



Wirtschaftliche Tätigkeit Gründung Klärschlammverwertung Mittelhessen GmbH

Businessplan





Universitätsstadt Gießen
Der Magistrat

Berliner Platz 1
35390 Gießen

Kämmerei, Abteilung Finanzwesen
Beteiligungsmanagement

Telefon: 0641 306-2138
Telefax: 0641 306-2169
E-Mail: beteiligungsmanagement@giessen.de
www.giessen.de

Stand: 20. März 2025



Inhalt

- a) Vorhabenbeschreibung 4
- b) Planung..... 5
 - b1) Investition 6
 - b2) CAPEX 7
 - b3) OPEX..... 9
 - b4) Wirtschaftlichkeit..... 11
- c) Risiken, Chancen und Nutzen des Vorhabens 14
 - c1) Risiken 14
 - c2) Chancen..... 15
 - c3) Nutzen 16



a) Vorhabenbeschreibung

Zum Verwerten anfallender Klärschlammengen der Region Mittelhessen ist die Errichtung einer Verbrennungsanlage geplant.

Eine bodenbezogene Verwendung wird ab 2029 bzw. 2032 gesetzestbedingt nicht mehr möglich sein. Die Phosphorrückgewinnung wird zur Pflicht ab der entsprechenden Größenklasse des Klärwerks. Ziel der Stadt Gießen ist die maximale Energieeffizienz in der Verwertung der CO₂ freien Klärschlämme.

Die Umsetzung des Vorhabens umfasst die Klärschlamm-trocknung, die Verbrennung, die Abgasreinigung und die Herstellung von Phosphat-Dünger aus den Aschen. Die entstehende Wärme soll teilweise in elektrische Energie umgewandelt und als nutzbare Wärme ausgekoppelt werden. Die dazu zu errichtende Anlage soll auf einem noch anzukaufenden Areal auf dem Gebiet der Stadt Gießen entstehen.

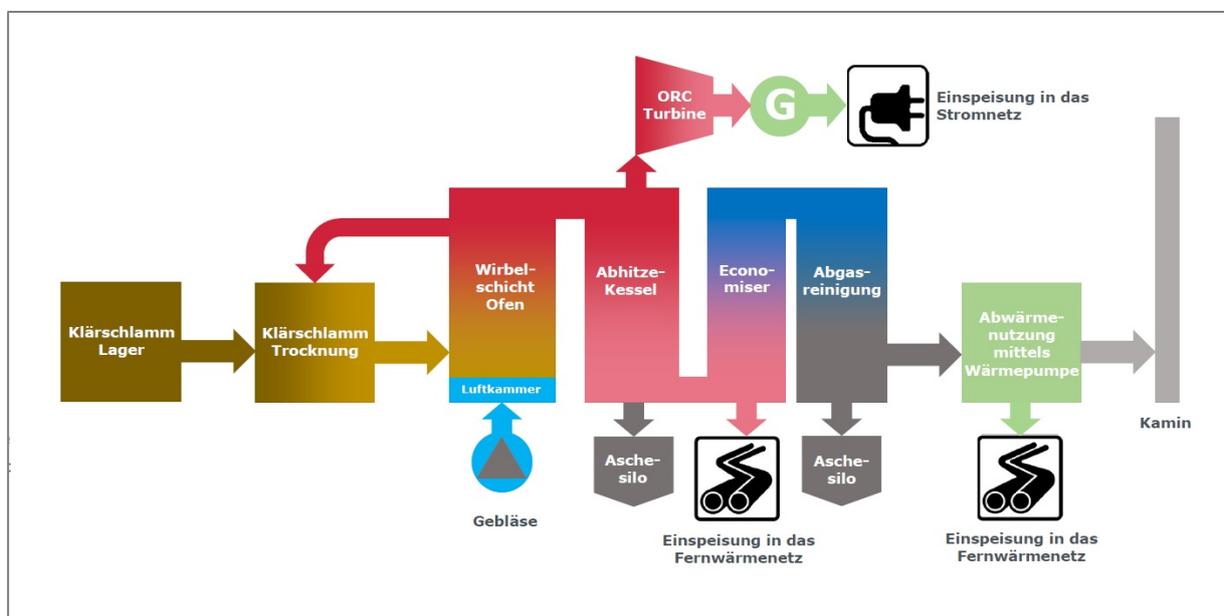


Abbildung: **Klärschlamm Monoverbrennung Prinzipschema**

Quelle: Stadtwerke Gießen AG (2024) Präsentation Kläranlage Gießen – Vom Energieverbraucher zum Energielieferanten, S. 1.

Die zu gründende Klärschlammverwertung Mittelhessen GmbH soll dabei als Betreiber-gesellschaft der Anlagen fungieren. Die operative Betriebsführung soll durch die Klärschlammverwertung Service GmbH erfolgen.



Die Mittelhessische Wasserbetriebe, Eigenbetrieb der Universitätsstadt Gießen, MWB hat 2015 eine vom Land Hessen geförderte Studie zusammen mit der THM Gießen erstellt. Der Transport von Klärschlamm (75 % Wasser, 25 % Feststoffe) ist nicht sinnvoll und wird perspektivisch sehr teuer. Eine Verwertung vor Ort zusammen mit kommunalen Unternehmen ist die ökonomisch und ökologisch beste Variante. Ausgehend dieser Grundlage plus die Möglichkeit zur Nutzung der Wärme im bestehenden Wärmenetz hat die weitere Kooperationsarbeit angetrieben.

Für dieses Vorhaben ist ein Businessplan zu erstellen, der eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung umfasst. Dazu wurden zwei Varianten und eine dazugehörige Erläuterung erarbeitet¹. Berechnungen und Beschreibung sind als Anhänge diesem Businessplan zugefügt.

b) Planung

Die Planung wird erstellt für 20 Jahre. Ausgehend von der Realisierung der geplanten Investition sind Kosten für die Betriebstätigkeit zu erwarten. Die Kosten für diesen Zeitraum werden nach Finanzierungskosten (CAPEX) und Betriebskosten (OPEX) differenziert dargestellt. Soweit keine genauen Daten ermittelt werden, erfolgen Schätzungen und Annahmen. Aufgrund dieser zum aktuellen Zeitpunkt für die Businessplanung hinzunehmenden Situation werden zum Abschluss dieser Darstellung daraus resultierende Risiken und Chancen aufgelistet.

Da die zu gründende Gesellschaft umsatzsteuerpflichtig bzw. vorsteuerabzugsberechtigt sein wird, werden in dieser Berechnung sämtliche Kosten und Preise netto – ohne Umsatzsteuer – dargestellt.

Die Wirtschaftlichkeitsrechnung basiert auf folgenden Angaben²:

Position	Ansatz
Investitionssumme	25 Mio. €
Kreditlaufzeit Finanzierung	20 Jahre
Nutzungsdauer Anlage	30 Jahre
Fremdfinanzierung	100 %
Klärschlämme Stadt Gießen	12.000 t/a
Vergütungssatz für verarbeiteten Klärschlamm („Gate Fee“)	100 €/t
Betriebskosten für Wartung und Instandhaltung	0,25 Mio. €/a
jährliche Inflationsrate	2,85 %

¹ Vgl. Prof. Richarts (2025): KS-Verwertung Businessplan 1 (04-03-25), KS-Verwertung Businessplan 2 (04-03-25) und Erläuterungen zur KS-Verwertung (04-03-25).

² Vgl. Prof. Richarts (2025): Erläuterungen zur KS-Verwertung (04-03-25), S. 1.



Es werden drei unterschiedliche Szenarien berechnet und dargestellt. Die Wirtschaftlichkeit wird anhand einer Berechnung nach der Kapitalwertmethode für jedes Szenario ermittelt. Die drei Szenarien sind wie folgt modelliert³:

Nr.	Name	Auslastungsgrad	Klärschlamm-Mengen, t/a	(Kredit-) Zins, % p. a.	Kapitalwert, Mio. €
1	„worst“	80 %	20.000	5,00	-5,37
2	„real“	90 %	22.500	3,79	1,72
3	„best“	100 %	25.000	3,50	7,03

b1) Investition

Die Investitionssumme von 25 Mio. € setzt sich wie folgt zusammen⁴:

Beschreibung	Ansatz, €
Klärschlamm-Technik, ORC-Anlage	18.300.000
Wärmepumpen	400.000
Dienstleistungen	900.000
Grundstück	1.200.000
Baumaßnahmen	4.200.000
Projektbudget, Gesamtbetrag	25.000.000

▪ Klärschlamm-Technik, ORC-Anlage

Die Hauptanlagen sind mit 18,3 Mio. € veranschlagt. Der angelieferte Klärschlamm wird zunächst getrocknet und dann in einem Wirbelschicht-Ofen verbrannt. Mit der anfallenden Wärme wird Dampf erzeugt, der mithilfe einer ORC-Dampfturbine Strom produziert. ORC-Anlagen⁵ sind besonders effizient und umweltfreundlich. Da sie mit Abwärme betrieben werden, tragen sie zur Reduzierung des Energieverbrauchs und von CO₂-Emissionen bei. Sie sind somit nachhaltige Energieerzeugungsanlagen. Mit der Restwärme wird der Klärschlamm getrocknet und überschüssige Wärme in das Fernwärmenetz eingespeist.

▪ Wärmepumpen

Auf diese Position entfallen 400 T€. Um die anfallende Wärmeenergie maximal auszuschöpfen, wird das Abgas nach der Abgasreinigung mit zusätzlichen Wärmepumpen abgekühlt und so ein optimaler Wirkungsgrad generiert. Wärmepumpen und ORC-Anlage steigern in Kombination die Effizienz der Energieerzeugung.

³ Vgl. Ebd., S. 2.

⁴ Vgl. Prof. (2025): KS-Verwertung Businessplan, beide Varianten, jeweils auf S. 1.

⁵ ORC steht dabei für Organic Rankine Cycle, ein Prozess zur Erzeugung elektrischer Energie, bei dem statt Wasserdampf ein organisches Medium mit einem deutlich niedrigeren Siedepunkt genutzt wird, um die Turbine anzutreiben.



- **Dienstleistungen**

Diese sind mit 900 T€ angesetzt und umfassen zunächst die Planung und Ingenieurleistungen sowie das gesamte Projektmanagement. Auch begleitende Umwelt- und Beratungen zur Arbeitssicherheit können dazu zählen. Die technische Installation sowie Tests und Inspektionen sind ebenso darunter zu fassen wie abschließende Schulungen der Mitarbeitenden und Unterstützung bei der Inbetriebnahme.

- **Grundstück**

Der geplante Standort der Verbrennungsanlage wird mit 1,2 Mio. € veranschlagt. Westlich neben der bestehenden Kläranlage plant die Stadt Gießen ein Gewerbegebiet. Das ist der passende Standort, um den anfallenden Klärschlamm thermisch zu verwerten. Die Zufahrt über den Bachweg verspricht eine kurze Andienung. Die benötigten Leitungstrassen sind einfach zu erstellen.

- **Baumaßnahmen**

Diese sind mit 4,2 Mio. € beziffert. Zunächst muss der Standort für die Anlage vorbereitet werden. Dies umfasst Bodenuntersuchungen, Erschließung und Berücksichtigung von Umweltschutzauflagen. Danach ist die Infrastruktur herzustellen. Dazu zählen Zufahrt, Parkplätze und Lagerflächen. Auch die Errichtung der genannten Hauptanlagen und Bauwerke zur Klärschlammbehandlung und weiterer Gebäude zählen hierzu.

An Anlagenkosten ist ein Betrag von 19,6 Mio. € angesetzt. Zusammen mit den Grundstückskosten von 1,2 Mio. € und den Baumaßnahmen von 4,2 Mio. € ergibt sich in Summe daraus der Gesamtbetrag der Investition von 25 Mio. €.

Alle Beträge verstehen sich inklusive anfallender Neben-, Planungs- und Genehmigungskosten.

b2) CAPEX

Bestandteile der Finanzierungskosten CAPEX sind die Annuitäten, bestehend aus Zins- und Tilgungszahlungen.

- Variante (1) rechnet mit konstanter Tilgung und linearer Abschreibung,
- Variante (2) demgegenüber mit progressiver Tilgung und Abschreibung.

Das Szenario 3 „best“ rechnet mit einem Zins von 3,50 %, Szenario 2 „real“ arbeitet mit einem Zinssatz in Höhe von 3,79 %. In Statistiken der Deutschen Bundesbank (MFI-Zinsstatistik) zu Kreditzinssätzen im Neugeschäft Kredite an Kapitalgesellschaften waren zuletzt Werte um die 5 % ablesbar. Mit diesem Zinssatz rechnet Szenario 1 „worst“.



Sämtliche Kreditkalkulationen sind bezogen auf 20 Jahre Laufzeit. Als Finanzierungsvariante wird eine rein fremdfinanzierte Variante betrachtet (sog. „Projektfinanzierung“). Es ist denkbar, dass die Gesellschafter einen Anteil an der Finanzierung über Zuschüsse leisten müssen, da für eine Projektfinanzierung keine vollständige Fremdfinanzierung über Geschäftsbanken möglich sein könnte und daher ein Eigenanteil aufzubringen ist. Bei einer solchen Konstellation würden die Gesellschafter eine Verzinsung erhalten, die sich an dem Kreditzins orientiert. Für diese Berechnung wäre eine solche Konstellation im Ergebnis neutral.

Bei technischen Anlagen wird üblicherweise eine Nutzungsdauer von 20 Jahren angesetzt. In den vorliegenden Berechnungen wird hingegen ein längerer Zeitraum in Höhe von 30 Jahren angesetzt. Das hat entsprechende Auswirkungen auf die Abschreibungen: Die Aufwendungen für Abnutzung werden über die längere Laufzeit von 30 Jahren verteilt und fallen folglich niedriger aus. Der verwendete Zeithorizont von 30 Jahren resultiert aus der erwarteten Mindest-Nutzungszeit der Anlage⁶.

Die CAPEX-Berechnungen lassen sich für die beiden unterschiedlichen Varianten und je nach Szenario folgendermaßen abtragen:

Businessplan Nr.	Bestandteile CAPEX, €/a	Szenario Nr.		
		1 „worst“	2 „real“	3 „best“
(1) konstante Tilgung, lineare Abschreibung	Tilgung	1.250.000	1.250.000	1.250.000
	Zinsen, Ø	525.766	398.530	368.036
	CAPEX	1.775.766	1.648.530	1.618.036
(2) progressive Tilgung (Abschreibung)	Annuität, % p. a.	8,02 %	7,22 %	7,04 %
	CAPEX	2.006.065	1.805.500	1.759.027

⁶ Vgl. Prof. Richarts (2025): Erläuterungen zur KS-Verwertung (04-03-25), S. 2.



b3) OPEX

Bei der Verwertungsanlage handelt es sich um eine BimSchG Anlage, gemäß § 17 des BImSchG wird eine Abfallbehandlungsanlage genehmigt. Damit werden für den Betreiber hohe Anforderungen gestellt: Kontinuierliche Emissions- und Immissionsmessungen sowie Überprüfung der Anlage täglich 24/7. Ein 72 Stunden Betrieb vollautomatisiert ohne ständige Beaufsichtigung des Prozessbereichs macht eine kontinuierliche Überwachung durch eine 24/7 besetzte Netzleitstelle erforderlich. In Gießen werden bereits mehrere Anlagen mit dieser Überwachungsanforderung betrieben. Der hohe Automatisierungsgrad sowie die damit einhergehenden Anforderungen an die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sind anspruchsvoll.

Für die Betriebskosten OPEX werden drei wesentliche Kostenblöcke veranschlagt:

▪ **Wartung und Instandhaltung**

Der im Budget enthaltene Ansatz von 250.000 € jährlich orientiert sich am Gesamtvolumen der Investition in Höhe von 25 Mio. €, indem 1 % dieses Betrages als jährliche Aufwendungen pauschal veranschlagt werden. Dieser Ansatz wurde mit den Erfahrungen der Stadtwerke Gießen AG aus dem Betrieb von komplexen technischen Anlagen abgeglichen, z. B. der BHKW-Anlagen⁷ und TREA-Linien⁸. Dabei wird geprüft, ob mit diesem Betrag die Aufwendungen für laufende Wartungsarbeiten sowie zu erwartende Instandhaltungsmaßnahmen gedeckt werden:

- Im Vergleich zu den TREA-Linien ergeben sich, ungeachtet der Gesamthöhe der Investition, geringere Aufwendungen, weil die Klärschlamm-Feuerungsanlage mit einer Feuerungsleistung von ca. 3 bis 4 Megawatt weitaus kleiner ist als die TREA-Feuerungen, deren Leistungen jeweils ca. 10 Megawatt betragen.
- Eine deutlich günstigere Betriebsweise der Klärschlamm-Verbrennung ergibt sich zusätzlich durch das Temperaturniveau der Brennkammer, die als Wirbelschichtfeuerung ausgeführt werden soll und somit eine Mitteltemperatur unter 950 bis 1.000° C aufweist, während das Temperaturniveau der TREA-Brennkammern signifikant höher liegt.
- Eine weitere Erleichterung ergibt sich aus der Tatsache, dass die Zusammensetzung des getrockneten Klärschlammes im Jahresverlauf sehr geringe Schwankungen aufweist und keine Betriebsstörungen bzw. umfangreiche Instandsetzungsmaßnahmen befürchten lässt.

⁷ Eine BHKW-Anlage ist ein Blockheizkraftwerk, das gleichzeitig Strom und Wärme erzeugt. Dafür werden Brennstoffe oder erneuerbare Energien genutzt. Die Abwärme dient für Heizungs- oder Warmwasserzwecke, was sie besonders effizient macht.

⁸ TREA steht für Thermische Reststoffbehandlungs- und Energieverwertungsanlage. Sie wandelt Reststoffe durch Verbrennung in Energie, Wärme und Strom um, was zur Abfallreduzierung und nachhaltigen Energieerzeugung beiträgt.



▪ **Verbrauchsgebundene Kosten**

Hierunter fallen verschieden Roh-, Hilfs- und Betriebs- sowie Reststoffe, wie im Einzelnen in der weiter unten folgenden Tabelle aufgeführt

▪ **Personal, Verwaltung, Versicherung**

Für die Pauschale von 550.000 € pro Jahr wurden folgende Teilbudgets veranschlagt:

- 6 Mitarbeitende zu je 55.000 € je Person und Jahr, d. h. 330.000 € jährlich
- Betriebsführungspauschale in Höhe von 120.000 € pro Jahr
- Versicherungen und Gebühren in Höhe von 100.000 € im Jahr

Im Einzelnen stellt sich die OPEX-Berechnung für die unterschiedlichen Szenarien folgendermaßen dar, wobei die angesetzten Werte in Variante (1) und Variante (2) identisch sind:

Einzelpositionen OPEX, €/a	Szenario Nr.		
	1 „worst“	2 „real“	3 „best“
Wartung und Instandhaltung	250.000	250.000	250.000
Verbrauchsgebundene Kosten	608.160	685.402	760.200
▪ Heizöl	16.000	18.032	20.000
▪ Schwefelsäure	52.000	58.604	65.000
▪ Natriumbikarbonat	220.000	247.942	275.000
▪ Aktivkohle	76.000	85.653	95.000
▪ Trinkwasser	60.000	67.621	75.000
▪ RGR-Rückstände ⁹	104.160	117.389	130.200
▪ Abwasser	80.000	90.161	100.000
Personal, Verwaltung, Versicherung	550.000	550.000	550.000
OPEX	1.408.160	1.485.402	1.560.200

⁹ RGR steht für „Rauchgasreinigung“.



b4) Wirtschaftlichkeit

Den vorgenannten Kostenpositionen CAPEX und OPEX werden folgende Ertragsansätze gegenübergestellt:

- Abnahmepreis für angelieferte Klärschlämme: 100 €/t, „Gate Fee“
- Abgabe von Wärme: 100 €/MWh-th
- Erzeugung von Strom: 160 €/MWh-el
- Verkauf von Düngemittel im Zuge der Phosphorrückgewinnung: 150 €/t

Unternehmensgegenstand der Gesellschaft ist die Annahme und Entsorgung von Klärschlämmen. Dabei ist Dimensionierung und Auslastung der Anlage in ein Verhältnis zu bringen, welches die Wirtschaftlichkeit des Gesamtvorhabens erreicht. Um die Auslastung zu erreichen sind Abnahme- bzw. Zulieferverträge mit anderen Kläranlagenbetreibern abzuschließen. Diese Verträge sehen Entgelte für die Abnahme und Entsorgung vor. Diese Entgelte bestimmen die zu erwartenden Erträge der Gesellschaft maßgeblich.

Der Markt für Klärschlamm Entsorgung ist dadurch geprägt, dass es nur wenige große Unternehmen gibt, die kaum Wettbewerb ausgesetzt sind. Für Kläranlagenbetreiber hat dies zur Konsequenz, dass sie die Preisvorgaben der wenigen Anbieter hinnehmen müssen. Bei der Vergabe von Klärschlamm-Entsorgungsdienstleistung für die Jahre 2023 und 2024 wurden Preise zwischen 112,00 und 106,00 Euro pro Tonne aufgerufen. Bei der Ausschreibung für das Jahr 2025 liegt die Bandbreite zwischen 83,00 und 120,00 Euro pro Tonne. Die Volatilität der Entsorgungskosten ist demnach deutlich angestiegen. Diese aktuellen Marktpreise belegen die Angemessenheit der oben mit 100,00 Euro pro Tonne angesetzten Gate Fee.

Es ist künftig von einem drastisch ausgeprägten Anstieg der Entsorgungskosten auszugehen. Da mit den Gesetzesänderungen strengere Umweltauflagen und Vorschriften zur Klärschlammverwertung einhergehen, werden sich die Kosten erhöhen. Die Mitverbrennung entfällt künftig u. a. Die Anbieter müssen in neue Technologien investieren, um die Anforderungen zu erfüllen. Da aber auch die Preise für Energie und andere Rohstoffe, die zur Klärschlamm Entsorgung benötigt werden, angestiegen sind, werden sich auch die Entsorgungskosten erhöhen. Die Nachfrage nach Entsorgungsdienstleistungen wird insbesondere in Verbindung mit der Kapazitätsknappheit an Monoverbrennungsanlagen ebenfalls zu höheren Preisen führen. Aus fachlicher Sicht werden die Entsorgungskosten mittelfristig auf etwa 200 Euro pro Tonne steigen. Längerfristig sind Entwicklungen bis hin zu 500 Euro pro Tonne denkbar.

Darüber hinaus werden durch den Betrieb der Anlage sowie die Verbrennungstechnik weitere Nebenprodukte erzielt. Es ist zu erwarten, dass aus dem Anlagenbetrieb überschüssige Wärme verkauft werden kann. Aus dem Verbrennungsbetrieb verbleibende bzw. gewonnene Reststoffe sollen als Düngemittel verkauft werden. Aus diesen Nebenprodukten sind weitere Erträge zu erwarten.



Die Erträge setzen sich, je nach Szenario wie folgt zusammen:

Ertragspositionen, €/a	Szenario Nr.		
	1 „worst“	2 „real“	3 „best“
Gate Fee	2.000.000	2.254.019	2.500.000
Wärmeabgabe	632.568	790.710	877.000
Stromerzeugung	3.462	4.328	4.800
Düngemittelverkauf	135.241	169.051	187.500
Gutschriften und Erlöse	2.771.271	3.218.108	3.569.300

Im nächsten Schritt werden die betriebswirtschaftlich relevanten, jährlichen Einnahmen und Ausgaben in einer Gewinn- und Verlustrechnung zum jeweiligen Jahresergebnis zusammengeführt. Darin sind die Daten der Betriebskosten OPEX und die Erträge gleich. Es unterscheidet sich nur der Kapitaldienst CAPEX, wie unter b2) näher erläutert.

Businessplan Nr.	GuV-Position, €/a	Szenario Nr.		
		1 „worst“	2 „real“	3 „best“
(1) konstante Tilgung, lineare Abschreibung	CAPEX und OPEX	3.183.926	3.133.932	3.178.236
	Erträge	2.771.271	3.218.108	3.569.300
	Ergebnis	-412.654	84.176	391.064
(2) progressive Tilgung (Abschreibung)	CAPEX und OPEX	3.414.225	3.290.902	3.319.227
	Erträge	2.771.271	3.218.108	3.569.300
	Ergebnis	-642.953	-72.794	250.073

Die Betrachtung der Gewinn- und Verlustrechnung liefert somit folgende Ergebnisse¹⁰:

- In Szenario 1 „worst“ wird kein auskömmliches Ergebnis erzielt, verursacht durch eine Auslastung von 80 % in Verbindung mit einem Zins von 5,0 % p. a.
- Mit Szenario 2 „real“ wird bei 90 % Auslastung und 3,79 % Zins p. a. das Kriterium eines betriebswirtschaftlich auskömmlichen Projekts erfüllt.
- Mit den im Projekt angestrebten Kriterien einer 100 %-igen Auslastung bei 3,5 % Zins ergibt sich in Szenario 3 „best“ ein erfolgreiches Ergebnis.

¹⁰ Vgl. Prof. Richarts (2025): Erläuterungen zur KS-Verwertung (04-03-25), S. 3.



Bei der abschließenden Kapitalwertbetrachtung wird der Kapitalwert aus den Barwerten der Erlöse und Aufwendungen eines jeden Jahres während der gesamten Laufzeit berechnet. Die Barwerte werden aus den Zeitwerten des jeweiligen Jahres auf das erste Jahr mit dem angesetzten Zinssatz diskontiert. Die jährlichen Zinsbeträge sind in dieser Betrachtung als Aufwendungen enthalten, nicht jedoch die Tilgungsbeträge. Die Summe der (konstanten) Tilgungswerte wird bei der Kapitalwertberechnung berücksichtigt: Die Einzelwerte (=Barwerte) werden aufsummiert und von dieser Summe wird der gesamte Investitionsbetrag abgezogen¹¹.

So liefert die Kapitalwertbetrachtung auf das erste Jahr zurückgerechnete Gesamtergebnisse für die gesamte Laufzeit. Für ein betriebswirtschaftlich erfolgreiches Projekt muss dieser Wert mindestens den Wert Null oder höher aufweisen.

Ein positives Ergebnis der Kapitalwerte wird zumindest in Szenario 2 „real“ und Szenario 3 „best“ ausgewiesen.



Abbildung: **Kapitalwertvergleich**

Quelle: Prof. Richarts (2025): KS-Verwertung Businessplan 2 (04-03-25), S. 1.

Im zeitlichen Verlauf der Ergebnisse werden folgende Schlüsse gezogen: Das Szenario 3 „best“ weist bereits ab dem dritten Betriebsjahr positive Ergebnisse auf, gefolgt von dem Szenario 2 „real“ im vierten Jahr, während das Szenario 1 „worst“ fortlaufend negative Ergebnisse erreicht.

Daraus geht die wirtschaftliche Überlegenheit des angestrebten Szenarios 3 hervor. Die insgesamt hohen positiven Ergebnisse der Vorschau lassen für das Projekt mit den Parametern gemäß Szenario 3 (100 % Auslastung, Zinssatz 3,5 %) eine hohe Resilienz des Vorhabens gegenüber in der Zukunft eventuell auftretenden nachteiligen Änderungen der hier eingesetzten Parameter erwarten.¹²

¹¹ Vgl. Ebd. S. 2.

¹² Vgl. Ebd. S. 3.



b) Risiken, Chancen und Nutzen des Vorhabens

Aus den vorgenannten Berechnungen zeigen sich Chancen und Risiken. Denn bei einem Verlauf des Gesamtvorhabens nach dem Szenario 1 „worst“ wäre die Wirtschaftlichkeit nicht gegeben. Da ein unwirtschaftliches Vorhaben aus betriebswirtschaftlicher Sicht nicht weiterverfolgt werden sollte, müssen die Risiken identifiziert, Gegensteuerungsmöglichkeiten definiert und mögliche Beendigungspunkte festgelegt werden. Gegensteuerungsmöglichkeiten beinhalten Aspekte, die während der Planungs-, Bau- oder Betriebsphase im operativen Geschäft die Abmilderung der negativen Auswirkungen erreichen. Beendigungspunkte kennzeichnen eintretende Konstellationen, die gegen eine Weiterverfolgung des Vorhabens sprechen.

Dieser Teil beinhaltet die Analyse der Risiken und Chancen sowie die Beschreibung der Nutzen des Vorhabens. Die hier im folgenden aufgeführten Punkte ergänzen die Berechnungsergebnisse um qualitative Bewertungsaspekte. Sie sollen so zu einer umfassenderen Beurteilung des Vorhabens beitragen, die über die reinen Vergleiche von Kapitalwerten bzw. Betriebsergebnissen hinausgeht.

c1) Risiken

Im Rahmen der Risikoanalyse wurden folgende Risiken identifiziert:

- **Steigerungen der Investitionskosten**

Im Einzelnen betrifft dies die Baukosten (Investition) und die Finanzierungskosten (CAPEX). Die genauen Baukosten können erst nach Durchführung der Bauplanung und ggf. weiterer Anforderungen aus den Genehmigungsverfahren für die Anlage ermittelt werden. Sollten die Baukosten über die hier verwendeten Beträge hinauswachsen, besteht ein Beendigungspunkt für das Vorhaben. Die mit der Planung verbundenen Kosten sind dann gesunken. Als Gegensteuerungsmaßnahmen sind Veränderungen der Anlage und/oder Anpassungen bei der Finanzierungsstrategie möglich um das Vorhaben weiterzuführen. In diesen Fällen ist eine Überarbeitung der Wirtschaftlichkeitsberechnung Grundlage für die Entscheidung zur Weiterführung.

- **Schwankung der Klärschlammengen**

Zurzeit beläuft sich am Klärwerk Gießen die Menge auf rund 12.000 t Klärschlamm im Jahr. Die Wirtschaftlichkeitsrechnung legt Kapazitäten zugrunde, die darüber liegen. Die fehlende Differenz ist weiteren Kläranlagenbetreibern zu akquirieren. Dies soll mit Hilfe der Kooperationsvereinbarungen erzielt werden.

Hieraus kann das Risiko entstehen, dass die Verbrennungsanlage bei Reduzierungen oder Wegfall zugelieferter Mengen wirtschaftlich nicht ausgelastet wird und folglich finanzielle Verluste abgeworfen werden. Wenn die Akquise ausreichender Kooperationspartner nicht gelingt, besteht ein Beendigungspunkt für das Vorhaben. Nachdem Kooperationspartner gefunden wurden, sind Mengenschwankungen als gering einzustufen.



Als zusätzliche Gegensteuerungsmaßnahmen besteht die Möglichkeit zur Annahme von Klärschlammengen von Dritten in einer Höhe von bis zu 20 % der Gesamtumsätze eines Geschäftsjahres. Überdies können Anpassungen der Gate Fee ausbleibende Mengen kompensieren.

- **Steigerungen der Betriebskosten über Inflation hinaus**

Zu den Betriebskosten zählen beispielsweise Personalkosten, Materialausgaben und Energiekosten. Ein Risiko ist darin zu sehen, dass die Preise einzelner Kostenpositionen über den angesetzten Inflationwert hinaus ansteigen und das Betriebsergebnis dementsprechend sinkt. Derartige Entwicklungen entsprechen üblichen Geschäftsverläufen und diesen ist mit operativen Gegensteuerungsmaßnahmen zu begegnen. Begegnet werden kann diesen Entwicklungen mit Kostenoptimierungen und der Anpassungen von Absatzpreisen.

Das höchste Risiko besteht bei den Veränderungen der Investitionskosten. Auch hierbei bestehen noch Gegensteuerungsmöglichkeiten. Wenn jedoch die Wirtschaftlichkeit trotz Gegensteuerungsmaßnahmen nicht dargestellt werden kann, kann das Vorhaben beendet werden, um einen unwirtschaftlichen Geschäftsverlauf und damit dauerhafte Verluste für die Gesellschafter zu vermeiden. Den darüber hinaus bestehenden Risiken kann mit Gegensteuerungsmaßnahmen durch Gesellschafter und Geschäftsführung wirksam begegnet werden, sodass wirtschaftlich nachteilige Folgen des Risikoeintritts regelmäßig abgewendet werden können.

c2) Chancen

Von Beginn an wird die Verwertungsanlage so konzipiert, dass eine maximale Effizienz erreicht wird. Dies ist von besondere Bedeutung, da diese Verwertungsanlagen üblicherweise adiabatisch, d. h. wärmedicht arbeiten. Die entstehende Wärme wird für die Trocknung der Klärschlämme benötigt. Das vorliegende Konzept setzt auf sogenannte Niedertherperaturtrockner. Diese nutzen die bestehende Temperatur aus und benötigen keine weitere Energiezufuhr. Somit entsteht unter Einsatz weiterer Wärmepumpen innerhalb des Verwertungsprozess Wärme, welche nicht aus fossilen Energieträger gewandelt werden muss.

Folgende Chancen, die sowohl wirtschaftliche als auch ökologische Vorteile mit sich bringen, stehen den zuvor aufgeführten Risiken gegenüber:

- **Kostenoptimierungen**

In der Gesellschaft können im Rahmen der Optimierung bestehende Prozesse, Verträge, Lieferbeziehungen usw. analysiert werden, um die Wettbewerbsfähigkeit durch eine Senkung der Ausgaben steigern zu können. Dadurch können wirtschaftliche Schwankungen besser überstanden, Ressourcen geschont, aber auch interne Abläufe verbessert sowie die Flexibilität erhöht werden.



- **Marktpreisanpassungen**

Andererseits kann die Gesellschaft Maßnahmen ergreifen, um ihre Preise an die aktuellen Marktbedingungen anzupassen, falls notwendig und wettbewerbsfähig. Steigen etwa die Betriebskosten, kann es erforderlich werden, die Preise für die Anlieferung der Klärschlämme oder im Düngemittelverkauf zu erhöhen, um ein auskömmliches Betriebsergebnis zu sichern.

Marktpreisanpassungen können daneben auch an Nachfrageänderungen sowie Markt- oder Wettbewerbsbedingungen erfolgen und die Chance bieten, die Rentabilität zu erhalten bzw. zu steigern.

- **Wachsende Nachfrage**

Mit steigendem Umweltbewusstsein und den strengen gesetzlichen Vorgaben wächst die Nachfrage nach nachhaltigen Lösungen zur Klärschlammverwertung. Durch Gründung der Gesellschaft können die Beteiligten von diesem Trend profitieren.

- **Fördermöglichkeiten**

Für die Entwicklung der neuen Technologie zur Phosphorrückgewinnung und des nachhaltigen Verfahrens der Klärschlammverwertung könnten Förderprogramme und finanzielle Anreize in Anspruch genommen werden. Das Hessische Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz hatte Interesse an dem Konzept signalisiert, da für Mittelhessen noch keine befriedigenden Lösungen zur zukunftssicheren Klärschlammverwertung existierten. Derartige Förderungen sind in dieser Berechnung noch nicht berücksichtigt. Sollten Nutzungsmöglichkeiten bestehen, würden diese die Baukosten reduzieren und sich damit positiv auf die Wirtschaftlichkeit des Vorhabens auswirken.

- **Partnerschaften und Kooperationen**

Es werden Möglichkeiten zur Kooperationen mit Kommunen, Abwasserverbänden und anderen Klärwerken eröffnet, die an der Klärschlammverwertung interessiert sind. Dies kann den Marktzugang erleichtern und Synergien schaffen.

c3) Nutzen

Das Vorhaben kann folgende Nutzen stiften:

- **Preisstabilität für Kläranlagenbetreiber**

Die Kostenstruktur der Wirtschaftlichkeitsberechnung zeigt einen hohen Fixkostenanteil. Bei entsprechenden Absatzvereinbarungen kann somit eine Planungssicherheit für die Preise über längere Zeiträume erreicht werden. Davon profitieren die entsorgungspflichtigen Kläranlagenbetreiber und auch indirekt Einleiterverbände und -kommunen sowie alle betroffenen Einwohner. Denn für die Einleiterverbände stellt die Nutzung der Kläranlage selbst einen hohen Kostenanteil dar, der im Regelfall über die Gebühren auf die Einwohner abgewälzt wird. Konstante Entsorgungskosten für die Klärschlämme tragen daher zu planbaren Gebührenbestandteilen bei und leisten einen Beitrag für stabile Abwassergebühren.



Die Gründung der Gesellschaft bietet Sicherheit in einem sich ständig weiterentwickelnden Markt und begegnet den langfristigen Herausforderungen, welche die Klärschlammverwertung darstellen.

- **Interkommunale Kooperation**

Das Modell, das dem Verwertungskonzept zugrunde liegt, kann über die Region Mittelhessen hinaus als Vorreiter-Beispiel dienen und öffentliche Aufmerksamkeit erzielen. Öffentliches Bewusstsein und Unterstützung kann zu einem positiven öffentlichen Image beitragen, was die Akzeptanz in der Gesellschaft fördert.

Alle beteiligten Kommunen und Klärwerke bzw. akquirierten Kooperationspartner erhalten Planungssicherheit hinsichtlich der Entsorgungskosten. Damit leistet die Zusammenarbeit einen Beitrag um von sonstigen Marktpreisveränderungen im Entsorgungssektor unabhängiger zu werden. Darüber hinaus können weitere Transportstrecken und somit Logistikaufwand entfallen.

- **Logistikeffizienz**

Durch die kommunale Zusammenarbeit werden tausende von Transportkilometern eingespart. Die Studie hat 2025 einen Wert von ca. 65.000 km/a Einsparung aufgezeigt. Die regionale Wertschöpfung ist ein weiterer wesentlicherer Faktor dafür.

- **Entwicklung innovativer Technik zur Phosphorrückgewinnung**

Das Vorhaben kann mit den erzeugten Phosphor-Rezyklaten daran mitwirken, dass die Rohstoffversorgung langfristig unabhängiger von Lieferengpässen sowie Markt- und Preisschwankungen wird.

Zudem kann mit der Düngemittelerzeugung ein Beitrag zur kreislauforientierten Wirtschaft und der Lebensmittelproduktion geleistet werden.¹³ Erste Phosphor-Recyclingtechnologien haben bereits den Pilotstatus verlassen und werden in Großtechnik überführt.¹⁴

- **Ressourcenschonung und Umweltschutz**

Die Verwertung des Klärschlammes trägt zur Schonung natürlicher Ressourcen bei. Die zu entsorgenden Mengen werden außerdem vermieden bzw. reduziert. Dies hilft, die Umweltbelastung zu verringern und die negativen Auswirkungen auf Böden und Gewässer zu minimieren.

Die Rückgewinnung des Phosphors ermöglicht eine nachhaltige Düngemittelproduktion für die Landwirtschaft und verringert die Abhängigkeit von chemischen Düngemitteln.

¹³ Vgl. Deutsche Phosphor-Plattform DPP e.V. (2024): Phosphorrückgewinnungsverfahren: Aktueller Stand, S. 3.

¹⁴ Vgl. Ebd., S. 21.



- **Erzeugung, Nutzung und Absatz regenerativer Energien**

Erneuerbare Energien sind mittlerweile die wichtigste Stromquelle für Deutschland. Sie sind von zentraler Bedeutung für Klimaschutz und Versorgungssicherheit.¹⁵ Überschüssige Wärme kann in elektrische Energie umgewandelt und in das Fernwärmenetz eingespeist und nutzbar gemacht werden.

Die Erzeugung von nicht volatilem Strom kommt eine hohe Bedeutung zu. Dies soll die Anlage in einem ORC Prozess abbilden. Die Bereitstellung von Raumwärme, die CO₂-frei ist, stellt ebenfalls ein mehr als starkes Argument für die geplante Anlage dar.

¹⁵ Vgl. <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Dossier/erneuerbare-energien.html>.



Anlagen

Sämtliche, diesem Businessplan zugrundeliegenden Wirtschaftlichkeitsberechnungen und die betreffende Beschreibung sind wie folgt zugefügt:

- KS-Verwertung Businessplan 1 (04-03-25)
- KS-Verwertung Businessplan 2 (04-03-25)
- Erläuterungen zur KS-Verwertung (04-03-25)



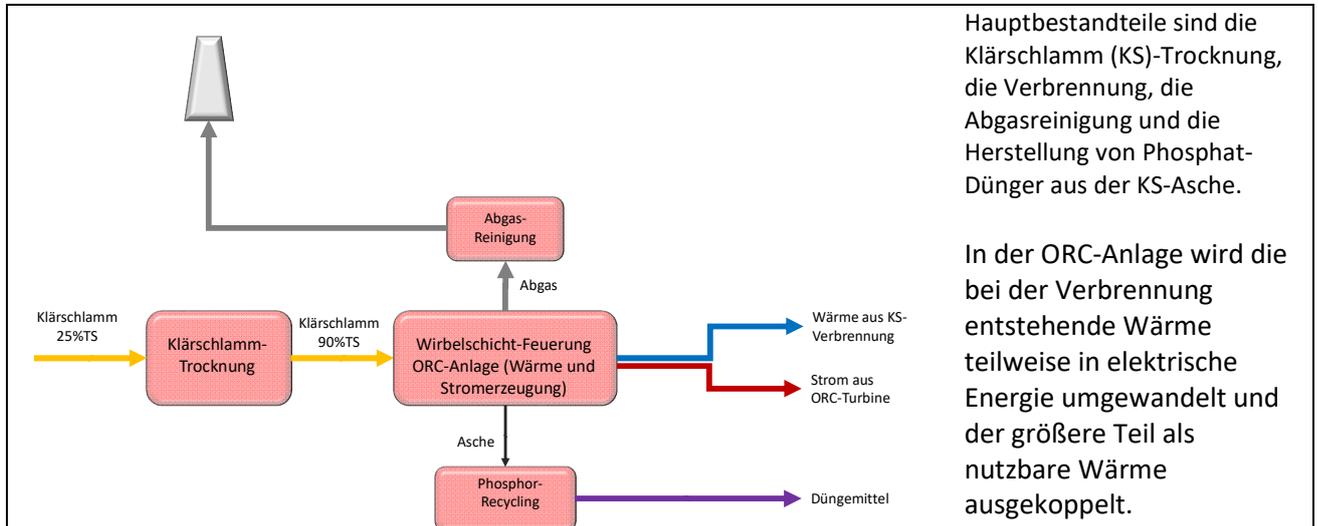


Universitätsstadt Gießen
Berliner Platz 1
35390 Gießen



Erläuterungen zur geplanten Klärschlammverwertung in Gießen

Verfahrensschema und Funktion



Daten der geplanten Anlage

Verwertungskapazität ca.		25.000 t/a
Trockensubstanzgehalt (TS-Gehalt):	bei Anlieferung	25 %
	nach Trocknung	90 %
Feuerungsleistung der Wirbelschicht ca.		3,5 MW
Elektrische Leistung der ORC-Anlage ca.		0,5 MW
Wärmeleistung ca.		2,5 MW
Düngemittelproduktion ca.		1.250 t/a
Gesamte Investition (Anlagen, Hochbau, Grundstück) ca.		25 Mio. €

Organisatorisches

Betreibergesellschaft: Mittelhessische Klärschlammverwertung GmbH (vorauss.)
 Operative Betriebsführung: Mittelhessische Klärschlammverwertungs-Service GmbH (vorauss.)

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Finanzierung durch Kredite, Laufzeit 20 Jahre, Zinssatz 3,5 bis 5 %;
 optional öffentlich Förderung
 Nutzungsdauer < 30 Jahre;
 Umsatzerlöse und Erträge aus Wärme-, Strom- und Düngemitteln sowie für KS-Entsorgung;
 Aufwendungen für Personal, Verwaltung, Versicherung, Steuern, Dienstleistungen sowie Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe;

Details der Wirtschaftlichkeitsrechnung

In die Betrachtung werden folgenden Parameter einbezogen:

1. Betrachtungszeitraum: 30 Jahre (s. o.)
2. Inflationsrate 2,85 %
3. Vergütungssatz für den von der Anlage verarbeiteten Klärschlamm („Gate fee“) 100 €/t
4. Auslastung bzw. verarbeitete KS-Menge
5. Darlehenszins bei einer 100%igen Finanzierung

Die Berechnung wird für drei Szenarien durchgeführt: **worst** - **real** - **best**. Darin werden für die Auslastung und für den Darlehenszins folgende Werte eingesetzt:

Zu 4: Auslastung für worst-real-best: 80%, 90% und 100% entsprechend 25.000 t/a.

Zu 5: Darlehenszins für worst-real-best: 5,0; 3,79 und 3,5 %p.a.

Der Zeithorizont von 30 Jahren resultiert aus der erwarteten Mindest-Nutzungszeit der Anlage. Bei den Betriebskosten werden für Wartung und Instandhaltung 0,25 Mio. EUR/a eingesetzt. Mit diesem Budgetansatz und der damit ermöglichten intensiven Wartung im Rahmen der operativen Betriebsführung wird eine hohe Verfügbarkeit und eine lange Nutzungsdauer sichergestellt.

Businesspläne, Gewinn- und Verlustrechnungen

In den Businessplänen (1) und (2) werden die betriebswirtschaftlich relevanten jährlichen Einnahmen und Ausgaben in einer Gewinn- und Verlustrechnung GuV zu dem jeweiligen Jahresergebnis zusammengeführt. Darin sind die Daten der OPEX-Berechnung (Betriebskosten) und der Erlös- und Ertragsrechnung gleich. Es unterscheiden sich lediglich die CAPEX-Zahlen (Kapitaldienst €/a). Diese werden in unterschiedlicher Weise berechnet:

- In Businessplan (1) werden Zinsen und Tilgung getrennt aufgeführt. Die Tilgung ist ein jährlich konstanter Betrag 1,25 Mio. €, entsprechend einer linearen Abschreibung innerhalb von 20 Jahren. Die Zinsbeträge sind die Mittelwerte der Zinszahlungen innerhalb der gesamten Laufzeit von 20 Jahren. Dadurch ergibt sich am Anfang ein hoher Wert, der im Lauf der Jahre in dem Maße kleiner wird, wie die Zinszahlung durch den verbleibenden jeweiligen Restkredit abnimmt.
- In Businessplan (2) werden Zinsen und Tilgung zu einer über die Laufzeit konstanten jährlichen Zahlung („konstante Annuität“) zusammengefasst.

Kapitalwert

Bei der Kapitalwertbetrachtung wird ein Kapitalwert aus den Barwerten für Erlöse und Aufwendungen eines jeden Jahres während der gesamten Laufzeit berechnet. Die Barwerte werden aus den Zeitwerten des jeweiligen Jahres auf das erste Jahr mit dem angesetzten Zinssatz abdiskontiert. Die jährlichen Zinsbeträge sind in dieser Betrachtung als Aufwendungen enthalten, nicht jedoch die Tilgungsbeträge. Die Summe der (konstanten) Tilgungswerte wird bei der Kapitalwertberechnung berücksichtigt: Die Einzelwerte (=Barwerte) werden aufsummiert und von dieser Summe wird der gesamte Investitionsbetrag abgezogen.

So liefert die Kapitalwertbetrachtung auf das erste Jahr zurückgerechnete Gesamtergebnisse für die gesamte Laufzeit. Für ein betriebswirtschaftlich erfolgreiches Projekt muss dieser Wert mindestens den Wert Null oder höher aufweisen.

Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Kapitalwerte

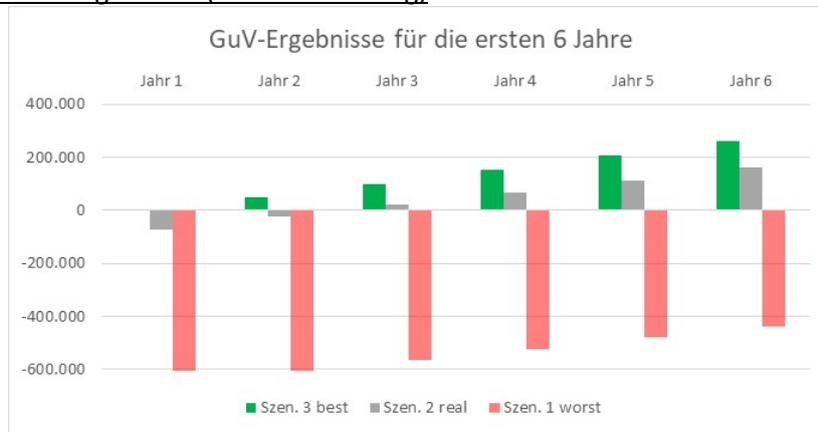


Mit dem Szenarium 1 „worst“ wird kein auskömmliches Ergebnis erzielt, verursacht durch eine Auslastung von 80% in Verbindung mit einem Zins von 5%p.a.

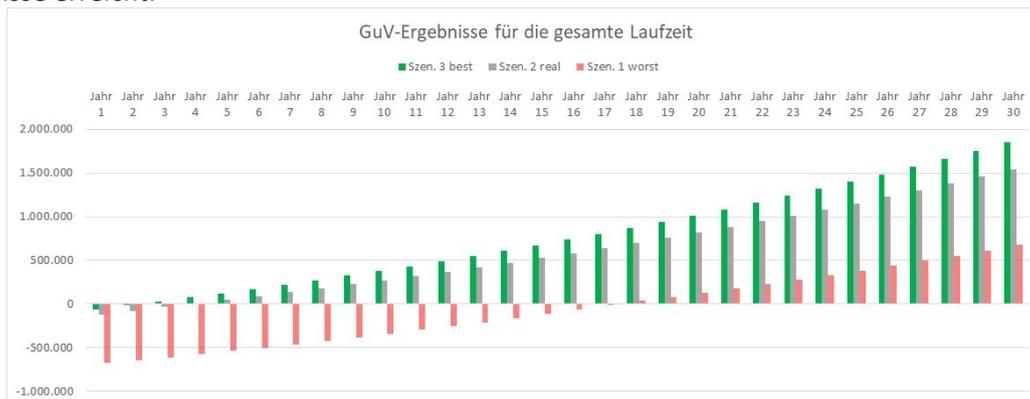
Dagegen wird mit dem Szenarium 2 „real“ bei 90% Auslastung und 3,79% p.a. Zins das Kriterium eines betriebswirtschaftlich auskömmlichen Projekts erfüllt.

Mit den im Projekt angestrebten Kriterien einer 100%igen Auslastung bei 3,5% Zins ergibt sich ein erfolgreiches Ergebnis.

Zeitlicher Verlauf der Ergebnisse (GuV-Berechnung)



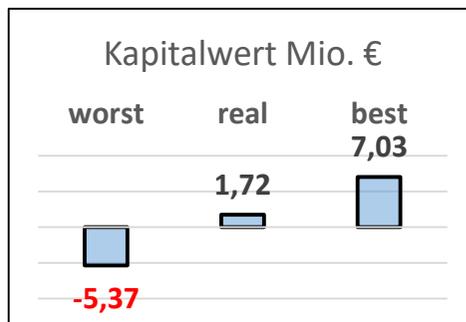
Das Szenarium 3 „best“ weist bereits ab dem dritten Betriebsjahr positive Ergebnisse auf, gefolgt von dem Szenarium 2 „real“ im vierten Jahr, während das Szenarium 1 „worst“ fortlaufend negative Ergebnisse erreicht.



Das Diagramm mit den Ergebnissen für die gesamte Laufzeit veranschaulicht den zu erwartender betriebswirtschaftlicher Verlauf für die verschiedenen Szenarien. Daraus geht die wirtschaftliche Überlegenheit des angestrebten Szenariums 3 hervor. Die insgesamt hohen positiven Ergebnisse der Vorschau lassen für das Projekt mit den Parametern gemäß Szenarium 3 (100% Auslastung, Zinssatz 3,5%) eine hohe Resilienz des Vorhabens gegenüber in der Zukunft eventuell auftretenden nachteiligen Änderungen der hier eingesetzten Parameter erwarten.

Gießen/Stolberg, den 04.03.2025 - Prof. Dr. Fritz Richarts

Investition	€
KS-Technik, ORC-Anlage	18.300.000
Wärmepumpen	400.000
Dienstleistungen, ca.	900.000
Summe Anlagen	19.600.000
Gesamtinvestition	
Grundstück	1.200.000
Baumaßnahmen	4.200.000
Anlagenkosten	19.600.000
Projektbudget, Gesamtbetrag	25.000.000



Tilgung	20	Jahre	€/a
Betrag			1.250.000

	Szenarium	1	2	3
		worst	real	best
Auslastung	-	80%	90%	100%
Zinssatz	-	5,00%	3,79%	3,50%
KS-Jahresmenge	t/a	20.000	22.540	25.000

CAPEX Berechnung progressive Tilgung (Abschreibung)				
konstante Annuität				
Zins+Tilgung	%p.a.	8,02%	7,22%	7,04%
CAPEX, Summe	€/a	2.006.065	1.805.500	1.759.027

OPEX-Berechnung				
Wartung+Inst.haltung	1,0%			
Wartung+Inst.haltung	€/a	250.000	250.000	250.000
Verbrauchsgeb. Kosten				
Heizöl	€/a	16.000	18.032	20.000
Schwefelsäure	€/a	52.000	58.604	65.000
Natriumbicarbonat	€/a	220.000	247.942	275.000
Aktivkohle	€/a	76.000	85.653	95.000
Trinkwasser	€/a	60.000	67.621	75.000
RGR-Rückstände	€/a	104.160	117.389	130.200
Abwasser	€/a	80.000	90.161	100.000
Summe Verbrauchsgeb. Kosten		608.160	685.402	760.200
OPEX-Übersicht €/a				
Verbrauchsgebundene Kosten		608.160	685.402	760.200
Wartung+Inst.haltung		250.000	250.000	250.000
Personal, Verwaltung, Versicherung		550.000	550.000	550.000
OPEX Summe		1.408.160	1.485.402	1.560.200

Jahr	Szenarium	worst	real	best
	Zinssatz	5,00%	3,79%	3,50%
	Tilgung	Zinsen	Zinsen	Zinsen
	€/a	€/a	€/a	€/a
1	1.250.000	1.070.938	811.771	749.656
2	1.250.000	1.013.438	768.186	709.406
3	1.250.000	955.938	724.601	669.156
4	1.250.000	898.438	681.016	628.906
5	1.250.000	840.938	637.431	588.656
6	1.250.000	783.438	593.846	548.406
7	1.250.000	725.938	550.261	508.156
8	1.250.000	668.438	506.676	467.906
9	1.250.000	610.938	463.091	427.656
10	1.250.000	553.438	419.506	387.406
11	1.250.000	495.938	375.921	347.156
12	1.250.000	438.438	332.336	306.906
13	1.250.000	380.938	288.751	266.656
14	1.250.000	323.438	245.166	226.406
15	1.250.000	265.938	201.581	186.156
16	1.250.000	208.438	157.996	145.906
17	1.250.000	150.938	114.411	105.656
18	1.250.000	93.438	70.826	65.406
19	1.250.000	35.938	27.241	25.156
20	1.250.000	0	0	0
Mittelwerte	1 bis 20 a	525.766	398.530	368.036

Erlöse für Wärme	€/MWh-th	100		
Strom	€/MWh-el	160		
Dünger	€/t	150		
KS-Verw. Satz Gate Fee	€/t	100,0		
Wärmeabgabe	MWh/a	6.326	7.907	8.770
Stromabgabe	MWh/a	21,6	27,0	30,0
Düngemittelverkauf	t/a	902	1.127	1.250
Wärmeabgabe	€/a	632.568	790.710	877.000
Stromabgabe	€/a	3.462	4.328	4.800
Düngerabgabe	€/a	135.241	169.051	187.500
Summe Erlöse	€/a	771.271	964.089	1.069.300
KS-Gutschrift	€/a	2.000.000	2.254.019	2.500.000
Gutschriften und Erlöse	€/a	2.771.271	3.218.108	3.569.300
CAPEX und OPEX	€/a	-3.414.225	-3.290.902	-3.319.227
Ergebnis	€/a	-642.953	-72.794	250.073

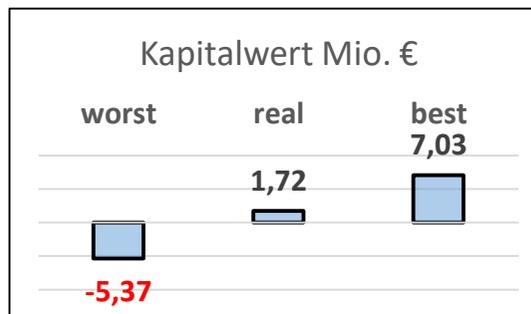
Investition	€
KS-Technik, ORC-Anlage	18.300.000
Wärmepumpen	400.000
Dienstleistungen, ca.	900.000
Summe Anlagen	19.600.000
Gesamtinvestition	
Grundstück	1.200.000
Baumaßnahmen	4.200.000
Anlagenkosten	19.600.000
Projektbudget, Gesamtbetrag	25.000.000

Tilgung	20	Jahre	€/a
Betrag			1.250.000

	Szenarium	1	2	3
		worst	real	best
Auslastung	-	80%	90%	100%
Zinssatz	-	5,00%	3,79%	3,50%
KS-Jahresmenge	t/a	20.000	22.540	25.000

CAPEX Berechnung	konstante Tilgung, lineare Abschreibung			
Tilgung	€/a	1.250.000	1.250.000	1.250.000
Zinsen	€/a	525.766	398.530	368.036
CAPEX, Summe	€/a	1.775.766	1.648.530	1.618.036

OPEX-Berechnung				
Wartung+Inst.haltung	1,0%			
Wartung+Inst.haltung	€/a	250.000	250.000	250.000
Verbrauchsgeb. Kosten				
Heizöl	€/a	16.000	18.032	20.000
Schwefelsäure	€/a	52.000	58.604	65.000
Natriumbicarbonat	€/a	220.000	247.942	275.000
Aktivkohle	€/a	76.000	85.653	95.000
Trinkwasser	€/a	60.000	67.621	75.000
RGR-Rückstände	€/a	104.160	117.389	130.200
Abwasser	€/a	80.000	90.161	100.000
Summe Verbrauchsgeb. Kosten		608.160	685.402	760.200
OPEX-Übersicht				
Verbrauchsgebundene Kosten	€/a	608.160	685.402	760.200
Wartung+Inst.haltung		250.000	250.000	250.000
Personal, Verwaltung, Versicherung		550.000	550.000	550.000
OPEX Summe		1.408.160	1.485.402	1.560.200



Jahr	Szenarium	worst	real	best
	Zinssatz	5,00%	3,79%	3,50%
	Tilgung	Zinsen	Zinsen	Zinsen
	€/a	€/a	€/a	€/a
1	1.250.000	1.070.938	811.771	749.656
2	1.250.000	1.013.438	768.186	709.406
3	1.250.000	955.938	724.601	669.156
4	1.250.000	898.438	681.016	628.906
5	1.250.000	840.938	637.431	588.656
6	1.250.000	783.438	593.846	548.406
7	1.250.000	725.938	550.261	508.156
8	1.250.000	668.438	506.676	467.906
9	1.250.000	610.938	463.091	427.656
10	1.250.000	553.438	419.506	387.406
11	1.250.000	495.938	375.921	347.156
12	1.250.000	438.438	332.336	306.906
13	1.250.000	380.938	288.751	266.656
14	1.250.000	323.438	245.166	226.406
15	1.250.000	265.938	201.581	186.156
16	1.250.000	208.438	157.996	145.906
17	1.250.000	150.938	114.411	105.656
18	1.250.000	93.438	70.826	65.406
19	1.250.000	35.938	27.241	25.156
20	1.250.000	0	0	0
Mittelwerte	1 bis 20 a	525.766	398.530	368.036

Erlöse für Wärme	€/MWh-th	100		
Strom	€/MWh-el	160		
Dünger	€/t	150		
KS-Verw. Satz Gate Fee	€/t	100,0		
Wärmeabgabe	MWh/a	6.326	7.907	8.770
Stromabgabe	MWh/a	21,6	27,0	30,0
Düngemittelverkauf	t/a	902	1.127	1.250
Wärmeabgabe	€/a	632.568	790.710	877.000
Stromabgabe	€/a	3.462	4.328	4.800
Düngerabgabe	€/a	135.241	169.051	187.500
Summe Erlöse	€/a	771.271	964.089	1.069.300
KS-Gutschrift	€/a	2.000.000	2.254.019	2.500.000
Gutschriften und Erlöse	€/a	2.771.271	3.218.108	3.569.300
CAPEX und OPEX	€/a	-3.183.926	-3.133.932	-3.178.236
Ergebnis	€/a	-412.654	84.176	391.064