



Modulares Wasser- und Nährstoffrecycling  
zur Schnittblumenproduktion in der  
Gemeinde Raeren, Belgien

**Eine HypoWave-Fallstudie**

M. Fischer, M. Beckett, G. Bürgow, B. Ebert

## 1. Neue Wege zur Wasserwiederverwendung in der Landwirtschaft

Regionale Konkurrenzen um die Ressource Wasser sind keine Seltenheit. Durch Klimawandel, Urbanisierung und Verschmutzung der Wasserressourcen könnten sich Nutzungskonflikte in den nächsten Jahrzehnten noch verschärfen. Mineraldünger werden heute noch über sehr energieaufwendige Verfahren hergestellt bzw. basieren auf fossilen Quellen. Deshalb sind neue Konzepte und Verfahren für die Wasser- und Nährstoffwiederverwendung gefragt. Im Forschungsprojekt „HypoWave – Einsatz hydroponischer Systeme zur ressourceneffizienten landwirtschaftlichen Wasserwiederverwendung“ wird ein Konzept für die Landwirtschaft untersucht, in dem aufbereitetes Abwasser für die hydroponische Pflanzenproduktion verwendet wird. Hydroponik ist Pflanzenproduktion ohne Erde, die Setzlinge wachsen in geschlossenen wassergefüllten Pflanzenbehältern. Dadurch versickert kein Bewässerungswasser in den Boden und es verdunstet weniger. Das macht die hydroponische Pflanzenproduktion zu einem wasser- und nährstoffsparenden Anbauverfahren, das gleichzeitig den Boden und das Grundwasser schützt.

Im Rahmen einer Pilotierung wird das Konzept im Zeitraum von 2017 bis 2019 auf der Kläranlage Wolfsburg-Hattorf untersucht. Dabei wird kommunales Abwasser mit unterschiedlichen Verfahren aufbereitet und zur Bewässerung und Düngung von Kopfsalat in einem hydroponischen Gewächshaus eingesetzt. Die ersten Ergebnisse zeigen, dass schon bei geringen Nährstoffkonzentrationen im Wasser ein gutes Wachstum der Salatpflanzen erzielt werden kann. Stickstoff, Phosphor und weitere Nährstoffe können aus dem Abwasser bereitgestellt und unerwünschte Stoffe reduziert werden.

Wie eine Umsetzung des Konzepts jeweils aussehen kann, wird im Rahmen von Fallstudien an vier unterschiedlichen Standorten in Deutschland, Belgien und Portugal untersucht. Diese Fallstudien werden von transdisziplinären Teams aus den Fachrichtungen Siedlungswasserwirtschaft, Pflanzenbau, Sozialwissenschaften und Landschaftsgestaltung gemeinsam mit den Akteuren vor Ort erarbeitet. Ziel ist es, förderliche und hemmende Faktoren für die Nutzung von aufbereitetem Abwasser im hydroponischen System und mögliche standortspezifische Einsatzmöglichkeiten des Konzepts inklusive der damit verbundenen Chancen und Risiken zu identifizieren. Damit soll die Grundlage für die nächsten Schritte einer möglichen Realisierung geschaffen werden.

Die Fallstudie in Belgien wird im Grenzort Raeren durchgeführt. Die Gemeinde Raeren liegt in der Deutschsprachigen Gemeinschaft (Verwaltungssitz Eupen) und gehört zur Provinz Lüttich, welche wiederum Teil der wallonischen Region ist.



Abbildung 1: Übersichtskarte der Euregio Maas-Rhein inkl. der Lage von Raeren.

## 2. Chancen in der Region

Das grenzüberschreitende Gebiet Euregio Maas-Rhein liegt im **Dreiländereck Belgien, Deutschland, Niederlande** mit 3,9 Mio. Einwohnern und einer Fläche von 11.000 km<sup>2</sup>. Während die Nähe zu den Höhenlagen Eifel und Hohes Venn für ausreichend Niederschläge und somit normalerweise für konstant gefüllte Tal-sperrungen und Grundwasserreservoir sorgt, kommt es in der Region gelegentlich zu Hochwasserereignissen, beispielsweise im Frühsommer 2018, als aufgrund hoher Niederschläge Straßen in Raeren-Lichtenbusch unter Wasser standen. Durchschnittlich fallen in Raeren jährlich ca. 800 mm Niederschlag.

Lichtenbusch liegt im Quellgebiet der Göhl. Die Göhl überquert nach etwa 20 km die Grenze zu den Niederlanden und mündet nördlich von Maastricht in die Maas. Im **grenzüberschreitenden Flussgebiet** der Maas gibt es eine klassische „Oberlieger-Untерlieger-Problematis“ von Belgien und Deutschland hin zu den Niederlanden: Aus diesen Gründen wurden grenzüberschreitende Kooperationsnetzwerke zur Wasserbewirtschaftung durch den Dreiländerpark initiiert.

Ende 2012 waren noch fast 20% der **Abwasserlasten** aus den wallonischen Ortschaften ungeklärt. Mittlerweile wird den Europäischen Vorgaben nachgekommen, wonach Siedlungsagglomerate über 2000 Einwohnerwerte an eine Abwasserbehandlung angeschlossen werden müssen. Auch innerhalb der Gemeinden, die den Verpflichtungen der Kommunalabwasserrichtlinie nachkommen, sind jedoch zahlreiche Gebiete nicht an Abwasserreinigungsanlagen angeschlossen. So bleibt unklar, ob deren Abwässer künftig ausreichend behandelt werden können, um eine gute Gewässerqualität sicherzustellen.

Grundlage der Siedlungsentwässerung ist der **PASH-Plan** (Plan d'Assainissement par Sous-bassin Hydrographique). Der PASH-Plan wird durch die für den Umweltschutz zuständige Wallonische Region verabschiedet und umgesetzt. In den PASH-Plänen werden die Entwässerungszonen definiert und die Zuständigkeiten festgelegt. Die drei verschiedenen Zonen sind kollektive und autonome Zonen sowie die sog. Übergangszonen (Zonen die sich in Veränderung befinden). In den kollektiven Zonen wird das häusliche Abwasser in einem Kanalsystem gesammelt und über Kollektoren (Sammelkanäle) zur Kläranlage weitergeleitet. Verantwortlich für die kollektiven Zonen sind die interkommunalen Abwasserentsorger A.I.D.E (Association intercommunale pour le démergement et l'épuration des communes de la province de Liège) und S.P.G.E. (Société Publique de la Gestion de l'Eau). In der autonomen Abwasserzone sind die Einwohner selber für die Klärung ihrer Abwässer zuständig und müssen – bei Neubauten ab 2006 – ein individuelles Klärsystem nachweisen.

In der Gemeinde Raeren existieren teils kollektive, teils autonome Abwasserzonen. Das Abwasser aus den **Ortsteilen Lichtenbusch, Totleger und Freyentsbenden**, die in einer kollektiven Abwasserzone liegen, wird in Mehrkammergruben gesammelt, der Schlamm abgeholt und zur Kläranlage gebracht, die Wasserphase fließt in einen Kanal. Es fehlt ein Kollektor, der das Abwasser zur Kläranlage Bleyberg leitet (siehe auch Abb. 2). Ein Anschluss erfordert die Durchquerung unwegsamen Geländes, sowie eine Unterführung der Autobahn. Zudem hat das Siedlungsagglomerat im Moment noch keine 2000 Einwohnerwerte erreicht, eine Verpflichtung für einen Anschluss liegt daher nicht vor. Derzeit gelangen diese Abwässer über einen Bach weiter in die Göhl.

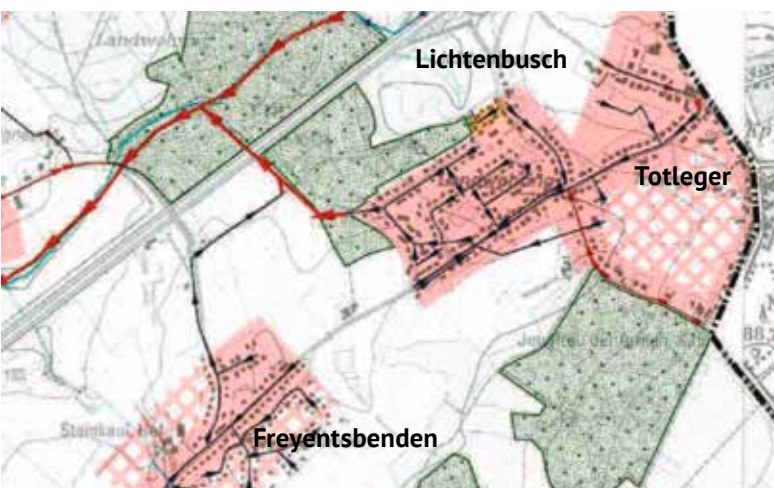


Abbildung 2: PASH-Plan der Ortsteile Freyentsbenden, Lichtenbusch und Totleger; der rote Pfeil ist der fehlende Kollektor zur Kläranlage.

In mehreren Gebieten in der Deutschsprachigen Gemeinschaft (sowie auch in benachbarten Gebieten, z. B. dem Tal der Berwinne) werden **Abwässer nicht ausreichend behandelt**, zum Teil fehlen Kollektoren oder es mangelt an Umsetzung und Instandhaltung der individuellen Klärsysteme. Hinzu kommt, dass die **zerstreute Siedlungsstruktur** mit vielen kleineren Ortschaften dazu führt, dass durch neue **Wasserinfrastruktur** nur wenige Haushalte bei vergleichsweise hohem Aufwand angeschlossen werden können. Die aktuellen Anschlussgrade an die entsprechenden Kläranlagen führen dazu, dass Flüsse je nach Lage, Umgebung und bestehender Entwässerungszone leicht bis stark durch das unzureichend gereinigte Abwasser belastet sind. Die derzeitigen Probleme, die durch die unzureichende Abwasserbehandlung entstehen, wie z. B. Geruchsbelästigungen und schlechte Qualität von Badeseen, führen zur **Problemwahrnehmung in der Bevölkerung**. Gemeindeverwaltung und Bürger- und Projektinitiativen suchen nach möglichen Lösungen. Am Beispiel Raeren wird zudem deutlich, dass die unzureichende Abwasserbehandlung auch zwangsläufig zu einem grenzüberschreitenden Problem führt. Im niederländischen Teil der Euregio ist die Region sehr touristisch geprägt und die landschaftliche Qualität und Wasserqualität somit von großer Bedeutung.

Kleinteilige landwirtschaftliche Strukturen, vor allem im Bereich der Grünlandwirtschaft mit Milchviehbetrieben und Natur- und Landschaftsschutzflächen bestimmen die **Landnutzung in der Euregio**. Intensive Landwirtschaft auf fruchtbaren Löss-Böden wird im Süd-Osten und Nord-Westen betrieben. Landschaftsbildprägend ist neben der Grünlandwirtschaft mit feldbegleitenden Heckenstrukturen zudem der Obstanbau, der heute in Form von Obstplantagen (Äpfel, Birnen) sowie teilweise geschützter Streuobstwiesen den Charakter der Grenzregion prägt. In Belgien gibt es bisher keine Erfahrungen mit der Nutzung von gereinigtem Abwasser als Klarwasser in der **Landwirtschaft**. Klärschlamm, der nur gering mit Schwermetallen belastet ist, wird aktuell auf die Felder ausgebracht. Pflanzenproduktion mit Nährstoffen aus gereinigtem Abwasser kann dazu beitragen die aktuell unzureichende Abwasserbehandlung zu optimieren und die Kosten für die Abwasserreinigung bei gleichzeitig produktiver Nutzung zu senken. Einerseits bietet sie flexible und dezentrale Lösungen für unterschiedliche Maßstäbe. Darüber hinaus können sich nachhaltige Produktionsverfahren in der Landwirtschaft etablieren, wodurch neue Erwerbsquellen in der Region entstehen können.



Abbildung 3: Landschaft typisch für die Region.

### 3. Umsetzungsmöglichkeiten für die Region am Beispiel von Raeren in der Deutschsprachigen Gemeinschaft

Das für den Standort vorgesehene Grundstück liegt an der Autobahn A3 und grenzt im nordöstlichen Teil an ein Natura 2000-Waldgebiet sowie an einen Bach, der in die Göhl mündet. Das vorgesehene HypoWave-Systemdesign kann auch als „Landschafts-Baukasten“ verstanden werden: Abwasserbehandlung wird mit pflanzlicher Biomasseproduktion im hydroponischen Gewächshaus und agroforstwirtschaftlichem Anbau verbunden.

Neben der eigentlichen Pflanzenproduktion sind eine hohe und stabile Wasserqualität des eingeleiteten Ablaufs vorrangiges Designziel.

Für die Berechnungen der Anlagen zur Abwasserbehandlung musste mit einer Reihe von Annahmen gearbeitet werden: Quellwasser, das in den Kanal geleitet wird und dadurch Mischwasser zusätzlich verdünnt; häusliche Absetzgruben reduzieren zudem den Feststoffgehalt in unbekannter Höhe; damit einher geht ein geringer chemischer Sauerstoffbedarf des Abwassers.



- 1 Regenüberlaufbecken & Pumpe (190 m<sup>3</sup>)
- 2 Absetzteiche (2 x 940 m<sup>3</sup>)
- 3 Sequencing Batch Reactor (2 x 450 m<sup>3</sup>)
- 4 Schönungsteich (500 m<sup>3</sup>)
- 5 Vorlagespeicher & Ultraviolett-Desinfektion
- 6 Hydroponisches Gewächshaus (6000 m<sup>2</sup>)
- 7 Kurzumtriebsplantage (3000 m<sup>2</sup>)

Abbildung 4: Dimensionierung der unterschiedlichen Abwasserbehandlungs- und Pflanzenproduktionselemente am Standort.

#### Aufbereitung des kommunalen Abwassers

Die Belastung mit Abwasser entspricht ca. 1650 Einwohnerwerten, der gewählte Standort hat eine Fläche von ca. 2,4 ha. Da eine Umwandlung der gesamten Nährstofffracht in Biomasse auf dieser Fläche nicht möglich ist, ist die Elimination von Nährstoffen notwendig. Des Weiteren wurde bei der Entwicklung des Konzeptes besonderes Augenmerk auf die Entlastung im Falle von Starkregenereignissen gelegt. Südöstlich angrenzend am Standort befindet sich ein Wirtschaftsweg, unter welchem der Mischkanal aus Freyentsbenden liegt. Das Abwasser kann aus diesem entnommen werden. Das Mischwasser aus den Ortschaften Lichtenbusch und Totleger wird ca. 500 m vom Standort entfernt in einen Bach geleitet und kann von dort mittels einer Druckleitung zur geplanten Behandlung befördert werden. Im Fall eines Starkregens wird das Wasser über das **Regenüberlaufbecken (RÜB) (1)**

abgeschlagen. Die im Konzept geplanten **Absetzteiche (2)** zur groben mechanischen Reinigung bieten weitere Speicherkapazität bei Spitzenabflüssen. Die Abwasserbehandlung erfolgt im Aufstaubetrieb in zwei **Sequencing Batch Reactors (SBR) (3)**. Versetzte Zyklusstadien ermöglichen eine semi-kontinuierliche Abwasserreinigung auf hohem Niveau. Im SBR sind sowohl Nitrifikation als auch Denitrifikation möglich, Phosphor kann simultan gefällt werden. Somit besteht die Möglichkeit unterschiedliche Wasserqualitäten zu erzeugen. Für das hydroponische Gewächshaus kann eine Nährstofflösung mit hohem Nitrat- und Phosphatgehalt erzeugt werden, indem auf die Denitrifikation und Phosphor-Fällung verzichtet wird. Wenn keine Nährstofflösung für das Gewächshaus benötigt wird, kann das Abwasser komplett aufgereinigt und über einen **Schönungsteich (4)** gleichmäßig in den Bach geleitet werden. Zudem wird im Schönungsteich die Wasserqualität zusätzlich verbessert.

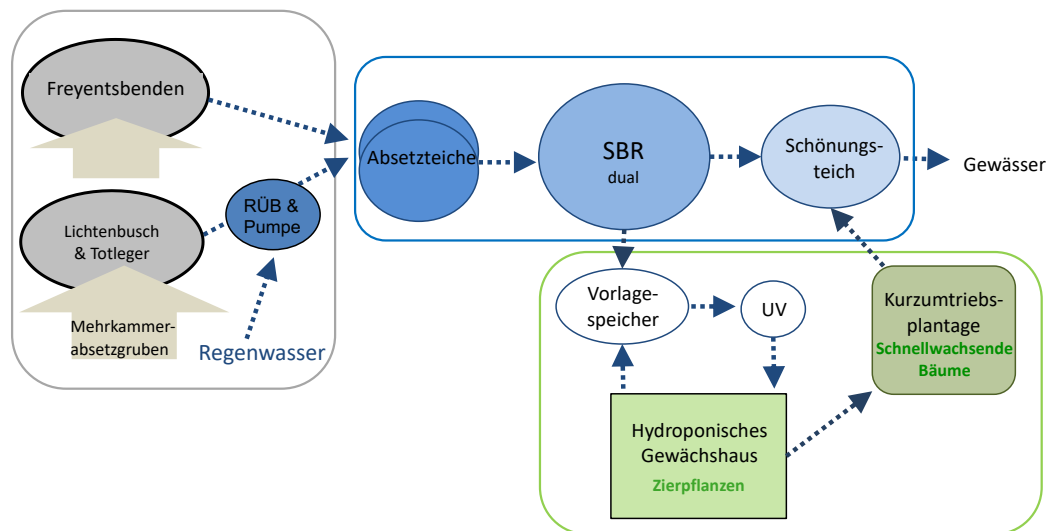


Abbildung 5: Systemskizze Abwassersammlung, -behandlung und Pflanzenproduktion, (RÜB = Regenüberlaufbecken, SBR = Sequencing Batch Reactor, UV = Ultraviolett).

### Nutzung im hydroponischen Gewächshaus und in der Kurzumtriebsanlage

Hydroponische Systeme werden meist im Kreislaufsystem betrieben, d. h. die Nährstofflösung wird möglichst lange verwendet. Vor jeder neuen Einspeisung wird mittels UV-Strahlung desinfiziert, durch Zugabe von Nährstoffen wird die optimale Versorgung der Pflanzen garantiert. Beide Schritte sind auch in dem vorgeschlagenen HypoWave-Konzept vorgesehen. Das gereinigte Abwasser aus dem SBR wird zusätzlich vor der ersten Verwendung im Gewächshaus mittels **UV-Licht (5)** entkeimt.

Aufgrund der räumlichen Beschränkung des Standortes wird für das **Gewächshaus (6)** eine Zielgröße von 6000 m<sup>2</sup> angesetzt. Gewächshäuser sind relativ kostengünstig in Standardformen verfügbar, z. B. als energieoptimiertes Doppelfoliengewächshaus. Wenn eine Versiegelung der Fläche problematisch ist, kann das Gewächshaus auf ein Punktfundament gesetzt werden. Falls auf die Regenwasserversickerung verzichtet werden kann, wäre dessen Nutzung eine interessante Möglichkeit, z. B. für den Toilettenbetrieb oder Reinigungszwecke sofern kein Trinkwasseranschluss vorgesehen ist.

Im Anschluss an die Nutzung im Gewächshaus wird das Restwasser in eine drainierte **Kurzumtriebsanlage (7)** geleitet. Die verbleibenden Nährstoffe werden von den schnellwachsenden Bäumen aufgenommen. Für das Gewässer problematische Inhaltsstoffe (z. B. Stickstoff, Phosphor, Schwermetalle) werden in pflanzliche Biomasse und die daraus gewonnenen Hackschnitzel überführt. Da unklar ist, ob **Restabfluss** aus der Kurzumtriebsanlage bleibt und in welcher Qualität, ist derzeit keine weitere **Behandlung** vorgesehen, bevor das Restwasser über den Schönungsteich (4) in den Bach fließt. Über angrenzende Schilfpolder wird das Wasser zusätzlich gefiltert und verdunstet. Auf den Einsatz von Pestiziden im Gewächshaus sollte verzichtet werden. Eine Erweiterung des vorgeschlagenen Konzeptes durch einen Schönungsteich mit nutzbaren Pflanzen wäre hier denkbar und wird auch in den Maßnahmenvorschlägen in „Landschaftspolitik für den Dreiländerpark“ (Houwen et al. 2014) genannt.

Durch die modulare „blau-grüne“ Gestaltung (Kurzumtriebsanlage, Schilfpolder, Schönungsteich) wird eine eigene landschaftliche Qualität und gestalterische Ästhetik angestrebt, die mehr bietet als eine klassische Kläranlage: Abwasser wird zur Ressource der Landschaft, das Ressourcenmanagement lebendig erlebbar und zugänglich.

## 4. Notwendige Allianzen

Ostbelgien zeichnet sich durch engagierte innovative klein- und mittelständische Betriebe wie auch ein hohes Maß an ehrenamtlicher Tätigkeit in Vereinen aus. Strategisches Ziel der EUREGIO Maas-Rhein ist es, sich als Modellregion für Ressourceneffizienz zu etablieren einhergehend mit dem dafür notwendigen grenzüberschreitenden Austausch zu bewährten Vorgehensweisen.

Für das HypoWave-Konzept lassen sich zwei für den Betrieb wichtige Allianzen identifizieren: Zum einen braucht es für die Sicherstellung der Wasser- und Nährstoffversorgung eine Kooperation zwischen regionalen Abwasserverbänden und landwirtschaftlichen Betreibern, die Betreiberallianz. Zum anderen müssen die Betreiber den Vertrieb ihrer Produkte organisieren, in der Vertriebsallianz.

Die **Betreiberallianz** ist dadurch charakterisiert, dass die Siedlungsgebiete zwar über eine Kanalisation, jedoch nicht über eine **Abwasserbehandlung** verfügen. Die für Investitionen (S.P.G.E) und Planung/Bau/Betrieb (A.I.D.E) zuständigen interkommunalen Stellen der Region prüfen aktuell in einer Studie, ob der geplante, allerdings teure Anschluss an eine zentrale Kläranlage oder eine dezentrale Aufbereitung vor

Ort die bessere Alternative darstellen. Das Entscheidungsfenster ist hier aus zwei Gründen noch offen: Erstens könnten Anschlüsse des näher an der Kläranlage Bleyberg gelegenen Ortes Lontzen zu Kapazitätsengpässen dort führen, und zweitens ist die Finanzplanung der in den PASH-Ausbauplänen vorgesehenen Infrastrukturmaßnahmen aktuell noch nicht abgeschlossen. Die A.I.D.E. hat Interesse an dem HypoWave-Konzept gezeigt. Ein Entscheidungskriterium für die Kläranlage ist neben der Wirtschaftlichkeit eine möglichst einfache Betriebsführung der Anlage. Trotz der Möglichkeit, die Abwasserbeseitigung selbst zu organisieren, spielen die Gemeinden in Belgien dabei häufig eine nachgeordnete Rolle. Finanziell existiert zwischen Region und Gemeinden ein vertraglich geregelter Verteilungsschlüssel für den Bau der Kanalisation.

Der **Betrieb der pflanzenbaulichen Komponente** könnte durch unterschiedliche Akteure erfolgen. Einerseits könnten Landwirte, die ihren Hof umstellen möchten, Betreiber von Gewächshäusern und Kurzumtriebsplantagen werden und notwendige Kenntnisse für hydroponische Systeme durch Beratung oder durch die Einstellung eines Spezialisten abdecken. Andererseits kommen auch innovationsfreudige Start-ups als Betreiber in Frage. Neue Betriebe werden durch staatliche Bezuschussung der ersten lohnsteuerpflichtigen Arbeitskraft unterstützt.

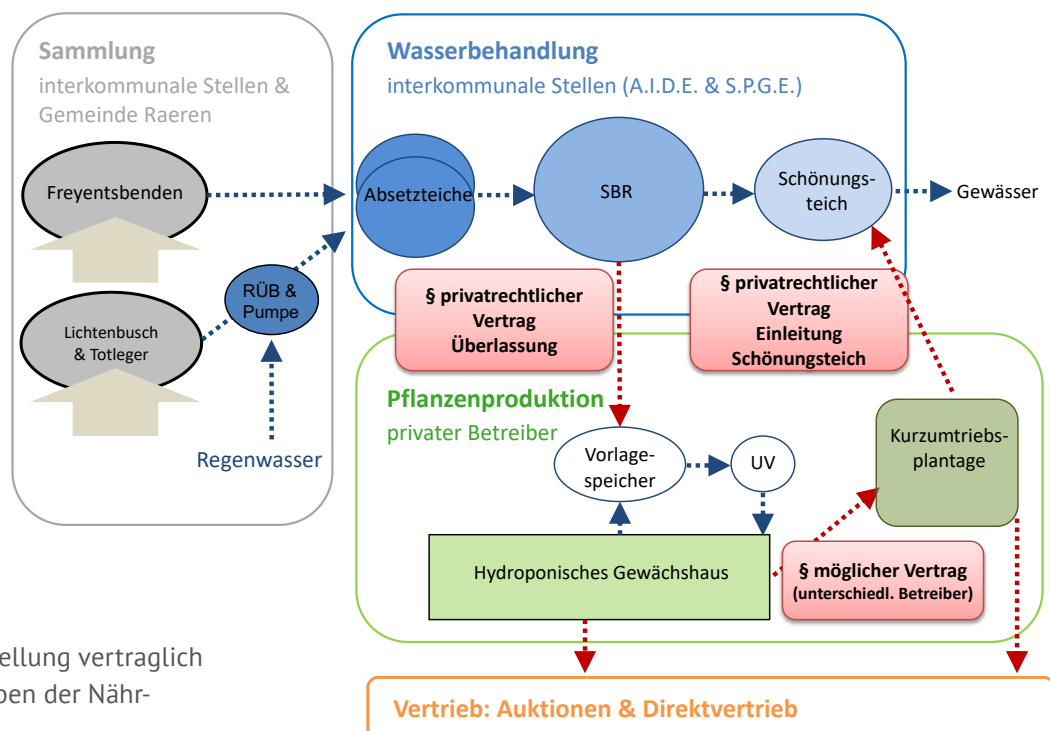


Abbildung 6: Darstellung vertraglich geregelter Übergaben der Nährstofflösung in rot.

Eine vielversprechende Möglichkeit ist auch die Übernahme der Pflanzenproduktion durch einen Sozialbetrieb, wie z. B. das Unternehmen work&job aus Eupen, das an der Fallstudie mitgewirkt hat. Dies würde das ökologisch nachhaltige Geschäftsmodell im HypoWave-Konzept zusätzlich um gemeinwohlorientierte soziale Nachhaltigkeit bereichern. Der Eigentümer des Standortes kann sich einen Verkauf oder das Verpachten des Grundstücks vorstellen.

Die **Kooperationsform** zwischen Abwasserverband und dem pflanzenbaulichen Betrieb kann im Rahmen einer Öffentlich-privaten Partnerschaft gestaltet werden, auf der Basis privatrechtlicher Verträge, z. B. Nutzungsvertrag oder Vertrag über die Einleitung in den Schönungsteich (siehe Abb. 6). Dies ermöglicht, Mengen, Qualität, sowie Aufgaben- und Kostenverteilungen zu regeln. Die Verträge sollten dabei insbesondere die Überlassung des Bewässerungswassers und die Anforderungen vor der Einleitung in einen Schönungsteich berücksichtigen. In diesem Fall bestehen keine Hürden im Abwasser- und Gebührenrecht.



Abbildung 7: Santini-Chrysanthemen zur Produktion im hydroponischen Gewächshaus.

Die **Vertriebsallianz** ist vor allem davon abhängig, welche Produkte gewählt werden und welche Mengen einen Absatz finden müssen. Für die Produktion in hydroponischen Gewächshäusern eignen sich sowohl unterschiedliche Gemüsesorten als auch Zierpflanzen wie Schnittblumen. Der Anbau von Gemüse als Lebensmittel wurde vor Ort kritisch eingeschätzt, da die Absatzmöglichkeit aufgrund von potenziellen Vorbehalten der Konsumenten, sowie einer sich noch entwickelnden rechtlichen Situation (neue EU-Verordnung) nicht mit hoher Sicherheit gewährleistet ist. Deshalb werden hier exemplarisch Chrysanthemen als Beispiel für **Schnittblumen** betrachtet. Diese werden meist über genossenschaftlich organisierte Auktionshäuser an den Einzelhandel verkauft. Für den Verkaufserfolg ist die Qualität der Blumen ausschlaggebend. Daneben gibt es die Möglichkeit der Direktvermarktung, die zwar höhere Preise erzielt, aber aufgrund der großen Mengen, die in einem Gewächshaus von 6000 m<sup>2</sup> erzeugt werden, nicht als alleiniger Vertriebsweg sinnvoll ist. Auktionen können online abgewickelt werden, was Transportwege verringert. Das durch den Abtransport der Blumen entstehende Verkehrsaufkommen am Standort beträgt ungefähr das Volumen eines LKW (40 t) pro Woche, (ca. 43 Trolleys), dies entspricht einem Kleintransporter pro Tag.

Das **Planungs- und Genehmigungsverfahren** orientiert sich am belgischen Globalgenehmigungsverfahren, dies vereint Umwelt- und Baugenehmigung. Anträge werden über die Gemeinde an die zuständigen Stellen bei der Region weitergeleitet. Dort werden die ebenfalls regionalen Landwirtschafts- und Forstministerien sowie die Wasserbehörde angehört. Die in der Regel landwirtschaftlich genutzten Flächen sollten bei der Errichtung von Klärteichen in Flächen zum öffentlichen Nutzen umgewidmet werden, da hier größere Handlungsspielräume im Genehmigungsverfahren vorliegen. Bei der Umwidmung der Fläche müssen Produktionsprozess, Einleitung in Gewässer und Formen der Flächenversiegelung gut erläutert und begründet werden. Die positiven Umweltwirkungen im Vergleich zur aktuellen Situation und das Gemeinwohl sollten hierbei hervorgehoben werden.



## 5. Wirtschaftliche Beispielrechnung

Für die Abschätzung von Investitions- und Betriebskosten der **Abwasserbehandlung** (siehe Tabelle 1) von 1650 Einwohnerwerten (EW) wurden Literaturwerte sowie die Einschätzungen von Experten herangezogen. Für die Abwassersammlung ergibt sich ein Investitionsbetrag von knapp 200.000 €, der Verteilungsschlüssel für den Kanalanschluss und das Regenüberlaufbecken beträgt 60 % für den Abwasserverband und 40 % für die Gemeinde. Investitionen für die Abwasserbehandlung könnten im Falle einer Entscheidung für eine dezentrale Lösung durch den Abwasserverband übernommen werden. Das gleiche gilt für die jährlichen Betriebskosten. Die hier abgeschätzten Investitionskosten belaufen sich auf ca. 800 €/EW\*a, die jährlichen Betriebskosten auf ca. 70 €/EW\*a. Sie sind somit konkurrenzfähig, wenn nicht sogar besser als die Kosten konventioneller Abwasserableitung und -behandlung. Die ermittelten Kosten stellen eine grobe Schätzung dar und können aufgrund von lokalen Gegebenheiten (z. B. Geländeneigung, Grundwasserspiegel, Bodenklasse, Elektrizitätskosten, Stundenlöhne etc.) abweichen.

An dem betrachteten Standort wird es als wichtig erachtet, stabile Einleitwerte und Nährstoffelimination zu garantieren (Stichwort: Natura 2000). Zusätzlich sollen die Abwasserbehandlung und Pflanzenproduktion auch unabhängig voneinander betrieben werden. Synergien zwischen Abwasserbehandlung

und Pflanzenproduktion wirken sich daher vermutlich gering auf die Wirtschaftlichkeit aus. Aufgrund der durch die Kopplung mit einem hydroponischen System kürzeren Belüftungsphasen als auch die entfallende Denitrifikation und Phosphor-Fällung des Teilstroms, der in dem Gewächshaus verwendet wird, werden sich die Betriebskosten jedoch reduzieren. Die Höhe der Einsparungen kann derzeit aufgrund mangelnder Informationen (fehlende Abwasserproben, Einleitwerte, Nährstoffentzug durch Pflanzen) nicht genauer beziffert werden.

Als mögliches Geschäftsmodell für das **Gewächshaus** wird die Produktion von Santini-Chrysanthemen mit den Absatzwegen Direktvertrieb und Blumenauktionen vorgeschlagen (siehe Tabelle 2). Die Sorte eignet sich für hydroponische Systeme und kann ganzjährig auch ohne Gewächshausbeleuchtung, bei minimaler Beheizung angebaut werden. Beleuchtung und Beheizung wird in Gewächshäusern oft mittels Blockheizkraftwerken realisiert. Dies ermöglicht die Produktion von einer Vielzahl von Blumenarten, die höhere Verkaufspreise erzielen. Allerdings ist ein Blockheizkraftwerk für die vorgeschlagene Gewächshausgröße unwirtschaftlich. Das dargestellte Geschäftsmodell bezieht sich auf ein unbeleuchtetes und minimal beheiztes Gewächshaus mit einer Größe von 6000 m<sup>2</sup>.

Die wirtschaftlichen Abschätzungen basieren auf der Datengrundlage eines niederländischen Modells (KWIN), das für Gewächshausbetreiber zur Verfügung gestellt wird, z. B. um Geschäftspläne zu erstellen.

Komponenten (inkl. Bau, Maschinen etc.)	Investition in €	Betrieb in €/Jahr
Regenüberlaufbecken	200.000	5.000
Kanalanschluss	12.000	-
Druckleitung vom Regenüberlaufbecken	95.000	15.000
Absetzteiche	100.000	10.000
SBR (1.650 EW)	720.000	83.000
Phosphor-Fällung (Tank, Dosieranlage, Steuerung, Sensorik)	60.000	[1]
Schönungsteich	50.000	1.000
Steuerung und Sensorik	25.000	[2]
<b>GESAMT</b>	<b>1.262.000</b>	<b>114.000</b>

Tabelle 1: Kosten für die Sammlung und Behandlung des Abwassers.

[1] Stark schwankend je nach Wasserqualität

[2] In allgemeinen Betriebskosten enthalten (Elektrizität)

<b>Jahreskosten für das Gewächshaus</b>	<b>in €/Jahr</b>
Gewächshaus inkl. UV-Anlage: Abschreibung, Unterhalt	137.000
Pflanzmaterial	119.000
Energie: Gas	62.000
Sonstige Produktionskosten	10.000
Arbeitskosten	78.000
Betriebskosten/Overhead	23.000
Auktionskosten	12.000
<b>GESAMT</b>	<b>441.000</b>

Tabelle 2: Darstellung der Jahreskosten für die Chrysanthemproduktion im Gewächshaus.

Kapitalkosten werden in Höhe von 3% Zinsen angesetzt, Abschreibung linear über 10 Jahre kalkuliert. Verkaufserträge der Schnittblumen auf Auktionen liegen bei einem Durchschnittspreis von 0,17 € pro Stück (KWIN). Außerdem wird von einem Direktvertrieb von 10 % der Gesamtproduktion zu einem Stückpreis von 0,70 € ausgegangen.

Auf der Gewächshausfläche können im Durchschnitt monatlich 132.000 Stück Chrysanthem produziert werden. Diese Produktion würde jährlich einen Gesamtertrag von knapp 450.000 € erzielen. Jährliche Kosten, wie in Tabelle 2 dargestellt, belaufen sich auf ca. 440.000 €. Somit könnte sich bereits in den ersten Jahren trotz hoher Investitionen und Kapitalkosten ein kostendeckender Betrieb einstellen.

Da in den Niederlanden die Arbeitskosten höher sind als in Belgien, ist davon auszugehen, dass diese tatsächlich niedriger liegen werden als hier angenommen. Auch andere Kostenpunkte, wie z. B. die Kosten für Energie, können in Belgien von den niederländischen Durchschnittswerten abweichen und sollten daher für die weitere Planung im Rahmen eines detaillierten Geschäftsplans überprüft werden. Die Kosten für Pacht bzw. Kauf des Grundstücks sind nicht in den Berechnungen inbegriffen, da zum Zeitpunkt der Erhebung keine eindeutigen Informationen vorlagen.

Ein Vorteil, der sich durch die Kombination aus Abwasserbeseitigung und hydroponischer Pflanzenproduktion ergibt, ist die Desinfektion des behandelten Abwassers. Kreislauf-Gewächshäuser verwenden UV-Desinfektionsanlagen vor der Wiedereinspeisung der Nährstofflösung. Eine Desinfektion wird auch bei der Verwendung von behandeltem Abwasser zur Pflanzenproduktion erforderlich. Zusätzliche Investitionskosten entstehen dadurch also nicht.

Das Restwasser aus der hydroponischen Produktion, das aufgrund seiner Aufsalzung für diese nicht mehr geeignet ist, wird zur Bewässerung von schnellwachsenden Bäumen in einer **Kurzumtriebsplantage** verwendet. Aufgrund des räumlich stark begrenzten Standortes stehen jedoch lediglich 3000 m<sup>2</sup> dafür zur Verfügung. Es kann davon ausgegangen werden, dass über Direktvermarktung der produzierten Hackschnitzel Kostenneutralität der Kurzumtriebsplantage erreicht werden kann. Der Zugewinn durch die Kurzumtriebsplantage für das vorgeschlagene Konzept liegt in der Reinigung und Verdunstung des Restwassers. Die Wirtschaftlichkeit kann erhöht werden, wenn die Anbaufläche vergrößert werden kann, und ein direkter Vertrieb auf dem lokalen Absatzmarkt erreicht wird. Auch eine direkte Verwendung der produzierten Hackschnitzel für die Beheizung des Gewächshauses ist eine Alternative. Sie bietet die Möglichkeit, Blumenarten im Gewächshaus anzubauen, die höhere Erträge einbringen, jedoch im bestehenden minimal beheizten und nicht beleuchteten System nicht zu produzieren sind. Investitionen in ein Blockheizkraftwerk können sich außerdem durch weitere Wärmeabnehmer in der Nachbarschaft des Gewächshauses rechnen.

## 6. Fazit und nächste Schritte

Durch Interviews, Ortsbegehungen, Arbeitstreffen und einen Stakeholderworkshop wurde gemeinsam mit lokalen Akteuren ein Umsetzungskonzept erarbeitet. Das für die Gemeinde Raeren entwickelte Konzept folgt den Ansprüchen einer **robusten, flexiblen Technologie** zur Abwasserreinigung mit stabilen Einleitwerten in Bezug auf die hydroponische Gewächshausproduktion als auch das Wassereinzugsgebiet. Das skizzierte Geschäfts- und Betreibermodell bietet gute Absatzmöglichkeiten und trägt in doppelter Hinsicht zum Gemeinwohl bei: Wasser und Nährstoffe werden wiederverwendet, in einem sozialwirtschaftlichen Gewächshausbetrieb können junge Erwachsene die unterschiedlichen Tätigkeitsfelder in einer nachhaltigen Pflanzenproduktion kennenlernen und sich in einem neuen Feld der gartenbaulichen Landwirtschaft qualifizieren. Die Kombination mit blau-grüner Infrastruktur (Kurzumtriebsplantage, Schilfpolder, Schöningsteich) ermöglicht eine weitergehende Reinigung des Wassers und die Erzeugung von Biomasse.

Anwohner im größeren Umfeld des Standortes sollten frühzeitig in den Planungsprozess einbezogen werden, wenn sich die Akteure vor Ort dafür entscheiden, die skizzierte Lösung weiter voranzutreiben. Eine breite **Projektunterstützung** ist zu fördern, um z. B. den regionalen Vertrieb von Blumen und Hackschnitzeln gut zu etablieren. Auch ggf. als negativ wahrgenommene Effekte wie ein zusätzliches Verkehrsaufkommen müssen beachtet und in der angestrebten Lösung berücksichtigt werden (etwa über Tageszeiten des Transports oder die entsprechende Straßenbefestigung).

Für die technisch-gestalterische Umsetzung des vorgeschlagenen HypoWave-Konzeptes bestehen **offene Fragen** hinsichtlich der Anlagentechnik zur Abwasserbehandlung, der hydroponischen Komponenten für die Produktion von Schnittblumen sowie der tatsächlichen Reinigungsleistung durch die blau-grüne Infrastruktur. Darüber hinaus könnten aufgrund der gemeinschaftlichen Bewirtschaftung der Flussgebietseinheit Maas auch grenzüberschreitende Kooperationen in der Euregio interessant sein. Dies gilt sowohl für Institutionen und Unternehmen in den Sektoren Wasser- und Landwirtschaft, als auch Gartenbau und assoziiertem produzierendem und weiterverarbeitendem Gewerbe. Hier könnte, um die weitere Umsetzung des entwickelten Konzeptes voranzutreiben, z. B. eine Beantragung einer Interreg-Förderung attraktiv sein.

Eine technische Referenzlösung für die Abwasserbehandlung, Best-Practice für Bau und Betrieb des Gewächshauses und Kooperationsmodelle sollte im Rahmen eines **Folgeprojektes** erarbeitet werden. Dies würde auch einen weiteren Wissenstransfer zu anderen Gemeinden ermöglichen, wie z. B. der Gemeinde Büllingen im südlichen Teil der Euregio, die bereits ihr Interesse an dem HypoWave-Konzept bekundet hat. Die in dieser Fallstudie ermittelten Ergebnisse können auch für weitere Orte in der Deutschsprachigen Gemeinschaft und der Wallonie von Interesse sein.

## Weitere Informationen/Quellenangaben

Gemeindeverwaltung Raeren (o.J.). Raerener Schaukasten. Abwasserbehandlung in der kollektiven und der autonomen (individuellen) Zone.

Heukemes, N., (2017). Leben und Arbeiten À La Carte. Ministerium der Deutschsprachigen Gemeinschaft Belgiens.

Houwen, J., Blokland, A., Wirth, T. M. (Hrsg.) (2014). Landscape Policy for the Three Countries Park. Three Countries Park. ISBN/EAN 978 90 823166 0 5.

Heinsoo, K., Dimitriou, I., Foellner, S., Buergow, G. (Hrsg.): BIOPROS – Short Rotation Plantations. Guidelines for efficient biomass production with safe application of wastewater and sewage sludge. EU Collective Research Project 2005–2008, Brussels.

Lenkungsgruppe EMR2020 (2013). Die Zukunftsstrategie für die Euregio Maas-Rhein. D/2013/5857/004.

## Kontakt

---

Michaela Fischer  
Koordination Fallstudie EUREGIO  
ISOE – Institut für sozial-  
ökologische Forschung  
Hamburger Allee 45  
60486 Frankfurt am Main  
Tel. +49 (0) 69 707 6919-40  
Fax +49 (0) 69 707 6919-11  
fischer@isoe.de

Dr.-Ing. Marius Mohr  
Koordination Fallstudien  
Fraunhofer-Institut für Grenzflächen-  
und Bioverfahrenstechnik IGB  
Nobelstraße 12  
70569 Stuttgart  
Tel. +49 711 970-4216  
Fax +49 711 970-4200  
marius.mohr@igb.fraunhofer.de

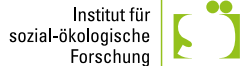
Autoren: Michaela Fischer, Marc Beckett, Dr.-Ing. Grit Bürgow, Björn Ebert  
Mit Unterstützung durch Dr. Anja Brüll, Dr. Jörn Germer, Dr.-Ing. Marius Mohr,  
Dr.-Ing. Martina Winker  
Datum/Impressum: Dezember 2018, Fraunhofer IGB, Stuttgart  
Bildnachweis: aquatectura (Titel), EUREGIO Maas-Rhein (2), Gemeindeverwaltung  
Raeren (3), Grit Bürgow (4), aquatectura (5), ISOE (6), ISOE (7)

Diese Broschüre entstand im Zuge des Vorhabens „**HypoWave: Einsatz hydroponischer Systeme zur ressourceneffizienten landwirtschaftlichen Wasserwiederverwendung**“ und wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung in der Fördermaßnahme WavE unter dem Förderkennzeichen 02WAV1402 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Broschüre liegt bei den Autorinnen und Autoren. Die Autoren danken Leader LAG zwischen Weser und Göhl, der Gemeinde Raeren, der A.I.D.E. sowie allen weiteren Beteiligten für die Unterstützung während der Fallstudie.

Mit Unterstützung durch:



Weitere Informationen unter: [www.hypowave.de](http://www.hypowave.de)



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

**WavE**