



CoAct Kurzbericht

Teilvorhaben Ökonomische Analyse und Governance

Christoph Mathias, Victoria Wende, Bettina Spengler, Ulrich Gehrlein

Stand: 15.03.2024

Impressum

Institut für Ländliche Strukturforchung e.V. (IfLS)
an der Goethe-Universität Frankfurt am Main



Institut für Ländliche Strukturforchung e.V.
an der Goethe-Universität Frankfurt am Main

Ansprechperson: Ulrich Gehrlein
Email: Gehrlein@ifls.de
Kurfürstenstraße 49
60486 Frankfurt a.M.
Tel.: 069-9726683-0
Fax: 069-9726683-22
Website: www.ifls.de

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 033L206G gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei der Autorenschaft.

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	5
Das CoAct-Verfahren	5
2. Das CoAct-Konzept und seine Potenziale für eine nachhaltige Entwicklung	6
3. Das CoAct-Kalkulationstool	7
4. Vergleich der Wirtschaftlichkeit von CoAct-Anlagenvarianten	8
4.1 Investitionskosten	8
4.2 Aufwendungen	8
4.3 Erträge	9
4.4 Gewinn- und Verlustrechnung	9
5. Sensitivitätsanalyse	11
6. Regionale Governance und Betreibermodelle	11
7. Potenziale für eine regionale nachhaltige Entwicklung	12
8. Ökonomische Gesamtbewertung des CoAct-Konzepts unter Berücksichtigung seiner Potenziale für eine nachhaltige, regionale Entwicklung	13
9. Empfehlungen zur Übertragbarkeit	17
Literaturverzeichnis	19

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Das CoAct-Verfahren.....	6
Abbildung 2: SWOT-Matrix für das CoAct-Verfahren.....	16

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Vergleich der Investitionskosten einer CoAct-Anlage	8
Tabelle 2: Vergleich der GuV verschiedener Standortvarianten.....	10
Tabelle 3: Spannweite der Investitionskosten.....	14

Abkürzungsverzeichnis

Afa	(steuerliche) Absetzung für Abnutzung
GuV	Gewinn- und Verlustrechnung
IFBB-Verfahren	Verfahren der integrierten Festbrennstoff- und Biogasproduktion
IFEU	Institut für Energie- und Umweltforschung
IfLS	Institut für Ländliche Strukturforschung
SDG	Sustainable Development Goals, engl. für die UN-Ziele nachhaltiger Entwicklung
SWOT	S trength- W eakness- O pportunities- T reaths, engl. für Stärken, Schwächen, Chancen, Risiken

1. Einführung

Das Hauptziel der ökonomischen Arbeit im Forschungsprojekt ist eine detaillierte Untersuchung der wirtschaftlichen Tragfähigkeit des CoAct-Verfahrens. Basierend darauf wurden Wege identifiziert die ökonomische Tragfähigkeit sicherzustellen. Dazu erfolgte die Entwicklung eines modularen und transparenten ökonomischen Modells, welches die Prozessschritte der Anlagenplanung sowie die Eingangsbiomassen und die erzeugten Produkte abbildet. Auf Grundlage dieses Modells wurden Sensitivitätsanalysen durchgeführt, um den Einfluss von Kosten und Erlösen auf das Gesamtverfahren zu ermitteln. Zusätzlich wurden ökonomische Auswirkungen von sich ändernden äußeren Rahmenbedingungen ermittelt und in die ökonomische Gesamtbewertung eingebunden.

Das CoAct-Verfahren

Das CoAct-Verfahren beschreibt die Verwendung von Rest-Biomassen zur Herstellung von biogener Aktivkohle. Je nach Art, ob krautige oder holzige Biomasse, kommen unterschiedliche Aufbereitungswege zur Anwendung. Die krautigen Biomassen, wie z.B. Grasschnitte, werden zunächst dem Verfahren zur Integrierten Festbrennstoff- und Biogasproduktion (IFBB-Verfahren) zugeführt (siehe Abbildung 1). Das Ziel des IFBB-Verfahrens ist es, den Aschegehalt grasartiger Biomassen zu reduzieren. Dazu werden die grasartigen Biomassen zunächst grob zerkleinert und siliert. Anschließend werden die silierten Biomassen weiter zerkleinert und für mindestens 15 Minuten mit ca. 40 °C warmen Wasser konditioniert (hydrothermale Konditionierung), wodurch die Biomassen Wasser aufnehmen und aufquellen. Im Anschluss an die Konditionierung erfolgt eine mechanische Entwässerung des Biomasse-Wasser-Gemisches mittels einer Schneckenpresse wodurch sowohl mineralische Bestandteile der Pflanzen als auch leicht abbaubare organische Verbindungen, wie Zucker und organische Säuren in den entstehenden Presssaft überführt werden. Als Produkte des IFBB-Technikkonzeptes fallen nach der mechanischen Separierung einerseits ein entwässerter Presskuchen und andererseits ein energiereicher Presssaft an. Während der Presssaft durch anaerobe CO₂-Vergärung in Biogasanlagen in Biogas und anschließend in Strom und Wärme gewandelt wird, kann der Presskuchen nach einer Trocknung wahlweise als lagerfähiger Festbrennstoff genutzt werden, oder als Ausgangsmaterial für die Herstellung von Pflanzen- und Aktivkohle. Für das Forschungsprojekt CoAct wurde der getrocknete Presskuchen für die weitere Verarbeitung zu Aktivkohle erst homogenisiert und anschließend pelletiert. Die pelletierte Biomasse wird dann in der **Pyrolyse** unter sauerstoffarmen oder – freien Bedingungen und Temperaturen von bis 500 Grad Celsius zu Pflanzenkohlen verarbeitet. Wie in Abbildung 1 ersichtlich, beginnt für holzige Biomassen der Verarbeitungsprozess erst mit der Pyrolyse bzw. der vorgeschalteten Zerkleinerung in Form von Holzschnitteln, da diese nicht zuvor im IFBB-Verfahren aufbereitet werden. Im Anschluss an die Pyrolyse werden die Pflanzenkohlen mittels der Partialoxidation bei Temperaturen von bis zu 1000 Grad Celsius aktiviert. Die gewonnenen Aktivkohlen können dann zu unterschiedlichen Zwecken, z.B. zur Abwasserbehandlung oder in der chemischen Industrie eingesetzt werden.

Zum einen bietet das CoAct-Verfahren die Chance ungenutzte Restbiomassen zu verwerten und somit die Wertschöpfung und Nachhaltigkeit in einer Region zu erhöhen. Zum anderen entstehen mit dem

CoAct-Verfahren auch Herausforderungen, wie die Logistik, Lagerung und Sicherstellung einer ausreichenden Verfügbarkeit der Restbiomassen.

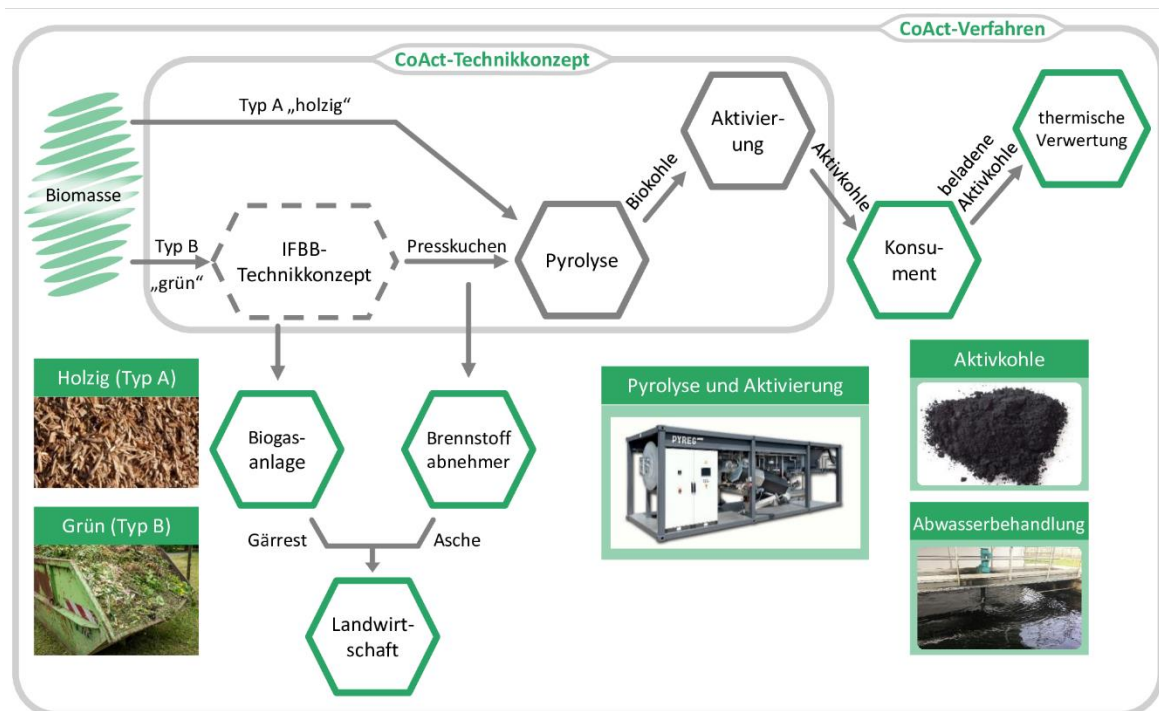


Abbildung 1: Das CoAct-Verfahren (Quelle: Universität Kassel 2022)

2. Das CoAct-Konzept und seine Potenziale für eine nachhaltige Entwicklung

Das CoAct-Konzept geht auf unterschiedliche Herausforderungen nachhaltiger Entwicklung ein, wobei Restbiomassen einer hochwertigen Nutzung zugeführt und gleichzeitig eine sozial und ökologisch hochwertige, regionale Quelle an Aktivkohlen erschlossen wird, die in der vierten Reinigungsstufe von Kläranlagen eingesetzt werden können. Zur Bewertung der Potenziale dieses Ansatzes für eine nachhaltige Entwicklung werden hier zunächst Kosten der Anlage und Erlöse durch Aktivkohlen und Energie gegenübergestellt. Anschließend werden Aspekte diskutiert, wie der Betrieb einer CoAct-Anlage regional verankert werden kann. Dabei wird sowohl auf Kooperationen als auch auf Betreibermodelle eingegangen. Anschließend wird die Nachhaltigkeit dieser Infrastruktur auf Basis von zwei standardisierten Bewertungssystemen eingeordnet. Der Teilbericht schließt mit einer Gesamtbewertung und Empfehlungen zur Übertragbarkeit.

Dem vorausgestellt wird darauf hingewiesen, dass es in Deutschland einige Hersteller von Pyrolyseanlagen. Darüber hinaus gibt es einen Hersteller von Aktivkohlepellets auf Holzkohlebasis und Unternehmen, die fossile Aktivkohle reaktivieren. Insbesondere für die Aktivierung von Pflanzenkohlen aus krautigen Biomassen kann jedoch nicht auf existierende Anlagentechnik zurückgegriffen werden, die für die Herstellung fossiler Aktivkohlen genutzt wird, beispielsweise aufgrund der geringeren Dichte der Pflanzenkohlen. Deshalb existiert bislang weder eine IFBB-Anlage zur Aufbereitung krautiger Biomassen noch eine Pyrolyseanlage mit Aktivierung für Restbiomassen.

Die ökonomische Betrachtung des CoAct-Konzepts erfolgt somit basierend auf den Annahmen der im Vorhaben beteiligten Ingenieurbüros. Diese haben das Technikkonzept ausgearbeitet und im Laufe des Vorhabens unter Berücksichtigung von immer mehr Details insbesondere für den potenziellen Anlagenstandort Kläranlage Kressbronn verfeinert. Dabei weichen die Umsetzungskonzepte der Büros teilweise deutlich voneinander ab. Entsprechend weichen auch die Kostenkalkulationen teilweise erheblich voneinander ab. Vor diesem Hintergrund gibt die ökonomische Betrachtung wertvolle Hinweise bezüglich zentraler Kosten und Erlösmöglichkeiten. Sie verdeutlicht auch die signifikanten Synergiepotenziale des CoAct-Ansatzes mit anderen Anlagenstandorten wie die erwähnte Kläranlage oder Biogasanlagenstandorte sowie Entsorgungszentren. Die Ausführungen können jedoch nicht als finale Wirtschaftlichkeitsbetrachtung verstanden werden, sondern geben Hinweise zur Einordnung potenzieller Realisierungskosten. Diesen gegenüber stehen gesellschaftliche Fragestellungen, wie die Verlässlichkeit der Aktivkohleversorgung oder der Bereitstellung von Fördermitteln für den Bau von CoAct-Anlagen als Baustein hin zu einer klimaneutralen Kläranlage.

3. Das CoAct-Kalkulationstool

Um die ökonomischen Dimensionen der CoAct-Anlage mit allen bisher identifizierten Gewinn- und Kostenpositionen abbilden zu können, haben das IFEU, Krieg & Fischer und das IfLS gemeinsam ein „Excel-Tool“ pro Anlagenvariante mit zwei im Vorhaben präferierten Biomassemixen entwickelt.

Im CoAct-Kalkulationstool können die jeweiligen Aufwendungen für Energie, Druckluft und Biomasseankauf sowie Erlöse für überschüssige Energie und Aktivkohle variabel für die gewählte Anlagenkonfiguration eingegeben werden. Hinzukommend sind im „Excel-Tool“ Annahmen zu den Investitionskosten, Fixkosten wie Abschreibung, Kapitaldienst, Personal, Buchhaltung, Wartung und Instandhaltung und Versicherung hinterlegt. Beim Kapitaldienst ist eine Eingabe des Zinssatzes, des Disagios und der Kreditlaufzeit möglich.

Das Ergebnis des „CoAct-Kalkulationstools“ ist eine Gewinn- und Verlustrechnung (GuV), in der alle jährlichen Erlöse und Aufwendungen gegengerechnet werden. Die Investitionskosten werden in der GuV über den Kapitaldienst und die Abschreibungen berücksichtigt. Schlussendlich bietet das „Excel-Tool“ je nach Aktualität und Detailtiefe der Daten eine solide Orientierung für die Wirtschaftlichkeit einer geplanten CoAct-Anlage.

Das Excel-Tool sollte insbesondere dazu dienen, die potenziellen Wertschöpfungsketten bezogen auf einzelne verwendbare Biomassen ökonomisch abzubilden. Um aber eine sich stetig ändernde Biomassenzusammensetzung im Laufe eines Jahres abzubilden bzw. die Abfolge verschiedener Biomassen darzustellen, sollte ein flexibleres Tool genutzt werden, das auch Engpässe (z.B. in Produktions-, Lagerkapazitäten, Maschinenauslastungen) berücksichtigen kann.

Grundsätzlich ist es möglich ein solches Planungstool mit linearer Programmierung zu erstellen. Hier wäre auch die Überwachung von Engpässen möglich. Das betrifft zum einen die Kapazitätsauslastungen der IFBB- und Pyrolyse-Anlage. Wenn beispielsweise in verschiedenen Jahreszeiten bestimmte Biomassen vermehrt anfallen, müssen die entsprechenden Lagerkapazitäten (z.B. Hochsilo) vorhanden sein, um die IFBB- und Pyrolyse-Anlage auslasten zu können. Andererseits müssen bei einem Überangebot von Biomasse auch die maximalen Auslastungskapazitäten der CoAct-Anlage berücksichtigt werden. Selbst Kapazitätsengpässe innerhalb des Verarbeitungsprozesses, z.B.

hinsichtlich der Mengen, die ein Magnetabscheider oder Häcksler maximal pro Tag verarbeiten können, könnten miteinbezogen werden.

Für die spätere Umsetzung in der Praxis kann ein solches Tool bei der Planung helfen, aber dafür sind dann grundsätzlich auch Programme für die Fertigung, Prozessautomatisierung und -optimierung als Software erwerbbar. Diese müssen dann entsprechend an den Fertigungsprozess von einem Dienstleister angepasst werden. Die Auswahl der passenden Software und des passenden Anbieters muss von einem Ingenieurbüro unterstützt werden.

4. Vergleich der Wirtschaftlichkeit von CoAct-Anlagenvarianten

4.1 Investitionskosten

Die Investitionskosten sind der größte Dreh- und Angelpunkt für die Wirtschaftlichkeit einer CoAct-Anlage, wie im Folgenden gezeigt wird. Wie die untenstehende Tabelle 1 zeigt, ist es sinnvoll eine CoAct-Anlage an bereits bestehende Infrastrukturen, wie zum Beispiel eine Kläranlage oder Biogasanlage, anzuschließen. Durch die Nutzung vorhandener Infrastrukturen und Ressourcen, wie das Klärwasser oder den Fermenter, ergeben sich Synergieeffekte und geringere Investitionskosten als beim Bau einer CoAct-Anlage auf der „grünen Wiese“. Die niedrigsten Investitionskosten liegen bei einer ausschließlichen Verwendung von holzigen Biomassen. Hier fallen die Kosten für das IFBB-Verfahren zur Aufbereitung grasartiger und krautiger Biomassen weg.

Tabelle 1: Vergleich der Investitionskosten einer CoAct-Anlage

Standortvarianten	Grüne Wiese Hochsilo (mit IFBB-Modul)	Kläranlage (Hochsilo mit IFBB-Modul)	Entsorgungszentrum (Ohne IFBB-Modul)
Investitionssumme	9.008.158 EUR	7.577.935 EUR	5.344.135 EUR

Quelle: Eigene Berechnung und Darstellung

Von der Höhe der Investitionskosten sind auch die Fixkosten betroffen, da die Investitionskosten mit der Abschreibung und dem Kapitaldienst in die Fixkosten einfließen. Darauf wird im folgenden Kapitel näher eingegangen.

4.2 Aufwendungen

In den Aufwendungen sind Abschreibungen, Personalaufwand, Dieserverbrauch, Aufwendungen für Strom, Wärme, Wasser, Druckluft und Ankauf holziger Biomasse sowie sonstige Aufwendungen enthalten.

Die jährliche Nutzungsdauer für die entsprechenden Anlagengüter wurde den aktuellen AfA-Tabellen des Bundesfinanzministeriums entnommen und für die Pyrolyse von Björnsen Beratende Ingenieure zur Verfügung gestellt. Genutzt wurden neben der Tabelle für die allgemein verwendbaren Anlagengüter auch die Tabellen für Abfallentsorgungs- und Recyclingwirtschaft, den Wirtschaftszweig „Energie- und Wasserversorgung“ und für Landwirtschaft und Tierzucht. Die Nutzungsdauer für

Anlagegüter, die in einer Sammelposition zusammengefasst sind, wurde anhand einer durchschnittlichen Nutzungsdauer näherungsweise geschätzt.

Der jährliche Personalaufwand wurde für 1,5 Vollzeit-Arbeitskräfte angesetzt. Die sonstigen Aufwendungen enthalten den Kapitaldienst, Kosten für Wartung und Instandhaltung, Versicherung und Buchhaltung. Beim Kapitaldienst wurde von einer 50% Finanzierung sowie einem Zinssatz von sechs Prozent und einer Kreditlaufzeit von zehn Jahren ausgegangen. Die Kreditlaufzeit orientiert sich dabei an der Abschreibungsdauer der Anlagen. Den größten Betrag innerhalb der sonstigen Aufwendungen stellt der Kapitaldienst dar, gefolgt von den Kosten für die Wartung und Instandhaltung der Anlagen. Einen Vergleich der Aufwendungen für die verschiedenen Standortoptionen findet sich in Kapitel 4.4 Gewinn- und Verlustrechnung.

4.3 Erträge

Erträge werden aus dem Verkauf von Aktivkohle, Strom und Wärme erzielt. Als Marktpreis für den Verkauf der Aktivkohle pro Tonne wurde für die vorliegende Kalkulation 2.000 EUR / t festgelegt. Dieser Wert wurde in Anlehnung an den von einem Akteur in der Region genannten aktuellen Preis gewählt, der von ihm aktuell für eine Tonne Pulveraktivkohle bezahlt wird. Aus Literaturangaben und nach Angaben von Experten haben die Marktpreise eine relativ hohe Preisspanne (von ca. 1.200 EUR / t bis hin zu 4.000 EUR / t). Hier gibt es allerdings auch Unterschiede zwischen granulierter Aktivkohle und Pulveraktivkohle zu beachten. Letztere ist tendenziell etwas teurer als die granulierten Kohle. Nicht beachtet wurde für diese Kalkulation die Möglichkeit, eines Preisaufschlags für die nachhaltige Erzeugung. Inwieweit ein höherer Preis für nachhaltige Produktion am Markt bei gleicher Reinigungsleistung erzielbar ist, ist zum jetzigen Zeitpunkt schwer bezifferbar. Jedoch deuten Einzelaussagen von Akteuren aus der Region darauf hin, dass es eine Bereitschaft gibt, einen höheren Preis zu bezahlen.

Wird nach Abzug des anlageninternen Stromverbrauchs ein Überschuss an Energie erzeugt, kann dieser in das Stromnetz eingespeist werden. Ähnlich ist es bei Wärme: wird nach Abzug des anlageninternen Wärmeverbrauchs ein Überschuss an Wärmeenergie erzeugt, kann dieser in ein Nahwärmenetz eingespeist werden. Kombiniert mit anderen Anlagen, wie einer Kläranlage oder einem Entsorgungszentrum entstehen die größten Synergien, wenn Strom und Wärme in anderen Prozessen selbst genutzt werden können und den Bezug von Energie reduzieren. Im Fall von Wärme müsste sonst zusätzlich ein Nahwärmenetzanschluss vorhanden sein bzw. würden die Anschlusskosten die Erträge reduzieren.

Je nach Biomasse ist die Erhebung von Gebühren für die Abnahme durch die CoAct-Anlage denkbar. Beispielsweise wird für die Abnahme von Streuwiesenschnitt im Status Quo bereits eine Entschädigung von vier bis fünf EUR / m³ an die abnehmenden Landwirtinnen und Landwirte gezahlt. Die Entscheidung darüber ist allerdings auch eine politische, daher bleiben die Abgabegebühren in der vorliegenden Kalkulation unberücksichtigt.

4.4 Gewinn- und Verlustrechnung

Beim Vergleich der GuV der drei Standortvarianten (siehe Tabelle 2) wird deutlich, dass eine CoAct-Anlage ohne IFBB-Verfahren aufgrund von niedrigeren Investitionskosten, Abschreibung, Kapitaldienst sowie Strombedarf, die geringsten Kosten verursacht. Die Zahlen in Tabelle 2 beziehen sich auf eine

jährliche Aktivkohleproduktion von etwa 100 Tonnen und basieren u.a. auf Angaben von zwei Ingenieurbüros. Dabei wird die im Projekt aktuelle Planung für die Kläranlage zugrunde gelegt und ausgehend davon Anlagenkomponenten ergänzt oder ausgelassen, um diese an Anforderungen der zwei Vergleichsstandorte „grüne Wiese“ und „Entsorgungszentrum“ anzupassen. Der Personalaufwand ist für die Standortvariante Entsorgungszentrum geringer, da hier keine Arbeitszeit für die Aufbereitung der Biomassen und die Betreuung des IFBB-Verfahrens erforderlich ist. Die Abschreibungen fallen entsprechend der Investitionssummen in Tabelle 1 aus. Analog zu den Abschreibungen verteilen sich auch die sonstigen Aufwendungen auf die Standortvarianten, da der größte Teil der sonstigen Aufwendungen aus dem Kapitaldienst besteht, gefolgt von den Wartungskosten, die sich zum Teil auch an der jeweiligen Investitionssumme orientieren. Der unterschiedliche Strombedarf resultiert daraus, dass der Strombedarf des IFBB-Verfahrens, des Faulturms und des Hochsilo bei der Variante Entsorgungszentrum entfällt. Für diese Variante ergeben sich leicht erhöhte Einkaufskosten für die Biomasse, da hier ausschließlich Holz und keine grasartige Biomasse zum Einsatz kommt.

Tabelle 2: Vergleich der GuV verschiedener Standortvarianten bezogen auf etwa 100 t Aktivkohle

GuV	Grüne Wiese (inkl. Hochsilo u. IFBB-Modul)	Kläranlage (inkl. Hochsilo u. IFBB-Modul)	Entsorgungszentrum (Ohne IFBB-Modul)
100 t Aktivkohle	210.000 EUR	210.000 EUR	210.000 EUR
Erlös Stromeinspeisung	40.200 EUR	40.200 EUR	40.200 EUR
Erlös Wärme-einspeisung	137.440 EUR	138.544 EUR	137.440 EUR
Ersparnis Brenntag	-	9.455 EUR	-
Summe Erlöse	387.640 EUR	398.199 EUR	387.640 EUR
Personalaufwand	75.000 EUR	75.000 EUR	50.000 EUR
Abschreibungen	733.274 EUR	612.114 EUR	398.170 EUR
Sonstige Aufwendungen	864.990 EUR	730.109 EUR	529.667 EUR
Aufwendungen für Strom	128.793 EUR	126.101 EUR	110.025 EUR
Druckluft	4.605 EUR	4.605 EUR	4.605 EUR
Biomasseankauf	20.600 EUR	20.600 EUR	25.000 EUR
Wasser	3440 EUR	-	-
Summe Aufwände	1.830.703 EUR	1.568.530 EUR	1.117.467 EUR
Ergebnis Total	-1.443.063 EUR	-1.170.331 EUR	-729.827 EUR

Quelle: Krieg & Fischer, Björnsen Beratende Ingenieure, Ifeu¹, eigene Berechnung und Darstellung

Wie die Ergebnisse der Gewinn- und Verlustrechnungen zeigen, ist die Konkurrenzfähigkeit einer CoAct-Aktivkohle im Vergleich zu fossilen Aktivkohlen aktuell noch nicht gegeben. Das Unternehmen, das auf Holzkohle Aktivkohlegranulat zur Reinigung von Gasen herstellt, nutzt bewusst Holzkohle, um die Kosten für die Aufbereitung zu vermeiden. Diese Situation spiegelt sich auch in den Ergebnissen des hiesigen Projektes wider.

¹ Ifeu: Institut für Energie- und Umweltforschung

5. Sensitivitätsanalyse

Im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse wurde untersucht, welche Auswirkungen veränderte Aktivkohle- und Strompreise sowie Zinssätze auf die Rentabilität einer CoAct-Anlage haben. In den Szenarien zeigt sich, dass je nach Standortvariante zu unterschiedlichen Aktivkohlepreisen wirtschaftlich produziert werden kann: Entsorgungszentrum ab 8.951 EUR / t Aktivkohle, Kläranlage ab 13.146 EUR / t Aktivkohle und auf der grünen Wiese ab 15.715 EUR / t Aktivkohle.

Bei den Szenarien mit veränderten Zinssätzen ließ sich beobachten, dass das Ergebnis der GuV auch bei einem sehr niedrigen Zinssatz (< 2%) nicht in einem wirtschaftlichen Bereich liegen würde. Folglich sind die Zinsen weniger ausschlaggebend für die Wirtschaftlichkeit einer CoAct-Anlage, sondern vielmehr die Höhe der Investitionssumme und der damit verbundene Kapitaldienst.

Bezüglich der Szenarien mit unterschiedlichen Strompreisen tragen, wie erwartet, steigende Strompreise zu einem stetig schlechter werdenden Ergebnis der GuV und zu steigenden variablen Kosten bei.

Zusammenfassend ist erkennbar, dass der Betrieb einer CoAct-Anlage umso rentabler ist, je geringer die Investitionskosten gehalten werden können. In Bezug auf die Gesamtkosten spielen die variablen Kosten und hier insbesondere die Stromkosten eine untergeordnete Rolle. Letzteres macht maximal zehn Prozent der Gesamtkosten aus. Folglich kann eher ein Anstieg der variablen Kosten in Kauf genommen werden als ein Anstieg der Investitionskosten.

6. Regionale Governance und Betreibermodelle

Der Technik-Ansatz von CoAct sieht die Kooperation einer Vielzahl von Akteursgruppen vor. So ergeben sich zentrale Synergien dann, wenn

- Biomassen aus der Landschaftspflege einer hochwertigen Verwertung zugeführt werden können,
- die Aktivkohlen in regionalen Kläranlagen zum Einsatz kommen und
- der Presssaft aus dem IFBB-Verfahren am Produktionsort verwertet werden kann (z. B. als Kohlenstoffzugabe im Klärprozess oder energetisch in einem Fermenter/Faulturm) sowie
- die Wärme in ein Nahwärmenetz eingespeist werden kann.

Synergien ergeben sich somit an Standorten, an denen Biomassen verarbeitet werden. Dazu zählen Wertstoffhöfe, Kompostwerke etc. Denkbar sind Biogasanlagen, da dort ebenfalls Biomassen verarbeitet werden und das Prozesswasser aus dem IFBB-Verfahren energetisch verwertet werden kann. Darüber hinaus sind insbesondere Kläranlagen geeignet, da diese das Prozesswasser als Kohlenstoffquelle und die Aktivkohlen in der vierten Reinigungsstufe einsetzen können.

Häufig werden Kooperationen im Bereich der öffentlichen Infrastruktur und Daseinsvorsorge nie nur aus rein wirtschaftlichen Überlegungen eingegangen (Schramm et al. 2023: 54). Vielmehr spielen auch kommunalpolitische oder gesellschaftliche Momente eine Rolle. Im Falle von CoAct werden Restbiomassen einer höherwertigen Verwertung zugeführt. Da fossile Aktivkohle ersetzt werden kann, spielen zudem die Themen Klimawandel und Versorgungssicherheit durch die so zu erschließende regionale Versorgungsquelle als Motiv für den Bau und Betrieb einer CoAct-Anlage eine Rolle.

Genauso wie bei der Wahl der Kooperationsform geht es bei der Wahl des Betreibermodells darum, die Form der Einbindung und Steuerungsmechanismen zu definieren. Während Kooperationsformen meist leichter aufgelöst werden können, werden mit dem gemeinsamen Betrieb einer CoAct-Anlage unternehmerische Risiken auf die beteiligten Akteure verteilt. Bei der Entwicklung eines CoAct-Konzepts empfiehlt es sich zu prüfen, welche Akteure sich an dem Betrieb beteiligen möchten und welche in Form von Kooperationen eingebunden werden. Die unterschiedlichen Organisationsformen und organisatorischen Aspekte für Betreibermodelle sind in Mathias et al. (2024) dargestellt. Wichtig ist den Eigentümer und Betreiber der Anlage zu unterscheiden. Daraus ergeben sich eine Vielzahl an Möglichkeiten den Bau, Betrieb und Übertragung der Eigentumsrechte der fertiggestellten Anlage flexibel zu handhaben.

Das organisatorische Potenzial liegt in neuen Geschäftsmodellen für die Betreiber von Biogasanlagen, Wertstoffhöfen und Kläranlagen und eine sektorübergreifende, partizipative Entwicklung neuer Wertschöpfungsnetzwerke in der jeweiligen Region. Hier empfiehlt es sich, ein Kommunikationskonzept zu entwickeln, um alle Betroffenen einzubinden, auch die, denen Biomassen nun nicht mehr oder nicht mehr im bisherigen Maße zur Verfügung stehen. Idealerweise werden zudem Investitionskonzepte aufeinander abgestimmt und diese in Betreiber- und Kooperationsmodellen institutionalisiert.

Letztendlich sollte das Betreibermodell Projektrisiken möglichst gut reduzieren und verteilen. Dazu zählen Risiken wie die im Zuge der Finanzierung (Projektentwickler, Projektpartner, Bank) entstehen können, Risiken des Betriebs (technischer und kaufmännischer Betreiber), Verkaufsrisiken (Abnehmer der Aktivkohle), Fertigstellungsrisiken (Bauunternehmer) und Beschaffungsrisiken (Biomasselieferanten). Um auf diese Risiken vorbeugend zu reagieren, empfiehlt sich eine gut überlegte Wahl der Gesellschaftsform bzw. des Beteiligungsmodells sowie des Betreibermodells. Kriterien für bzw. Vorteile bestimmter Betreibermodelle sowie Leitfragen für die Einengung von Betreibermodellen sind in Mathias et al. (2024) dargestellt. So plant in der Projektregion derzeit der Abwasserzweckverband den Bau und Betrieb der CoAct-Anlage in Eigenregie weiter zu verfolgen. Die Biomassebereitstellung wäre dagegen über kurz- und mittelfristige Abnahmebeziehungen zu Biomasselieferanten zu organisieren.

7. Potenziale für eine regionale nachhaltige Entwicklung

Die Potenziale für eine nachhaltige Entwicklung wurden auf Basis von zwei Ansätzen der Nachhaltigkeitsbewertung (NB) betrachtet. Erstens kam der kommunale Nachhaltigkeitscheck „N!-Check“ zum Einsatz, der 2019 von der Landesanstalt für Umwelt in Baden-Württemberg entwickelt wurde. Dieser Check ermöglicht eine ganzheitliche Bewertung der Auswirkungen eines Projekts, indem wirtschaftliche, soziale und ökologische Aspekte gleichermaßen berücksichtigt werden. Mit dem N!-Check wurde auf ein in der Projektregion bereits eingesetztes Tool zurückgegriffen, das mit den SDGs verknüpft wurde. Zusätzlich wurde das TRAFIS.NB-Tool genutzt (vgl. Olfert & Walther 2023). Dabei handelt es sich um einen Ansatz für die prozessbegleitende Nachhaltigkeitsbewertung von innovativen Infrastrukturlösungen des Umweltbundesamts. Dieser Ansatz legt besonderen Wert auf technische Aspekte im Bereich der Versorgungssicherheit, Ressourcenschonung und Nutzerorientierung. Beide Methoden ergänzen sich zu einem Gesamtbild, das einerseits Nachhaltigkeitsfragen auf regionaler Ebene wie Versorgungssicherheit und Wirtschaftlichkeit behandelt und andererseits auf

Anlagenebene die Emissionen sowie die Möglichkeit eines Energieüberschusses in Betracht zieht. Eine detaillierte Darstellung der Methodik sowie Bewertungsergebnisse findet sich in Mathias et al. (2024)

Mit dem TRAFIS.NB-Tool wurden die Einschätzungen externer Stakeholder und Projektbeteiligter erfasst. Die Stärken des Ansatzes werden insbesondere in der Versorgungssicherheit mit regionalen Aktivkohlen und den Synergien durch die Integration der CoAct-Anlage in die Kläranlage gesehen. Zudem wird die Nutzung von Restbiomassen positiv bewertet. Insgesamt zeigt sich, dass die Beiträge zu den SDGs meist positiv oder neutral sind. Negativ zu bewerten sind im Rahmen beider Betrachtungen lediglich die hohen Kosten, die jedoch im Verhältnis nicht nur zum ökonomischen, sondern auch ökologischen und sozialen Nutzen sowie der Bedeutung für eine regionale, zuverlässige Aktivkohleversorgung gesehen werden müssen.

8. Ökonomische Gesamtbewertung des CoAct-Konzepts unter Berücksichtigung seiner Potenziale für eine nachhaltige, regionale Entwicklung

Mit der Novellierung der kommunalen Abwasserrichtlinie reagiert die EU auf die derzeitigen Herausforderungen der Abwasserreinigung. Diese bestehen einerseits in der Entfernung von Spurenstoffen, beispielsweise aus Medikamenten oder Kosmetika, sowie der Klimaneutralität der Kläranlagen. Dazu soll die vierte Reinigungsstufe verpflichtend eingeführt werden. Darüber hinaus sieht der Entwurf der Novelle die Einführung der „erweiterten Herstellerverantwortung“ im Abwasserrecht vor. Damit werden die Hersteller animiert auf schwer abbaubare Spurenstoffe in ihren Produkten zu verzichten bzw. an den Kosten für die Abwasserbehandlung beteiligt (DWA 2023). Dies würde Kläranlagenbetreiber beim Bau und Betrieb einer vierten Reinigungsstufe unterstützen und das CoAct-Konzept attraktiv machen. Denn schon heute machen kalkulatorische Kosten wie Abschreibungen und Zinsen etwa die Hälfte der Kosten der Abwasserwirtschaft aus (DWA 2020). Die Kosten für die CoAct-Anlage wären somit weitere Vorhaltekosten für den Betrieb der vierten Reinigungsstufe. Gleichzeitig lassen Spurenstoffelimination und Phosphorrückgewinnung den Energieverbrauch von Kläranlagen weiter steigen. Mit dem CoAct-Ansatz können also Energieüberschüsse die Energiebilanz der Kläranlage verbessern und Betriebskosten senken.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Investitionskosten der größte Dreh- und Angelpunkt für die Wirtschaftlichkeit einer CoAct-Anlage sind. Damit verbunden sind die Fixkosten ebenfalls relevant für die Rentabilität einer CoAct-Anlage, da die Investitionskosten mit der Abschreibung und dem Kapitaldienst in diese einfließen. Den drittgrößten Anteil innerhalb der Fixkosten machen die Kosten für Wartung und Instandhaltung aus. Beim Vergleich der Investitionskosten der drei Standortvarianten schneidet die Variante Entsorgungszentrum am besten ab, da hier die Investitionskosten für das IFBB-Verfahren und das Biomasse-Silo entfallen. Die Variante Entsorgungszentrum hat ohne IFBB-Verfahren allerdings auch nicht mehr viel mit dem ursprünglichen CoAct-Konzept zu tun.

Wie die Darstellungen in Kapitel 4.4 Gewinn- und Verlustrechnung zeigen, ist die Wirtschaftlichkeit einer CoAct-Anlage, wie hier konzipiert, aktuell noch nicht gegeben. Dennoch soll nachfolgend auf Aspekte verwiesen werden, die bei der Bewertung der vorliegenden Kalkulationen zu berücksichtigen sind. Die hier verwendeten Daten basieren auf den Planungen und zum Teil Schätzungen der beauftragten Ingenieurbüros und ergänzenden Annahmen aus Recherchen und Anfragen bei

Anbietern. Zu Beginn und zum Ende der Projektlaufzeit wurden zwei Ingenieurbüros für die Planung und Kostendarstellung hinzugezogen. Das Resultat sind zum Teil sehr unterschiedliche Angaben zu den (Investitions-) Kosten. Hier zeigt sich einerseits, dass die Anforderungen eines bestimmten Standorts sich maßgeblich auf die Wirtschaftlichkeit auswirken und das derzeit die Teuerungsrate im Bausektor nicht zu unterschätzen ist. Die Spannbreite der Kostenabschätzungen ist in der nachfolgenden Tabelle 3 abgebildet. Zwischen der ersten und der zweiten Kalkulation liegen etwa je Standort eine Differenz von drei bis dreieinhalb Millionen Euro. Dies ist ein erheblicher Unterschied und bei Betrachtung der vorgestellten ökonomischen Ergebnisse im Kapitel 4 unbedingt zu beachten. Die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsrechnungen beruhen auf verschiedenen Angaben und Schätzungen von Ingenieurbüros und lassen sich nicht eins zu eins in der Realität abbilden. Folglich wäre auch der Bau einer deutlich kostengünstigeren CoAct-Anlage mit einer entsprechend höheren Wirtschaftlichkeit denkbar, wie Tabelle 3 zeigt.

Tabelle 3: Spannbreite der Investitionskosten

Investitionskosten	Grüne Wiese (inkl. Hochsilo u. IFBB)	Kläranlage (inkl. Hochsilo u. IFBB)	Entsorgungszentrum (ohne IFBB)
Summe Kalkulation Ingenieurbüro 1	5.464.523 EUR ²	4.006.800 EUR	2.211.300 EUR
Summe Kalkulation Ingenieurbüro 2	9.008.158 EUR	7.577.935 EUR	5.344.135 EUR
Differenz der Kalkulationen	3.543.635 EUR	3.571.135 EUR	3.132.835 EUR

Quelle: K&F, Björnsen Beratende Ingenieure

Des Weiteren wurde in den vorliegenden Kalkulationen die Kreditlaufzeit auf zehn Jahre angesetzt, gemäß der Abschreibungsdauer. Die kurze Kreditlaufzeit hat einen hohen Kapitaldienst zur Folge. Bei einer Umsetzung des Vorhabens würde man längere Kreditlaufzeiten wählen und könnte entsprechende Einsparpotentiale beim Kapitaldienst realisieren.

Darüber hinaus wurde bei Mathias et al. (2024) die Möglichkeit einer externen Aktivierung angesprochen. Mit einer externen Aktivierung könnten bei der Pyrolyse ca. 345.000 EUR an Investitionskosten eingespart werden. Allerdings kommen dann Kosten für den Transport und die Aktivierung dazu.

Eine weitere Option, um die Kosten zu reduzieren wäre die ausschließliche Verwendung von holziger Biomasse, wie beispielsweise für den Standortvariante Entsorgungszentrum angenommen. Dem entgegen steht aber der Ansatz der nachhaltigen Verwendung von bisher ungenutzten grasartigen Biomassen, daher ist dies kritisch abzuwägen. Eine weitere Option die Investitionskosten zu reduzieren wäre das Auslagern der Biomassen, damit Siloflächen einzusparen und die Biomassen „gebrauchsfertig“ anliefern zu lassen. Wie in Mathias et al. (2024) dargestellt, hätte das eine Reduzierung der Investitionskosten je nach Vergleichswert von ca. 227.500 EUR bis 561.500 EUR zur Folge.

Zuletzt sollten in jedem Fall die Fördermöglichkeiten eruiert und ausgeschöpft werden. Darauf wurde bereits näher in Mathias et al. (2024) eingegangen. Trotz der aus diversen Gründen noch fehlenden Wirtschaftlichkeit einer CoAct-Anlage, bietet das Verfahren einen innovativen und nachhaltigen Ansatz für die Verwendung von ungenutzten Biomassen, die langfristige Reduzierung von CO₂ in der Atmosphäre, die Steigerung regionaler Wertschöpfung und die Vermeidung von globalen Lieferketten-

² Ohne Erdarbeiten

und Rohstoffabhängigkeiten. Gerade auch die geplante Einführung der gesetzlich vorgeschriebenen 4. Reinigungsstufe für Kläranlagen kann eine Chance für das CoAct-Verfahren darstellen.

Zur Veranschaulichung der Chancen, Risiken, Stärken und Schwächen, die sich aus der Anwendung des CoAct-Verfahrens für ein Unternehmen ergeben können, wurde eine SWOT-Analyse durchgeführt. Die SWOT-Matrix kommt aus der strategischen Unternehmensplanung und dient der Positionierungsanalyse der eigenen Unternehmensaktivitäten gegenüber dem Wettbewerb. Dazu wird das Unternehmensumfeld analysiert und die daraus resultierenden Chancen und Risiken den Stärken und Schwächen des Unternehmens (interne Analyse) gegenübergestellt. Je nach Überschneidung (hier Matrixfeld) sollten einerseits die Stärken des CoAct-Verfahrens ausgebaut werden, um Chancen nutzen zu können und Risiken zu minimieren; und andererseits die Schwächen des CoAct-Verfahrens weiterentwickelt werden, um Risiken zu reduzieren oder diese ganz gemieden werden. Letztendlich lässt sich festhalten, dass einerseits die Umsetzung der Ziele des Green Deals wie die Schadstofffreiheit von Wasser, Luft und Boden sowie die Klimaneutralität nicht ohne Investitionen in entsprechende Verfahren und Infrastrukturen erreichen lassen. Das CoAct-Konzept verspricht ein Baustein auf dem Weg zu einer klimaneutralen Kläranlage mit regionaler Aktivkohleversorgung zu sein.

Abbildung 2: SWOT-Matrix für das CoAct-Verfahren

SWOT ANALYSE		INTERNE ANALYSE	
		STÄRKEN	SCHWÄCHEN
EXTERNE ANALYSE	CHANCEN	<p>Folgende Chancen ergeben sich durch die Stärken des CoAct-Konzepts:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verwendung von ungenutzten Biomassepotentialen • Nachhaltige Produktion von Aktivkohle • Steigerung der regionalen Wertschöpfung • Bedienung einer steigenden Nachfrage nach Aktivkohlen nach der verpflichtenden Einführung der 4. Reinigungsstufe • Einsparung von Energie (-Kosten) bzw. nutzbarer Energie-Überschuss (z. B. im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung) 	<p>Folgende Schwächen begrenzen die Chancen des CoAct-Konzepts:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Technologie noch nicht am Markt verfügbar • Technologie noch sehr teuer -> Förderprogramme nötig • Silierung von grasartiger Biomasse, die außerhalb von Wiesen-/Weideflächen anfällt ist teilweise schwierig umzusetzen
	RISIKEN	<p>Die Stärken des CoAct-Konzepts wirken positiv auf potenzielle Risiken:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unabhängigkeit von globalen Lieferketten und fossilen Rohstoffen • Positive Klimaeffekte (langfristige Reduzierung von CO₂ in der Atmosphäre) • Keine Konkurrenz um Biomassennutzung bei grasartigen, kommunalen Biomassen • Möglicher Beitrag zur vorgesehenen Energieneutralität von Kläranlagen 	<p>Die Schwächen des Konzepts können folgende Risiken verstärken:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nutzung von ausschließlich holziger Biomasse aufgrund der Wirtschaftlichkeit: Nachhaltigkeit ist kritisch zu hinterfragen und Konkurrenz mit anderen stofflichen Nutzungen • Umlegen der Kosten auf Kommunen/Bürgerinnen und Bürger • Verfügbarkeit ausreichender Biomassepotentiale ggf. nicht in allen Regionen gegeben

Quelle: Eigene Darstellung

9. Empfehlungen zur Übertragbarkeit

Im Vergleich zu Bau und Betrieb einer CoAct-Anlage auf „der grünen Wiese“, lassen sich an Klär- und Biogasanlagen und Wertstoff- oder Bauhöfen Synergien mit den dort stattfindenden Prozessen erzielen. Dies kann eine große Bedeutung für den wirtschaftlichen Betrieb einer CoAct-Anlage haben, da hier nicht alle Maschinen und Infrastrukturen beschafft, erstellt oder unterhalten werden müssen und Synergieeffekte sowohl die Produktions- als auch die Investitionskosten reduzieren. Je nach **Anlagenkonfiguration** und Art der Biomasse ist ein IFBB-Verfahren zur Verarbeitung krautiger Biomassen erforderlich. Bei einer Variante ohne IFBB-Modul reduzieren sich aufgrund des geringeren Platzbedarfes, durch das Wegfallen von größeren Lagerkapazitäten und Aufbereitungsanlagen für die Biomasse, die Investitionskosten. Letztendlich kann die Standortwahl und Anlagenkonfiguration nach unterschiedlichen Gesichtspunkten erfolgen. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** Mathias et al. (2024) werden Leitfragen und Prüfaufträge aufgezeigt, um ein größtmögliches Maß an Synergien mit bestehenden Infrastrukturen und Prozessen zu realisieren.

Bezüglich der **Biomassepotentiale** müssen unter ökonomischen Gesichtspunkten nicht nur die verfügbaren Mengen, sondern auch die preislichen Aspekte (Beschaffungskosten) betrachtet werden. Es gibt nicht per se eine günstige oder teure Biomasse, sondern die Preise können sich u.a. durch Aufwuchs, anderweitige Nachfrage oder neue rechtliche Rahmenbedingungen ändern. Entsprechend ist Flexibilität in der Biomassebeschaffung wichtig, um nicht nur auf die Verknappung einer Biomasse, sondern auch auf Preisveränderungen reagieren zu können. Allerdings sind auch gute Beziehungen zu den regionalen Lieferantinnen und Lieferanten notwendig, um über Jahre hinweg stabile Liefermengen zu gewährleisten. Entsprechend bietet sich an, einen Teil des benötigten Biomasse-Mixes über Lieferverträge mittelfristig abzusichern und einen anderen kurzfristig und nach Marktlage zu beschaffen. Zu tatsächlichen und potenziellen Lieferbetrieben, insbesondere land- und forstwirtschaftlichen, und Landschaftspflege-Betriebe sowie zu den Landschaftspflege-Verbänden sollte ein enger Kontakt aufrechterhalten und die Zusammenarbeit beworben werden.

Für die **Logistik** ist wichtig, dass die Biomassen einfach zu mobilisieren sind und Nutzungskonkurrenzen vermieden werden. Bei der Logistik müssen spezielle Aspekte der Biomassen beachtet werden, z. B. dass frischer Grünschnitt schon nach kurzer Zeit beginnt, auf der Ladefläche zu gären. Wertstoffhöfe können im Hinblick auf die Biomassebündelung eine wichtige Rolle in der Logistik übernehmen. Für den Transport von Biomasse an Wertstoffhöfe bestehen zumeist schon etablierte Transportketten, so dass in diesem Bereich kaum Handlungsbedarf von Seiten der Betreiberorganisation einer CoAct-Anlage besteht. Neben den etablierten Transportstrukturen bietet ein Wertstoffhof größere verfügbare Biomasse-Mengen und u.U. auch notwendiges Equipment. Letztendlich muss die Biomasselogistik, die im Jahresverlauf unterschiedlich anfallende Biomasse aufbereiten (z. B. durch Silage oder häckseln) und das ganze Jahr für einen kontinuierlichen Betrieb einer CoAct-Anlage bereitstellen. Dafür braucht es ausreichend Lagerflächen und klare Lieferbedingungen, auch für den Fall von Jahren mit geringem Aufwuchs.

Grundsätzlich empfiehlt es sich, die Kommune über die direkt verantwortlichen Stellen einzubinden, wenn die CoAct-Anlage an eine kommunale Kläranlage angedockt werden soll. In dem Fall ist es wichtig, dass es eine klare Rollenverteilung zwischen den Beteiligten und ein Mandat für die jeweilige Aufgabe gibt. Immer dann, wenn ein Akteur die Anlage allein betreibt, trägt er einerseits das

wirtschaftliche Risiko, andererseits verfügt er aber auch über die vollständige Kontrolle über den Bau und Betrieb der CoAct-Anlage. Mischformen bieten sich immer dann an, wenn Kapital und Wissen, aber auch Risiko, ökonomischer Gewinn und organisatorische, prozessuale oder immaterielle Vorteile wie Image geteilt werden sollen. Es gilt insbesondere die lokalen Rahmenbedingungen zu beachten. Ziel sollte es sein, möglichst umfassend Synergien mit bestehenden Anlagen und Prozessen zu generieren. Prüffragen dazu finden sich in Mathias et al. (2024).

Bei der Frage **Eigenleistung oder Fremdbezug von Teilleistungen** können keine allgemeinen Empfehlungen gegeben werden. Vielmehr sollten die von Standort und Betreibermodell abhängigen Ressourcen und Kapazitäten berücksichtigt werden. Auf Basis unterschiedlicher Ausgangsvoraussetzungen gilt es abzuwägen, welche Ziele mit der Eigenleistung oder dem Fremdbezug erreicht werden sollen. Die Implikationen bezüglich der wirtschaftlichen und organisatorischen Risiken sollten dabei gegenübergestellt und im Entscheidungsprozess berücksichtigt werden. Ausgangspunkt für die Frage nach Eigenleistung oder Fremdbezug ist i.d.R. eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung. Für eine strategische Entscheidung gilt es abzuwägen, inwiefern durch die Entscheidung ein langfristiger Wettbewerbsvorteil, wie z.B. die Reduzierung von Kostenrisiken auf volatilen Märkten, generiert werden kann. Zusammengefasst lässt sich feststellen, dass die Frage nach Eigen- und Fremdleistung nicht einfach zu beantworten ist. Neben dem Vergleich von Fertigungs- und Beschaffungskosten, sollten strategische Implikationen bedacht werden, was an die Frage nach dem Kerngeschäft anschließt. Letztendlich gilt es den CoAct-Standort als solchen möglichst effizient auszulasten und die eigenen Kapazitäten und Fachwissen zu nutzen. Alternativ zur Frage Eigen- oder Fremdleistung besteht die Möglichkeit Produkte aus unterschiedlichen Quellen zu beziehen, Fremd- und Eigenleistungen zu kombinieren oder Dritte im Rahmen von Kooperationen enger in die eigenen Prozesse einzubinden, als dies über reine Kaufverträge möglich wäre. Auch hierbei gilt es das eigene Kerngeschäft zu definieren, Risiken abzuwägen, die Flexibilität einzelner Beteiligter zu bedenken, Kosten und Erlöse sowie die vorhandenen Fähigkeiten und Kapazitäten zu berücksichtigen (Serrano et al. 2018: 148). Die Entscheidung eine Eigen- oder Fremdleistung in Anspruch zu nehmen, kann bei der Etablierung einer CoAct-Anlage kaum ohne die Frage nach dem Betreibermodell und Kooperationen beantwortet werden.

Literaturverzeichnis

- Call, C. & Ivanov, M. (2014). Möglichkeiten zur technischen und kaufmännischen Optimierung von bestehenden Biomasseanlagen. *18. Europäischer Biomassetag: Wertschöpfung und Innovation. 20-21.10.2014. Salzburg*, 84–89.
- DWA (2020): Abwassergebührenvergleiche haben nur geringe Aussagekraft. Entgelte seit zwei Jahrzehnten stabil. URL: <https://de.dwa.de/de/presseinformationen-volltext/abwasserentgeltvergleiche-haben-nur-geringe-aussagekraft.html> (12.03.23).
- DWA (2023): Verursacher in die Pflicht nehmen. DWA begrüßt Erweiterte Herstellerverantwortung der Kommunalabwasserrichtlinie. URL: <https://de.dwa.de/de/presseinformationen-volltext/verursacher-in-die-pflicht-nehmen.html> (12.03.23).
- Kretschmer, F. (2016). Thermal use of wastewater – Policy instruments for initialization and potential operating models / Thermische Nutzung von Abwasser – Instrumente zur Verbreitung und mögliche Betreibermodelle. *Die Bodenkultur: Journal of Land Management, Food and Environment*, 67(3), 173–183. <https://doi.org/10.1515/boku-2016-0015>
- LUBW – Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (2019): Kommunalen N!-Check – Begleitheft zur Mustervorlage für den Nachhaltigkeitscheck. URL: <https://pudi.lubw.de/detailseite/-/publication/10053> (12.03.23).
- Mathias, C., Wende, V, Spengler, B., Gehrlein, U. (2024): CoAct Bericht Teilbereich ökonomische Analyse und Governance. *Institut für Ländliche Strukturforchung Frankfurt am Main*
- Olfert, A. & Walther, J. (2023): *Nachhaltigkeitsbewertung für innovative Infrastrukturen. Anwendungshandbuch: Methode und Bewertungswerkzeug*. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/trafisnb-prozessbegleitende> (12.3.23).
- Serrano, R. M., González Ramírez, M. R. & Gascó Gascó, J. L. (2018). Should we make or buy? An update and review. *European Research on Management and Business Economics*, 24(3), 137–148. <https://doi.org/10.1016/j.iedeen.2018.05.004>
- Schramm, E., Trapp, J. H., Stein, C. & Rauchecker, M. A. (2023). *Aufbau und Erhalt blau-grün-grauer Infrastrukturen für die kommunale Klimaanpassung: Fallbeispiele, Konstellationen und Kooperationsmanagement. netWORKS-Papers: Heft 39*. Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH.