

Integrierte Lebensmittel- und Energiesysteme

Frischfisch aus dem Gewächshaus

Aquaponik verbindet die Aufzucht von Fischen mit der Kultivierung von Nutzpflanzen im Gewächshaus. Das Kunstwort ist aus den Begriffen Aquakultur und Hydroponik gebildet. Unter Hydroponik versteht man die erdlose Kultivierung von Nutzpflanzen, die auf einem anorganischen Substrat wachsen.

Text: Felix Berthold

Die Firma EBF GmbH aus Heppenheim hat diesen Ansatz nun weitergedacht und 2014 in Neuenburg am Rhein auf einer Fläche von 200 m² eine Pilotanlage realisiert, die zusätzlich Solarstrom erzeugt, um den Bedarf an Primärenergie zu decken. Solche Ideen brauchen starke Partner im Handwerk. Die Firma Helmut Herbert GmbH aus Bensheim hat bei diesem Projekt die Heizungs- und Klimatechnik, die Elektroanlagen, die Wassertechnik sowie die komplexe Mess- und Regelungstechnik realisiert und darüber hinaus gesponsert. „Mit dem Start-up des Physikers Franz Schreier besteht schon eine längere Innovationskoopera-

tion. Wir beteiligen uns aktiv an der Entwicklung und Optimierung der Gebäudetechnologien, die in einem aquaponischen Solar-Gewächshaus benötigt werden“, sagt Dr. Sven Herbert. „So erfinden wir ein Stück Zukunft mit und leben als Unternehmen Verantwortung.“ Das neuartige aquaponische Solar-Gewächshaus produziert also gleichzeitig Gemüse, Fisch und solaren Strom. Als autarkes, integriertes Lebensmittel- und Energiesystem ist es ein vielversprechendes Modell für die Zukunft, u.a. weil es die Lebensmittelproduktion von fossilen Energieressourcen unabhängig macht.

- 1 Aquaponisches Solargewächshaus in Neuenburg am Rhein: Hier wachsen Fische und Pflanzen, und ganz „nebenbei“ wird auch noch Energie erzeugt.
- 2 Die Pflanzen schwimmen in speziellen Becken auf Flößen aus Biokunststoff und wachsen in Töpfen aus Kokosfasern.
- 3 Prinzip eines aquaponischen Systems.



Foto: EBF GmbH

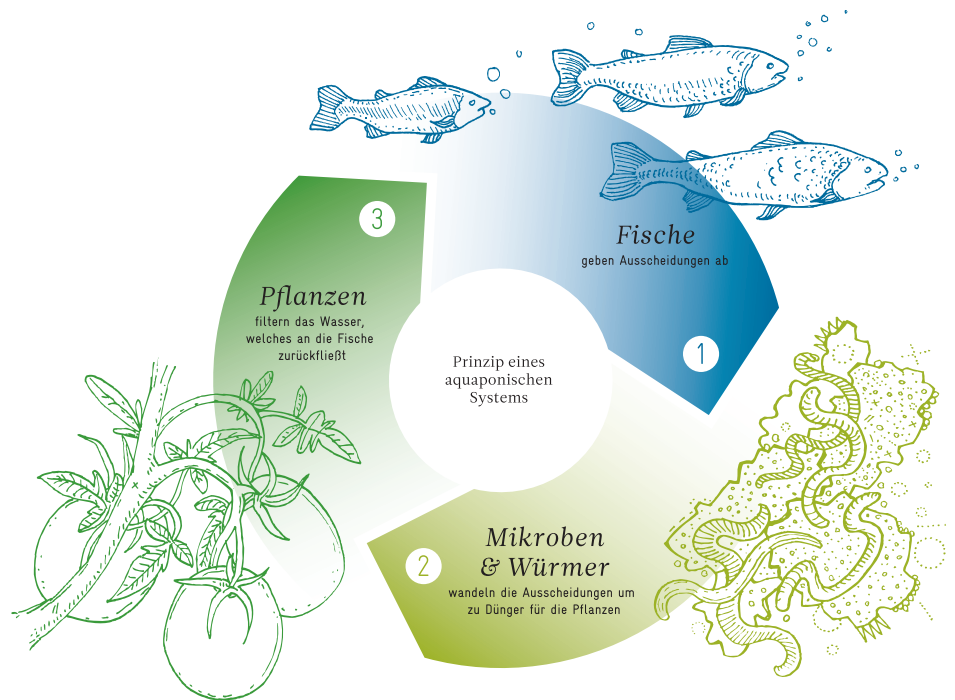
Foto: EBF GmbH

2

1

Im Januar 2015 wurde der Testbetrieb aufgenommen. Die Anlage ist mit umfangreicher Sensorik ausgestattet worden, um Erkenntnisse über das komplexe thermodynamische und betriebliche Verhalten zu gewinnen. Dieses Wissen fließt ein in die Optimierung der Technologie bis zur Marktreife. Die Lösung könnte sich in naher Zukunft sowohl bei Privatanwendern als auch bei professionellen Gärtnern und Landwirten etablieren. Das Gewächshaus steht auf dem zukünftigen Gelände der Landesgartenschau und soll als ein Highlight in diese integriert werden.

Die in der Versuchsanlage produzierten Lebensmittel werden an die lokale Gastronomie oder Besucher der Versuchsanlage abgegeben. Gefördert wird das Projekt aus dem Innovationsfonds der badenova AG & Co. KG, Freiburg.



Grafik: Studio Ideal

3

Gewinn an Autonomie

Welche Vorteile bietet die Integration von Lebensmittelproduktion und regenerativen Energien? Ziel des Konzepts ist es, künftig in der Lebensmittelproduktion unabhängig von fossilen Brennstoffen zu werden, denn diese Energieressourcen sind endlich und werden schon in naher Zukunft spürbar knapper und damit teurer werden. Außerdem tragen solche lokal nutzbaren Konzepte wesentlich zur Reduktion von klimaschädlichem CO₂ bei.

Energie wird sowohl in der Produktion von Gemüse, z.B. zum Beheizen von Gewächshäusern, als auch für den Transport von Lebensmitteln benötigt. Beide Faktoren schlagen bei der Klimabilanz bzw. dem CO₂-Fußabdruck eines Lebensmittels zu Buche. Ökologisch am vernünftigsten ist es daher, bestimmte Gemüse, wie z.B. Tomaten, nur lokal und während der Saison zu kaufen; Produktion und Transport von 1 kg Tomaten erzeugen hier nur ca. 100 g CO₂. Aber wir sind es gewohnt, Tomaten das ganze Jahr über zu kaufen. Produziert man 1 kg Tomaten außerhalb der Saison in einem konventionellen, beheizten Gewächshaus, erzeugt dies sage und schreibe bis zu 10 kg CO₂. Bei dieser schlechten Klimabilanz ist es ökologisch schon vorteilhafter, von den Kanaren eingeflogene Tomaten

(7 kg CO₂/kg) zu kaufen. Mit Solar-Aquaponik produzierte Tomaten und anderes Gemüse haben hingegen einen sehr niedrigen oder sogar negativen CO₂-Fußabdruck. Aquaponik könnte daher einen wichtigen Beitrag zu einem ökologisch nachhaltigen Umgang mit unseren begrenzten fossilen Energie-Ressourcen leisten. Wir stehen hier erst am Anfang großer Transformationen im Zuge der Energiewende.

Wie funktioniert ein aquaponisches System?

In einem aquaponischen System ergibt sich ein geschlossener Wasser- und Nährstoffkreislauf, der sich beinahe selbst reguliert. Die Fische liefern die Nährstoffe für die Pflanzen und die Pflanzen reinigen das Wasser, das wieder in die Fischbecken zurückfließt. Im Prinzip hört sich das einfach an, doch damit die perfekte Symbiose zum Nutzen des Menschen funktioniert, ist viel Erfindergeist gefragt, wie EBF in seiner Anlage unter Beweis gestellt hat.

Aquaponische Systeme können ganzjährig nur in warmen Klimazonen betrieben werden, die bestimmte Anforderungen an Temperatur, Feuchte, Licht etc. erfüllen. In einem Gewächshaus als Schutzhül-

le funktioniert Aquaponik jedoch auch in gemäßigttem oder kühlem Klima das ganze Jahr über. Sowohl niedrige Temperaturen im Winter wie auch hohe Temperaturen im Hochsommer müssen im Gewächshaus ausgeglichen werden, damit Fische und Pflanzen unter optimalen Bedingungen gedeihen können. Dasselbe gilt für die Lichteinstrahlung und Luftfeuchte.

Hinzu kommen für den Wasserkreislauf aufwendige wassertechnische Systeme mit Pumpen, Filtern, Sauerstoffanreicherung und Temperierung des Wassers für die Fischbecken.

Thermodynamisch betrachtet wirkt ein aquaponisches System als Energiespeicher oder thermische Masse. Es führt damit zu einer Reduktion der Heiz- und Kühllast im Gewächshaus sowie zu einer optimalen Verteilung der Wärme und Kälte. Auch der Kohlenstoffdioxid- / Sauerstoff-Haushalt im Gewächshaus wird durch das symbiotische Zusammenwirken von Pflanzen und Fischen günstig beeinflusst. Denn Fische atmen Sauerstoff (O₂) ein und CO₂ aus. Pflanzen benötigen hingegen tagsüber CO₂ für die Photosynthese und ihr Wachstum und geben O₂ ab.



Foto: EBF GmbH

4

In konventionellen Gewächshäusern muss daher an kalten Wintertagen mit starker Sonneneinstrahlung kalte Außenluft zugeführt werden, damit der CO₂-Gehalt ausreichend hoch ist, sofern nicht sogar künstlich CO₂ „eingegast“ wird. Bei Aquakulturen gilt das Umgekehrte für den Gasaustausch. Der notwendige Gasaustausch treibt aber den Heizbedarf in die Höhe und verschlechtert die Energiebilanz. Aquaponische Gewächshäuser kennen dieses Problem nicht.

Das jetzt in Neuenburg gebaute aquaponische Solar-Gewächshaus orientiert sich an dem chinesischen Lean-to-Greenhouse (angelehntes Gewächshaus). Es ist nach Norden, Osten und Westen durch massive, gut gedämmte Wände abgeschirmt und nach Süden wölbt sich ein hochtransparentes Foliendach. Das umlaufende Fundament besteht aus Beton-Fertigteilen, die Wände aus Holzelementen, die mit Holzfasern gedämmt sind. Die Fischbecken sind in die Erde eingelassen. Die Pflanzen schwimmen auch in speziellen Becken auf Flößen aus Biokunststoff und wachsen in Töpfen aus Kokosfasern.

Die Photovoltaik-Module sind vor Witterungseinflüssen geschützt innliegend auf beweglichen Lamellen montiert, die zugleich als flexibles Abschattungssystem genutzt werden. Um Perioden mit geringerer Sonneneinstrahlung kompensieren zu können, werden Schwefel-Plasma-Lampen mit einem für die Photosynthese günstigen

Spektrum als künstliche Zusatzbeleuchtung eingesetzt. Um das Aquaponiksystem vor Wärmeverlusten zu schützen, z.B. in kalten Winternächten, können spezielle Wärmeschutz-Rollos heruntergelassen werden.

Um eine energieeffiziente Lüftung sowie direkte Kühlung zu erreichen, wurde die Nordwand lufttechnisch aktiviert und Ansaugkanäle für Luft in das Erdreich gelegt. Durch das Vorwärmen der Außenluft im Erdreich kann die Heizlast deutlich reduziert werden, und in heißen Regionen entsprechend die Kühllast. Das Gewächshaus wird primär solar- und geothermisch beheizt. Sollte zusätzliche Wärme benötigt werden, wird diese über eine Luft-Luft-Wärmepumpe bereitgestellt, die mit Solarstrom betrieben wird.

Photovoltaik & Solarthermie

Zu viel Sonne schadet Pflanzen ebenso wie zu hohe Temperaturen. Deshalb benötigt man in Gewächshäusern effektive Beschattungssysteme. Die Beschattung und optimale Steuerung der Lichtintensität lassen sich intelligent mit solarer Strom- und wWärmeerzeugung koppeln. Hierzu hat EBF neuartige multifunktionale Photovoltaik-Lamellen entwickelt.

Durch ihre Neigung können der optimale Lichtstrom und Beschattungsgrad eingestellt werden. Sie sind so angeordnet, dass in allen Stellungen immer noch genü-

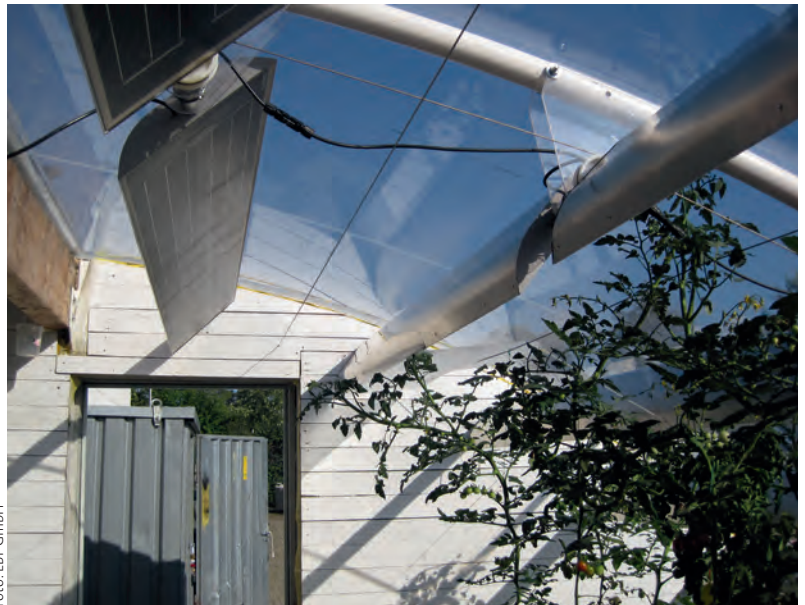


Foto: EBF GmbH

5

gend Licht einfällt. Das Licht wird über Solarzellen in elektrischen Strom gewandelt und zusätzlich in Form von Wärme an Luft oder Wasser abgegeben, das die Lamellen durchströmt. Die insgesamt 56 Photovoltaik-Module haben eine elektrische Nennleistung von ca. 6,2 kW (110 W/Modul). Sieben Lamellen werden rückseitig von Wasser durchflossen. Das Wasser wird dabei solarthermisch aufgeheizt und kühlt gleichzeitig die Solarzellen auf der Vorderseite herunter. Dabei erhöht die „Wasserkühlung“ ganz nebenbei den Wirkungsgrad der Solarzellen. Der elektrische Strom wird entweder ins Netz eingespeist oder in einer Batterie zwischengespeichert. Solarthermisch erwärmtes Wasser wird gespeichert und kann später zum Heizen und Temperieren der Fischbecken genutzt werden.

Doch damit nicht genug: Die Rückseiten der Lamellen bestehen aus Aluminium. Dreht man sie nach außen, wirken sie als Energieschild, das die Abstrahlung von Wärme an die Umgebung reduziert, z.B. in kalten Winternächten. Und schließlich können die Multifunktionslamellen auch als Deckenstrahlheizung verwendet werden, indem man sie mit warmem Wasser oder warmer Luft durchströmt.

Integriertes Lüftungskonzept

EBF hat für das Gewächshaus ein innovatives, integriertes Lüftungskonzept entwickelt. Es verbindet Erdwärmetauscher, Lüftungskanäle in der Nordwand sowie ei-



6

4 Pflanze mit Wurzeln – sie wachsen „erdlos“.

5 + 6 Die multifunktionalen Photovoltaik-Lamellen verbinden Solarstrom, Solarthermie, Beschattung, Deckenstrahler, Heizung und Energieschild.

nen Kaltgang als Kältesenke. Der Kaltgang macht sich ein einfaches physikalisches Prinzip zunutze. Kalte, dichtere Luft fällt nach unten. Der Kaltgang ist ein Graben, der tiefer als die Kulturfläche liegt und in das Erdreich eingelassen ist. Kalte Luft sammelt sich so nicht mehr im Bereich der Pflanzen, sondern strömt in den Kaltgang, wo sie Wärme aus dem Erdreich aufnimmt und wieder aufsteigt.

Erdwärmetauscher

Um das Erdreich innerhalb des Gewächshauses als thermische Speichermasse zu nutzen, wurden Lüftungsrohre vom Fuß der Nordwand durch den Erdboden bis in den sog. Kaltgang gelegt. Der Boden steht damit als Wärmespeicher im Winter bzw. als Kältespeicher im Sommer zur Verfügung. Die durch das Rohrsystem strömende Luft kommt entweder aus dem Deckenbereich des Gewächshauses (Umluftbetrieb) oder wird über Klappen im unteren Bereich der Nordwand von außen zugeführt (Außenluftbetrieb), durch im Boden verlaufende Lüftungsrohre vorgewärmt und anschließend über den Kaltgang im Gewächshaus verteilt.

Luftbefeuchtung

Zur Luftbefeuchtung wird ein System eingesetzt, das einen ultrafeinen Wassernebel erzeugt. Das Wasser verdunstet sofort, so dass sich keine Tropfen bilden. So wird für ideale Wachstumsbedingungen gesorgt. Darüber hinaus bietet dieses Verfahren eine günstige Form der zusätzlichen Kühlung, besonders an heißen Sommertagen. Durch die Verdunstungskühlung (adiabate Kühlung) kann die Raumlufttemperatur erfahrungsgemäß um bis zu 5°C abgesenkt werden. Das Wasser für das Luftbefeuchtungssystem kommt aus einer Zisterne.

Wärmepumpen

Zusätzliche Wärme kann über eine Luft-Luft-Wärmepumpe bereitgestellt werden. Die Wärmepumpe hebt Wärme aus der

Umgebung und Abluft (Wärmerückgewinnung) auf ein technisch nutzbares Temperaturniveau an. Dies funktioniert auch im Winter bei niedrigen Außentemperaturen. Die Verteilung der Luft erfolgt über einen Bodenkanal. Es wurde eine Heizleistung von 8 kW installiert. Sollten die Kühlung über die Lüftung und den Erdspeicher und die Verdunstungskühlung (adiabate Kühlung) an ihre Grenzen stoßen, z.B. an besonders heißen Sommertagen, kann dieses Klimagerät auch zum Kühlen eingesetzt werden.

Fazit

„Wir sind stolz, dass wir mit unserem Know-how in der Gebäudetechnik diese Innovation auch ein Stück mit vorantreiben“, sagt Dr. Sven Herbert. „Das aquaponische Solargewächshaus in Neuenburg zeigt, wie sich erneuerbare Energien sowie Pflanzen- und Fischzucht verbinden lassen. Franz Schreier, Physiker und Geschäftsführer von EBF, hat klare Visionen und bringt den notwendigen Pioniergeist mit, den solche Projekte erfordern.“

Im Januar 2015 wurden die ersten 30 Jungstöre in die Fischbecken eingesetzt und Salate, Kräuter und Tomaten gepflanzt. Damit beginnt in Neuenburg ein einzigartiges Experiment, bei dem wertvolle Erkenntnisse zur Weiterentwicklung der Aquaponik gewonnen werden sollen. Das aquaponische Solargewächshaus von EBF wird uns dem Ziel näherbringen, bei der Erzeugung von Nahrungsmitteln unabhängig vom Erdöl zu werden. ■

www.herbert.de
www.ebf-gmbh.de



Felix Berthold, M..A.

Fachjournalist im Pressebüro Schwitzgebel, Nierstein. Er hat an der Universität Mainz Deutsch, Philosophie und Chemie studiert.