



Weitergehend aufbereitetes kommunales  
Abwasser als alternative Wasserressource  
im Hessischen Ried

**Eine HypoWave-Fallstudie**

B. Ebert, T. Günkel-Lange, J. Parniske, E. Schramm

## 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. Deshalb sind neue Konzepte und Verfahren für die Wasserwiederverwendung gefragt. Im Forschungsprojekt „HypoWave – Einsatz hydroponischer Systeme zur ressourceneffizienten landwirtschaftlichen Wasserwiederverwendung“ wird ein Konzept für die Landwirtschaft untersucht, in dem weitgehend aufbereitetes Abwasser für die hydroponische Pflanzenproduktion verwendet wird. Hydroponik ist Pflanzenproduktion ohne Erde, die Setzlinge wachsen in geschlossenen Pflanzbehältern in einem wässrigen Medium. Dadurch werden Verluste bei der Bewässerung durch Verdunstung oder Versickerung minimiert, was die hydroponische Pflanzenproduktion zu einem wassersparenden Anbauverfahren macht. Unter der Voraussetzung, dass die Behandlung bzw. unschädliche Beseitigung des im hydroponischen System genutzten Wassers gewährleistet ist, kann auch ein Beitrag zum Boden- und Grundwasserschutz geleistet werden.

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 soweit behandelt, dass es zur Bewässerung und Düngung von Kopfsalat in einem hydroponischen Gewächshaus eingesetzt werden kann. 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, insbesondere anthropogene Spurenstoffe, Mikroverunreinigungen oder Krankheitserreger, reduziert werden (vgl. Bliedung et al. 2019).

Wie eine Umsetzung dieses Konzepts 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 spezifisch 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 an den untersuchten Standorten geschaffen werden.

In dieser Fallstudie zum Hessischen Ried wird eine beispielhafte Umsetzung des Konzepts in der Metropolregion Rhein-Main betrachtet. Als Ausgangspunkt wurde die westlich von Darmstadt gelegene Stadt Griesheim gewählt. Die Herausforderungen der Bewässerungslandwirtschaft in diesem Gebiet sind komplex und unterscheiden sich kleinräumlich sehr stark.

## 2. Chancen in der Region

---

Die Region südlich des Mains und östlich des Rheins ist durch die Rheinbegradigung im 19. Jahrhundert und den Generalkulturplan (von 1929) stark durch menschliche Eingriffe in Oberflächengewässer und das Grundwasser beeinflusst. Der Generalkulturplan bildete die Grundlage dafür, das Hessische Ried durch ein verzweigtes Grabensystem zu entwässern und für die Landwirtschaft nutzbar zu machen. Der steigende Wasserbedarf der nach 1945 stark wachsenden Siedlungen führte in den 1960er Jahren zu Versorgungsengpässen. Weil die Jahre 1962 – 1964 die Folgen einer Aneinanderreihung von Trockenjahren aufzeigten, beschloss die Hessische Landesregierung in ihrem Großen Hessenplan (von 1965) den Bau großtechnischer Anlagen zur Fernwasserversorgung des Ballungsraums und zur Abwasserbeseitigung. Diese Entscheidungen wirken bis heute fort.

Klimatisch werden im Hessischen Ried **Nass- und Trockenjahre** unterschieden. Zwar liegt das langjährige Mittel der Niederschläge für Darmstadt (1981 – 2010) bei ca. 730 mm pro Jahr, jedoch treten in fast jedem Jahrzehnt Trockenjahre auf: 1962 – 1964, gefolgt von 1971 – 1976, 1990 – 1991 sowie 2003 – 2005. Als Nassjahre werden hingegen die Jahre 1981 – 1983 sowie 1999 – 2002 kategorisiert. Je näher die Messstellen allerdings am Rhein gelegen sind, desto geringer sind die mittleren Niederschläge. Im nordwestlich des Landkreises Darmstadt-Dieburg gelegenen Landkreis

Groß-Gerau werden häufig nur Werte zwischen 550 und 600 mm pro Jahr erreicht (DWD 2018).

Die Trockenjahre 1971 – 1976 und die in dieser Zeit deutlich verringerten Grundwasserstände – besonders sichtbar in den Wäldern der Region – führten zu ersten Planungen eines Wasserwerks zur Rheinwasseraufbereitung. Der Bau des **Brauchwasserwerks** in Biebesheim wurde aus landwirtschaftlichen Fördermitteln der EU und des Landes Hessen finanziert. Seit 1989 stellt das Brauchwasserwerk in den Sommermonaten über ein unterirdisches Rohrleitungsnetz den Landwirten im mittleren Hessischen Ried auf (beinahe) Trinkwasserqualität aufbereitetes Rheinwasser zur Verfügung. In den Wintermonaten wird es dazu genutzt, das Wasser über eine Bodenpassage zu infiltrieren. Die nicht durch das Rohrleitungsnetz erschlossenen Gebiete werden vorwiegend mit Grundwasser bewässert. Die Kosten für die Grundwasserentnahme variieren abhängig von den Investitions- und Betriebskosten der örtlichen Systeme zur Wassergewinnung und -verteilung. Zusätzliche Abgaben für die Entnahme aus dem Grundwasser fallen in Hessen seit 2003 über den sogenannten Wasserpfennig nicht mehr an.

Während der niedrigen Grundwasserstände in den 1970er Jahren entstanden im Hessischen Ried neue Siedlungen. Wassersparkkampagnen unter dem Slogan „Jeder Tropfen zählt“ trugen in den 1990er Jahren zu einem verringerten Wasserbedarf der Privathaushalte bei und bewirkten zusammen mit Anpassungen

industrieller Wassernutzung ein höheres Vernässungsrisiko durch steigendes Grundwasser. Einige Siedlungsgebiete sind auch in Griesheim nur noch durch Entlastungsbrunnen vor **Vernässung** zu bewahren. Dieses Wasser wird versickert oder Landwirten zur Verfügung gestellt. Steigt allerdings der Grundwasserspiegel zu stark, entstehen auch bei den Landwirten Ernteschäden durch Vernässung.

Diesen Schwankungen begegnete das Regierungspräsidium Darmstadt 1999 mit dem Grundwasserbewirtschaftungsplan. Neben der Kontrolle des schwankenden Grundwasserspiegels dient der **Grundwasserbewirtschaftungsplan** der Vorbeugung von Nutzungskonflikten. Insbesondere der Bedarf an Gewerbe- und Industrieflächen, die landwirtschaftliche Nutzung, die Gewinnung von Trinkwasser aus Grundwasser und die Schutz- und Erholungsfunktion der vorhandenen Waldbestände stehen sich hier gegenüber (siehe Abbildung 1).

Der Grundwasserbewirtschaftungsplan bildet heute gemeinsam mit der EU-Wasserrahmenrichtlinie und der 2018 veröffentlichten „Spurenstoffstrategie Hessisches Ried“ die Grundlage politischen Handelns für die Wasserbelange und beeinflusst die Möglichkeiten für landwirtschaftliche Bewässerung im Hessischen Ried. Die **besondere Gewässersituation** im Hessischen Ried ist einerseits durch die große Bedeutung der Grundwasservorkommen für die Trinkwasserversorgung der wachsenden Metropolregion Rhein-Main und

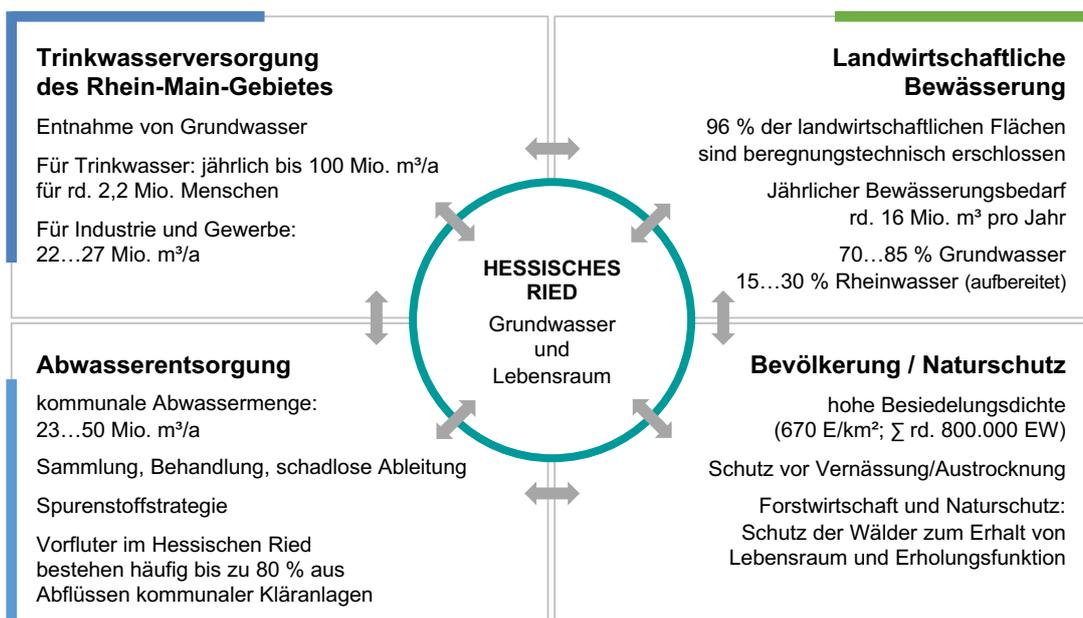


Abbildung 1: Komplexe Wassersituation im Hessischen Ried.

andererseits durch Anforderungen des Naturschutzes an abflussarme und aufgrund der hohen Besiedlungsdichte stark abwasserbelastete Fließgewässer gekennzeichnet. Die Abwasserinfrastruktur ist im Hessischen Ried sehr weit ausgebaut und besteht überwiegend aus großtechnischen Kläranlagen.

Im Abwasser sind zudem Spurenstoffe wie Arzneimittelrückstände, Haushalts- und Industriechemikalien, und Pflanzenschutzmittel enthalten, die durch die aktuelle Kläranlagentechnik nicht zurückgehalten werden und somit in Fließgewässer gelangen können, aber auch ins Grundwasser; denn die schützenden Deckschichten der Grundwasserleiter sind im Ried teilweise sehr durchlässig (HMUKLV 2018). Diese Erkenntnisse wurden in der **Spurenstoffstrategie Hessisches Ried** berücksichtigt. Ziel dieser Strategie ist, durch geeignete Maßnahmen die stoffliche Belastung der Fließgewässer im Ried zu vermindern sowie die Grundwasservorkommen im Ried langfristig für die Trinkwassernutzung zu schützen.

Das ursprünglich zur Entwässerung des Hessischen Rieds hergestellte Grabensystem dient heute u. a. als Vorfluter für die Kläranlagen. Über die versickernden Kläranlagenabläufe in diesen abflussarmen und insbesondere im Sommer stark abwasserbelastete Fließgewässer hinaus wird das Grundwasser durch die landwirtschaftliche **Feldberegnung** trotz Optimierungsbestrebungen durch Nährstoffgaben (Stickstoff, Phosphor) und Pflanzenschutzmittel

belastet. Die Feldberegnung ist im Hessischen Ried mit einem mittleren Bedarf von 15,9 Mio. m<sup>3</sup> im Jahr (2002 – 2017) etabliert (gemeldete Grundwasserfördermengen für die landwirtschaftliche Beregnung, RP Darmstadt 2018). Für einzelne Regionen bzw. Beregnungsverbände sind lokale Beschränkungen der Grundwasserentnahme vorgegeben. Das Brauchwasserwerk in Biebesheim ist ausgelegt auf eine jährliche Gesamtleistung von 43 Mio. m<sup>3</sup>. Hiervon werden fünf Millionen Kubikmeter seitens des Wasserverbands Hessisches Ried (WHR) für die landwirtschaftliche Beregnung vorgehalten. Das Hessische Ried ist durch rd. 35 Bewässerungsverbände fast vollständig erschlossen. Ihre Schlüsselrolle besteht darin, die Grundwassernutzungsrechte auf sich zu vereinen, die Verteilung des Wassers durch Bewässerungsnetze zu organisieren und über Mengen und Preise die Verteilung selbstbestimmt zu regulieren.

Intensiver Sonderkulturanbau mit hohem Wasserbedarf prägt die Agrarstruktur der Region. Neben den auf sandigen Böden des Oberrheingrabens gut wachsenden Spargel- und Erdbeerkulturen werden auf häufig sehr kleinteilig bewirtschafteten Feldern Zucchini, Salate, Zwiebeln, Kartoffeln und Kräuter angebaut. Die flächenmäßig im Verhältnis eher kleinen landwirtschaftlichen Betriebe im Hessischen Ried haben dabei Erfahrungen mit hoher Arbeitsintensität, Foliengewächshäusern und effizienter Bewässerungstechnik.



Abbildung 2: Intensive Bewässerungslandwirtschaft in Griesheim.

## Potenziale der Wasserwiederverwendung

Durch die Spurenstoffstrategie Hessisches Ried hat das Land Hessen die Weichen für die weitergehende Abwasserbehandlung zur Spurenstoffelimination gestellt. Es ist abzusehen, dass in naher Zukunft ausgewählte Kläranlagen zusätzliche (vierte) Reinigungsstufen umsetzen werden. Das dann weitergehend aufbereitete Wasser erfüllt bereits viele Anforderungen an chemische Parameter für eine Wiederverwendung in der Landwirtschaft. Mit einer anschließenden Hygienisierung und kontinuierlicher Überwachung kann das Wasser landwirtschaftlich genutzt werden. Eine Möglichkeit stellt dabei die Nutzung in einem hydroponischen System dar. Zum einen erlauben diese Systeme eine Produktionssteigerung bei geringerem Wasser- und Flächenbedarf, zum anderen können durch die Abgeschlossenheit zum Boden Grundwasserbelastungen aus Versickerungen vermieden werden.

Ein solches Konzept kann die Gewässerqualität (Keimbelastung und Spurenstoffe) der Grabensysteme des Hessischen Rieds verbessern. Damit wird an die Kernmaßnahmen der Spurenstoffstrategie für das Hessische Ried angeknüpft. Diese fordert kostengünstige und leicht umsetzbare Ansätze mit dem Ziel einer „wesentlichen Minderung der Umweltbelastungen mit Spurenstoffen“ (HMUKLV 2018).

Zusätzlich gilt es zu beachten, dass die Grundwassernutzung mengenmäßig begrenzt ist und neue Erlaubnisse wasserrechtlich unter dem Vorbehalt einer technisch zumutbaren Minimierung des Verbrauchs und Verlusts stehen. Da zu erwarten ist, dass die Wasserbedarfe in der Landwirtschaft durch die Zunahme der Hitze- und Trockenperioden insbesondere in den Sommermonaten steigen werden, braucht es Lösungen zur Verringerung oder Substitution des Wasserbedarfs in der Bewässerungslandwirtschaft. Als eine der komplexen wasserseitigen Situation und der Bedürfnisse einer kleinteiligen Agrarstruktur gerecht werdenden Lösung wird im Folgenden eine auf Wasser – jedoch nicht auf Nährstoffwiederverwendung – angelegte Kombination der HypoWave-Technikmodule diskutiert. Dies hat den Vorteil, dass sich bestehende optimierte landwirtschaftliche Bewässerungsformen und hydroponische Systeme ergänzen können. Für beide landwirtschaftliche Anbauoptionen werden die Konsequenzen im Text andiskutiert.

## 3. Umsetzungsmöglichkeiten für die Region am Beispiel der Stadt Griesheim

---

Die **Kläranlage Griesheim** liegt am Rand des Siedlungsgebiets und ist großflächig umgeben von landwirtschaftlich genutzten Flächen, auf denen u. a. Salat, Kartoffeln und Erdbeeren angebaut werden. In der Kläranlage (Ausbaugröße 50.000 EW) werden derzeit jährlich rund 1,8 Mio. m<sup>3</sup> Abwasser mittels mechanischer sowie biologischer/chemischer Reinigungsstufen behandelt. Das gereinigte Abwasser gelangt über ein Grabensystem in ein naturgeschütztes, stehendes Altrheingewässer. Wegen der Empfindlichkeit des Gewässers bestehen hohe Reinigungsanforderungen an die Kläranlage, die weit über die gesetzlichen Mindestanforderungen hinausgehen.

Aufgrund ihrer Lage bietet die Kläranlage Griesheim großes **Potenzial** zur Wasserwiederverwendung mit kurzen Wegen zu den landwirtschaftlichen Erzeugern. Wasserwiederverwendung in Verbindung mit bestehender Bewässerungstechnik bedeutet, dass im Sommer saisonal ein größerer Bedarf in der Landwirtschaft besteht. Die strengen gesetzlichen Anforderungen an die Nährstoffelimination (z. T. Gesamtphosphor < 0,2 mg/l) müssen aber auch im Winter erreicht werden. Der hier gewählte Technikansatz muss auch bei einem saisonal höheren Bedarf in der Landwirtschaft die Nährstoffreduktion sicherstellen. Gerade vor dem Hintergrund einer zukünftig ggf. erforderlichen weitergehenden Reinigungsstufe liegt das Potenzial der Kläranlage Griesheim daher vor allem in der Nutzung des vorhandenen hohen Reinigungsstandards zur Produktion von hochwertigem Bewässerungswasser, das bedarfsabhängig in der Landwirtschaft eingesetzt oder über den Vorfluter in den natürlichen Wasserkreislauf zurückgeführt werden kann.

**Voraussetzung** für die Wasserwiederverwendung ist die kostendeckende Bereitstellung eines weitgehend feststofffreien und hinsichtlich der Inhaltsstoffe unbedenklichen Bewässerungswassers. Insbesondere der hygienische Aspekt spielt für die Akzeptanz bei Landwirtschaft und Handel eine wesentliche Rolle. Die auf der Kläranlage Griesheim vorhandenen mechanischen und biologischen Aufbereitungsstufen führen zwar zu einer weitgehenden Verringerung der Feststoffe und Nährstoffe im Abwasser, nicht jedoch zu einer Elimination von Krankheitserregern und Spurenstoffen.

Für eine möglichst weitgehende Entfernung der zahlreichen und unterschiedlichen im Abwasser enthaltenen **Spurenstoffe** eignet sich nach derzeitigem Stand der Technik eine Kombination aus Ozonung und Aktivkohle. Die Ozonung bewirkt eine stoffliche Veränderung der im Abwasser enthaltenen Substanzen. Ggf. kann eine höhere Ozondosis auch zur Inaktivierung von Krankheitserregern führen. Ozon reagiert mit den Spurenstoffen. Es entstehen Reaktionsprodukte, die zusammen mit weiteren Mikroverunreinigungen durch eine anschließende Aktivkohlefiltration entfernt werden. Dadurch kann der hier vorgeschlagene Technikansatz ein größeres Spektrum von Spurenstoffen abdecken.

Die Kombination aus Ozonung und Aktivkohlebiofilter hygienisiert das aufbereitete Wasser noch nicht ausreichend, um eine Anwendung in der Landwirtschaft sicherstellen zu können. Zur Produktion eines hygienisch einwandfreien Bewässerungswassers ist daher mindestens eine zusätzliche **Desinfektionsstufe** erforderlich. Hierzu kann beispielsweise eine UV-Bestrahlung erfolgen, da das Abwasser durch die vorgeschalteten Aufbereitungsstufen weitgehend feststofffrei ist. Eine höhere Sicherheit bei entsprechendem finanziellen Mehraufwand bietet die Ultrafiltration als zusätzliche Barriere, die neben Bakterien auch Viren und Wurmeier aus dem Abwasser entfernen kann.

Die Auslegung der vierten Reinigungsstufe erfolgt nach gängigen Bemessungsregeln und muss mindestens die Jahresschmutzwassermenge (jährliche Abwassermenge ohne abgeleitete Niederschläge) behandeln. Derzeit wird von Behördenseite für Kläranlagen im Hessischen Ried eine in der vierten Reinigungsstufe zu behandelnde Abwassermenge von rd. 80 bis 90 % der Jahresabwassermenge diskutiert. Welche **Wassermenge** für die landwirtschaftliche Bewässerung zur Verfügung stehen kann, wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst. Neben der täglich anfallenden Abwassermenge ist der mit der Wasserbehörde abzustimmende **Mindestabfluss aus der Kläranlage** in den Vorfluter und der landwirtschaftliche Bedarf abhängig von Anbaufläche, Produkt und Saisonalität zu berücksichtigen.

Zum Ausgleich von Schwankungen sowohl bei der anfallenden Abwassermenge als auch beim Wasserbedarf ist eine **Zwischenspeicherung** des aufbereiteten Wassers erforderlich. Die Größe des Speichers richtet sich nach dem angestrebten Ausgleichvolumen. Das Speichervolumen sollte mindestens einem Tagesausgleich dienen. Der Speicher ist wegen der möglichen Wiederverkeimung im Aufbereitungsprozess vor der Desinfektionsstufe anzuordnen. Damit besteht unter der Voraussetzung ausreichender Platzverhältnisse die Möglichkeit, den gesamten Aufbereitungsprozess auf der Kläranlage vorzusehen. Alternativ kann die Zwischenspeicherung, Desinfektion und Verteilung des aufbereiteten Abwassers an den vorgesehenen Einsatzort oder eine zentrale Verteilstelle ausgelagert werden.

Den möglichen Aufbereitungsprozess des Abwassers bis zur Verwendung in der Landwirtschaft zeigt Abbildung 3.

Das aufbereitete und desinfizierte Abwasser kann sowohl in einem hydroponischen System als auch in effizienten konventionellen Bewässerungstechniken eingesetzt werden. Unabhängig von der eingesetzten Bewässerungsmethode ist eine bedarfsgerechte Zugabe von Nährstoffen (Stickstoff, Phosphor) erforderlich. Der geringere Wasserbedarf der hydroponischen Bewässerungsmethode ist hierbei vorteilhaft; zudem erlaubt sie einen ganzjährigen Betrieb der Pflanzenproduktion bspw. in Gewächshäusern.

Für die Landwirte im Hessischen Ried setzt die Anwendung des hydroponischen Systems eine Umstellung der bisher praktizierten Bewässerungstechnik und ggf. der angebauten Produkte voraus. Verglichen mit den aktuell praktizierten Bewässerungsformen würden Landwirte auf einen neuen Produktionsprozess mit zusätzlichem Abstimmungs- und Steuerungsbedarf umstellen. Für die Entsorgung des bei der hydroponischen Bewässerung genutzten Wassers sind mehrere Optionen denkbar. So könnte das verwendete Wasser bspw. auch wieder der Kläranlage zugeführt werden.

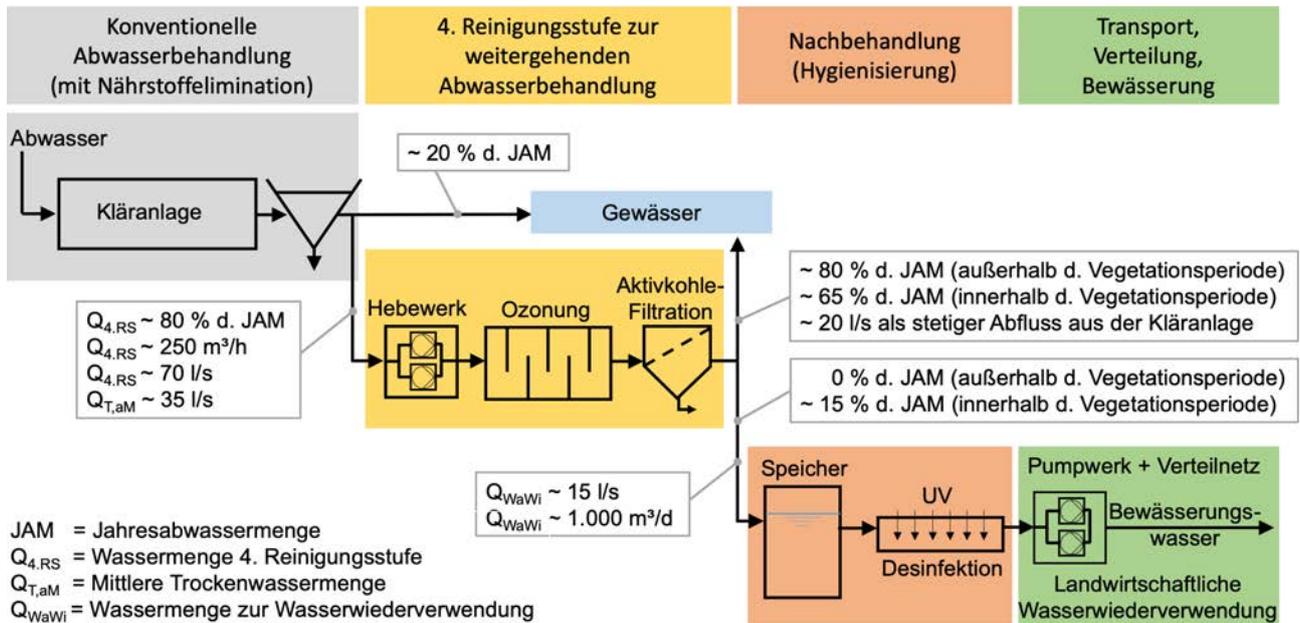


Abbildung 3: Abwasseraufbereitungsprozess für die Wasserwiederverwendung (Technikansatz Fallstudie Hessisches Ried).

#### 4. Notwendige Allianzen für den Betrieb

Wasser hat im Hessischen Ried einen hohen Stellenwert. Bis 2015 tagte ein Runder Tisch, der zwischen den unterschiedlichen Interessen der Forst-, Land- und Wasserwirtschaft, den Behörden sowie den Bürgerinitiativen und Naturschutzverbänden einen Konsens zur Grundwasserbewirtschaftung erarbeitet hat. Einerseits trug der Runde Tisch zu einem hohen Problembewusstsein und einer Bekanntschaft der Akteure bei. Andererseits beinhaltet der Konsens keine neuen Lösungsansätze wie die Verwendung weitergehend aufbereiteten Abwassers.

Die für die Wasserwiederverwendung notwendigen landwirtschaftlichen und wasserwirtschaftlichen Akteure sind in Bewässerungsverbänden organisiert. Diese Verbände verfügen über das Wissen, in welchen Gebieten alternative Wasserquellen mengenmäßig und qualitativ benötigt werden. Bisher sind Bewässerungsverbände landwirtschaftlich geprägt. Abwasserbeseitiger sind noch nicht Mitglied, könnten aber über Satzungsänderungen integriert werden.

#### Kommune und Bewässerungsverband werden aktiv – ein mögliches Szenario

In einer ersten Allianz übernimmt die Kommune als Abwasserbeseitigungspflichtige die weitergehende Aufbereitung des Abwassers und wird Mitglied im Bewässerungsverband. Besondere Anforderungen an die neue Mitgliederkategorie können ausgehandelt und in der Satzung festgelegt werden. Bedingungen für eine Mitgliedschaft der Kommune könnten mit Blick auf Aufgaben in der Wasseraufbereitung und bezogen auf Qualitätsanforderungen definiert werden (siehe Abbildung 4). Förderlich ist dabei, wenn die Erweiterung der Kläranlage um eine vierte Reinigungsstufe bevorsteht. Behördliche Vorgaben schaffen Rechtssicherheit und ermöglicht eine Kostendeckung des nicht landwirtschaftlich genutzten Anteils durch die Abwassergebührenzahler. Subventionen für Abwasserinfrastruktur sind politisch unerwünscht, jedoch könnten Bewässerungsverbände und deren Mitglieder (Pflanzenproduzenten und Abwasserbeseitigungspflichtiger) bei Investitionen in die Bewässerungslandwirtschaft von der gemeinsamen Agrarstrukturförderung der EU, des Bundes und des Landes im Rahmen des Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums profitieren.

Über die Satzungsänderung, Mengen und Preise des Bewässerungswassers wird wie gehabt auf der Jahreshauptversammlung des Bewässerungsverbandes beraten und abgestimmt. Vorteil für die Mitglieder ist eine zukunftsfähige Bewirtschaftung ihrer Felder. Durch die Anwendung wassereffizienter Anbausysteme mit weitergehend behandeltem Abwasser wird der Wasserhaushalt im Hessischen Ried insgesamt entlastet. Die dadurch erhöhte Versorgungssicherheit stößt allerdings mit dem zu gewährleistenden Mindestabfluss der Grabensysteme an Grenzen.

Vermeidung des Risikos einer Wiederverkeimung in einem größeren Leitungsnetz. Zum Beispiel überprüft dann der Verband die UV-Anlagen und die Vorlagebehälter. Hierzu müssten sich allerdings genügend Interessenten für das Bewässerungswasser finden. Möglich ist zudem die freiwillige gemeinschaftliche Anmeldung und Dokumentation der Indirekteinleitung von genutztem Bewässerungswasser in die öffentliche Kanalisation (siehe Abbildung 4). Dadurch müssen nur Anschlüsse zum bestehenden Abwassernetz hergestellt werden. Der Bau eines eigenen Rückführungsnetzes oder der Aufwand einer individuellen Beantragung einer Direkteinleitung kann dann entfallen.

### Bewässerungsverbände mobilisieren ihre Landwirte

Eine zweite Allianz bindet – so das Szenario weiter – die Mitglieder und deren Netzwerke in die Bereitstellung alternativer Wasserquellen ein. Über die bereits etablierte Aufgabe der Wasserbereitstellung hinaus könnte der Bewässerungsverband auch Dienstleistungen zur Qualitätssicherung anbieten. In seinem Verantwortungsbereich läge dann auch die

Dabei können Bewässerungsverbände auf eigene Beratungserfahrungen und Kooperationen mit etablierten beratenden Akteuren, berufsbildenden Einrichtungen und Hochschulen zurückgreifen. Über den Bewässerungsverband profitieren die Landwirte von neuen Erkenntnissen und können diese ihren Bedürfnissen angepasst in der betrieblichen Praxis anwenden. An bereits durchgeführte Studien zur

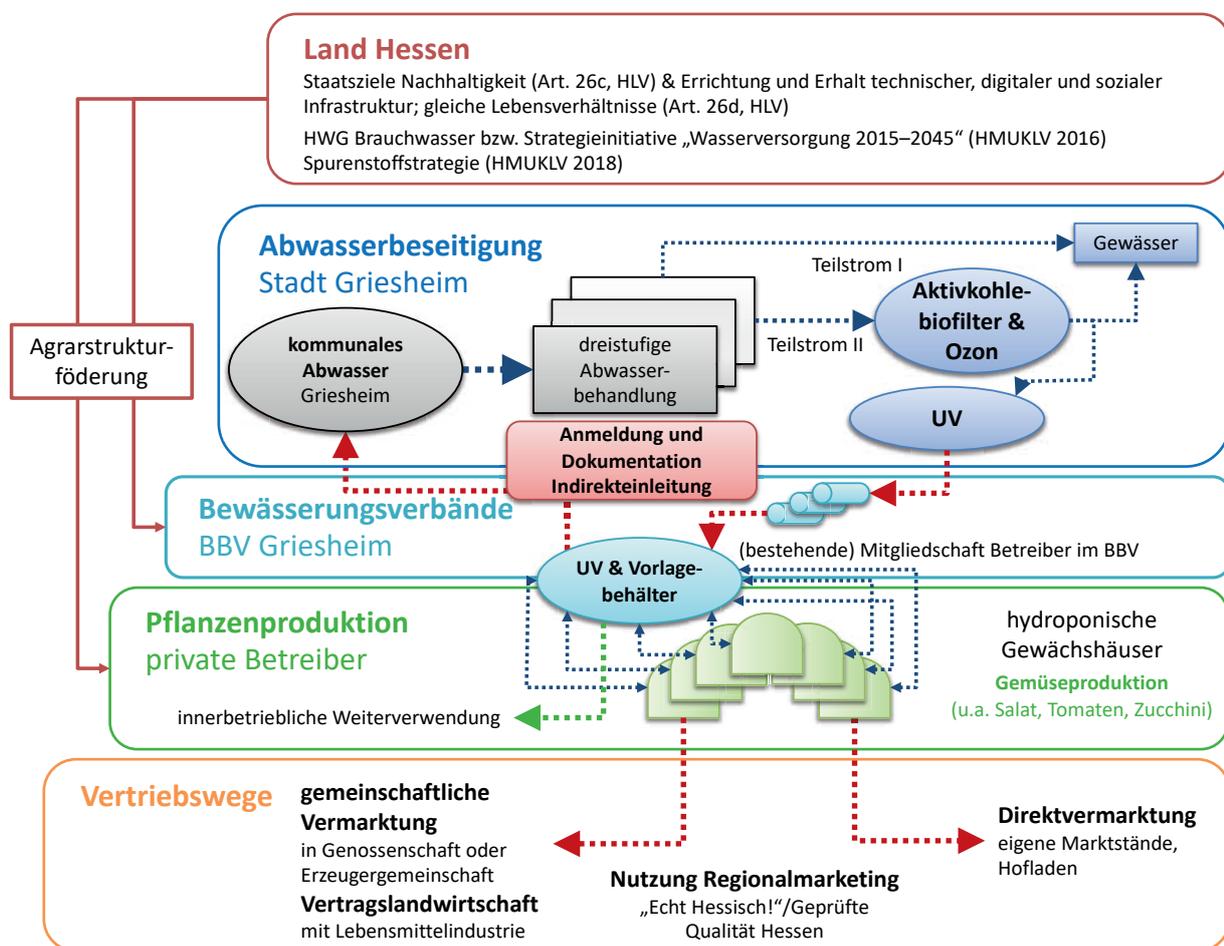


Abbildung 4: Gemeinschaftslösung – Betreibermodell mit einem Bewässerungsverband.

Effizienzsteigerungen der Bewässerung in Demonstrationbetrieben können hydroponische Gewächshäuser anschließen. Eine intensivierete Produktion ohne Substrat verringert zudem die Abhängigkeit der Landwirte vom Flächentausch der Grenzertragsböden in einer insgesamt unter Flächendruck stehenden Region.

Eine dritte ebenfalls für den Gemüsebau bereits etablierte Allianz besteht in der Vertriebsorganisation. Genossenschaftliche Vertriebswege sowie Möglichkeiten zur Regional- und Direktvermarktung sind etabliert und können genutzt werden. Vertriebswege sollten zum einen durch eine vielfältige Produktpalette des Gesamtbetriebs und zum anderen durch Langfristigkeit gekennzeichnet sein. Vorab vereinbarte Lieferverträge mit dem Lebensmitteleinzelhandel oder der Lebensmittelindustrie können möglichen Finanziers Tragfähigkeit signalisieren. Über den Bewässerungsverband hinaus empfiehlt sich eventuell auch die Gründung einer Interessen- oder Erzeugergemeinschaft ressourceneffizient wirtschaftender Betriebe, die dann sowohl in Verhandlungen mit dem stark konzentrierten Lebensmitteleinzelhandel als auch mit dem Land Hessen mit Blick auf die Agrarstrukturförderung eine bessere Verhandlungsposition geltend machen können.

### **Nutzen für Natur und Gesellschaft nicht vernachlässigen**

Kommunen und Bewässerungsverbände sollten – so das Szenario weiter – eine Allianz gegenüber dem Land bilden. Die Kommune trägt durch die Ertüchtigung ihrer Abwasserinfrastruktur nicht nur zur Zukunftsfähigkeit landwirtschaftlicher Betriebe in der Region bei, sondern verbessert nachhaltig die Qualität ihrer Fließgewässer. Das Land Hessen ist hier gefordert, seine Staatsziele zur Nachhaltigkeit und Daseinsvorsorge ernst zu nehmen und in Realpolitik zu übersetzen. Weitergehend aufgereinigte Teilströme erfüllen im einst durch das Land entwässerten Ried Aufgaben zum Schutz des Naturhaushalts und der Gesellschaft.

## **5. Betrachtungen zur Wirtschaftlichkeit**

Die Verwendung von aufbereitetem Abwasser zur landwirtschaftlichen Bewässerung ermöglicht die Substitution von Bewässerungswasser. Der wirtschaftliche Nutzen liegt daher vor allem in der möglichen Einsparung von Kosten für die bestehenden Gewinnungs-, Aufbereitungs- und Bewässerungssysteme. Bei der Betrachtung der Wirtschaftlichkeit sind sowohl die Investitions- und Betriebskosten für eine vierte Reinigungsstufe als auch eine weitergehende Nachbehandlung (Speicherung, Desinfektion) zu berücksichtigen.

Hinsichtlich der für die Wasserwiederverwendung zur Verfügung stehenden Wassermengen sind der mittlere Trockenwetterabfluss (Kläranlage Griesheim: rd. 35 l/s) sowie der in den Vorfluter abzuleitende Mindestabfluss (Kläranlage Griesheim: rd. 20 l/s) maßgebend. In der Differenz dieser beiden Werte stehen im Mittel rd. 15 l/s als Bewässerungswasser ganzjährig zur Verfügung. Dies entspricht einer Wassermenge von rd. 1.000 m<sup>3</sup>/d (siehe auch Abbildung 3). Setzt man beispielsweise für die konventionelle Bewässerungslandwirtschaft in der Vegetationsperiode eine Bewässerungswassermenge von rd. 150 mm an, ließen sich mit der zur Verfügung stehenden täglichen Wassermenge von rd. 1.000 m<sup>3</sup>/d eine Fläche von rd. 140 ha bewässern. Wird das weitergehend aufbereitete Abwasser vollständig in hydroponischen Systemen eingesetzt, ist allgemein von einer höheren Wasserausnutzung auszugehen, da Verluste infolge Versickerung und Verdunstung vermieden werden. Hinzu kommen die Vorteile einer möglichen Kreislauf-führung und des ganzjährigen Betriebs.

Zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung werden die Kosten für die Spurenstoffbeseitigung, für die weitergehende Brauchwasseraufbereitung sowie für Transport und Bewässerung getrennt betrachtet. Es ist davon auszugehen, dass die Spurenstoffelimination (4. Reinigungsstufe) mittel- bis langfristig auch im Hessischen Ried nahezu flächendeckend behördlich gefordert wird. Für die Behandlung von rd. 80 – 90 % der Jahresabwassermenge mit den Verfahrensstufen Ozonbehandlung und Aktivkohlefiltration fallen nach neueren Betrachtungen Jahreskosten (brutto) von rd. 0,40 – 0,50 €/m<sup>3</sup> an. Diese umgerechneten jährlichen Investitions- und Betriebskosten werden über die Abwassergebühr umgelegt und nicht auf den Preis für das Bewässerungswasser angesetzt.

Für die darüberhinausgehende weitere Aufbereitung des Abwassers zu einem hygienisch einwandfreien Bewässerungswasser fallen bezogen auf die gesamte anfallende Bewässerungswassermenge Zusatzkosten zwischen rd. 0,30 – 0,40 €/m<sup>3</sup> (Brutto-Jahreskosten) an. Diese Kosten setzen sich zusammen aus den geschätzten Investitions- und Betriebskosten und beinhalten die Speicherung, die Desinfektion sowie ein weiteres Pumpwerk. Nicht enthalten sind Kosten für eine ggf. zusätzlich erforderliche Ultrafiltration sowie für Transport und Verteilung. Je nach Bewässerungssystem und Entfernung zur Kläranlage können die Kosten für Transport und Verteilung stark variieren. Im Zuge dieser Betrachtung werden sie auf eine Größenordnung von rd. 0,10 – 0,40 €/m<sup>3</sup> (Brutto-Jahreskosten aus Investitions- und Betriebskosten) geschätzt.

Das aktuell im Hessischen Ried eingesetzte Bewässerungswasser (aufbereitetes Rheinwasser oder Grundwasser) kostet den landwirtschaftlichen Betrieb je nach Lage und Größe der zu bewirtschaftenden Fläche rd. 0,25 – 0,35 €/m<sup>3</sup>. Die Kosten für ein Bewässerungswasser aus der beschriebenen Wasserwiederverwendung können in Abhängigkeit von verschiedensten Randbedingungen (Entnahmemenge, Regelmäßigkeit der Entnahme, Transportdistanz etc.) aktuell nur schwer eingegrenzt werden. Es ist aber davon auszugehen, dass Landwirte rd. 0,40 – 0,80 €/m<sup>3</sup> zahlen müssten. Mögliche Subventionen finden hierbei noch keine Berücksichtigung.

Vor dem Hintergrund der hier vorgestellten Kosten könnte man annehmen, dass die vorgestellte Umsetzungsmöglichkeit aufgrund der bislang nicht gegebenen Wirtschaftlichkeit wenig attraktiv erscheint. Allerdings ist die Situation im Hessischen Ried etwas anders gelagert. Hier stehen die Bedingungen einer verteilungsgerechten Lösung vor dem Hintergrund der komplexen Wassersituation im Vordergrund. Die Verteilungsfrage der Kosten für die versorgungssichere Erzeugung des hygienisch einwandfreien Bewässerungswassers und des Transports wird im um den Abwasserbeseitiger erweiterten Bewässerungsverband in einem demokratischen Verfahren entschieden. Die Jahreshauptversammlung des Bewässerungsverbandes kontrolliert jährlich die Kostenentwicklung und -verteilung.

## 6. Fazit und nächste Schritte

---

Vor dem Hintergrund der Erweiterung bestehender Kläranlagen um eine weitergehende Reinigungsstufe kann sich im Hessischen Ried ein Potenzial für die Wasserwiederverwendung in der Landwirtschaft ergeben. Das bestehende hohe Reinigungsniveau der Kläranlagen wird durch eine vierte Reinigungsstufe zur Spurenstoffelimination weiter verbessert. In Kombination mit einer Desinfektion zur Nachbehandlung des Wassers kann ein qualitativ hochwertiges Produkt erzeugt werden, das bedarfsgerecht zu Bewässerungszwecken und zur Bewirtschaftung der Vorfluter eingesetzt werden könnte. Damit würde dem Anspruch einer nachhaltigen und ressourcenschonenden Grundwasserbewirtschaftung im Hessischen Ried Rechnung getragen. Zudem bietet die Wasserwiederverwendung eine gewisse Versorgungssicherheit insbesondere während der zunehmend trockenen und niederschlagsarmen Sommermonate.

In den Interviews und Gesprächen mit Vertretern der Landwirtschaft, Bewässerungsverbänden und Behörden zeichnete sich ein Interesse an Ideen zur Sicherung des zukünftigen Bewässerungsbedarfs in der Landwirtschaft des Hessischen Rieds ab. Gleichzeitig werden größere Herausforderungen mit Blick auf hygienische Belange und die Andienung der Produkte an Handel und Verbraucher wahrgenommen. Eine ökonomische Tragfähigkeit des betrachteten Betreibermodells ist sowohl in der Direktvermarktung als auch bei möglichen Formen zwischen gemeinschaftlicher Vermarktung und Vertragslandwirtschaft auf die Akzeptanz des neuen Produktionsverfahrens und der neuen Produkte angewiesen. Abwasserbeseitiger, Bewässerungsverbände und Landwirte sind darüber hinaus aufgefordert individuelle Vor- und Nachteile mit der gesamtgesellschaftlichen Aufgabe der Verbesserung der Gewässerqualität und des Grundwasserschutzes bei ihren Aushandlungsprozessen zu berücksichtigen. Dabei geht es in erster Linie um eine gerechte Aufgaben- und Lastenverteilung zwischen den direkt wie indirekt beteiligten Akteuren. Haushalte und Unternehmen als Verursacher von Verunreinigungen bedürfen dabei genauso der Berücksichtigung wie die gemeinschaftlichen staatlichen Ziele und die Interessen der auf landwirtschaftliche Bewässerung angewiesenen Landwirte.

Die Einführung eines Systems zur Wasserwiederverwendung wird im Hessischen Ried in bereits bestehende Anbau-, Bewässerungs- und Verwaltungsstrukturen eingreifen. Hierfür sollten sowohl neue Allianzen zwischen Abwasserbeseitiger und Bewässerungsverband entstehen als auch bestehende Strukturen für neue Aufgaben genutzt werden. Ein gemeinschaftlicher Veränderungsprozess erfordert eine enge Abstimmung und Beteiligung aller relevanten Akteure. Eine Plattform für die Aushandlung möglicher Aufgaben, Mengen, Preise, sowie der Qualität bietet der Bewässerungsverband. Hier kommen auch kritische Landwirte zu Wort. Sie können die Aufgaben ihres Verbandes in demokratischen Verfahren (neu) definieren. Folglich entscheiden mögliche spätere Anwender über die Zukunft der Bewässerungswirtschaft im Hessischen Ried. Auch die Anpassung und Erweiterung rechtlicher Strukturen, insbesondere hinsichtlich der Definition von Grenzwerten für das zur Bewässerung vorgesehene aufbereitete Abwasser, sind zu diskutieren.

Der Einsatz hydroponischer Systeme wird gegenwärtig von vielen der befragten Landwirte eher kritisch bewertet, da Betriebe bereits in effiziente Bewässerungstechnik investiert haben oder aber Risiken einer Betriebsumstellung in ihren kleinen Betrieben nicht eingehen wollen. Deshalb setzt die Fallstudie auch bei den Allianzen ihren Schwerpunkt bei Gemeinschaftslösungen. Anreize jenseits der Wasserverfügbarkeit können insbesondere die ungünstigen Bodenverhältnisse, die nachhaltige Flächennutzung, die Steigerung der landwirtschaftlichen Erträge oder die Erweiterung der Produktpalette darstellen.

## Weitere Informationen/Quellenangaben

Bliedung, Alexa; Dockhorn, Thomas; Ebert, Björn; Germer, Jörn; Mohr, Marius; Schramm, Engelbert; Winker, Martina (2019): Hypo-Wave – Ressourceneffiziente Nutzung von gereinigtem Abwasser in hydroponischen Systemen. Zentralblatt für Geologie und Paläontologie Teil I, Heft 1, S. 95–104.

DWD (2018): Niederschlag, vieljährige Mittelwerte 1981 – 2010; online verfügbar: [https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimadatendeutschland/mittelwerte/nieder\\_8110\\_fest\\_html.html](https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimadatendeutschland/mittelwerte/nieder_8110_fest_html.html)

HMUKLV (2018): Spurenstoffstrategie Hessisches Ried, Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUKLV); online verfügbar unter: [https://umwelt.hessen.de/sites/default/files/media/hmuenv/spurenstoffstrategie\\_hessisches\\_ried\\_vom\\_2018\\_04\\_30\\_aufgabe\\_02.pdf](https://umwelt.hessen.de/sites/default/files/media/hmuenv/spurenstoffstrategie_hessisches_ried_vom_2018_04_30_aufgabe_02.pdf)

RP Darmstadt (2018): Daten Grundwasserförderung für die landwirtschaftliche Beregnung ergänzt um die Daten der Rheinwasserentnahme (2002–2017), Daten auf Anfrage Stand 11/2018.

HMUKLV (2016): Ballungsraum Rhein-Main 2015 – 2045. Initiative für eine sichere und nachhaltige Wasserversorgung, Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUKLV); online verfügbar unter: [https://umwelt.hessen.de/sites/default/files/media/hmuenv/strategiepapier\\_wasser.pdf](https://umwelt.hessen.de/sites/default/files/media/hmuenv/strategiepapier_wasser.pdf)

HMUKLV (2019): Der Entwicklungsplan für den ländlichen Raum (EPLR) des Landes Hessen 2014 – 2020; online verfügbar unter: <https://umwelt.hessen.de/landwirtschaft/laendlicher-raum/foerderung-der-laendlichen-entwicklung/eplr>

HMULV (2005): Das Hessische Ried zwischen Vernässung und Trockenheit, Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (HMULV); online verfügbar unter: [https://www.hessen.de/sites/default/files/media/hmuenv/das\\_hessische\\_ried\\_zwischen\\_vernaessung\\_und\\_trockenheit.pdf](https://www.hessen.de/sites/default/files/media/hmuenv/das_hessische_ried_zwischen_vernaessung_und_trockenheit.pdf)

Hochschule Geisenheim; LWK Niedersachsen; Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen (2017): Effiziente Bewässerung im Gemüsebau: Modellvorhaben Demonstrationsbetriebe zur Effizienzsteigerung der Bewässerungstechnik und des Bewässerungsmanagements im Freilandgemüsebau

Kluge, Thomas (2000): Wasser und Gesellschaft: von der hydraulischen Maschinerie zur nachhaltigen Entwicklung. Opladen: Leske & Budrich 2000

Kluge, Thomas; Liehr, Stefan; Schramm, Engelbert (2007): Strukturveränderungen und neue Verfahren zur Ressourcenregulation ISOE-Diskussionspapiere Nr. 27; online verfügbar unter: [http://www.isoe-publikationen.de/publikationen/publikation-detail/?tx\\_refman\\_pi1%5Brefman%5D=455&tx\\_refman\\_pi1%5Bcontroller%5D=Refman&tx\\_refman\\_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=447d0a1d9f7a1e55702f2f0cff6130e7](http://www.isoe-publikationen.de/publikationen/publikation-detail/?tx_refman_pi1%5Brefman%5D=455&tx_refman_pi1%5Bcontroller%5D=Refman&tx_refman_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=447d0a1d9f7a1e55702f2f0cff6130e7)

Kummer, Bernd (2015): Abschlussbericht. Runder Tisch Verbesserung der Grundwassersituation im Hessischen Ried; online verfügbar unter: [https://umwelt.hessen.de/sites/default/files/media/hmuenv/abschlussbericht\\_vom\\_april\\_2015.pdf](https://umwelt.hessen.de/sites/default/files/media/hmuenv/abschlussbericht_vom_april_2015.pdf)

## Kontakt

---

Dr.-Ing. Tobias Günkel-Lange  
*Koordination Fallstudie Hessisches Ried*  
aquadrat ingenieure GmbH  
Raiffeisenstraße 20  
64347 Griesheim  
Tel. +49 6155 8445 242  
t.guenkel-lange@aquadrat-  
ingenieure.de

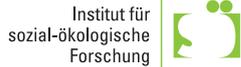
Dr.-Ing. Marius Mohr  
*Koordination Fallstudien*  
Fraunhofer-Institut für Grenzflächen-  
und Bioverfahrenstechnik IGB  
Nobelstraße 12  
70569 Stuttgart  
Tel. +49 711 970-4216  
marius.mohr@igb.fraunhofer.de

Autoren: Björn Ebert, Dr.-Ing. Tobias Günkel-Lange, Janna Parniske,  
Dr. Engelbert Schramm  
Mit Unterstützung durch: Dr.-Ing. Marius Mohr, Dr.-Ing. Martina Winker

Datum/Impressum: Juni 2019, Fraunhofer IGB, Stuttgart  
Bildnachweis: Titelbild: aquadrat ingenieure GmbH 2010, Abb. 2: Ebert 06/2018

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 allen Beteiligten für die Diskussion und Unterstützung während der Fallstudie.

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



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

**WavE**