

## HypoWave

# Einsatz hydroponischer Systeme zur ressourceneffizienten landwirtschaftlichen Wasserwiederverwendung

### Kurzbeschreibung

In HypoWave konnte erstmals gezeigt werden, dass mit entsprechend aufbereitetem kommunalem Abwasser eine effiziente Pflanzenproduktion in einem hydroponischen System möglich ist. Das kommunale Abwasser wurde dabei für die substratfreie Pflanzenproduktion im Gewächshaus der Pilotierungsanlage in Hattorf über verschiedene modular einsetzbare technische Verfahrensschritte aufbereitet. Ziel war es, ein Gesamtsystem zu entwickeln, bei dem eine effiziente Nährstoffverwertung durch die Pflanzen bei gleichzeitiger Gewährleistung einer hohen Produktqualität insbesondere hinsichtlich Hygieneparametern, Spurenstoffen und Schwermetallen gewährleistet ist. Zugleich erlaubt dieses System durch die Wasserwiederverwendung und Kreislaufführung eine signifikante Steigerung der Wasserressourceneffizienz.

Da es sich bei dem HypoWave-Konzept um eine abwassertechnische Innovation handelt, wurden neben der gegenseitigen Abstimmung siedlungswasserwirtschaftlicher und pflanzenbaulicher Aspekte auch die gesellschaftlichen Rahmenbedingungen untersucht, indem sich HypoWave mit Akteuren und möglichen Kooperationsformen befasst hat. Hinsichtlich der adressierten Governance-Fragestellungen wurden ebenfalls maßgeblich beeinflussende Faktoren für die Realisierbarkeit des Transformationsprozesses wie rechtliche, marktwirtschaftliche, organisatorische und soziale Entscheidungsbedingungen betrachtet.

Zur Überprüfung der Übertragbarkeit wurde das erarbeitete HypoWave-System in vier ausgewählten europäischen Machbarkeitsstudien auf die standortspezifische Eignung geprüft. Diese Studien tragen zusammen mit einer Wirkungsabschätzung dazu bei, auf Bedürfnisse vor Ort angepasste Entscheidungs-

hilfen und Lösungsstrategien für einen wasser- und nährstoffeffizienten Pflanzenbau in hydroponischen Systemen auf Basis von aufbereitetem Abwasser aufzuzeigen. Ergänzt wurden die Arbeiten und Ergebnisse durch einen Stakeholderdialog, in dem die vorgestellten Ergebnisse diskutiert und weiterentwickelt wurden.

### Ergebnisse

Im Rahmen der erfolgreichen Pilotierung konnte u. a. gezeigt werden, dass unter den untersuchten Betriebsregimen Durchlauf- und Batchbetrieb ein gutes Salatwachstum möglich ist. So konnte etwa im Batchbetrieb die Salatproduktion optimiert und gleichzeitig Nitrat-Stickstoff signifikant bis zur sicheren Einhaltung der Einleitgrenzwerte reduziert werden. Anhand von Massenbilanzen konnte für das hydroponische System im Gewächshaus zudem nachgewiesen werden, dass nur geringe Stickstoffverluste (ca. 20 %) zu erwarten sind.

Grundsätzlich können über das aufbereitete Abwasser neben den Makronährstoffen N, P und K auch nahezu alle erforderlichen Mikronährstoffe zur Verfügung gestellt werden. Allerdings können Vereinzelte wie z. B. Mangan oder Molybdän durch die Abwasservorbehandlung in reduzierter Form vorliegen, so dass sie ggf. zudosiert werden müssen. Unerwünschte Schwermetallakkumulationen im Salat wurden nicht gefunden.

Hinsichtlich der Hygieneparameter konnte u. a. gezeigt werden, dass die eingesetzten weitergehenden Behandlungsstufen Ozonierung und AK-Biofilter zu einer hohen Keimreduktion im Bewässerungswasser führen. Weiterhin variierte das Mikrobiom in Abhängigkeit der Behandlungskette sowohl im Bewässerungswasser als auch auf den Salatpflanzen.



Abb. 5: Pilotierung in Hattorf: Blick auf die Abwasseraufbereitung (links) und das Gewächshaus (rechts) (TU Braunschweig, März 2017)

Die Governance-Forschung fokussierte auf die Möglichkeiten, heterogene Akteure mit Blick auf die technischen Neuerungen miteinander zu vernetzen. In eher dezentralen Fällen wurden individuelle Vertragsmodelle mit Nährstoffwiederverwendung bevorzugt. In stärker regionalen Problemlösungsansätzen stieg der Koordinationsbedarf. Eine Transformation bestehender Organisationen z. B. Beregnungsverbände oder sogar neue vermittelnde Akteure wurden als notwendig erachtet. Von ihnen erbrachte Dienstleistungen wie Hygienisierung, Qualitätsmanagement, Transport oder Vermarktung stünden unabhängig und entlang des gesamten Produktionsverfahrens zur Verfügung.

Im Rahmen der durchgeführten Machbarkeitsstudien und der Wirkungsabschätzung konnte gezeigt werden, dass sich das HypoWave-System grundsätzlich auf unterschiedlichen Skalenebenen etablieren lässt. Wobei sich das System auf Grund der erforderlichen Flächen unter Glas insbesondere in Verbindung mit kleineren und mittleren Kläranlagengrößen eignen sollte. Es konnte ebenfalls identifiziert werden, unter welchen Randbedingungen das HypoWave-System besonders wirtschaftlich sein kann. Hinsichtlich der in einem HypoWave-System erzeugbaren landwirtschaftlichen Produkte sind unterschiedliche Produktkategorien von Gemüse wie Salat und Tomaten bis hin zu Schnittblumen oder anderen non-food-Produkten möglich.

### Perspektiven für die Praxis

HypoWave konnte zeigen, dass die Produktion von landwirtschaftlichen Produkten in hydroponischen Systemen auf Abwasserbasis einen effizienten Beitrag zur Wasserwiederverwendung leisten kann. Hier können durch die Kombination von Hydroponie und Gewächshausanbau auf engem Raum hohe Erträge erzielt werden. Durch die Wasserwiederverwendung sind die Systeme zudem pflanzenbaulich unabhängig vom Zugang zu Wasserrechten oder der Nutzung von Trinkwasser betreibbar. Dies ist insbesondere attraktiv für Regionen, die unterzunehmenden Wassermangel leider oder aufgrund von klimatischen Veränderungen verstärkt auf Bewässerungssysteme zum Erhalt ihrer bisherigen Fruchtfolgen angewiesen sind. Zudem hat das System den Vorteil, dass es umweltgeschlossen betrieben wird.

#### Koordinator:

Prof. Dr.-Ing. Thomas Dockhorn, Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig, Institut für Siedlungswasserwirtschaft (ISWW)

#### Projektpartner:

ISOE – Institut für sozial-ökologische Forschung, Frankfurt am Main  
Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB, Stuttgart

Universität Hohenheim, Institut für tropische Agrarwissenschaften, Stuttgart

Abwasserverband Braunschweig, Braunschweig

Wolfsburger Entwässerungsbetriebe AöR, Wolfsburg

ACS-Umwelttechnik GMBH & Co. KG, Rielasingen-Worblingen

aquadrat ingenieure (a2i) Gesellschaft für Wasserwirtschaft und Informationssysteme GmbH, Griesheim

aquatune GmbH, Hahnstätten

BIOTEC Naturverpackungen GmbH und Co. KG, Emmerich am Rhein

Xylem Services GmbH, Herford

#### Laufzeit:

01.09.2016 – 31.12.2019

[www.hypowave.de](http://www.hypowave.de)

Insofern ist auch ein möglicher Eintrag von Nähr- und Spurenstoffen in Boden und Grundwasser ausgeschlossen.

Die Vorhabenergebnisse zeigen ebenfalls, dass es für eine erfolgreiche Planung, Implementierung und Betrieb eigenständige aktive Anwenderinnovationen der beteiligten Akteure benötigt. Es sind neue Kooperationen notwendig, die auch andere Formen der Zusammenarbeit sowie Absprachen beinhalten. Es konnte jedoch gezeigt werden, dass die verschiedenen Akteure davon durchaus profitieren können, wenn sie rechtzeitig das Gespräch suchen.



Abb. 6: Besichtigung der Pilotierung in Hattorf durch die HypoWave-Stakeholder (ISOE, September 2018)