Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Veranlassung 4

2. Kurzbeschreibung der Ist-Situation 6

► 1: Luftbild: Standort der Kläranlage 7

► 2: Luftbild: Kläranlagen-Parzelle 8

2.1. Bestandsvermessung (derzeitiger KA-Standort + benachbarte Wiesenparzelle) 9

2.2. Schadensdokumentation SchneiderBaustatik 9

2.3. Mögliche Erweiterungsfläche 9

2.4. Behördliche Einordnung 10

2.5. Gesetzlich geschützte Biotope in Nordrhein-Westfalen 10

► 3: Luftbild: Kläranlagen-Parzelle + Kataster geschütztes Biotop 11

3. Mögliche Varianten 12

3.1. Wiederaufbau-Option 1: Instandsetzung und Sanierung der Kläranlage mit Umbaumaßnahmen am Betriebsgebäude – 1.500 EW 12

3.2. Wiederaufbau-Option 2: Instandsetzung und Modernisierung der Kläranlage mit Umbaumaßnahmen am Betriebsgebäude – 1.900 EW 13

3.3. Wiederaufbau-Option 3: Instandsetzung und Modernisierung der Kläranlage mit Umbaumaßnahmen am Betriebsgebäude – 1.500 EW 13

3.4. Wiederaufbau-Option 4: Instandsetzung und Modernisierung der Kläranlage mit Ersatzneubau des Betriebsgebäudes – 1.900 EW 13

3.5. Wiederaufbau-Option 5: Mitbehandlung des Abwassers der Kläranlage Wald auf einer weiteren Kläranlage. 13

► 5: Karte: Fiktive Zielstandorte für die Abwassermitbehandlung der KA Wald 16

3.6. Zusammenfassung: Definition der untersuchten Optionen 1 – 4 17

► 6: Definition der untersuchten Optionen 1 - 4 17

4. Auswertung der Jahresberichte 2021 + 2022 18

► 7: Diagramme: Durchflussmengen und Zulaufverschmutzungen 2021 + 2022 18

5. Reinigungsanforderungen / Auslegungsdaten 19

► 8: Diagramm: Entwicklung der angeschlossenen Einwohnerwerte 19

► 9: Varianten 1 und 2: Angenommene neue Überwachungswerte 20

► 10: Zusammenfassung der gewählten Bemessungsdaten – 1.500 EW 21

► 11: Zusammenfassung der gewählten Bemessungsdaten – 1.900 EW 22

6. Konzepte für die untersuchten Optionen 23

6.1. Zeichnungskonzepte 23

6.2. Verfahrenstechnische Varianten 23

6.3. Hochwasserschutz 24

6.4. Bauliche Umbaumaßnahmen / Bauliche Erweiterungen 24
6.5. Zufahrtssituation 25
6.6. Einschätzung der Umsetzungsdauer 25
6.7. Anmerkungen zu den Planungskonzepten 25

7. Investitionskosten 26
► 12: Investitionskosten 26

8. Betriebskosten / Laufende Kosten 27
► 13: Ist-Stromverbrauch 27
► 14: Diagramm: Varianten 1 und 2: EW-Spezifischer Stromverbrauch von Kläranlagen (GK 1 und 2)..28
► 15: In der Studie gewählte Ansätze für spezifischen Energiebedarf (Gesamtbedarf Kläranlage) 28
► 16: In der Studie gewählte Ansätze für den Personal-Aufwand 29

9. Wirtschaftlichkeitsvergleich 31
► 17: Eingangsgrößen für die PKBW-Berechnung 31
9.1. Investitionskosten, IK 32
► 18: Zusammenstellung Investitionskosten (inkl. BNK) 32
► 19: Diagramm: Vergleich der Investitionskosten 33
► 21: Option 1 – Bestand, 1.500 EW: Barwert aus Investitionskosten 34
► 22: Option 2 – Modernisierung, 1.900 EW: Barwert aus Investitionskosten 34
► 23: Option 3 – Modernisierung, 1.500 EW: Barwert aus Investitionskosten 34
► 24: Option 4 - Neubau, 1.900 EW: Barwert aus Investitionskosten 34
9.2. Re-Investitionskosten 34
► 25: Prozentwerte Re-Investitionskosten 35
► 26: Zusammenstellung Re-Investitionskosten 35
► 27: Diagramm: Vergleich der Re-Investitionskosten 36
► 28: Option 1 – Bestand, 1.500 EW: Barwert aus Investitionskosten 37
► 29: Option 2 – Modernisierung, 1.900 EW: Barwert aus Investitionskosten 37
► 30: Option 3 – Modernisierung, 1.500 EW: Barwert aus Investitionskosten 37
► 31: Option 4 - Neubau, 1.900 EW: Barwert aus Investitionskosten 37
9.3. Laufende Kosten 37
► 32: Zusammenstellung Laufende Kosten (nach Leistungs-Anteilen) 37
► 33: Diagramm: Vergleich der Laufenden Kosten 38
► 34: Option 1 – Bestand, 1.500 EW: Barwert aus Investitionskosten 39
► 35: Option 2 – Modernisierung, 1.900 EW: Barwert aus Investitionskosten 39
► 36: Option 3 – Modernisierung, 1.500 EW: Barwert aus Investitionskosten 39
► 37: Option 4 - Neubau, 1.900 EW: Barwert aus Investitionskosten 39
9.4. Zusammenstellung aller Nominalkosten 39
► 38: Zusammenstellung aller Nominalkosten 39
► 39: Diagramm: Vergleich der Nominalkosten 40
9.5. Ergebnisse der Kostenvergleichsrechnungen (PKBW) 40
► 40: Ergebnisse Projektkostenbarwerte und Jahreskosten 41

► 41: Diagramm: Vergleich der Projektkostenbarwerte 42
► 42: Diagramm: PKBW-Entwicklung 43
9.6. Deutung der Ergebnisse der Kostenvergleichsrechnungen 44
9.7. Empfindlichkeitsprüfung 45

10. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen 46
► 43: Definition der untersuchten Optionen 1 - 5 46
► 44: Ergebnisse Projektkostenbarwerte und Jahreskosten 47
► 45: Wirtschaftlichste Option 47
► 46: Ergebnis der Studien „Reaktivierung Kläranlage Wald“ – November 2023 48

11. Anmerkung 49
► 47: Planerisch empfohlene Option 49

12. Unterschrift 50

1. Einleitung und Veranlassung

Die Stadt Bad Münstereifel betreibt in der Nähe des Ortsteiles Wald die gleichnamige „Kläranlage Wald“. Der erste wasserrechtliche Erlaubnisbescheid für die Einleitung aus der Kläranlage Wald in den Effelsberger Bach ist auf den 02.11.1988 datiert. Ausgestellt hat ihn die Bezirksregierung Köln. Den aktuell gültigen Verlängerungsbescheid erteilte die Kreisverwaltung Euskirchen 2014.
Die Kläranlage wurde offiziell nach dem Stammdatenblatt von ELWAS-WEB am 01.01.1991 in Betrieb genommen, die erste Einleitung von gereinigtem Abwasser erfolgte am 07.11.1991. Demgegenüber wurden Anlagenteile bis Mitte der 1990ger Jahre baulich hergestellt. Es wird angenommen, dass die Anlage in der Zeit des Jahrzent-Wechsels 80 – 90 baulich errichtet wurde und demnach ca. 30 – 33 Jahre in Betrieb ist.

Durch das Juli Hochwasser in West- und Mitteleuropa 2021 wurde die Kläranlage Wald stark beschädigt. Beginnend am 14.07.2021 und endend in den Morgenstunden des 15.07.2021 kam es in dem Gebiet zwischen Dortmund – Köln – Euskirchen – Bad Münstereifel – Bitburg – Trier zu einem großflächigen und langanhaltendem Starkregenereignis, bei dem Regional bis zu 150 l/m2 Niederschlag fielen.
Durch die vorhandene Niederschlagssituation wurden große Teile der Flusseinzugsgebiete dauerhaft beregnet. Das Niederschlagswasser sammelte sich und wurde durch die engen Täler kanalisiert. Die großen Niederschlagsmengen, die gesättigten Böden und durch die orographischen Gegebenheiten führten zu einer Potenzierung der Schadenswirkung. Schwerpunkt waren die Kerbtäler im Einzugsgebiet der Ahr.

Durch den rasant steigenden Wasserstand des Effelsberger Baches kam es zu einer ca. 1,00 m hohen Überflutung der kompletten Kläranlage Wald. Die Wassermassen, in Kombination mit hohen Fließgeschwindigkeiten, durchflossen die Kläranlage und beschädigten die vorhandene Anlage massiv. Druckbelastungen an den Hochbauteilen führte zu Rissbildungen. An den Gründungen und Fundamenten der Bauwerke kam es zu Unterspülungen und Auskolkungen. Die Hofflächen und die Zaunanlage wurden teilweise komplett weggespült. Die Durchlässe im Bereich der Kläranlagenzufahrten wurden beschädigt. Die Zufahrt um hinter das Betriebsgebäude zu gelangen, ist nicht mehr befahrbar. Außerdem kam es zu Wasserschäden an der vorhandenen maschinen- und elektrotechnischen Ausstattung.

Durch die durch den Betreiber eingeleiteten Sofortmaßnahmen konnte die Abwasserreinigung bis heute aufrechterhalten werden.

Dazukommend sind Teile der bestehenden Kläranlage durch die ca. 33-jährige Betriebszeit „in die Jahre“ gekommen und instandsetzungsbedürftig.

Die Stadt Bad Münstereifel, als Vorhabensträger, beabsichtigt die oben beschriebenen Anlagen zur Mischwasserbehandlung, im Zuge der Schadensbeseitigung der Starkregen- und Hochwasserkatastrophe 07/2021 an der Infrastruktur der Stadt Bad Münstereifel, zu reaktivieren.

Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie soll untersucht werden, in welcher Weise eine sinnvolle Wiederaufbaumaßnahme nach den aktuellen Regeln der Technik erzielt werden kann. Hierzu sind auch schadensmindernde Maßnahmen an baulichen Anlagen, insbesondere an dem Betriebsgebäude, zu berücksichtigen. Im Weiteren sollten für den Wiederaufbau im Sinne des Nachhaltigkeitsgedanken Maßnahmen empfohlen werden, mit denen in naher Zukunft weitere erforderliche Umbauten vermieden werden können.

Grundlegend ist zu beachten, dass die Betriebsfähigkeit der Bestandsanlage dauerhaft zu erhalten ist.

Zum Erreichen einer bestmöglichen Lösung wurde eine entsprechende Machbarkeits- und Wirtschaftlichkeitsstudie beim unterzeichnenden Ingenieurbüro beauftragt, deren Ergebnis hiermit vorliegt.

2. Kurzbeschreibung der Ist-Situation

Die Stadt Bad Münstereifel unterhält und betreibt die Kläranlage Wald. Die Kläranlage Wald besitzt eine Ausbaugröße von 1.500 angeschlossenen Einwohnerwerten (EW). Sie reinigt im Mischverfahren das Abwasser der Ortsteile der Stadt Bad Münstereifel: Wald, Scheuerheck, Holzem, Neichen und Kempensiefen.

Der Standort der vorhandenen Kläranlage (Gemarkung Stadt Bad Münstereifel, Flur 236) befindet sich in südöstlicher Richtung vom Ortsteil Wald der Stadt Bad Münstereifel, im Tal des Effelsberger Baches der auch Einleitungsgewässer für das gereinigte Abwasser aus den Regen-/Mischwasserentlastungen ist. Die Parzelle, auf der sich die Kläranlage befindet, ist im Besitzt der Stadt Bad Münstereifel.

Das nächst gelegene Wohnhaus liegt ca. 450 m (Luftlinie) von der Kläranlage Wald entfernt.

Die Bestandsanlage besitzt zwei Einleitungsstellen in den Effelsberger Bach (Entlastungskanal vom Regenüberlauf – DN 300, Ablaufkanal aus Kläranlage - DN 250).

Folgende Bauwerke sind vorhanden:
- Vorgeschaltetes RÜB mit Entlastung ca. 1.400 m3
- Zulaufpumpwerk
- Rechenanlage
- Sandfang (belüftet) + Fettfang
- 2 St. Belebungsbecken
- Nachklärbecken (Dortmundbrunnen)
- P-Fällung
- Ablaufmengenmessung
- Schlammsilo / Schlammspeicher
- Betriebsgebäude

Die sichtbare Bausubstanz (Stahlbetonbauwerke) ist stark angegriffen. Die seinerzeit gewählten geringen Bauteilstärken (hier: vor allem die Belebungsbecken, kleiner als 20 cm) entsprechen nicht mehr den heutigen Standards.

Die druckbelüfteten und intermetierenden Belebungsbecken (2 Stück) bestehen je aus einem zylindrischen und komplett durchmischten Stahlbetonbecken mit einer Wassertiefe von 5,50 m. Der Sauerstoffeintrag erfolgt durch auf dem Beckenboden montierte Tellerbelüfter. Die Umwälzung gewährleistet ein an der Innenwand montierter Rotor.

Das Nachklärbecken ist als Trichterbecken (Dortmundbrunnen) mit einer Wassertiefe von rd. 7,06 m ausgeführt.

Laut Erlaubnisbescheid der Bezirksregierung Köln vom 08.02.1995 muss bei Mischwasserabfluss, das Abwasser, bis zu einer Menge von max. Q_M = 20,8 l/s, vollständig in der Kläranlage biologisch gereinigt werden.

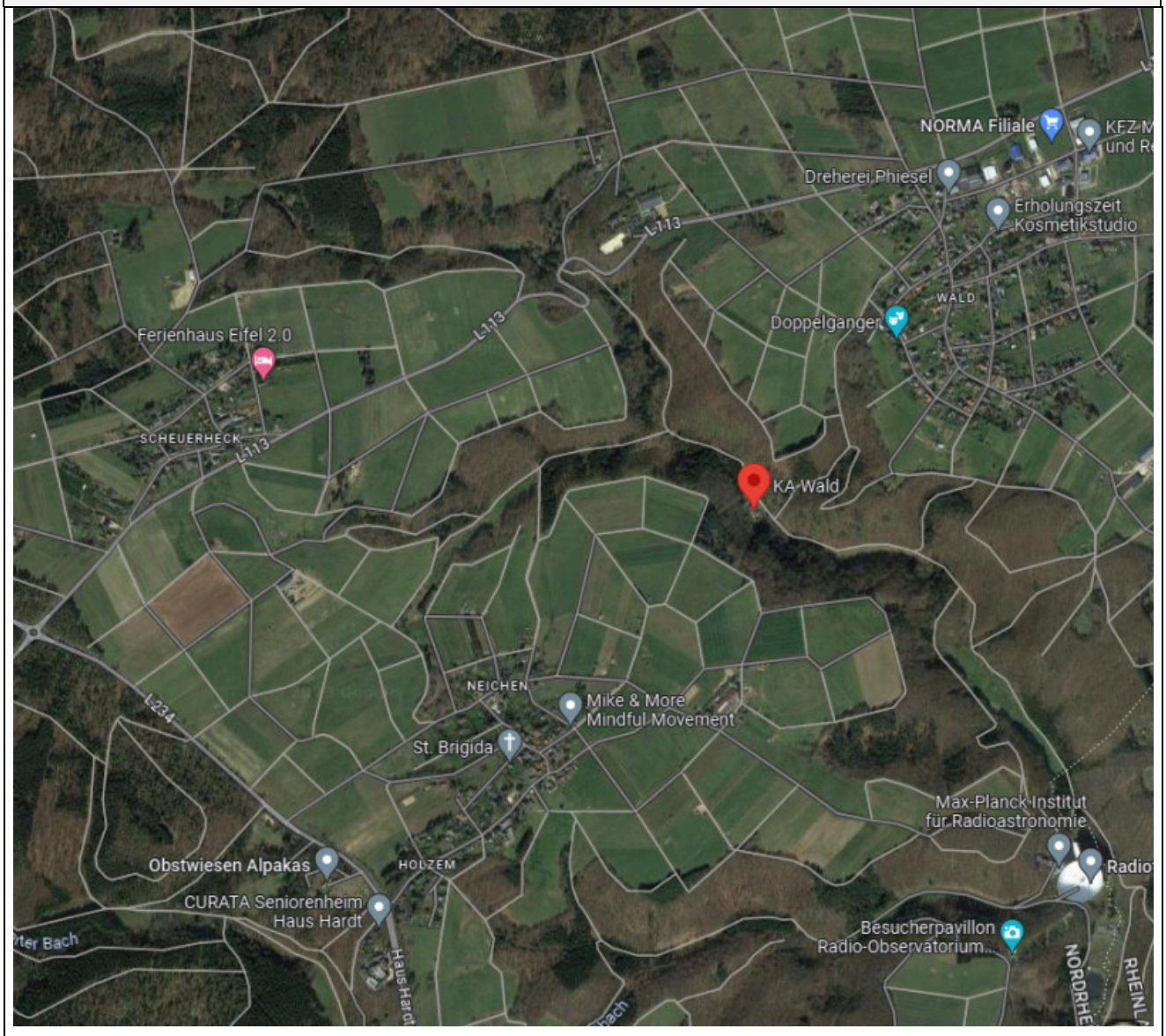
Bei Trockenwetter fließen der Anlage $Q_{m,t}$ = 10,4 l/s zu. Bei der Berechnung der Abwasserabgabe wurde eine zu reinigende Jahresschmutzwassermenge von 153.000 m3 festgesetzt.

Angaben zur maximal zulässigen Einleitungsmenge aus dem vorgeschalteten Regenüberlauf (RÜB) war im vorliegenden Erlaubnisbescheid nicht zu finden.

Im Erlaubnisbescheid sind folgende Überwachungswerte angegeben:

CSB	60,0 mg/l	BSB_5	15,0 mg/l
N_{ges}	18,0 mg/l	NH4N	5,0 mg/l
P_{ges}	- mg/l		

► 1: Luftbild: Standort der Kläranlage



► 2: Luftbild: Kläranlagen-Parzelle



2.1. Bestandsvermessung (derzeitiger KA-Standort + benachbarte Wiesenparzelle)

Eine Bestandszeichnung der vorhandenen Kläranlage lag zu Beginn der Studienerstellung nicht vor. Bestandsplanunterlagen mit detaillierten Geländemodellen lagen auch nicht vor.
Vorhanden sind einzelne Konstruktionsplanunterlagen der zwei Belebungsbecken, des Nachklärbeckens und des Schlammsilos, aufgestellt vom IB Krüger + Hölter, sowie Konstruktionspläne, Bewehrungs- und Schalpläne vom Betriebsgebäude mit Sand- und Fettfang. Diese wurden vom IB Flesch aufgestellt. Statisch geprüft wurden die Planunterlagen vom IB Heck.
Die in der Studie angenommenen topographischen Verhältnisse beruhen auf dem vom Bundesland Nordrhein-Westfalen zur Verfügung gestellten digitalen Geländemodell 1 (DGM 1).
Das DGM 1 beschreibt die vorhandene Geländeoberfläche als 1,0 x 1,0 m Raster. Für die weiterführende detailliertere Planung empfehlen wir die vermessungstechnische Gesamtaufnahme der Örtlichkeit.

2.2. Schadensdokumentation SchneiderBaustatik

Zur Einordung des HW-Schadensbildes beauftragte die Stadt Bad Münstereifel das Ingenieurbüro SchneiderBaustatik, Schneider & Steib, aus Meckenheim mit der Erstellung einer Schadensdokumentation und mit der Bewertung der Standsicherheit. Das erstellte Gutachten liegt im Anhang bei.

Das IB SchneiderBaustatik kam zu dem Schluss, dass es an den tiefer gegründeten Bauwerken, wie die Belebungsbecken, das Nachklärbecken, Schlammspeicher, etc., zu keinen relevanten statischen Schäden kam. Dagegen wurde das Betriebsgebäude mit anschließender Trafostation, Sand- und Fettfang teils massiv beschädigt. Insbesondere an den Außenwänden, die als „Prallwände“ für die Flutwelle fungierten, kam es durch die eingewirkten Querkräfte zur extremen Rissbildung (Gesamtrisslänge in den Wänden: ca. 60,0 m) und Unterspülungen.

Grundlegend wird die Sanierung des Betriebsgebäudes statisch und technisch als generell möglich erachtet. Die Risse sind statisch kraftschlüssig zu verpressen, unterspülte Fundamente sind freizulegen, abschnittsweise nach DIN 4123 zu unterfangen und anschließend ist der umliegende Baugrund tragfähig wiederherzustellen. Jedoch empfiehlt das IB unter Punkt 9.2 „Anmerkungen bei Rück- und Neubau“, dass eine Wiederherstellung des Betriebsgebäudes technisch möglich, aber wirtschaftlich nicht angeraten sei.

Das unterzeichnende IB hat die Ergebnisse des Gutachtens von Baustatik in die hier vorliegende Studie miteingearbeitet.

2.3. Mögliche Erweiterungsfläche

Als mögliche Erweiterungsfläche für die Kläranlage Wald kommt aufgrund des topografisch beengten Platzes nur die restliche Freifläche des Flurstücks 236 in Frage.

Aktuell sind diese Flächen stark bewachsen und durch ihren hängigen Charakter geprägt. Für eine Bewirtschaftung dieser Freiflächen durch eine neue Kläranlage müssten diese gerodet, ausgebaut und befestigt werden.

2.4. Behördliche Einordnung

Im Bundesland Nordrhein-Westfalen ist nach Landeswassergesetz für die Errichtung und den Betrieb einer kommunalen Abwasserreinigungsanlage, sowie für die Einleitung eines gereinigten kommunalen Schmutz- und Mischwassers, eine wasserrechtliche Ausnahmegenehmigung erforderlich.

Gemäß „Zuständigkeitsverordnung Umweltschutz NRW (ZustVU) ist die Zuständigkeit für alle Abwasseranlagen in Kanalisationssystemen mit Mischwasser oder Schmutzwasser wie folgt:

>= 2.000 EW - Obere Wasserbehörde – hier: Bezirksregierung Köln
< 2.000 EW - Untere Wasserbehörde – hier: Kreisverwaltung Euskirchen

Nach Einschätzung des unterzeichnenden Ingenieurbüros ist der allgemeine Genehmigungsprozess für eine Abwasseranlage an einer Unteren Wasserbehörde als „nicht so aufwendig“ zu erachten, als im Vergleich einer an einer Oberen Wasserbehörde bei der Bezirksregierung.

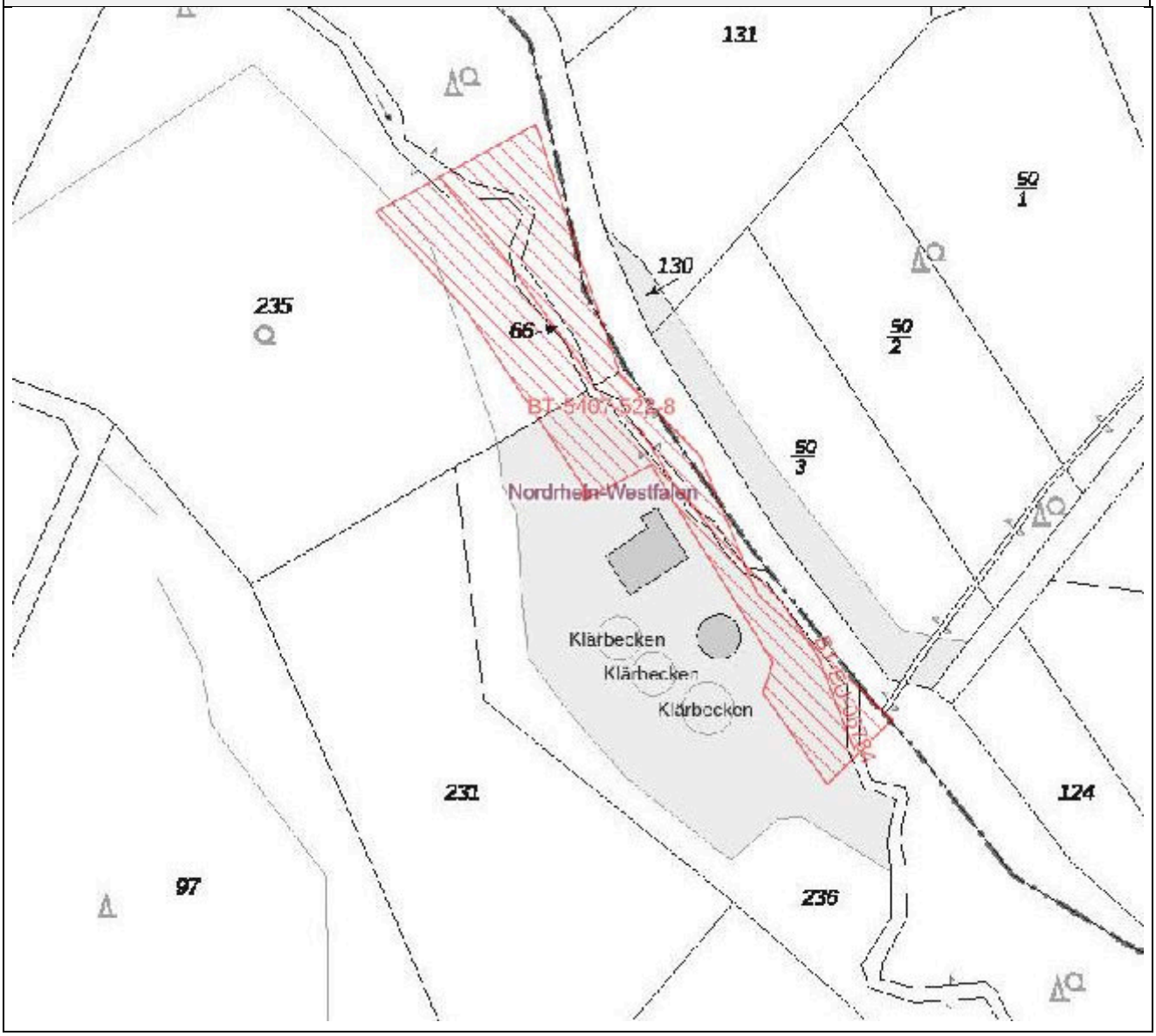
Bei einem Anlagenneubau (Option 4), bzw. bei der Erweiterung der Anlagenkapazität (Option 2), ist davon Auszugehen, dass ein komplettes wasserrechtliches Genehmigungsverfahren bei der Unteren Wasserbehörde in Euskirchen durchlaufen werden muss.
Instandsetzungsmaßnahmen dagegen (Option 1 und 3) sind i.d.R. nur anzeigepflichtig.

2.5. Gesetzlich geschützte Biotope in Nordrhein-Westfalen

Die Kläranlage grenzt direkt an ein nach § 42 Landesnaturschutzgesetzt NRW gesetzlich geschütztes Biotop. Geschütze Biotope unterliegen einem pauschalen gesetzlichem Schutz. Dort sind alle Handlungen verboten, die zu einer Zerstörung oder zu einer erheblichen bzw. nachhaltigen Beeinträchtigung der Biotope führen.
Im Zuge einer späteren Genehmigungsplanung muss die Umweltverträglichkeit der Maßnahme im Rahmen einer „Landschaftspflegerischen Begleitplanung“ untersucht werden. Eine Landschaftspflegerische Begleitplanung gibt Aufschluss über die Auswirkung die eine Baumaßnahme auf das geschützte Biotop haben wird und gibt an, welche Ausgleichs- und Schutzmaßnahmen getroffen werden müssen.

Auf der nachfolgenden Abbildung ist die Lage des geschützten Biotopes im Bezug auf die Kläranlage „Wald“ zu erkennen. Bei der Ausarbeitung der Wiederaufbau-Optionen wurde darauf geachtet, dass die geschützten Bereiche bestmöglich unberührt bleiben. Außerdem wurde ein erhöhter Maßnahmenaufwand „Naturschutz“ mit in die Investitionskosten aufgenommen.

► 3: Luftbild: Kläranlagen-Parzelle + Kataster geschütztes Biotop



3. Mögliche Varianten

In einer vom Vorhabensträger, vom Projektsteuerer und vom Ersteller der Studie gemeinsamen abgestimmten Aufgabenstellung wurde festgelegt, dass die nachfolgend beschriebenen Varianten Teil der hier durchgeführten Machbarkeitsstudie / Bedarfsermittlung werden.

Im Vorfeld wurde durch das Ingenieurbüro SchneiderBaustatik, Schneider & Steib, ein Gutachten über die Hochwasserschäden an den statischen (Hoch-) Bauwerken der Kläranlage Wald erstellt. Das Gutachten „Schadensdokumentation und Bewertung der Standsicherheit – Kläranlage Bad Münstereifel, Wald“ liegt im Anhang bei und wurde in dieser hier vorliegenden Untersuchung eingearbeitet.

Eine Ortsbesichtigung mit Inaugenscheinnahme der vorhandenen Bausubstanz und der technischen Ausstattung der vorhandenen Kläranlage kam zu dem Ergebnis, dass eine Sanierung und weitere Verwendung der Anlage grundsätzlich als möglich erachtet wird.
Außerdem ist es möglich, am Standort der Kläranlage Wald geeignete Hochwasserschutzmaßnahmen auszubilden.

Für die Modernisierungsvariante wurde zusammen mit dem AG die zukünftige Ausbaugröße von 1.900 EW festgelegt.

Innerörtlich erforderliche Maßnahmen in diesem Zusammenhang, wie z.B. Kanalsanierungen, Abhängen von Außengebieten und eventuellen sonstigen Fremdwasserzuflüssen, sowie die vorhandene Regenwasserbehandlung (RÜB), etc. sind NICHT Bestandteil der durchgeführten Untersuchungen.

Anmerkung:
Zur besseren Unterscheidbarkeit der verschiedenen Optionen wurde die Titulierung der Wiederaufbauoptionen in der Aufgabenstellung für die hier vorliegende Studie angepasst.

Wiederaufbau-Option 1A → Option 1
Wiederaufbau-Option 1B → Option 2
Wiederaufbau-Option 2 → Option 4

3.1. Wiederaufbau-Option 1: Instandsetzung und Sanierung der Kläranlage mit Umbaumaßnahmen am Betriebsgebäude – 1.500 EW

Unter Berücksichtigung der alten Bausubstanz ist für den Wiederaufbau das vorhandene Schadensbild festzustellen und zu bewerten. Bzgl. evtl. Umbauten für das Betriebsgebäude wird empfohlen schadensmindernde Maßnahmen im Hochwasserfall vorzusehen. Dies kann z.B. durch Verlegung der Gebläse-Anlage aus dem KG auf das EG-Niveau als Anbau oder freistehender Erweiterungsbau erfolgen. Für Option 1 ist die im Bestand befindliche Ausbaugröße in Zusammenarbeit mit dem AG zu benennen und beizubehalten.

Weiterhin ist zu prüfen, inwiefern die Reparatur technischer Ausrüstungen sinnvoll möglich ist. Vor allem nach dem Hochwasser durchgeführte Reparaturen sind auf ihre Dauerhaftigkeit zu bewerten.

3.2. Wiederaufbau-Option 2: Instandsetzung und Modernisierung der Kläranlage mit Umbaumaßnahmen am Betriebsgebäude – 1.900 EW

Die Option 2 ist im Wesentlichen analog zur Option 1 zu untersuchen. Allerdings ist hier eine Anschlussgröße nach Vorgabe des Bauherrn als prognostizierten Bedarf vorzusehen, der in naher Zukunft zu erwarten ist. Die zu erwartenden EGW sind in Zusammenarbeit mit dem AG unter Beachtung des ABK zu ermitteln. Die technische Ausstattung im Betriebsgebäude sowie die Klärbecken sind für eine derartige Modernisierung entsprechend auszulegen.

3.3. Wiederaufbau-Option 3: Instandsetzung und Modernisierung der Kläranlage mit Umbaumaßnahmen am Betriebsgebäude – 1.500 EW

Die Option 3 ist im Wesentlichen analog zur Option 2 zu untersuchen. Allerdings ist hier eine Anschlussgröße von 1.500 EW beizubehalten. Die technische Ausstattung im Betriebsgebäude sowie die Klärbecken sind für eine derartige Modernisierung entsprechend auszulegen. Die komplette Anlage wird saniert und instandgesetzt.

3.4. Wiederaufbau-Option 4: Instandsetzung und Modernisierung der Kläranlage mit Ersatzneubau des Betriebsgebäudes – 1.900 EW

Da die Bestandsanlage nach langer Betriebsdauer nicht mehr vollumfänglich dem Stand der Technik entspricht, ist im Sinne eines nachhaltigen Wiederaufbaus in Zusammenarbeit mit der Stadt Bad Münstereifel eine Ausbaugröße unter Beachtung des ABK zu ermitteln, um in naher Zukunft erneute Umbauten bzw. bauliche Eingriffe zu vermeiden. Hierzu ist eine Aussage zu treffen, in welcher Weise eine Interimslösung zur Aufrechterhaltung des Kläranlagenbetriebes sinnvoll ist. In diesem Zusammenhang ist auch zu prüfen, ob es wirtschaftlicher ist den Ersatzneubau des Betriebsgebäudes an neuer Stelle auf dem Grundstück zu errichten, damit das Bestandsgebäude für Interimszwecke genutzt werden kann oder ob durch dessen Abriss der Neubau an gleicher Stelle erfolgen sollte.

Vorteil einer Aufgabe der vorhandenen Bauwerke wäre, dass die Abwasserreinigung dort bis zur Inbetriebnahme einer neuen Anlage mehr oder weniger uneingeschränkt aufrechterhalten werden kann.

3.5. Wiederaufbau-Option 5: Mitbehandlung des Abwassers der Kläranlage Wald auf einer weiteren Kläranlage.

Eine 5. Variante zur Reinigung des Abwassers aus der Kläranlage Wald wäre, das Abwasser zu einer anderen, in Nähe oder im weiteren Umfeld befindlichen Kläranlage abzuleiten. Dies setzt aber voraus, dass eine dafür

geeignete Kläranlage existiert, diese über eine entsprechende Reserve von rd. 1.500 EW zur Mitbehandlung des Abwassers verfügt und der Abwassertransport dorthin bautechnisch und wirtschaftlich realisierbar wäre. Die Kläranlage Wald würde dann durch ein Pumpwerk ersetzt werden, die Regenwasserbehandlung bliebe erhalten. Am Standort der Kläranlage Wald würde somit keine biologische Abwasserreinigung mehr stattfinden.

Hier käme die von der Stadt Bad Münstereifel betriebene Kläranlage "Houverath" und „Buchholzbach“ infrage. Sowie die vom Erftverband betriebene Kläranlage Bad Münstereifel-Kirspenich.

Gemäß EWAS-WEB gestaltet sich folgende Ist-Situation.

► 4: Zuleitungs-Optionen

	Vorh. Ausbaugröße (EW)	Angeschlossene Einwohnerwerte 2022 (EW)	Benötigte EW als Gruppenkläranlage (+ 1.500 EW KA Wald)	Entsprechende Reserve vorhanden?	Luftlinie (Entfernung)
KA Houverath (Bj: ca. 1997)	1.800	1.268	3.068	n.O.	Ca. 2,60 km
KA Buchholzbach (Bj. ca. 2000)	4.500	2.287	3.787	i.O.	Ca. 6,50 km
KA Bad Münstereifel-Kirspenich	27.000	20.815	22.315	i.O.	Ca. 10,0 km

KA Wald → KA Buchholzbach:
Auf der KA Buchholzbach wäre eine entsprechende Reserve zur Aufnahme des Abwassers aus der KA Wald vorhanden. Die Luftlinien-Entfernung zwischen den beiden Kläranlagenstandorten Wald und Buchholzbach beträgt rd. 6,50 km. Eine, überschlägig nach dem von Google-Maps zur Verfügung gestellten Höhenmodell, überschlagene fiktive Ableitungstrasse würde durch die topografischen Gegebenheiten ein Hauptpumpwerk am Standort der Kläranlage Wald, sowie mehrere Zwischenpumpwerke erfordern. Außerdem müsste die Dienstbarkeit, bzw. das Leitungsrecht für eine große Anzahl an Grund- und Flurstücken erworben werden. Eine unmittelbar separate Ableitung wäre realistisch betrachtet viel zu aufwendig.

KA Wald → KA Houverath
Dagegen entspricht die Luftlinien-Entfernung zwischen der Kläranlage Wald und der Kläranlage Houverath ca. 2,60 km. Auch hier ist die fiktive Ableitungstrasse mit einem Hauptpumpwerk auf dem Gelände der Kläranlage Wald realistisch betrachtet aufwendig. Aber in diesem Fall wäre es dank günstigerer Topographie denkbar. Außerdem bestände die Möglichkeit, das Abwasser aus der KA Wald bis in die Ortskanalisation von Houverath zu pumpen und auf der weiteren Fließstrecke von dort bis zur KA die vorhandene Kanalisation / den vorhandenen Verbindungssammler / ggf. vorhandene Pumpwerke zu nutzen. Die Kläranlage Houverath müsste als Gruppenkläranlage auf eine Ausbaugröße von ca. 3.500 EW ausgebaut werden (Umbau aktuelles Kombi-Becken im laufenden Betrieb in ein simultanes bzw. kaskadenartiges Belebungsbecken, Neubau Nachklärbecken, etc.). Nachteil, die KA Houverath wird im Trennsystem, die KA Wald im Mischwassersystem

betrieben. Diese Möglichkeit müsste in einem detaillierteren Planungsschritt hydraulisch überrechnet und detailliert überprüft werden.

KA Wald → KA Bad Münstereifel-Kirspenich
Die KA Kirspenich besäße genug Reserve um das Abwasser der Kläranlage Wald mitzubehandeln. Eine Direktanbindung ist wirtschaftlich viel zu aufwendig und würde in keiner Relation stehen. Aber es wäre denkbar, auch hier die vorhandene Kanalisation / die vorhandenen Verbindungssammler zu nutzen. Ab dem Ortsteil Mahlberg läuft das Abwasser der Kläranlage Kirspenich im freien Gefälle zu. Die Distanz zwischen der Kläranlage Wald und der Ortsmitte Mahlberg beträgt ca. 5,00 Kilometer.

Investitionen würden anfallen für:

- Hauptpumpwerk KA Wald, eventuell(e) Zwischenpumpwerk(e)
- Transportleitung (Freispiegelleitung / Druckleitung) zwischen KA Wald und zuzuführender Kläranlage
- Eventuelle Anpassungsmaßnahmen an der Regen-/Mischwasserbehandlung und an sonstigen Anlagen im weiteren Fließweg der zuzuführenden Kläranlage
- Rückbau KA Wald

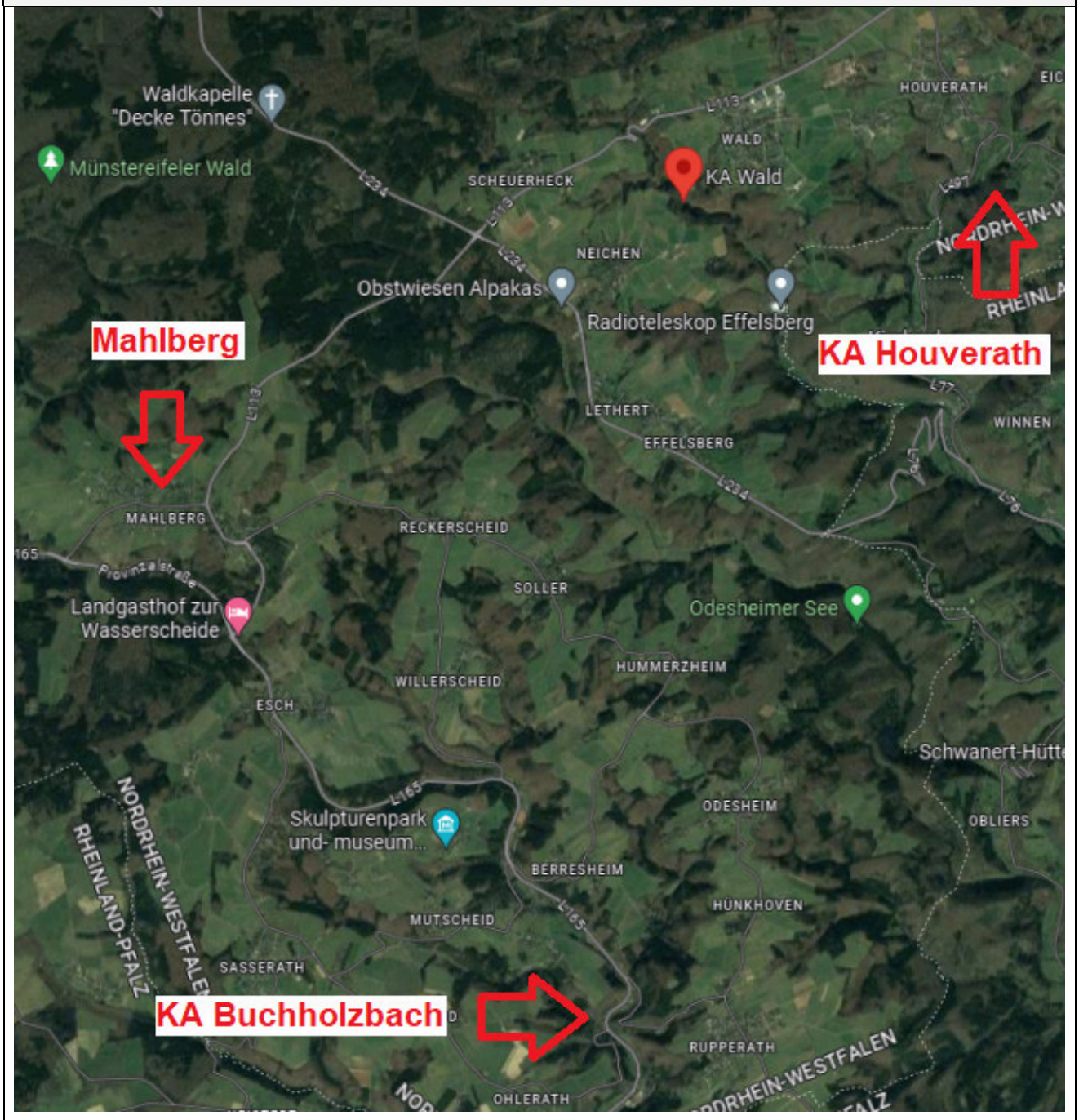
Laufende Kosten würden anfallen für:

- Betrieb und Unterhaltung des Hauptpumpwerkes (Strom, Personal)
- Unterhaltung der Transportleitungen

Die Ausführung von Option 5 hätte den Vorteil, dass der beengte und hochwassergefährdete Standort der Kläranlage Wald aufgegeben wird und ein flächenmäßig viel kleineres Pumpwerk das Abwasser in eine andere Kläranlage fördert. Durch den Rückbau der Kläranlage kann neuer Retentionsraum für den Effelsberger Bach, sowie „Erweiterungsflächen“ für das angrenzende Biotop geschaffen werden. Mögliche Kläranlagen wären Houverath oder das Hauptklärwerk der Stadt Bad Münstereifel im Ortsteil Kirspenich.
Sollte es Überlegungen in diese Richtung geben, empfehlen wir die Erstellung einer zweiten Studie zur Machbarkeit und wirtschaftlichen Betrachtung, außerdem müssten mit dem Erftverband als Betreiber Abstimmungsgespräche geführt werden.

In der hier vorliegenden Studie wird die Wiederaufbau-Option 5 „Mitbehandlung auf einer weiteren Kläranlage“ als nicht realistisch betrachtet und fortlaufend nicht weiter behandelt.

► 5: Karte: Fiktive Zielstandorte für die Abwassermitbehandlung der KA Wald



3.6. Zusammenfassung: Definition der untersuchten Optionen 1 – 4

Im weiteren Verlauf der Studie werden folgende Varianten miteinander verglichen:

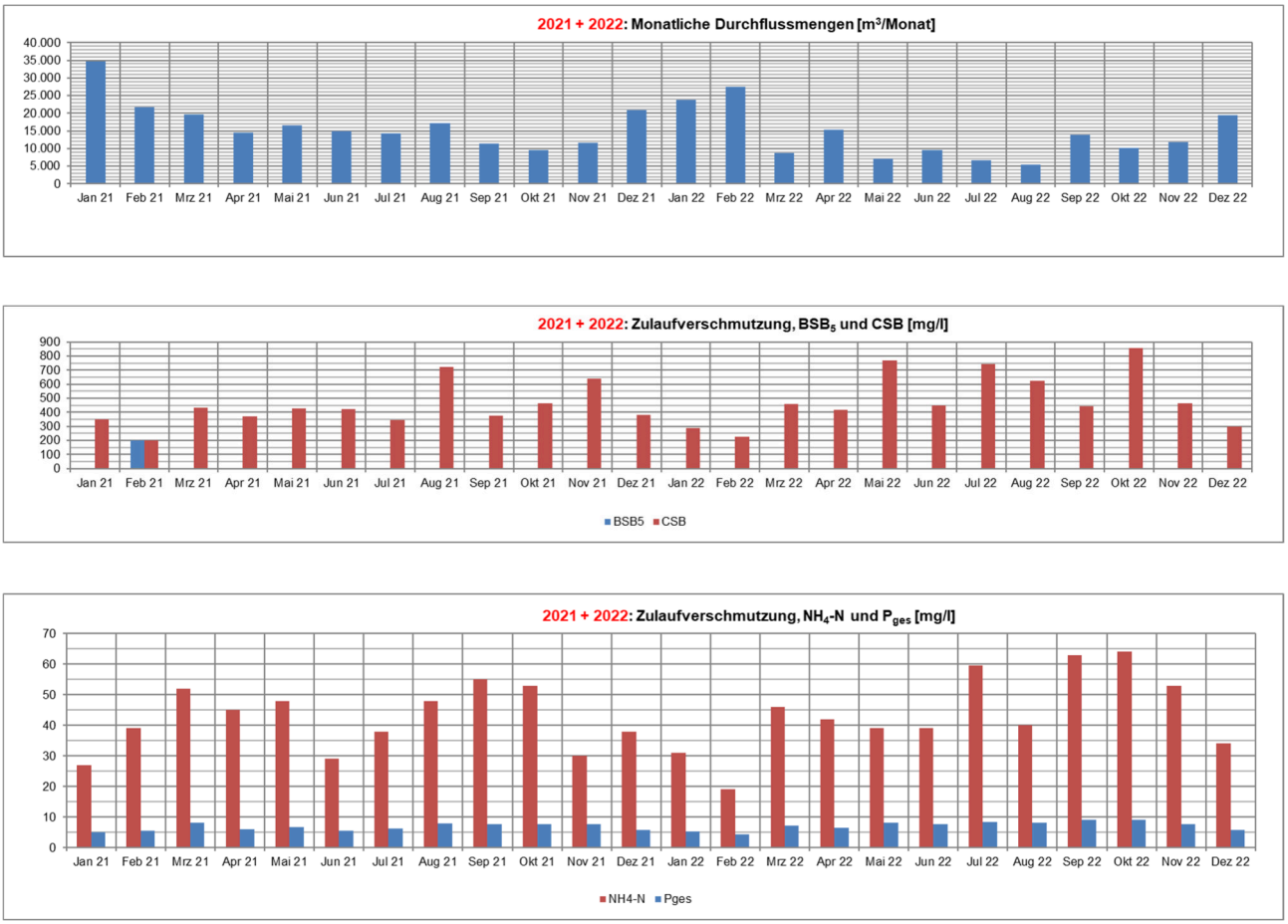
► 6: Definition der untersuchten Optionen 1 - 4			
Option 1 – 1.500 EW	**Option 2 – 1.900 EW**	**Option 3 – 1.500 EW**	**Option 4 – 1.900 EW**
Instandsetzung und Sanierung der Kläranlage mit Umbaumaßnahmen am Betriebsgebäude	**Instandsetzung und Modernisierung der Kläranlage mit Umbaumaßnahmen am Betriebsgebäude**	**Instandsetzung und Modernisierung der Kläranlage mit Umbaumaßnahme am Betriebsgebäude**	**Instandsetzung und Modernisierung der Kläranlage mit Ersatzneubau des Betriebsgebäudes**

4. Auswertung der Jahresberichte 2021 + 2022

Zur Verdeutlichung der Zulaufsituation wurden die Jahresberichte des Zeitraums 2021 + 2022 bzgl. Abwasserzulaufmengen (Behandlung im biologischen Teil der Kläranlage) und Zulaufverschmutzung ausgewertet.
Siehe hierzu Anlage 2, Seite 2 – 4

Die sehr hohen EW-spezifischen Abwassermengen deuten in Verbindung mit teilweise sehr geringen Verschmutzungskonzentrationen bei allen gängigen Verschmutzungsparametern auf eine hohe Verdünnung des Schmutzwassers durch Fremdwasser hin. Durch das große vorgeschaltete RÜB, mit einem Rückhaltevolumen von 1.400 m3, kommt es auch in Trockenwetterphasen zu einem Mischwasserzulauf zur Kläranlage von 2 – 3 Wochen.

► 7: Diagramme: Durchflussmengen und Zulaufverschmutzungen 2021 + 2022



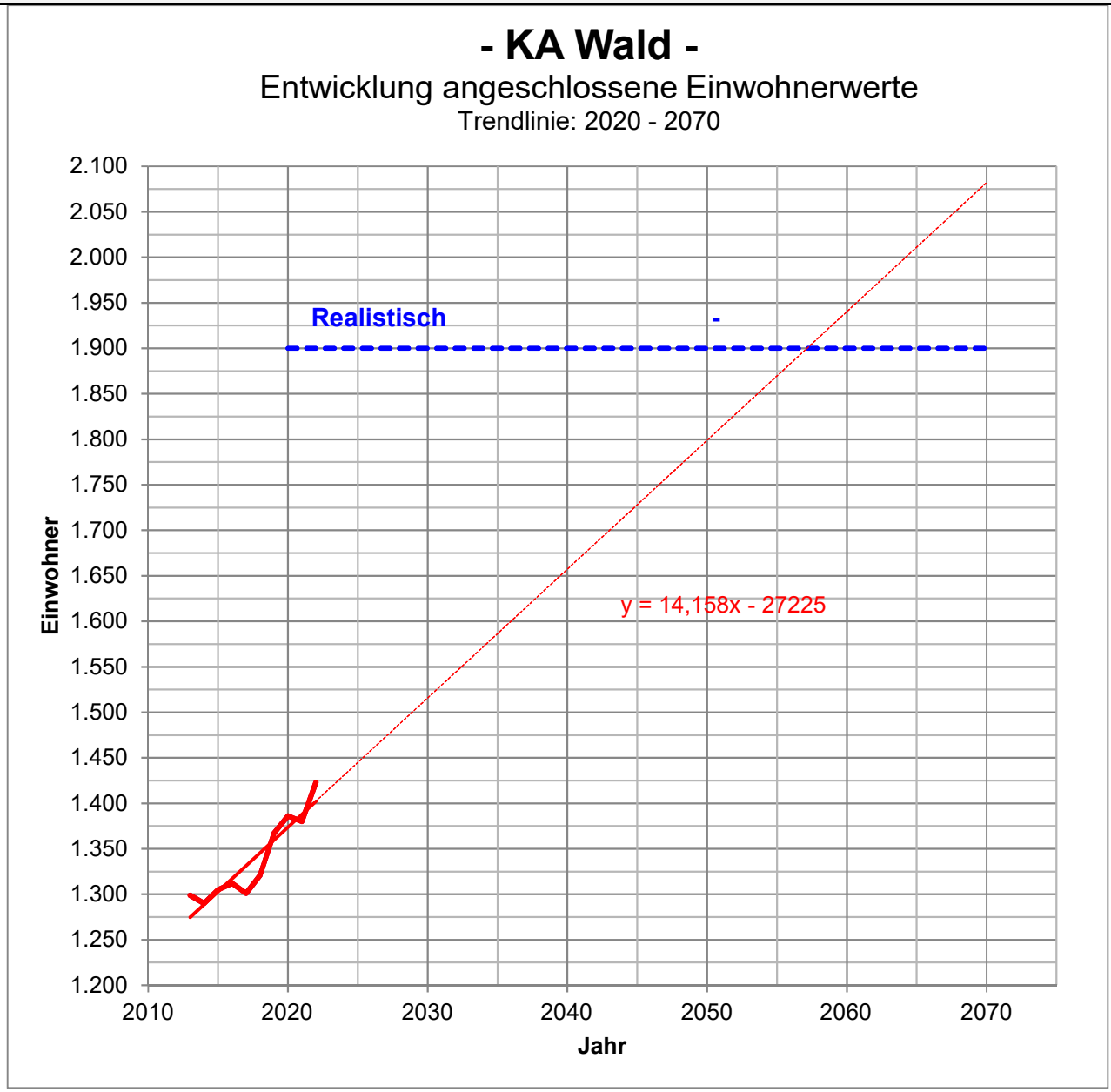
Die Überwachungswerte, die in den ausgewerteten Betriebsjahren 2021-2022 eingehalten wurden, deuten auf eine gute Reinigungsleistung der vorhandenen Kläranlage hin.

5. Reinigungsanforderungen / Auslegungsdaten

Die Kläranalage Wald reinigt die Abwässer der Ortsteile der Stadt Bad Münstereifel; Wald, Scheuerheck, Holzen, Neichen und Kempensiefen. Die Bestandsanlage wurde im Jahr 1988 für die Reinigung von Schmutzwasser von 1.500 angeschlossenen Einwohnerwerten ausgelegt. Abwasserintensive Gewerbe- oder Industriebetriebe sind in den Ortsteilen nicht ansässig. Die Auslegung der Reinigungsleistung basiert ausschließlich auf den tatsächlich angeschlossenen Einwohnern.

Die Entwicklung der Einwohnerzahlen (in Summe) der oben genannten Ortsteile ist seit 2021 steigend, siehe auch Anlage 3, Seite 5 – 6. Aktuell beträgt die Einwohnerzahl ca. 1423 E, bei dauerhaft steigender Tendenz.

► **8: Diagramm: Entwicklung der angeschlossenen Einwohnerwerte**



Aufgrund der Entwicklung und der Tendenz aus der Auswertung der angeschlossenen Einwohner von 2010 – 2022, wäre eine neue zukunftssichere Kläranlage Wald in der Größenordnung von ± 2.000 EW realistisch. Auch in Hinblick auf die Tatsache, dass sich die Stadt Bad Münstereifel im Agglomerationsgürtel der Rhein-Städte Köln und Bonn befindet und aktuelle Thematiken, wie steigende Lebenshaltungskosten in Städten und „Stadtflucht“ während der COVID-19-Pandemie, die Einwohnerzahlen in den so genannten „Speckgürteln“ in die Höhe schnellen lässt.

In Abstimmung mit der Stadt Bad Münstereifel wird zur Vorauslegung einer neuen Kläranlage Wald in dieser Studie von einer vorläufigen **Ausbaugröße von 1.900 EW** ausgegangen.

Eine vorläufige schriftliche Anfrage bei der Kreisverwaltung Euskirchen bzgl. der von einer neuen 1.900 EW-Kläranlage einzuhaltenden Überwachungswerte, erfolgte nicht. In dieser Studie gilt die Frage zu klären, welche der betrachteten Optionen die Vorzugsoption ist. Im weiteren Verlauf der Studie wurden die vorhandenen Überwachungswerte der Bestandsanlage angenommen, dies dient auch der Vergleichbarkeit der Optionen.

Informativ:
Resultierend aus der Immissionsbetrachtung und unter Berücksichtigung des Verschlechterungsverbots ist demnach die Einhaltung der Größenklasse GKL 2 des Anhangs 1 der Abwasserverordnung -AbwV- erforderlich. Als abgabe- und wasserrechtlich relevante Parameter sind daher der CSB mit 110 mg/l und der nicht abgaberelevante Parameter BSB_5 mit 25 mg/l anzuhalten.
Die abgaberelevanten Parameter N_{ges} und P_{ges} sind dann in Abhängigkeit vom gewählten Klärsystem / Klärverfahren festzulegen und beim Wasserrechtsantrag entsprechend zu beantragen.

Für die Bearbeitung der Studie wird daher von folgenden Überwachungswerten ausgegangen:

► 9: Varianten 1 und 2: Angenommene neue Überwachungswerte

Parameter	mg/l	Bemerkung
CSB	60	Erlaubnisbescheid
BSB_5	15	Erlaubnisbescheid
$N_{anorg} = N_{ges}$	18	Erlaubnisbescheid
P_{ges}	-	-

Die Bemessungsdaten wurden vorläufig wie folgt gewählt:
Einmal für die betrachteten Optionen (1 +3) mit 1.500 EW und einmal für die Optionen (2+4) mit 1.900 EW.

► 10: Zusammenfassung der gewählten Bemessungsdaten – 1.500 EW				
Ausbaugröße	**1.500 EW**			
Spezif. Schmutzwasseranfall	150 l/(E*d)			gew. Stundenmittel: 8 h/d
Fremdwasseranfall	Q_f/d = 200 % Q_s/d			
Trockenwetterzufluss	$Q_t = Q_s + Q_f$			
Regenwetterzufluss	$Q_m = 2 * Q_s + Q_f$			
Abwassermengen	m^3/d	m^3/h	l/s	
Schmutzwasser	225,0	28,1	7,8	
Fremdwasser	450,0	18,8	5,2	
Trockenwetterzufluss	**675,0**	**46,9**	**13,0**	
Regenwetterzufluss	-	75,0	20,8	
gewählt: Regenwetterzufluss		**75,6**	**20,8**	Vgl. Erlaubnisbescheid
	Fracht	EW-spezif. Fracht	Konzentration	
Parameter	kg/d	g/(EW*d)	mg/l	
BSB_5	90,0	**60**	133,3	
CSB	180,0	**120**	266,7	
TKN	18,2	**12,1**	26,9	Inkl. 10 % interne Rückbelastung
P_{ges}	2,7	**1,8**	4,0	
AFS	105,0	**70**	155,6	

► 11: Zusammenfassung der gewählten Bemessungsdaten – 1.900 EW				
Ausbaugröße	**1.900 EW**			
Spezif. Schmutzwasseranfall	150 l/(E*d)			gew. Stundenmittel: 8 h/d
Fremdwasseranfall	Q_f/d = 200 % Q_s/d			
Trockenwetterzufluss	$Q_t = Q_s + Q_f$			
Regenwetterzufluss	$Q_m = 2 * Q_s + Q_f$			
Abwassermengen	m^3/d	m^3/h	l/s	
Schmutzwasser	285,0	35,6	9,9	
Fremdwasser	570,0	23,8	6,6	
Trockenwetterzufluss	**855,0**	**59,4**	**16,5**	
Regenwetterzufluss	-	95,0	26,4	
gewählt: Regenwetterzufluss		**97,2**	**27,0**	Vgl. Erlaubnisbescheid
	Fracht	EW-spezif. Fracht	Konzentration	
Parameter	kg/d	g/(EW*d)	mg/l	
BSB_5	114,0	**60**	133,3	
CSB	228,0	**120**	266,7	
TKN	23,0	**12,1**	26,9	Inkl. 10 % interne Rückbelastung
P_{ges}	3,4	**1,8**	4,0	
AFS	133,0	**70**	155,6	

6. Konzepte für die untersuchten Optionen

6.1. Zeichnungskonzepte

In der Studie werden 5 Optionen untersucht und miteinander verglichen.

Option 1: Wiederaufbau 1.500 EW
Option 2: Modernisierung 1.900 EW
Option 3: Modernisierung 1.500 EW
Option 4: Neubau 1.900 EW
Option 5: Mitbehandlung auf einer weiteren Kläranlage (wird in dieser Studie nicht weiter betrachtet)

In der Anlage sind für die Varianten 1, 2, 4 Zeichnungskonzepte bzgl. möglicher Anordnung von wesentlichen Bauwerken zur Mischwasserbehandlung und zur Abwasserreinigung beigefügt. Für die Variante 3 gibt es kein Zeichenkonzept, da diese in der Draufsicht der Zeichnung von Variante 2 gleicht, nur die Volumina der Klärbecken sind die gleichen wie bei der Bestandsanlage.

Bezüglich der Abwasserreinigung wird in der hier vorliegenden Größenordnung als Klärverfahren eine Belebungsanlage mit gemeinsamer aerober Schlammstabilisierung (wie bisher) vorgeschlagen. Dieses Verfahren ist das am weitesten verbreitete Verfahren und hat sich hinsichtlich Reinigungsleistung und Flexibilität bei Zuläufen aus Mischsystemen bestens bewährt.

6.2. Verfahrenstechnische Varianten

Die Bemessung erfolgt abhängig von der Ausbaugröße und den Anforderungen an die Reinigungsleistung nach dem Regelwerk der DWA (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.).
Der Aufbau einer solchen **konventionellen Belebtschlammanlage** zur Kohlenstoff- und Stickstoffelimination setzt sich üblicherweise wie folgt zusammen:

- mechanische Vorreinigung (Rechen und Sandfang)
- Belebungsbecken (Belüftung und Umwälzung)
- Nachklärbecken
- Belebtschlammkreislauf
- Überschussschlammabzug mit Zwischenspeicherung

Je nach Anforderung an die Phosphatelimination können noch Maßnahmen zur chemischen Phosphatfällung vorgesehen bzw. erforderlich werden.

Die Bemessung erfolgt nach den DWA Arbeitsblatt A 131-2016.

6.3. Hochwasserschutz

Die ungünstige Lage des Kläranlagengeländes an der Sohle eines Kerbtals (V-förmiger Querschnitt) erfordert bei allen Optionen die Ausbildung von Hochwasserschutzmaßnahmen.
Durch die topografisch bedingten engen Platzverhältnisse ist es nicht möglich, die Retentionsfläche des Effelsberger Baches baulich so zu erweitern, dass ein „natürlicher“ Hochwasserschutz (HW-Schutz) für den Kläranlagenstandort gegeben ist.
Um den Standort der Kläranlage Wald vor zukünftigen Hochwasserereignissen zu schützen wurden die nachfolgenden HW-Schutzmaßnahmen geplant.

Allgemeine HW-Schutzmaßnahmen die in dieser Studie betrachteten Optionen 1 – 4:

- Abbruch und Aufweitung, (bzw. Rückbau) der Bachdurchlässe (Bestand: DN 1400) im Zufahrtsbereich zur Kläranlage.
- Eine ständig bestehende Hochwasserschutzmauer aus Stahlbeton mit einer Höhe von 1,25 m über OK Gelände.
- Schutz der Zufahrten mit einem Klapp-Schott (vgl. Tiefgaragenzufahrten).
- Bachversickerung mit Bentonit-Riegel stoppen (Unterbindung der Unterspülungsgefahr)

Zusätzlich HW-Schutzmaßnahmen für die Option 2:

- Erhöhung der Wandkronen aller Schachtbauwerke auf eine Höhe von 1,25 m über OK Gelände.

Zusätzliche HW-Schutzmaßnahmen für die Option 4:

- Gründung des Neubaus Betriebsgebäude und Rechen-/Gebläsehalle mit einer wasserdichten „Weißen-Wanne“, Höhe OK 1,25 m.
- Zusätzlicher Schutz der Schaltanlage und des PLS mit einer erhöhten Aufstellung (+1,25 m).

6.4. Bauliche Umbaumaßnahmen / Bauliche Erweiterungen

Bei den Wiederaufbau-Optionen 1 und 3 bleibt die Klärbauwerksstruktur so erhalten, wie sie aktuell im Bestand vorgefunden wird.

Bei den zwei „Erweiterungs-Optionen 2 und 4 muss für die Erhöhung der Kapazität von 1.500 EW auf 1.900 EW die biologische Stufe erweitert werden.

Bei Option 2 ist ein „aufbetonieren“ der vorhandenen Bauwerkstruktur geplant. Es wird das Volumen der vorhandenen Becken vergrößert, dabei bleiben die vorhandenen Durchmesser bestehen, es wird lediglich die Beckentiefe vergrößert.

Im vorliegenden Fall von Option 4 wurde zur Ausführung der biologischen Stufe ein kreisrundes Kombibecken mit innen angeordneter Nachklärung und außen ringförmig angeordnetem Belebungsbecken mit kontinuierlichem Durchfluss gewählt.
Nachklärung als zylindrisches Nachklärbecken, mit Schlammräumung und mit getauchten Ablaufrohrsystem.
Belebung als voll durchmischtes Becken mit Druckluftbelüftung und Rührwerk(en).
Rücklaufschlammkreislauf und Überschussschlammabzug über Tauchmotorpumpwerk.

Bei Option 4 ist die Erhöhung des Schlammspeichervolumina beachtet wurden. Bei den anderen Optionen spiegeln sich die höheren Kosten für die Schlammentsorgung in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wieder.

6.5. Zufahrtssituation

Die ungünstige Zufahrtsituation für Schwerlastfahrzeuge erfordert bei allen Varianten eine großzügige Ausbildung der Ein- und Ausfahrt auf das Kläranlagengelände. Bei Option 1 + 2 + 3 müssen zwei Rechteckdurchlässe, bzw. zwei Zufahrten zum Klärwerk ausgebaut werden. Bei Option 4 wird während der Baumaßnahme eine „Behelfsbrücke“ über den Effelsberger Bach errichtet. Nach Abschluss der Baumaßnahme wird die Behelfsbrücke zurück gebaut, final wird nur eine Zufahrt zum Gelände bestehen bleiben.

6.6. Einschätzung der Umsetzungsdauer

Aufgrund des Fachkräftemangels und der aktuell angespannten wirtschaftlichen Marktsituation (Nachwirkungen Corona, militärische Auseinandersetzungen, etc.), die sowohl die Genehmigungsbehörden, die Planungsbüros, sowie die ausführenden Firmen betreffen, kann die Einschätzung der Umsetzungsdauer aktuell nicht erfolgen.

6.7. Anmerkungen zu den Planungskonzepten

Grundsätzlich bestehen im Rahmen einer eventuellen späteren Entwurfsplanung bei allen Konzepten noch Modifikationsmöglichkeiten.

Die Ergebnisse der Vorbemessungen der wesentlichen Bauwerke auf Grundlage der im Folgenden angegebenen Bemessungsdaten ist aus den Anlagen zu ersehen

Nachklärung Option 2:	Anlage 7, Seite 14
Belebungsbecken Option 2:	Anlage 8, Seite 15
Nachklärbecken (Kombibecken) Option 4:	Anlage 9, Seite 16
Belebungsbecken (Kombibecken) Option 5:	Anlage 10, Seite 18
Schlammspeicher Option 4:	Anlage 11, Seite 20

7. Investitionskosten

Die Abschätzung der für die Maßnahmen jeweils erforderlichen Investitionskosten basiert im Wesentlichen auf Erfahrungswerten des Ingenieurbüros für vergleichbare Maßnahmen.

In den nachfolgenden Tabellen sind die für die Optionen 1 - 4 abgeschätzten Investitionskosten, aufgeschlüsselt nach Teil-Maßnahmen bzw. Anteilen, für die untersuchten Varianten angegeben.

Weitere Angaben zur Ermittlung der Investitionskosten finden Sie in der Anlage PKBW, Seite 6 – 11.

Alle nachfolgend genannten Kosten sind Netto-Kosten (ohne Mehrwert-/ Umsatzsteuer).

► 12: Investitionskosten

Siehe auch Anlage PKBW, Seite 6 - 11

	IK Gesamt			
	Option 1	Option 2	Option 3	Option 4
	[€]	[€]	[€]	[€]
IK Abbruch / Rückbau	27.750	39.000	39.000	240.000
IK Bauarbeiten	925.000	1.750.000	1.370.000	2.117.500
IK Maschinelle Ausrüstung	270.000	615.500	527.000	920.500
IK E-/MSR-Technik	155.000	460.000	375.000	400.000
IK Sonstiges	30.000	45.000	15.000	67.000
Summe	**1.407.750**	**2.909.500**	**2.326.000**	**3.745.000**
Zuzügl. 20 % Baunebenkosten	281.550	581.900	465.200	749.000
Gesamt	**1.689.300**	**3.491.400**	**2.791.200**	**4.494.000**

8. Betriebskosten / Laufende Kosten

Spezifischer Stromverbrauch (Bestand)

Spezifischer Stromverbrauch Bestand = IST-Stromverbrauch = 100,0 [kWh/(E*a)].

► 13: Ist-Stromverbrauch		
Siehe auch Anlage 5, Seite 8		
	2021	2022
IST - Stromverbrauch [kWh/a]	140.190	146.111
angeschlossene Einwohnerwerte [EW]	1380	1423
IST - Stromverbrauch je EW [kWh/(E*a)]	**101,6**	**102,7**
Gewählt IST-Stromverbrauch KA Wald	**100,00 [kWh/(E*a)]**	

Spezifischer Stromverbrauch (Option 1)

Gewählt nach Erneuerungsgrad: 85,0 kWh/(E*a) → Effektivere Gebläse

Spezifischer Stromverbrauch (Option 4)

Der hier gewählte Ansatz für den spezifischen Stromverbrauch orientiert sich nicht an real möglichen, optimal niedrigen Werten bzw. nicht an Idealwerten, wie sie üblicherweise angestrebt werden, sondern u.a. an Erhebungsdaten der DWA.

Für die hier durchgeführten Vergleiche wurde auf Daten aus dem

- Arbeitsblatt DWA A-216 "Energiecheck und Energieanalyse – Instrumente zur Energieoptimierung von Abwasseranlagen" (Bild 1 und 2: Spezifischer Gesamtstromverbrauch in Abhängigkeit vom Reinigungsverfahren)

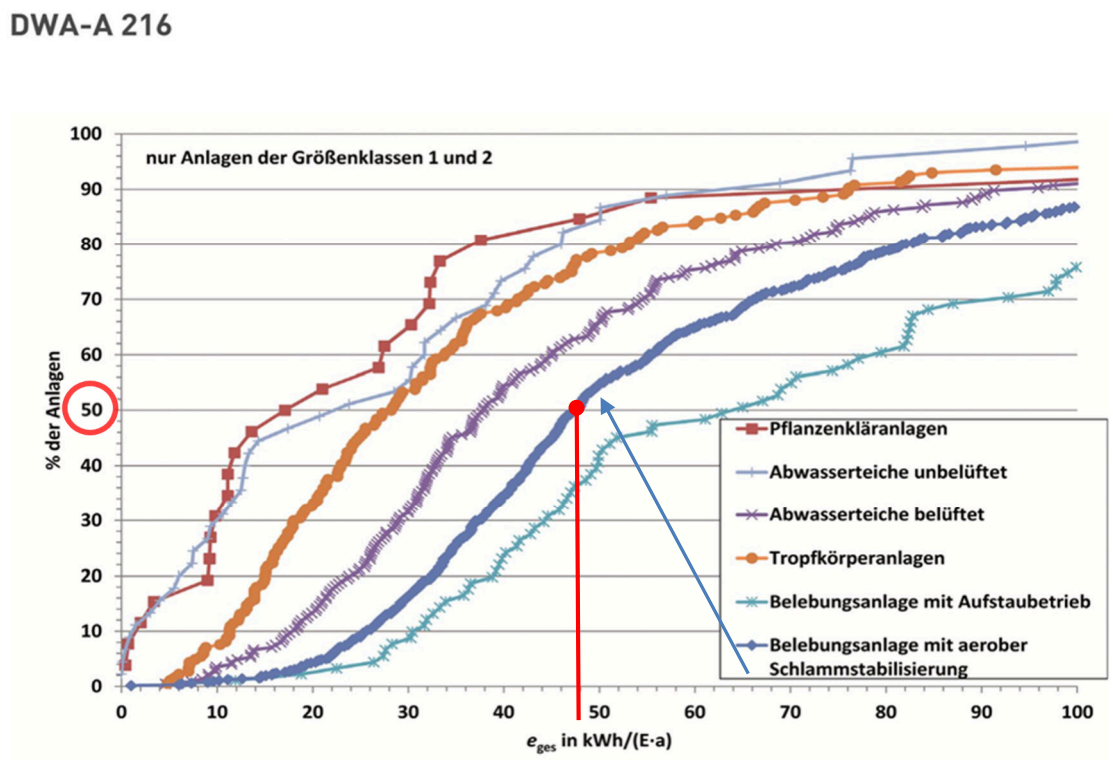
zurückgegriffen.

Nachfolgend ist das Bild 1 aus Arbeitsblatt DWA-A 216 dargestellt. Hier ist nach statistischer Auswertung der spezifische Gesamtstromverbrauch von Kläranlagen der Größenklassen 1 und 2 in Abhängigkeit vom Reinigungsverfahren abgebildet.

Für Belebungsanlagen mit aerober Schlammstabilisierung, wie hier in Bad Münstereifel, Ortsteil Wald, lässt sich aus den dargestellten Kurven z.B. ablesen:

- Größenklassen 1 und 2: 50 % aller Anlagen haben einen spezif. Stromverbrauch von ca. 48 kWh/(EW*a)

► **14: Diagramm: Varianten 1 und 2: EW-Spezifischer Stromverbrauch von Kläranlagen (GK 1 und 2)**



Spezifischer Stromverbrauch (Option 2 + 3)

Da bei den betrachteten Optionen 2 + 3 die vorhandene Anlage modernisiert, bzw. erweitert und modernisiert wird, kann davon ausgegangen werden, dass sich der benötigte Strombedarf zwischen dem von Option 1 und 4 einpendelt.

Zusammenfassung – spezifischer Stromverbrauch

► **15: In der Studie gewählte Ansätze für spezifischen Energiebedarf (Gesamtbedarf Kläranlage)**

	Bestandsanlage	**Option 1**	**Option 2**	**Option 3**	**Option 4**
	Bestand - 1.500 EW	Wiederaufbau – 1.500 EW	Modernisierung – 1.900 EW	Modernisierung – 1.500 EW	Neubau – 1.900 EW
Spezif. Energiebedarf [kW/(EW*d)]	**100**	**85**	**70**	**65**	**50**

P-Fällmittelbedarf

Für den Betrieb einer chemischen P-Fällung wurde für alle Optionen ein gewählter Überwachungswert von 2,0 mg/l angenommen. Auf eine überschlägige Berechnung, ab welchem Überwachungswert und ob eine chemische P-Fällung überhaupt wirtschaftlich ist (Vergleich der Einsparungen bei der Abwasserabgabe zu jährlichen Betriebskosten), wurde in dieser hier vorliegenden Studie verzichtet.
Berücksichtigt wurden die laufenden Kosten für Fällmittel, sowie die Investitionskosten für die P-Fällung. Auf eine Ortho-Phosphat-Messung wurde verzichtet. Der Gefahrstofflagerbehälter, wurde wie bei der Bestandsanlage mit 2,0 m3 angenommen. Diese Größe wird vom Betreiber aus betriebswirtschaftlichen Gründen vorgesehen (ein Tanklastzug kann alle drei Anlagen befüllen).

Entsorgung Klärschlamm

Für die Varianten 1 + 2 + 3 kann von einem Klärschlammanfall in gleicher prozentualer Größenordnung je EW ausgegangen werden. In allen drei Optionen wurde der Betrieb des einen vorhandenen Schlammspeichers, mit einer rechnerischen Lagerzeit für ca. 1,25 Monate, vorgesehen.
Für die Option 4 wurden die auf 3,0 % TS statisch eingedickten Schlammmengen ermittelt. Hier wird ein zweiter Schlammspeicher (gleiches Volumen wie der vorhandene) geplant. Die ermittelte Speicherkapazität liegt bei 2,50 Monaten.

Es wurde überschlägig angenommen, dass bei einem Betrieb mit 2 Schlammspeichern, also doppeltes Volumen, der TS-Gehalt verdoppelt wird. Von 1,5 % TS bei den Optionen 1 + 2 +3 und 3,0 TS bei der Option 4.

Für die weitere Behandlung (u.a. Abtransport, Entwässerung, thermische Verwertung) des eingedickten Nassschlammes wurden einheitliche Kostenpauschalen je angefallenen Kubikmeter Nassschlamm vorgesehen.

- Option 1 + 2 + 3: 60 €/m3
- Option 4: 50 €/m3

Personal-Aufwand Kläranlage (Varianten 1 und 2)

Beim Zeit- bzw. Kostenansatz für Personalaufwand wurde ein gleicher täglicher Zeitaufwand [h/d] angenommen. Der Personalaufwand orientiert sich an dem Modernisierungsgrad und damit auch an dem Automatisierungsgrad der einzelnen Optionen. Die Personalkosten wurden mit 45.000 € je Mitarbeiter und pro Jahr festgesetzt.

► 16: In der Studie gewählte Ansätze für den Personal-Aufwand

	Option 1	**Option 2**	**Option 3**	**Option 4**
	Wiederaufbau – 1.500 EW	Modernisierung – 1.900 EW	Modernisierung – 1.500 EW	Neubau – 1.900 EW
Mitarbeitende [St]	**2**	**2**	**2**	**1**
Je [h/d]	**4**	**3**	**3**	**2**
Gesamt [h/d]	**8**	**6**	**6**	**2**

Abwasserabgabe

Die Jahresschmutzwassermenge wurde, wie im aktuellen Bescheid angegeben, mit 153.000 m³/a für 1.500 EW in Ansatz gebracht. Für 1.900 EW wurde die Schmutzwassermenge interpoliert und auf 193.800 m³/a festgelegt. Zur Ermittlung der Schadeinheiten wurde für CSB und N_{ges} von gleichen Überwachungswerten ausgegangen:

	CSB:	60 mg/l
	N_{ges}:	18 mg/l
Bei Annahme von gezielter P-Elimination:	P_{ges}:	2,0 mg/l

Als Abwasserabgabe je Schmutzeinheit wurde als durchschnittlicher Erfahrungswert von 32,50 € angenommen.

9. Wirtschaftlichkeitsvergleich

Zur Ermittlung der wirtschaftlichsten Variante wird ein Projektkosten-Barwertvergleich gemäß den aktuellen Kostenvergleichsrechnungs-Leitlinien (KVR-Leitlinien) der DWA durchgeführt.
Die für jede Variante ermittelten und nachfolgend aufgeführten Kosten

- Investitionskosten, IK
- Re-Investitionskosten, RIK
- Laufende Kosten, LK

dienen als Eingangsgrößen zur Durchführung einer dynamischen Kostenvergleichsrechnung mit Ermittlung von Projektkostenbarwerten (PKBW) bzw. Jahreskosten (JK).
Gemäß KVR-Leitlinien sind die Berechnungen mit **Netto-Kosten** (ohne USt.) durchzuführen.
Staatliche Zuwendungen oder Vorteile aus zinsvergünstigten Darlehen bleiben bei dieser Betrachtung außer Acht (KVR-Leitlinien, Kapitel 3.1).
Restwerte von vorhandenen und weiter genutzten Anlagen (z.B. vorh. Rohrleitungen etc.) bleiben unberücksichtigt (KVR-Leitlinien, Kapitel 5.3).

Die Variante mit dem niedrigsten Projektkostenbarwert stellt die wirtschaftlichste Lösung dar.

Insbesondere bei eng beieinander liegenden Ergebnissen sollen auch die sog. nichtmonetären Gesichtspunkte (sonstige Vor- und Nachteile) bei der Entscheidungsfindung berücksichtigt werden.
Weitere Eingangsgrößen für die PKBW-Berechnung wurden wie folgt angesetzt:

► 17: Eingangsgrößen für die PKBW-Berechnung	
Siehe auch Anlage PKBW, Seite 17	gewählt
Planungszeitpunkt	2023
Investitionsphase	2 Jahre
Bezugszeitpunkt	**2025**
Betriebsphase	50 Jahre
Betrachtungszeitraum	52 Jahre
realer Zinssatz (KVR: 2 – 5 % inflationsbereinigt)	3,0 % p.a.
reale Preissteigerungsrate **IK** und **RIK** (KVR: 0 – 3 % inflationsbereinigt)	1,5 % p.a.
reale Preissteigerungsrate **LK** (KVR: 0 – 2 % inflationsbereinigt)	
LK 1: Strom	1,5 % p.a.
LK 2: P-Fällmittelbedarf	1,0 % p.a.
LK 3: Entsorgung Rechen- und Sandgut	1,0 % p.a.
LK 4: Entsorgung Klärschlamm	2,0 % p.a.
LK 5: Personal	2,0 % p.a.
LK 6: Abwasserabgabe	0,0 % p.a.

Die vor dem Bezugs- bzw. Inbetriebnahmezeitpunkt (hier 2025) anfallenden Investitionskosten werden unter Berücksichtigung von Zinsen und Preissteigerungen auf den Bezugszeitpunkt bzw. Inbetriebnahmezeitpunkt akkumuliert (aufgezinst).
Alle nach dem Bezugs- bzw. Inbetriebnahmezeitpunkt anfallenden Kosten (Re-Investitionen, Laufende Kosten) werden unter Berücksichtigung von Zinsen und Preissteigerungen auf den Bezugszeitpunkt bzw. Inbetriebnahmezeitpunkt (hier: 2025) diskontiert (abgezinst).
Im Ergebnis ermittelt sich aus Akkumulation und Diskontierung für jede Variante der Projektkostenbarwert zum Bezugszeitpunkt.

Alle nachfolgend aufgeführten Kosten sind NETTO-Kosten (ohne USt.).

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich im Rahmen dieser Machbarkeitsstudie um Kostenschätzungen und nicht um Kostenberechnungen handelt.

9.1. Investitionskosten, IK

Bei allen 4 Optionen wurden die erforderlichen Investitionskosten ermittelt. Auf die Investitionskosten wurde jeweils ein Aufschlag in Höhe von **20 %** für geschätzte **Baunebenkosten** (BNK) vorgenommen.

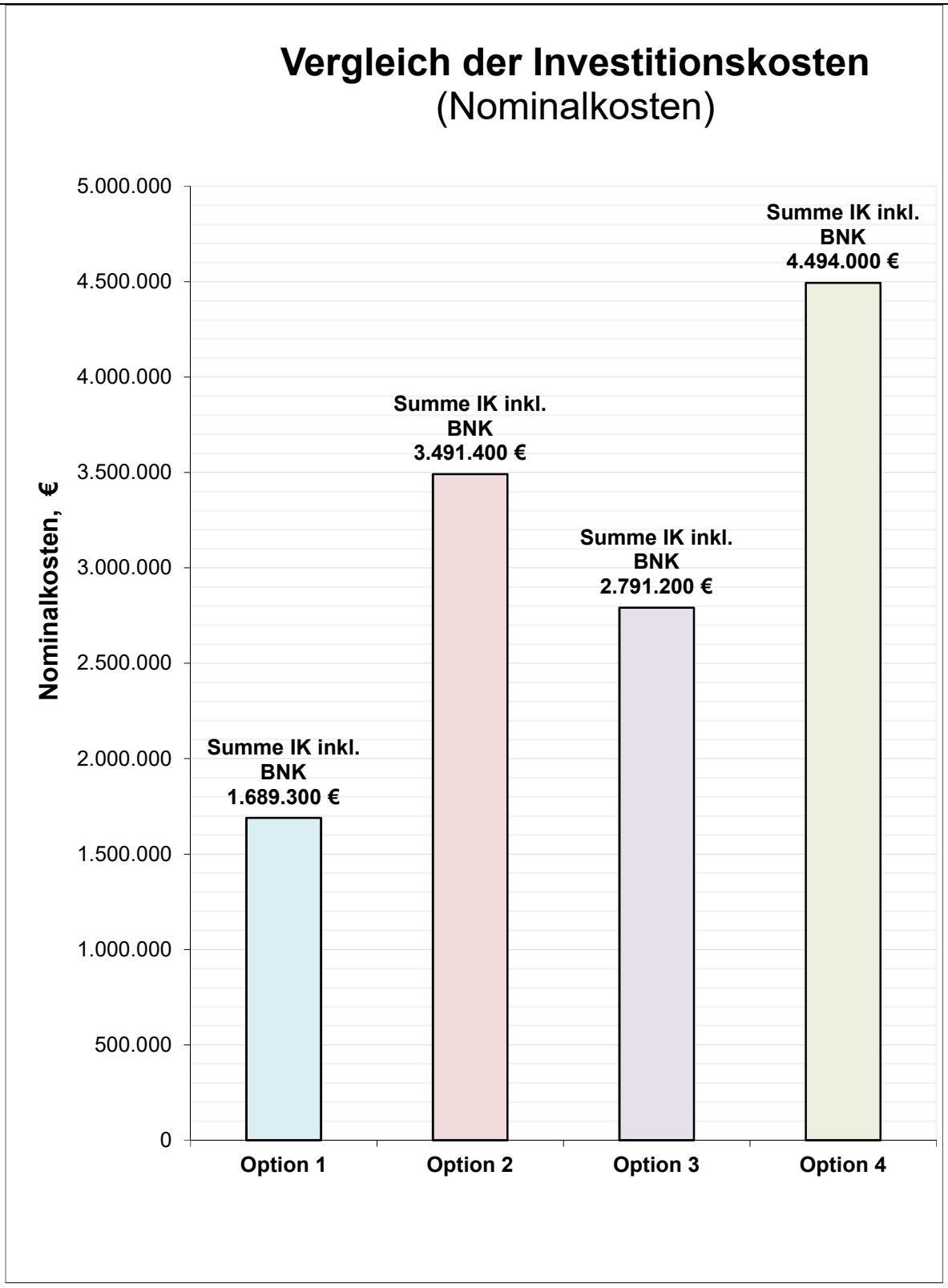
► 18: Zusammenstellung Investitionskosten (inkl. BNK)

Siehe auch Anlage PKBW, Seite 9

Option	1 – Bestand 1.500 EW	2 – Modernisierung 1.900 EW	3 – Modernisierung 1.500 EW	4 – Neubau 1.900 EW
Bezeichnung	Instandsetzung und Sanierung der Kläranlage mit Umbaumaßnahmen am Betriebsgebäude	Instandsetzung und Modernisierung der Kläranlage mit Umbaumaßnahmen am Betriebsgebäude	Instandsetzung und Modernisierung der Kläranlage mit Umbaumaßnahme am Betriebsgebäude	Instandsetzung und Modernisierung der Kläranlage mit Ersatzneubau des Betriebsgebäudes
IK, inkl. BNK	**1.689.300 €**	**3.491.400 €**	**2.791.200 €**	**4.494.000 €**

► 19: Diagramm: Vergleich der Investitionskosten

Siehe auch Anlage PKBW, Seite 11



Die aus den Investitionskosten resultierenden Barwert-Anteile an den gesamten Projektkostenbarwerten gehen aus den nachfolgenden Tabellen hervor.

► **21: Option 1 – Bestand, 1.500 EW: Barwert aus Investitionskosten**		
Siehe auch Anlage PKBW, Seite 18		
IK zum Planungszeitpunkt 2023	IK zum Bezugszeitpunkt 2025	IK-**Barwert** zum Bezugszeitpunkt 2025
1.689.300 €	1.727.309 €	1.727.309 €

► **22: Option 2 – Modernisierung, 1.900 EW: Barwert aus Investitionskosten**		
Siehe auch Anlage PKBW, Seite 20		
IK zum Planungszeitpunkt 2023	IK zum Bezugszeitpunkt 2025	IK-**Barwert** zum Bezugszeitpunkt 2025
3.491.400 €	3.569.957 €	3.569.957 €

► **23: Option 3 – Modernisierung, 1.500 EW: Barwert aus Investitionskosten**		
Siehe auch Anlage PKBW, Seite 22		
IK zum Planungszeitpunkt 2023	IK zum Bezugszeitpunkt 2025	IK-**Barwert** zum Bezugszeitpunkt 2025
2.791.200 €	2.854.002 €	2.854.002 €

► **24: Option 4 - Neubau, 1.900 EW: Barwert aus Investitionskosten**		
Siehe auch Anlage PKBW, Seite 24		
IK zum Planungszeitpunkt 2023	IK zum Bezugszeitpunkt 2025	IK-**Barwert** zum Bezugszeitpunkt 2025
4.494.000 €	4.595.115 €	4.595.115 €

9.2. Re-Investitionskosten

Bei der gewählten Betriebsphase von 50 Jahren wurden Re-Investitionen jeweils im 13., 26. und 39. Jahr nach Inbetriebnahme in Ansatz gebracht.
Es wurde nochmals unterschieden zwischen Re-Investitionen für "Bau" und "Maschinen- und Elektrotechnik". Die Höhen der angesetzten Re-Investitionen wurden prozentual zu den Erst-Investitionen angesetzt. Außerdem wurden die prozentualen Re-Investitionen im Betrachtungszeitraum an die unterschiedlichen Stadien der noch vorhandenen alten Bau- und Anlagensubstanz angepasst.
Bei Option 1 „Bestand, 1.500 EW – Instandsetzung + Sanierung“ ist nach Abschluss der Gesamtmaßnahme „Reaktivierung der Kläranlage Wald“ noch ein relativ hoher Anteil an Alt-Anlage in Betrieb. Die Re-Investitionskosten, die in der betrachteten Betriebsphase getätigt werden müssen, fallen deutlich höher aus, als zum Beispiel bei Option 4 „Neubau, 1.900 EW“. Durch den Neubau der Gesamtanlage reduzieren sich die Re-Investitionskosten in Bau- und Anlagentechnik.

Die erwartete Betriebszeit ist für die baulichen Anlagen mit 50 Jahren anzugeben, für die Maschinen- und Elektrotechnik mit 25 Jahren.

In der nachfolgenden Tabelle sind die angesetzten Prozentwerte zur Ermittlung der Re-Investitionskosten angegeben.

► 25: Prozentwerte Re-Investitionskosten

Siehe auch Anlage PKBW, Seite 6

Option	**1**		**2**		**3**		**4**	
Bezeichnung	1.500 EW Instandsetzung + Sanierung		1.900 EW Instandsetzung + Modernisierung		1.500 EW Instandsetzung + Modernisierung		1.900 EW Neubau	
	Bau	M + E	Bau	M + E	Bau	M + E	Bau	M + E
RIK im 13. Jahr n. Inbetriebnahme	**100 %**	**100 %**	**20 %**	**35 %**	**20 %**	**35 %**	**15 %**	**25 %**
RIK im 26. Jahr n. Inbetriebnahme	**200 %**	**100 %**	**50 %**	**100 %**	**50 %**	**100 %**	**25 %**	**100 %**
RIK im 39. Jahr n. Inbetriebnahme	**100 %**	**100 %**	**20 %**	**35 %**	**20 %**	**35 %**	**15 %**	**25 %**

Die angesetzten Re-Investitionskosten und die jeweiligen Zeitpunkte sind in nachfolgender Tabelle angegeben.

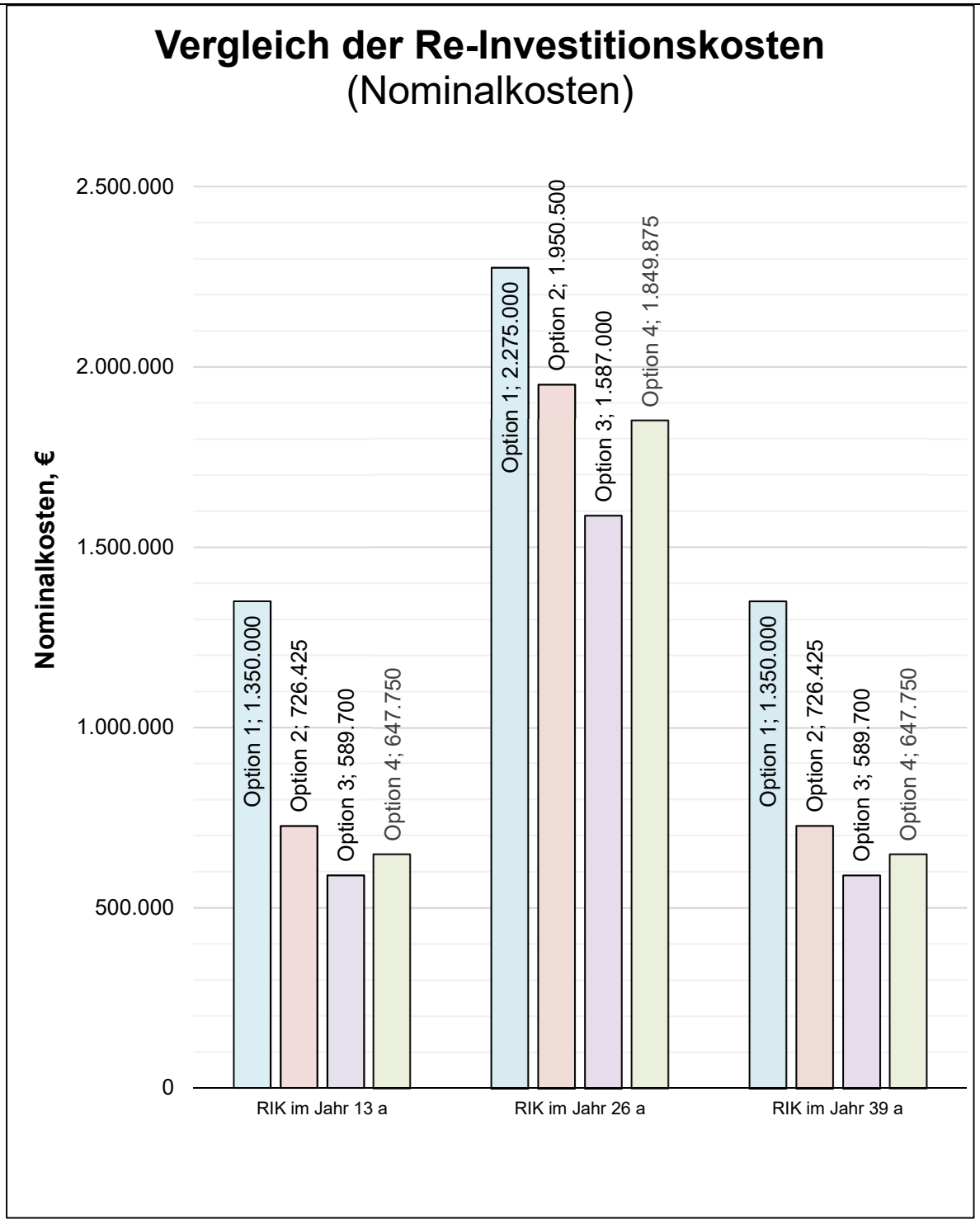
► 26: Zusammenstellung Re-Investitionskosten

Siehe auch Anlage PKBW, Seite 10

Variante	**1**	**2**	**3**	**4**
Bezeichnung	1.500 EW Instandsetzung + Sanierung	1.900 EW Instandsetzung + Modernisierung	1.500 EW Instandsetzung + Modernisierung	1.900 EW Neubau
RIK im 13. Jahr n. Inbetriebnahme	1.350.000 €	726.425 €	589.700 €	647.750 €
RIK im 26. Jahr n. Inbetriebnahme	2.275.000 €	1.950.500 €	1.587.000 €	1.849.875 €
RIK im 39. Jahr n. Inbetriebnahme	1.350.000 €	726.425 €	589.700 €	647.750 €
Summe RIK	**4.975.000 €**	**3.403.350 €**	**2.766.400 €**	**3.145.375 €**

► 27: Diagramm: Vergleich der Re-Investitionskosten

Siehe auch Anlage PKBW, Seite 11



Die aus den Re-Investitionskosten resultierenden Barwert-Anteile an den gesamten Projektkostenbarwerten gehen aus den nachfolgenden Tabellen hervor.

► 28: Option 1 – Bestand, 1.500 EW: Barwert aus Investitionskosten		
Siehe auch Anlage PKBW, Seite 19		
RIK zum Planungszeitpunkt 2023	RIK zum Bezugszeitpunkt 2025	RIK-**Barwert** zum Bezugszeitpunkt 2025
4.975.000 €	5.198.875 €	3.585.393 €

► 29: Option 2 – Modernisierung, 1.900 EW: Barwert aus Investitionskosten		
Siehe auch Anlage PKBW, Seite 21		
RIK zum Planungszeitpunkt 2023	RIK zum Bezugszeitpunkt 2025	RIK-**Barwert** zum Bezugszeitpunkt 2025
3.403.350 €	3.556.501 €	2.447.602 €

► 30: Option 3 – Modernisierung, 1.500 EW: Barwert aus Investitionskosten		
Siehe auch Anlage PKBW, Seite 23		
RIK zum Planungszeitpunkt 2023	RIK zum Bezugszeitpunkt 2025	RIK-**Barwert** zum Bezugszeitpunkt 2025
2.766.400 €	2.890.888 €	1.989.504 €

► 31: Option 4 - Neubau, 1.900 EW: Barwert aus Investitionskosten		
Siehe auch Anlage PKBW, Seite 25		
RIK zum Planungszeitpunkt 2023	RIK zum Bezugszeitpunkt 2025	RIK-**Barwert** zum Bezugszeitpunkt 2025
3.145.375 €	3.286.917 €	2.261.458 €

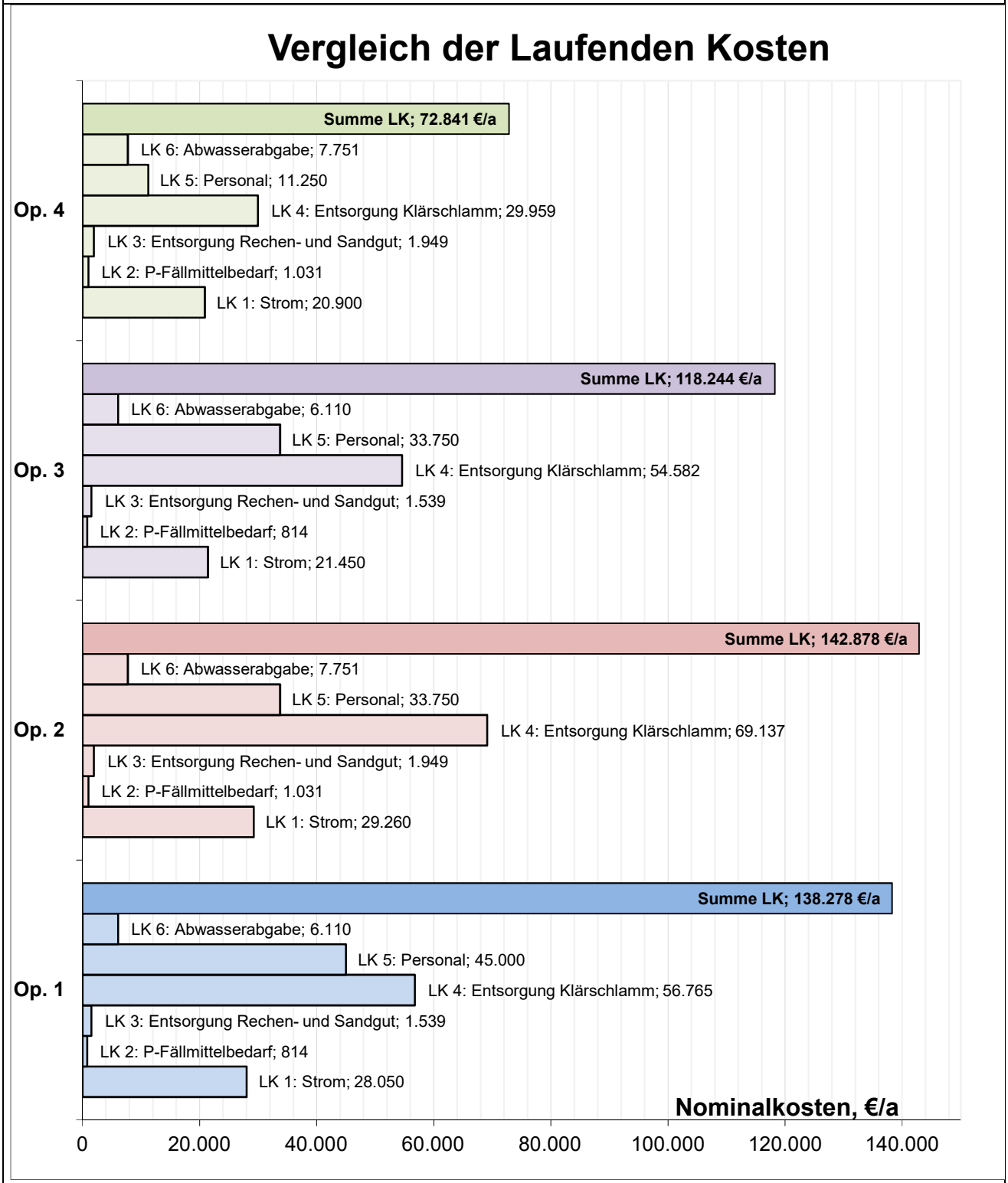
9.3. Laufende Kosten

Die gewählten Bedarfs-/ Verbrauchs- und Kostenansätze sind aus Anlage PKBW, Seite 12 ff. zu ersehen.

► 32: Zusammenstellung Laufende Kosten (nach Leistungs-Anteilen)				
Siehe auch Anlage PKBW, Seite 15				
Variante	**1**	**2**	**3**	**4**
Bezeichnung	**1.500 EW Instandsetzung + Sanierung**	**1.900 EW Instandsetzung + Modernisierung**	**1.500 EW Instandsetzung + Modernisierung**	**1.900 EW Neubau**
Leistungs-Anteil	€/a	€/a	€/a	€/a
LK 1: Strom	28.050	29.260	21.450	20.900
LK 2: P-Fällmittelbedarf	814	1.031	814	1.031
LK 3: Entsorgung Rechen- und Sandgut	1.539	1.949	1.539	1.949
LK 4: Entsorgung Klärschlamm	56.765	69.137	54.582	29.959
LK 5: Personal	45.000	33.750	33.750	11.250
LK 6: Abwasserabgabe	6.110	7.751	6.110	7.751
Gesamtsumme Laufende Kosten	**138.278**	**142.878**	**118.244**	**72.841**

► 33: Diagramm: Vergleich der Laufenden Kosten

Siehe auch Anlage PKBW, Seite 16



Die aus den Laufenden Kosten resultierenden Barwert-Anteile an den gesamten Projektkostenbarwerten gehen aus den nachfolgenden Tabellen hervor.

► 34: Option 1 – Bestand, 1.500 EW: Barwert aus Investitionskosten		
Siehe auch Anlage PKBW, Seite 18		
LK zum Planungszeitpunkt 2023	LK zum Bezugszeitpunkt 2025	LK-**Barwert** zum Bezugszeitpunkt 2025
138.278 €	144.905 €	5.477.439 €

► 35: Option 2 – Modernisierung, 1.900 EW: Barwert aus Investitionskosten		
Siehe auch Anlage PKBW, Seite 20		
LK zum Planungszeitpunkt 2023	LK zum Bezugszeitpunkt 2025	LK-**Barwert** zum Bezugszeitpunkt 2025
142.878 €	149.691 €	5.632.377 €

► 36: Option 3 – Modernisierung, 1.500 EW: Barwert aus Investitionskosten		
Siehe auch Anlage PKBW, Seite 22		
LK zum Planungszeitpunkt 2023	LK zum Bezugszeitpunkt 2025	LK-**Barwert** zum Bezugszeitpunkt 2025
118.244 €	123.904 €	4.679.478 €

► 37: Option 4 - Neubau, 1.900 EW: Barwert aus Investitionskosten		
Siehe auch Anlage PKBW, Seite 24		
LK zum Planungszeitpunkt 2023	LK zum Bezugszeitpunkt 2025	LK-**Barwert** zum Bezugszeitpunkt 2025
72.841 €	76.193 €	2.775.133 €

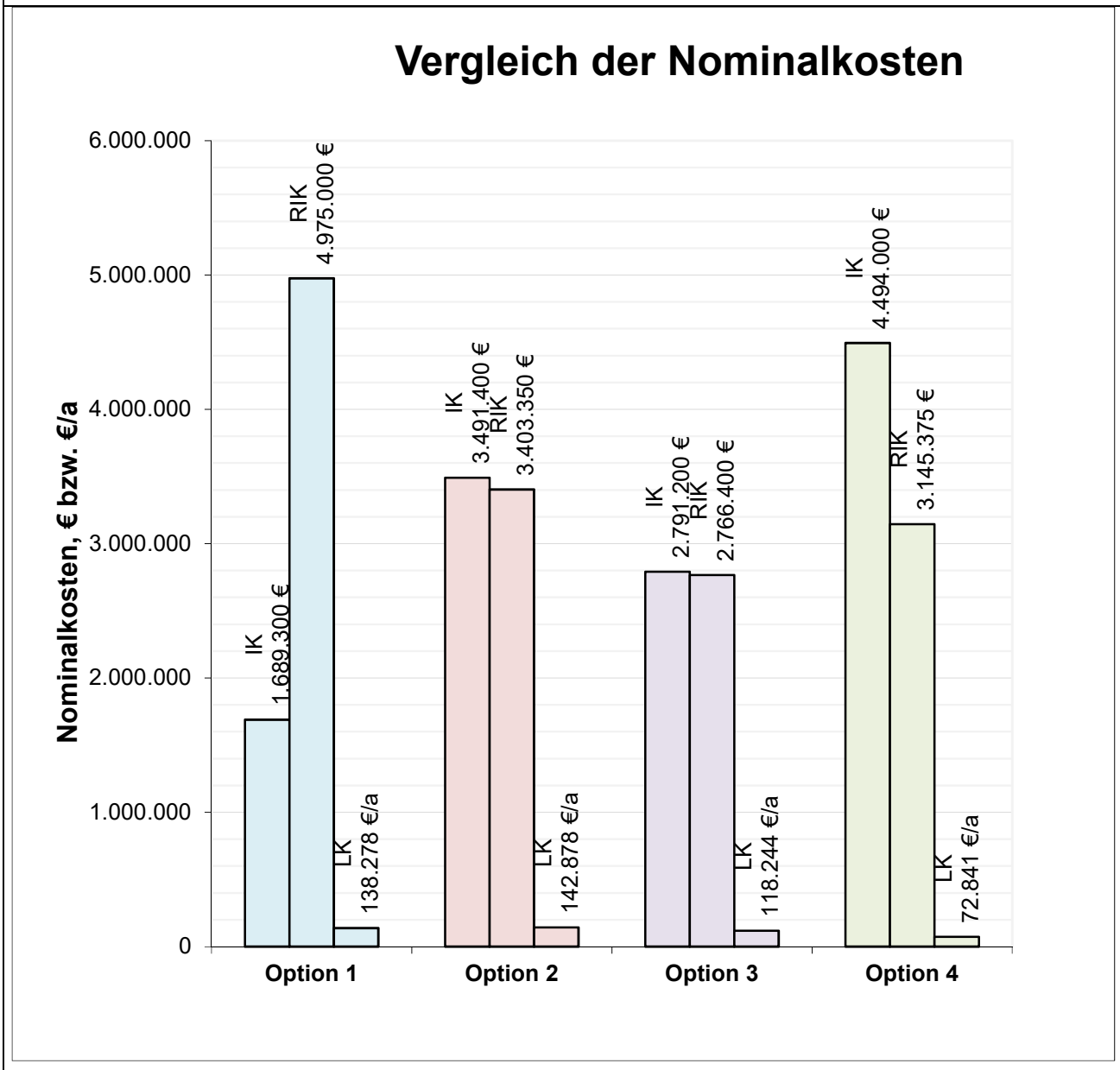
9.4. Zusammenstellung aller Nominalkosten

Die jeweiligen Summen der zuvor ermittelten Kosten (IK, RIK und LK) sind in der nachfolgenden Tabelle gegenübergestellt (Nominalkosten).

► 38: Zusammenstellung aller Nominalkosten				
Variante	**1**	**2**	**3**	**4**
Bezeichnung	**1.500 EW Instandsetzung + Sanierung**	**1.900 EW Instandsetzung + Modernisierung**	**1.500 EW Instandsetzung + Modernisierung**	**1.900 EW Neubau**
IK	**1.689.300 €**	**3.491.400 €**	**2.791.200 €**	**4.494.000 €**
RIK im 13. Jahr n. Inbetriebnahme	**1.350.000 €**	**726.425 €**	**589.700 €**	**647.750 €**
RIK im 26. Jahr n. Inbetriebnahme	**2.275.000 €**	**1.950.500 €**	**1.587.000 €**	**1.849.875 €**
RIK im 39. Jahr n. Inbetriebnahme	**1.350.000 €**	**726.425 €**	**589.700 €**	**647.750 €**
LK	**138.278 €/a**	**142.878 €/a**	**118.244 €/a**	**72.841 €/a**

► 39: Diagramm: Vergleich der Nominalkosten

Siehe auch Anlage PKBW, Seite 26



9.5. Ergebnisse der Kostenvergleichsrechnungen (PKBW)

Unter Ansatz der gewählten Rahmenbedingungen zur Durchführung der Kostenvergleichsrechnungen und unter Ansatz der jeweils ermittelten Kosten, wurden die Projektkostenbarwerte (PKBW) und Jahreskosten (JK) für die einzelnen Varianten berechnet.

Die durchgeführten Berechnungen nach den KVR-Leitlinien haben zu folgendem Ergebnis geführt:

► 40: Ergebnisse Projektkostenbarwerte und Jahreskosten

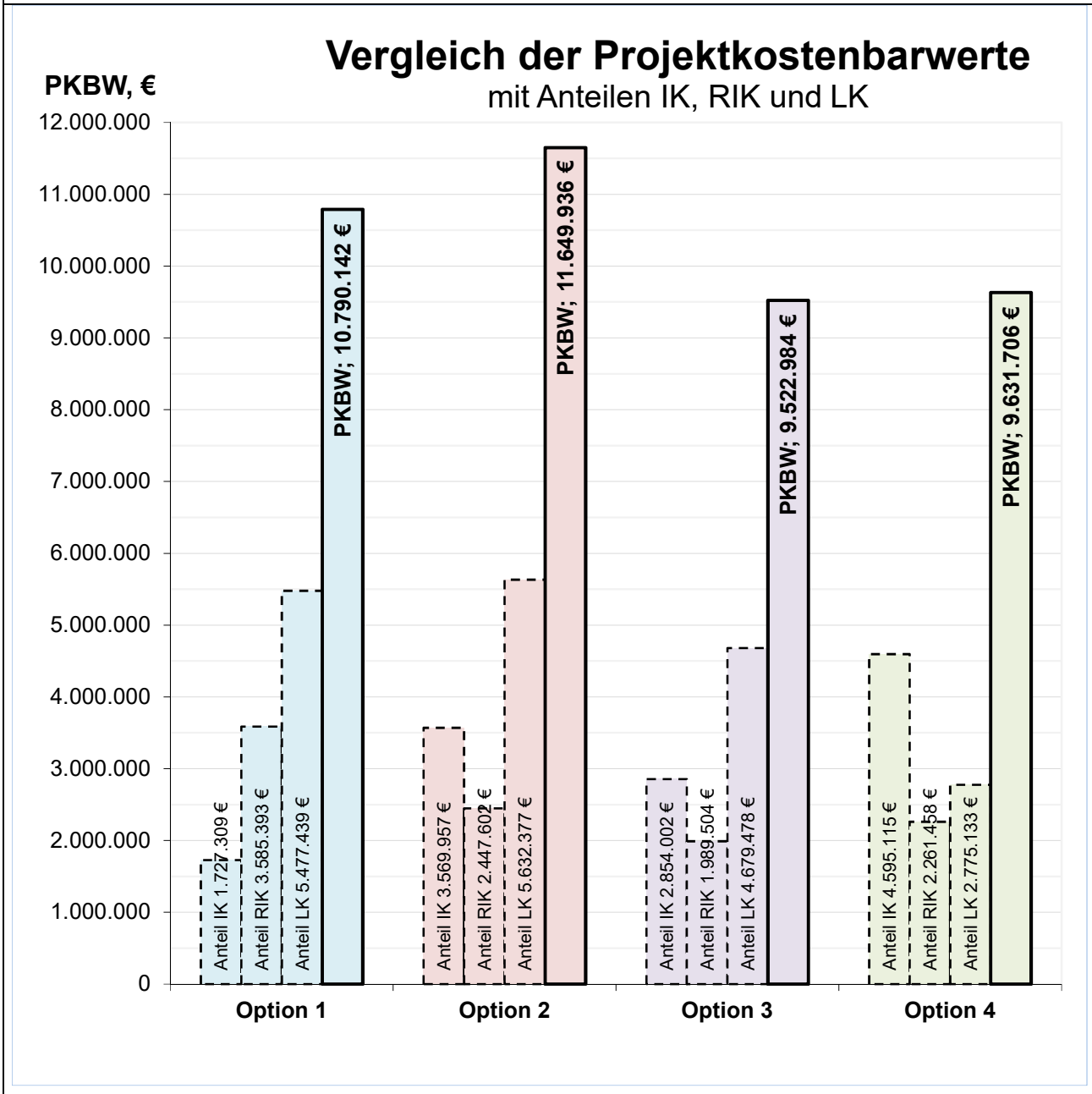
Siehe auch Anlage PKBW, Seite 27

Variante	1	2	3	4
Bezeichnung	**1.500 EW Instandsetzung + Sanierung**	**1.900 EW Instandsetzung + Modernisierung**	**1.500 EW Instandsetzung + Modernisierung**	**1.900 EW Neubau**
Anteil aus IK	1.727.309 €	3.569.957 €	2.854.002 €	4.595.115 €
Anteil aus RIK	3.585.393 €	2.447.602 €	1.989.504 €	2.261.458 €
Anteil aus LK	5.477.439 €	5.632.377 €	4.679.478 €	2.775.133 €
PKBW gesamt	**10.790.142 €**	**11.649.936 €**	**9.522.984 €**	**9.631.706 €**
Jahreskosten JK	**419.364 €/a**	**452.781 €/a**	**370.115 €/a**	**374.341 €/a**

Die Projektkostenbarwerte können über einen Kapitalwiedergewinnungsfaktor KFAKR in Abhängigkeit vom Zinssatz i und der Dauer der Betriebsphase n_2 in Jahreskosten JK umgerechnet werden, siehe obige Tabelle.

► 41: Diagramm: Vergleich der Projektkostenbarwerte

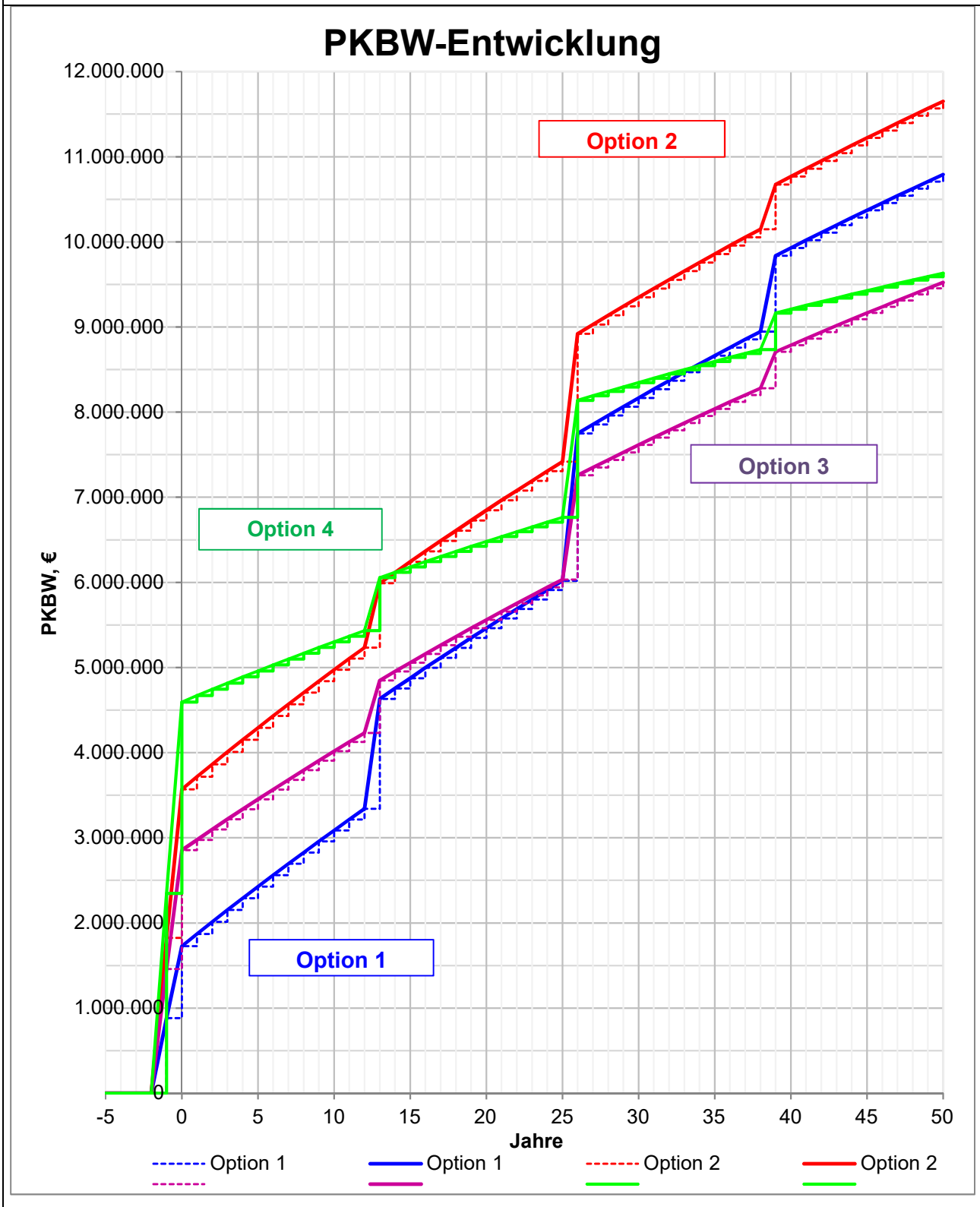
Siehe auch Anlage PKBW, Seite 27



Die zeitliche Entwicklung der Projektkostenbarwerte über den Nutzungszeitraum von 50 Jahren ist aus dem nachfolgenden Diagramm ersichtlich.

► 42: Diagramm: PKBW-Entwicklung

Siehe auch Anlage PKBW, Seite 28



9.6. Deutung der Ergebnisse der Kostenvergleichsrechnungen

Allgemeine Deutung des Diagramms "PKBW-Entwicklung"

Die Höhen der Kosten am jeweiligen Ende der PKBW-Kurven (hier: nach 50 Jahren Betriebsphase) stellen die jeweiligen Projektkosten-Barwerte dar, die miteinander zu vergleichen sind.
Die Variante mit dem niedrigsten Projektkostenbarwert am Ende der Betriebsphase stellt unter den gewählten Rahmenbedingungen und den gewählten Kostenansätzen die wirtschaftlichste Lösung dar.

Der Zeitraum auf der X-Achse vor dem Inbetriebnahmezeitpunkt "Null" stellt den Investitionszeitraum (hier: 2 Jahre) und der Zeitraum danach die Betriebsphase dar.
Die Kurvenschnittpunkte mit der Y-Achse zum Zeitpunkt "Null" stellen die Höhen der auf den Bezugszeitpunkt (=Inbetriebnahmezeitpunkt, hier: im Jahr 2025) akkumulierten Investitionskosten dar.
Die größeren Sprünge im Verlauf der Kostenkurven beschreiben die Re-Investitionen im 13., 26. und 39. Jahr nach dem Bezugszeitpunkt.
Die kleineren Sprünge im Verlauf der Kostenkurven stellen die jährlichen, diskontierten Laufenden Kosten dar.

Deutung der Ergebnisse der durchgeführten Kostenvergleichsrechnungen

Investitionskosten: Die Investitionskosten bei den Optionen 2, 3 und 4 sind deutlich höher als die der Option 1 (1.500 EW - Bestand).
Option 4 (1.900 EW - Neubau) ist wiederum teurer als 2 und 3 und sticht heraus (1.900, bzw. 1.500 EW, Modernisierung).

Re-Investitionskosten: Die erforderlichen Re-Investitionen fallen bei der Option 1 deutlich höher aus als bei den drei anderen Optionen. Dies ist im Wesentlichen darauf zurückzuführen, dass bei Option 1 nur der Hochwasserschaden instandgesetzt und das Betriebsgebäude saniert wird. Die Bestandsanlage an sich bleibt erhalten. Bei einer betrachteten Betriebsphase von 50 Jahren ist davon auszugehen, dass es in der Zukunft zu größeren Re-Investitionen in die Anlagenstruktur, bis hin zum Neubau ganzer Anlagenteile, kommen wird. Die Höhe der Re-Investitionskosten sind somit abhängig von dem Anteil der weiter in Betrieb befindlichen Bauwerks- und Anlagenstruktur. Dies spiegelt sich auch in den unterschiedlichen Prozentsätzen der Re-Investitionen der von Option 2 + 3 (Instandsetzung und Modernisierung) im Vergleich zu Option 4 (Neubau) wieder. Auch hier ist eine Nutzungsdauer von 50 Jahren angesetzt.

Laufende Kosten: Die Höhen der jährlichen Betriebskosten, in Verbindung mit den in Ansatz gebrachten Preissteigerungen, beeinflussen die Steigung der Kurvenverläufe. Die Kostenkurve der Option 4 verläuft viel flacher als die der Optionen 1 + 2 +3.
Dies ist vor allem auf die kleineren laufenden Kosten im Bereich der Überschussschlammentsorgung zurückzuführen, die durch den zweiten statischen

Schlammspeicher zu erwarten sind. Die erhöhte Speicherkapazität ist von einem höheren TS-Gehalt auszugehen.

Kostenkurven: Es ist zu erkennen, dass die Kostenkurven aller vier Optionen am Anfang sehr weit auseinander liegen, aber mit Dauer der Betriebsphase (50 Jahre) nähern sie sich immer weiter an. Dies ist darauf zurück zu führen, dass durch höhere Investitionskosten, die Wirtschaftlichkeit der Kläranlage erhöht werden kann und damit die Laufenden Kosten immer weiter reduziert werden.

Schnittpunkte von Kostenkurven:

Innerhalb der Betriebsphase von 50 Jahren kommt es zu mehreren Schnittpunkten zwischen den 4 Kostenkurven. Das bedeutet, dass die anfänglich teureren Optionen (sehr hohe Investitionskosten) durch den wirtschaftlicheren Betrieb zu immer attraktiveren Vorzugslösungen werden.

9.7. Empfindlichkeitsprüfung

Auf eine Empfindlichkeitsprüfung wurde verzichtet (vgl. Aufgabenstellung).

10. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

In der vorliegenden Machbarkeits- und Wirtschaftlichkeitsstudie zur zukünftigen Reaktivierung der Kläranlage Wald wurden 5 Varianten untersucht:

► 43: Definition der untersuchten Optionen 1 - 5				
Option 1 – 1.500 EW	**Option 2 – 1.900 EW**	**Option 3 – 1.500 EW**	**Option 4 – 1.900 EW**	**Option 5**
Instandsetzung und Sanierung der Kläranlage mit Umbaumaßnahmen am Betriebsgebäude	**Instandsetzung und Modernisierung der Kläranlage mit Umbaumaßnahmen am Betriebsgebäude**	**Instandsetzung und Modernisierung der Kläranlage mit Umbaumaßnahme am Betriebsgebäude**	**Instandsetzung und Modernisierung der Kläranlage mit Ersatzneubau des Betriebsgebäudes**	**Mitbehandlung des Abwassers auf einer anderen Anlage.** (wurde nicht betrachtet, vgl. Abschnitt 3.5.)

Bzgl. der zukünftigen Ausbaugröße für eine neue Kläranlage (Option 2 + 4) wurde auf die Statistik der Entwicklung der angeschlossenen Einwohnerwerte zurückgegriffen (so wie bei der Bestandsanlage). Die Auswertung der Eigenüberwachungsdaten der Jahre 2021 + 2022 wurde zurückgestellt.

Die Auslegung der vorhandenen Kläranlage erfolgte Anfang der 1990er Jahre nach dem seinerzeit gültigen Regelwerk für 1.500 EW. Stand Heute, November 2023, ist die Kläranlage an seiner Belastungsgrenze angekommen. Eine Erweiterung der Ausbaugröße um + 500 EW ist als realistisch anzusehen.
Nach Abstimmung mit der Stadt Bad Münstereifel und im Anbetracht eines zu erwarten einfacheren Genehmigungsverfahren bei der Kreisverwaltung Euskirchen (Untere Wasserbehörde) wurde vorläufig für die Bearbeitung dieser Studie von einer Ausbaugröße von 1.900 EW ausgegangen.

Hinweis: Nach Entscheidung zur Umsetzung / Ausführung einer der untersuchten Varianten, sollten die Bemessungsgrundlagen im Rahmen der Entwurfsplanung noch einmal, insbesondere hinsichtlich der tatsächlichen Konzentrationen (z.B. BSB5) und Abwassermengen im Zulauf zur Kläranlage, vor allem die Auswirkungen des dauerhaften Mischwasserzufluss, auch im Trockenwetterfall, durch das große vorgeschaltete Regenüberlaufbecken, engmaschiger gemessen, neu zusammengestellt und konkret festgelegt werden.
Wir empfehlen anschließend die Auslegung der Abwasserreinigung anhand der Eigenüberwachungsdaten, sowie in Kombination mit der Statistik der Einwohnerentwicklung.

In Verbindung mit der eigentlichen Abwasserreinigung ist auch die Instandsetzung der zentralen Regen-/Mischwasserbehandlung (Regenüberlaufbecken ca. 1.400 m³) zukünftig mittelfristig zu betrachten.

Die beengten Platzverhältnisse auf der derzeitigen Kläranlageparzelle reichen für alle Umbau-, Sanierungs-, Erweiterungs- und Neubaumaßnahmen der Kläranlage, bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung der Abwasserreinigung in der vorhandenen Anlage, aus. Jedoch müssen in der Bauphase provisorische Abwasserhaltungen errichtet werden.

Auf einen erhöhten Genehmigungs- und Bauaufwand durch das angrenzende und teilweise auf dem Kläranlagengelände liegenden geschützten Biotops sei an dieser Stelle nochmal hingewiesen.

Auch wenn es bautechnisch unter größtem Aufwand wahrscheinlich möglich wäre, sehen wir verfahrenstechnisch die Option 2 als nicht realisierbar an. Eine Kapazitätserweiterung des bestehenden Nachklärbeckens würde bedeuten, dass eine vorhandene Schlammvolumenbeschickung (qsv) von ca. 780 l/(m²*h) eingestellt werden müsste. Das DWA Arbeitsblatt 226 (Trichterbecken) empfiehlt einen oberen Grenzwert für die qsv von 650 l/(m²*h). Innerhalb der Belebungsbecken (Wassertiefe ca. 7,80 m) würde ein kritisches Schlammalter auftreten. Außerdem müsste die Durchmischungsfähigkeit (Lufteintrag, Rührwerke, Versorgung von Deni- und Nitri-Zonen mit ihren Abbauprodukten, etc.) hydraulisch detailliert überrechnet werden.
Dazukommend ist es fraglich, ob die bestehende Statik, sowie Gründung der bestehenden Klärbecken für einen erhöhten Lastabtrag ertüchtigt werden kann. Durch diese Begründungen sehen wir die Ausführung der Option 2, mit einer Kapazitätserweiterung auf 1.900 EW, als nicht realisierbar an.

Die auf Grundlage von überwiegend auf Erfahrungswerten abgeschätzten Investitions-, Re-Investitions- und Laufenden Kosten durchgeführten dynamischen Kostenvergleichsrechnungen, mit Ermittlung von Projektkostenbarwerten bzw. Jahreskosten, hat zu einem - nach unserer Einschätzung - **nicht eindeutigen Ergebnis** bei der Ermittlung der **wirtschaftlichsten Variante** geführt. Diesbezüglich bitten wir Punkt 11 „Anmerkung“ zu beachten.

► 44: Ergebnisse Projektkostenbarwerte und Jahreskosten				
Siehe auch Anlage PKBW, Seite 27				
Optionen:	**1 → 1.500 EW**	~~**2 → 1.900 EW**~~	**3 → 1.500 EW**	**4 → 1.900 EW**
Bezeichnung:	**Instandsetzung und Sanierung der Kläranlage mit Umbaumaßnahmen am Betriebsgebäude**	~~**Instandsetzung und Modernisierung der Kläranlage mit Umbaumaßnahmen am Betriebsgebäude**~~	**Instandsetzung und Modernisierung der Kläranlage mit Umbaumaßnahme am Betriebsgebäude**	**Instandsetzung und Modernisierung der Kläranlage mit Ersatzneubau des Betriebsgebäudes**
PKBW gesamt:	**10.790.142 €**	~~**11.649.936 €**~~	**9.522.984 €**	**9.631.706 €**
Jahreskosten JK:	**419.364 €/a**	~~**452.781 €/a**~~	**370.115 €/a**	**371.341 €/a**

Demnach ist als wirtschaftliche Lösung:

► 45: Wirtschaftlichste Option
Option 3 – 1.500 EW
Instandsetzung und Modernisierung der Kläranlage mit Umbaumaßnahme am Betriebsgebäude

Der sich in der Entwicklung des Projektkostenbarwert-Kurvenverlaufs über die Betriebsphase noch anfänglich darstellende Kostenvorteil von Option 1, nimmt mit Dauer der Betriebsphase noch durch die hohen zu erwartenden Re-Investitionskosten, sowie die höheren Laufenden Kosten ab.
Der wirtschaftliche Unterschied der Optionen 3 und 4 beträgt im Betrachtungszeitraum von 50 Jahren ca. 100.000 €. Aufgrund der „Unschärfe“ einer Projektkostenbarwertbetrachtung an sich und der verzichteten Empfindlichkeitsprüfung, ist das Ergebnis der hier vorliegenden Machbarkeitsstudien / Bedarfsermittlung wie folgt zu formulieren:

► 46: Ergebnis der Studien „Reaktivierung Kläranlage Wald“ – November 2023
Option 3 = Option 4
Option 3 und Option 4 sind als wirtschaftlich gleichwertig anzusehen!

Das Ergebnis der durchgeführten Machbarkeits- und Wirtschaftlichkeitsstudie wird durch das aufstellende Ingenieurbüro in den zuständigen Gremien der Stadt Bad Münstereifel zur Diskussion gestellt.

11. Anmerkung

Das Ergebnis der hier vorliegenden Machbarkeits- und Wirtschaftlichkeitsstudie, zur zukünftigen Reaktivierung der Kläranlage Wald, zeigt, dass sowohl die Option 3, als auch die Option 4 die Vorzugsvarianten sind.

An dieser Stelle möchten wir anmerken, dass aus planerischer, dauerhafter und entsorgungstechnischer Sicht, die Option 4, als zukunftssichere Lösung, zu empfehlen ist.

Es kann davon ausgegangen werden, dass die Einwohnerentwicklung im Agglomerationsgürtel der Rhein-Städte Köln und Bonn weiter zunimmt und eine Kläranlage mit 1.500 EW als nicht zukunftssicher zu erachten ist.
Die einzig wirtschaftlich und technische sinnvolle Erweiterungsoption am jetzigen Standort der Kläranlage Wald ist der Anlagenneubau, direkt hinter der Bestandsanlage (vgl. Option 4). Ein Neubau hätte den Vorteil, dass er den höchstmöglichen Hochwasserschutz bietet und gleichzeitig die Tangierung mit dem Bereich des geschützten Biotops noch weiter reduziert (z. B. nur noch eine Zufahrt → Rechteckdurchlass). Bei einem Neubau kann zudem auf die neuesten statischen, bauphysikalischen und technischen Anforderungen eingegangen werden und das Energieeinsparpotential der Kläranlage ausgeschöpft werden. Außerdem wird die Verfahrenstechnik auf den aktuellen Stand der Technik ausgelegt. Während der Baumaßnahme sichert die Bestandsanlage die Entsorgungssicherheit.

► 47: Planerisch empfohlene Option
Option 4 – 1.900 EW
Instandsetzung und Modernisierung der Kläranlage mit Ersatzneubau des Betriebsgebäudes