

2019



Machbarkeitsstudie zur Landesstrategie Bioökonomie

ABWASSER ALS RESSOURCE

Dr. Ursula Schließmann und Jürgen Schmidtke

Gefördert durch:



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

Vorwort

Wird die Bioökonomie ein Wirtschaftszweig der Zukunft sein? Die Machbarkeitsstudie „Abwasser als Ressource“ ist Teil des Teilstrangs „Plan B – Nachhaltige Bioökonomie für urbane und industrielle Räume in Baden-Württemberg“ zur Vorbereitung der Erarbeitung der „Landesstrategie Nachhaltige Bioökonomie für Baden-Württemberg“. Uns hat es Freude gemacht ein Teil dieses innovativen Projektes zu sein. Wir danken besonders allen Mitarbeitern von Firmen und Universitäten, die sich mit neuen Produkten und innovativen Verfahrensideen in die Studie eingebracht haben. Ein Großteil des fachlichen Inhaltes der Studie geht auf sie zurück. Ebenso danken wir dem Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft für die gute Zusammenarbeit. Unser Ziel ist, dass die Machbarkeitsstudie neue Ansätze und bisher versteckte Synergien für eine bessere Nutzung von Abwasser als bioökonomische Ressource aufzeigt.

Dr. Ursula Schließmann und Jürgen Schmidtke

Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB

Abteilung: Umweltbiotechnologie und Bioverfahrenstechnik
Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart, Germany

Ansprechpartner

Dr.-Ing. Ursula Schließmann
Telefon +49 711 970-4222 Fax +49 711 970-4200
ursula.schliessmann@igb.fraunhofer.de
www.igb.fraunhofer.de

Umwelttechnik BW GmbH

Landesagentur für Umwelttechnik und
Ressourceneffizienz Baden-Württemberg
Friedrichstraße 45
70174 Stuttgart

Projektleitung und Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Jürgen Schmidtke
Telefon +49 0711 252841-27 Fax +49 711 252841-49
juergen.schmidtke@umwelttechnik-bw.de
www.umwelttechnik-bw.de

© Fraunhofer IGB und Umwelttechnik BW GmbH April 2019

Nachweis Titelbild: Kläranlage: Jürgen Schmidtke, Reaktor: CUTEC Forschungszentrum der TU Clausthal

Die Arbeiten wurden durch das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UM) gefördert. Diesem gilt an dieser Stelle daher ein großer Dank für die Finanzierung und Unterstützung der Arbeiten des Forschungsvorhabens.

Inhalt

Vorwort	1
Inhalt	2
Kurzzusammenfassung	3
Einführung in die Machbarkeitsstudie	4
Einleitung	4
Hintergrund	4
Ziele und Herangehensweise zur Machbarkeitsstudie	5
Beteiligungsprozess mit Hochschulen und Industrieunternehmen	5
Beteiligungsworkshop	5
Fazit	6

Kurzzusammenfassung

Die Machbarkeitsstudie untersuchte mit Hilfe von Beteiligungsworkshops Technologien und Wissen aus der Bioökonomie, um Abwasser auf der Kläranlage als Ressource nutzbar zu machen. Weiter wurde untersucht, wie durch Biotechnologie andere Prozessabwässer als Rohstoffquelle erschlossen und welche Rohstoffe daraus zurückgewonnen werden könnten. Gesucht waren dabei entweder biotechnologische Verfahren oder Verfahren, die im Rahmen des bioökonomischen Gesamtansatzes einen wichtigen Beitrag leisten können. Die erarbeiteten Verfahren werden vorgestellt und einer ersten Machbarkeitsbetrachtung unterzogen. Im Besonderen werden Verfahrensschnittstellen betrachtet um aufzuzeigen, wie verschiedene Verfahren miteinander Synergien entwickeln könnten. Wichtige Querschnittsthemen wie Nachhaltigkeit, Wirtschaftlichkeit, Adaptierbarkeit an eine bestehende Kläranlage, Einhaltung der Reinigungsleistung werden für eine erfolgreiche Umsetzung diskutiert. Im Sinne einer nachhaltigen Bioökonomie soll Ziel aller Maßnahmen auf der Kläranlage ein verbesserter Gewässer-, Klima- und Ressourcenschutz für unsere Umwelt sein.

Einführung in die Machbarkeitsstudie

Einleitung

Die Gesellschaft steht auch im 21. Jahrhundert vor großen Herausforderungen. Die Ressourcenverknappung, die Erderwärmung und das Zurückdrängen der Biodiversität sind Beispiele, die ein Umdenken in den nächsten Jahren erfordern. Wird der Kurs so beibehalten, werden sich drastische Konsequenzen für die Wirtschaft und die ganze Gesellschaft ergeben. Eine zentrale Aufgabe wird daher sein, die wachsende Weltbevölkerung ausreichend mit Nahrungsmitteln, Rohstoffen und Energie zu versorgen und dabei die Natur und die Umwelt nicht aus dem Gleichgewicht zu bringen (Bundesregierung, 2014). Ein auf biogenen Stoffkreisläufen und biologischen Stoffwechsellösungen bzw. Wissen über biologische Zusammenhänge und Funktionalitäten basierendes Wirtschaftssystem (Bioökonomie) ist ein Ansatz, diesen Herausforderungen zu begegnen. Ziel dieser biologischen Transformation ist, die Nutzung von fossilen Ressourcen stetig zu reduzieren und die Kreislaufwirtschaft von Roh- und Reststoffen im Sinne einer „Circular economy“ zu erweitern und zu intensivieren. Die Bioökonomie bietet damit alternative Verwendungen für die in den Städten und bei Unternehmen anfallenden Rest- und Abfallströme aller Art und kann Produkte für einen nachhaltigen Konsum anbieten (UM, Abfallbilanz 2017 Ressourcen aus unserer kommunalen Kreislaufwirtschaft, 2018). Dazu sollen neue Stoffkreisläufe erschlossen werden und bereits etablierte Reststoffströme besser nutzbar gemacht werden (BMELV, 2014).

In Zukunft können hierdurch Rest- und Abfallströme, im Besonderen die biogenen, als eine neue Rohstoffquelle erschlossen und für eine ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft an Bedeutung gewinnen. Dabei kann auf folgende sekundäre Rohstoffe zurückgegriffen werden: Wertstoffe in Form von Kohlenstoffverbindungen, Nährstoffe wie Phosphor, Stickstoff, Metalle und kritische Rohstoffe sowie weitere Inhaltsstoffe wie Fasern, die in vielen industriellen Anwendungen wiedereingesetzt werden können. Die Verwertung dieser Reststoffe ist umso hochwertiger, je besser ihr stoffliches, strukturelles oder energetisches Potential genutzt wird (UM & LUBW, 2015). Durch die stoffliche Nutzung wird Kohlenstoff in langlebigen Produkten gebunden. Dies liefert einen wichtigen Beitrag, um die Klimaschutzziele zu erreichen und die natürlichen Ressourcen zu schonen (Bundesregierung, 2014). Auch die Rückgewinnung von Metallen kann unter dem Aspekt der Kreislaufwirtschaft eine wichtige Rolle spielen, da auch Metalle wie Eisen, Aluminium etc. endlich sind und der Abbau und die Gewinnung teuer und energieaufwendig sind. Darüber hinaus ist die Versorgung mit kritischen Rohstoffen, wie etwa seltenen Erden, entscheidend für die Sicherung des Wirtschaftsstandortes Baden-Württemberg.

Hintergrund

Angesichts der oben erwähnten Herausforderungen unterstützt die Landesregierung die Entwicklung der Teilbereiche „erneuerbare Rohstoffe für Ernährung und stoffliche Nutzung“ sowie die „Nutzung von Stoffwechsellösungen biologischer Organismen und Systeme“. Aus Sicht der Landesregierung bieten beide Bereiche große Transformations-Potenziale in Bezug auf Wertschöpfung, Beschäftigung durch Diversifizierung der bestehenden Branchen, Ressourceneffizienz und Sprung-Innovationen im Sinne einer nachhaltigen Ökonomie für Baden-Württemberg.

Vor diesem Hintergrund wird zum weiteren Ausbau der nachhaltigen Entwicklung der Wirtschaft in Baden-Württemberg 2019 die Landesstrategie „Nachhaltige Bioökonomie in Baden-Württemberg“ seitens der federführenden Ministerien für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz (MLR) sowie Umwelt, Klima und Energiewirtschaft (UM) erstellt. Bei zunehmender Urbanisierung sollten nach Auffassung des UM in den urbanen und perurbanen Räumen akkumulierende Rohstoffe durch bioinspirierte Prozesse zur Versorgung mit Rohstoffen (insbesondere auch abiotischen bzw. kritischen), zum Beispiel aus kommunalen Abfällen und Abwässern, beitragen. Als flankierende Maßnahme zur Entwicklung der nachhaltigen Bioökonomie in Baden-Württemberg wurden vom UM zwei Machbarkeitsstudien im Rahmen der Erstellung der Landesstrategie gefördert, die aufzeigen, wie eine Kaskadennutzung bzw. zirkuläre Nutzung von Bioabfällen und Abwässern im Sinne einer nachhaltigen Bioökonomie einen konkreten Beitrag leisten. Auf den Kontext der Nachhaltigkeit wird bei der Entwicklung einer Bioökonomie für Baden-Württemberg seitens der federführenden Ministerien besonderen Wert gelegt. Bioökonomie ist nicht automatisch auch nachhaltig ausgerichtet.

Ziele und Herangehensweise zur Machbarkeitsstudie

Die Machbarkeitsstudie „Abwasser als Ressource“ hat das Ziel, technische Verfahren zu beschreiben und zu bewerten, die Wertstoffe aus industriellem sowie kommunalem Abwasser gewinnen können. Dabei werden technische Verfahren gesammelt und beschrieben. Weiter wird betrachtet, welche Technologien sich zu synergetischen Modulen im Sinne einer Bioraffinerie verbinden lassen. Dadurch wird eine hohe Flexibilität hinsichtlich der verwendeten Abwässer als Rohstoffquellen aus der kommunalen, wie industrielle Abwasserreinigung und der Zielprodukte erreicht. Ein weiterer Schwerpunkt der Studie liegt auf den Umweltauswirkungen und den Nachhaltigkeitsaspekten. Die hier vorgestellten innovativen Technologien existieren in verschiedenen technologischen Reifegraden. Die Verfahren sollten in ihrer Gesamtheit Beiträge zu den Nachhaltigkeitszielen der Sustainable Development Goals und den Nachhaltigkeitszielen des Landes Baden-Württemberg leisten.

Die Machbarkeitsstudie wurde in folgenden Schritten methodisch durchgeführt:

1. Grundrecherche
2. Identifikation möglicher Partner, die Expertisen, Technologien und Verfahren einbringen können
3. Durchführung von zwei Workshops zur Identifizierung von Wertschöpfungspfaden
4. Schematische Aufbereitung von Schnittstellen
5. Erarbeitung des geeigneten Zusammenschlusses von Technologien zu synergetischen Modulen
6. Erstellung der Machbarkeitsstudie

Beteiligungsprozess mit Hochschulen und Industrieunternehmen

Durch die Vernetzung innovativer Technologien und Verfahren soll eine bestmögliche Verwertung aller im Abwasser enthaltenden Stoff- und Nebenströme erzielt werden. Ziel der Machbarkeitsstudie war es, Informationen aus einem breiten Kreis von Fachexperten in die Studie einfließen zu lassen. In einer Recherche wurden mögliche Forschungs- und Industriepartner vorrangig aus Baden-Württemberg für eine Abwasserraffinerie „Abwasser als Ressource“ gefunden.

Verschiedene Akteure im Bereich Bioökonomie und Abwasser wurden zu einem Beteiligungsprozess eingeladen. In einer vorab schriftlichen Befragung gaben die Teilnehmer erste Informationen, Schnittstellen und Reifegrade ihrer Technologien und Verfahren im Sinne von Abwasserraffineriemodulen an. Diese wurden zu einer Übersichtsgrafik zusammengefasst und bildeten die Grundlage für den ersten Beteiligungsworkshop.

Beteiligungsworkshop

Der erste Beteiligungsworkshop fand am 12. Juni 2018 statt. Hierzu kamen insgesamt 20 Vertreter von Firmen und Forschungseinrichtungen zusammen. Es wurden verschiedene biobasierte oder bioinspirierte Technologien und Prozesse der Teilnehmer gegenseitig vorgestellt. Dabei fand eine erste Schnittstellendiskussion statt. In kleinen Arbeitsgruppen konnten sich bereits erste Technologien zu Modulen zusammenschließen. Module sind Zusammenschlüsse einzelner Technologien, bei denen Stoffströme gegenseitig genutzt werden. Die entstehenden Synergien von einzelnen Technologien führen zu einem nachhaltigeren Gesamtmodul.

Der zweite Workshop folgte am 22. November 2018. In diesem Workshop wurden die Schnittstellen der unterschiedlichen Technologien stärker beleuchtet. Ergebnis aus diesem Workshop war ein Verfahrensschema, das die Einsatzstellen der verschiedenen Technologien und Module auf einer Kläranlage darstellt.

Fazit

Kläranlagen stellen durch die Entwicklung von drei bzw. vier Reinigungsstufen einen guten Schutz unserer Fließgewässer dar. Neue Verfahren bieten die Chance mehr Ressourcen aus dem Abwasser zurück zu gewinnen. Dabei können die Verfahren auch neue Stoffe mit einer höheren Wertschöpfung wie bspw. Bio-Plastik, Dünger oder Basischemikalien aus dem Abwasser gewinnen oder herstellen. So könnte die Kläranlage sich zu einer Abwasserraffinerie entwickeln. Die Hauptaufgabe der Kläranlage dabei bleibt die optimale Reinigung des Abwassers für einen guten Zustand der Fließgewässer. Die Herausforderung besteht darin, die angedachten Ideen in bestehende Kläranlagen zu integrieren, ohne dass die Reinigungsleistung darunter leidet. Je stärker dabei die Prozesse der Kläranlage verändert werden, umso genauer müssen die Folgen der neuen Verfahren untersucht werden. Randbedingungen für eine solche Untersuchung sind die Qualität der Reinigungsleistung, der benötigte Energieaufwand und damit der CO₂-Fußabdruck, der ökologische Nachhaltigkeitswert und die Wirtschaftlichkeit der Verfahren. Auch die Akzeptanz von bioökonomischen Produkten aus dem Abwasser muss sich zeigen. Weil Umweltschutzziele oft gegensätzlich verlaufen, z. B. eine verbesserte Reinigungsleistung meistens mehr Energie benötigt, was dem Klimaschutz entgegensteht, müssen die Verfahren in einem fundierten Prozess bewertet werden. Ein bioökonomischer Flaggschiff „Abwasser als Ressource“ kann verschiedene bioökonomische Verfahren zu einer Bioraffinerie zusammenschließen. Dabei kann gezeigt werden ob und wo sich geplante Synergien und Stoffstromnutzungen auch in der Praxis bewähren. Es kann aufzeigen, welche ökonomischen und ökologischen Folgen die neuen Verfahren mit sich bringen. Mit den gewonnenen Daten lassen sich die Verfahren besser im Hinblick auf Kosten, Ressourcenverbrauch und Gewässerauswirkungen bilanzieren. Dies sind wichtige Grundlagen auf denen politische Entscheidungen getroffen werden können in Bezug darauf, welche innovativen, ökologischen und bioökonomischen Verfahren für einen verbesserten Gewässer-, Klima und Ressourcenschutz verbreitet werden sollen.