wissensmanagementsystem erstellt, inklusive Blogbeiträgen, Tutorials, Open-Source-Code, 3D-Modellen und Videos. Diese Inhalte erzielten hohe Reichweiten (über 67.000 Videoaufrufe und 5.700 Website-Besuche) und stärken die Dissemination des Projektwissens. Zusätzlich wurde eine diskrete Eventsimulation mit der Simulationsoftware AnyLogic entwickelt, die sowohl das Potential einzelner Anlagen als auch von Aquaponik-Produktionsnetzwerken im Bereich der Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeitsaspekten ermöglicht.

Insgesamt zeigt EDEN, dass digitalisierte, kreislauforientierte Aquaponikansätze erhebliches Potenzial für eine nachhaltige, energieeffiziente und lokal verankerte Lebensmittelproduktion bieten. Die Ergebnisse bilden die Grundlage für zukünftige Forschung, Weiterentwicklung und Umsetzung skalierbarer Systeme im Sinne einer resilienten und ökologisch verantwortlichen Landwirtschaft der Zukunft.

## **Projektkoordinator**

- Hochschule für Angewandte Wissenschaften St. Pölten Forschungs GmbH

## **Projektpartner**

- AIT Austrian Institute of Technology GmbH
- Beia GmbH
- Research Studios Austria Forschungsgesellschaft mbH
- AndersFarm GmbH