



Ingenieurgesellschaft

Dr. Siekmann + Partner mbH

Thür • Simmern • Westerburg

---

## **Kläranlage Bauler**

### **Wirtschaftlichkeitsuntersuchung zur Umstellung der KA Bauler auf Schlammfaulung**

Auftraggeber : Abwasserzweckverband Oberes Trierbachtal  
Dauner Straße 22  
53539 Kelberg

Datum : 10.02.2021

Projekt-Nr. : 20 072

## INHALTSVERZEICHNIS

|    |                                                 |    |
|----|-------------------------------------------------|----|
| 1. | Veranlassung und Aufgabenstellung .....         | 1  |
| 2. | Rahmenbedingungen .....                         | 1  |
| 3. | Alternative A: Simultanstabilisierung .....     | 3  |
| 4. | Alternative B: Schlammfaulung .....             | 6  |
| 5. | Kosten.....                                     | 10 |
| 6. | Kostenvergleichsberechnung .....                | 13 |
| 7. | Zusammenfassung und Ausführungsempfehlung ..... | 15 |

## **1. Veranlassung und Aufgabenstellung**

Die Ingenieurgesellschaft Dr. Siekmann + Partner mbH, Thür, wurde mit Schreiben des Abwasserzweckverbands „Oberes Trierbachtal“ vom 03.04.2020 mit der Erstellung einer Potenzialstudie für die Kläranlage Bauler beauftragt. Auf der KA Bauler werden die Abwässer aus den Ortslagen Kelberg, Köttelbach, Hünerbach, Zermüllen, Rothenbach, Müllenbach, Meisenthal, Wiesemscheid und Bauler in der belüfteten Teichkläranlage gereinigt. Weiterhin angeschlossen sind die hochbelasteten Schmutzwässer aus dem im Trennsystem entwässerten Einzugsbereich des Nürburgrings und des Campingplatzes Müllenbach, die über einen separaten Kanal zum Kläranlagenstandort abgeleitet und nach Zwischenspeicherung in einem Pufferbehälter in einer dreistraßigen SBR-Anlage biologisch gereinigt werden.

Angesichts von Änderungen des Abfall- und Düngerechts und damit einhergehender Kostensteigerungen für die Klärschlamm Entsorgung ist im Rahmen der Potenzialstudie die Wirtschaftlichkeit einer gemeinsamen Ausfäulung der Klärschlämme beider Reinigungsstraßen auf Umsetzung zu prüfen. In Ergänzung ist auch die Annahme und Mitbehandlung zusätzlicher Fremdschlämme zu untersuchen. Hierbei handelt es sich im Einzelnen um die Kläranlagen Oberelz und Nitztal der Verbandsgemeinde Kelberg sowie um die KA Adenauer Bach der Verbandsgemeinde Adenau.

## **2. Rahmenbedingungen**

Die Kläranlage Oberes Trierbachtal (Bauler) besteht aus zwei separaten Abwasserbehandlungsstraßen mit unterschiedlichem Reinigungsverfahren die auf einem zusammenhängenden Grundstück angeordnet sind. Die erste Behandlungsstraße besteht aus einer Teichkläranlage zur Reinigung der anfallenden kommunalen Abwässer. In der zweiten, als SBR-Anlage ausgeführten Behandlungsstraße werden die hochbelasteten Schmutzwässer aus dem im Trennsystem entwässerten Einzugsbereich des Nürburgrings und des Campingplatzes Müllenbach gereinigt. Die Trennung der beiden Behandlungsstraßen ist auf die unterschiedlichen Abwasserzusammensetzungen zurückzuführen. Das SBR-Verfahren bietet dabei ideale Voraussetzungen für die Reinigung der mengenmäßig geringen, jedoch hoch belasteten Abwässer. Für die im Mischsystem entwässerten Ortslagen zeigt sich aus hydraulischer Sicht eine konventionelle Durchlaufanlage vorteilhaft. Die Ausbaugrößen der beiden Behandlungsstufen addieren sich auf insgesamt 9.400 EW.

Das nachfolgende Schema zeigt den Verfahrensablauf der einzelnen Reinigungsstraßen. Eine ausführliche Beschreibung findet sich unter Pkt. 2.1.2 der Potenzialstudie.

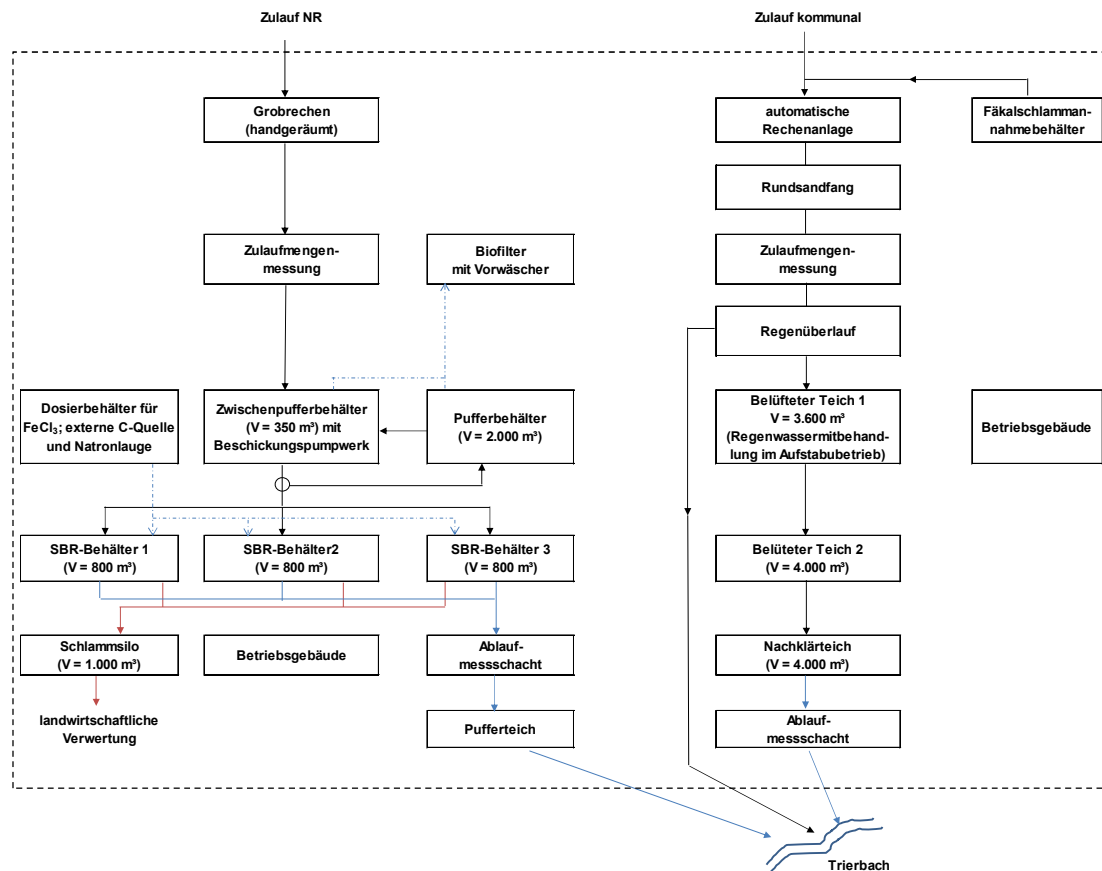


Abb. 1: Verfahrensschema Ist-Situation

Die Reinigungsleistung der biologischen Anlagenstufe der Teichkläranlage entspricht nicht mehr den heutigen Anforderungen. Weiterhin ist ein sehr hoher spez. Stromverbrauch für die Belüftungseinrichtung zu bemängeln.

Insbesondere während der Hauptsaison bzw. bei direkter Aufeinanderfolge von Großveranstaltungen kommt die Reinigungskapazität der SBR-Anlage an ihre Grenzen. Um die Ablaufwerte einhalten zu können, muss der Feststoffgehalt in den SBR-Behältern dann auf Werte von teilweise mehr als 10 g/l angehoben werden. Hieraus ergibt sich eine deutliche Einschränkung der Betriebssicherheit der Anlage zu Lasten des Bedienungspersonals, da die Anlage bei diesen Betriebszuständen mit hohem Überwachungsaufwand manuell gesteuert werden muss.

Weiterhin ist während dieser Zeiträume keine ausreichende Schlammstabilisierung gewährleistet, so dass es hier zu Geruchsbelästigungen kommt.

Aufgrund der vorstehend aufgezeigten Unzulänglichkeiten ist eine grundlegende Erneuerung der Anlagenstraße für die kommunalen Abwässer und ein Ausbau der SBR-Anlagenstraße für die Abwässer aus dem Einzugsbereich des Nürburgrings vorgesehen. Hierzu stehen folgende prinzipiellen Möglichkeiten zur Verfügung:

Alternative A: Abwasserreinigungsanlage nach der Verfahrensführung mit simultaner Schlammstabilisierung

Alternative B: Abwasserreinigung nach der Verfahrensführung mit Schlammfäulung

### 3. Alternative A: Simultanstabilisierung

Die nachfolgende Abbildung zeigt die erforderlichen Umbau- und Erneuerungsmaßnahmen bei Beibehaltung der Verfahrensführung mit simultaner Schlammstabilisierung.

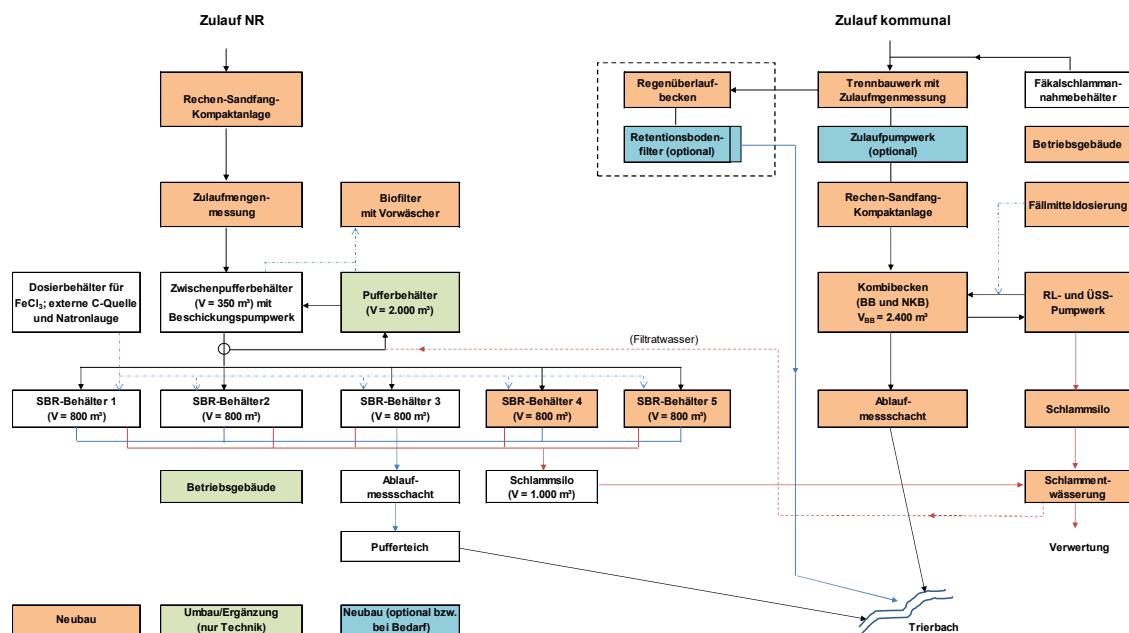


Abb. 2: Verfahrensschema Alternative A

Demnach ist für die Reinigungsstraße 1 (kommunal) eine Umstrukturierung der bisher als belüftete Teichanlage ausgeführten biologischen Reinigungsstufe in eine Belebtschlammanlage mit zugehörigem Rücklauf- und Überschussschlammumpumpwerk vorgesehen. Da die Regenwasserbehandlung bis dato durch Aufstaubetrieb des ersten belüfteten Teiches erfolgt ist zudem der Neubau eines vorgeschalteten Regenüberlaufbeckens mit Trennbauwerk vorzusehen. Weiterhin erforderliche Peripherieanlagenstufen sind eine Rechen-Sandfang-Kompaktanlage zur mechanischen Vorreinigung und eine Fällmitteldosieranlage zur chemischen P-Elimination. Anfallender Überschussschlamm wird in einem Schlammstilo zwischengespeichert und anschließend maschinell entwässert. Weiterhin ist der Bau eines Betriebsgebäudes zur Anordnung der Schaltanlagen-technik und der Labor- und Sozialräume geplant.

Alternativ zur Ausführung der biologischen Anlagenstufe mit einem konventionellen Belebungs- und einem Nachklärbecken (z. B. in der Ausführung als Kombibecken) sowie einem separaten Rücklaufschlammumpumpwerk bietet sich der Bau eines BIOCOS-Beckens an. Dieses zeichnet sich aufgrund der einfacheren Verfahrensführung durch niedrigere Investitions- und Betriebskosten bei gleichzeitig hoher Betriebssicherheit aus und verbindet die Vorteile einer Durchlaufanlage mit denen der SBR-Technologie.

Beim BIOCOS-Verfahren sind dem Belebungsbecken zwei parallel angeordnete Sedimentations- und Umwälzbecken (SU-Becken) nachgeschaltet. In den SU-Becken laufen über die Zeitachse verschiedene Prozesse ab, die in 4 Phasen untergliedert sind. Das Belebungsbecken und die SU-Becken sind durch Öffnungen im Boden- und Wasserspiegelbereich miteinander verbunden.

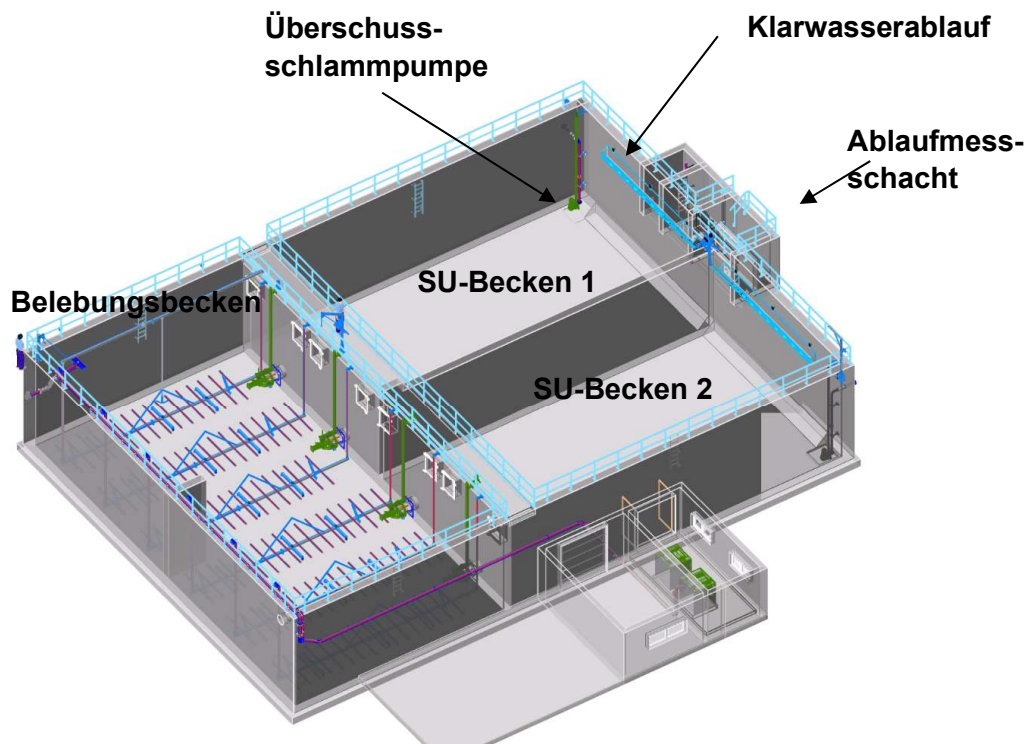


Abb. 3: Einstraßiges BIOCOS-Becken

Für die Reinigungsstraße 2 (NR) besteht ein Erweiterungsbedarf für die als SBR-Reaktoren ausgeführte biologische Behandlungsstufe um 2 weitere Reaktoren. Aufgrund des vor allem bei Veranstaltungen hohen Feststoffgehalts sowie eines trotz Trennsystementwässerung beträchtlichen Sandanteils soll auch hier eine Rechen-Sandfang-Kompaktanlage zur mech. Vorreinigung eingesetzt werden. Zur Reduzierung der Geruchsemissionen aus den vorgeschalteten Pufferbehältern ist die Abluftbehandlungsanlage zu erneuern.

Der anfallende Überschussschlamm wird nach Zwischenspeicherung im Schlammsilo ebenfalls über die neue Entwässerungsanlage maschinell entwässert. Anfallendes Filtratwasser wird in die Pufferbehälter gepumpt und anschließend über die SBR-Reaktoren gereinigt.

Die erforderlichen Baumaßnahmen können im Wesentlichen wie folgt zusammengefasst werden:

Abwasserreinigungsstraße 1 (kommunal):

- Trennbauwerk mit Zulaufmengenmessung
- Regenüberlaufbecken (optional mit anschließendem Retentionsbodenfilter)
- Betriebsgebäude
- Zulaufpumpwerk
- Rechen-Sandfang-Kompaktanlage
- Kombibecken (Belebungs- und Nachklärbecken) } alternativ Biocos-Becken
- Rücklaufschlammumpwerk
- Fällmitteldosierung
- Ablaufmessschacht
- Schlammstilo

Abwasserreinigungsstraße 2 (NR):

- Rechen-Sandfang-Kompaktanlage
- Zulaufmengenmessung
- 2 St. SBR-Reaktoren
- Biofilteranlage

Das Filtratwasser aus der ebenfalls vorgesehenen maschinellen Schlammmentwässerung wird in das Pufferbecken der SBR-Reinigungsstraße abgeleitet und anschließend über die SBR-Straße gereinigt.

Eine mögliche lagemäßige Anordnung der Bauwerke ergibt sich aus den nachfolgenden Lageplanskizzen.

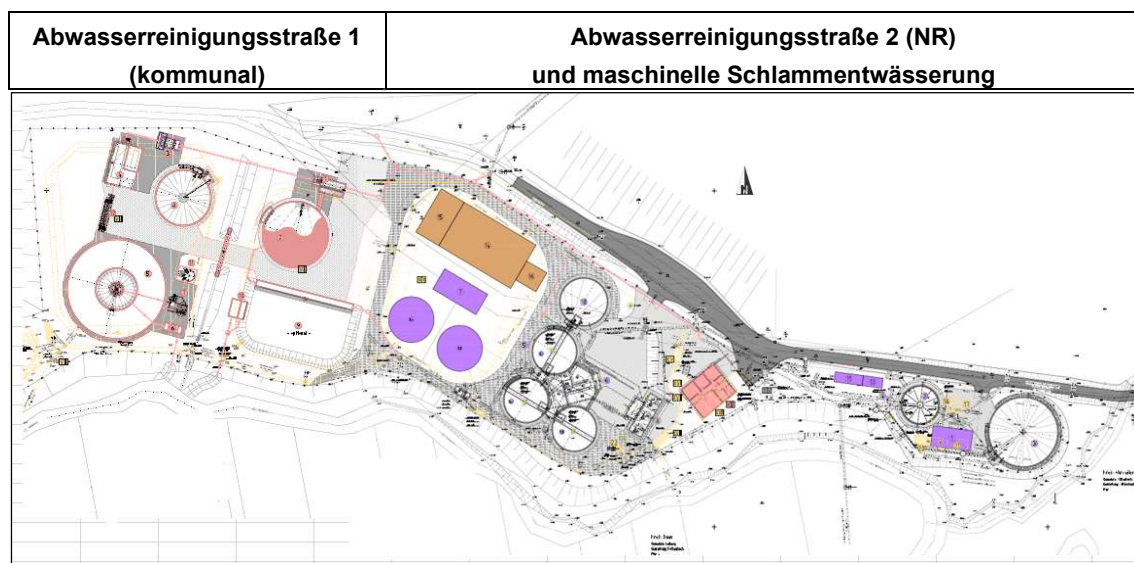


Abb. 4: Lageplanskizze Alternative A (Ausführung Abwasserreinigungsstraße 1 als Kombibecken)

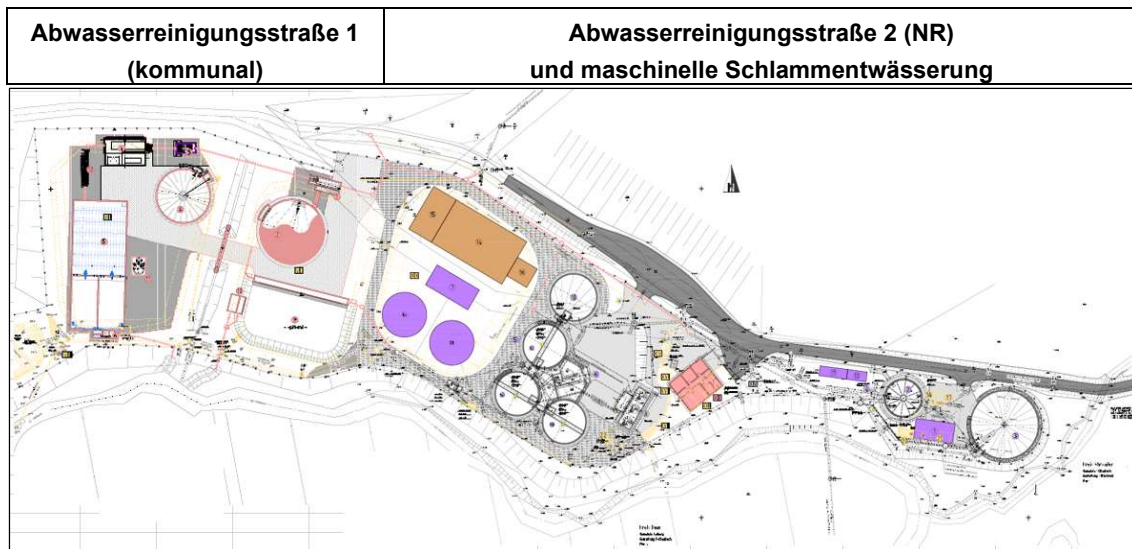


Abb. 5: Lageplanskizze Alternative A (Ausführung Abwasserreinigungsstraße 1 als BIOCOS-Becken)

Die Alternative A untergliedert sich wie folgt:

- A1: Simultane aerobe Schlammstabilisierung (Kombibecken)
- A2: Simultane aerobe Schlammstabilisierung (BIOCOS-Becken)

#### 4. Alternative B: Schlammfäulung

Als Alternative zur Verfahrensführung mit simultaner Schlammstabilisierung ist die getrennte Stabilisierung mittels Schlammfäulung zu untersuchen. In Abänderung der bisherigen verfahrenstechnischen Trennung beider Reinigungsstraßen wird der Verfahrensschritt „Schlammstabilisierung“ dabei in einer gemeinsamen Faulbehälteranlage durchgeführt. Hierdurch ergibt sich ebenfalls eine ideale Situation für die anschließende Schlammmentwässerung, da durch die gemeinsame Fäulung einheitliche Entwässerungsbedingungen geschaffen werden.

Das bei der Entwässerung anfallende Filtratwasser ähnelt aufgrund der qualitativen Zusammensetzung (hohe Stickstoffkonzentrationen) dem NR-Abwasser und kann somit idealerweise in der SBR-Anlage mitbehandelt werden.

Vorteilhaft für beide Reinigungsstraßen ist, dass die Behandlungsvolumina der biologischen Reinigungsstufen aufgrund der geänderten Verfahrensführung deutlich kleiner ausgeführt werden können. Dies resultiert daraus, dass das für die simultane Stabilisierung erforderliche Schlammalter in der biologischen Reinigungsstufe von 25 d bei getrennter Stabilisierung quasi halbiert werden kann. Zudem sollte für die kommunale Reinigungsstraße ein Vorklärbecken in den Verfahrensablauf integriert werden, mit dem die organischen Zulaufkrachten bereits um ca. 30% reduziert werden.

Für die SBR-Anlage kommt eine Vorklärung voraussichtlich nicht in Betracht, da aufgrund des C/N-Verhältnisses ohnehin bereits eine externe Kohlenstoffquelle zudosiert werden muss. Bei Vorschalten einer Vorklärung würde sich dieses Verhältnis weiter verschlechtern, so dass mehr externe C-Quelle zudosiert werden müsste, was dann zu höheren laufenden Kosten führen würde.

Nichtsdestotrotz kann das zusätzliche SBR-Neubauvolumen **deutlich reduziert werden**.

Da bei zukünftiger stationärer Schlammmentwässerung das große Lagervolumen des vorhandenen Schlammsilos ( $V = 1.000 \text{ m}^3$ ) in dieser Form nicht mehr benötigt wird, bietet es sich an, das Schlammsilo zu einem SB-Reaktor umzufunktionieren und auf den Bau eines weiteren Reaktors vollständig zu verzichten.

Die nachfolgende Abbildung zeigt den entsprechend veränderten Verfahrensablauf bei Umsetzung der vorbeschriebenen Maßnahmen:

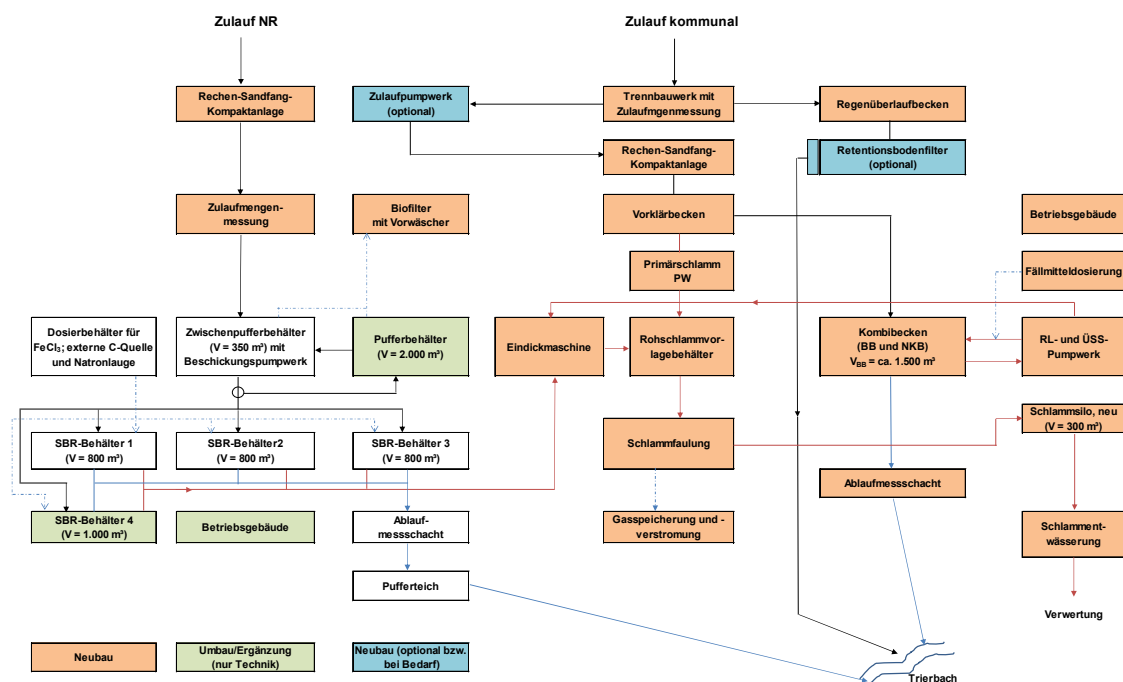


Abb. 6: Verfahrensschema Alternative B

Der Vorschlag beinhaltet für die mechanische Abwasservorreinigung grundsätzlich identische Maßnahmen wie bei der Alternative A (Ausführung von Rechen-Sandfang-Kompaktanlagen). In den Verfahrensablauf der Reinigungsstraße 1 (kommunal) wird allerdings ein Vorklärbecken integriert, in dem die ungelösten organischen Abwasserinhaltsstoffe abgeschieden und als Primärschlamm in den Faulbehälter gepumpt werden. Die anschließende biologische Reinigungsstufe (Kombibecken oder BIOCOS-Becken) kann hierdurch, sowie aufgrund des geänderten Abwasserreinigungsziels (keine simultane Schlammstabilisierung mehr) im Volumen deutlich reduziert werden.

Die nachfolgende Abbildung zeigt beispielhaft eine Ausschnittskopie des für die KA Oberes Baybachtal der VG Hunsrück-Mittelrhein geplanten Anlagentechnik mit Vorklärbecken und anschließendem BIOCOS-Becken.

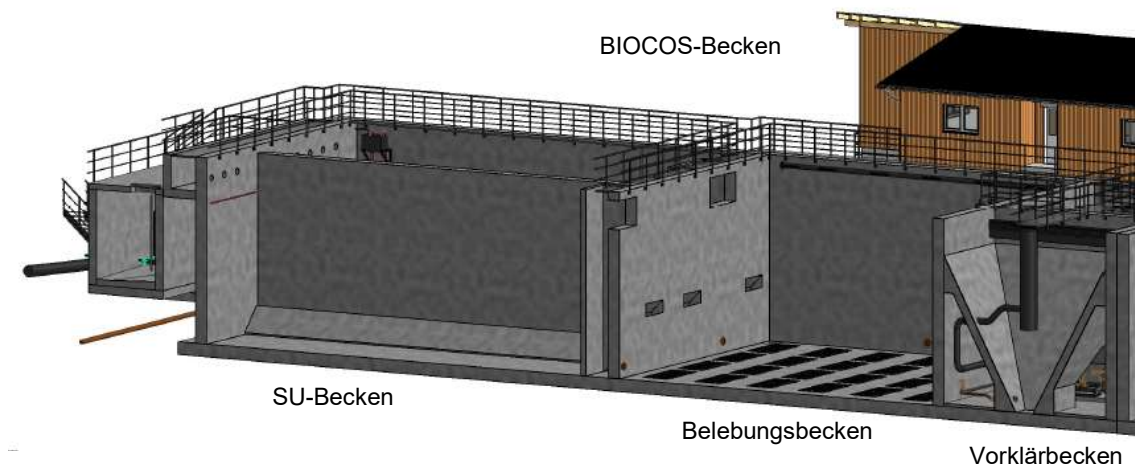


Abb. 7: BIOCOS-Becken mit vorgeschaltetem Vorklärbecken

Auch für die Reinigungsstraße 2 (NR) kann das erforderliche Behandlungsvolumen entsprechend optimiert werden. Gemäß dem derzeitigen Stand der Vorüberlegungen kann auf den Neubau von 2 zusätzlichen SB-Reaktoren verzichtet und stattdessen das vorhandene Schlammsilo zu einem weiteren SB-Reaktor umgebaut werden. Anfallender Überschussschlamm wird über einen Vorlagebehälter mit anschließender maschineller Schlammvoreindickung in den Faulbehälter zur Stabilisierung abgegeben.

Das produzierte Faulgas wird zwischengespeichert und anschließend über ein BHKW verstromt. Der ausgefaulte Schlamm wird maschinell entwässert und verwertet.

Die Klärschlammfaulungsanlage mit den zugehörigen Peripherieanlagenstufen (Rohschlammbehälter, Gasspeicher, BHKW, Notgasfackel) kann zudem als zentrale Anlage zur Mitbehandlung der Schlämme weiterer Kläranlagen gebaut werden. Hierfür bieten sich vorliegend die Kläranlagen Nitz und Oberes Elztal der VG Kelberg sowie die Kläranlage Adenauer Bach der VG Adenau an.

Die entsprechenden Anlagenstufen können auf dem bei Alternative A für die Neubau der SB-Reaktoren vorgesehenen Standort angeordnet werden.

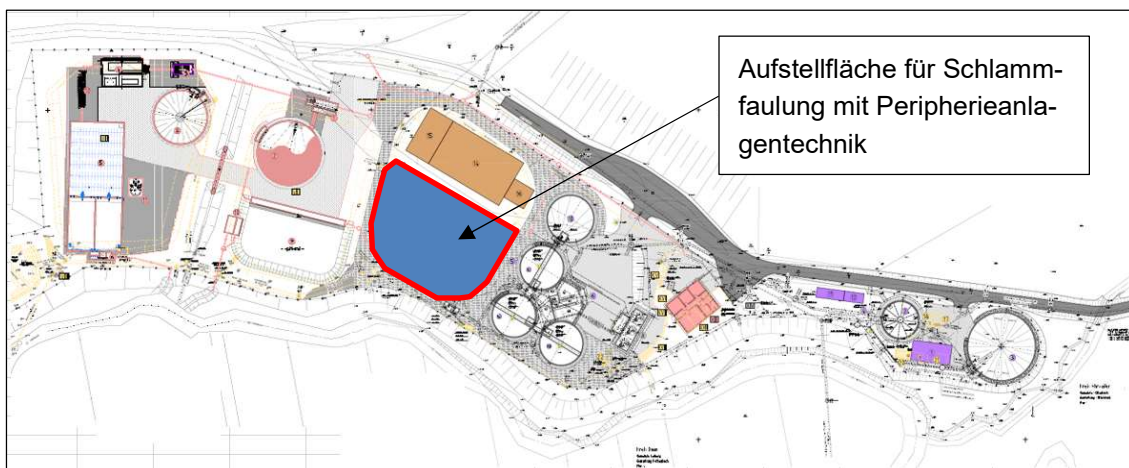


Abb. 8: Lageplankonzept Alternative B

Ergänzend untersucht wurden die Möglichkeiten einer Zentralisierung der Schlammfäulung auf der KA Bauler für die Annahme und Mitbehandlung von Fremdschlämmen anderer Kläranlagen.

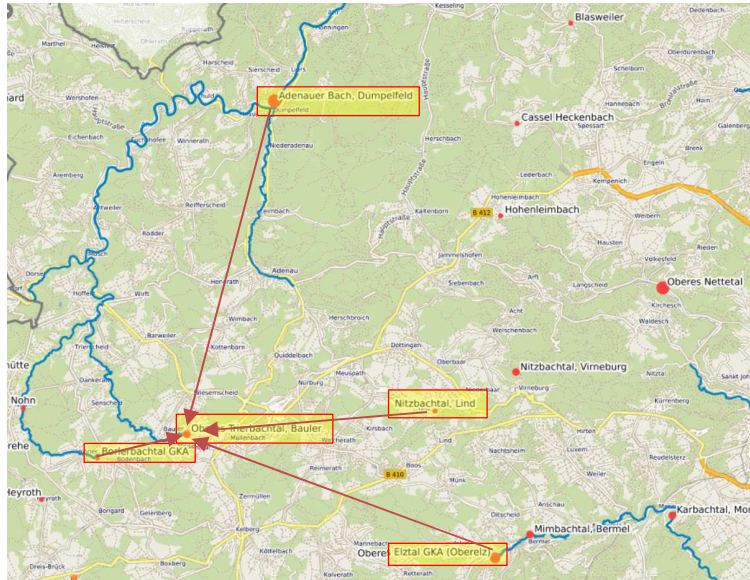


Abb. 9: Fremdschlammtransporte zur KA Bauler

Die Alternative B untergliedert sich daher wie folgt<sup>1</sup>:

- B1: Schlammfäulung (nur für derzeitiges Einzugsgebiet)
- B2: wie B1, jedoch zzgl. Fremdschlammannahme aus KA's der VG Kelberg
- B3: wie B2, jedoch zzgl. Fremdschlammannahme der KA Adenauer Bach

Für die einzelnen Alternativen wurden jeweils Vordimensionierungen für die erforderliche Faulbehältergröße sowie die zugehörige Peripherieanlagentechnik durchgeführt (siehe Anlagen 4.1 bis 4.3). Die maßgebenden Bemessungsergebnisse sind in nachfolgender Tabelle zusammengefasst:

<sup>1</sup> Bei Alternative B wurde jeweils eine Ausführung der Reinigungsstraße 1 mit einem BIOCOS-Becken unterstellt.

| Kenndaten                               | Einheit               | Alternative |         |         |
|-----------------------------------------|-----------------------|-------------|---------|---------|
|                                         |                       | B1          | B2      | B3      |
| Schlammmenge (eingedickt)               | m <sup>3</sup> /d     | 13,9        | 18,6    | 37,2    |
| Feststofffracht im Zulauf zum FB        | kgTR/d                | 592,1       | 849,5   | 1870,7  |
| org. Feststofffracht im Zulauf zum FB   | kgO <sub>2</sub> TR/d | 396         | 576,2   | 1317,3  |
| Volumen Faulbehälter                    | m <sup>3</sup>        | 300         | 400     | 800     |
| Gasproduktion                           | m <sup>3</sup> /d     | 147         | 206     | 508     |
| Volumen Gasspeicher                     | m <sup>3</sup>        | 75          | 100     | 250     |
| elektr. Leistung BHKW                   | kW                    | 30          | 30      | 50      |
| ther. Stromproduktion                   | kWh/a                 | 105.843     | 148.794 | 374.430 |
| Feststofffracht im Ablauf des FB        | kgTR/d                | 418         | 607     | 1299    |
| org. Feststofffracht im Ablauf des FB   | kgO <sub>2</sub> TR/d | 221         | 333     | 745     |
| Durchsatzleistung Entwässerungsaggregat | kgTR/h                | 90          | 127     | 276     |
| Feststoffgehalt nach Entwässerung       | kgTR/m <sup>3</sup>   | 240         | 240     | 260     |
| zu entsorgende Schlammmenge             | MgOS/a                | 635,8       | 917,2   | 1.816   |

Tab. 1: Kenndaten Schlammfäulung

## 5. Kosten

Die Investitionskosten wurden auf Basis von Erfahrungswerten ausgeführter Projekte sowie anhand spez. Raumpreise über die Bauwerkskubatur geschätzt. Berücksichtigt wurde zudem ein Ansatz für Baunebenkosten in Höhe von 20%.

Bei Alternative B2 wurde unterstellt, dass auf den schlammabgebenden Kläranlagen (Oberelz, Borlerbachtal und Nitzbachtal) keine projektbezogenen Investitionsaufwendungen erforderlich werden, da hier lediglich verfahrenstechnische Anpassungen (Reduzierung des Schlammalters in der biologischen Anlagenstufe) durchzuführen sind. Der anfallenden Überschussschlamm wird, wie bisher in den jeweiligen Schlammstillen zwischengespeichert und statisch eingedickt. Damit während der Zwischenlagerung keine unangenehmen Gerüche entstehen sowie aus dem Grund, dass der Schlamm noch zu einer Faulgasproduktion beiträgt sollte die Abfuhr zur KA Bauler jedoch in kürzeren Zeitintervallen (etwa alle 2 Wochen) erfolgen.

Bei Alternative B3 wird jedoch die Integration eines Vorklärbeckens in den Verfahrensablauf auf der KA Adenauer Bach unterstellt. Weiterhin sollte der anfallende Überschussschlamm zur Reduzierung der Transportmengen maschinell voreingedickt werden.

Die Schätzkosten sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt. Die ausführliche Ermittlung ist den Anlagen 1.1 bis 1.3 zu entnehmen.

| Alternative |                                                                       | Bau                                | Anlagen-<br>technik | EMSR-<br>Technik | Summe         |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------|------------------|---------------|
|             |                                                                       | [€, brutto incl. BNK]              |                     |                  |               |
| A1          | Simultane aerobe Schlammstabilisierung (Kombibecken)                  | 7.054.000,00                       | 2.278.000,00        | 1.414.000,00     | 10.746.000,00 |
|             |                                                                       |                                    |                     |                  |               |
|             | Vergleichskosten Studie aus 2017                                      | (ohne masch. Schlamm entwässerung) |                     |                  | 8.535.300,00  |
| A2          | Simultane aerobe Schlammstabilisierung (BIOCOS-Becken)                | 6.847.000,00                       | 2.178.000,00        | 1.399.000,00     | 10.424.000,00 |
|             |                                                                       |                                    |                     |                  |               |
|             | Vergleichskosten Studie aus 2017                                      | (ohne masch. Schlamm entwässerung) |                     |                  | 8.306.450,00  |
| B1          | Schlammfäulung (nur für derzeitiges Einzugsgebiet)                    | 6.791.000,00                       | 2.859.000,00        | 1.835.000,00     | 11.484.000,00 |
|             |                                                                       |                                    |                     |                  |               |
| B2          | wie B1 jedoch mit Fremdschlammannahme der übrigen KA's der VG Kelberg | 6.862.000,00                       | 2.881.000,00        | 1.835.000,00     | 11.577.000,00 |
|             |                                                                       |                                    |                     |                  |               |
| B3          | wie B2 jedoch mit Fremdschlammannahme der KA Adenauer Bach            | 7.069.000,00                       | 3.073.000,00        | 1.945.000,00     | 12.087.000,00 |
|             |                                                                       |                                    |                     |                  |               |
|             | zzgl. Kosten auf KA Adenauer Bach                                     | 614.000,00                         | 407.000,00          | 129.000,00       | 1.150.000,00  |
|             |                                                                       |                                    |                     |                  |               |
|             | Gesamt                                                                | 7.683.000,00                       | 3.480.000,00        | 2.074.000,00     | 13.237.000,00 |

Tab. 2: Zusammenstellung der Schätzkosten

Die Betriebskosten wurden ebenfalls auf Basis von Erfahrungswerten sowie anhand spez. Verbrauchsansätze ermittelt (siehe hierzu Anlage 2.1). Für die spätere Entsorgung/Verwertung des entwässerten Klärschlammes wurde ein Ansatz für thermische Verwertung in Höhe von 110,00 €/MgOS getroffen. Dieser beinhaltet die Transportkosten zur Verwertungsanlage im Raum Trier.

Die Personalkosten wurden mit 30,00 €/h angenommen. Dabei wurde für die Alternativen A1 und A2 von einem Personalbedarf von 80 Mannstunden pro Woche ausgegangen. Für die Schlammfäulungsalternativen B1 und B2 wurden 90 und für die Alternative B3 95 Mannstunden pro Wochen angesetzt.

Die Kosten für Wartung und Instandhaltung wurden für den baulichen Teil mit 0,25%/a der zugehörigen Bruttoinvestitionskosten und für die technische Ausrüstung mit 0,5%/a der zugehörigen Bruttoinvestitionskosten berechnet.

Die berechneten Betriebskosten sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt:

| Parameter                                                                                     | Ausbaualternative |                   |                   |                   |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                                                                                               | A1                | A2                | B1                | B2                | B3                |
| <b>KA Bauler</b>                                                                              |                   |                   |                   |                   |                   |
| Stromkosten                                                                                   | 62.808,90         | 56.014,64         | 57.925,12         | 58.805,12         | 60.565,12         |
| abzgl. geldwerter Vorteil Eigenstromerzeugung                                                 | 0,00              | 0,00              | 19.035,57         | 26.760,17         | 76.768,61         |
| Zukünftige Kosten für Stromfremdbezug                                                         | 62.808,90         | 56.014,64         | 38.889,55         | 32.044,95         | -16.203,49        |
| Schlammmentwässerung                                                                          | 11.446,40         | 11.446,40         | 6.472,67          | 8.697,65          | 17.198,80         |
| Schlammmentsorgung                                                                            | 78.694,00         | 78.694,00         | 58.121,90         | 65.605,10         | 141.890,10        |
| Personalkosten                                                                                | 124.800,00        | 124.800,00        | 140.400,00        | 140.400,00        | 148.200,00        |
| Transportkosten Fremdschlämme                                                                 | 0,00              | 0,00              | 0,00              | 31.875,00         | 89.581,50         |
| Instandhaltungskosten                                                                         | 36.095,00         | 35.577,50         | 40.447,50         | 40.735,00         | 42.762,50         |
| Zwischensumme                                                                                 | 313.844,30        | 306.532,54        | 284.331,62        | 319.357,70        | 423.429,41        |
| korrigierter Wert für B3 (da erzeugter Strom nicht vollständig verwertet werden kann)         |                   |                   |                   |                   | 439.632,90        |
| <b>Satelittenkläranlagen</b>                                                                  |                   |                   |                   |                   |                   |
| Reduzierung Stromkosten                                                                       |                   |                   |                   | 1.089,00          | 13.750,00         |
| Reduzierung Entwässerungskosten                                                               |                   |                   |                   | 0,00              | 88.602,50         |
| Reduzierung Entsorgungskosten                                                                 |                   |                   |                   | 75.000,00         | 143.000,00        |
| zusätzliche Kosten für Maßnahmen auf KA Adenau                                                |                   |                   |                   |                   | 77.518,50         |
| Zwischensumme                                                                                 | 0,00              | 0,00              | 0,00              | -76.089,00        | -167.834,00       |
| <b>Gesamt</b>                                                                                 | <b>313.844,30</b> | <b>306.532,54</b> | <b>284.331,62</b> | <b>243.268,70</b> | <b>255.595,41</b> |
| Korrektur für Alternative B3, da überschüssiger Strom auf KA Bauler nicht genutzt werden kann |                   |                   |                   |                   | <b>271.798,90</b> |

Tab. 3: Zusammenstellung der Betriebskosten

Im Ergebnis ist festzustellen, dass die Betriebskosten für Alternativen A1 und A2 mit rd. 310.000,00 €/a erwartungsgemäß am höchsten sind. Bei Alternative B1 liegen die Betriebskosten um rd. 25.000,00 €/a niedriger, entsprechend rd. 284.000,00 €/a.

Unter Berücksichtigung der entfallenden Entsorgungskosten für die Nassschlämme der Kläranlagen Oberelz, Borlerbachtal und Nitzbachtal als maßgebendem Einspareffekt reduzieren sich die Vergleichskosten bei Alternative B2 auf rd. 243.000,00 €/a.

Bei Alternative B3 ergeben sich wiederum höhere Betriebskosten von rd. 255.000,00 €/a. Dies resultiert im Wesentlichen daraus, dass ein maßgebender Einspareffekt für den Wegfall der Kammerfilterpresse auf der KA Adenauer Bach durch die etwa gleich hohen Kosten für den Klärschlammtransport zur KA Bauler kompensiert werden. Weiterhin zu berücksichtigen ist, dass die Mitbehandlung des Adenauer Schlamms in Bauler zu einer Gas- bzw. Eigenstromüberproduktion führt, so dass ein hieraus resultierender geldwerter Vorteil von rd. 16.000,00 €/a nicht, bzw. nur unzureichend (bei Einspeisung in das öffentliche Stromnetz) genutzt werden kann.

## 6. Kostenvergleichsberechnung

Die Berechnung erfolgt auf Basis der Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen (KVR-Leitlinien) vom Juli 2012. Grundlage sind die durchgeführten Kostenschätzungen sowie die ermittelten Veränderungen der Betriebskosten. Ergänzend hierzu wurden folgende Ansätze berücksichtigt:

Reinvestitionskosten werden nur für Neuinvestitionsmaßnahmen mit einem Ansatz von 70% <sup>2</sup> der Erstinvestitionskosten (ohne BNK) angesetzt.

Für die Fördergelder aus Mitteln der Förderschwerpunkte der Kommunalrichtlinie für die Umstellung auf Schlammfäulung und für die Klärschlammbehandlung im Verbund wurden entsprechende Annahmen getroffen. Für die Erneuerung der Belüftungseinrichtung wurden keine Ansätze getroffen, da diese für alle untersuchten Lösungsalternativen quasi identisch und damit nicht entscheidungsrelevant wären.

Zusätzliche Fördergelder aus Mitteln der Wasserwirtschaftsverwaltung des Landes Rheinland-Pfalz (Energiebonus und Förderpauschale von Großprojekten) wurden nicht angesetzt.

Für die Berücksichtigung von Betriebskostensteigerungen wurden verschiedene Szenarien gebildet, welche angenommene unterschiedliche Steigerungsdynamiken abbilden.

Die Ergebnisse der durchgeführten Kostenvergleichsberechnungen (siehe Anlagen 3.1 bis 3.5) sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst bzw. in den nachfolgenden Diagrammen dargestellt:

| Kostenart                      |                            | Alternative A 1<br>Simultanstabilisierung<br>(Kombibecken) | Alternative A 2<br>Simultanstabilisierung<br>(BIOCOS-Becken) | Alternative B 1<br>Schlammfäulung | Alternative B 2<br>Schlammfäulung<br>(Fremdschlamm aus<br>KA's der VG Kelberg) | Alternative B 3<br>Schlammfäulung<br>(wie B2 jedoch mit<br>Schlamm der KA) |
|--------------------------------|----------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Projekt-<br>kosten-<br>barwert | PKBW ohne BKs              | 19.192.690,14                                              | 18.664.783,03                                                | 19.072.283,61                     | 18.123.040,74                                                                  | 22.046.000,47                                                              |
|                                | PKBW mit BKs nach Szenario | 20.553.487,64                                              | 19.993.877,47                                                | 20.305.117,06                     | 19.177.829,50                                                                  | 22.619.368,57                                                              |
|                                | PKBW mit BKs nach Szenario | 21.472.093,20                                              | 20.894.909,00                                                | 21.088.921,48                     | 19.651.772,73                                                                  | 22.619.368,57                                                              |
|                                | PKBW mit BKs nach Szenario | 23.317.152,88                                              | 22.720.129,44                                                | 22.565.440,05                     | 20.116.367,64                                                                  | 23.300.148,25                                                              |
| Jahres-<br>kosten              | JK ohne BKs                | 867.176,58                                                 | 843.179,70                                                   | 860.030,96                        | 816.796,34                                                                     | 927.090,36                                                                 |
|                                | JK mit BKs nach Szenario 1 | 926.027,81                                                 | 900.659,85                                                   | 913.348,05                        | 862.413,43                                                                     | 991.219,79                                                                 |
|                                | JK mit BKs nach Szenario 2 | 965.766,69                                                 | 939.638,47                                                   | 947.255,43                        | 882.916,21                                                                     | 1.016.023,70                                                               |
|                                | JK mit BKs nach Szenario 3 | 1.045.583,97                                               | 1.018.597,51                                                 | 1.011.129,62                      | 903.014,59                                                                     | 1.045.474,23                                                               |

Tab. 4: Projektkostenbarwerte (PKBW) und Jahreskosten (JK) der untersuchten Alternativen

<sup>2</sup> Die Wartung und Instandhaltung der Anlagentechnik wird mit einem jährlichen Ansatz von 0,5% der Investitionskosten berücksichtigt. Hiermit werden auch kleinere Erneuerungsmaßnahmen im laufenden Betrieb abgedeckt.

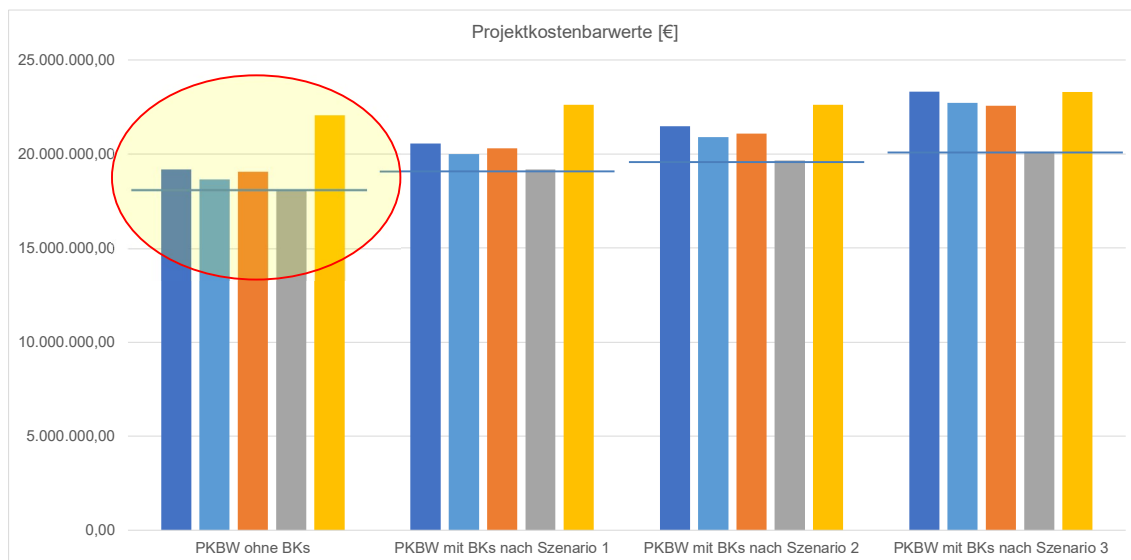


Abb. 10: Projektkostenbarwerte, graphisch

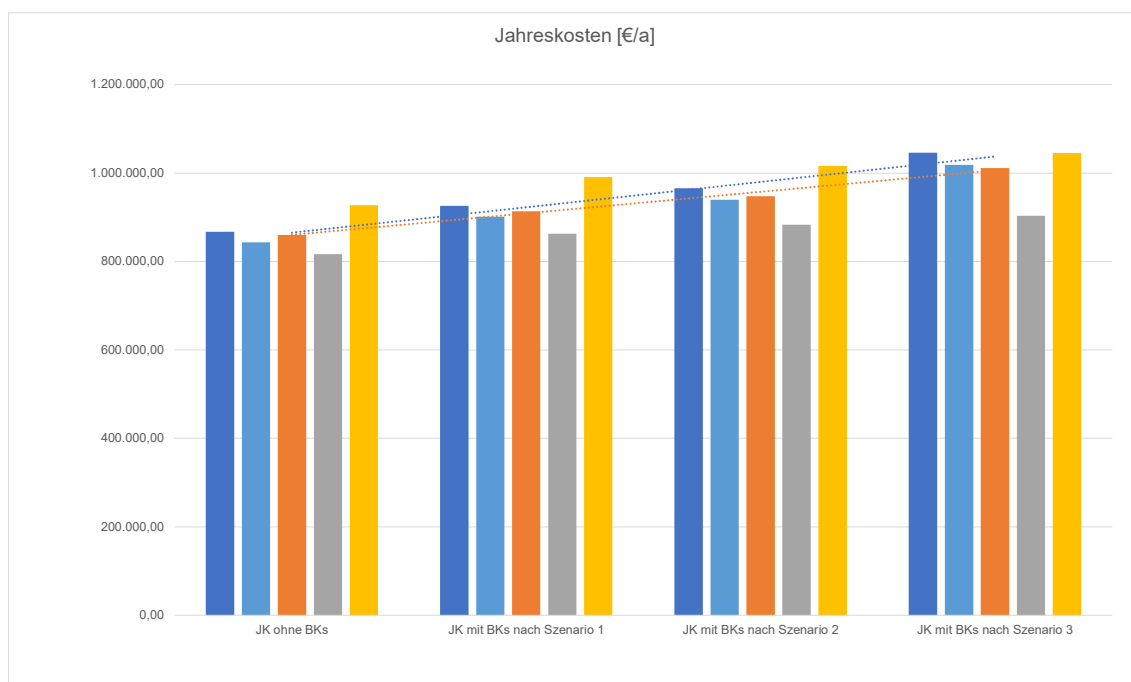


Abb. 11: Jahreskosten, graphisch

**A1: Simultanstabilisierung (Kombibecken)****A2: Simultanstabilisierung (BIOCOS-Becken)****B1: Schlammfäulung****B2: wie B1, jedoch inkl. Fremdschlämme von KA's der VG Kelberg****B3: wie B2, jedoch inkl. Fremdschlamm der KA Adenauer Bach**

Die Kostenvergleichsrechnung zeigt demnach einen Kostenvorteil für die Alternative B1 „Schlammfäulung mit Annahme von Fremdschlämmen der übrigen Kläranlagen der VG Kelberg“. Dieser liegt im Vergleich zur Alternative A2 bei einem Jahreskostenvorteil von rd. 27.000,00 €/a. Mit steigenden Betriebskosten erhöht sich die Vorteilhaftigkeit dieser Alternative. Bereits bei moderater Kostensteigerung gemäß Szenario 1 liegen die Jah-

reskosten um mehr als 60.000,00 €/a niedriger. Im Extremfall ergibt sich nach dem Betrachtungsszenario 4 sogar eine Vorteilhaftigkeit von ca. 115.000,00 €/a.

Die Mitbehandlung des Schlammes der KA Adenauer Bach ist hingegen nicht wirtschaftlich umsetzbar. Maßgebend hierfür sind die hohen Transportkosten (rd. 90.000,00 €/a) sowie die Tatsache, dass auf der KA Bauler dann mehr Gas produziert würde, als für die Abdeckung des Eigenstrombedarfs notwendig wäre. Das bedeutet, dass ein entsprechender Anteil mit einem geldwerten Vorteil von rd. 16.000,00 €/a zu deutlich niedrigeren Vergütungssätzen in das öffentliche Netz eingespeist werden müsste.

#### Anmerkung:

Die Kläranlage Adenauer Bach ist in die Größenklasse 4 (> 10.000 EW bis 100.000 EW) einzustufen. Entgegen der bisherigen Aufgabenstellung könnte demnach auch darüber nachgedacht werden, die KA Adenauer Bach auf Schlammfaulung umzurüsten und die Klärschlämme der Kläranlagen der VG Kelberg sowie der KA Bauler hier mitzubehandeln. Bei dieser Lösung ergeben sich in etwa gleich hohe Schlammtransportkosten. Allerdings könnte der erzeugte Eigenstrom voraussichtlich vollständig auf der KA Adenauer Bach genutzt werden.

Unter Berücksichtigung der ökologischen Nachteile der hohen Transportmengen der größeren Anlagen (von Dümpelfeld nach Bauler oder umgekehrt) sollte u. E. überlegt werden, die Vorteile der Schlammfaulung auf beiden Kläranlagen zu nutzen. Möglicherweise ist es dabei für die KA Adenauer Bach weiterhin von Vorteil die verkehrstechnisch günstig angebunden Kläranlagen Mittelahr und Mayschoss der VG Altenahr in die Überlegungen einzubeziehen, während für die KA Bauler auch eine zusätzliche Mitbehandlung der Schlämme der KA's Mimbachtal und Virneburg in Frage käme.

## 7. Zusammenfassung und Ausführungsempfehlung

Auf der Kläranlage Bauler ist in beiden Abwasserreinigungsstraßen ein erheblicher Optimierungs- bzw. Erneuerungsaufwand gegeben. In der Reinigungsstraße 1 ist neben einer Erneuerung der Regenwasserbehandlungsanlagen sowie der mechanischen Vorreinigung der Bau einer leistungsfähigen biologischen Abwasserreinigungsstufe als Ersatz für die bisher betriebenen belüfteten Abwasserteiche vorgesehen. Neben einer erheblich verbesserten Reinigungsleistung kann hierdurch die bestehende, äußerst energieintensive Oberflächenbelüftung gegen eine leistungsfähige, energieeffiziente Druckbelüftungseinrichtung erneuert werden.

Auch für die Reinigungsstraße 2 für die höher belasteten Abwasser aus dem im Trennsystem entwässerten Einzugsbereich des Nürburgrings besteht ein deutlicher Optimierungs- und Erweiterungsbedarf. Neben einer Effektivierung/Erneuerung der Belüftungseinrichtung ist eine volumenmäßige Erweiterung des SBR-Behandlungsvolumens erforderlich.

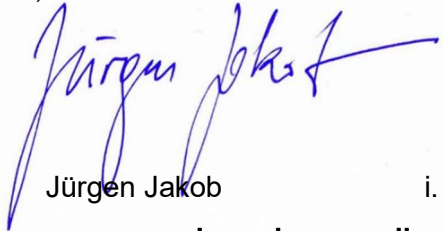
Im Rahmen einer Kostenvergleichsrechnung wurden folgende Lösungsalternativen untersucht:

- A1: Simultane aerobe Schlammstabilisierung (Kombibecken)
- A2: Simultane aerobe Schlammstabilisierung (Biocos-Becken)
- B1: Schlammfaulung (nur für derzeitiges Einzugsgebiet)
- B2: wie B1, jedoch zzgl. Fremdschlammannahme aus KA's der VG Kelberg
- B3: wie B2, jedoch zzgl. Fremdschlammannahme der KA Adenauer Bach

Im Ergebnis ist eine Vorteilhaftigkeit für die Alternative B2 „Schlammfaulung mit Annahme von Fremdschlammern der übrigen Kläranlagen der VG Kelberg“ festzustellen. Im Vergleich zur Ausführung als Simultanstabilisierungsanlage gemäß Alternative A2 liegt diese bei einem Jahreskostenvorteil von rd. 27.000,00 €/a. Mit steigenden Betriebskosten erhöht sich die Vorteilhaftigkeit der Alternative B2.

Eine zusätzliche Mitbehandlung des Klärschlammes der KA Adenauer Bach ist hingegen nicht wirtschaftlich umsetzbar, so dass ein Ausbau der Kläranlage gemäß Alternative B2 empfohlen wird.

Thür, den 10.02.2021



Jürgen Jakob



i. A. Lukas Ellerich

**Ingenieurgesellschaft  
Dr. Siekmann + Partner mbH**