

**Magistrat der Reformationsstadt Homberg (Efze)
Kreisstadt des Schwalm-Eder-Kreises**



**Homberg (Efze):
Neuregelung der zukünftigen Abwasserreinigung
im Stadtteil Dickershausen**

STUDIE

April 2021

INHALT	SEITE
1	VERANLASSUNG 1
2	BESTAND 2
3	VARIANTENBETRACHTUNG 5
3.1	Allgemeines..... 5
3.2	Variante 1 – Anschluss an Malsfeld bleibt erhalten..... 5
3.3	Variante 2 – Eigenlösungen für Dickershausen 6
3.4	Variante 3 – Anschluss an die Kläranlage in Niederbeisheim..... 9
3.5	Vergleich der Varianten..... 18
3.6	Vergleich der Abwasserkosten der Varianten 20
3.7	Vergleich der Investitionskosten der Varianten..... 22
4	WIRTSCHAFTLICHKEITSBERECHNUNG 23
4.1	Lebenszykluskosten..... 23
4.2	Grundlagen und Randbedingungen..... 23
4.3	Jahreskosten der Varianten..... 24
4.4	Investitionskosten 24
4.5	Reinvestitionskosten 25
4.6	Laufende Kosten 25
4.7	Projektkostenbarwert..... 25
5	EMPFEHLUNG..... 29
6	ZUSAMMENFASSUNG..... 30

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Seite

Abbildung 1:	Ganglinie der Abwasserparameter	3
Abbildung 2:	Ganglinie der jährlichen Abwassermengen	4
Abbildung 3:	Kläranlage Malsfeld – Überschwemmungsgebiet	6
Abbildung 4:	Kläranlage Dickershausen – Lageplanskizze	7
Abbildung 5:	Kläranlage Dickershausen – Fotomontage	7
Abbildung 6:	Kläranlage Niederbeisheim - Lageplanskizze	10
Abbildung 7:	Kläranlage Niederbeisheim – Luftbild	11
Abbildung 8:	Druckleitung Dickershausen – Übergabepunkt – Lageplanskizze	13
Abbildung 9:	Druckleitung Dickershausen – Übergabepunkt – Längsschnitt	14
Abbildung 10:	Druckleitung Dickershausen – Übergabepunkt – Foto 1 der Trasse	15
Abbildung 11:	Druckleitung Dickershausen – Übergabepunkt – Foto 2 der Trasse	15
Abbildung 12:	Druckleitung Dickershausen – Übergabepunkt – Foto 3 der Trasse	16
Abbildung 13:	Vergleich der spezifischen Abwasserkosten der Varianten 2 und 3	20
Abbildung 14:	Vergleich der Jahreskosten der Varianten 2 und 3	21
Abbildung 15:	Projektkostenbarwerte der Varianten	26
Abbildung 16:	Projektkostenbarwerte in Abhängigkeit des Zinssatzes	27
Abbildung 17:	Projektkostenbarwerte in Abhängigkeit der Änderung der Investitionskosten.....	27

TABELLENVERZEICHNIS

Seite

Tabelle 1:	Jahresabwassermenge 2013 bis 2020	3
Tabelle 2:	Zusammenfassung der Investitionskosten Variante 2 - Eigenlösung	9
Tabelle 3:	Belastung der Kläranlage Niederbeisheim.....	12
Tabelle 4:	Jahresschmutzwassermenge der Kläranlage Niederbeisheim	12
Tabelle 5:	Zusammenfassung der Investitionskosten Variante 3 – KA Niederbeisheim	18
Tabelle 6:	Brutto-Investitionskosten der Varianten	22

ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1	Projektkostenbarwert und Kostenreihe
Anlage 2	Variante 2 – Eigenlösung: Kostenschätzung
Anlage 3	Variante 2 – Eigenlösung: KA Dickershausen – Betriebs- und Energiekosten
Anlage 4	Variante 2 – Eigenlösung: Jahreskostenberechnung
Anlage 5	Variante 3 – KA Niederbeisheim: Kostenschätzung
Anlage 6	Variante 3 – KA Niederbeisheim: KA-Niederbeisheim – Betriebs- und Energiekosten
Anlage 7	Variante 3 – KA Niederbeisheim: Jahreskostenberechnung

1 VERANLASSUNG

Im Homberger Stadtteil Dickershausen wurde in den Jahren 1996/1997 die Kanalisation als Mischwasserkanalisation grundhaft erneuert. In diesem Zuge wurde der Stadtteil an die Abwasserreinigung der Gemeinde Malsfeld angeschlossen. Die Mischwasserkanalisation entwässert im freien Gefälle Richtung Malsfeld-Sipperhausen. Die Kläranlage der Gemeinde Malsfeld befindet sich im Fuldataal. Für die Abrechnung zwischen der Gemeinde Malsfeld und der Stadt Homberg (Efze) wurde an der Gemarkungsgrenze ein Übergabe- und Zählerschacht errichtet.

Die Gemeinde Malsfeld hat den Vertrag für die Übernahme des gedrosselten Mischwassers gekündigt.

Diese neuen Randbedingungen haben die Kreisstadt Homberg (Efze) veranlasst, über die zukünftige Abwasserreinigung nachzudenken. Der Magistrat hat daher das Büro

UNGER ingenieure
Ingenieurgesellschaft mbH
Waßmuthshäuser Straße 36
34576 Homberg (Efze)

mit einer Studie zur zukünftigen Abwasserreinigung des Stadtteils Dickershausen beauftragt. Die Studie kommt hiermit zur Vorlage.

2 BESTAND

Die Kanalisation im Stadtteil Dickershausen wurde nach den Planungen:

- Genehmigungsplanung
Entwässerung Dickershausen
Ingenieurbüro Horst Unger, 1996
- Genehmigungsplanung
Erweiterung der Mischwasserkanalisation
UNGER ingenieure Ingenieurgesellschaft mbH, 2001
- Sofortprogramm Land Hessen
Erweiterung der Mischwasserkanalisation
UNGER ingenieure Ingenieurgesellschaft mbH, 2001

grundhaft erneuert. Der Stadtteil entwässert über eine Mischwasserkanalisation mit Stauraumkanal für die Regenwasserbehandlung.

Für den Stadtteil Dickershausen gibt es die folgenden Kenndaten:

Einwohner - Einwohnermeldeamt 2016:	195	E
Einwohnergleichwerte – EW:	250	EW
Mittlere Jahresbelastung:	175	EW
Abwasserparameter – Mittelwert 2009 - 2020:		
BSB ₅	70	mg/l
CSB	148	mg/l
NH ₄ -N	17,7	mg/l
Entwässerung:	Mischkanalisation	
Jahresabwassermenge – Mittelwert 2013 bis 2020:	46.287	m ³ /a
Trinkwasserverbrauch 2019 – 2020 = SW-Menge:	8.716	m ³ /a
	122	l/E-d
Fremd- und Regenwasser:	37.571	m
Regenwasser (abgeschätzt):	4.700	m ³
Fremdwasser (abgeschätzt) 2013 bis 2020:	32.800	m ³
	370	%
SMUSI 1996:		
Einzugsgebiet:	15,49	ha
Befestigte Fläche:	5,77	ha
Volumen Stauraumkanal-Dickershausen:	157	m ³
Übergabeschacht:		
Ist-Drosselablauf Q _{ab} :	10	l/s
Studie-Drosselablauf Q _{ab} :	3	l/s

Die Ganglinie der maßgebenden Parameter des Abwassers sind in Abbildung 1 aufgetragen. Durch den Fremd- wasseranteil von etwa 370 % liegt bei den Konzentrationen eine starke Verdünnung vor.

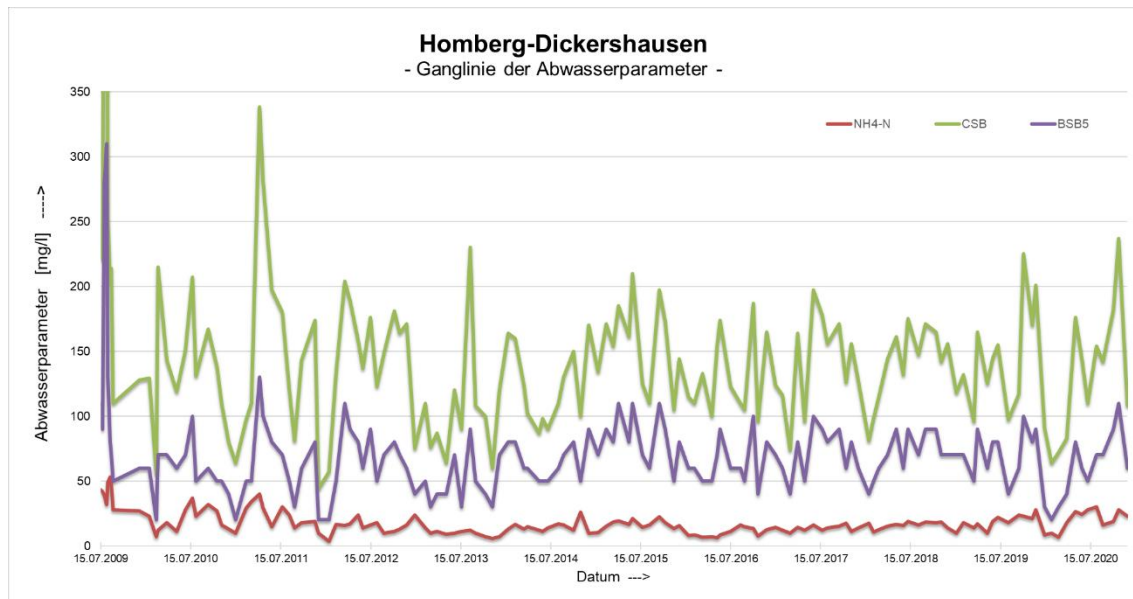


Abbildung 1: Ganglinie der Abwasserparameter
Quelle: Daten der Eigenkontrolle

Die Jahresmengen von 2013 bis 2020 zeigen einen sehr starken klimatischen Einfluss auf die jährliche Abwassermenge.

Jahr	Abwassermenge
2013	72.399 m³/Jahr
2014	60.321 m³/Jahr
2015	43.036 m³/Jahr
2016	50.490 m³/Jahr
2017	73.436 m³/Jahr
2018	38.952 m³/Jahr
2019	15.638 m³/Jahr
2020	16.025 m³/Jahr

Tabelle 1: Jahresabwassermenge 2013 bis 2020

In Abbildung 2 sind die Daten aus der Tabelle als Ganglinie aufgetragen. Deutlich erkennbar ist der starke klimatische Einfluss in den letzten Jahren. In den beiden trockenen Jahren 2019 und 2020 beträgt der Anteil der Jahresabwassermenge gegenüber den nassen Jahren 2013 bis 2017 nur noch 26 %.

Die Kanalisation im Stadtteil Dickershausen wurde in den Jahren 1997, 2002, 2008 und 2011 grundhaft erneuert. Sie entspricht damit - auch in punkto Dichtigkeit - dem heutigen Stand der Technik. Dickershausen liegt in einem Taleinschnitt mit Feuchtwiesen oberhalb des Stadtteils. Die Lagebezeichnung „*Borngartenwiesen*“ zeigt auf

die historische Bedeutung. Dieser Bereich ist auch das Quellgebiet der Rhünda. Daher wird vermutet, dass der größte Fremdwasseranteil über die private Kanalisation (Hausdrainagen) in die öffentliche Kanalisation gelangt.

Dieser hohe Fremdwasser Anteil ist ein generelles Problem, welches sich ohne größere Maßnahmen nicht abstellen lässt. Die Ableitung von Grundwasser in die öffentliche Kanalisation ist zwar gesetzlich nicht gestattet, jedoch in der Praxis üblich, da die meisten Unterkellerungen von Gebäuden keine *Weißer Wanne*¹ haben. Damit ist eine nachträgliche Stilllegung von Dränagen meistens nicht möglich.

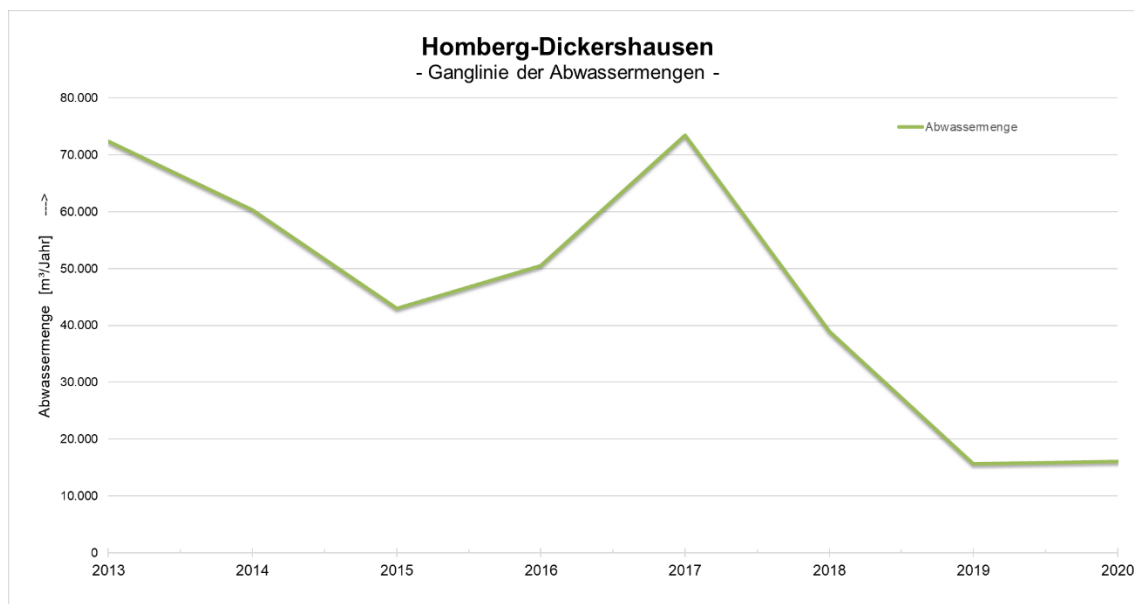


Abbildung 2: Ganglinie der jährlichen Abwassermengen

Quelle: Daten der Eigenkontrolle

Der Anschluss an die Gemeinde Malsfeld erfolgte etwa im Jahr 1997. Für die Ableitung des Abwassers gibt es einen Übergabeschacht mit einer Zählleinrichtung für die Abwassermenge.

Der seinerzeit mit der Gemeinde Malsfeld geschlossene Vertrag für die Abwasserentsorgung ist uns nicht bekannt. Es ist auch nicht bekannt, ob seinerzeit von der Stadt Homberg (Efze) ein Investitionskostenzuschuss für die Kanalisation, Regenwasserbehandlung und Kläranlage in Malsfeld gezahlt wurde. Teile der Abwasserreinigung haben Abschreibungszeiten bis zu 50 Jahren. Bei einem zukünftig möglichen anderen Entsorgungsweg müsste geprüft werden, ob ein Investitionskostenzuschuss gezahlt wurde und inwieweit der Stadt Homberg (Efze) aus dem Restbuchwert der Anlagen eine mögliche Rückzahlung zusteht.

¹ Weiße Wanne: wasserdichte Bauweise mit WU-Beton

3 VARIANTENBETRACHTUNG

3.1 Allgemeines

Für die Betrachtung und den Vergleich der Varianten ist es wichtig, dass bei allen Varianten die Berechnungen und Kostenermittlung mit den gleichen Randbedingungen aufgestellt werden. Die Kostenermittlung basiert auf einer Vergleichskostenrechnung. Dies bedeutet, dass alle für die wirtschaftliche Vergleichbarkeit notwendigen Kosten ermittelt und in die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einfließen. Daher wurden bei den jeweiligen Kostenermittlungen auch nur die Vergleichskosten berücksichtigt. Nur so ist ein späterer Vergleich der Varianten möglich.

In der Studie werden die folgenden Varianten betrachtet:

- Variante 1: Anschluss nach Malsfeld bleibt erhalten
- Variante 2: Eigenlösung
- Variante 3: Anschluss an die Kläranlage des Abwasserverbands Oberes Beisetal

3.2 Variante 1 – Anschluss an Malsfeld bleibt erhalten

Nach der derzeitigen Sachlage sprechen gegen eine weitere Zusammenarbeit mit der Gemeinde Malsfeld bei der Abwasserableitung und Abwasserreinigung die folgenden Punkte:

- Das Gewerbegebiet in Ostheim hat sich in den letzten Jahren gut entwickelt. Auch in den nächsten Jahren soll weiteres Gewerbe dort angesiedelt werden. Hierfür sind im Bereich der Abwasserableitung, Regenwasserbehandlung und Abwasserreinigung zusätzliche Kapazitäten erforderlich. Durch die Abtrennung des Stadtteils Dickershausen werden Kapazitäten frei; insbesondere durch den hohen Fremdwasseranteil in Dickershausen bei der Hydraulik und Regenwasserbehandlung.
- Die vorhandene Teichkläranlage im Fuldata ist auf 9.800 EW ausgelegt. Im Bestand sind keine Reserven mehr vorhanden. Eine Erweiterungsmöglichkeit der Kläranlage wird durch das vorhandene System (Teichkläranlage) und die Flächenverfügbarkeit (Überschwemmungsgebiet – siehe Abbildung 3) nicht gesehen.
- Das vorhandene System der Kläranlage (Teichkläranlage) ist hinsichtlich einer Kapazitätsoptimierung sehr unflexibel. Daher wird die Möglichkeit einer Kapazitätserhöhung im Bestand nicht gesehen.
- Der Stadtteil Homberg-Dickershausen hatte in den vergangenen Jahren einen hohen Fremdwasseranteil. Erst durch die letzten drei trockenen Jahre ist dieser deutlich zurückgegangen. Das Abrechnungssystem mit der Gemeinde Malsfeld bezieht sich auf den Trinkwasserverbrauch. Aus diesem Grund sieht die Gemeinde Malsfeld in den Jahren 2013 bis 2017 bei sich einen Verlust von etwa 132.127 €. Die Berechnung der Gemeinde Malsfeld bezieht sich auf die jeweiligen Jahresschmutzwassermengen.

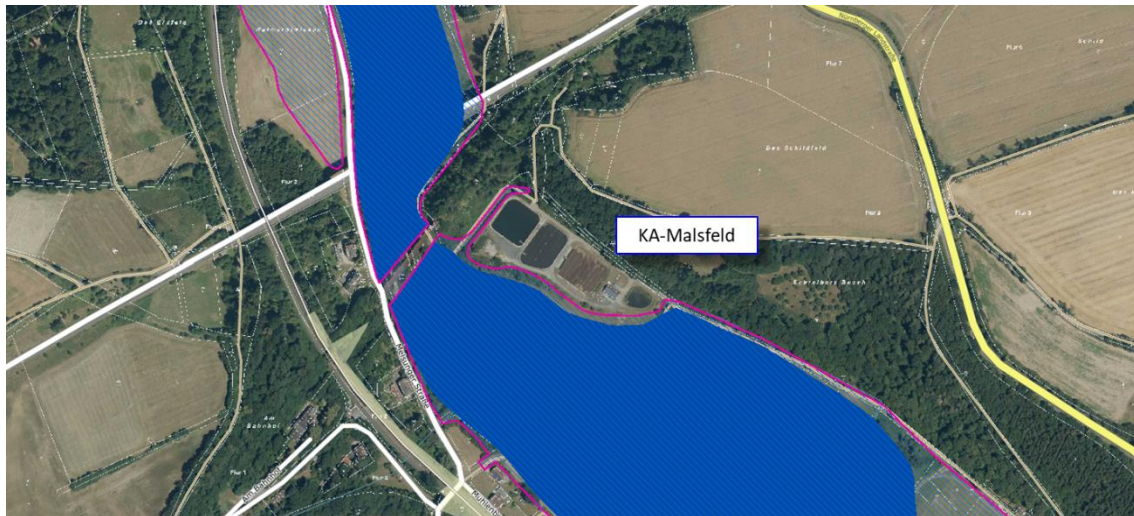


Abbildung 3: Kläranlage Malsfeld – Überschwemmungsgebiet

Quelle: www.geoportal.hessen.de

Der Sachstand und die Informationen wurden bei einem Gespräch mit Bürgermeister Vaupel und nach Rücksprache mit dem Planungsbüro Oppermann, Herrn Dr. Born, gewonnen.

Eine Fortführung der Abwasserableitung zur Gemeinde Malsfeld wird aus der heutigen Sicht nicht gesehen.

3.3 Variante 2 – Eigenlösungen für Dickershausen

Bei Variante 2 wird im Rahmen der Studie eine Eigenlösung für die Abwasserreinigung des Stadtteils Dickershausen aufgestellt.

Die Einleitung des Abwassers würde in das Gewässer Rhünda erfolgen. Das Gewässer hat an der Einleitstelle ein Einzugsgebiet von etwa 6,41 km². Die Einleitstelle liegt in der Trinkwasserschutzzone IIIB des Tiefbrunnens Hegeholz der Gemeinde Malsfeld. Für die Anforderungen an die Abwasserreinigung wird aufgrund der Gewässersituation eine Stickstoffelimination mit Nitrifikation und Denitrifikation sowie eine P-Elimination angesetzt.

Als Konzept der Abwasserreinigung wird das Verfahren Biocos gewählt. Dieses Konzept wurde schon bei den beiden Kläranlagen in Lembach und Roppershain realisiert. Die Kläranlage Roppershain ist seit 2005 und die Kläranlage Lembach seit 2006 in Betrieb. Beide Anlagen haben eine robuste Verfahrenstechnik, einen geringen Wartungsaufwand und eine gute Reinigungsleistung.

In Abbildung 4 ist in der Lageplanskizze der mögliche Standort der Kläranlage eingetragen. In diesem Bereich verläuft auch der Abwassersammler Richtung Malsfeld. Abbildung 5 zeigt für den Standort eine Fotomontage der Kläranlage mit dem System Biocos.

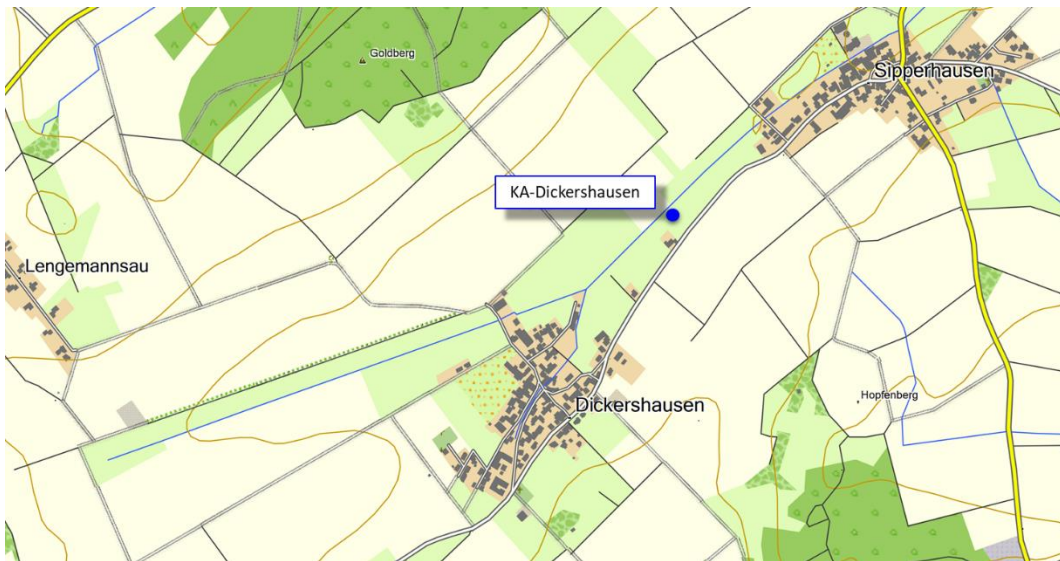


Abbildung 4: Kläranlage Dickershausen – Lageplanskizze



Abbildung 5: Kläranlage Dickershausen – Fotomontage

Für den Neubau der Kläranlage Dickershausen ergeben sich die folgenden Kenndaten:

Kläranlage Dickershausen:

Auslegung:	250 EW
Mittlere Jahresbelastung:	175 EW
Jahresabwassermenge:	46.300 m ³ /a
Tageswassermenge:	153 m ³ /d
TW-Zulauf:	1,8 l/s

RW-Zulauf:	3,0 l/s
Zulaufpumpwerk:	
Anzahl der Pumpen:	2 Stück
Pumpentyp:	trockenaufgestellte Kreiselpumpen
Belebungsbecken - Biocos:	
Anzahl:	1 Stück
Volumen:	45 m ³
Beckentiefe:	3,50 m
Nachklärung – SU-Becken:	
Anzahl:	2 Stück
Volumen:	2 • 23 = 46 m ³
Schlammstapelbehälter:	25 m ³

Zu der Variante einige Erläuterungen:

- Kläranlagen mit der Größenordnung von 250 EW werden normalerweise nur bei einer Trennkanalisation eingesetzt. Die Erfahrungen mit den beiden Kläranlagen in Lembach und Roppershain haben aber gezeigt, dass der Einsatz bei einer **Mischwasserkanalisation** keine Probleme hervorruft. Wichtig ist die maximale Beschickung der Kläranlage im Regenwetterfall von $2 \cdot Q_s + Q_f$ (zweifache Schmutzwasser- plus Fremdwassermenge). Für den Standort Dickershausen bedeutet dies für den Regenwetterfall einen maximalen Zulauf von 3,0 l/s.
- Für die **Regenwasserbehandlung** erfolgt der Nachweis für die Einhaltung des Stands der Technik mit einer Schmutzfrachtsimulation über die Software SMUSI (**S**chmutzfrachts**i**mulation). Die letzte SMUSI stammt aus dem Jahr 1996. Die Berechnung erfolgte damals mit der Version 3.1. Bei dieser Version wurde das Absetzverhalten bei größeren Rohrmennweiten im Kanalisationssystem noch nicht berücksichtigt. Auch wurde bei dieser Berechnung eine Einleitung von Mischwasser aus einem Stauraumkanal in Lengemansau mitberücksichtigt. Im Vergleich zu den beiden Regenwasserbehandlungsanlagen in den Stadtteilen Lembach und Roppershain müsste das vorhandene Stauvolumen in Dickershausen auch für eine Drosselwassermenge von 3,0 l/s ausreichen. Der genaue Nachweis kann aber erst durch eine neue SMUSI-Berechnung erbracht werden.
- Problematisch ist der hohe **Fremdwasseranteil** von 370 % mit der starken Abhängigkeit von den niederschlagsreichen Zeiten. Es wird vermutet, dass der hohe Fremdwasseranteil durch angeschlossene Hausdrainagen entsteht. Hier müsste über kontinuierliche Abflussmessungen an verschiedenen Standorten im Kanalsystem und ergänzende TV-Befahrung die Quellen des Fremdwassereintritts ermittelt werden. Mit diesen Informationen sollte dann versucht werden, zusammen mit den Anwohnern / Hausbesitzern die Fremdwassermenge im Kanalsystem zu reduzieren. Der hohe Fremdwasseranteil ist ein generelles Problem und nicht nur auf diese Variante beschränkt.
- Die Kriterien für einen möglichen **Standort der Kläranlage** sind die Nähe zu dem vorhandenen Abwassersammler und zu dem Gewässer. Auch die Gemarkungsgrenze zu Malsfeld spielt bei der Standortbestimmung eine Rolle. Bei einer weiteren Betrachtung dieser Variante müssten zunächst Gespräche mit den Grundstückseigentümern für einen Grundstückserwerb geführt werden. Hierbei muss auch die Zufahrt zur Kläranlage berücksichtigt werden.

- Für den **Hochwasserschutz** der Kläranlage muss für das Gewässer Rhünda eine hydraulische Berechnung für ein HQ¹⁰⁰ durchgeführt werden, um das Überschwemmungsgebiet zu ermitteln. Die Höhen der Kläranlage müssen dann entsprechend gewählt werden. In dem Konzept für die Variante erfolgt um die Kläranlage eine Erdanschüttung, vergleichbar mit der Kläranlage in Roppershain.
- Die Kläranlage bekommt eine **Fernanbindung** an das Prozessleitsystem der Zentralkläranlage. Darüber können die Störmeldungen abgefragt und bearbeitet werden. Eine Bedienung der Kläranlage über die Fernanbindung ist - wenn gewünscht - auch möglich.
- Der **Überschussschlamm** aus der biologischen Reinigungsstufe wird in dem Schlammstapelbehälter vor Ort zwischengelagert und kann dann bei Bedarf per Saugwagen zur weitergehenden Schlammbehandlung auf die Zentralkläranlage transportiert werden.

Für die Variante 2 wurden die in Tabelle 2 aufgeführten Investitionskosten ermittelt.

Beschreibung	Kosten
Bauwerke	898.388 €
Verfahrenstechnik	233.608 €
EMSR-Technik	166.201 €
SUMME - brutto	1.298.198 €

Tabelle 2: Zusammenfassung der Investitionskosten Variante 2 - Eigenlösung

3.4 Variante 3 – Anschluss an die Kläranlage in Niederbeisheim

Die Kläranlage in Niederbeisheim gehört zum Abwasserverband Oberes Beisetal. Dieser wurde im Jahr 1976 gegründet. Mitglieder im Verband sind neben der Gemeinde Knüllwald auch die Stadt Homberg (Efze) wegen dem Stadtteil Welferode.

Die heutige Kläranlage Niederbeisheim wurde nach einer Genehmigungsplanung vom Ingenieurbüro Walloschke im Jahr 1989 bis 1991 errichtet.

An der Kläranlage Niederbeisheim sind folgende Ortsteile der Gemeinde Knüllwald angeschlossen: Niederbeisheim, Oberbeisheim, Berndshausen, Rengshausen, Lichtenhagen, Nenterode und Hausen, die Tank- und Raststätte Hasselberg und der Homberger Stadtteil Welferode.

Die Anzahl an natürlichen Einwohner beträgt 3.087 E. Hinzu kommt noch die Belastung aus der Tank- und Raststätte Hasselberg.



Abbildung 6: Kläranlage Niederbeisheim - Lageplanskizze

In Abbildung 6 ist in der Lageplanskizze der Standort der Kläranlage im Beisetal nördlich von Niederbeisheim eingetragen.

Abbildung 7 zeigt ein Luftbild der Kläranlage. Für die Einschätzung der zukünftigen Entwicklungsmöglichkeit ist die vorhandene Grundstückssituation im Beisetal entscheidend. Der Kläranlagenstandort befindet sich zwischen der Kreisstraße K29, der Beise und einem steilen Hang. Damit sind am Standort der Kläranlage für eventuelle zukünftige Erweiterungen zur Erhöhung der Auslegungsbelastung bzw. der Einhaltung von zukünftigen strengeren Anforderungen an die Abwasserreinigung die Platzverhältnisse sehr stark eingeschränkt.



Abbildung 7: Kläranlage Niederbeisheim – Luftbild

Quelle: Google Earth

Die Kläranlage Niederbeisheim hat die folgenden wesentlichen Bemessungsdaten:

Einwohnergleichwerte:	5.600 EW
Biologische Reinigungsstufe:	
Anzahl der Straßen	1 Stück
Volumen BB	1.800 m ³
Anteile DN / NI	40 % / 60 %
System:	System Schreiber – später umgebaut

Die Kläranlage Niederbeisheim besteht aus den folgenden abwassertechnischen Verfahrensschritten:

- Regenwasserbehandlung
- Kompakt-Rechenanlage
- Belüfteter Sand- und Fettfang
- Sandklassierer
- Belebungsbecken als Umlaufbecken - einstraßig
- Nachklärbecken - einstraßig
- Gebläsestation mit drei Gebläsen
- Rücklaufschlamm- und Überschussschlammumpwerk
- Schlammspeicher für den Überschussschlamm

Zur Ermittlung der aktuellen Zulaufbelastung wurden die Betriebsdaten der Eigenkontrolle aus den Jahren 2018 bis 2020 ausgewertet.

Im Einzelnen ergeben sich damit die folgenden Ergebnisse:

Betriebsjahr	Einwohnerwerte-EW
2018	4.099
2019	3.660
2020	4.763
Mittelwert der drei Jahre	4.174

Tabelle 3: Belastung der Kläranlage Niederbeisheim

Betriebsjahr	Jahresschmutzwassermenge
2018	440.591 m ³ /a
2019	430.748 m ³ /a
2020	389.272 m ³ /a
Mittelwert der drei Jahre	420.204 m ³ /a

Tabelle 4: Jahresschmutzwassermenge der Kläranlage Niederbeisheim

Die Belastung der Kläranlage Niederbeisheim in den Jahren 2018 bis 2020 ist in der Tabelle 3 aufgeführt. Der Mittelwert lag bei 4.174 EW. Bedingt durch Corona lag der Belastungswert im Jahr 2020 deutlich höher. Unter Nichtberücksichtigung des Jahres 2020 lag in den Jahren 2018 und 2019 der Mittelwert bei 3.880 EW. Damit hat die Kläranlage noch eine freie Kapazität in der Größenordnung von etwa 1.700 EW. Unter diesen Randbedingungen könnte der Stadtteil Dickershausen mit an die Kläranlage in Niederbeisheim angeschlossen werden. Hierfür sind keine zusätzlichen Baumaßnahmen auf der Kläranlage erforderlich.

Für den Anschluss von Dickershausen an die Kläranlage sind die folgenden zusätzlichen abwassertechnischen Bauwerke erforderlich:

➤ **Abwasserpumpwerk** Dickershausen

Neubau eines Pumpwerks für ein pneumatisches Pumpwerk im Bereich der vorhandenen Abwasserleitung nach Malsfeld.

Wegen der langen Druckleitung und der damit verbundenen Sulfidproblematik wird das Pumpwerk mit pneumatischen Pumpen ausgerüstet.

Abwasserpumpen:

Typ: = Pneumatisches Abwasserpumpen
Doppelanlage

Betriebspunkt:

Fördermenge	=	3,0 l/s = Drosselablauf SRK
Förderdruck	=	29,5 m WS

Das Abwasserpumpwerk bekommt eine **Fernanbindung** an das Prozessleitsystem der Zentralkläranlage. Darüber können die Störmeldungen abgefragt und bearbeitet werden. Eine Bedienung des Pumpwerks über die Fernanbindung ist - wenn gewünscht - auch möglich.

➤ **Abwasserdruckleitung** Dickershausen – Übergabepunkt an der BAB A7

Länge:	=	3.600 m
Druckleitung:		
Werkstoff	=	PE-HD-Leitung – SDR 11
Innendurchmesser	=	90,0 mm
Fördermenge	=	3,0 l/s – neuer Drosselablauf SRK
Höhen-Sohle:		
PW-Dickershausen	=	319,00 m ü NN
Hochpunkt 1 - DL	=	343,00 m ü NN
Tiefpunkt Berndshausen	=	293,00 m ü NN
Hochpunkt 2 – DL	=	327,00 m ü NN
Übergabepunkt BAB A7	=	293,00 m ü NN
Geodätische Höhendifferenz	=	24,00 m – zum 1. Hochpunkt
Förderhöhe der Pumpen	=	29,50 m



Abbildung 8: Druckleitung Dickershausen – Übergabepunkt – Lageplanskizze

In Abbildung 8 ist der Trassenverlauf der geplanten Abwasserdruckleitung des neuen Pumpwerks in Dickershausen über Berndshausen zum Übergabepunkt in die Kanalisation vom Abwasserverband im Bereich der Brücke BAB A7 aufgetragen. Die Trasse verläuft weitestgehend in öffentlichen Straßen- und Wegeparzellen. Nur in dem Bereich des Waldgrundstücks zwischen Dickershausen und Berndshausen muss wegen dem Höhenprofil die Druckleitung außerhalb von Wegeparzellen verlegt werden.

In Berndshausen verläuft die Druckleitung entlang der K30 und der Wegezufahrt zur Raststätte Hasselberg. In dieser Wegezufahrt liegt auch die vorhandene Druckleitung von Berndshausen Richtung Oberbeisheim. Hinter der Autobahnbrücke BAB A7 verläuft die Druckleitung bis zur Einbindung in den vorhandenen Freispiegelkanal DN 250 Richtung Oberbeisheim.

Die Druckleitung wird als PE-HD Leitung – SDR 11 – $d_i = 90,0$ mm errichtet. Die Druckleitung wird frostfrei in einer Tiefe von ca. 1,20 m verlegt. Als Druck- und PE-HD-Leitung kann sie kostengünstig eingepflügt werden.

In Abbildung 9 ist das Höhenprofil der Druckleitung aufskizziert. Der höchste Punkt der Druckleitung liegt zwischen Dickershausen und Berndshausen. Die Leitung kann komplett als Druckgefälleleitung konzipiert und verlegt werden. Damit steht die Energiehöhe am ersten Hochpunkt für den Transport des Abwassers über den zweiten Hochpunkt zur Verfügung. Durch den Einsatz einer pneumatischen Förderung kann auf die Be- und Entlüfter an den Hochpunkten verzichtet werden. Für eine Kontrollmöglichkeit und für die Druckprobe werden auf der Strecke Kontrollschächte vorgesehen.



Abbildung 9: Druckleitung Dickershausen – Übergabepunkt – Längsschnitt



Abbildung 10: Druckleitung Dickershausen – Übergabepunkt – Foto 1 der Trasse

Abbildung 10 zeigt ein Foto der Trasse in Dickershausen entlang der Kreisstraße K25 im Kreuzungsbereich der landwirtschaftlichen Wegeparzelle Richtung Berndshausen.

In Abbildung 11 wird der mögliche Trassenverlauf in der landwirtschaftlichen Wegeparzelle Richtung Berndshausen aufgezeigt.



Abbildung 11: Druckleitung Dickershausen – Übergabepunkt – Foto 2 der Trasse

Abbildung 12 zeigt den möglichen Trassenverlauf in der landwirtschaftlichen Wegeparzelle von Dickershausen Richtung Berndshausen kurz vor der Kreisstraße K30.



Abbildung 12: Druckleitung Dickershausen – Übergabepunkt – Foto 3 der Trasse

Bei der Variante 3 können die folgenden vorhandenen abwassertechnischen Bauwerke wie folgt weiterverwendet werden:

- **Stauraumkanal Dickershausen**
Der vorhandene **Stauraumkanal** mit einem Volumen von 157 m³ und einem vorhandenen Drosselablauf von 10 l/s wird weiterverwendet. Für die Variante wird ein neuer Drosselablauf von 3,0 l/s angesetzt.

Bei einer - über die Studie hinaus - weiteren Planung, muss dieser Stauraumkanal in die SMUSI der Kläranlage Niederbeisheim integriert werden. Mit der SMUSI erfolgt der Nachweis der Regenwasserbehandlung nach dem Stand der Technik für das Einzugsgebiet der jeweiligen Kläranlage. Mit dem Ergebnis der SMUSI-Berechnung kann die Forderung nach zusätzlichem Regenbeckenvolumen möglich sein. Dies ist abhängig von der Auslastung der aktuellen Regenwasserbehandlung bzw. der Berücksichtigung von möglichen zukünftigen Erweiterungen der Siedlungsflächen.

- **Kläranlage Niederbeisheim**
Die Kläranlage Niederbeisheim ist für 5.600 EW ausgelegt, die Belastung im Jahr 2020 lag bei 4.763 EW. Die im Vergleich zu den Vorjahren höhere Belastung im Jahr 2020 wurde vermutlich durch die derzeitige Corona-Situation verursacht. Durch Home-Office, geschlossene Schulen und Kindergärten sind bei den Haushalten höhere Abwasserbelastungen entstanden.

Die mittlere Belastung der letzten drei Jahre betrug 4.174 EW. Damit könnte die zusätzliche Abwassermenge aus dem Stadtteil Dickershausen aufgenommen werden.

Bei Variante 3 ergeben sich die folgenden Randbedingungen / Anmerkungen / Hinweise:

➤ Bestehendes Pumpwerk und Druckleitung Berndshausen Richtung Oberbeisheim

Die vorhandene Kanalisation in Berndshausen ist eine Trennkanalisation. Daher wird über das vorhandene Pumpwerk nur das Schmutz- und Fremdwasser aus der Schmutzwasserkanalisation Richtung Niederbeisheim gefördert. Nach den vorliegenden Bestandsplänen hat die Druckleitung aus HD-PE einen Innendurchmesser $d_i = 90$ mm. Die SDR-Stufe ist nicht angegeben.

Einwohner Berndshausen	=	219	E
Abwassermenge:			
Trinkwasserverbrauch	=	130	l/(E·d)
	=	28,5	m ³ /d
Schmutzwassermenge	=	28,5	m ³ /d
Spitzenfaktor	=	2,10	
Schmutzwassermenge	=	0,69	l/s
Fremdwasser	=	200	%
	=	56,9	m ³ /d
Max Fördermenge	=	1,35	l/s
	=	4,86	m ³ /h
Länge Druckleitung	=	1.112	m
Druckleitung:			
Werkstoff	=	PE-HD-Leitung	
Innendurchmesser	=	90 mm	
Höhen-Sohle:			
PW Berndshausen	=	292,01 m ü NN	
Hochpunkt 2 – DL	=	327,00 m ü NN	
Übergabepunkt BAB A7	=	293,00 m ü NN	
Geodätische Höhendifferenz	=	34,99 m	
Abwasserpumpen:			
Hersteller	=	Jung Pumpen	
Typ:	=	300/2 B6	
Betriebspunkt:			
Fördermenge	=	6,0 l/s	
Förderdruck	=	57,5 m WS	

Der Betriebspunkt konnte anhand der vorliegenden Bestandsunterlagen nur grob abgeschätzt werden. Genauere Betriebsdaten über die Abwassermenge aus Berndshausen liegen nicht vor. Bei einer Realisierung dieser Variante sollte unbedingt die Abwassermenge für einen größeren Zeitraum kontinuierlich gemessen werden.

Das vorhandene Pumpwerk in Berndshausen mit der Druckleitung Richtung Oberbeisheim kann nach den vorliegenden Informationen die zusätzlichen Abwassermengen aus Dickershausen nicht aufnehmen. Um bei der Studie eine auf dem jetzigen Kenntnisstand basierende und ausführbare Variante

aufzustellen, wird die neue Druckleitung bis zum Übergabepunkt in die Freigefälleleitung DN 250 hinter der Autobahn BAB A7 geführt.

Durch die Verlegung der Druckleitung von Dickershausen bis zum Übergabepunkt an der BAB A7 kann die Energiehöhe vom ersten Hochpunkt für die Förderung des Abwassers über den zweiten Hochpunkt genutzt werden. Bei einer Entkoppelung des Systems am Pumpwerk Berndshausen wäre der Energieaufwand für die Abwasserförderung größer.

Bei einer Realisierung der Variante sollte im Rahmen der Entwurfsplanung die Trassenführung der neuen Druckleitung bezüglich der schon vorhandenen Trassen optimiert werden.

Die Investitionskosten für die Variante 3 wurden basierend auf vergleichbaren Projekten ermittelt. Die Übersichtstabelle der Kostenschätzung liegt als Anlage der Studie bei. Eine Zusammenfassung der Investitionskosten (brutto) ist in Tabelle 5 aufgeführt.

Beschreibung	Kosten
Bauwerke	1.190.246 €
Verfahrenstechnik	75.841 €
EMSR-Technik	75.962 €
SUMME - brutto	1.342.048 €

Tabelle 5: Zusammenfassung der Investitionskosten Variante 3 – KA Niederbeisheim

3.5 Vergleich der Varianten

Zu den einzelnen Varianten lassen sich die folgenden Aussagen, Vor- und Nachteile aufzeigen:

Variante 1 - Malsfeld

- Die Erweiterungsmöglichkeit der Kläranlage von Malsfeld im Fuldata ist durch die vorhandenen Platzverhältnisse und das abwassertechnische Verfahrenskonzept (Teichanlage) stark eingeschränkt. Für die weitere Entwicklung von Gewerbe- und Wohngebieten benötigt die Gemeinde Malsfeld zusätzliche Kapazitäten im Bereich der Abwasserreinigung. Durch das Abklemmen des Stadtteils Dickershausen werden zusätzliche Kapazitäten frei.
- Eine weitere Ableitung des Abwassers Richtung Malsfeld wird aufgrund der stattgefundenen Gespräche nicht gesehen. Sollte durch weitere Gespräche dennoch die Ableitung Richtung Malsfeld weiter möglich sein, so wird voraussichtlich der Abwasserpreis neu verhandelt werden.
- Bei einer Beendigung des Vertrags zwischen der Gemeinde Malsfeld und der Stadt Homberg (Efze) muss geklärt werden, ob in den 90er Jahren von der Stadt Homberg ein Investitionskostenzuschuss an die Gemeinde Malsfeld gezahlt wurde. Möglicherweise stehen hier der Stadt Homberg (Efze) aus den Restbuchwerten Rückzahlungen zu.

- Das Abwasser fließt im freien Gefälle bis zur Kläranlage Malsfeld. Es ist kein zusätzlicher Energieaufwand für die Förderung des Abwassers bis zur Kläranlage erforderlich.
- Die Variante hat den geringsten personellen Aufwand für die Stadt Homberg (Efze).

Variante 2 - Eigenlösung

- Die komplette Abwasserbehandlung erfolgt in Eigenregie der Stadt Homberg (Efze).
- Das Gewässer Rhünda hat nur ein sehr kleines Einzugsgebiet und damit eine geringe Wassermenge. Damit können hohe Anforderungen an die Abwasserreinigung definiert werden.
- Als Ausgleich für den Eingriff bei der Baumaßnahme der Kläranlage in die Natur kann das Gewässer Rhünda in dem Abschnitt der Kläranlage renaturiert werden. Für den notwendigen Ausgleich des Retentionsvolumens beim Hochwasser für die Aufschüttung bei der Kläranlage kann an der Rhünda ein Verlässungsbereich angelegt werden. Eine vergleichbare Maßnahme wurde am Standort der Kläranlage Roppershain mit Erfolg für das Gewässer durchgeführt.
- Die Energiekosten für die Förderung und Reinigung des Abwassers sind vergleichbar mit den schon jetzt vorhandenen Energiekosten auf der Kläranlage Malsfeld. Damit ist für die Förderung und Reinigung des Abwassers insgesamt kein zusätzlicher Energieaufwand erforderlich.
- Beim Neubau der Kläranlage kann zusätzlich eine PV-Anlage auf dem Gelände errichtet werden. Damit könnten die CO₂-Emissionen für die Abwasserreinigung gegenüber der bestehenden Situation reduziert werden.
- Mit der Einleitung des gereinigten Wassers in die Rhünda verbleibt das Fremd- und Regenwasser in diesem Gewässer. Dies ist insbesondere bei langanhaltenden Trockenperioden für das Gewässer vorteilhaft.
- Für die Baumaßnahme wird nur ein Grundstück benötigt. Damit sind Verhandlungen nur mit einem Eigentümer notwendig.
- Diese Variante hat den höchsten personellen Aufwand für die Stadt Homberg (Efze).

Variante 3 – KA-Niederbeisheim

- Bei der Trasse für die Druckleitung müssen viele Zwangspunkte und andere bauliche Einrichtungen berücksichtigt werden. Durch Unvorhergesehenes können sich die Baukosten erhöhen. Es gibt größere Unsicherheiten.
- Ergänzend zum Stadtteil Welferode ergibt sich eine weitere Zusammenarbeit mit dem Abwasserverband Oberes Beisetal.
- Das Abwasser muss mittels Pumpwerk über zwei Höhenrücken bis zur Übergabestelle gepumpt werden. Damit ist ein zusätzlicher Energieaufwand für die Förderung des Abwassers notwendig.
- Beim Neubau des Pumpwerks kann zusätzlich eine PV-Anlage auf dem Gelände errichtet werden. Damit könnten die CO₂-Emissionen für die Abwasserförderung reduziert werden.

- Bei der Baumaßnahme sind mehrere Grundstücke betroffen. Das Pumpwerk wird am gleichen Standort wie die Kläranlage der Variante 2 vorgesehen. Hierfür sind Verhandlungen mit privaten Grundstückseigentümern notwendig. Die Druckleitung verläuft über private Grundstücke, öffentliche Wegeparzellen des Landkreises und der Gemeinde Knüllwald sowie durch ein Waldgebiet.
- Die Kläranlage in Niederbeisheim hat aufgrund der örtlichen Lage keine Erweiterungsmöglichkeiten. Durch den zusätzlichen Anschluss des Stadtteils Dickershausen verringert sich somit die noch vorhandene freie Kapazität auf der Kläranlage.
- Der personelle Aufwand liegt bei dieser Variante zwischen der Variante 1 und 2. Das Personal der Stadt Homberg (Efze) muss bei dieser Variante das Pumpwerk in Dickershausen betreuen.

3.6 Vergleich der Abwasserkosten der Varianten

Für die einzelnen Varianten wurden die Investitions- und Betriebskosten ermittelt. In Abbildung 13 sind diese Kosten als spezifische Kosten pro m³ Abwasser gegenübergestellt. Die spezifischen Kosten beziehen sich hierbei auf die Jahresabwassermenge aus Dickershausen und nicht nur auf den Schutzwasseranteil.

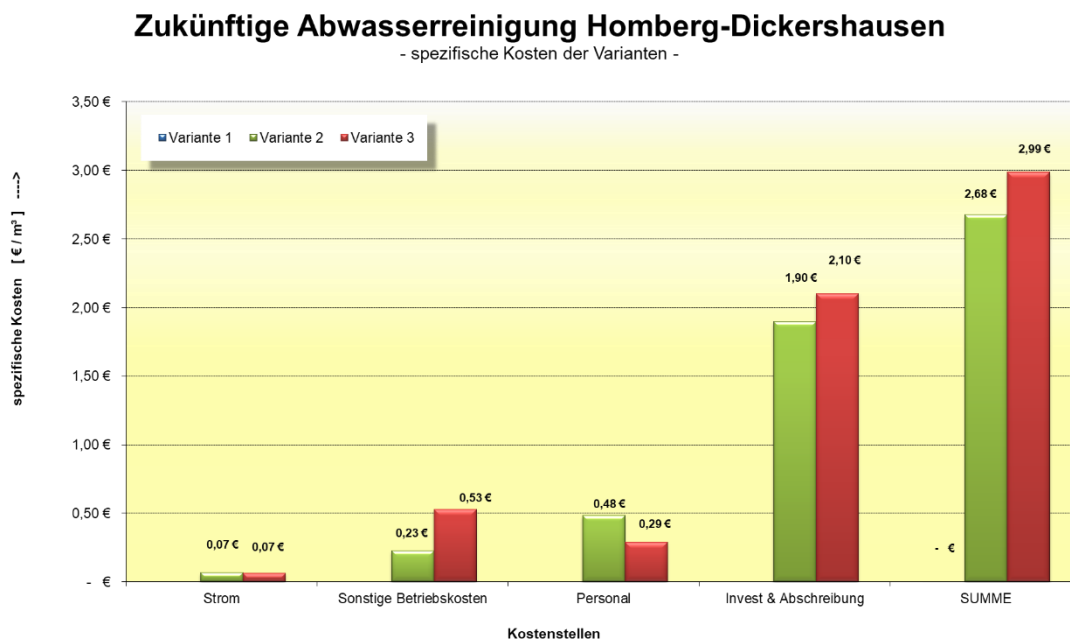


Abbildung 13: Vergleich der spezifischen Abwasserkosten der Varianten 2 und 3

Bei diesen Kostenangaben handelt es sich um die spezifischen Jahreskosten der jeweiligen Variante. Bei den Jahreskosten wurden die Reinvestitionskosten nicht berücksichtigt. Diese Kosten beziehen sich daher auf die nächsten Jahre ohne zukünftige Investitionskosten für die Instandhaltung.

Für die Variante 1 konnten keine Kosten ermittelt werden.

In Abbildung 14 sind die Kosten als Jahreskosten aufgetragen.

Bei Variante 3 wurden die bestehenden Anlagen des Abwasserverbandes anteilig mitberücksichtigt. Die Daten für die Abschreibung und Betriebskosten wurden aus dem Bericht über die Prüfung der Jahresabschlüsse 2018 und 2019 des Fachbereichs Rechnungsprüfung des Schwalm-Eder-Kreises entnommen. Die Betriebskosten wurden über das Excel-Arbeitsblatt für die Berechnung der Betriebs- und Energiekosten der Kläranlage auf die einzelnen Anlagenkomponenten aufgeteilt. Die Aufteilung erfolgte anhand der Systemkennwerte. Einzeldaten für die einzelnen Anlagenkomponenten standen nicht zur Verfügung. Die Ergebnisse der Berechnung sind in der Anlage enthalten.

Nach der uns vorliegenden Abrechnung mit der Gemeinde Malsfeld hat die Stadt Homberg (Efze) im Jahr 2017 für die Abwasserentsorgung 83.040 € gezahlt. Die Gemeinde Malsfeld geht davon aus, dass sie im Jahr 2017 etwa 26.500 € zu wenig von der Stadt Homberg (Efze) erhalten hatte. In der Summe wären dies dann 109.540 € pro Jahr. Mit einer jährlichen Kostensteigerung von 2,0 % und dem in der Studie gewählten Bezugsjahr 2023 wären dies dann etwa 123.000 € pro Jahr. Diese Kosten liegen in der gleichen Größenordnung wie die Jahreskosten der Variante 2 und 3.

Zukünftige Abwasserreinigung Homberg-Dickershausen

- Jahreskosten der Varianten -

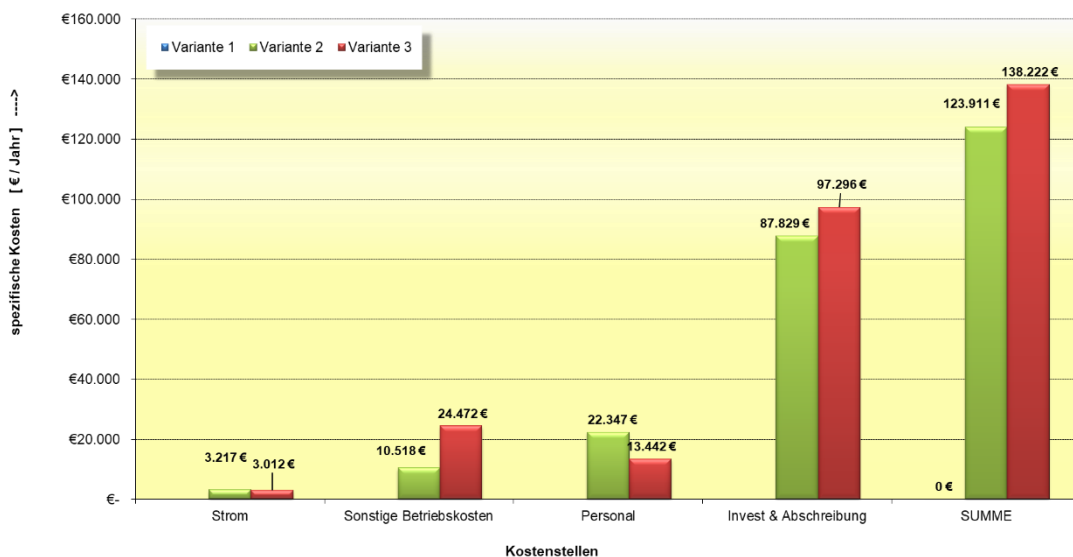


Abbildung 14: Vergleich der Jahreskosten der Varianten 2 und 3

Die Variante 2 hat geringere spezifische Jahreskosten. Die Differenz zur Variante 3 liegt bei 10 %. Diese Differenz liegt innerhalb der Toleranz / Genauigkeit der hier in der Studie angewandten Berechnungsmethoden. Aus diesem Grund ergibt sich aus dem Jahreskostenvergleich keine eindeutige Priorisierung einer Variante.

3.7 Vergleich der Investitionskosten der Varianten

In Tabelle 6 sind die Investitionskosten der Varianten aufgeführt.

Für die Variante 1 liegen keine Investitionskosten vor. Da eine Erweiterung der Kläranlage Malsfeld aufgrund der örtlichen und verfahrenstechnischen Situation zurzeit nicht gesehen wird, können auch keine Investitionskosten ermittelt werden.

Die Variante 2 hat gegenüber der Variante 3 etwa um 3 % geringere Investitionskosten. Diese Differenz liegt innerhalb der Toleranz / Genauigkeit der aufgestellten Kostenschätzungen in dieser Studie. Aufgrund der Investitionskosten kann daher keine eindeutige Priorisierung einer Variante vorgenommen werden.

Variante	Kosten
Variante 1	Keine Angaben vorhanden
Variante 2 - Eigenlösung	1.298.198 €
Variante 3 – KA-Niederbeisheim	1.342.048 €

Tabelle 6: Brutto-Investitionskosten der Varianten

Die Kostenschätzung der beiden Varianten ist in der Anlage beigefügt.

4 WIRTSCHAFTLICHKEITSBERECHNUNG

4.1 Lebenszykluskosten

Die Berechnung der Lebenszykluskosten der einzelnen Varianten erfolgt nach den Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen, Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), 8. Überarbeitete Auflage, Juli 2012.

Als Untersuchungszeitraum wird der Zeitraum von 50 Jahren gewählt. Da zu verschiedenen Zeitpunkten anfallende Kosten unterschiedliche Wertschätzungen besitzen (Zinssatz und Preissteigerungsrate) dürfen die über 50 Jahre ermittelten Einzelgrößen einer Kostenreihe nicht ohne weiteres aufaddiert werden. Dieses statische Vorgehen würde bei der Langlebigkeit von Anlagen in der Abwasserreinigung und bei Varianten mit unterschiedlicher Bauzeit zu Kalkulationsfehlern führen. Daher müssen die einzelnen Kosten zum Zweck des Vergleichs auf einen gemeinsamen Zeitpunkt (Bezugszeitpunkt = 2023) wertmäßig umgerechnet werden. Diesen so ermittelten Wert im Bezugszeitpunkt nennt man den **Barwert**, bei Kostenreihen für ein Projekt den **Projektkostenbarwert**. Kosten, die vor dem Bezugszeitpunkt anfallen, sind aufzuzinsen (akkumulieren) und danach anfallende Kosten abzuzinsen (diskontieren). Des Weiteren wird bei der Ermittlung des Projektkostenbarwerts die zukünftige Preissteigerung mitberücksichtigt.

Der Geldbetrag des Projektkostenbarwerts entspricht damit dem Betrag, welcher zum Bezugszeitpunkt (Zeitpunkt der Inbetriebnahme) für den Zeitraum von 50 Jahren für die Errichtung, Betrieb, Wartung, Instandhaltung und Reinvestitionen erforderlich wird. Wenn Geldbeträge erst nach dem Bezugszeitpunkt erforderlich werden, werden diese bis zum dem Zeitpunkt der Fälligkeit mit dem angesetzten Zinssatz = 1,50 % p.a. verzinst.

Für die Kostenermittlung werden die folgenden Kostenarten ermittelt und angesetzt:

- laufende Kosten LK
- Reinvestitionskosten IKR
- Investitionskosten IK

4.2 Grundlagen und Randbedingungen

Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung werden die folgenden Randbedingungen zugrunde gelegt:

- Strompreis: 0,28 €/kWh
- Personalkosten: 60.000 €/Jahr
- Zinssatz: 1,50 % p.a.
- Preissteigerung: 2,00 % p.a.
- Kredittilgung: 30 Jahre
- Abschreibung für:
 - Bauwerke und Leistungen: 50 Jahre
 - Verfahrenstechnik: 30 Jahre
 - EMSR-Technik: 20 Jahre

Bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung wird mit der mittleren Jahresbelastung und nicht mit der Bemessungsbelastung gerechnet.

Bei der Abschreibung wurden für die Verfahrens- und EMSR-Technik die oberen Werte der empfohlenen Zeiträume gewählt, da erfahrungsgemäß die tatsächliche Nutzungsdauer im Bereich der Abwasserreinigung nicht so stark den wirtschaftlichen Gesichtspunkten unterliegt.

Bei der Jahreswassermenge handelt es sich um die Summe von Schmutz-, Regen- und Fremdwasser. Durch den hohen Fremdwasseranteil liegt die spezifische Abwassermenge pro Einwohner beim Stadtteil Dickershausen bei 725 l/d. Dieser hohe Wert wird in den nachfolgenden Berechnungen der Betriebskosten berücksichtigt.

Die einzelnen Berechnungen der Varianten sind als Ausdruck in den Anlagen enthalten.

4.3 Jahreskosten der Varianten

Für eine wirtschaftliche Gegenüberstellung und Bewertung der Varianten werden die Jahreskosten berechnet. Im Einzelnen sind dies die Kosten für:

- Strom:
Stromkosten für Pumpen, Gebläse und sonstige Aggregate
- Material:
Chemikalien, Klärschlamm Entsorgung, Ersatz- und Verschleißteile
- Personal:
für Betrieb, Überwachung, Wartung und Instandhaltung
- Kreditkosten und Abschreibung:
Kreditkosten mit einer Tilgung von 30 Jahren, einem Zinssatz = 1,50 % und Abschreibung der Bau-, Verfahrens- und EMSR-Technik

4.4 Investitionskosten

Die Investitionskosten der Varianten wurden anhand vergleichbarer Projekte der letzten Jahre ermittelt. Dabei wurden aus dem jeweiligen Projektjahr die Baukosten mit einem Faktor für die Kostensteigerung zum Jahr 2022 umgerechnet. Nicht kalkulierbar sind die zukünftigen Baupreise. Durch die boomenden Baubranchen gab es schon für das Jahr 2019 und 2020 nicht kalkulierbare Kostensteigerungen. Wie der Trend sich weiterentwickelt, ist zurzeit nicht absehbar.

Für die Studie wurden die Investitionskosten für das Jahr 2022 abgeschätzt. Grundlage für die Studie sind die Vergleichskosten der einzelnen Varianten, um die wirtschaftlichste Variante ermitteln zu können. Nach einer Entscheidung über die zukünftige Abwasserreinigung sollten dann die Investitionskosten dieser Variante auf der Basis der dann vorhandenen Baupreise neu ermittelt werden.

4.5 Reinvestitionskosten

Über den Betrachtungszeitraum von 50 Jahren werden für die Anlagenkomponenten der Varianten Reinvestitionskosten erforderlich. Der Zeitraum der Reinvestitionen orientiert sich an den gewählten Abschreibungszeiten.

Die Reinvestitionskosten fließen mit dem Zeitpunkt der Ausführung in den Projektkostenbarwert ein. Dabei wird die gewählte Inflationsrate von 2,00 % bei der Berechnung berücksichtigt. Die Tabelle der Reinvestitionskosten ist der Anlage beigelegt.

4.6 Laufende Kosten

Die laufenden Kosten bestehen aus den Kosten für die Energie, Rechengut- und Klärschlamm Entsorgung, Chemikalien für die P-Fällung, Labor für die Eigenkontrolle, Wartung- und Instandhaltung und Personal.

Für die Berechnung der laufenden Kosten bei den Kläranlagen wurde ein Berechnungsmodell für Kläranlagen verwendet. Für den Variantenvergleich wurde für alle Varianten die gleichen Randbedingungen verwendet.

Die Ergebnisse der Berechnungen sind in den Anlagen enthalten.

4.7 Projektkostenbarwert

Wie oben erläutert ist der Projektkostenbarwert die Kosten, welche für den Bau, den Betrieb und die Instandhaltung der jeweiligen Variante über den Zeitraum von 50 Jahren entstehen. Um über den Betrachtungszeitraum von 50 Jahren zeitlich unterschiedliche anfallende Kosten zu berücksichtigen, wird der Betrag auf das Bezugsjahr 2023 transformiert. Somit sind die berechneten Projektkostenbarwerte der Varianten vergleichbar.

In Abbildung 15 ist das Ergebnis der Variantenbetrachtung aufgeführt.

Da es für die Variante 1 von der Gemeinde Malsfeld keine Aussage über eine mögliche Verlängerung der Abwasserbeseitigung gibt, konnten für diese Variante kein Projektkostenbarwert ermittelt werden.

Die Varianten 2 und 3 liegen sehr dicht beieinander. Der Unterschied beträgt nur 6,2 %. Der Projektkostenbarwert der Variante 2 liegt unterhalb der Variante 3.

Projektkostenbarwerte - Varianten 1 bis 3 -

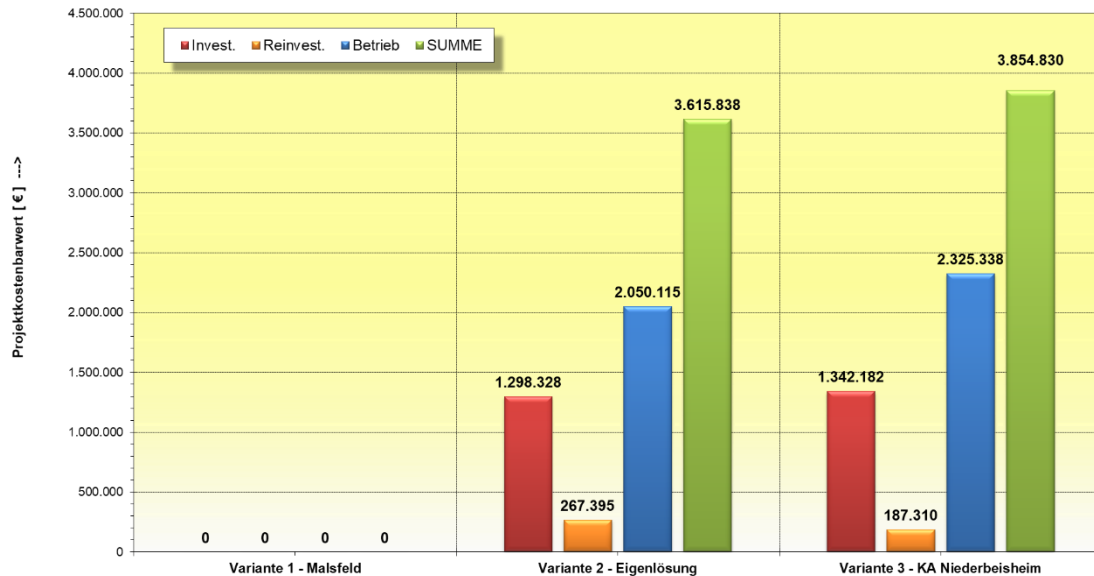


Abbildung 15: Projektkostenbarwerte der Varianten

Zu den einzelnen Projektkostenbarwerten der Varianten lässt sich sagen:

- Bei den Investitionskosten liegt der Projektkostenbarwert der Variante 2 unterhalb dem der Variante 1. Dies ergibt sich durch die geringen Investitionskosten bei der Variante 2.
- Bei den Reinvestitionskosten ergibt sich bei der Variante 2 ein höherer Projektkostenbarwert. Hier macht sich bei der Variante 3 der größere Umfang der abwassertechnischen Anlagen und dem geringen Nutzungsanteil für den Stadtteil Dickershausen bemerkbar.
- Bei den Betriebskosten liegt der Projektkostenbarwert der Variante 3 über dem der Variante 2. Dies ergibt sich durch den langen Abwasserweg des Pumpwerks Dickershausen bis zur Kläranlage in Niederbeisheim. In den Betriebskosten sind auch die Kosten für die regelmäßige Wartung und Instandhaltung enthalten. Durch den längeren Abwasserweg werden mehr Bauwerke genutzt für die Wartungs- und Instandhaltungskosten entstehen.

Auch hier liegen die Differenzen für die einzelnen Varianten und Kostengruppen innerhalb der Toleranz / Genauigkeit der Studie. Eine eindeutige Priorisierung einer Variante aus den Ergebnissen der Projektkostenbarwerte ist daher nicht möglich.

In Abbildung 16 ist der Projektkostenbarwert der beiden Varianten in Abhängigkeit des Zinssatzes aufgetragen. Das Ergebnis zeigt, dass die beiden Linien der Varianten weitgehend parallel verlaufen. Durch die Veränderung des Zinssatzes ergibt sich keine Veränderung des Rangs der Varianten.

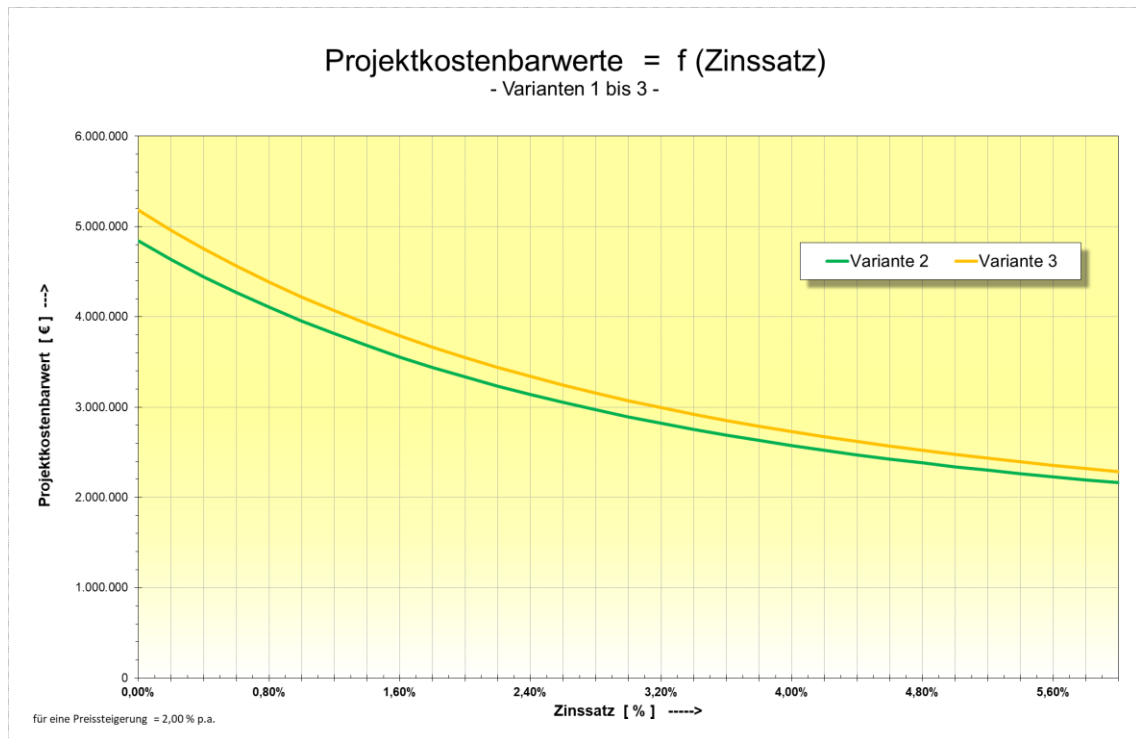


Abbildung 16: Projektkostenbarwerte in Abhängigkeit des Zinssatzes

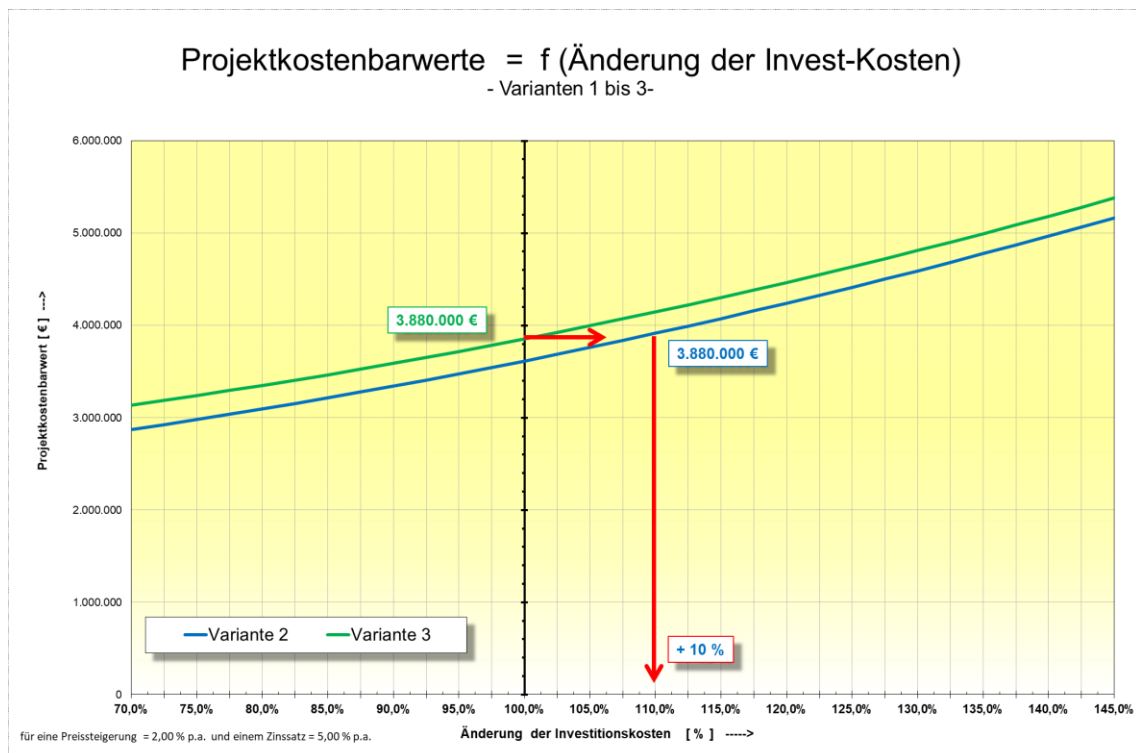


Abbildung 17: Projektkostenbarwerte in Abhängigkeit der Änderung der Investitionskosten

In Abbildung 17 ist der Projektkostenbarwert der beiden Varianten in Abhängigkeit einer Änderung der Investitionskosten aufgetragen. Das Ergebnis zeigt, dass die Investitionskosten der Variante 2 um bis zu 10 % ansteigen können, um den Projektkostenbarwert der Variante 3 zu erreichen. Damit könnten die Investitionskosten der Variante 2 auf 1.428.000 € ansteigen, gegenüber der Variante 3 mit 1.342.000 €, um einen Gleichstand beim Projektkostenbarwert zu erreichen.

5 EMPFEHLUNG

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Variante 2 und 3 zeigt keine eindeutige Priorisierung einer Variante. Die Variante 2 mit der Eigenlösung hat gegenüber der Variante 3 mit der Kläranlage in Niederbeisheim einen geringen wirtschaftlichen Vorteil, der aber mit etwa 10 % im Rahmen der Toleranz / Genauigkeit der Studie liegt.

Für eine Bewertung der Varianten können die folgenden **positiven Gesichtspunkte** herangezogen werden:

- Für Variante 1:
 - Für die Stadt Homberg (Efze) ergibt sich keine bauliche Veränderung.
 - Für die Stadt Homberg (Efze) hat diese Variante den geringsten personellen Einsatz.
- Für Variante 2:
 - Das Abwasser hat den kürzesten Fließweg und bleibt als Wasser im örtlichen Gewässer.
 - Für die Abwasserableitung und Abwasserreinigung ist hier der geringste Energiebedarf erforderlich.
 - Die Abwasserreinigung bleibt in den Händen der Stadt Homberg (Efze). Die Technik der Abwasserreinigung ist vergleichbar mit den beiden vorhandenen Kläranlagen im Stadtteil Lembach und Stadtteil Roppershain.
 - Durch die zusätzliche Nutzung von nur einem Grundstück sind Verhandlungen auch nur mit einem Eigentümer notwendig. An dem geplanten Standort der Kläranlage ist in dem Grundstück schon der Abwassersammler vorhanden.
 - Sollte die Variante 3 wegen gescheiterten Grundstücksverhandlungen nicht realisierbar sein, so kann diese Variante als Alternative ausgeführt werden.
- Für Variante 3:
 - Die vorhandenen baulichen Anlagen des Abwasserverbands von der Übergabestelle an der Autobahn BAB A7 bis zur Kläranlage in Niederbeisheim können ohne bauliche Veränderungen mitgenutzt werden.
 - Im Vergleich zu Variante 2 hat die Variante 3 einen geringeren personellen Aufwand für die Stadt.
 - Ergänzende Zusammenarbeit mit dem Abwasserverband Oberes Beisetal.

Unter dem Gesichtspunkt des personellen Aufwands bei der Stadt Homberg (Efze) für die zukünftige Abwasserreinigung des Stadtteils Dickershausen wird von UNGER ingenieure die

Variante 3 – Kläranlage Niederbeisheim

empfohlen. Im Vergleich zu Variante 2 gibt es für diese Empfehlung nur wenige ausschlaggebende Punkte.

Bei einer Realisierung dieser Variante müssten als **erster Schritt** die Grundstücksverhandlungen durchgeführt werden. Bei größeren Problemen könnte als Alternative dann auch die Variante 2 ausgeführt werden.

Das Problem mit dem hohen Fremdwasseranteil im Stadtteil Dickershausen betrifft alle drei Varianten. Daher wird empfohlen, die Quellen des Fremdwassers mithilfe von kontinuierlichen Abwassermengenmessungen an verschiedenen Orten im Kanalnetz und mit TV-Befahrung zu lokalisieren um - wenn bautechnisch möglich - den Fremdwasserzutritt reduzieren zu können.

6 ZUSAMMENFASSUNG

Im Stadtteil Dickershausen wurde in den Jahren 1996/1997 die Kanalisation als Mischwasserkanalisation grundhaft erneuert. In diesem Zuge wurde der Stadtteil an die Abwasserreinigung der Gemeinde Malsfeld angeschlossen. Die Mischwasserkanalisation entwässert im freien Gefälle Richtung Malsfeld-Sipperhausen. Die Kläranlage der Gemeinde Malsfeld befindet sich im Fuldataal. Für die Abrechnung ist an der Gemarkungsgrenze ein Übergabe- und Zählerschacht vorhanden.

Die Gemeinde Malsfeld hat den Vertrag für die Übernahme des gedrosselten Mischwassers gekündigt. Im Rahmen dieser Studie sollen Varianten für die zukünftige Abwasserreinigung aufgezeigt und empfohlen werden.

In der Studie werden insgesamt drei **Varianten** für die zukünftige Abwasserreinigung betrachtet. Diese sind:

- Variante 1: Anschluss bleibt erhalten
- Variante 2: Eigenlösungen
- Variante 3: Anschluss an die Kläranlage des Abwasserverbands Unteres Beisetal

Für die Variante 1 konnten keine Investitionskosten ermittelt werden.


Für die Varianten 1 und 2 konnten die folgenden **Investitionskosten** abgeschätzt werden:

- | | |
|----------------------------------|-------------|
| ➤ Variante 2 – Eigenlösung | 1.298.198 € |
| ➤ Variante 3 – KA-Niederbeisheim | 1.342.048 € |

Bei der Berechnung der **Lebenszykluskosten** ergeben sich die Projektkostenbarwerte zu:

- | | |
|----------------------------------|-------------|
| ➤ Variante 2 – Eigenlösung | 3.615.838 € |
| ➤ Variante 3 – KA-Niederbeisheim | 3.854.830 € |

Von UNGER ingenieure wird für die zukünftige Abwasserreinigung des Stadtteils Dickershausen die Variante 3 empfohlen.

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Peter Capitan/CB

Ingenieurgesellschaft mbH
Wabmuthshäuser Straße 36
34576 Homberg (Efze)
Tel.: (05681) 7702-0 • Fax: 7702-19
Homberg (Efze), April 2021

Anlage 1 Projektkostenbarwert und Kostenreihe

Projektkostenbarwerte der Varianten für die zukünftige Abwasserreinigung Homberg-Dickershausen

Realzinssatz i = 1,50% % p.a.
 Steigerungsrate r = 2,00% % p.a.
 Barwert einer progressiv steigenden Kostenreihe
 Bezugszeitpunkt: 2023

Kostenart:	Umrechnungsfaktor	Variante 1 - Malsfeld		Variante 2 - Eigenlösung		Variante 3 - KA Niederbeisheim	
		nominale Kosten € bzw €/a	Barwert €	nominale Kosten € bzw €/a	Barwert €	nominale Kosten € bzw €/a	Barwert €
Investitionskosten IK in der Bauphase mit Akkumulierung:							
IK * AFAKE(i;n)							
Bauphase:							
2022	2	1,0003	- €	- €	- €	- €	- €
2023	1	1,0002	- €	- €	649.099 €	649.229 €	671.024 €
2024	0	1,0000	- €	- €	649.099 €	649.099 €	671.024 €
Zwischensumme IK,IKBW =			- €	- €	1.298.198 €	1.298.328 €	1.342.048 €
Re- und Investitionskosten IKR, n Jahre nach dem Bezugszeitpunkt mit Diskontierung:							
IKR * DFAKE(i;n) * AFAKE(r;n)							
Jahre:	15	1,0765	- €	- €	28.471 €	30.649 €	18.667 €
Jahre:	15	1,0765	- €	- €	7.808 €	8.406 €	1.681 €
Jahre:	15	1,0765	- €	- €	- €	- €	4.035 €
Jahre:	15	1,0765	- €	- €	- €	- €	- €
Jahre:	20	1,1033	- €	- €	6.341 €	6.996 €	10.277 €
Jahre:	20	1,1033	- €	- €	15.616 €	17.229 €	6.292 €
Jahre:	20	1,1033	- €	- €	31.059 €	34.267 €	10.087 €
Jahre:	20	1,1033	- €	- €	7.765 €	8.567 €	- €
Jahre:	20	1,1033	- €	- €	- €	- €	- €
Jahre:	30	1,1588	- €	- €	28.471 €	32.993 €	18.667 €
Jahre:	30	1,1588	- €	- €	7.808 €	9.049 €	1.681 €
Jahre:	30	1,1588	- €	- €	- €	- €	4.035 €
Jahre:	30	1,1588	- €	- €	- €	- €	6.725 €
Jahre:	30	1,1588	- €	- €	- €	- €	7.793 €
Jahre:	30	1,1588	- €	- €	- €	- €	- €
Jahre:	40	1,2172	- €	- €	6.341 €	7.719 €	10.277 €
Jahre:	40	1,2172	- €	- €	15.616 €	19.009 €	6.292 €
Jahre:	40	1,2172	- €	- €	31.059 €	37.805 €	10.087 €
Jahre:	40	1,2172	- €	- €	7.765 €	9.451 €	26.899 €
Jahre:	40	1,2172	- €	- €	- €	- €	32.741 €
Jahre:	40	1,2172	- €	- €	- €	- €	- €
Jahre:	45	1,2475	- €	- €	28.471 €	35.517 €	18.667 €
Jahre:	45	1,2475	- €	- €	7.808 €	9.741 €	1.681 €
Jahre:	45	1,2475	- €	- €	- €	- €	4.035 €
Jahre:	45	1,2475	- €	- €	- €	- €	5.033 €
Zwischensumme IKR,IKRBW =			- €	- €	230.400 €	267.395 €	160.084 €
Laufende Kosten LK:							
LK * DFAKRP(r;i;n)		50	Jahre	56,8174	- €	- €	- €
Zwischensumme LK, LKKBW =			- €	- €	35.597 €	2.022.533 €	40.926 €
Projektkostenbarwert PKBW =			- €		3.588.256 €		3.854.830 €

Variante 1: Malsfeld
 Variante 2: Eigenlösungen KA-Dickershausen
 Variante 3: Anschluss an die Kläranlage Niederbeisheim

Kostenreihe für den Zeitraum von 50 Jahren

Kostenart	Variante 1 - Malsfeld				Variante 2 - Eigenlösung				Variante 3 - KA-Niederbeisheim			
	Pos.	Titel	€ - brutto	Zeit	Pos.	Titel	€ - brutto	Zeit	Pos.	Titel	€ - brutto	Zeit
Investition: (akkumulieren)					1 Kläranlage - Dickershausen - 250 EW				1 Pumpwerk Dickershausen			
					1.1 Baustelleneinrichtung	109.301 €			1.1 Baustelleneinrichtung	44.464 €		
					1.2 Zulaufpumpwerk	63.412 €			1.2 Baugrube			
					1.3 Rechen und Sandfang	77.648 €			1.2.1 Erdarbeiten	25.169 €		
					1.4 Biologische Reinigungsstufe	202.272 €			1.2.2 Baugrubenverbau	16.779 €		
					1.5 Lufteintragssystem und Gebläsestation	39.041 €			1.3 Betonbauwerk			
					1.6 Überschussschlamm und Schlammstapelbehälter	56.079 €			1.3.1 Beton- und Stahlbeton	62.921 €		
					1.7 EMSR-Technik	94.903 €			1.3.2 Schlossearbeiten	13.283 €		
					1.8 TÜV-Abnahme	5.608 €			1.3.3 Estrich und Fliesen	4.894 €		
					1.9 Einbruchmeldeanlage	16.824 €			1.4 Verfahrenstechnik			
					1.10 Betriebsgebäude	142.354 €			1.4.1 Pneumatische Pumpen	34.257 €		
					1.11 Haustechnik - Gebäudeheizung	25.883 €			1.4.2 Rohrleitungen, Armaturen	20.974 €		
					1.12 Inbetriebnahme, Probetrieb und Einweisung	10.698 €			1.5 Verkehrsflächen			
					1.13 Rohwasserleitung	9.490 €			1.5.1 Zaun- und Toranlage	13.983 €		
					1.14 Trinwasserleitung	6.039 €			1.5.2 Wegeanbindung	20.974 €		
					1.15 Ablaufleitung	7.765 €			1.6 EMSR-Technik	62.222 €		
					1.16 Baugrube und Wasserhaltung	140.145 €			1.7 Regieleistungen	20.974 €		
					1.17 Kläranlagengelände:				1.8 Ingenieurleistungen	47.725 €		
					1.17. Entwässerung der Verkehrsflächen	31.749 €						
					1.17. Verkehrsflächen	51.420 €						
					1.17. Zaun und Tor	24.157 €			2 Druckleitung Dickershausen - Übergabepunkt			
					1.17. Regieleistungen	23.984 €			2.1 Baustelleneinrichtung	109.088 €		
					1.18 Ingenieurleistungen	159.428 €			2.2 Rohrleitung da = 160 mm - Lieferung und Verlegung	304.462 €		
									2.2.1 Rohrleitung einfräsen	260.967 €		
									2.2.2 Schächte	49.891 €		
									2.2.3 Strassenflächen herstellen	79.953 €		
									2.2.4 Regieleistungen	31.981 €		
									2.2.4 Ingenieurleistungen	117.088 €		
					SUMME	0 €			SUMME	1.342.048 €		
					SUMME	1.298.198 €			SUMME	1.342.048 €		
Reinvestition: (diskontieren)												
					KA-Dickershausen: EMSR-Technik	28.471 €	15		PW-Dickershausen: EMSR-Technik	18.667 €	15	
					KA-Dickershausen: Belüftung	7.808 €	15		KA-Niederbeisheim: Belüftung	1.681 €	15	
									KA-Niederbeisheim: EMSR-Technik	4.035 €	15	
					KA-Dickershausen: Pumpwerk	6.341 €	20		PW-Dickershausen: Pumpen	10.277 €	20	
					KA-Dickershausen: Gebläsestation	15.616 €	20		PW-Dickershausen: Armaturen	6.292 €	20	
					KA-Dickershausen: Rechen	31.059 €	20		KA-Niederbeisheim: V-Technik	10.087 €	20	
					KA-Dickershausen: Haustechnik	7.765 €	20					
					KA-Dickershausen: EMSR-Technik	28.471 €	30		PW-Dickershausen: EMSR-Technik	18.667 €	30	
					KA-Dickershausen: Belüftung	7.808 €	30		KA-Niederbeisheim: Belüftung	1.681 €	30	
									KA-Niederbeisheim: EMSR-Technik	4.035 €	30	
									KA-Niederbeisheim: Regenbecken	6.725 €	30	
					KA-Dickershausen: Pumpwerk	6.341 €	40		PW-Dickershausen: Pumpen	10.277 €	40	
					KA-Dickershausen: Gebläsestation	15.616 €	40		PW-Dickershausen: Armaturen	6.292 €	40	
					KA-Dickershausen: Rechen	31.059 €	40		KA-Niederbeisheim: V-Technik	10.087 €	40	
					KA-Dickershausen: Haustechnik	7.765 €	40		KA-Niederbeisheim: Bautechnik-KA	26.899 €	40	
					KA-Dickershausen: EMSR-Technik	28.471 €	45		PW-Dickershausen: EMSR-Technik	18.667 €	45	
					KA-Dickershausen: Belüftung	7.808 €	45		KA-Niederbeisheim: Belüftung	1.681 €	45	
									KA-Niederbeisheim: EMSR-Technik	4.035 €	45	
					SUMME	- €			SUMME	160.084 €		
					SUMME	230.400 €			SUMME	160.084 €		
Laufende Kosten:	Stromkosten		pro Jahr	Stromkosten	3.217 €	pro Jahr		Stromkosten	3.012 €	pro Jahr		
	Materialkosten		pro Jahr	Materialkosten	10.033 €	pro Jahr		Materialkosten	24.472 €	pro Jahr		
	Personal		pro Jahr	Personal	22.347 €	pro Jahr		Personal	13.442 €	pro Jahr		
	SUMME		0 € pro Jahr	SUMME	35.597 € pro Jahr			SUMME	40.926 € pro Jahr			

Variante 1: Malsfeld
 Variante 2: Eigenlösungen KA-Dickershausen
 Variante 3: Anschluss an die Kläranlage Niederbeisheim

Anlage 2 Variante 2 – Eigenlösung: Kostenschätzung

Baukosten - Variante 2

		Netto	Netto	Netto	Brutto
		Preissteigerung =	45,00%		
		Preis 2004	Preis 2022		
1	Kläranlage - Dickershausen - 250 EW			1.090.923 €	1.298.198 €
1.1	Baustelleneinrichtung	63.344 €	91.849 €		
1.2	Zulaufpumpwerk	36.750 €	53.288 €		
1.3	Rechen und Sandfang	45.000 €	65.250 €		
1.4	Biologische Reinigungsstufe	117.225 €	169.976 €		
1.5	Luftintragssystem und Gebläsestation	22.626 €	32.808 €		
1.6	Überschussschlamm und Schlammstapelbehälter	32.500 €	47.125 €		
1.7	EMSR-Technik	55.000 €	79.750 €		
1.8	TÜV-Abnahme	3.250 €	4.713 €		
1.9	Einbruchmeldeanlage	9.750 €	14.138 €		
1.10	Betriebsgebäude	82.500 €	119.625 €		
1.11	Haustechnik - Gebäudeheizung	15.000 €	21.750 €		
1.12	Inbetriebnahme, Probetrieb und Einweisung	6.200 €	8.990 €		
1.13	Rohwasserleitung	5.500 €	7.975 €		
1.14	Trinwasserleitung	3.500 €	5.075 €		
1.15	Ablaufleitung	4.500 €	6.525 €		
1.16	Baugrube und Wasserhaltung	81.220 €	117.769 €		
1.17	Kläranlagegelände:				
1.17.1	Entwässerung der Verkehrsflächen	18.400 €	26.680 €		
1.17.2	Verkehrsflächen	29.800 €	43.210 €		
1.17.3	Zaun und Tor	14.000 €	20.300 €		
1.17.4	Regieleistungen	13.900 €	20.155 €		
1.18	Ingenieurleistungen		133.973 €		
	Summe			1.090.923 €	1.298.198 €

Anlage 3 Variante 2 – Eigenlösung: KA Dickershausen – Betriebs- und Energiekosten

BETRIEBSKOSTENERMITTLUNG

Kläranlage KA-Dickershausen

Pumpwerke

Pumpen	H,man m	n,PW + Emot -	f,Q -	Q,d m³/d	W kWh/d	Kosten €/d	
Zulaufpumpe	5,00	0,50	1,00	217	5,91	1,66	
Energiekosten					=	5,91	1,66 €

Rechen

Antriebe	Laufzeit %	Q,max m³/d	Q,h m³/d	P,an kW	W kWh/d	Kosten €/d	
Rechenantrieb	20	285,2	126,8	1,50	3,20	0,90	
Rechengutwaschpresse	5	285,2	126,8	4,00	2,13	0,60	
Energiekosten					=	5,34	1,49 €

Belebungsbecken

nach DWA Arbeitsblatt A-131 - Mai 2000

Belastung: 175 EW

Volumen:

vorgeschaltete Deni	=	0	simultane Deni = 2	2
simultane Deni	=	1		
Denitrifikation	V.DN	=	18	m³
Nitrifikation	V.NI	=	27	m³
Summe Belebungsbecken	V.BB	=	45	m³
Temperatur	Temp	=	18	°C
Feststoffgehalt Biologie	TS.BB	=	4,50	kg TS/m³
Schlammbelastung	B.TS	=	0,035	kg/kg
Raumbelastung	B.R	=	0,156	kg/m³

Schlammalter

aerobe simultane Schlammstabilisierung	=	0		
+ gezielte Denitrifikation	=	1		
Sicherheitsfaktor	SF	=	1,80	
Bemessungstemperatur	Temp.Bem	=	10	°C
erforderliches Schlammalter	t.TS.Bem	=	25	d
vorhandenes Schlammalter	t.TS	=	27	d

Überschussschlamm:

BSB-5 Zulauf Biologie	C.BSB.ZB	=	32	mg/l
TSo Zulauf Biologie	X.TS.ZB	=	20	mg/l
Temperaturfaktor	fT	=	1,2319	-
ÜSS aus C-Abbau	ÜS.d.C	=	4,30	kg TS/d
ÜSS aus P-Elimination	ÜS.d.P	=	3,08	kg TS/d
ÜSS Summe	ÜS.d	=	7,38	kg TS/d
Wirkungsgrad BSB-Abbau	W.BSB	=	0,98	-

aktiver Schlammanteil:

Hilfsgröße	HG	=	0,74	
aktiver Anteil	x	=	0,179	-

Sauerstoffbedarf:

NO3-N Ablauf Kläranlage	S.NO3.AN	=	10,00	mg/l
denitrifizierbare NO3-N	S.NO3.D	=	-5,22	mg/l
Kohlenstoffabbau	OV.C	=	10,1	kg O2/d
Nitrifikation	OV.N	=	6,7	kg O2/d
Denitrifikation	OV.DN	=	-3,6	kg O2/d
SUMME Sauerstoffverbrauch	OV.Sum	=	20,4	kg O2/d

Sauerstoffeintrag:

O ₂ -Gehalt im Belebungsbecken	C.o	=	1,00	mg/l
Sättigungswert bei 18,0°C	C.o.s	=	9,47	mg/l
Eintauchtiefe der Belüfter	d.e	=	3,50	m
Sauerstoffsättigungskonzentration in 3,50 m Tiefe	C.s.m	=	11,08	mg/l
Sauerstoffzufuhr unter Betriebsbedingungen	OB	=	22,42	kg O2/d
Sauerstoffzufuhrfaktor	Alpha	=	0,70	-
Sauerstoffaufnahme	SSA	=	0,024	kg O2/Nm3 m
Alterung der Belüfter		=	100%	
Sauerstoffzufuhrvermögen	OC	=	32,0	kg O2/d
Luftmenge	Q.Luft	=	381,3	m3 Luft / d
Gebälaselauzeiten		=	14,40	h/d
Luftmenge - Stundenwert	Q,Luft.h	=	26,5	m3 Luft / h
		=	0,4	m3 Luft / min
O2 über Luft		=	7,0	kg O2 / h
Wirkungsgrad O2-Eintrag aus der Luft		=	21,7%	

Gebläse:

Geländehöhe		=	250 m ü NN
Druckverluste im System	t.v	=	0,50 m WS
Alterung der Belüfter		=	100%
spezifischer volumetrischer Verlust	V.v100	=	0,15 m3 Luft / min
Zunahme der S		=	100%
volumetrischer Verlust	V.v	=	0,30 m3 Luft / min
Ansaugtemperatur	Temp.Luft	=	25,00 °C
Wirkungsgrad vom Gebläse + E-Motor	n.Gebläse	=	0,62 -
Verschlechterung Wirkungsgrad		=	100%
Vordruck Gebläse		=	984 mbar
Nachdruck Gebläse		=	1.384 mbar
Temperatur Ausgang		=	76,71 °C
adiabatische Förderhöhe	ad.H	=	30,60 KJ/kg
adiabatische Verdichterleistung		=	0,49 kW
Gebläseleistung		=	0,79 kW
Energiebedarf Belüftung	W.Belüftung	=	11,36 kWh/d
<u>Umwälzung im Belebungsbecken</u>			
Energiedichte		=	0,00 W/m³
Energiebedarf		=	0,00 kWh/d
<u>Summe Energiebedarf:</u>			
		=	11,36 kWh/d
	Energiekosten	=	3,18 €/d

Schlammeindickung, Entwässerung und Entsorgung

Klärschlamm Entsorgung:

Entwässerung auf:	35,00 % TS		
Feuchtgutmenge	B,TS,FG	=	15,59 kg TS/d
		=	0,04 t/d
Entsorgungskosten	K,Ent	=	150,00 €/t
Transportkosten	K,Trans	=	25,00 €/t
Entsorgungskosten Klärschlamm		=	7,79 €/d

Rechengut- und Sandfanggutentsorgung:

Rechengutmenge		=	0,003 t/d
Sandfanggutmenge		=	0,020 t/d
Entsorgungskosten	K,Trans	=	175,00 €/t
Entsorgungskosten		=	3,88 €/d

Betriebsgebäude - Heizanlage

Betriebsgebäude:

Lufttemperatur außen	Temp.Luft	=	-2 °C
Mittlere Raumtemperatur	Temp.Raum	=	12 °C
Heizperiode	H.Tage	=	180 Tage
Hüllfläche Gebäude	V.BG	=	81 m²
Transmissionswärmeverlust	H.T	=	0,10 W/(m² K)
Luftwechselrate	L.Wechsel	=	0,50 1/h
Luftvolumen im Gebäude	V.Luft	=	468 m³
Heizleistung		=	1,2 kW
Überschuß Gasmotor Winter		=	0 kWh/d
Energiebedarf Heizung Winter		=	5.202 kWh/a
	W.BG	=	14,3 kWh/d
	Stromheizung	=	641,38 €/Jahr

Personalkosten

Anzahl des Personal		=	0,20 Personen
Kosten pro Person		=	60.000 €/P Jahr
Personalkosten pro Monat		=	1.000,00 €/Monat

Sonstige Energiekosten

Antriebe	Anzahl	P,an	Ein	W	Kosten
-	Stück	kW	h/d	kWh/d	€/d
Beleuchtung	2	0,01	0,50	0,010	0,003
Ventilatoren - Lüftung	1	0,08	0,50	0,040	0,011
SPS, EDV + Messtechnik	1	0,10	24,00	2,400	0,672
Kleinverbraucher	2	0,15	0,50	0,150	0,042
Energiekosten =				2,600	0,728 €/d

Anlage 4 Variante 2 – Eigenlösung: Jahreskostenberechnung

Anlage 5 Variante 3 – KA Niederbeisheim: Kostenschätzung

Baukosten - Variante 3

		Netto Preis 2016	Netto Preis 2022	Netto	Brutto
1	Pumpwerk Dickershausen			326.570 €	388.618 €
1.1	Baustelleneinrichtung	31.800 €	37.365 €		
1.2	Baugrube				
1.2.1	Erdarbeiten	18.000 €	21.150 €		
1.2.2	Baugrubenverbau	12.000 €	14.100 €		
1.3	Betonbauwerk				
1.3.1	Beton- und Stahlbeton	45.000 €	52.875 €		
1.3.2	Schlosserarbeiten	9.500 €	11.163 €		
1.3.3	Estrich und Fliesen	3.500 €	4.113 €		
1.4	Verfahrenstechnik				
1.4.1	Pneumatische Pumpen	24.500 €	28.788 €		
1.4.2	Rohrleitungen, Armaturen	15.000 €	17.625 €		
1.5	Verkehrsflächen				
1.5.1	Zaun- und Toranlage	10.000 €	11.750 €		
1.5.2	Wegeanbindung	15.000 €	17.625 €		
1.6	EMSR-Technik	44.500 €	52.288 €		
1.7	Regieleistungen	15.000 €	17.625 €		
1.8	Ingenieurleistungen		40.105 €		
2	Druckleitung Dickershausen - Übergabepunkt			801.201 €	953.430 €
2.1	Baustelleneinrichtung	85.275 €	91.671 €		
2.2	Rohrleitung da = 110 mm - Lieferung und Verlegung	238.000 €	255.850 €		
2.2.1	Rohrleitung einfräsen	204.000 €	219.300 €		
2.2.2	Schächte	39.000 €	41.925 €		
2.2.3	Strassenflächen herstellen	62.500 €	67.188 €		
2.2.4	Regieleistungen	25.000 €	26.875 €		
2.2.4	Ingenieurleistungen		98.393 €		
	Summe			1.127.771 €	1.342.048 €

Anlage 6 Variante 3 – KA Niederbeisheim: KA-Niederbeisheim – Betriebs- und Energiekosten

BETRIEBSKOSTENERMITTLUNG

Kläranlage Niederbeisheim - Bestand

Pumpwerke

Pumpen	H,man m	n,PW + Emot -	f,Q -	Q,d m³/d	W kWh/d	Kosten €/d
RÜB - RW-Pumpe-1	5,00	0,60	0,10	115	2,61	0,73
RÜB - RW-Pumpe 2	5,00	0,60	0,10	115	2,61	0,73
Betriebsgebäude - SW-Pumpe	5,00	0,60	0,05	58	1,31	0,37
Betriebsgebäude - RW-Pumpe	5,00	0,60	0,05	58	1,31	0,37
Biologie - RS-Pumpe	0,75	0,60	1,00	1.151	3,92	1,10
Biologie - USS-Pumpe	5,00	0,60	0,01	12	0,26	0,07
Energiekosten				=	12,03	3,37 €

Rechen

Antriebe -	Laufzeit %	Q,max m³/d	Q,h m³/d	P,an kW	W kWh/d	Kosten €/d
Rechenantrieb	80	2.776,5	1.151,2	1,50	11,94	3,34
Energiekosten				=	11,94	3,34 €

Sand- und Fettfang

Antriebe -		P,an kW	Ein h/d	W kWh/d	Kosten €/d
Räumpumpe		2,80	1,00	2,800	0,784
Sandfangpumpe		2,80	1,00	2,800	0,784
Räumerantrieb		0,12	3,00	0,360	0,101
Sandfanggebläse		0,90	24,00	21,600	6,048
Energiekosten =				27,560	7,717 €/d

Belebungsbecken

nach DWA Arbeitsblatt A-131 - Mai 2000

Volumen:

vorgeschaltete Deni	=	0	simultane Deni = 2	2
simultane Deni	=	1		
Denitrifikation	V.DN	=	720	m ³
Nitrifikation	V.NI	=	1.080	m ³
Summe Belebungsbecken	V.BB	=	1.800	m ³
Temperatur	Temp	=	14	°C
Feststoffgehalt Biologie	TS.BB	=	3,50	kg TS/m ³
Schlammbelastung	B.TS	=	0,035	kg/kg
Raumbelastung	B.R	=	0,124	kg/m ³

Schlammalter

aerobe simultane Schlammstabilisierung	=	0		
+ gezielte Denitrifikation	=	1		
Sicherheitsfaktor	SF	=	1,80	
Bemessungstemperatur	Temp.Bem	=	10	°C
erforderliches Schlammalter	t.TS.Bem	=	25	d
vorhandenes Schlammalter	t.TS	=	23	d

Überschussschlamm:

BSB-5 Zulauf Biologie	C.BSB.ZB	=	194	mg/l
TSo Zulauf Biologie	X.TS.ZB	=	226	mg/l
Temperaturfaktor	fT	=	0,9328	-
ÜSS aus C-Abbau	ÜS.d.C	=	218,38	kg TS/d
ÜSS aus P-Elimination	ÜS.d.P	=	57,06	kg TS/d
ÜSS Summe	ÜS.d	=	275,44	kg TS/d
Wirkungsgrad BSB-Abbau	W.BSB	=	0,98	-

aktiver Schlammanteil:

Hilfsgröße	HG	=	0,89	
aktiver Anteil	x	=	0,199	-

Sauerstoffbedarf:

NO3-N Ablauf Kläranlage	S.NO3.AN	=	1,00	mg/l
denitrifizierbare NO3-N	S.NO3.D	=	24,75	mg/l
Kohlenstoffabbau	OV.C	=	279,0	kg O2/d
Nitrifikation	OV.N	=	127,5	kg O2/d
Denitrifikation	OV.DN	=	82,6	kg O2/d
SUMME Sauerstoffverbrauch	OV.Sum	=	323,8	kg O2/d

Sauerstoffeintrag:

O2-Gehalt im Belebungsbecken	C.o	=	1,50	mg/l
Sättigungswert bei 14,0°C	C.o.s	=	10,31	mg/l
Eintauchtiefe der Belüfter	d.e	=	4,00	m
Sauerstoffsättigungskonzentration in 4,00 m Tiefe	C.s.m	=	12,31	mg/l
Sauerstoffzufuhr unter Betriebsbedingungen	OB	=	368,80	kg O2/d
Sauerstoffzufuhrfaktor	Alpha	=	0,65	-
Sauerstoffaufnahme	SSA	=	0,023	kg O2/Nm ³ m
Alterung der Belüfter		=	100%	
Sauerstoffzufuhrvermögen	OC	=	567,38	kg O2/d
Luftmenge	Q.Luft	=	6.167,22	m ³ Luft / d
Gebälaselaufzeiten		=	14,40	h/d
Luftmenge - Tagesmittel	Q,Luft.h	=	428,28	m ³ Luft / h
		=	7,14	m ³ Luft / min

Gebläse:

Geländehöhe		=	240 m ü NN
Druckverluste im System	t.v	=	0,50 m WS
Alterung der Belüfter		=	100%
spezifischer volumetrischer Verlust	V.v100	=	0,15 m3 Luft / min
Zunahme der S _i		=	100%
volumetrischer Verlust		=	0,32 m3 Luft / min
Ansaugtemperatur	Temp.Luft	=	25,00 °C
Wirkungsgrad vom Gebläse + E-Motor	n.Gebläse	=	0,60 -
Verschlechterung Wirkungsgrad		=	100%
Vordruck Gebläse		=	985 mbar
Nachdruck Gebläse		=	1.435 mbar
Temperatur Ausgang		=	61,17 °C
adiabatische Förderhöhe		=	33,93 KJ/kg
adiabatische Verdichterleistung		=	5,45 kW
Gebälseleistung		=	9,09 kW
Energiebedarf Belüftung	W.Belüftung	=	130,84 kWh/d

Luftbeitrag über:

Energieangebot über Gebläse mit Gasmotor	=	0 kWh/d
Luftbeitrag über Gebläse mit E-Motor	=	130,84 kWh/d

Umwälzung im Belebungsbecken

Energiedichte	=	2,22 Wh/m ³
Energiebedarf	=	96,00 kWh/d

Energiekosten = 63,52 €/d

Phosphatfällung:

	Al SO4	Fe(II)-SO4	Fe(III)-ClSO4	
Produktkosten	= 280,00	= 150,00	= 280,00	€/t
relative Fällmenge Beta	= 1,80	= 1,80	= 1,80	-
Eisen- Aluzugabe C,Fe / Al	= 1,30	= 2,70	= 2,70	kg Me/ kg P
Wirksubstanz Fe/Al im FM	= 0,081	= 0,190	= 0,123	kg/kg
P-Elimination	= 4,42	= 4,42	= 4,42	kg P/d
Fällungsschlamm	= 44,73	= 57,06	= 57,06	kg TS/d
Fällmittelbedarf	= 127,73	= 113,10	= 174,70	kg FM/d
Fällmittelkosten	= 35,76	= 16,96	= 48,92	€/d
	= 13.052,40	= 6.190,40	= 17.855,80	€/a

Auswahl des Fällmittels:

AL SO4	=	0
Fe-II-SO4	=	0
Fe-III-ClSO4	=	1
Auswahl :		Fe-III-ClSO4
Fällungsschlamm	=	57,06 kg TS/d
Fällmittelkosten	=	48,92 €/d

Nachklärbecken

Antriebe	P,an kW	Ein h/d	W kWh/d	Kosten €/d
NKB - Räumer	0,45	24,00	10,800	3,024
Schwimmschlammpumpe	2,60	0,10	0,260	0,073
Energiekosten =			11,060	3,097 €/d

Schlammstapelbehälter

Antriebe -		P,an kW	Ein h/d	W kWh/d	Kosten €/d
Rührwerk		2,50	1	2,500	0,700
Energiekosten =				2,500	0,700 €/d

Schlammeindickung, Entwässerung und Entsorgung

Überschußschlameindickung:

Sekundärschlamm mit P-Fällung		B,TS,ÜS	=	148,6 kg TS/d
Eindickung auf:	3,00 % TS	Q,ÜS	=	4,97 m³/d
spezifischer Energiebedarf Eindickung			=	1,40 kWh/m³
Energiebedarf			=	6,96 kWh/d
Energiekosten			=	1,95 €/d

Schlammmentwässerung:

Primärschlamm		B,TS,PS	=	130,0 kg TS/d
Eindickung auf:	3,00 % TS	Q,PS	=	4,33 m³/d
Summe Rohschlamm		B,TS,RS	=	279,0 kg TS/d
		Q,RS	=	9,3 m³/d
Stabilisierter Schlamm		B,TS,FS	=	204,0 kg TS/d
	2,19 % TS	Q,FS	=	9,3 m³/d
spezifischer Energiebedarf Entwässerung			=	0,00 kWh/m³
Energiebedarf			=	0,0 kWh/d
Energiekosten			=	0,00 € €/d
Chemikalienkosten:				
spezifischer Kalkbedarf			=	0,00 kg/m³
Kalkkosten		K,Kalk	=	240,00 €/t
spezifischer Eisenbedarf			=	0,00 kg/m³
Fe Cl SO4-Kosten		K,Fe	=	266,00 €/t
Chemikalienkosten			=	0,00 €/d

Klärschlamm Entsorgung:

Entwässerung auf:	4,20 % TS			
Feuchtgutmenge		B,TS,FG	=	204,00 kg TS/d
			=	4,90 t/d
Entsorgungskosten Deponie		K,Ent	=	150,00 €/t
Transportkosten zur Deponie		K,Trans	=	25,00 €/t
Entsorgungskosten Klärschlamm			=	857,50 €/d

Rechengut- und Sandfanggutentsorgung:

Rechengutmenge	=	0,052 t/d
Sandfanggutmenge	=	0,104 t/d
Transportkosten zur Deponie	K,Trans =	25,00 €/t
Entsorgungskosten	=	27,30 €d

Personalkosten

Anzahl des Personal	=	1 Personen
Kosten pro Person	=	60.000 €/P Jahr
Personalkosten pro Monat	=	5.000,00 €/Monat

Wartung & Instandhaltung

Investitionskosten:

Verfahrens- + E-Technik	=	1.105.000 €
Bau	=	2.500.000 €
Kanal	=	5.000.000 €
SUMME	=	8.605.000 €

Anteil der Kosten pro Jahr bezogen auf die Investitionskosten:

Verfahrens- + E-Technik	=	2,00 %
Bau	=	0,50 %
Kanal	=	0,20 %
Verfahrens- + E-Technik	=	22.100 €/Jahr
Bau	=	12.500 €/Jahr
Kanal	=	10.000 €/Jahr
Kosten für Wartung & Instandhaltung	=	44.600,00 €/Jahr

Sonstige Energiekosten

Antriebe -	Anzahl Stück	P,an kW	Ein h/d	W kWh/d	Kosten €/d
Beleuchtung	10	0,06	6,00	3,600	1,008
Dosierpumpen	2	0,08	6,00	0,480	0,134
SPS, EDV + Messtechnik	1	0,50	24,00	12,000	3,360
Kleinverbraucher	1	2,00	24,00	48,000	13,440
Brauchwasser	1	1,50	2,00	3,000	0,840
RÜB - Wirbeljet 1	1	5,50	0,10	0,550	0,154
RÜB - Wirbeljet 2	1	5,50	0,10	0,550	0,154
Energiekosten =				68,180	19,090 €d

Anlage 7 Variante 3 – KA Niederbeisheim: Jahreskostenberechnung

Wirtschaftlichkeitsberechnung

Variante 3: KA-Niederbeisheim
Preise sind Bruttopreise

1. Eingangsdaten

Strompreis	=	0,28 € /kWh
Personalkosten	=	60.000,00 € /Jahr
Kapitalkosten: Zinssatz	=	1,50% p.a.
Wassermengen für Wirtschaftlichkeitsberechnung: Jahresschmutzwassermenge	=	46.287 m³/Jahr

2. Kapitalkosten

Investitionskosten	=	1.342.048 €
Tilgungszeit	=	30,00 a
Zins und Tilgung pro Jahr	=	55.580 € p.a.
Tilgung pro Jahr	=	44.735 € p.a.
Zinsen pro Jahr	=	10.845 € p.a.

3. Abschreibung

Bauwerke	=	50 Jahre
Verfahrenstechnik	=	30 Jahre
EMSR-Technik	=	20 Jahre
<u>Investitionskosten</u>		
Bauwerke	=	1.190.246 €
Verfahrenstechnik	=	75.841 €
EMSR-Technik	=	75.962 €
SUMME	=	1.342.048 €
<u>Abschreibung</u>		
Bauwerke	=	23.805 € p.a.
Verfahrenstechnik	=	2.528 € p.a.
EMSR-Technik	=	3.798 € p.a.
SUMME	=	30.131 € p.a.

4. Betriebskosten

Wassermengen	=	46.287 m³/a
<u>Abwasserpumpwerk Dickershausen</u>		
Laufzeit	=	12,00 h/d
Fördermenge	=	46.287 m³/a
Geodätische Förderhöhe	=	24,00 m
Länge Leitung	=	3.600,00 m
Hydraulische Verluste	=	3,47 m/km
Förderhöhe der Pumpe	=	36,50 m
Wirkungsgrad der Pumpe	=	0,55 -
Leistungsbedarf	=	0,94 kW
		4.105 kWh/a
Betriebskosten	=	1.150 € / a
<u>Kläranlage Niederbeisheim 2019</u>		Anteil Dickershausen = 5,65%
<u>Abschreibung:</u>		
Bauwerke	=	50 Jahre
Verfahrenstechnik	=	25 Jahre
EMSR-Technik	=	15 Jahre
<u>Investitionskosten</u>		
Bauwerke	=	7.500.000 €
Verfahrenstechnik	=	700.000 €
EMSR-Technik	=	405.000 €
SUMME	=	8.605.000 €
<u>Abschreibung</u>		
Bauwerke	=	150.000 € p.a.
Verfahrenstechnik	=	28.000 € p.a.
EMSR-Technik	=	27.000 € p.a.
SUMME	=	205.000 € p.a.
<u>Betriebskosten</u>		
Pumpwerke	=	1.229 €/a
Rechen	=	1.220 €/a
Sandfang	=	2.817 €/a
Belebungsbecken	=	23.183 €/a
P-Fällung	=	17.856 €/a
Nachklärung	=	1.130 €/a
Schlammstapelbehälter	=	256 €/a
Schlammbehandl. + Entsorgung	=	313.699 €/a
Sonstige Reststoffe	=	9.965 €/a
Sonstige Energiekosten	=	6.968 €/a
Personalkosten	=	60.000 €/a
Wartung & Instandhaltung	=	44.600 €/a
Laborkosten	=	2.600 €/a
Summe	=	485.523 €/a
<u>Wartung & Instandhaltung PW + DL</u>		
Bauwerke	=	0,80% der Investkosten
Verfahrenstechnik	=	2,50% der Investkosten
EMSR-Technik	=	1,50% der Investkosten
Bauwerke	=	9.522 € p.a.
Verfahrenstechnik	=	1.896 € p.a.
EMSR-Technik	=	1.139 € p.a.
SUMME	=	12.557 € p.a.

5. Summe der Kosten

		pro Jahr	Anteil
Strom	=	3.229 €	2,3%
Sonstige Betriebskosten	=	24.472 €	17,7%
Personal	=	13.442 €	9,7%
Invest & Abschreibung	=	97.296 €	70,3%
SUMME	=	138.439 € / Jahr	
	=	2.991 € / m³	

Betriebskosten pro Jahr				
Strom	Material	Personal	Invest & Absch	Summe
			55.580 €	
			23.805 €	23.805 €
			2.528 €	2.528 €
			3.798 €	3.798 €
1.150 €				1.150 €
			8.476 €	8.476 €
			1.582 €	1.582 €
			1.526 €	1.526 €
69 €				69 €
69 €				69 €
159 €				159 €
1.310 €				1.310 €
	1.009 €			1.009 €
64 €				64 €
14 €				14 €
	17.727 €			17.727 €
	563 €			563 €
394 €				394 €
		3.391 €		3.391 €
		1.680 €		1.680 €
	147 €			147 €
3.229 €	24.472 €	13.442 €	97.296 €	138.439 €
0,07 €	0,53 €	0,29 €	2,10 €	2,99 €

Anteile Betriebs- und Investkosten KA-Niederbeisheim:
 Dickershausen = 250 EW
 KA-Niederbeisheim = 4.174 EW