

# Kostenvergleichsrechnung

- Bereich HB Frücht/HB Becheln -  
- Wasserversorgung -



Auftraggeber: Verbandsgemeindewerke Bad Ems - Nassau

Koppelheck 26  
56377 Nassau

Datum : 29.01.2024

Projekt-Nr. : 20 225

# Vorwort

Die Verbandsgemeindewerke Bad Ems – Nassau beabsichtigen eine Ertüchtigung der Versorgungsstrukturen im Bereich der Hochbehälter Frücht und Becheln sowie einen Anschluss der Ortslagen Sulzbach und Dienethal.

Darüber hinaus soll zukünftig die Option bestehen, den Versorgungsbereich um Schweighausen ebenfalls mit an diese Versorgungsstrukturen anschließen zu können.

Das für die Versorgung benötigte Wasser stammt dabei überwiegend aus dem Stollen Fachbach, das zunächst einige hundert Meter hoch gepumpt werden muss.

Um den erforderlichen Pumpaufwand zu ermitteln, wurden im Vorfeld zusammen mit den VG-Werken mögliche Alternativen und Varianten zur Versorgung des Versorgungsbereichs definiert.

Mithilfe der nachfolgenden KVR konnten dann die zu erwartenden Investitions- und Betriebskosten ermittelt und im Anschluss die kostengünstigste Alternative/Variante aufgezeigt werden.

# Inhalt

<b>1.</b>	<b>Grundlagen.....</b>	<b>1</b>
	Grundlagen KVR	
	Alternativen-/Variantenbeschreibung	
	Bemessungsgrößen	
<b>2.</b>	<b>Kostenermittlung.....</b>	<b>11</b>
	Alternative 1	
	V1: Kosten „Neubau“	
	V2: Kosten „Sanierung“	
	V3: Kosten „PW Hain/Frücht“	
	V4: Kosten „PW Hain/Frücht+ Vorlagebehälter“	
	Alternative 2	
	V1: Kosten „Neubau“ max	
	V2: Kosten „Sanierung“ max	
	V3: Kosten „PW Hain/Frücht“ max	
	V4: Kosten „PW Hain/Frücht + Vorlagebehälter“ max	
<b>3.</b>	<b>Betriebskosten.....</b>	<b>20</b>
	Übersicht	
	Erläuterung	
<b>4.</b>	<b>Projektkostenbarwerte.....</b>	<b>23</b>
	Alternative 1	
	V1: Kosten „Neubau“	
	V2: Kosten „Sanierung“	
	V3: Kosten „PW Hain/Frücht“	
	V4: Kosten „PW Hain/Frücht + Vorlagebehälter“	
	Alternative 2	
	V1: Kosten „Neubau“ max	
	V2: Kosten „Sanierung“ max	
	V3: Kosten „PW Hain/Frücht“ max	
	V4: Kosten „PW Hain/Frücht + Vorlagebehälter“ max	
<b>5.</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>32</b>
	Alternative 1	
	Alternative 2	
<b>6.</b>	<b>Fazit.....</b>	<b>35</b>

# 1. Grundlagen

Im Vorfeld der Kostenvergleichsrechnung mussten Angaben aus der "Leitlinie zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen" gewählt, die zu vergleichenden Alternativen und Varianten definiert und die Bemessungsgrößen ermittelt werden.

# 1.1 Grundlagen der Kostenvergleichsrechnung

Zur Durchführung der Kostenvergleichsrechnung wurden Angaben zur Nutzungsdauer sowie zu Investitions-, Reinvestitions- und laufenden Kosten benötigt. Diese Grundlagen wurden unter Zuhilfenahme der "Leitlinie zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen" wie folgt gewählt:



**VERBANDSGEMEINDE  
Bad Ems - Nassau**

**Hochbehälter Hain/Frucht & Becheln (20225)**  
KVR Grundlagen



**Ingenieurgesellschaft  
Dr. Bokemuhl + Partner mbH**

Zur Durchführung der Kostenvergleichsrechnung wurden unter zur Hilfenahme der "Leitlinie zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen" folgende Grundlagen gewählt:

**Nutzungsdauer**

Hochbehälter	50 Jahre
Aufbereitung	25 Jahre
Leitungen	50 Jahre
Sanierung Hochbehälter	25 Jahre
EMSR-Technik	12,5 Jahre

**Investitionskosten**

Es wird davon ausgegangen, dass die Investitionskosten punktförmig (Zeitpunkt Null) anfallen. Der reale Zinssatz beträgt  $i$  %

**Reinvestitionskosten**

Die Reinvestitionskosten nach den entsprechenden Nutzungsdauern sind als Einzelzahlungen mittels der entsprechenden Umrechnungsfaktoren DFAKE (Diskontierungsfaktor für einmalige Kosten) zu diskontieren.

Die Diskontierungsfaktoren ergeben sich wie folgt:

Diskontierungsfaktor		$i = 2$	$i = 3$	$i = 4$
nach 12,5 Jahren	DFAKE ( $i;12,5$ )	0,78076	0,69117	0,61259
nach 25 Jahren	DFAKE ( $i;25$ )	0,60953	0,47761	0,37512
nach 37,5 Jahren	DFAKE ( $i;37,5$ )	0,4759	0,33011	0,2298
nach 50 Jahren	DFAKE ( $i;50$ )	0,37153	0,22811	0,14071

**laufende Kosten**

Die gleichförmigen Reihen der laufenden Kosten werden mit dem zugehörigen Diskontierungsfaktor DFAKR(P) in ihre Barwerte zum Zeitpunkt Null transformiert.

Bei einem Realzinssatz von  $i$  % und ohne Betriebskostensteigerung beträgt der Diskontierungsfaktor DFAKR ( $i; 50$ )

Bei einem Realzinssatz von  $i$  % und einer Betriebskostensteigerung von  $r = 1$  % bzw. 2% beträgt der Diskontierungsfaktor DFAKRP ( $1; i; 50$ ) bzw. DFAKRP ( $2; i; 50$ )

Diskontierungsfaktor		$i = 2$	$i = 3$	$i = 4$
DFAKR ( $i; 50$ )	$r = 0$	31,4236	25,7298	21,4822
DFAKRP ( $1; i; 50$ )	$r = 1$	39,2863	31,5548	25,8755
DFAKRP ( $2; i; 50$ )	$r = 2$	50,0000	39,3750	31,6842

## 1.2 Alternativen-/Variantenbeschreibung

Um auch in Zukunft die Versorgung im Versorgungsbereich sicherstellen zu können, wurden gemeinsam mit den VG-Werken zwei mögliche Alternativen entwickelt:

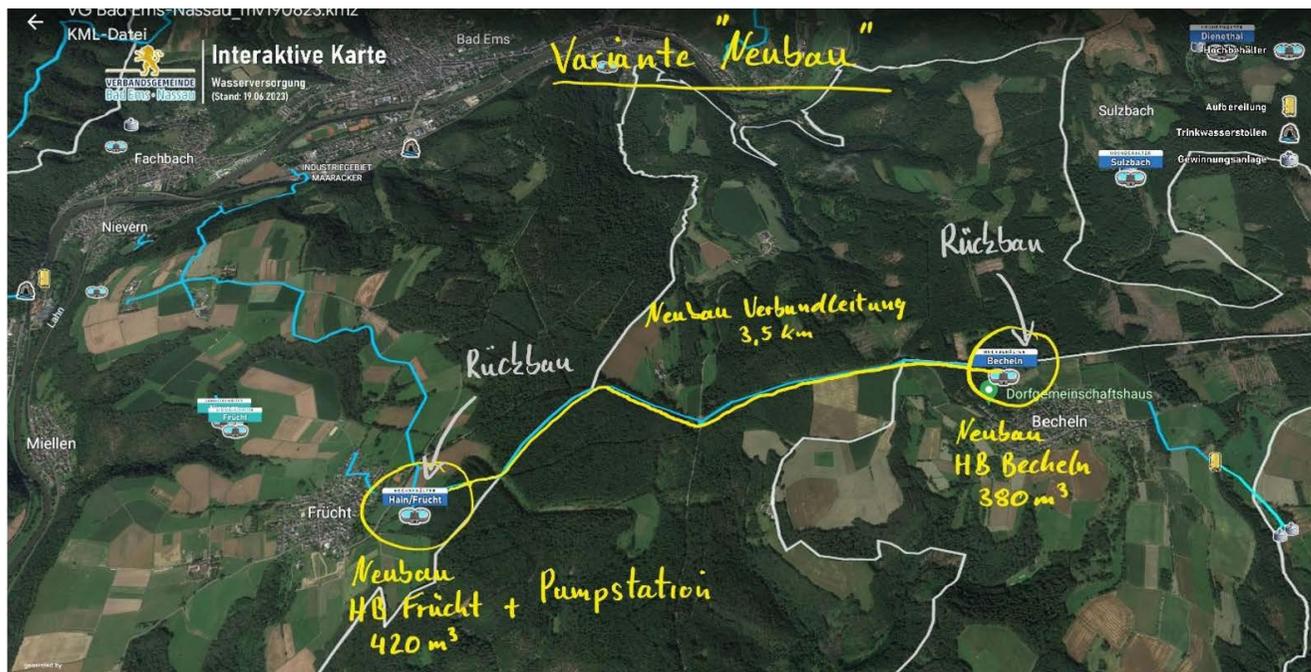
- Alternative 1: sieht einen angepassten Ersatzneubau für die derzeitigen Hochbehälter Becheln, Sulzbach und Dienetahl im Bereich des derzeitigen HB Becheln vor.
- Alternative 2: sieht einen angepassten Ersatzneubau für die v.g. Hochbehälter nordwestlich von Schweighausen vor.

Beide Hochbehälterstandorte befinden sich auf einer ähnlichen Höhe von 415 müNN, wohingegen sie sich bei der Entfernung zu den bestehenden Versorgungsstrukturen deutlich voneinander unterscheiden.

Der wesentliche Unterschied liegt somit im erforderlichen Leitungsbau. Dieser fällt bei der Alternative 2 deutlich umfangreicher aus, was sich wiederum bei den Investitionskosten widerspiegelt.

## - Alternative 1 -

Inhalt >>



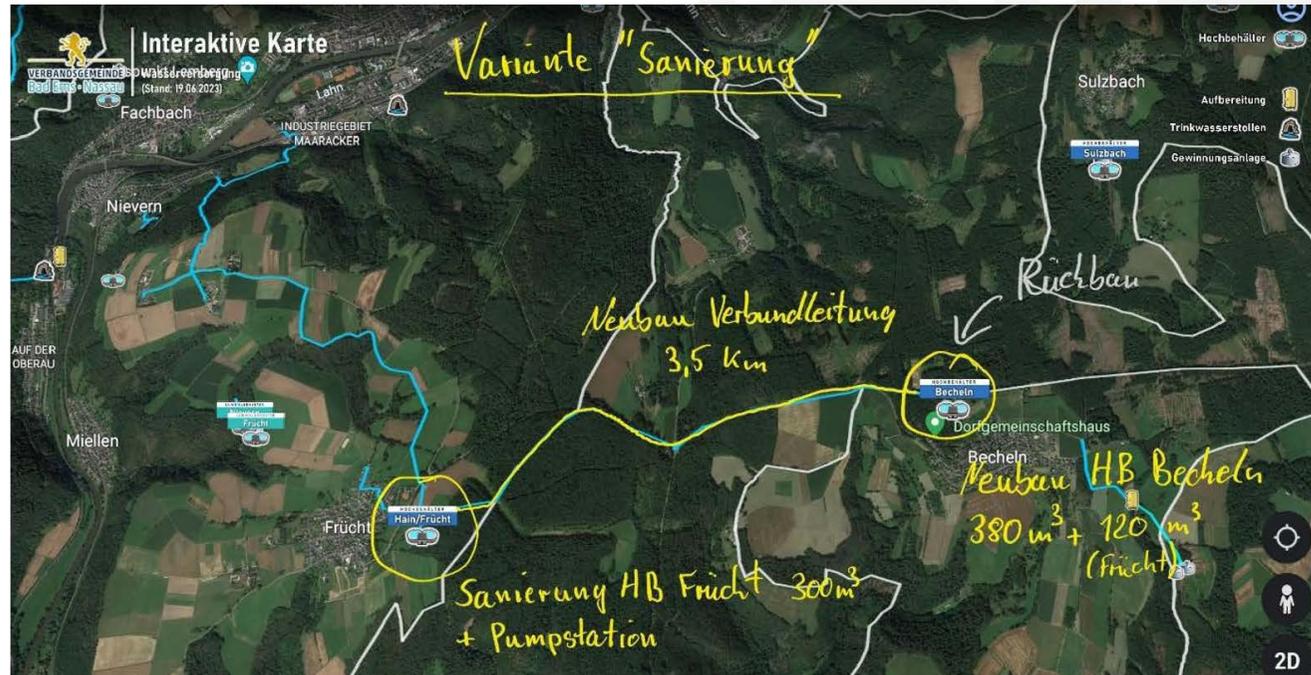
### Variante 1: "Neubau"

Die Variante 1 sieht anstelle des bestehenden HB Frücht und des bestehenden HB Becheln einen Ersatzneubau vor. Diese würden dem zukünftigen Bedarf angepasst.

Zudem würde im neuen HB Frücht eine Pumpstation installiert, um die benötigte Wassermenge zur Versorgung des HB Becheln bereitstellen zu können.

Darüber hinaus würde ausgehend vom HB Frücht eine neue ca. 3,5 km lange Verbund- bzw. Pumpleitung zum HB Becheln erforderlich.

Die bestehenden Behälter würden zurückgebaut.



### Variante 2: "Sanierung"

Die Variante 2 sieht eine Sanierung des HB Frücht und einen Ersatzneubau für den HB Becheln vor.

Bei einer Sanierung des HB Frücht könnte die Speicherkapazität nicht auf den zukünftigen Bedarf angepasst werden, weshalb das Volumendefizit im neuen HB Becheln vorgehalten werden müsste.

Hierdurch würde ein Teil des Volumens zunächst zum HB Becheln gepumpt werden, was einen erhöhten Pumpaufwand zur Folge hätte.

Pumpstation und Leitungsbau wie Variante 1.

Der bestehende HB Becheln würde zurückgebaut.



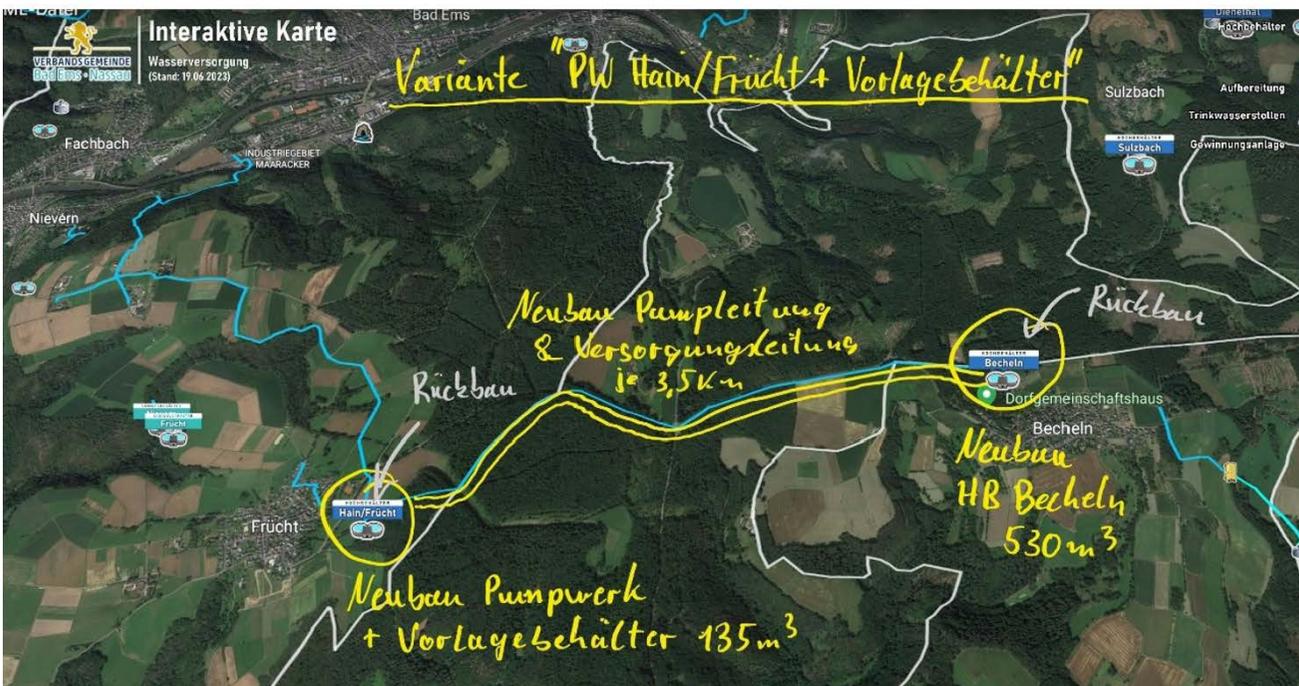
### Variante 3: "PW Hain/Frucht"

Die Variante 3 sieht anstelle der bestehenden HB Frucht und Becheln einen gemeinsamen Zentralbehälter im Bereich des alten HB Becheln vor.

Anstelle des alten HB Frucht würde ein Pumpwerk und eine Druckminderung installiert.

Die Beschickung des neuen Zentralbehälters Becheln würde über eine neue rd. 3,5 km lange Pumpleitung und die Versorgung von Frucht über eine parallel verlaufende, ebenfalls rd. 3,5 km langen Versorgungsleitung erfolgen.

Die bestehenden Behälter würden zurückgebaut.



### Variante 4: "PW Hain/Frucht + Vorlage"

Die Variante 4 sieht zusätzlich zur Variante 3 einen Vorlagebehälter anstelle des HB Frucht vor.

Hierdurch würde die mittlere Tagesmenge für Frucht direkt vor Ort und nicht wie bei der Variante 3 im neuen Zentralbehälter Becheln vorgehalten.

Hierdurch könnte die Pumpmenge zum Zentralbehälter um die mittlere Tagesmenge von Frucht reduziert werden. Die Löschwasserreserve bzw. der Tagesspitzenbedarf würde jedoch wie bei der Variante 3 im neuen Zentralbehälter vorgehalten.

Pumpwerk und Leitungsbau wie bei Variante 3.

Die bestehenden Behälter würden zurückgebaut.



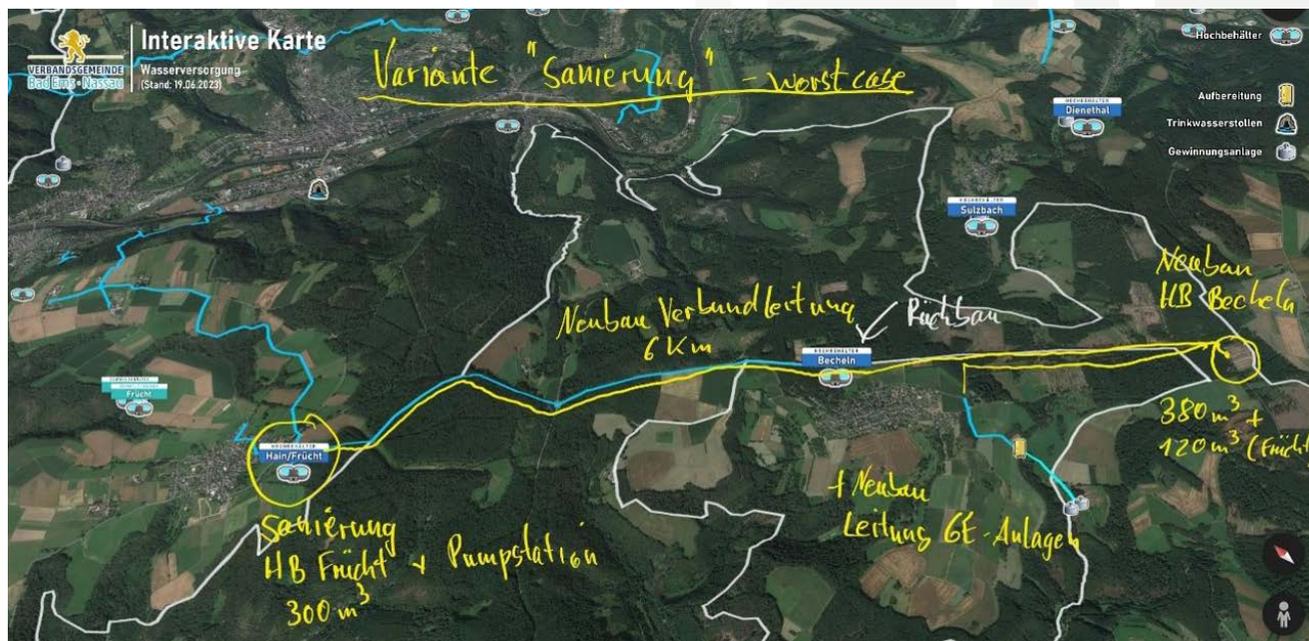
### Variante 1: "Neubau" max

Im Gegensatz zur Alternative 1 - V1 befindet sich der Standort für den neuen HB Becheln bei dieser Alternative nordwestlich von Schweighausen.

Hierdurch würde die Distanz zwischen den Behältern von rd. 3,5 km auf rd. 6 km erhöht. Womit eine rd. 6 km lange Verbund- bzw. Pumpleitung benötigt würde.

Aufgrund des neuen Standorts könnten zudem die vorhandenen Gewinnungsanlagen in Becheln nicht über die bestehenden Versorgungsstrukturen angebunden werden. Weshalb die Pumpleitung um rd. 2 km bis zum neuen HB Becheln verlängert werden müsste.

Die bestehenden Behälter würden zurückgebaut.

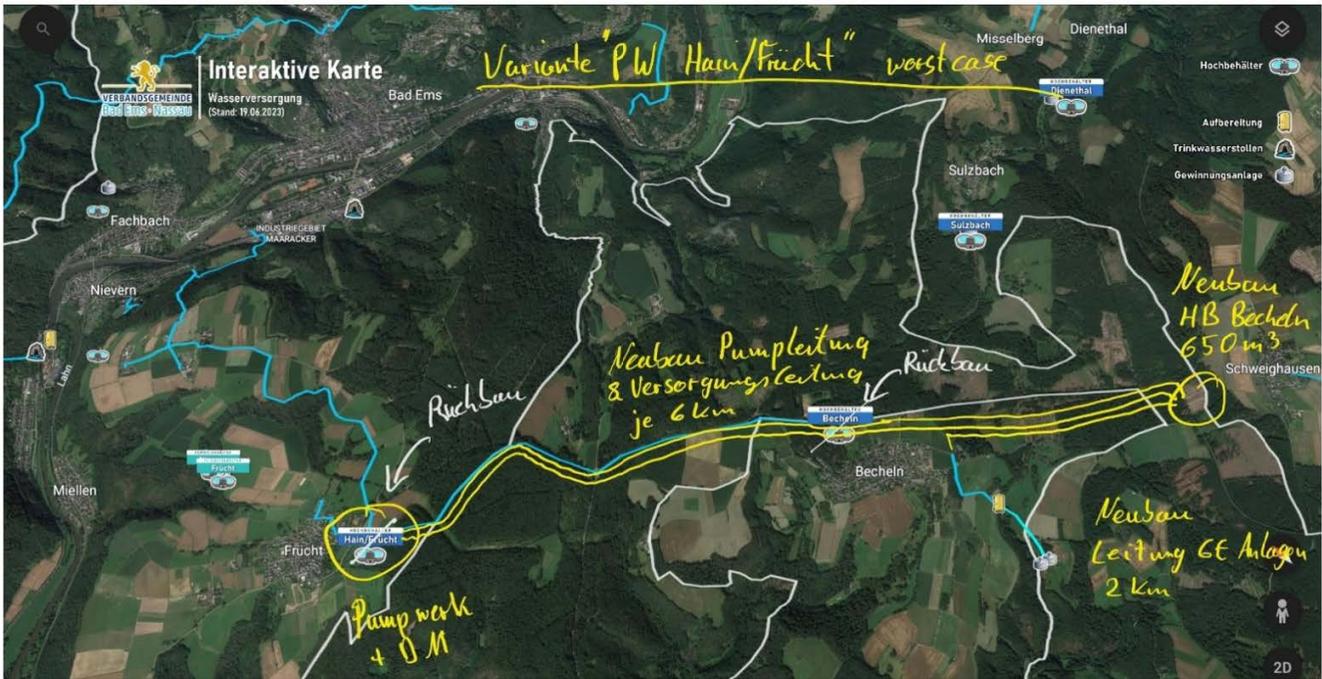


### Variante 2: "Sanierung" max

Auch die Variante 2 unterscheidet sich zur Alternative 1 - V2 lediglich im Standort des neuen HB Becheln.

Verbund- bzw. Pumpleitung und Anschluss der Gewinnungsanlagen Becheln wie bei Alternative 2 - V1.

Der bestehende HB Becheln würde zurückgebaut.



### Variante 3: "PW Hain/Frücht" max

Auch diese Variante unterscheidet sich zur Alternative 1 - V3 lediglich im Standort des neuen Zentralbehälters Becheln.

Da bei dieser Variante wie bei Alternative 1 - V3 zusätzlich eine Versorgungsleitung zwischen dem Zentralbehälter Becheln und dem Pumpwerk Frücht benötigt würde, müsste diese ebenfalls parallel zur Verbund- bzw. Pumpleitung um 2,5 km verlängert werden.

Verbund- bzw. Pumpleitung und Anschluss der Gewinnungsanlagen Becheln wie bei Alternative 2 - V1.

Die bestehenden Behälter würden zurückgebaut.



### Variante 4: "PW Hain/Frücht + Vorlage" max

Auch die Variante 4 unterscheidet sich zur Alternative 1 - V4 lediglich im Standort des neuen Zentralbehälters Becheln.

Leitungsbau und Anschluss der Gewinnungsanlagen Becheln wie bei Alternative 2 - V3.

Die bestehenden Behälter würden zurückgebaut.

## 1.3 Bemessungsgrößen

Die alternativen unabhängigen Bemessungsgrößen (siehe Seite 9 und 10) werden zur Dimensionierung der Hochbehälter und Leitungen sowie zur Bestimmung der Pumpmengen benötigt.

Hierzu wurde zusammen mit den VG-Werken eine vereinfachte Bedarfsermittlung anhand der zu erwartenden Einwohnerzahlen und dem derzeitigen mittleren Tagesbedarf wie folgt vorgenommen.

1. Ermittlung des maximalen Tagesbedarfs mithilfe des Tagesspitzenfaktors nach Literatur.
2. Ermittlung der erforderlichen Hochbehältervolumen anhand des maximalen Tagesbedarfs und der erforderlichen Löschwasserreserve.
3. Falls vorhanden Ermittlung des vorliegenden mittleren/maximalen Wasserdargebotes.
4. Bestimmung des erforderlichen Fremdwasserbezugs (St. Fachbach) anhand der Gegenüberstellung des mittleren bzw. maximalen Wasserbedarfs und Wasserdargebotes.

Des weiteren gilt:

- Die resultierenden Pumpmengen sind mit dem erforderlichen Fremdwasserbezug gleichzusetzen.  
-> Pumpmenge = Grundlage zur Ermittlung der Betriebskosten.
- Die Förderung der ermittelten Pumpmengen erfolgt bis zu dem Betriebspunkt an dem das Volumen vorgehalten wird. (Hochbehälter bzw. Vorlagebehälter).
- Bei der Löschwasserreserve wird vorausgesetzt, dass diese zu jedem Zeitpunkt im Hochbehälter vorgehalten wird, weshalb sie bei der Ermittlung der Pumpmengen keine Berücksichtigung findet.
- Besonderheit bei der Variante "Sanierung":  
Bei dieser Variante wird das Volumendefizit des HB Frücht im neuen HB Becheln vorgehalten.  
Der mittlere Tagesbedarf wird im HB Frücht das Defizit des maximalen Tagesbedarfs im HB Becheln vorgehalten.
- Besonderheit bei der Variante "PW Hain/Frücht + Vorlagebehälter":  
Bei dieser Variante wird das erforderliche Volumen im gemeinsamen Zentralbehälter Becheln vorgehalten, wobei der mittlere Tagesbedarf für Frücht im Vorlagebehälter vorgehalten wird und somit nicht zum Zentralbehälter gepumpt werden muss.

## Alternativenunabhängige Bemessungsgrößen für die Varianten 1 und 2

Variante "Neubau"

HB Hain/Frucht V = 300 m <sup>3</sup>							
Versorgungsbereiche	Q <sub>dm</sub> m <sup>3</sup> /d	Q <sub>dmax</sub> m <sup>3</sup> /d	Einwohner	q <sub>dm</sub> l/E <sup>1</sup> ·d	f <sub>d</sub> 3,9·E <sup>-0,0752</sup>	Q <sub>Lösch</sub> m <sup>3</sup>	Q <sub>Erforderlich</sub> m <sup>3</sup>
Nievern Hochzone	20	53	190 <sup>*1</sup>	105	2,63	100	439
Aussiedlerhöfe Nievern	35	92	-	-	-		
Frucht	80	194	552	135	2,43		
Summe	135	339	742	-	-		
<b>Gesamtbetrachtung</b>	<b>135</b>	<b>320</b>	<b>742</b>	-	<b>2,37</b>		<b>420</b>

\*Einwohner/q<sub>dm</sub> Angaben → infothek.statistik.rlp.de  
\*1 Schätzung

Wasserdargebot		
	Q <sub>dm</sub> m <sup>3</sup> /d	Q <sub>dmax</sub> m <sup>3</sup> /d
Wasserdargebot erf. Wasserbezug	135	320

keine Gewinnungsanlagen vor Ort vorhanden

HB Becheln V = 250 m <sup>3</sup>							
Versorgungsbereiche	Q <sub>dm</sub> m <sup>3</sup> /d	Q <sub>dmax</sub> m <sup>3</sup> /d	Einwohner	q <sub>dm</sub> l/E <sup>1</sup> ·d	f <sub>d</sub> 3,9·E <sup>-0,0752</sup>	Q <sub>Lösch</sub> m <sup>3</sup>	Q <sub>Erforderlich</sub> m <sup>3</sup>
Becheln	80	192	657	96	2,39	100	396
Sulzbach	20	53	189	91	2,63		
Dienetahl	20	52	229	87	2,59		
Summe	120	296	1.075	-	-		
<b>Gesamtbetrachtung</b>	<b>120</b>	<b>277</b>	<b>1.075</b>	-	<b>2,31</b>		<b>380</b>

\*Einwohner/q<sub>dm</sub> Angaben → infothek.statistik.rlp.de

Wasserdargebot		
	Q <sub>dm</sub> m <sup>3</sup> /d	Q <sub>dmax</sub> m <sup>3</sup> /d
Wasserdargebot erf. Wasserbezug	40	200

Aus Brunnen & Quelle Becheln

Variante "Sanierung"

HB Hain/Frucht V = 300 m <sup>3</sup>							
Versorgungsbereiche	Q <sub>dm</sub> m <sup>3</sup> /d	Q <sub>dmax</sub> m <sup>3</sup> /d	Einwohner	q <sub>dm</sub> l/E <sup>1</sup> ·d	f <sub>d</sub> 3,9·E <sup>-0,0752</sup>	Q <sub>Lösch</sub> m <sup>3</sup>	Q <sub>Erforderlich</sub> m <sup>3</sup>
Nievern Hochzone	20	53	190 <sup>*1</sup>	105	2,63	100	439
Aussiedlerhöfe Nievern	35	92	-	-	-		
Frucht	80	194	552	135	2,43		
Summe	135	339	742	-	-		
<b>Gesamtbetrachtung</b>	<b>135</b>	<b>320</b>	<b>742</b>	-	<b>2,37</b>		<b>420</b>

\*Einwohner/q<sub>dm</sub> Angaben → infothek.statistik.rlp.de  
\*1 Schätzung

Wasserdargebot		
	Q <sub>dm</sub> m <sup>3</sup> /d	Q <sub>dmax</sub> m <sup>3</sup> /d
Wasserdargebot erf. Wasserbezug	135	320

keine Gewinnungsanlagen vor Ort vorhanden

**300**   **420**

HB Becheln V = 250 m <sup>3</sup>							
Versorgungsbereiche	Q <sub>dm</sub> m <sup>3</sup> /d	Q <sub>dmax</sub> m <sup>3</sup> /d	Einwohner	q <sub>dm</sub> l/E <sup>1</sup> ·d	f <sub>d</sub> 3,9·E <sup>-0,0752</sup>	Q <sub>Lösch</sub> m <sup>3</sup>	Q <sub>Erforderlich</sub> m <sup>3</sup>
Becheln	80	192	657	96	2,39	100	396
Sulzbach	20	53	189	91	2,63		
Dienetahl	20	52	229	87	2,59		
Summe	120	296	1.075	-	-		
<b>Gesamtbetrachtung</b>	<b>120</b>	<b>277</b>	<b>1.075</b>	-	<b>2,31</b>		<b>380</b>

\*Einwohner/q<sub>dm</sub> Angaben → infothek.statistik.rlp.de

Wasserdargebot		
	Q <sub>dm</sub> m <sup>3</sup> /d	Q <sub>dmax</sub> m <sup>3</sup> /d
Wasserdargebot erf. Wasserbezug	40	200

Aus Brunnen & Quelle Becheln

**20**   **200**   **220**

→ erf. Volumen:   **120**   +   **380**   =   **500**

→ erf. maximaler Wasserbezug:   **20**   +   **200**   =   **220**

## Alternativenunabhängige Bemessungsgrößen für die Varianten 3 und 4

Variante "PW Hain/Frücht"

HB Becheln V = 250 m <sup>3</sup>							
Versorgungsbereiche	Q <sub>dm</sub> m <sup>3</sup> /d	Q <sub>dmax</sub> m <sup>3</sup> /d	Einwohner	q <sub>dm</sub> l/E <sup>1</sup> d	f <sub>d</sub> 3,9 * E <sup>0,0752</sup>	Q <sub>lösch</sub> m <sup>3</sup>	Q <sub>erforderlich</sub> m <sup>3</sup>
Becheln	80	192	657	96	2,39	100	735
Sulzbach	20	53	189	91	2,63		
Dienetahl	20	52	229	87	2,59		
Nievern Hochzone	20	53	190 <sup>1</sup>	105	2,63		
Aussiedlerhöfe Nievern	35	92	-	-	-		
Frücht	80	194	552	135	2,43		
Summe	255	635	1.817	-	-		
<b>Gesamt Betrachtung</b>	<b>255</b>	<b>566</b>	<b>1.817</b>	-	<b>2,22</b>	<b>650</b>	

Wassergarbot		
	Q <sub>dm</sub> m <sup>3</sup> /d	Q <sub>dmax</sub> m <sup>3</sup> /d
Wassergarbot erf. Wasserbezug	175	490

Aus Brunnen & Quelle Becheln

Variante "PW Hain/Frücht + Vorlagebehälter"

Pumpwerk mit Vorlagebehälter Hain/Frücht							
Versorgungsbereiche	Q <sub>dm</sub> m <sup>3</sup> /d	Q <sub>dmax</sub> m <sup>3</sup> /d	Einwohner	q <sub>dm</sub> l/E <sup>1</sup> d	f <sub>d</sub> 3,9 * E <sup>0,0752</sup>	Q <sub>lösch</sub> m <sup>3</sup>	Q <sub>erforderlich</sub> m <sup>3</sup>
Nievern Hochzone	20	53	190 <sup>1</sup>	105	2,63	100	439
Aussiedlerhöfe Nievern	35	92	-	-	-		
Frücht	80	194	552	135	2,43		
Summe	135	339	742	-	-		
<b>Gesamt Betrachtung</b>	<b>135</b>	<b>320</b>	<b>742</b>	-	<b>2,37</b>		
<b>Vorlagebehälter</b>	<b>135</b>	-	-	-	-	<b>135</b>	

\*Einwohner/Q<sub>dm</sub> Angaben -> infothek.statistik.rlp.de  
\*1 Schätzung

Wassergarbot		
	Q <sub>dm</sub> m <sup>3</sup> /d	Q <sub>dmax</sub> m <sup>3</sup> /d
Wassergarbot erf. Wasserbezug	135	-

keine Gewinnungsanlagen vor Ort vorhanden

HB Becheln V = 250 m <sup>3</sup>							
Versorgungsbereiche	Q <sub>dm</sub> m <sup>3</sup> /d	Q <sub>dmax</sub> m <sup>3</sup> /d	Einwohner	q <sub>dm</sub> l/E <sup>1</sup> d	f <sub>d</sub> 3,9 * E <sup>0,0752</sup>	Q <sub>lösch</sub> m <sup>3</sup>	Q <sub>erforderlich</sub> m <sup>3</sup>
Becheln	80	192	657	96	2,39	100	600
Sulzbach	20	53	189	91	2,63		
Dienetahl	20	52	229	87	2,59		
Nievern Hochzone	20	53	190 <sup>1</sup>	105	2,63		
Aussiedlerhöfe Nievern	35	92	-	-	-		
Frücht	80	194	552	135	2,43		
Summe	120	500	1.817	-	-		
<b>Gesamt Betrachtung</b>	<b>120</b>	<b>431</b>	<b>1.817</b>	-	<b>2,22</b>	<b>530</b>	

Wassergarbot		
	Q <sub>dm</sub> m <sup>3</sup> /d	Q <sub>dmax</sub> m <sup>3</sup> /d
Wassergarbot erf. Wasserbezug	40	350

Aus Brunnen & Quelle Becheln

## 2. Kostenermittlung

Die Kosten wurde anhand von Erfahrungswerten und in Abstimmung mit den VG-Werken abgeschätzt. Hierbei handelt es sich um eine erste Kostenannahme, um die Alternativen und Varianten miteinander vergleichen zu können.

## 2.1 Kosten für die Variante 1 "Neubau"

Titel/ Pos.	Anlagenteil/Position	Bau [€]	Ausrüstung [€]	EMSR-Technik [€]	Gesamt [€]	Anmerkungen
<b>1</b>	<b>Hochbehälter</b>					
1.1	Neubau Hochbehälter Becheln	780.000	130.000	70.000	980.000	Hochbehälter Becheln (Inhalt: 380 m³), Technische Ausrüstung
1.2	Neubau Hain/Frücht	800.000	130.000	70.000	1.000.000	Hochbehälter Hain/Frücht (Inhalt: 420 m³), Technische Ausrüstung
<b>2</b>	<b>Sonstige Bauwerke</b>					
2.1	Pumpe im HB Hain/Frücht	-	20.000	-	20.000	2x Pumpen für Verbund "HB Hain/Frücht - HB Becheln" ( $Q_{dm} \sim 40 \text{ m}^3$ ; $Q_{dmax} \sim 200 \text{ m}^3$ ) Vorgabe: max. Fördermenge -> 40 m³/h -> 11,1 l/s -> DA 140
<b>3</b>	<b>Leitungen</b>					
3.1	Pumpleitung/Verbundleitung (HB Hain/Frücht - HB Becheln)	700.000	-	-	700.000	L ~ 3.500 m in DA 140
<b>4</b>	<b>Rückbau</b>					
4.1	Rückbau Hochbehälter Becheln	100.000	-	-	100.000	V = 250 m³
4.2	Rückbau Hochbehälter Hain/Frücht	200.000	-	-	200.000	PCB Belastet; V = 300 m³
<b>Gesamt</b>	<b>Baukosten, netto</b>	<b>2.580.000</b>	<b>280.000</b>	<b>140.000</b>	<b>3.000.000</b>	
	Unvorhergesehenes (20 %)	516.000	56.000	28.000	600.000	
	Baunebenkosten (20 %)	516.000	56.000	28.000	600.000	
	<b>Zwischensumme, netto</b>	<b>3.612.000</b>	<b>392.000</b>	<b>196.000</b>	<b>4.200.000</b>	
	zzgl. 19 % MwSt.	686.280	74.480	37.240	798.000	
	<b>Baukosten, brutto</b>	<b>4.298.280</b>	<b>466.480</b>	<b>233.240</b>	<b>4.998.000</b>	
	<b>Baukosten, brutto, gerundet</b>	<b>4.298.000 €</b>	<b>466.000 €</b>	<b>233.000 €</b>	<b>4.998.000 €</b>	

## 2.1 Kosten für die Variante 2 "Sanierung"



### Hochbehälter Hain/Frücht & Becheln (20225) Kostenermittlung für die Alternative 1 - Variante 2 "Sanierung"



Titel/ Pos.	Anlagenteil/Position	Bau [€]	Ausrüstung [€]	EMSR-Technik [€]	Gesamt [€]	Anmerkungen
<b>1</b>	<b>Hochbehälter</b>					
1.1	Neubau Hochbehälter Becheln	850.000	130.000	70.000	1.050.000	Hochbehälter Becheln (Inhalt: 500 m³ inkl. Volumendefizit HB Frücht 120 m³), Technische Ausrüstung
1.2	Sanierung HB Hain/Frücht	530.000	75.000	30.000	635.000	Hochbehälter Hain/Frücht (Inhalt: 300 m³), Technische Ausrüstung; inkl. PCB Sanierung
<b>2</b>	<b>Sonstige Bauwerke</b>					
2.1	Pumpe im HB Hain/Frücht	-	20.000	-	20.000	2x Pumpen für Verbund "HB Hain/Frücht - HB Becheln" ( $Q_{dm} \sim 40 \text{ m}^3$ ; $Q_{dmax} = \sim 200 + 20 \text{ m}^3$ ) Vorgabe: max. Fördermenge -> 40 m³/h -> 11,1 l/s -> DA 140
<b>3</b>	<b>Leitungen</b>					
3.1	Pumpleitung/Verbundleitung (HB Hain/Frücht - HB Becheln)	700.000	-	-	700.000	L ~ 3.500 m in DA 140
<b>4</b>	<b>Rückbau</b>					
4.1	Rückbau Hochbehälter Becheln	100.000	-	-	100.000	V = 250 m³
<b>Gesamt</b>	<b>Baukosten, netto</b>	<b>2.180.000</b>	<b>225.000</b>	<b>100.000</b>	<b>2.505.000</b>	
	Unvorhergesehenes (20 %)	436.000	45.000	20.000	501.000	
	Baunebenkosten (20 %)	436.000	45.000	20.000	501.000	
	<b>Zwischensumme, netto</b>	<b>3.052.000</b>	<b>315.000</b>	<b>140.000</b>	<b>3.507.000</b>	
	zzgl. 19 % MwSt.	579.880	59.850	26.600	666.330	
	<b>Baukosten, brutto</b>	<b>3.631.880</b>	<b>374.850</b>	<b>166.600</b>	<b>4.173.330</b>	
	<b>Baukosten, brutto, gerundet</b>	<b>3.632.000 €</b>	<b>375.000 €</b>	<b>167.000 €</b>	<b>4.173.000 €</b>	

## 2.1 Kosten für die Variante 3 "PW Hain/Frucht"



**Hochbehälter Hain/Frucht & Becheln (20225)**  
 Kostenermittlung für die Alternative 1 - Variante 3 "Pumpwerk Hain/Frucht"



Titel/ Pos.	Anlagenteil/Position	Bau [€]	Ausrüstung [€]	EMSR-Technik [€]	Gesamt [€]	Anmerkungen
<b>1</b>	<b>Hochbehälter</b>					
1.1	Neubau Hochbehälter Becheln	950.000	130.000	70.000	1.150.000	Hochbehälter Becheln (Inhalt: 650 m³), Technische Ausrüstung
<b>2</b>	<b>Sonstige Bauwerke</b>					
2.1	Pumpwerk Hain/Frucht	100.000	20.000	50.000	170.000	Pumpwerk zur Befüllung des HB Becheln ( $Q_{dm} \sim 175 \text{ m}^3$ ; $Q_{dmax} \sim 490 \text{ m}^3$ ) Vorgabe: max. Fördermenge -> 40 m³/h -> 11,1 l/s -> DA 140
2.2	Druckminderung Frucht	0	15.000	5.000	20.000	Druckregulierventil
<b>3</b>	<b>Leitungen</b>					
3.1	Pumpleitung (HB Hain/Frucht - HB Becheln)	700.000	-	-	700.000	L ~ 3.500 m in DA 140
3.2	Versorgungsleitung (HB Becheln - HB Hain/Frucht)	612.500	-	-	612.500	L ~ 3.500 m in DA 180
<b>4</b>	<b>Rückbau</b>					
4.1	Rückbau Hochbehälter Becheln	100.000	-	-	100.000	V = 250 m³
4.2	Rückbau Hochbehälter Hain/Frucht	200.000	-	-	200.000	PCB Belastet; V = 300 m³
<b>Gesamt</b>	<b>Baukosten, netto</b>	<b>2.662.500</b>	<b>165.000</b>	<b>125.000</b>	<b>2.952.500</b>	
	Unvorhergesehenes (20 %)	532.500	33.000	25.000	590.500	
	Baunebenkosten (20 %)	532.500	33.000	25.000	590.500	
	<b>Zwischensumme, netto</b>	<b>3.727.500</b>	<b>231.000</b>	<b>175.000</b>	<b>4.133.500</b>	
	zzgl. 19 % MwSt.	708.225	43.890	33.250	785.365	
	<b>Baukosten, brutto</b>	<b>4.435.725</b>	<b>274.890</b>	<b>208.250</b>	<b>4.918.865</b>	
<b>Baukosten, brutto, gerundet</b>	<b>4.436.000 €</b>	<b>275.000 €</b>	<b>208.000 €</b>	<b>4.919.000 €</b>		

## 2.1 Kosten für die Variante 4 "PW Hain/Frücht + Vorlagebehälter"



### Hochbehälter Hain/Frücht & Becheln (20225)

Kostenermittlung für die Alternative 1 - Variante 4 "Pumpwerk Hain/Frücht + Vorlagebehälter"



Titel/ Pos.	Anlagenteil/Position	Bau [€]	Ausrüstung [€]	EMSR-Technik [€]	Gesamt [€]	Anmerkungen
<b>1</b>	<b>Hochbehälter</b>					
1.1	Neubau Hochbehälter Becheln	870.000	130.000	70.000	1.070.000	Hochbehälter Becheln (Inhalt: 530 m³), Technische Ausrüstung
<b>2</b>	<b>Sonstige Bauwerke</b>					
2.1	Pumpwerk Hain/Frücht + Vorlagebehälter	400.000	20.000	65.000	485.000	Pumpwerk zur Befüllung des HB Becheln (Q <sub>dm</sub> = ~40 m³; Q <sub>dmax</sub> = ~350 m³) + Vorlagebehälter mit Q <sub>dm,Hain/Frücht</sub> = 135 m³ Vorgabe: max. Fördermenge -> 40 m³/h -> 11,1 l/s -> DA 140
<b>3</b>	<b>Leitungen</b>					
3.1	Pumpleitung (HB Hain/Frücht - HB Becheln)	700.000	-	-	700.000	L ~ 3.500 m in DA 140
3.2	Versorgungsleitung (HB Becheln - HB Hain/Frücht)	612.500	-	-	612.500	L ~ 3.500 m in DA 180
<b>4</b>	<b>Rückbau</b>					
4.1	Rückbau Hochbehälter Becheln	100.000	-	-	100.000	V = 250 m³
4.2	Rückbau Hochbehälter Hain/Frücht	200.000	-	-	200.000	PCB Belastet; V = 300 m³
<b>Gesamt</b>	<b>Baukosten, netto</b>	<b>2.882.500</b>	<b>150.000</b>	<b>135.000</b>	<b>3.167.500</b>	
	Unvorhergesehenes (20 %)	576.500	30.000	27.000	633.500	
	Baunebenkosten (20 %)	576.500	30.000	27.000	633.500	
	<b>Zwischensumme, netto</b>	<b>4.035.500</b>	<b>210.000</b>	<b>189.000</b>	<b>4.434.500</b>	
	zzgl. 19 % MwSt.	766.745	39.900	35.910	842.555	
	<b>Baukosten, brutto</b>	<b>4.802.245</b>	<b>249.900</b>	<b>224.910</b>	<b>5.277.055</b>	
	<b>Baukosten, brutto, gerundet</b>	<b>4.802.000 €</b>	<b>250.000 €</b>	<b>225.000 €</b>	<b>5.277.000 €</b>	

## 2.1 Kosten für die Variante 1 "Neubau" max



### Hochbehälter Hain/Frücht & Becheln (20225) Kostenermittlung für die Alternative 2 - Variante 1 "Neubau" max



Titel/ Pos.	Anlagenteil/Position	Bau [€]	Ausrüstung [€]	EMSR-Technik [€]	Gesamt [€]	Anmerkungen
<b>1</b>	<b>Hochbehälter</b>					
1.1	Neubau Hochbehälter Becheln	780.000	130.000	70.000	980.000	Hochbehälter Becheln (Inhalt: 380 m³), Technische Ausrüstung
1.2	Neubau Hain/Frücht	800.000	130.000	70.000	1.000.000	Hochbehälter Hain/Frücht (Inhalt: 420 m³), Technische Ausrüstung
<b>2</b>	<b>Sonstige Bauwerke</b>					
2.1	Pumpe im HB Hain/Frücht	-	20.000	-	20.000	2x Pumpen für Verbund "HB Hain/Frücht - HB Becheln" ( $Q_{dm} \sim 40 \text{ m}^3$ ; $Q_{dmax} \sim 200 \text{ m}^3$ ) Vorgabe: max. Fördermenge -> 40 m³/h -> 11,1 l/s -> DA 140
<b>3</b>	<b>Leitungen</b>					
3.1	Pumpleitung/Verbundleitung (HB Hain/Frücht - HB Becheln)	1.200.000	-	-	1.200.000	L ~ 6.000 m in DA 140
3.2	Pumpleitung GE-Anlagen Becheln (AA Becheln - HB Becheln)	250.000	-	-	250.000	L ~ 2.000 m in DA 90
<b>4</b>	<b>Rückbau</b>					
4.1	Rückbau Hochbehälter Becheln	100.000	-	-	100.000	V = 250 m³
4.2	Rückbau Hochbehälter Hain/Frücht	200.000	-	-	200.000	PCB Belastet; V = 300 m³
<b>Gesamt</b>	<b>Baukosten, netto</b>	<b>3.330.000</b>	<b>280.000</b>	<b>140.000</b>	<b>3.750.000</b>	
	Unvorhergesehenes (20 %)	666.000	56.000	28.000	750.000	
	Baunebenkosten (20 %)	666.000	56.000	28.000	750.000	
	<b>Zwischensumme, netto</b>	<b>4.662.000</b>	<b>392.000</b>	<b>196.000</b>	<b>5.250.000</b>	
	zzgl. 19 % MwSt.	885.780	74.480	37.240	997.500	
	<b>Baukosten, brutto</b>	<b>5.547.780</b>	<b>466.480</b>	<b>233.240</b>	<b>6.247.500</b>	
	<b>Baukosten, brutto, gerundet</b>	<b>5.548.000 €</b>	<b>466.000 €</b>	<b>233.000 €</b>	<b>6.248.000 €</b>	

## 2.1 Kosten für die Variante 2 "Sanierung" max

Titel/ Pos.	Anlagenteil/Position	Bau [€]	Ausrüstung [€]	EMSR-Technik [€]	Gesamt [€]	Anmerkungen
<b>1</b>	<b>Hochbehälter</b>					
1.1	Neubau Hochbehälter Becheln	850.000	130.000	70.000	1.050.000	Hochbehälter Becheln (Inhalt: 500 m³ inkl. Volumendefizit HB Frücht 120 m³), Technische Ausrüstung
1.2	Sanierung HB Hain/Frücht	530.000	75.000	30.000	635.000	Hochbehälter Hain/Frücht (Inhalt: 300 m³), Technische Ausrüstung; inkl. PCB Sanierung
<b>2</b>	<b>Sonstige Bauwerke</b>					
2.1	Pumpe im HB Hain/Frücht	-	20.000	-	20.000	2x Pumpen für Verbund "HB Hain/Frücht - HB Becheln" ( $Q_{dm} \sim 40 \text{ m}^3$ ; $Q_{dmax} = \sim 200 + 20 \text{ m}^3$ ) Vorgabe: max. Fördermenge -> 40 m³/h -> 11,1 l/s -> DA 140
<b>3</b>	<b>Leitungen</b>					
3.1	Pumpleitung/Verbundleitung (HB Hain/Frücht - HB Becheln)	1.200.000	-	-	1.200.000	L ~ 6.000 m in DA 140
3.2	Pumpleitung GE-Anlagen Becheln (AA Becheln - HB Becheln)	250.000	-	-	250.000	L ~ 3.500 m in DA 90
<b>4</b>	<b>Rückbau</b>					
4.1	Rückbau Hochbehälter Becheln	100.000	-	-	100.000	V = 250 m³
<b>Gesamt</b>	<b>Baukosten, netto</b>	<b>2.930.000</b>	<b>225.000</b>	<b>100.000</b>	<b>3.255.000</b>	
	Unvorhergesehenes (20 %)	586.000	45.000	20.000	651.000	
	Baunebenkosten (20 %)	586.000	45.000	20.000	651.000	
	<b>Zwischensumme, netto</b>	<b>4.102.000</b>	<b>315.000</b>	<b>140.000</b>	<b>4.557.000</b>	
	zzgl. 19 % MwSt.	779.380	59.850	26.600	865.830	
	<b>Baukosten, brutto</b>	<b>4.881.380</b>	<b>374.850</b>	<b>166.600</b>	<b>5.422.830</b>	
	<b>Baukosten, brutto, gerundet</b>	<b>4.881.000 €</b>	<b>375.000 €</b>	<b>167.000 €</b>	<b>5.423.000 €</b>	

## 2.1 Kosten für die Variante 3 "PW Hain/Frucht" max

Titel/ Pos.	Anlagenteil/Position	Bau [€]	Ausrüstung [€]	EMSR-Technik [€]	Gesamt [€]	Anmerkungen
<b>1</b>	<b>Hochbehälter</b>					
1.1	Neubau Hochbehälter Becheln	950.000	130.000	70.000	1.150.000	Hochbehälter Becheln (Inhalt: 650 m³), Technische Ausrüstung
<b>2</b>	<b>Sonstige Bauwerke</b>					
2.1	Pumpwerk Hain/Frucht	100.000	20.000	50.000	170.000	Pumpwerk zur Befüllung des HB Becheln ( $Q_{dm} \sim 175 \text{ m}^3$ ; $Q_{dmax} \sim 490 \text{ m}^3$ ) Vorgabe: max. Fördermenge -> 40 m³/h -> 11,1 l/s -> DA 140
2.2	Druckminderung Frucht	-	15.000	5.000	20.000	Druckregulierventil
<b>3</b>	<b>Leitungen</b>					
3.1	Pumpleitung (HB Hain/Frucht - HB Becheln)	1.200.000	-	-	1.200.000	L ~ 6.000 m in DA 140
3.2	Versorgungsleitung (HB Becheln - HB Hain/Frucht)	1.050.000	-	-	1.050.000	L ~ 6.000 m in DA 180
3.3	Pumpleitung GE-Anlagen Becheln (AA Becheln - HB Becheln)	250.000	-	-	250.000	L ~ 2.000 m in DA 90
<b>4</b>	<b>Rückbau</b>					
4.1	Rückbau Hochbehälter Becheln	100.000	-	-	100.000	V = 250 m³
4.2	Rückbau Hochbehälter Hain/Frucht	200.000	-	-	200.000	PCB Belastet; V = 300 m³
<b>Gesamt</b>	<b>Baukosten, netto</b>	<b>3.850.000</b>	<b>165.000</b>	<b>125.000</b>	<b>4.140.000</b>	
	Unvorhergesehenes (20 %)	770.000	33.000	25.000	828.000	
	Baunebenkosten (20 %)	770.000	33.000	25.000	828.000	
	<b>Zwischensumme, netto</b>	<b>5.390.000</b>	<b>231.000</b>	<b>175.000</b>	<b>5.796.000</b>	
	zzgl. 19 % MwSt.	1.024.100	43.890	33.250	1.101.240	
	<b>Baukosten, brutto</b>	<b>6.414.100</b>	<b>274.890</b>	<b>208.250</b>	<b>6.897.240</b>	
	<b>Baukosten, brutto, gerundet</b>	<b>6.414.000 €</b>	<b>275.000 €</b>	<b>208.000 €</b>	<b>6.897.000 €</b>	

## 2.1 Kosten für die Variante 4 "PW Hain/Frücht + Vorlagebehälter" max



### Hochbehälter Hain/Frücht & Becheln (20225)

Kostenermittlung für die Alternative 2 - Variante 4 "Pumpwerk Hain/Frücht + Vorlagebehälter" max



Titel/ Pos.	Anlagenteil/Position	Bau [€]	Ausrüstung [€]	EMSR-Technik [€]	Gesamt [€]	Anmerkungen
<b>1</b>	<b>Hochbehälter</b>					
1.1	Neubau Hochbehälter Becheln	870.000	130.000	70.000	1.070.000	Hochbehälter Becheln (Inhalt: 530 m³), Technische Ausrüstung
<b>2</b>	<b>Sonstige Bauwerke</b>					
2.1	Pumpwerk Hain/Frücht + Vorlagebehälter	400.000	20.000	65.000	485.000	Pumpwerk zur Befüllung des HB Becheln (Q <sub>dm</sub> = ~40 m³; Q <sub>dmax</sub> = ~350 m³) + Vorlagebehälter mit Q <sub>dm,Hain/Frücht</sub> = 135 m³ Vorgabe: max. Fördermenge -> 40 m³/h -> 11,1 l/s -> DA 140
<b>3</b>	<b>Leitungen</b>					
3.1	Pumpleitung (HB Hain/Frücht - HB Becheln)	1.200.000	-	-	1.200.000	L ~ 6.000 m in DA 140
3.2	Versorgungsleitung (HB Becheln - HB Hain/Frücht)	1.050.000	-	-	1.050.000	L ~ 6.000 m in DA 180
3.3	Pumpleitung GE-Anlagen Becheln (AA Becheln - HB Becheln)	250.000	-	-	250.000	L ~ 2.000 m in DA 90
<b>4</b>	<b>Rückbau</b>					
4.1	Rückbau Hochbehälter Becheln	100.000	-	-	100.000	V = 250 m³
4.2	Rückbau Hochbehälter Hain/Frücht	200.000	-	-	200.000	PCB Belastet; V = 300 m³
<b>Gesamt</b>	<b>Baukosten, netto</b>	<b>4.070.000</b>	<b>150.000</b>	<b>135.000</b>	<b>4.355.000</b>	
	Unvorhergesehenes (20 %)	814.000	30.000	27.000	871.000	
	Baunebenkosten (20 %)	814.000	30.000	27.000	871.000	
	<b>Zwischensumme, netto</b>	<b>5.698.000</b>	<b>210.000</b>	<b>189.000</b>	<b>6.097.000</b>	
	zzgl. 19 % MwSt.	1.082.620	39.900	35.910	1.158.430	
	<b>Baukosten, brutto</b>	<b>6.780.620</b>	<b>249.900</b>	<b>224.910</b>	<b>7.255.430</b>	
	<b>Baukosten, brutto, gerundet</b>	<b>6.781.000 €</b>	<b>250.000 €</b>	<b>225.000 €</b>	<b>7.255.000 €</b>	

### 3. Betriebskosten

Die Betriebskosten bzw. laufenden Kosten setzen sich aus den Wartungs- und Instandhaltungskosten sowie den Strom- und Personalkosten zusammen (siehe Seite 21).

Bei den Wartungs- und Instandhaltungskosten wird zwischen Betriebspunkten und Leitungen differenziert, weshalb dort zwei Kostenanteile aufgeführt werden. So beträgt der Kostenanteil bei den Bauwerken 1,25 % und bei den Leitungen 0,8 % von den netto Baukosten.

Die Stromkosten resultieren aus dem Betrieb der Anlagen (Beleuchtung, Schaltschränke, Pumpen etc.). Im vorliegenden Fall basieren sie überwiegend auf dem Strombedarf für die benötigten Pumpen.

Die Personalkosten entfallen auf den Aufwand für den Betrieb und die Wartung der Anlagen.

# 3.1 Übersicht



Hochbehälter Hain/Frucht & Becheln (20225)  
Betriebskostenermittlung für die Alternativen 1 und 2.



1. Wartung- und Instandhaltung			
Alternativen/Varianten	Kostenanteil (1,25 %) [€] (brutto)	Kostenanteil (0,3 %) [€] (brutto)	Summe [€/a] (brutto)
Neubau	3.332.000	1.166.000	45.100
Sanierung	2.841.000	1.166.000	39.000
PW Hain/Frucht	2.232.000	2.187.000	34.500
PW Hain/Frucht + Vorlagebehälter	2.591.000	2.187.000	38.900
Neubau max	3.332.000	2.416.000	48.900
Sanierung max	2.841.000	2.416.000	42.800
PW Hain/Frucht max	2.232.000	4.165.000	40.400
PW Hain/Frucht + Vorlagebehälter max	2.591.000	4.165.000	44.900

### Parameter

Strompreis [brutto €/kWh]	0,46
Tage $Q_{dm}$ [Tage]	315
Tage $Q_{dmax}$ [Tage]	50
Fördermenge $Q_{dm}$ [m³/h]	20
Fördermenge $Q_{dmax}$ [m³/h]	40
Wirkungsgrad	60%

### Nebenrechnung

PE - SDR 11, D = Innendurchmesser  
für  $Q_{dmax} = 11,1$  l/s

Nr.	Station Kilometer	Q [l/s]	Kb	D [mm]	H [m]	Länge [m]	v [m/s]	$\lambda$	$J_r$ [o/oo]
1	0,00000	11,10	0,10	114,60	1,00	0,00	1,08	0,0221	11,387

114,6 entspricht DA 140

Alternativen	$Q_{dm}$ [m³/d]	$Q_{dmax}$ [m³/d]	Pumpzeit für $Q_{dmax}$ [h/d]	Pumpzeit für $Q_{dm}$ [h/d]	$Q_{dmax}$ [m³/h]	$Q_{dm}$ [m³/h]	$Q_{dmax}$ [l/s]	DA [aus Tabelle mit v >= 1 m/s]	Pumpzeit gesamt für $Q_{dm}$ & $Q_{dmax}$ [h/a]	Q [m³/a]	$H_{man}$ [m] aus Tabelle	P Pumpe Auslegung $Q_{dmax}$ [kW]	Verbrauch [kWh/a]	Stromkosten, rd. [€/a] (brutto)
<b>Neubau</b>														<b>9.237</b>
HB Becheln														
Technik													1.000	464
HB Hain/Frucht	$Q_{dm} = 40 ; Q_{dmax} = 200$													
Technik													1.000	464
Pumpen (HB Hain/Frucht - HB Becheln)	40	200	5	2	40	20	11,1	140	880	22.600	112	20	17.904	8.309
<b>Sanierung</b>														<b>10.654</b>
HB Becheln														
Technik													1.000	464
HB Hain/Frucht	$Q_{dm} = 40 ; Q_{dmax} = 200 + 20$													
Technik													1.000	464
Pumpen (HB Hain/Frucht - HB Becheln)	40	220	8	2	40	20	11,1	140	1.030	28.600	112	20	20.955	9.725
<b>PW Hain/Frucht</b>														<b>32.737</b>
HB Becheln														
Technik													1.000	464
PW Hain/Frucht	$Q_{dm} = 175 ; Q_{dmax} = 490$													
Technik													1.000	464
Pumpen (HB Hain/Frucht - HB Becheln)	175	490	12	9	40	20	11,1	140	3.369	79.625	112	20	68.538	31.808
<b>PW Hain/Frucht + Vorlagebehälter</b>														<b>11.008</b>
HB Becheln														
Technik													1.000	464
PW Hain/Frucht + Vorlagebehälter	$Q_{dm} = 40 ; Q_{dmax} = 350$													
Technik													1.000	464
Pumpen (HB Hain/Frucht - HB Becheln)	40	350	9	2	40	20	11,1	140	1.068	30.100	112	20	21.718	10.080

3. Personal			
Alternativen/Varianten	Zeitaufwand [h/Tag]	Stundensatz [€/h] (brutto)	Personalkosten, rd. [€/a] (brutto)
Neubau / max	1,00	40	9.200
Sanierung / max	1,00	40	9.200
PW Hain/Frucht / max	1,00	40	9.200
PW Hain/Frucht + Vorlagebehälter / max	1,00	40	9.200

Zusammenfassung (Betriebskosten)				
Alternativen/Varianten	Wartung und Instandhaltung [€/a] (brutto)	Strom [€/a] (brutto)	Personal [€/a] (brutto)	Gesamt [€/a] (brutto)
Neubau	45.100	9.237	9.200	63.537 €
Sanierung	39.000	10.654	9.200	58.854 €
PW Hain/Frucht	34.500	32.737	9.200	76.437 €
PW Hain/Frucht + Vorlagebehälter	38.900	11.008	9.200	59.108 €
Neubau max	48.900	9.237	9.200	67.337 €
Sanierung max	42.800	10.654	9.200	62.654 €
PW Hain/Frucht max	40.400	32.737	9.200	82.337 €
PW Hain/Frucht + Vorlagebehälter max	44.900	11.008	9.200	65.108 €

## 3.2 Erläuterung zur Ermittlung der Betriebskosten

Zur Berechnung der Betriebskosten wurden gemeinsam mit den VG-Werken zunächst die folgenden Parameter festgelegt.

- Strompreis [€/kWh]
- Die Anzahl der Tage, an denen der mittlere Tagesbedarf ( $Q_{dm}$ ) verbraucht und somit gepumpt werden muss. [Tage]
- Die Anzahl der Tage, an denen der maximale Tagesbedarf ( $Q_{dmax}$ ) verbraucht und somit gepumpt werden muss. [Tage]
- Die mittlere Fördermenge aus Richtung des Stollen Fachbach. [ $m^3/h$ ]
- Die maximale Fördermenge aus Richtung des Stollen Fachbach. [ $m^3/h$ ]
- Der Wirkungsgrad der Pumpen. [-]

Unter Zuhilfenahme dieser Parameter konnten dann die Stromkosten wie folgt ermittelt werden:

1. Berechnung der mittleren und maximalen Pumpzeit pro Tag [h/d].  
*Hierzu wurde der mittlere Tagesbedarf (siehe 1.3 Bemessungsgrößen) durch die mittlere Fördermenge und der maximale Tagesbedarf (siehe 1.3 Bemessungsgrößen) durch die maximale Fördermenge dividiert.*
2. Berechnung der Pumpzeiten gesamt pro Jahr [h/a].  
*Hierzu wurde die Anzahl der Tage, an denen der mittlere Tagesbedarf angesetzt wurde mit der mittleren Pumpzeit und die Anzahl der Tage, an denen der maximale Tagesbedarf angesetzt wurde, mit der maximalen Pumpzeit multipliziert und anschließend addiert.*
3. Berechnung der Gesamtfördermenge [ $m^3/a$ ].  
*Hierzu wurde die Anzahl der Tage, an denen der mittlere Tagesbedarf angesetzt wurde, mit dem mittleren Tagesbedarf und die Anzahl der Tage, an denen der maximale Tagesbedarf angesetzt wurde, mit dem maximalen Tagesbedarf multipliziert und anschließend addiert.*
4. Berechnung der Pumpleistung [kW] anhand der folgenden Formel:  
$$P = \frac{(H_{man} * Q_{dmax})}{367 * \eta} ; \text{ wobei } H_{man} \text{ zuvor über das DGM abgeschätzt wurde.}$$
5. Berechnung des Stromverbrauchs [kWh/a].  
*Hierzu wurde die Pumpleistung mit der Pumpzeit gesamt multipliziert.*
6. Berechnung der Stromkosten [€/a].  
*Hierzu wurde der Stromverbrauch mit dem Strompreis multipliziert.*

Nebenrechnung zur Ermittlung des erforderlichen Leitungsdurchmessers [DA]:

1. Umrechnung der maximalen Fördermenge [ $m^3/h$ ] in [l/s].
2. Bestimmung des erforderlichen Leitungsdurchmessers [mm]  
anhand der maximalen Fördermenge [l/s] unter Einhaltung der vorgegebenen Fließgeschwindigkeit ( $v \geq 1 \text{ m/s}$ ).
3. Anschließend Bestimmung des Leitungsdurchmessers DA mithilfe der Literatur.

## 4. Projektkostenbarwerte

Zur Berechnung der Projektkostenbarwerte werden die zuvor ermittelten Investitions- (siehe Punkt 2), Reinvestitions- (abzuleiten aus den Investitionskosten) und die Betriebskosten (siehe Punkt 3) benötigt.

Im ersten Schritt wurde hierzu eine Projektkostenreihe anhand eines gemeinsamen Zeithorizontes gebildet.

- Zu Beginn der Zeitreihe fallen die Investitionskosten an.
- Die Reinvestitionskosten folgen nach Ende der jeweiligen Nutzungsdauer (siehe 1.1).
- Die Betriebskosten auch laufende Kosten fallen jährlich über den gesamten Zeitraum an.

Die Projektkostenbarwertberechnung erfolgt anschließend mithilfe der Vorgaben aus der "Leitlinie zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen".

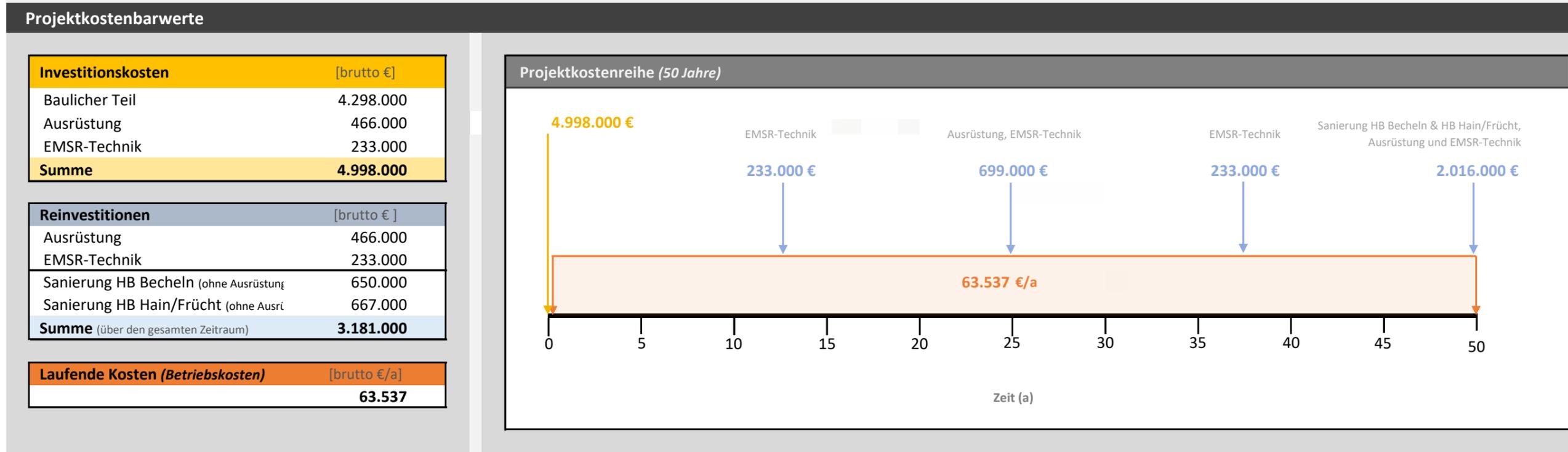
Der Projektkostenbarwert wird dann über die Investitionskosten und die Barwerte der Reinvestitions- bzw. Betriebskosten, die sich aus den Diskontierungsfaktoren und den Reinvestitions- bzw. Betriebskosten ergeben, berechnet.

Da es sich bei der Berechnung der Projektkostenbarwerte um eine Annahme der zukünftigen Entwicklung handelt, werden zudem unterschiedliche Entwicklungsansätze aufgezeigt. Diese werden in Form von  $i$  %, was für die Entwicklung unterschiedlicher Realzinssätze und  $r$  %, was für die Entwicklung unterschiedlicher Betriebskostensteigerungen steht dargestellt.

### 4.1 PKB für die Variante 1 "Neubau"



Hochbehälter Hain/Frucht & Becheln (20225)  
 Projektkostenbarwerte für die Alternative 1 - Variante 1 "Neubau"



Projektkostenbarwertberechnung									
Annahme	r = 0%			r = 1%			r = 2%		
	i = 2%	i = 3%	i = 4%	i = 2%	i = 3%	i = 4%	i = 2%	i = 3%	i = 4%
<b>Investition</b>	<b>4.998.000 €</b>								
Barwert der Reinvestitionskosten	233.000 €	233.000 €	233.000 €	233.000 €	233.000 €	233.000 €	233.000 €	233.000 €	233.000 €
	0,78076	0,69117	0,61259	0,78076	0,69117	0,61259	0,78076	0,69117	0,61259
	181.917 €	161.043 €	142.733 €	181.917 €	161.043 €	142.733 €	181.917 €	161.043 €	142.733 €
	699.000 €	699.000 €	699.000 €	699.000 €	699.000 €	699.000 €	699.000 €	699.000 €	699.000 €
	0,60953	0,47761	0,37512	0,60953	0,47761	0,37512	0,60953	0,47761	0,37512
	426.061 €	333.849 €	262.209 €	426.061 €	333.849 €	262.209 €	426.061 €	333.849 €	262.209 €
	233.000 €	233.000 €	233.000 €	233.000 €	233.000 €	233.000 €	233.000 €	233.000 €	233.000 €
	0,4759	0,33011	0,2298	0,4759	0,33011	0,2298	0,4759	0,33011	0,2298
	110.885 €	76.916 €	53.543 €	110.885 €	76.916 €	53.543 €	110.885 €	76.916 €	53.543 €
	2.016.000 €	2.016.000 €	2.016.000 €	2.016.000 €	2.016.000 €	2.016.000 €	2.016.000 €	2.016.000 €	2.016.000 €
0,37153	0,22811	0,14071	0,37153	0,22811	0,14071	0,37153	0,22811	0,14071	
749.004 €	459.870 €	283.671 €	749.004 €	459.870 €	283.671 €	749.004 €	459.870 €	283.671 €	
<b>1.467.868 €</b>	<b>1.031.677 €</b>	<b>742.157 €</b>	<b>1.467.868 €</b>	<b>1.031.677 €</b>	<b>742.157 €</b>	<b>1.467.868 €</b>	<b>1.031.677 €</b>	<b>742.157 €</b>	
Betriebskosten	63.537 €	63.537 €	63.537 €	63.537 €	63.537 €	63.537 €	63.537 €	63.537 €	63.537 €
	31,4236	25,7298	21,4822	39,2863	31,5548	25,8755	50,0000	39,3750	31,6842
	<b>1.996.571 €</b>	<b>1.634.802 €</b>	<b>1.364.921 €</b>	<b>2.496.146 €</b>	<b>2.004.907 €</b>	<b>1.644.060 €</b>	<b>3.176.866 €</b>	<b>2.501.782 €</b>	<b>2.013.129 €</b>
<b>Projektkostenbarwerte, aufgerundet</b>	<b>8.463.000 €</b>	<b>7.665.000 €</b>	<b>7.106.000 €</b>	<b>8.963.000 €</b>	<b>8.035.000 €</b>	<b>7.385.000 €</b>	<b>9.643.000 €</b>	<b>8.532.000 €</b>	<b>7.754.000 €</b>

### 4.1 PKB für die Variante 2 "Sanierung"



Hochbehälter Hain/Frucht & Becheln (2025)  
 Projektkostenbarwerte für die Alternative 1 - Variante 2 "Sanierung"

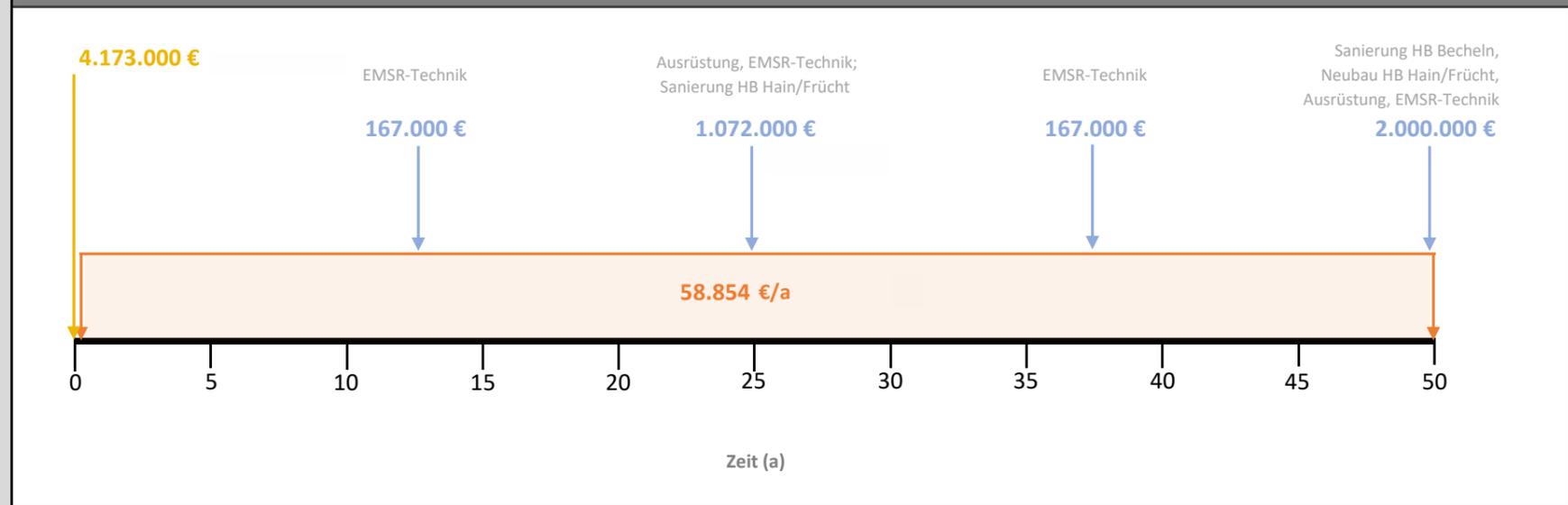
#### Projektkostenbarwerte

Investitionskosten	[€]
Baulicher Teil	3.632.000
Ausrüstung	375.000
EMSR-Technik	167.000
<b>Summe</b>	<b>4.173.000</b>

Reinvestitionen	[€]
Ausrüstung	375.000
EMSR-Technik	167.000
Sanierung HB Becheln (ohne Ausrüstung)	708.000
Neubau HB Hain/Frucht (ohne Ausrüstung)	750.000
Sanierung HB Hain/Frucht (ohne Ausrüstung)	530.000
<b>Summe (über den gesamten Zeitraum)</b>	<b>3.406.000</b>

Laufende Kosten (Betriebskosten)	[€/a]
	<b>58.854</b>

Projektkostenreihe (50 Jahre)



Projektkostenbarwertberechnung

Annahme	r = 0%			r = 1%			r = 2%		
	i = 2%	i = 3%	i = 4%	i = 2%	i = 3%	i = 4%	i = 2%	i = 3%	i = 4%
<b>Investition</b>	<b>4.173.000 €</b>								
Barwert der Reinvestitionskosten	167.000 €	167.000 €	167.000 €	167.000 €	167.000 €	167.000 €	167.000 €	167.000 €	167.000 €
	0,78076	0,69117	0,61259	0,78076	0,69117	0,61259	0,78076	0,69117	0,61259
	130.387 €	115.425 €	102.303 €	130.387 €	115.425 €	102.303 €	130.387 €	115.425 €	102.303 €
	1.072.000 €	1.072.000 €	1.072.000 €	1.072.000 €	1.072.000 €	1.072.000 €	1.072.000 €	1.072.000 €	1.072.000 €
	0,60953	0,47761	0,37512	0,60953	0,47761	0,37512	0,60953	0,47761	0,37512
	653.416 €	511.998 €	402.129 €	653.416 €	511.998 €	402.129 €	653.416 €	511.998 €	402.129 €
	167.000 €	167.000 €	167.000 €	167.000 €	167.000 €	167.000 €	167.000 €	167.000 €	167.000 €
	0,4759	0,33011	0,2298	0,4759	0,33011	0,2298	0,4759	0,33011	0,2298
79.475 €	55.128 €	38.377 €	79.475 €	55.128 €	38.377 €	79.475 €	55.128 €	38.377 €	
2.000.000 €	2.000.000 €	2.000.000 €	2.000.000 €	2.000.000 €	2.000.000 €	2.000.000 €	2.000.000 €	2.000.000 €	
0,37153	0,22811	0,14071	0,37153	0,22811	0,14071	0,37153	0,22811	0,14071	
743.060 €	456.220 €	281.420 €	743.060 €	456.220 €	281.420 €	743.060 €	456.220 €	281.420 €	
<b>1.606.338 €</b>	<b>1.138.772 €</b>	<b>824.228 €</b>	<b>1.606.338 €</b>	<b>1.138.772 €</b>	<b>824.228 €</b>	<b>1.606.338 €</b>	<b>1.138.772 €</b>	<b>824.228 €</b>	
Betriebskosten	58.854 €	58.854 €	58.854 €	58.854 €	58.854 €	58.854 €	58.854 €	58.854 €	58.854 €
	31,4236	25,7298	21,4822	39,2863	31,5548	25,8755	50,0000	39,3750	31,6842
	<b>1.849.393 €</b>	<b>1.514.293 €</b>	<b>1.264.306 €</b>	<b>2.312.142 €</b>	<b>1.857.115 €</b>	<b>1.522.867 €</b>	<b>2.942.682 €</b>	<b>2.317.362 €</b>	<b>1.864.731 €</b>
<b>Projektkostenbarwerte, aufgerundet</b>	<b>7.629.000 €</b>	<b>6.827.000 €</b>	<b>6.262.000 €</b>	<b>8.092.000 €</b>	<b>7.169.000 €</b>	<b>6.521.000 €</b>	<b>8.723.000 €</b>	<b>7.630.000 €</b>	<b>6.862.000 €</b>

### 4.1 PKB für die Variante 3 "PW Hain/Frucht"



#### Hochbehälter Hain/Frucht & Becheln (2025)

Projektkostenbarwerte für die Alternative 1 - Variante 3 "PW Hain/Frucht"

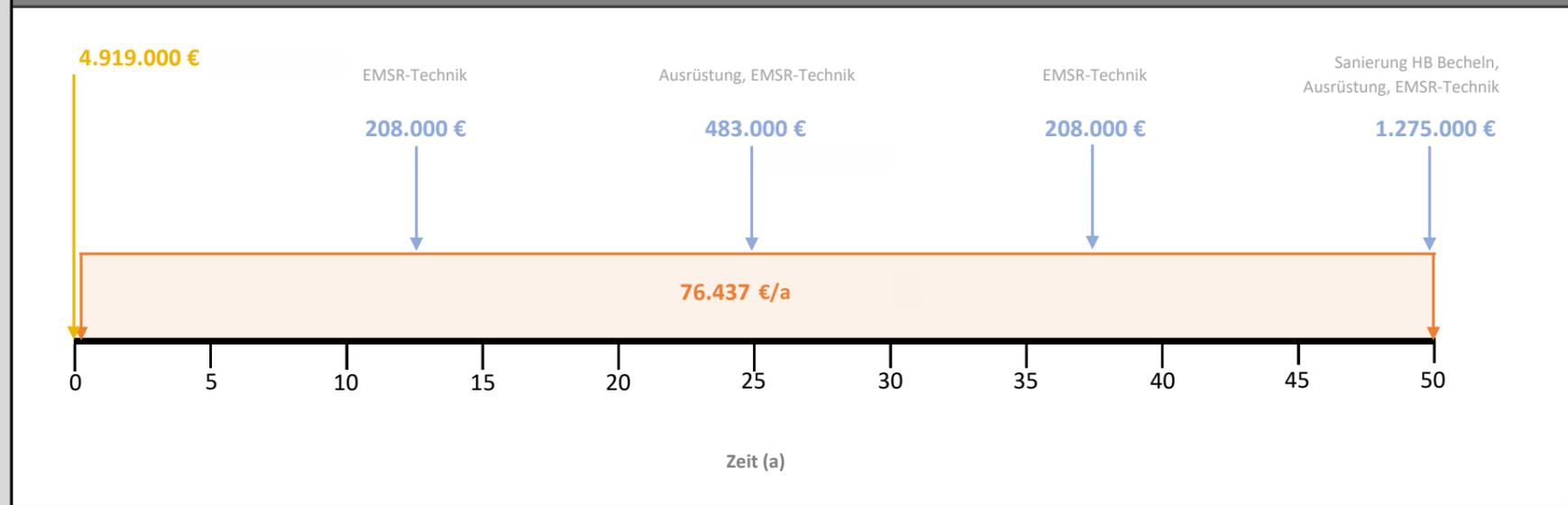
#### Projektkostenbarwerte

Investitionskosten	[€]
Baulicher Teil	4.436.000
Ausrüstung	275.000
EMSR-Technik	208.000
<b>Summe</b>	<b>4.919.000</b>

Reinvestitionen	[€]
Ausrüstung	275.000
EMSR-Technik	208.000
Sanierung HB Becheln (ohne Ausrüstung)	792.000
<b>Summe (über den gesamten Zeitraum)</b>	<b>2.174.000</b>

Laufende Kosten (Betriebskosten)	[€/a]
	<b>76.437</b>

#### Projektkostenreihe (50 Jahre)



#### Projektkostenbarwertberechnung

Annahme	r = 0%			r = 1%			r = 2%		
	i = 2%	i = 3%	i = 4%	i = 2%	i = 3%	i = 4%	i = 2%	i = 3%	i = 4%
<b>Investition</b>	<b>4.919.000 €</b>								
Barwert der Reinvestitionskosten	208.000 €	208.000 €	208.000 €	208.000 €	208.000 €	208.000 €	208.000 €	208.000 €	208.000 €
	0,78076	0,69117	0,61259	0,78076	0,69117	0,61259	0,78076	0,69117	0,61259
	162.398 €	143.763 €	127.419 €	162.398 €	143.763 €	127.419 €	162.398 €	143.763 €	127.419 €
	483.000 €	483.000 €	483.000 €	483.000 €	483.000 €	483.000 €	483.000 €	483.000 €	483.000 €
	0,60953	0,47761	0,37512	0,60953	0,47761	0,37512	0,60953	0,47761	0,37512
	294.403 €	230.686 €	181.183 €	294.403 €	230.686 €	181.183 €	294.403 €	230.686 €	181.183 €
	208.000 €	208.000 €	208.000 €	208.000 €	208.000 €	208.000 €	208.000 €	208.000 €	208.000 €
	0,4759	0,33011	0,2298	0,4759	0,33011	0,2298	0,4759	0,33011	0,2298
	98.987 €	68.663 €	47.798 €	98.987 €	68.663 €	47.798 €	98.987 €	68.663 €	47.798 €
	1.275.000 €	1.275.000 €	1.275.000 €	1.275.000 €	1.275.000 €	1.275.000 €	1.275.000 €	1.275.000 €	1.275.000 €
0,37153	0,22811	0,14071	0,37153	0,22811	0,14071	0,37153	0,22811	0,14071	
473.701 €	290.840 €	179.405 €	473.701 €	290.840 €	179.405 €	473.701 €	290.840 €	179.405 €	
<b>1.029.489 €</b>	<b>733.952 €</b>	<b>535.805 €</b>	<b>1.029.489 €</b>	<b>733.952 €</b>	<b>535.805 €</b>	<b>1.029.489 €</b>	<b>733.952 €</b>	<b>535.805 €</b>	
Betriebskosten	76.437 €	76.437 €	76.437 €	76.437 €	76.437 €	76.437 €	76.437 €	76.437 €	76.437 €
	31,4236	25,7298	21,4822	39,2863	31,5548	25,8755	50,0000	39,3750	31,6842
	<b>2.401.911 €</b>	<b>1.966.697 €</b>	<b>1.642.025 €</b>	<b>3.002.909 €</b>	<b>2.411.940 €</b>	<b>1.977.834 €</b>	<b>3.821.827 €</b>	<b>3.009.689 €</b>	<b>2.421.831 €</b>
<b>Projektkostenbarwerte, aufgerundet</b>	<b>8.351.000 €</b>	<b>7.620.000 €</b>	<b>7.097.000 €</b>	<b>8.952.000 €</b>	<b>8.065.000 €</b>	<b>7.433.000 €</b>	<b>9.771.000 €</b>	<b>8.663.000 €</b>	<b>7.877.000 €</b>

### 4.1 PKB für die Variante 4 "PW Hain/Frucht + Vorlagebehälter"



#### Hochbehälter Hain/Frucht & Becheln (2025)

Projektkostenbarwerte für die Alternative 1 - Variante 4 "PW Hain/Frucht + Vorlagebehälter"

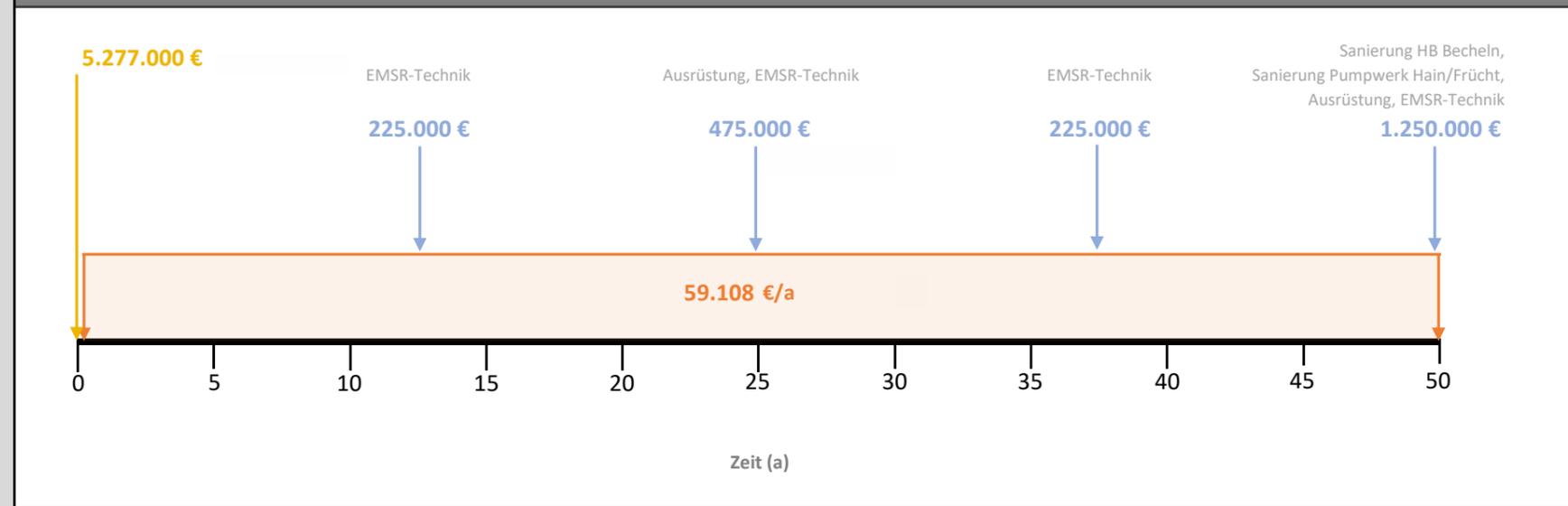
#### Projektkostenbarwerte

Investitionskosten	[€]
Baulicher Teil	4.802.000
Ausrüstung	250.000
EMSR-Technik	225.000
<b>Summe</b>	<b>5.277.000</b>

Reinvestitionen	[€]
Ausrüstung	250.000
EMSR-Technik	225.000
Sanierung HB Becheln (ohne Ausrüstung)	725.000
Sanierung Pumpwerk Hain/Frucht (	50.000
<b>Summe (über den gesamten Zeitraum)</b>	<b>2.175.000</b>

Laufende Kosten (Betriebskosten)	[€/a]
	<b>59.108</b>

#### Projektkostenreihe (50 Jahre)



#### Projektkostenbarwertberechnung

Annahme	r = 0%			r = 1%			r = 2%		
	i = 2%	i = 3%	i = 4%	i = 2%	i = 3%	i = 4%	i = 2%	i = 3%	i = 4%
<b>Investition</b>	<b>5.277.000 €</b>								
Barwert der Reinvestitionskosten	225.000 €	225.000 €	225.000 €	225.000 €	225.000 €	225.000 €	225.000 €	225.000 €	225.000 €
	0,78076	0,69117	0,61259	0,78076	0,69117	0,61259	0,78076	0,69117	0,61259
	175.671 €	155.513 €	137.833 €	175.671 €	155.513 €	137.833 €	175.671 €	155.513 €	137.833 €
	475.000 €	475.000 €	475.000 €	475.000 €	475.000 €	475.000 €	475.000 €	475.000 €	475.000 €
	0,60953	0,47761	0,37512	0,60953	0,47761	0,37512	0,60953	0,47761	0,37512
	289.527 €	226.865 €	178.182 €	289.527 €	226.865 €	178.182 €	289.527 €	226.865 €	178.182 €
	225.000 €	225.000 €	225.000 €	225.000 €	225.000 €	225.000 €	225.000 €	225.000 €	225.000 €
	0,4759	0,33011	0,2298	0,4759	0,33011	0,2298	0,4759	0,33011	0,2298
107.078 €	74.275 €	51.705 €	107.078 €	74.275 €	51.705 €	107.078 €	74.275 €	51.705 €	
1.250.000 €	1.250.000 €	1.250.000 €	1.250.000 €	1.250.000 €	1.250.000 €	1.250.000 €	1.250.000 €	1.250.000 €	
0,37153	0,22811	0,14071	0,37153	0,22811	0,14071	0,37153	0,22811	0,14071	
464.413 €	285.138 €	175.888 €	464.413 €	285.138 €	175.888 €	464.413 €	285.138 €	175.888 €	
<b>1.036.688 €</b>	<b>741.790 €</b>	<b>543.607 €</b>	<b>1.036.688 €</b>	<b>741.790 €</b>	<b>543.607 €</b>	<b>1.036.688 €</b>	<b>741.790 €</b>	<b>543.607 €</b>	
Betriebskosten	59.108 €	59.108 €	59.108 €	59.108 €	59.108 €	59.108 €	59.108 €	59.108 €	59.108 €
	31,4236	25,7298	21,4822	39,2863	31,5548	25,8755	50,0000	39,3750	31,6842
	<b>1.857.378 €</b>	<b>1.520.830 €</b>	<b>1.269.764 €</b>	<b>2.322.124 €</b>	<b>1.865.133 €</b>	<b>1.529.442 €</b>	<b>2.955.386 €</b>	<b>2.327.367 €</b>	<b>1.872.781 €</b>
<b>Projektkostenbarwerte, aufgerundet</b>	<b>8.172.000 €</b>	<b>7.540.000 €</b>	<b>7.091.000 €</b>	<b>8.636.000 €</b>	<b>7.884.000 €</b>	<b>7.351.000 €</b>	<b>9.270.000 €</b>	<b>8.347.000 €</b>	<b>7.694.000 €</b>

## 4.2 PKB für die Variante 1 "Neubau" max



### Hochbehälter Hain/Frucht & Becheln (20225)

Projektkostenbarwerte für die Alternative 2 - Variante 1 "Neubau" max

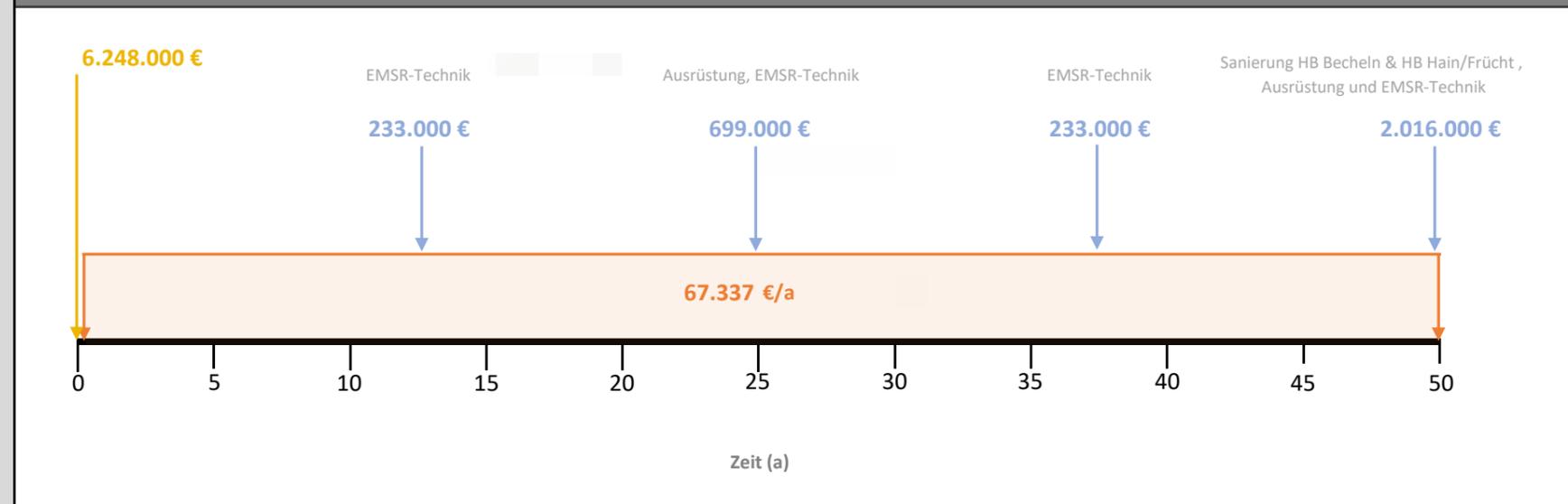
#### Projektkostenbarwerte

Investitionskosten	[€]
Baulicher Teil	5.548.000
Ausrüstung	466.000
EMSR-Technik	233.000
<b>Summe</b>	<b>6.248.000</b>

Reinvestitionen	[€]
Ausrüstung	466.000
EMSR-Technik	233.000
Sanierung HB Becheln (ohne Ausrüstung)	650.000
Sanierung HB Hain/Frucht (ohne Ausrüstung)	667.000
<b>Summe (über den gesamten Zeitraum)</b>	<b>3.181.000</b>

Laufende Kosten (Betriebskosten)	[€/a]
	<b>67.337</b>

#### Projektkostenreihe (50 Jahre)



#### Projektkostenbarwertberechnung

Annahme	r = 0%			r = 1%			r = 2%		
	i = 2%	i = 3%	i = 4%	i = 2%	i = 3%	i = 4%	i = 2%	i = 3%	i = 4%
<b>Investition</b>	<b>6.248.000 €</b>	<b>6.248.000 €</b>	<b>6.248.000 €</b>	<b>6.248.000 €</b>	<b>6.248.000 €</b>	<b>6.248.000 €</b>	<b>6.248.000 €</b>	<b>6.248.000 €</b>	<b>6.248.000 €</b>
Barwert der Reinvestitionskosten	233.000 €	233.000 €	233.000 €	233.000 €	233.000 €	233.000 €	233.000 €	233.000 €	233.000 €
	0,78076	0,69117	0,61259	0,78076	0,69117	0,61259	0,78076	0,69117	0,61259
	181.917 €	161.043 €	142.733 €	181.917 €	161.043 €	142.733 €	181.917 €	161.043 €	142.733 €
	699.000 €	699.000 €	699.000 €	699.000 €	699.000 €	699.000 €	699.000 €	699.000 €	699.000 €
	0,60953	0,47761	0,37512	0,60953	0,47761	0,37512	0,60953	0,47761	0,37512
	426.061 €	333.849 €	262.209 €	426.061 €	333.849 €	262.209 €	426.061 €	333.849 €	262.209 €
	233.000 €	233.000 €	233.000 €	233.000 €	233.000 €	233.000 €	233.000 €	233.000 €	233.000 €
	0,4759	0,33011	0,2298	0,4759	0,33011	0,2298	0,4759	0,33011	0,2298
110.885 €	76.916 €	53.543 €	110.885 €	76.916 €	53.543 €	110.885 €	76.916 €	53.543 €	
2.016.000 €	2.016.000 €	2.016.000 €	2.016.000 €	2.016.000 €	2.016.000 €	2.016.000 €	2.016.000 €	2.016.000 €	
0,37153	0,22811	0,14071	0,37153	0,22811	0,14071	0,37153	0,22811	0,14071	
749.004 €	459.870 €	283.671 €	749.004 €	459.870 €	283.671 €	749.004 €	459.870 €	283.671 €	
<b>1.467.868 €</b>	<b>1.031.677 €</b>	<b>742.157 €</b>	<b>1.467.868 €</b>	<b>1.031.677 €</b>	<b>742.157 €</b>	<b>1.467.868 €</b>	<b>1.031.677 €</b>	<b>742.157 €</b>	
Betriebskosten	67.337 €	67.337 €	67.337 €	67.337 €	67.337 €	67.337 €	67.337 €	67.337 €	67.337 €
	31,4236	25,7298	21,4822	39,2863	31,5548	25,8755	50,0000	39,3750	31,6842
	<b>2.115.981 €</b>	<b>1.732.576 €</b>	<b>1.446.554 €</b>	<b>2.645.434 €</b>	<b>2.124.816 €</b>	<b>1.742.387 €</b>	<b>3.366.866 €</b>	<b>2.651.407 €</b>	<b>2.133.529 €</b>
<b>Projektkostenbarwerte, aufgerundet</b>	<b>9.832.000 €</b>	<b>9.013.000 €</b>	<b>8.437.000 €</b>	<b>10.362.000 €</b>	<b>9.405.000 €</b>	<b>8.733.000 €</b>	<b>11.083.000 €</b>	<b>9.932.000 €</b>	<b>9.124.000 €</b>

### 4.2 PKB für die Variante 2 "Sanierung" max



#### Hochbehälter Hain/Frucht & Becheln (20225)

Projektkostenbarwerte für die Alternative 2 - Variante 2 "Sanierung" max

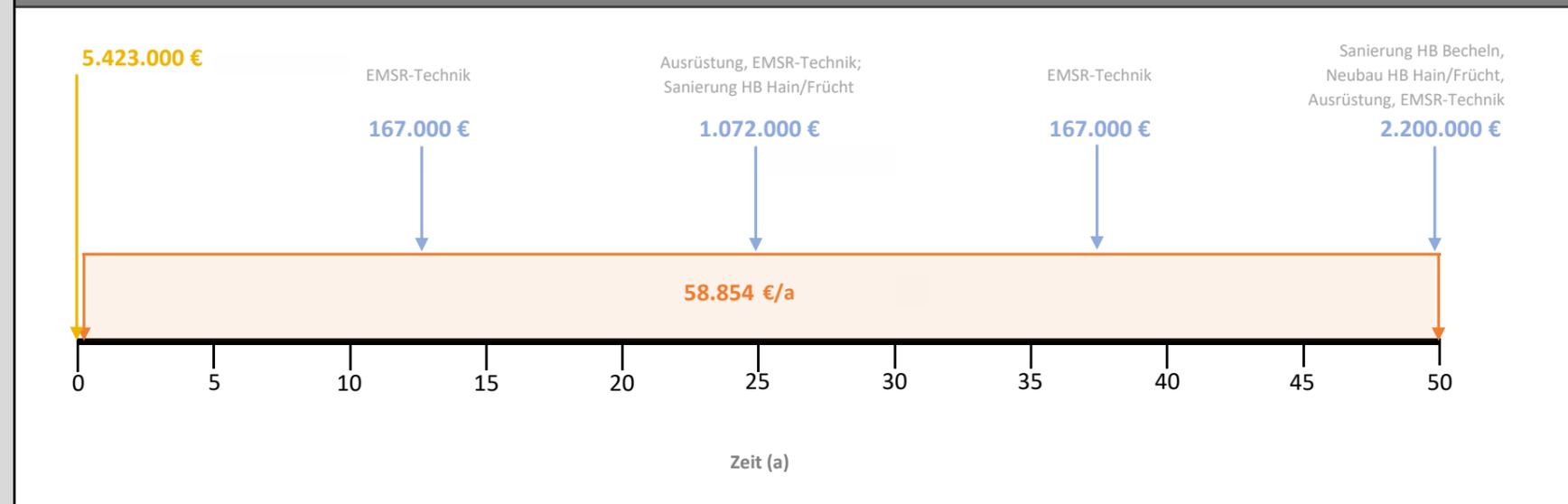
#### Projektkostenbarwerte

Investitionskosten	[€]
Baulicher Teil	4.881.000
Ausrüstung	375.000
EMSR-Technik	167.000
<b>Summe</b>	<b>5.423.000</b>

Reinvestitionen	[€]
Ausrüstung	375.000
EMSR-Technik	167.000
Sanierung HB Becheln (ohne Ausrüstung)	708.000
Neubau HB Hain/Frucht (ohne Ausrüstung)	950.000
Sanierung HB Hain/Frucht (ohne Ausrüstung)	530.000
<b>Summe (über den gesamten Zeitraum)</b>	<b>3.606.000</b>

Laufende Kosten (Betriebskosten)	[€/a]
	<b>58.854</b>

#### Projektkostenreihe (50 Jahre)



#### Projektkostenbarwertberechnung

Annahme	r = 0%			r = 1%			r = 2%		
	i = 2%	i = 3%	i = 4%	i = 2%	i = 3%	i = 4%	i = 2%	i = 3%	i = 4%
<b>Investition</b>	<b>5.423.000 €</b>	<b>5.423.000 €</b>	<b>5.423.000 €</b>						
Barwert der Reinvestitionskosten	167.000 €	167.000 €	167.000 €	167.000 €	167.000 €	167.000 €	167.000 €	167.000 €	167.000 €
	0,78076	0,69117	0,61259	0,78076	0,69117	0,61259	0,78076	0,69117	0,61259
	130.387 €	115.425 €	102.303 €	130.387 €	115.425 €	102.303 €	130.387 €	115.425 €	102.303 €
	1.072.000 €	1.072.000 €	1.072.000 €	1.072.000 €	1.072.000 €	1.072.000 €	1.072.000 €	1.072.000 €	1.072.000 €
	0,60953	0,47761	0,37512	0,60953	0,47761	0,37512	0,60953	0,47761	0,37512
	653.416 €	511.998 €	402.129 €	653.416 €	511.998 €	402.129 €	653.416 €	511.998 €	402.129 €
	167.000 €	167.000 €	167.000 €	167.000 €	167.000 €	167.000 €	167.000 €	167.000 €	167.000 €
	0,4759	0,33011	0,2298	0,4759	0,33011	0,2298	0,4759	0,33011	0,2298
79.475 €	55.128 €	38.377 €	79.475 €	55.128 €	38.377 €	79.475 €	55.128 €	38.377 €	
2.200.000 €	2.200.000 €	2.200.000 €	2.200.000 €	2.200.000 €	2.200.000 €	2.200.000 €	2.200.000 €	2.200.000 €	
0,37153	0,22811	0,14071	0,37153	0,22811	0,14071	0,37153	0,22811	0,14071	
817.366 €	501.842 €	309.562 €	817.366 €	501.842 €	309.562 €	817.366 €	501.842 €	309.562 €	
<b>1.680.644 €</b>	<b>1.184.394 €</b>	<b>852.370 €</b>	<b>1.680.644 €</b>	<b>1.184.394 €</b>	<b>852.370 €</b>	<b>1.680.644 €</b>	<b>1.184.394 €</b>	<b>852.370 €</b>	
Betriebskosten	58.854 €	58.854 €	58.854 €	58.854 €	58.854 €	58.854 €	58.854 €	58.854 €	58.854 €
	31,4236	25,7298	21,4822	39,2863	31,5548	25,8755	50,0000	39,3750	31,6842
	<b>1.849.393 €</b>	<b>1.514.293 €</b>	<b>1.264.306 €</b>	<b>2.312.142 €</b>	<b>1.857.115 €</b>	<b>1.522.867 €</b>	<b>2.942.682 €</b>	<b>2.317.362 €</b>	<b>1.864.731 €</b>
<b>Projektkostenbarwerte, aufgerundet</b>	<b>8.954.000 €</b>	<b>8.122.000 €</b>	<b>7.540.000 €</b>	<b>9.416.000 €</b>	<b>8.465.000 €</b>	<b>7.799.000 €</b>	<b>10.047.000 €</b>	<b>8.925.000 €</b>	<b>8.141.000 €</b>

### 4.2 PKB für die Variante 3 "PW Hain/Frucht" max



#### Hochbehälter Hain/Frucht & Becheln (20225)

Projektkostenbarwerte für die Alternative 2 - Variante 3 "PW Hain/Frucht" max

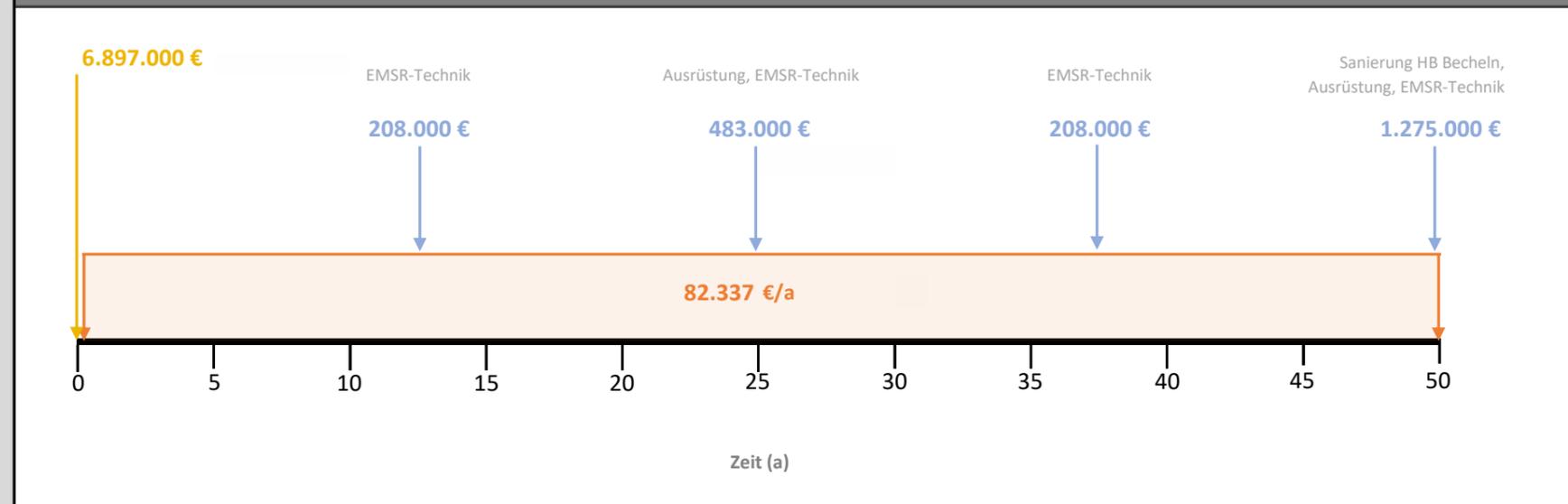
#### Projektkostenbarwerte

Investitionskosten	[€]
Baulicher Teil	6.414.000
Ausrüstung	275.000
EMSR-Technik	208.000
<b>Summe</b>	<b>6.897.000</b>

Reinvestitionen	[€]
Ausrüstung	275.000
EMSR-Technik	208.000
Sanierung HB Becheln (ohne Ausrüstun	792.000
<b>Summe (über den gesamten Zeitraum)</b>	<b>2.174.000</b>

Laufende Kosten (Betriebskosten)	[€/a]
	<b>82.337</b>

#### Projektkostenreihe (50 Jahre)



#### Projektkostenbarwertberechnung

Annahme	r = 0%			r = 1%			r = 2%		
	i = 2%	i = 3%	i = 4%	i = 2%	i = 3%	i = 4%	i = 2%	i = 3%	i = 4%
<b>Investition</b>	<b>6.897.000 €</b>	<b>6.897.000 €</b>	<b>6.897.000 €</b>	<b>6.897.000 €</b>	<b>6.897.000 €</b>	<b>6.897.000 €</b>	<b>6.897.000 €</b>	<b>6.897.000 €</b>	<b>6.897.000 €</b>
Barwert der Reinvestitionskosten	208.000 €	208.000 €	208.000 €	208.000 €	208.000 €	208.000 €	208.000 €	208.000 €	208.000 €
	0,78076	0,69117	0,61259	0,78076	0,69117	0,61259	0,78076	0,69117	0,61259
	162.398 €	143.763 €	127.419 €	162.398 €	143.763 €	127.419 €	162.398 €	143.763 €	127.419 €
	483.000 €	483.000 €	483.000 €	483.000 €	483.000 €	483.000 €	483.000 €	483.000 €	483.000 €
	0,60953	0,47761	0,37512	0,60953	0,47761	0,37512	0,60953	0,47761	0,37512
	294.403 €	230.686 €	181.183 €	294.403 €	230.686 €	181.183 €	294.403 €	230.686 €	181.183 €
	208.000 €	208.000 €	208.000 €	208.000 €	208.000 €	208.000 €	208.000 €	208.000 €	208.000 €
	0,4759	0,33011	0,2298	0,4759	0,33011	0,2298	0,4759	0,33011	0,2298
	98.987 €	68.663 €	47.798 €	98.987 €	68.663 €	47.798 €	98.987 €	68.663 €	47.798 €
	1.275.000 €	1.275.000 €	1.275.000 €	1.275.000 €	1.275.000 €	1.275.000 €	1.275.000 €	1.275.000 €	1.275.000 €
0,37153	0,22811	0,14071	0,37153	0,22811	0,14071	0,37153	0,22811	0,14071	
473.701 €	290.840 €	179.405 €	473.701 €	290.840 €	179.405 €	473.701 €	290.840 €	179.405 €	
<b>1.029.489 €</b>	<b>733.952 €</b>	<b>535.805 €</b>	<b>1.029.489 €</b>	<b>733.952 €</b>	<b>535.805 €</b>	<b>1.029.489 €</b>	<b>733.952 €</b>	<b>535.805 €</b>	
Betriebskosten	82.337 €	82.337 €	82.337 €	82.337 €	82.337 €	82.337 €	82.337 €	82.337 €	82.337 €
	31,4236	25,7298	21,4822	39,2863	31,5548	25,8755	50,0000	39,3750	31,6842
	<b>2.587.311 €</b>	<b>2.118.503 €</b>	<b>1.768.770 €</b>	<b>3.234.698 €</b>	<b>2.598.113 €</b>	<b>2.130.499 €</b>	<b>4.116.827 €</b>	<b>3.242.001 €</b>	<b>2.608.768 €</b>
<b>Projektkostenbarwerte, aufgerundet</b>	<b>10.514.000 €</b>	<b>9.750.000 €</b>	<b>9.202.000 €</b>	<b>11.162.000 €</b>	<b>10.230.000 €</b>	<b>9.564.000 €</b>	<b>12.044.000 €</b>	<b>10.873.000 €</b>	<b>10.042.000 €</b>

## 4.2 PKB für die Variante 4 "PW Hain/Frucht + Vorlagebehälter" max



### Hochbehälter Hain/Frucht & Becheln (20225)

Projektkostenbarwerte für die Alternative 2 - Variante 4 "PW Hain/Frucht + Vorlagebehälter" max

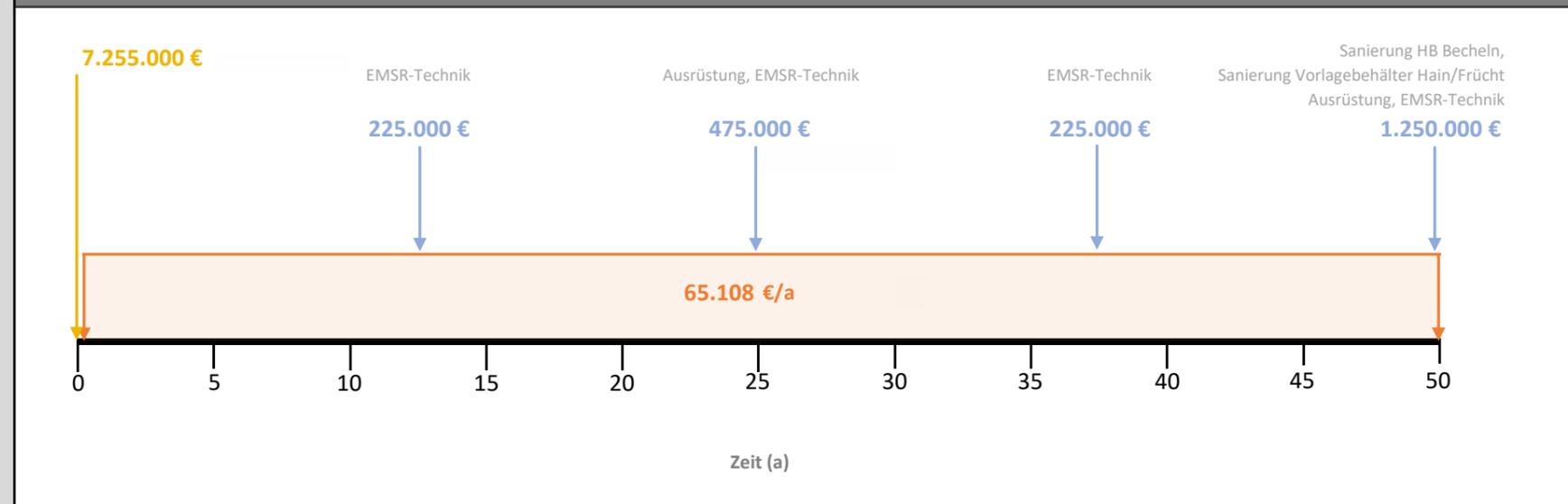
#### Projektkostenbarwerte

Investitionskosten	[€]
Baulicher Teil	6.781.000
Ausrüstung	250.000
EMSR-Technik	225.000
<b>Summe</b>	<b>7.255.000</b>

Reinvestitionen	[€]
Ausrüstung	250.000
EMSR-Technik	225.000
Sanierung HB Becheln	725.000
Sanierung Vorlagebehälter Hain/Fr	50.000
<b>Summe (über den gesamten Zeitraum)</b>	<b>2.175.000</b>

Laufende Kosten (Betriebskosten)	[€/a]
	<b>65.108</b>

#### Projektkostenreihe (50 Jahre)



Projektkostenbarwertberechnung									
Annahme	r = 0%			r = 1%			r = 2%		
	i = 2%	i = 3%	i = 4%	i = 2%	i = 3%	i = 4%	i = 2%	i = 3%	i = 4%
<b>Investition</b>	<b>7.255.000 €</b>	<b>7.255.000 €</b>	<b>7.255.000 €</b>	<b>7.255.000 €</b>	<b>7.255.000 €</b>	<b>7.255.000 €</b>	<b>7.255.000 €</b>	<b>7.255.000 €</b>	<b>7.255.000 €</b>
Barwert der Reinvestitionskosten	225.000 €	225.000 €	225.000 €	225.000 €	225.000 €	225.000 €	225.000 €	225.000 €	225.000 €
	0,78076	0,69117	0,61259	0,78076	0,69117	0,61259	0,78076	0,69117	0,61259
	175.671 €	155.513 €	137.833 €	175.671 €	155.513 €	137.833 €	175.671 €	155.513 €	137.833 €
	475.000 €	475.000 €	475.000 €	475.000 €	475.000 €	475.000 €	475.000 €	475.000 €	475.000 €
	0,60953	0,47761	0,37512	0,60953	0,47761	0,37512	0,60953	0,47761	0,37512
	289.527 €	226.865 €	178.182 €	289.527 €	226.865 €	178.182 €	289.527 €	226.865 €	178.182 €
	225.000 €	225.000 €	225.000 €	225.000 €	225.000 €	225.000 €	225.000 €	225.000 €	225.000 €
	0,4759	0,33011	0,2298	0,4759	0,33011	0,2298	0,4759	0,33011	0,2298
107.078 €	74.275 €	51.705 €	107.078 €	74.275 €	51.705 €	107.078 €	74.275 €	51.705 €	
1.250.000 €	1.250.000 €	1.250.000 €	1.250.000 €	1.250.000 €	1.250.000 €	1.250.000 €	1.250.000 €	1.250.000 €	
0,37153	0,22811	0,14071	0,37153	0,22811	0,14071	0,37153	0,22811	0,14071	
464.413 €	285.138 €	175.888 €	464.413 €	285.138 €	175.888 €	464.413 €	285.138 €	175.888 €	
<b>1.036.688 €</b>	<b>741.790 €</b>	<b>543.607 €</b>	<b>1.036.688 €</b>	<b>741.790 €</b>	<b>543.607 €</b>	<b>1.036.688 €</b>	<b>741.790 €</b>	<b>543.607 €</b>	
Betriebskosten	65.108 €	65.108 €	65.108 €	65.108 €	65.108 €	65.108 €	65.108 €	65.108 €	65.108 €
	31,4236	25,7298	21,4822	39,2863	31,5548	25,8755	50,0000	39,3750	31,6842
	<b>2.045.919 €</b>	<b>1.675.209 €</b>	<b>1.398.657 €</b>	<b>2.557.842 €</b>	<b>2.054.461 €</b>	<b>1.684.695 €</b>	<b>3.255.386 €</b>	<b>2.563.617 €</b>	<b>2.062.886 €</b>
<b>Projektkostenbarwerte, aufgerundet</b>	<b>10.338.000 €</b>	<b>9.672.000 €</b>	<b>9.198.000 €</b>	<b>10.850.000 €</b>	<b>10.052.000 €</b>	<b>9.484.000 €</b>	<b>11.548.000 €</b>	<b>10.561.000 €</b>	<b>9.862.000 €</b>

## 5. Zusammenfassung

Die Zusammenfassung zeigt die jeweilige Alternative mit Ihren Varianten (siehe Seite 33f).

Darin werden die Varianten gegenübergestellt und die zuvor ermittelten Investitions-, Betriebs- und Projektkostenbarwerte aufgeführt.

Die kostengünstigste Variante wird grün und die zweit günstigste Variante orange dargestellt.

# 5.1 Zusammenfassung der Alternative 1



Hochbehälter Hain/Frucht & Becheln (20225)  
 Zusammenfassung Alternative 1 - Zusammenstellung der Kostenannahmen und Barwerte -



			"Neubau"	"Sanierung"	"PW Hain/Frucht"	"PW Hain/Frucht + Vorlagebehälter"	Differenz zu Rang 2
<b>Investitionskosten</b>			4.998.000 €	<b>4.173.000 €</b>	4.919.000 €	5.277.000 €	16,5 %
<b>Betriebskosten</b>			63.537 €	<b>58.854 €</b>	76.437 €	59.108 €	0,4 %
<b>Projektkostenbarwert</b>	$r = 0\%$	$i = 2\%$	8.463.000 €	<b>7.629.000 €</b>	8.351.000 €	8.172.000 €	7,1 %
		$i = 3\%$	7.665.000 €	<b>6.827.000 €</b>	7.620.000 €	7.540.000 €	9,5 %
		$i = 4\%$	7.106.000 €	<b>6.262.000 €</b>	7.097.000 €	7.091.000 €	11,7 %
	$r = 1\%$	$i = 2\%$	8.963.000 €	<b>8.092.000 €</b>	8.952.000 €	8.636.000 €	6,3 %
		$i = 3\%$	8.035.000 €	<b>7.169.000 €</b>	8.065.000 €	7.884.000 €	9,1 %
		$i = 4\%$	7.385.000 €	<b>6.521.000 €</b>	7.433.000 €	7.351.000 €	11,3 %
	$r = 2\%$	$i = 2\%$	9.643.000 €	<b>8.723.000 €</b>	9.771.000 €	9.270.000 €	5,9 %
		$i = 3\%$	8.532.000 €	<b>7.630.000 €</b>	8.663.000 €	8.347.000 €	8,6 %
		$i = 4\%$	7.754.000 €	<b>6.862.000 €</b>	7.877.000 €	7.694.000 €	10,8 %
<b>Rang</b>				<b>1</b>		<b>2</b>	

# 5.1 Zusammenfassung der Alternative 2



			"Neubau" max	"Sanierung" max	"PW Hain/Frucht" max	"PW Hain/Frucht + Vorlagebehälter" max	Differenz zu Rang 2
<b>Investitionskosten</b>			6.248.000 €	5.423.000 €	6.897.000 €	7.255.000 €	13,2 %
<b>Betriebskosten</b>			67.337 €	62.654 €	82.337 €	65.108 €	3,8 %
<b>Projektkostenbarwert</b>	$r = 0\%$	$i = 2\%$	9.832.000 €	8.954.000 €	10.514.000 €	10.338.000 €	8,9 %
		$i = 3\%$	9.013.000 €	8.122.000 €	9.750.000 €	9.672.000 €	9,9 %
		$i = 4\%$	8.437.000 €	7.540.000 €	9.202.000 €	9.198.000 €	10,6 %
	$r = 1\%$	$i = 2\%$	10.362.000 €	9.416.000 €	11.162.000 €	10.850.000 €	9,1 %
		$i = 3\%$	9.405.000 €	8.465.000 €	10.230.000 €	10.052.000 €	11,1 %
		$i = 4\%$	8.733.000 €	7.799.000 €	9.564.000 €	9.484.000 €	12,0 %
	$r = 2\%$	$i = 2\%$	11.083.000 €	10.047.000 €	12.044.000 €	11.548.000 €	10,3 %
		$i = 3\%$	9.932.000 €	8.925.000 €	10.873.000 €	10.561.000 €	11,3 %
		$i = 4\%$	9.124.000 €	8.141.000 €	10.042.000 €	9.862.000 €	12,1 %
<b>Rang</b>			<b>2</b>	<b>1</b>			

## 6. Fazit

Bei der Alternative 1 stellt die Variante 2 ("Sanierung") durchgängig und mit Abstand die kostengünstigste Variante dar. An Position 2 befindet sich die Variante 4 ("PW Hain/Frücht + Vorlagebehälter"), die bei den Investitionskosten an dritter und bei den Projektkostenbarwerten und Betriebskosten an zweiter Stelle steht.

Bei der Alternative 2 stellt ebenfalls die Variante 2 ("Sanierung" max) durchgängig und mit Abstand die günstigste Variante dar. An Position 2 befindet sich die Variante 1 ("Neubau" max), die bei den " an dritter und bei den Projektkostenbarwerten und @ an zweiter Stelle steht.

" 8 . . . . . † . . . . . o monetär an . . . . . . Darüber hinaus weist sie gegenüber den anderen Alternativen/Varianten bzgl. Bau, Betrieb und Versorgung in Hinblick auf folgende Aspekte Vorteile auf:

- Anbindearbeiten
- Pumpaufwand
- Versorgungsdruck
- Versorgungssicherheit

Westerburg, 29.01.2024

ppa. Frank Heilf

i.A. Dominik Meier

**Ingenieurgesellschaft  
Dr. Siekmann + Partner mbH**