

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

### Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Allgemeines .....	4
2	Darstellung der bisherigen Abwasserbehandlung .....	7
	2.1 Klärtechnische Einrichtungen .....	7
	2.2 Menge und Beschaffenheit des Rohabwassers .....	10
	2.2.1 Abwassermenge.....	10
	2.2.2 Organische Stoffe (CSB, BSB <sub>5</sub> ) .....	11
	2.2.3 Stickstoffverbindungen (NH <sub>4</sub> -N und TN <sub>b</sub> ) .....	12
	2.2.4 Phosphor .....	13
	2.2.5 Schmutzfrachten .....	14
	2.3 Entwicklung der Überwachungswerte .....	15
	2.4 Beschaffenheit des gereinigten Abwassers .....	16
	2.4.1 Organische Stoffe (CSB, BSB <sub>5</sub> ) .....	16
	2.4.2 Stickstoff (NH <sub>4</sub> -N und N <sub>ges,anorg.</sub> ) .....	17
	2.4.3 Phosphorhaltige Substanzen .....	19
3	Variante 1 - Anschluss an den AZV Steinachtal.....	21
	3.1 Vorbemerkung.....	21
	3.2 Abwassernetz AZV Steinachtal .....	22
	3.3 Trassenplanung.....	24
	3.4 Umbauten auf der Kläranlage Abtsteinach .....	33
	3.5 Ermittlung der Investitions- und Betriebskosten der Variante 1 .....	36
	3.5.1 Investitionskosten .....	36
	3.5.2 Wartungs- und Instandhaltungskosten.....	38
	3.5.3 Laufende Betriebskosten .....	39
4	Variante 2 – Erweiterung der Kläranlage .....	44
	4.1 Vorbemerkung.....	44

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

4.2	Vorstellung des CWSBR-Verfahrens zur Ertüchtigung der Teichkläranlage .....	45
4.3	Bemessung der Belebung mit simultaner aerober Schlammstabilisierung .....	48
4.4	Bemessung der erforderlichen Aggregate und Nebeneinrichtungen .....	52
4.4.1	Belüftungseinrichtungen .....	52
4.4.2	Beschickungspumpwerk .....	53
4.4.3	Dekantiereinrichtung und Klarwasserpumpwerk .....	54
4.4.4	Einrichtungen zur Phosphatfällung .....	55
4.4.5	Schlammbehandlung .....	56
4.5	Bauliche Realisierung der CWSBR-Anlage .....	58
4.6	Ermittlung der Investitions- und Betriebskosten der Variante 2 .....	61
4.6.1	Investitionskosten .....	61
4.6.2	Wartungs- und Instandhaltungskosten .....	62
4.6.3	Laufende Betriebskosten .....	62
5	Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen / Dynamische Kostenvergleichsrechnung .....	67
5.1	Vorbemerkung .....	67
5.2	Definition des Grundzustands .....	68
5.3	Finanzmathematische Aufbereitung der Kosten .....	69
5.3.1	Projektkostenbarwert PKBW .....	69
5.3.2	Diskontierungsfaktor (Abzinsungsfaktor) für Einzelkosten DFAKE .....	69
5.3.3	Diskontierungsfaktor für gleichförmige Kostenreihen DFAKR .....	70
5.3.4	Zinssatz .....	71
5.3.5	Jahreskosten .....	72
5.4	Ergebnisse der dynamischen Kostenvergleichsrechnung .....	72
5.4.1	Grundzustand .....	72
5.4.2	Sensitivitätsanalyse .....	74
6	Diskussion, Zusammenfassung und Empfehlung .....	81
7	Literaturverzeichnis .....	84
8	Anhang 1: Zusätzliche Abbildungen zur Betriebsdatenauswertung .....	86
9	Anhang 2: Zusätzliche Abbildungen und Tabellen zu Variante 1 .....	91

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

10	Anhang 3: Zusätzliche Abbildungen und Tabellen zu Variante 2 .....	92
11	Anhang 4: Kostenschätzung .....	98
	11.1 Variante 1 .....	99
	11.2 Variante 2 .....	105
	11.2.1 Bautechnik .....	105
	11.2.2 Maschinentechnische und Elektrotechnische Ausrüstung .....	111
12	Anhang 5: Ergänzende Tabellen zur dyn. Kostenvergleichsrechnung .....	113
	12.1 Grundzustand .....	113
	12.2 Variation Realzinssatz .....	114
	12.3 Variation „laufende Kosten“ .....	119
	12.3.1 Variation Preissteigerungsrate „Strombezug“ .....	124
	12.3.2 Variation Preissteigerungsrate „Schlammentsorgung“ .....	128

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

**ERLÄUTERUNGSBERICHT****1 Veranlassung und Allgemeines**

Die im Vorderen Odenwald in Südhessen an der Grenze zu Baden-Württemberg gelegene Gemeinde Abtsteinach betreibt zur Entsorgung der in den Ortsteilen Ober- und Unter-Abtsteinach anfallenden Abwässer seit 1985 eine Kläranlage mit einer Behandlungskapazität von 3.000 Einwohnerwerten. Die Kläranlage liegt ca. 1.000 Meter südlich des Ortsteils Unter-Abtsteinach und grenzt unmittelbar an die Landesgrenze zu Baden-Württemberg. Einleitgewässer für das behandelte Abwasser ist die Steinach, die nur wenige hundert Meter nördlich von Ober-Abtsteinach entspringt.

Entsprechend den damaligen Anforderungen an die Abwasserreinigung von Kläranlagen dieser Größenordnung, die sich lediglich auf die Elimination sauerstoffzehrender organischer Substanzen (BSB<sub>5</sub>, CSB) bezogen, aber noch keine Forderung nach Nitrifikation des im Abwasser enthaltenen Ammoniumstickstoffs und keine Forderung nach einer weitergehenden Elimination der Gewässer eutrophierenden Stoffe Stickstoff und Phosphor beinhalteten, wurde die Kläranlage als Teichanlage konzipiert.

Aufgrund einer festgestellten Beeinträchtigung der Wasserqualität der Steinach durch die Einleitung des Ablaufs der Teichkläranlage, wurde jedoch schon im Mai 1996 behördlicherseits eine Verbesserung der Reinigungsleistung, insbesondere eine weitgehende Nitrifikation des im Abwasser enthaltenen Ammoniumstickstoffs bis auf eine Restkonzentration von 3,0 mg/l in der qualifizierten Stichprobe bei Abwassertemperaturen  $\geq 12\text{ °C}$ , gefordert.

Der Forderung nach einer weitgehenden Nitrifikation des im Abwasser enthaltenen Stickstoffs kam die Gemeinde Abtsteinach durch die Integration einer Scheibentauchkörperanlage zwischen Teich 3 und dem Schönungsteich nach [1]. Die Inbetriebnahme der Scheibentauchkörperanlage sowie eines neuen RÜB erfolgte in 2001.

Mit Inkrafttreten der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) im Dezember 2000, bzw. der darin erhobenen verbindlichen Zielsetzung, dass ein guter ökologischer und chemischer Zustand der Oberflächengewässer bis 2015 zu erreichen sei, wurden die Anforderungen an die Einleitung des gereinigten Abwassers in die Steinach mit Bescheid vom 22.08.2001

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

hinsichtlich der Einhaltung eines  $P_{\text{ges}}$ -Überwachungswertes von  $\leq 3,0$  mg/l und einer  $N_{\text{ges,anorg}}$ -Konzentration von  $\leq 40$  mg/l weiter verschärft.

Während die Forderungen bezüglich der Einhaltung einer  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Konzentration von weniger als 3,0 mg/l und einer  $N_{\text{ges,anorg}}$ -Konzentration von weniger als 40 mg/l bei Abwassertemperaturen  $\geq 12$  °C, wie später noch eingehender erläutert, relativ gut eingehalten wurden, war die Einhaltung des  $P_{\text{ges}}$ -Überwachungswertes von weniger als 3,0 mg/l von Beginn an problematisch. Insbesondere ab 2010 waren massive Überschreitungen des Überwachungswertes bis ca. 6 mg/l zu verzeichnen.

Die insgesamt unbefriedigende und unzureichende Reinigungsleistung der lediglich um eine Nitrifikationsstufe erweiterten Teichkläranlage veranlasste die Gemeinde Abtsteinach alternativ zur Ertüchtigung bzw. einem Ausbau der bestehenden Kläranlage nach weiteren Lösungen für eine langfristige Sicherung der Abwasserentsorgung zu suchen.

Als aussichtsreiche Möglichkeit zur langfristigen Sicherung der Abwasserentsorgung kommt die später ausführlich als **Variante 1** vorgestellte Ableitung des Abwassers zu der ca. 11 Kilometer südlich, ebenfalls direkt an der Steinach gelegenen Kläranlage des Abwasserzweckverbandes Steinachtal in Betracht. Denn die Verbandskläranlage weist nach einer in 2018 durchgeführten Studie [2] noch eine ausreichende Kapazität zur Mitbehandlung des Abwassers von Ober- und Unter-Abtsteinach auf.

Als **Variante 2** wird die Umrüstung der bestehenden Teichanlage zu einer Belebungsanlage hinsichtlich der technischen Machbarkeit als auch der zu erwartenden Investitions- und Betriebskosten untersucht und in der dynamischen Kostenvergleichsrechnung nach LAWA [3] den entsprechenden Ergebnissen der Variante 1 gegenübergestellt.

Bei der Kostenbetrachtung ist bei beiden Varianten zu berücksichtigen, dass sie in ihrer hydraulischen Kapazität begrenzt sind und nicht mehr als die derzeit genehmigte Mischwassermenge  $Q_M$  von 21 l/s aufnehmen bzw. behandeln können. Deshalb muss die erforderliche Erweiterung der Regenwasserbehandlung um ein RÜB-Volumen von ca. 800 m<sup>3</sup> bei der endgültigen Entscheidung berücksichtigt werden.

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Auf der Grundlage der Kostenvergleichsrechnung beider Varianten wird dann im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse der wesentlichen Einflussgrößen auf die Jahreskosten, wie Zinssatz, Energiekosten, etc., die insgesamt wirtschaftlichste Variante ermittelt.

Das Ergebnis der dynamischen Kostenvergleichsrechnung soll den verantwortlichen Gremien der Gemeinde Abtsteinach als Grundlage für die anstehenden Entscheidungen zur langfristigen Sicherung der Abwasserentsorgung der Ortsteile Ober- und Unter-Abtsteinach dienen.

Bevor die Ergebnisse der Variantenkonkretisierung und der dynamischen Kostenvergleichsrechnung vorgestellt werden, wird im Folgenden jedoch noch anhand einer Auswertung der Betriebsdaten der Teichkläranlage des Zeitraums 2017 bis 2021 sowie der Ergebnisse der amtlichen Überwachung des Zeitraums 2002 bis 2021 die derzeitige Abwassersituation, die die gemeinsame Basis der beiden untersuchten Varianten darstellt, erläutert.

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

**ERLÄUTERUNGSBERICHT****2 Darstellung der bisherigen Abwasserbehandlung****2.1 Klärtechnische Einrichtungen**

Die Ortsteile Ober- und Unter-Abtsteinach der Gemeinde Abtsteinach werden überwiegend im Mischsystem entwässert. Zur Behandlung des anfallenden Abwassers betreibt die Gemeinde, wie eingangs kurz erwähnt, seit 1985 eine Kläranlage. Diese besteht aus drei belüfteten Teichen mit einem Gesamtvolumen von 8.791 m<sup>3</sup> und einer Fläche von insgesamt 4.289 m<sup>2</sup> (siehe Tabelle 2-1) sowie einem nachgeschalteten nicht belüfteten Schönungsteich.

Tabelle 2-1: Volumen und Fläche der belüfteten Teiche (nach [1])

	Volumen	Fläche
	m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>
Teich 1 (belüftet)	3.396	1.620
Teich 2 (belüftet)	2.445	1.216
Teich 3 (belüftet)	2.950	1.453
<b>Summe</b>	<b>8.791</b>	<b>4.289</b>

Bevor das Abwasser jedoch in den ersten Teich gelangt, wird es in einer aus einem belüfteten Geröllfang, einem Harkenumlaufrechen (Spaltweite 10 mm) und einem Rundsandfang bestehenden mechanischen Vorreinigung von störenden Grobstoffen und Sand befreit.

Die in Erdbauweise mit einer mineralischen Dichtung erstellten Klärteiche werden in Reihe betrieben, d.h. nacheinander durchströmt (siehe Lageplan in Anlage 4.1). Die Versorgung der belüfteten Teiche mit Druckluft erfolgt durch zwei Drehkolbengebläse mit einer Luftleistung von je 336 Nm<sup>3</sup>/h, die einschließlich eines baugleichen Reserveaggregats im Untergeschoss des Betriebsgebäudes aufgestellt sind.

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

In dem im Blockhausstil errichteten Betriebsgebäude befinden sich neben der Schaltanlage auch ein kleines Betriebslabor und die sanitären Einrichtungen. Die Beheizung in den Wintermonaten erfolgt elektrisch.



Abbildung 2-1: Teilansicht von Teich 1 und 2 der Teichkläranlage Abtsteinach

Da Teichkläranlagen verfahrensbedingt keine gezielte Nitrifikation der im Abwasser enthaltenen Stickstoffverbindungen erlauben, behördlicherseits aber ab 1996 zum Schutz der Steinach eine weitgehende Nitrifikation des im Abwasser enthaltenen Ammoniumstickstoffs auf eine  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Restkonzentration von  $\leq 3,0 \text{ mg/l}$  vor der Einleitung gefordert wurde, wurde die Teichkläranlage durch eine zwischen Teich 3 und dem Schöningsteich angeordnete Nitrifikationsstufe ergänzt (siehe Lageplan in Anlage 4.2).

Die in 2001 in Betrieb genommene Nitrifikationsstufe ist, wie aus Abbildung 2-2 ersichtlich, als 3-stufige Scheibentauchkörperanlage (STK-Anlage) mit einer gesamten Scheibenfläche von  $14.700 \text{ m}^2$  ausgeführt. Um eine möglichst gleichmäßige Belastung der Anlage mit Ammoniumstickstoff zu erreichen, wird in der frostfreien Zeit ein Teilstrom des nitrifizierten Abwassers aus dem Ablauf der STK-Anlage in den Zulauf von Teich 1 rezirkuliert. Die Rezirkulationsmenge ( $Q_{\text{RZ}}$ ) soll so eingestellt sein, dass die Summe aus  $Q_{\text{RZ}}$  und Kläranlagenzufluss  $Q_{\text{zu}}$  dem maximal zu behandelnden Mischwasserzufluss  $Q_{\text{M}}$  von  $21 \text{ l/s}$  entspricht. Durch die Rezirkulation wird der bei Trockenwetterzufluss in höheren Konzentrationen von zeitweise mehr als  $50 \text{ mg/l}$  im Abwasser enthaltene Ammoniumstickstoff

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

verdünnt und das im rezirkulierten Abwasser vorliegende Nitrat kann in Teich 1 – trotz Belüftung – teilweise denitrifiziert und damit die Stickstoffelimination gesteigert werden.



Abbildung 2-2: A) Blick auf die Scheibentauchkörperanlage mit vorgelagertem RÜB (V ca. 600 m³); B) Blick auf die drei in Reihe betriebenen Scheibentauchkörperwalzen

Um Stoßbelastungen der STK-Anlage bei Mischwasserzufluss von mehr als 21 l/s zu vermeiden, wurde im Zuge des Ausbaus der Kläranlage zur Nitrifikation die bis dahin in den Teichen vorgenommene Regenwasserbehandlung (Aufstauvolumen der Teiche für Regenwasser: 858 m³) von der Abwasserbehandlung getrennt und die Regenwasserbehandlung durch ein neues RÜB (siehe Abbildung 2-2 A) sichergestellt.

Zur Verbesserung der Phosphorelimination wurde auf Anregung der Aufsichtsbehörde als letzte klärtechnische Maßnahme ein Schotterbett als Basis für ein Schilfbeet in den Schönungsteich eingebaut. Dies sollte die Abscheidung der im Ablauf der STK-Anlage enthaltenen Schlammflocken begünstigen. Da das Schotterbett keine ausreichende Verbesserung der P-Elimination bewirkte, wird seit Juli 2019 zusätzlich eine Fällung des im Abwasser enthaltenen ortho-Phosphats durch Dosierung einer Aluminat-Lösung in den Sandfang durchgeführt.

Die Effektivität der klärtechnischen Einrichtungen, als auch die Qualität und Beschaffenheit des Rohabwassers, das gegebenenfalls zur Kläranlage des AZV Steinachtal abgeleitet werden muss, wird im Folgenden anhand der Ergebnisse einer Auswertung der Betriebsdaten des Zeitraums 2017 – 2021 vorgestellt.

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

## 2.2 Menge und Beschaffenheit des Rohabwassers

### 2.2.1 Abwassermenge

In der folgenden Abbildung 2-3 ist die Ganglinie der im Zeitraum 2017 bis 2021 im Zulauf der Kläranlage gemessenen Abwassermenge dargestellt.

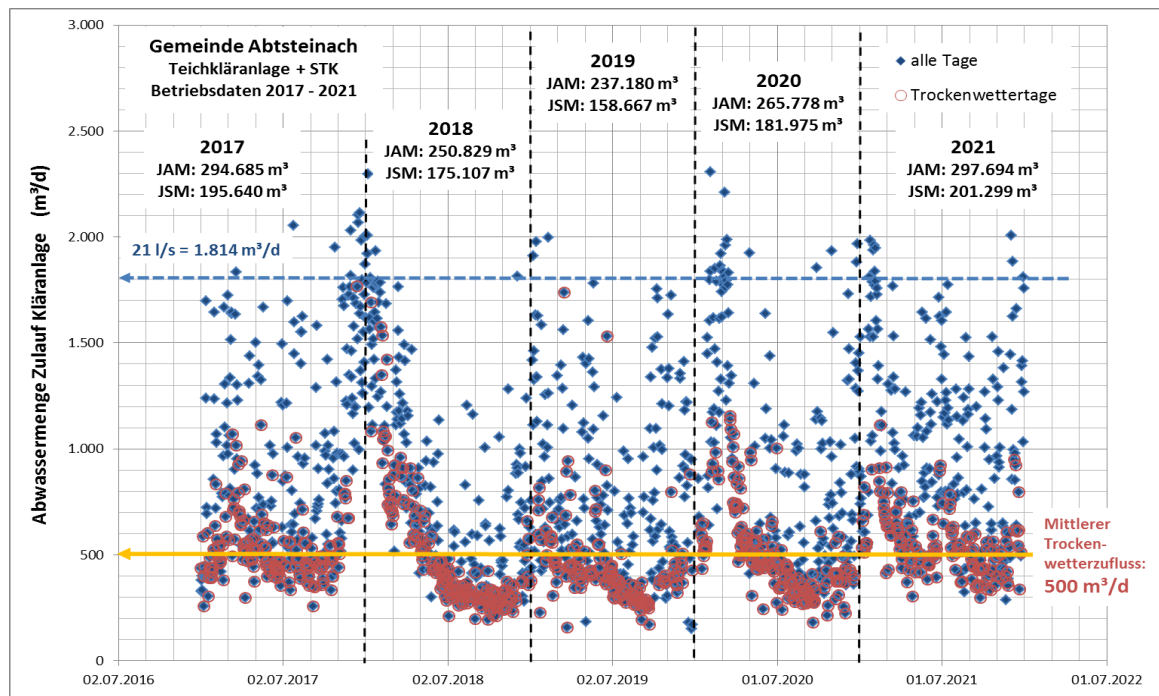


Abbildung 2-3: Ganglinie der Abwassermenge im Zulauf der Kläranlage Abtsteinach

Wie der Abbildung zu entnehmen ist, variiert der Zufluss je nach Witterung und Jahreszeit in einem weiten Bereich von minimal ca. 200 m³/d an trockenen Sommertagen und maximal ca. 2.000 m³/d an Regentagen. Auffällig ist, dass der mittlere Trockenwetterzufluss von rd. 500 m³/d insbesondere in den niederschlagsreicheren Frühjahrsmonaten zeitweise deutlich um mehr als 100% überschritten wird.

Die Jahresabwassermenge (JAM) schwankte im ausgewerteten Zeitraum 2017-2021 im Bereich von 237.180 m³ in 2019 und 297.694 m³ in 2021 und betrug im Mittel rd. 270.000 m³/a. Daran hatte der Trockenwetterabfluss bzw. die Jahresschmutzwassermenge (JSM) einen Anteil von durchschnittlich 182.500 m³/a bzw. 67,8%.

AG: Gemeinde Abtsteinach  
Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

### 2.2.2 Organische Stoffe (CSB, BSB<sub>5</sub>)

Die Belastung der Kläranlage Abtsteinach mit organischen Stoffen wird routinemäßig i.d.R. viermal pro Monat anhand der Bestimmung der Parameter Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB) und Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB<sub>5</sub>) in den dem Zulauf entnommenen Abwasserstichproben überprüft. Die Messergebnisse des CSB sind in der folgenden Abbildung 2-4 dargestellt. Es zeigt sich, dass die Einzelwerte in einem sehr weiten Bereich von ca. 50 mg/l bis ca. 900 mg/l streuen, wobei die niedrigen Werte wie zu erwarten vorzugsweise bei Mischwasserzufluss und die hohen Werte bei Trockenwetter zu beobachten sind (siehe Abbildung 8-1 in Anhang 1).

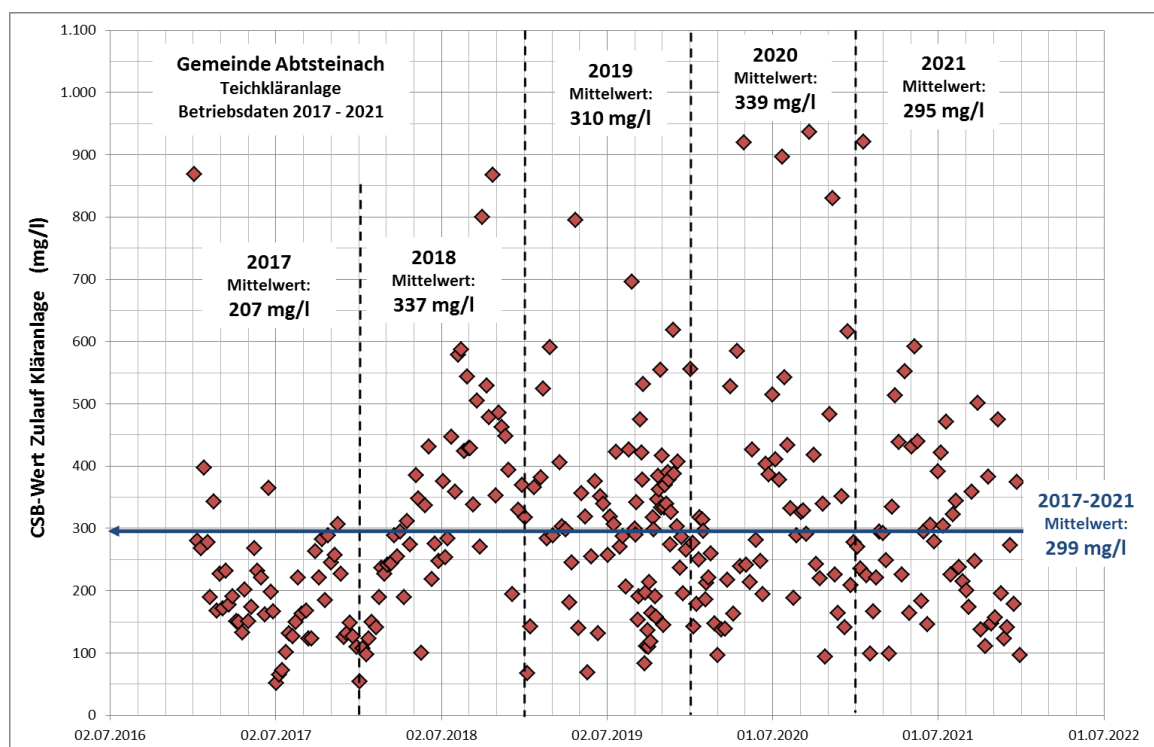


Abbildung 2-4: CSB-Wert im Zulauf der Kläranlage Abtsteinach (Basis: Abwasserstichproben)

Mit Bezug auf die parallel zum CSB bestimmten BSB<sub>5</sub>-Werte errechnet sich ohne Berücksichtigung der sehr niedrigen Werte aus dem Betriebsjahr 2017, die sehr wahrscheinlich auf eine fehlerhafte CSB Bestimmung zurückzuführen sind, ein mittleres CSB/BSB<sub>5</sub>-

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Verhältnis von 2,14. Dieser Wert stimmt gut mit dem bei häuslich geprägtem Abwasser festgestellten Wert von 2 überein (vgl. A 198 [4]).

### 2.2.3 Stickstoffverbindungen (NH<sub>4</sub>-N und TN<sub>b</sub>)

Zur Kontrolle der Belastung mit Stickstoff wird aus den Zulaufstichproben routinemäßig einmal pro Woche die Konzentration an Ammoniumstickstoff (NH<sub>4</sub>-N) und einmal monatlich die Konzentration an Gesamtstickstoff (TN<sub>b</sub>) bestimmt. Die Messwerte des Zeitraums 2017 – 2021 sind in der folgenden Abbildung 2-5 dargestellt.

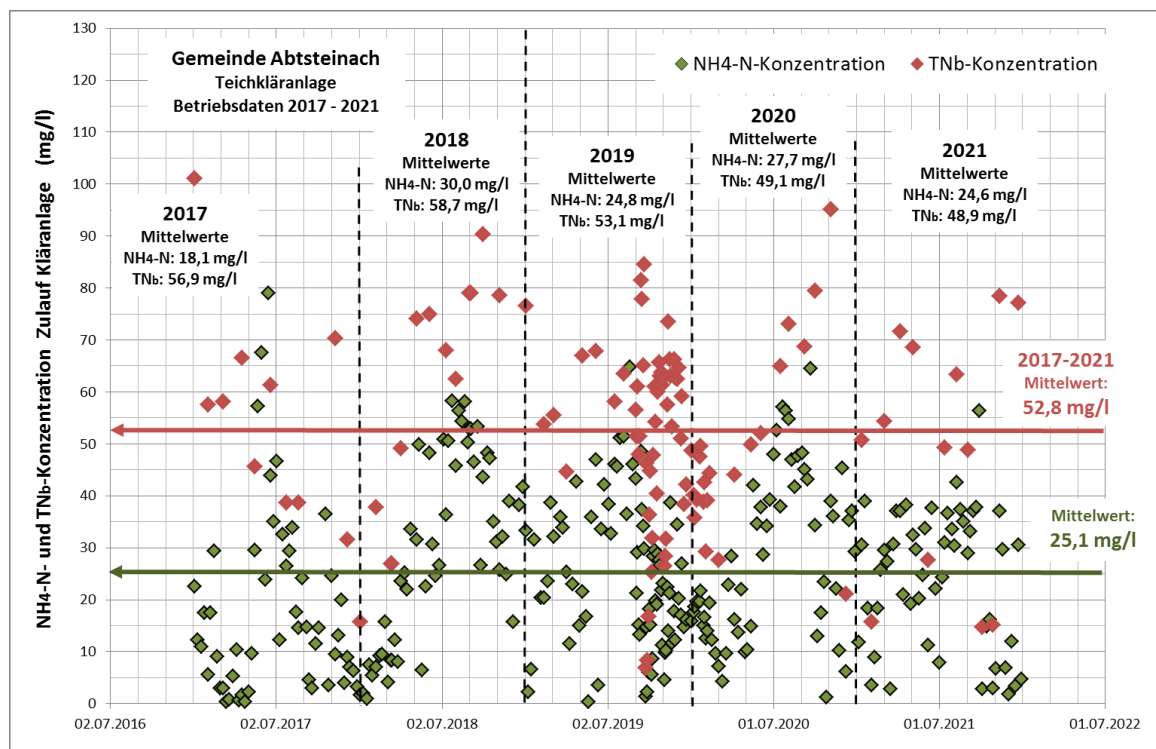


Abbildung 2-5: Die Konzentrationen an NH<sub>4</sub>-N und TN<sub>b</sub> im Zulauf zur Kläranlage Abtsteinach (Basis: Abwasserstichproben)

Wie Abbildung 2-5 zu entnehmen ist, schwankt die Konzentration an Ammoniumstickstoff (NH<sub>4</sub>-N) in einem weiten Bereich von zeitweise weniger als 10 mg/l bei Mischwasserzufluss sowie erhöhtem Fremdwasseranteil in den Wintermonaten und bis zu ca. 60 mg/l in den eher trockenen Sommermonaten mit einem sehr geringen Fremdwasseranteil um den Mittelwert von 25,1 mg/l. Die Konzentration an Gesamtstickstoff (TN<sub>b</sub>), die neben dem

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Ammoniumstickstoff auch den im Abwasser enthaltenen organisch gebundenen Stickstoff sowie die oxidierten Stickstoffverbindungen Nitrit und Nitrat erfasst, überschreitet vereinzelt einen Wert von 80 mg/l und beträgt im Mittel 52,8 mg/l.

Betrachtet man das Verhältnis der im Abwasser enthaltenen organischen Stoffe (CSB) zum Stickstoff (TN<sub>b</sub>), dann ergibt sich für den ausgewerteten Zeitraum 2018-2021 ein durchschnittlicher Wert von ca. 6,0. Nach den Angaben im DWA-Regelwerk (A 198, [4]) ist bei häuslich geprägtem Rohabwasser von einem durchschnittlichen CSB/N- Verhältnis von ca. 11 auszugehen. Demnach enthält das der Kläranlage zufließende Abwasser entweder einen Überschuss an Stickstoff oder einen Mangel an organischen Stoffen. Jedenfalls ist bei dem vorgefundenen mittleren CSB/N-Verhältnis von 6 von einer eingeschränkten Stickstoffelimination durch Nitrifikation/Denitrifikation auszugehen.

### 2.2.4 Phosphor

Als letzte der im Abwasser enthaltenen Nährstoffkomponenten ist die Konzentration an Gesamtphosphor (P<sub>ges</sub>) in der folgenden Abbildung 2-6 wiedergegeben.

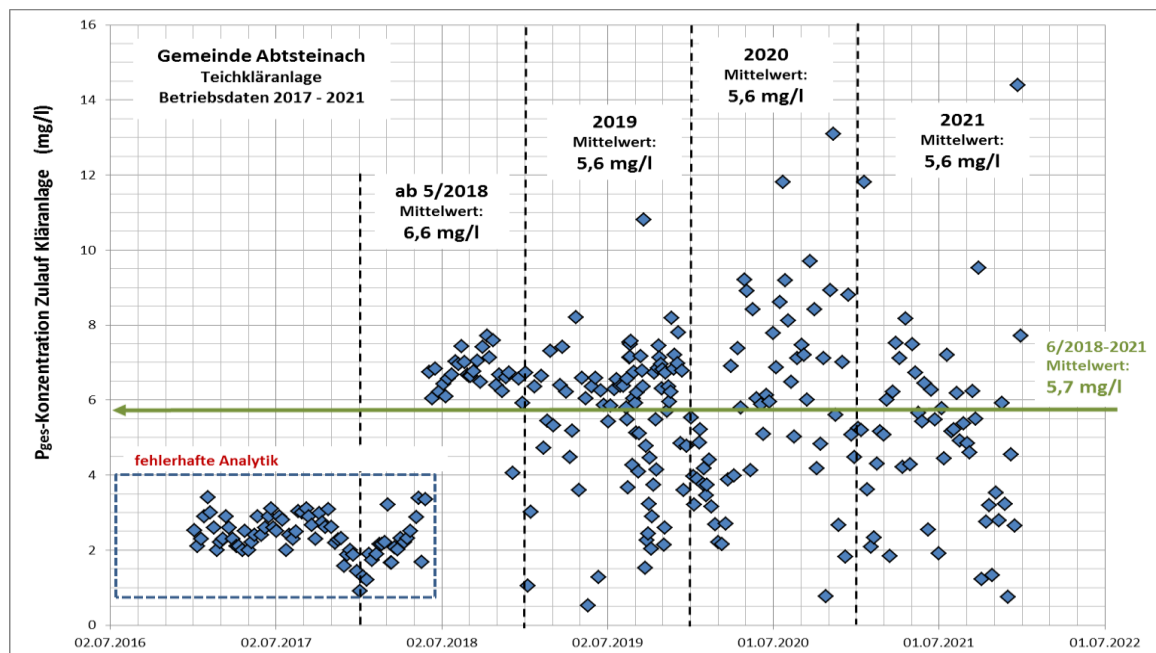


Abbildung 2-6: Die P<sub>ges</sub>-Konzentration im Zulauf der Kläranlage (Basis: Stichproben)

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Wie schon für die Parameter CSB,  $\text{NH}_4\text{-N}$  und  $\text{TN}_b$  festgestellt, so unterliegt auch die Konzentration an  $\text{P}_{\text{ges}}$  im Zulauf der Teichkläranlage erheblichen Schwankungen. Lässt man die fehlerbehafteten Messwerte des Zeitraums 2017 bis April 2018 außer Acht, dann ist für die restliche Zeit bis Ende 2021 eine Bandbreite der Messwerte von 0,5 mg/l bis maximal 14,4 mg/l bei einer mittleren Konzentration von 5,7 mg/l festzustellen. Der Mittelwert von 5,7 mg/l wird auch durch die im Rahmen der i.d.R. zweimal pro Jahr von der Unteren Wasserbehörde durchgeführten Kontrolluntersuchungen (Abbildung 8-3 in Anhang 1), bei denen im Zeitraum 2002 bis 2021 eine mittlere  $\text{P}_{\text{ges}}$ -Konzentration von 5,6 mg/l festgestellt wurde, bestätigt.

### 2.2.5 Schmutzfrachten

Bei den dem Zulauf entnommenen Abwasserproben handelt es sich um Stichproben, die aufgrund der im Tagesverlauf auftretenden und durch die jeweilige Zulaufsituation (Trockenwetter- oder Mischwasserzufluss) bedingten Konzentrationsschwankungen - anders als mengenproportionale 24h-Mischproben - nicht als repräsentativ für die vorliegende Abwassersituation anzusehen sind. Eine Verwendung der Messwerte zur Berechnung der der Kläranlage zugeführten Schmutzfrachten ist deshalb nicht zielführend.

Zur Abschätzung der in der Teichkläranlage behandelten Frachten muss daher auf die im DWA-Regelwerk (Arbeitsblatt A 198, [4]) genannten im Rohabwasser enthaltenen einwohnerspezifischen Schmutzfrachten (CSB 120 g/E·d; TKN 11 g/E·d;  $\text{P}_{\text{ges}}$  1,8 g/E·d) sowie die derzeit an die Kläranlage angeschlossenen Einwohnerwerte von ca. 2.500 EW bzw. die der Bemessung der Kläranlage zu Grunde liegenden 3.000 EW zurückgegriffen werden.

Unter Ansatz einer maximalen Belastung der Teichkläranlage mit 3.000 Einwohnerwerten (EW) ist von den in der folgenden Tabelle 2-2 zusammengestellten Schmutzfrachten im Zulauf auszugehen. Diese werden später auch der Bemessung der zu untersuchenden Variante 2, d.h. der Umgestaltung der Teichkläranlage in eine Belebungsanlage mit simultaner aerober Schlammstabilisierung zu Grunde gelegt.

AG: Gemeinde Abtsteinach  
Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Tabelle 2-2: Anzusetzende Schmutzfrachten im Zulauf der Teichkläranlage Abtsteinach

Parameter	Spezifische Schmutzfracht	Angeschlossene Einwohnerwerte	Bemessungsfracht (85%-Wert)
Einheit	(g/E·d)	(EW)	(kg/d)
<b>Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)</b>	120	3.000	360
<b>Gesamtstickstoff (TN<sub>b</sub> bzw. TKN)</b>	11	3.000	33
<b>Gesamtphosphor (P<sub>ges</sub>)</b>	1,8	3.000	5,4
<b>Feststoffe (TS<sub>0</sub> bzw. AFS)</b>	70	3.000	210

### 2.3 Entwicklung der Überwachungswerte

Als Grundlage für die Beurteilung der nach erfolgter Reinigung im Ablauf der Kläranlage noch enthaltenen Restverschmutzung ist in der folgenden Tabelle 2-3 die Entwicklung der an die Einleitung in die Steinach gestellten Anforderungen wiedergegeben.

Tabelle 2-3: Entwicklung der Anforderungen an die Qualität des aus der Kläranlage Abtsteinach in die Steinach eingeleiteten, gereinigten Abwassers (Anforderung gilt für 2h-Mischprobe bzw. qualifizierte Stichprobe)

Parameter	Einheit	Erlaubnisbescheid vom					
		08.01.1992	09.05.1996	22.08.2001	29.08.2012 - 30.09.2014 ***	21.12.2018 (ab 01.03.2019)	Maßnahmenprogramm 2021-2027
<b>Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)</b>	mg/l	100	75	75	90	75 / 60 **	75 / 60 **
<b>Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB<sub>5</sub>)</b>	mg/l	25	20	20	20	20 / 15 **	20 / 15 **
<b>Gesamtstickstoff * (N<sub>ges,anorg</sub>)</b>	mg/l	70	70	40	40	30	30
<b>Ammoniumstickstoff * (NH<sub>4</sub>-N)</b>	mg/l		3	3	6	3	3
<b>Gesamtphosphor (P<sub>ges</sub>)</b>	mg/l	4	4	3	6	2,0	1,2
<b>P<sub>ges</sub>-Jahresmittelwert</b>	mg/l					1,0	0,85

\* Einzuhalten bei T ≥ 12 °C im Ablauf des biol. Reaktors / \*\* bestimmt aus der algenfreien Probe / \*\*\* vorübergehende Erhöhung wg. Betriebsproblemen

Wie der Tabelle zu entnehmen ist, wurden seit dem 01.03.2019 insbesondere die Anforderungen an den Parameter Gesamtphosphor (P<sub>ges</sub>) mit einer Absenkung von 3,0 mg/l

AG: Gemeinde Abtsteinach  
Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

auf 2,0 mg/l sowie der Einhaltung einer  $P_{\text{ges}}$ -Konzentration im Jahresmittel von lediglich 1,0 mg/l deutlich verschärft, wobei mit dem Maßnahmenprogramm 2021-2027 zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie eine weitere Verschärfung auf 1,2 mg/l ( $P_{\text{ges}}$ -Überwachungswert) bzw. 0,85 mg/l (Jahresmittelwert) bereits angekündigt wurde.

## 2.4 Beschaffenheit des gereinigten Abwassers

### 2.4.1 Organische Stoffe (CSB, BSB<sub>5</sub>)

In der folgenden Abbildung 2-7 ist der im Ablauf der Kläranlage, d.h. an der Einleitstelle in die Steinach noch vorgefundene Chemische Sauerstoffbedarf dargestellt. Während für die Jahre 2017 bis Mitte 2019 die Bestimmung aus der Originalprobe erfolgte, wird seit Mitte 2019 die filtrierte, also algenfreie Abwasserprobe analysiert.

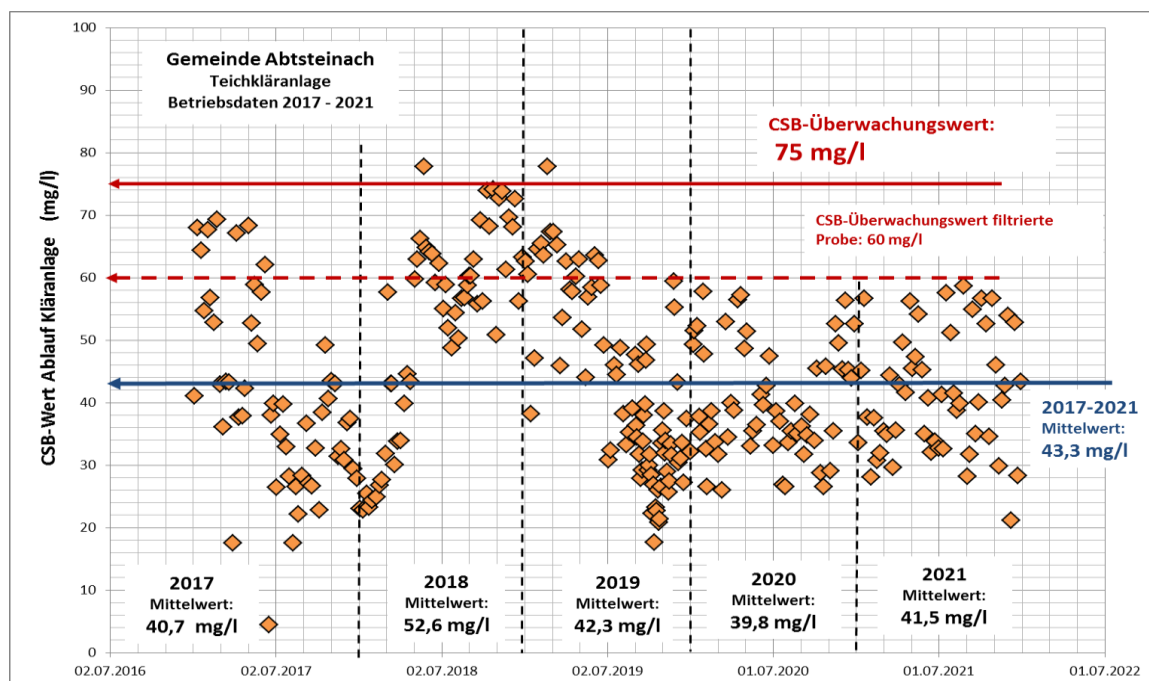


Abbildung 2-7: CSB-Wert im Ablauf der Kläranlage Abtsteinach (qualifizierte Stichproben)  
Anmerkung: ab Mitte 2019 erfolgte die Bestimmung aus der filtrierten Probe

Wie der Abbildung zu entnehmen ist, ist mit Ausnahme des Zeitraums 2018 bis Mitte 2019, in dem deutlich erhöhte CSB-Ablaufwerte von zeitweise mehr als 70 mg/l festgestellt wurden, davon auszugehen, dass die gestellten Anforderungen ( $CSB_{\text{hom}} \leq 75 \text{ mg/l}$ )

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

und  $CSB_{\text{filt}} \leq 60 \text{ mg/l}$  i.d.R. sicher eingehalten wurden. Im Mittel findet sich in den filtrierten Proben (Papierfaltenfilter) ein CSB-Wert von 40 mg/l, der vorwiegend von huminstoffartigen Reststoffen des biologischen Abbaus herrühren dürfte, denn biologisch abbaubare organische Stoffe sind im gereinigten Abwasser nur noch in geringer Konzentration enthalten. Dies zeigt sich an dem niedrigen  $BSB_5$  von durchschnittlich 7,7 mg/l (vgl. Abbildung 8-4 in Anhang 1), bzw. an dem vergleichsweise hohen CSB/ $BSB_5$ -Verhältnis von durchschnittlich 8,1 (vgl. Abbildung 8-5 in Anhang 1). Aus den Messergebnissen der 44 im Zeitraum Oktober 2000 bis Juni 2022 im Rahmen der amtlichen Überwachung analysierten Ablaufproben errechnet sich sogar ein durchschnittliches CSB/ $BSB_5$ -Verhältnis von 9,9. Demnach wird die im Rahmen der Eigenkontrolle festgestellte weitgehende Elimination der im Abwasser enthaltenen organischen Substanzen durch die vorhandenen Kläreinrichtungen durch die amtliche Überwachung bestätigt.

### 2.4.2 Stickstoff ( $NH_4\text{-N}$ und $N_{\text{ges,anorg.}}$ )

Betrachtet man sich den in Abbildung 2-8 dargestellten Verlauf der  $NH_4\text{-N}$ -Konzentration im Ablauf der Kläranlage Abtsteinach, dann könnte man den Eindruck gewinnen, dass der  $NH_4\text{-N}$ -Überwachungswert von 3,0 mg/l relativ häufig überschritten wird.

Ein anderer Eindruck wird jedoch vermittelt, wenn die im Ablauf gemessene  $NH_4\text{-N}$ -Konzentration, wie in der folgenden Abbildung 2-9 dargestellt, über der Abwassertemperatur aufgetragen wird. Es zeigt sich, dass von den insgesamt 292 Messungen im Zeitraum 2017 – 2021 lediglich 14 Messwerte – dies sind weniger als 5% - als eine Überschreitung des  $NH_4\text{-N}$ -Überwachungswertes von 3,0 mg/l zu werten sind. Denn 30 der insgesamt 44 Messungen mit  $NH_4\text{-N}$ -Konzentrationen von mehr als 3 mg/l traten bei einer Abwassertemperatur von weniger als 12 °C auf, also in einem Temperaturbereich in dem die Anforderungen an die Nitrifikation und Stickstoffelimination aufgrund des geringen Wachstums der Nitrifikanten ausgesetzt sind.

Zum gleichen Ergebnis kommt man, wenn man sich die Ergebnisse der amtlichen Überwachung im Zeitraum 2001 bis Juni 2022 betrachtet (vgl. Abbildung 8-6 in Anh. 1).

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

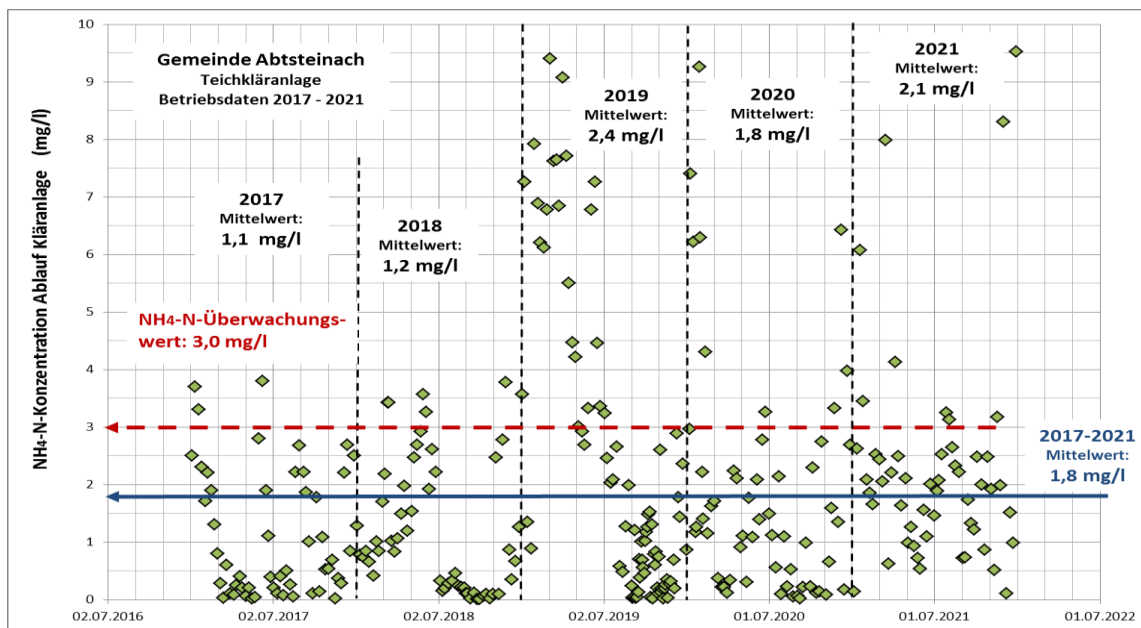


Abbildung 2-8: NH<sub>4</sub>-N-Konzentration im Ablauf der Kläranlage Abtsteinach (Stichproben)

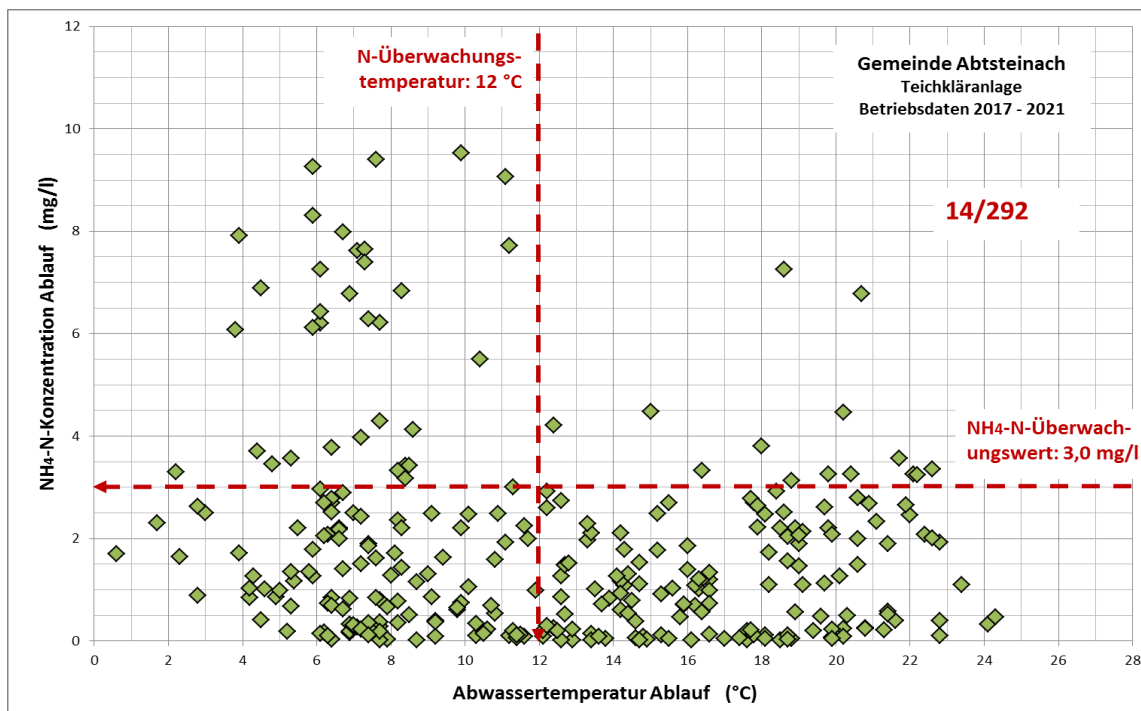


Abbildung 2-9: Die NH<sub>4</sub>-N-Konzentration im Ablauf der Kläranlage Abtsteinach in Abhängigkeit von der Abwassertemperatur

AG: Gemeinde Abtsteinach  
Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Insgesamt kann demnach davon ausgegangen werden, dass die Scheibentauchkörperanlage mit Ausnahme der Wintermonate in denen die Abwassertemperatur weit unter die Überwachungstemperatur der Nitrifikation und Stickstoffelimination von 12 °C absinken kann (vgl. Abbildung 8-7 in Anhang 1), eine weitgehende Nitrifikation des im Kläranlagen-zulauf enthaltenen Ammoniumstickstoffs sicherstellt.

### 2.4.3 Phosphorhaltige Substanzen

Aufgrund seiner stark eutrophierenden Wirkung kommt der Konzentration des im Ablauf der Kläranlage verbleibenden Phosphors eine besondere Bedeutung zu. Dies spiegelt sich auch in der über die Jahre erfolgten Erhöhung der Anforderungen an die Phosphorelimination der Kläranlage bzw. an der sukzessiven Absenkung des Überwachungswertes für den Parameter  $P_{ges}$  auf zukünftig 1,2 mg/l wider (vgl. Tabelle 2-3).

Die  $P_{ges}$ -Konzentration an der Einleitstelle ist in Abbildung 2-10 dargestellt.

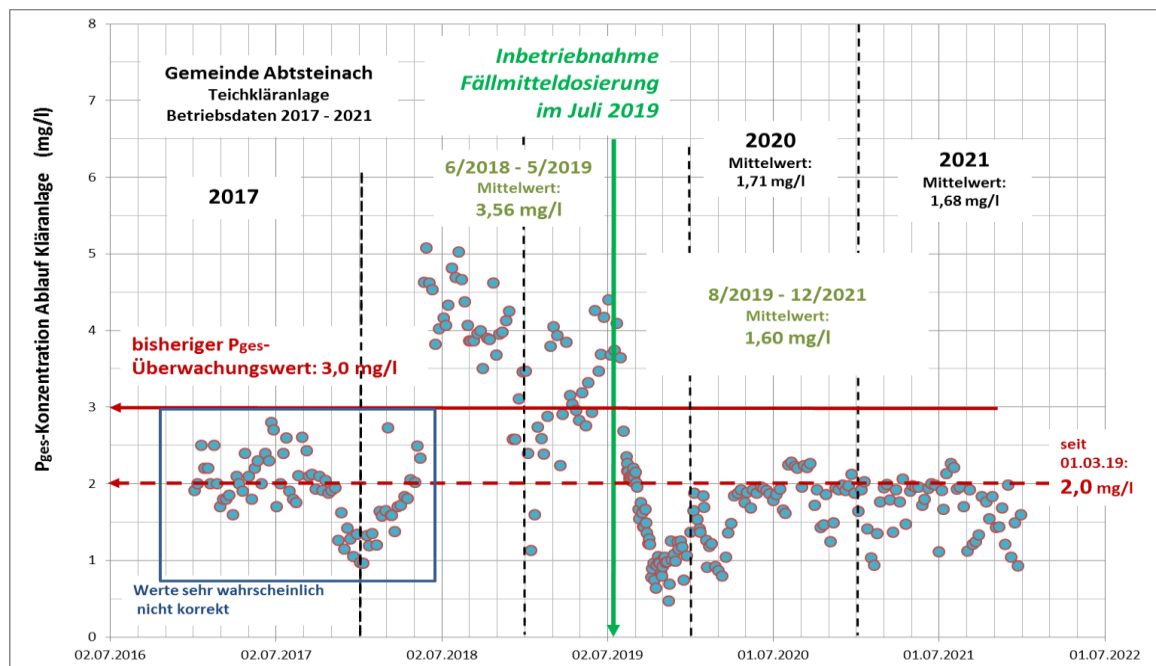


Abbildung 2-10: Die Konzentration an  $P_{ges}$  im Ablauf der Kläranlage Abtsteinach (Stichproben)

Der Verlauf der Messwerte verdeutlicht, dass bis zur Inbetriebnahme der Fällmitteldosierung in den belüfteten Sandfang im Sommer 2019 zeitweise eine erhebliche

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Überschreitung des seit August 2001 geltenden  $P_{\text{ges}}$ -Überwachungswertes von 3,0 mg/l zu verzeichnen war. Erst mit Einrichtung der Vorfällung und damit einer gezielten Phosphorelimination im Sommer 2019 konnten geeignete Voraussetzungen geschaffen werden, um nicht nur den  $P_{\text{ges}}$ -Überwachungswert von 3,0 mg/l zu unterschreiten, sondern auch den mit Änderungsbescheid vom 21.12.2018 erlassenen, ab dem 01.03.2019 geltenden  $P_{\text{ges}}$ -Überwachungswert von 2,0 mg/l in der 2h-Mischprobe bzw. qualifizierten Stichprobe relativ gesichert einzuhalten. Diese positive Entwicklung wird auch durch die Ergebnisse der amtlichen Überwachung ab Mitte 2019 bestätigt (Abbildung 8-8 in Anh. 1).

Nicht eingehalten wird dagegen der ebenfalls seit 01.03.2019 geltende im Jahresmittel einzuhaltende  $P_{\text{ges}}$ -Betriebswert von 1,0 mg/l sowie die bereits mit Schreiben vom 15.08.2022 angekündigte weitere Verschärfung des Überwachungswertes auf 1,2 mg/l und des betrieblichen Mittelwertes auf 0,85 mg/l.

Die Überschreitung bzw. Nichteinhaltung der vorgenannten Auflagen ist darauf zurückzuführen, dass allein mit einer Vorfällung - insbesondere bei einer Teichkläranlage mit großen Volumina wie im vorliegenden Fall von rd. 8.800 m<sup>3</sup> - aufgrund der langen Verweilzeiten bzw. der daraus resultierenden Trägheit des Systems  $P_{\text{ges}}$ -Konzentrationen von im Mittel deutlich weniger als 2 mg/l nicht realisiert werden können. Dazu wäre eine weitere Dosierung von Fällmittel in den Ablauf von Teich 3 oder in den Ablauf der Scheibentauchkörperanlage (STK-Anlage) erforderlich (Zweipunktfällung).

Die Einrichtung und der Betrieb einer zweiten Fällmitteldosierstelle im Ablauf der Teiche bzw. der STK-Anlage sind jedoch nur sinnvoll, wenn im Anschluss an die Fällung eine Abtrennung der phosphorhaltigen Fällprodukte durch z.B. eine Filtration sichergestellt wird. Die Errichtung einer Filtrationsstufe ist jedoch im vorliegenden Fall keine Option, da sich die STK-Anlage, die zwar bei Abwassertemperaturen  $\geq 12$  °C i.d.R. eine weitgehende Nitrifikation des im Abwasser enthaltenen Stickstoffs auf  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Konzentrationen  $\leq 3$  mg/l sicherstellt (vgl. Abbildung 2-9), bereits seit mehr als 20 Jahren in Betrieb befindet und daher altersbedingt einer grundlegenden Sanierung und gegebenenfalls zur Stabilisierung der Nitrifikationsleistung einer kostenintensiven Erweiterung bedarf.

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

### 3 Variante 1 - Anschluss an den AZV Steinachtal

#### 3.1 Vorbemerkung

Aufgrund der Topographie des Vorderen Odenwalds und der Lage von Abtsteinach beziehungsweise der Kläranlage von Abtsteinach im Tal der Steinach, ist eine Ableitung des Abwassers im Freispiegel nur nach Süden folgend möglich.

Im Rahmen der Vorplanung wurden aber auch diverse Alternativtrassen zur Ableitung des Abwassers in benachbarte Zweckverbände untersucht. Eine Übersicht dieser ist in Abbildung 3-1 dargestellt.

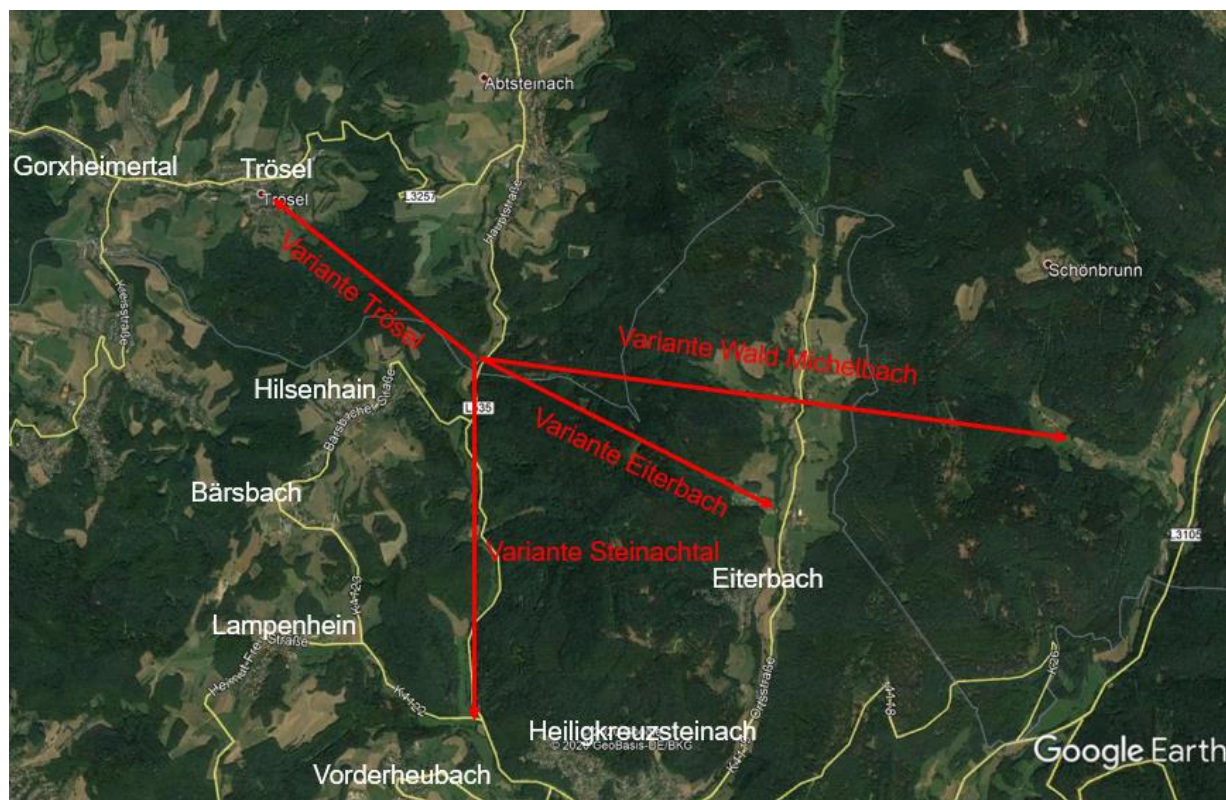


Abbildung 3-1 Übersicht der möglichen Trassen für eine Ableitung an benachbarte Zweckverbände. (Quelle: Eigenes Werk, Basis Google Earth)

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Nachteilig bei diesen Varianten ist jeweils, dass die Leitungsverläufe über unwegsames Gelände wie Forststraßen, teilweise auch nur Rückegassen laufen und dabei Höhenunterschiede von teilweise über 100 m überwunden werden müssen. Die damit zu erwartenden Bau- und Betriebskosten eines Pumpwerks haben bereits im Rahmen der Vorplanung zu einer Festlegung der Ableitung zur Kläranlage des Abwasserzweckverbands Steinachtal (AZV Steinachtal) über das Tal der Steinach geführt.

Für die Variante Anschluss an den AZV Steinachtal wurden verschiedene Trassen untersucht.

### 3.2 Abwassernetz AZV Steinachtal

Eine schematische Übersicht über das Verbandsgebiet des AZV Steinachtal ist in Abbildung 3-2 dargestellt.

Die detaillierte Beschreibung des Verbandsnetzes kann [12,13,14] entnommen werden.

Der Anschluss an die Verbandskanäle erfolgt zwischen dem Regenüberlauf Vorderheubach (RÜ H-Vorderheubach) und dem Regenüberlaufbecken Grillhütte (RÜB 08 H-Grillhütte).

Bereits 2019 wurde hierzu durch unser Büro die Schmutzfracht des AZV Steinachtal von 2009 [14] überprüft. Zusammenfassend zeigte sich hier, dass im Netz des AZV Steinachtal und Abtsteinach entweder 1.320 m<sup>3</sup> bis 2.107 m<sup>3</sup> Beckenvolumen geschaffen werden müssen, oder der Zufluss zur Kläranlage des AZV Steinachtal um 21 l/s von 183 l/s auf 204 l/s erhöht werden muss. Im Hinblick auf die bereits in [2] dargestellten Kapazitäten der Kläranlage des AZV Steinachtal ist eine Erhöhung des Zuflusses zur Kläranlage zweckmäßig, da die Engpässe auf der Kläranlage überschaubar sind. Die bauliche Anpassung dieser Engpässe sind kostenmäßig berücksichtigt.

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

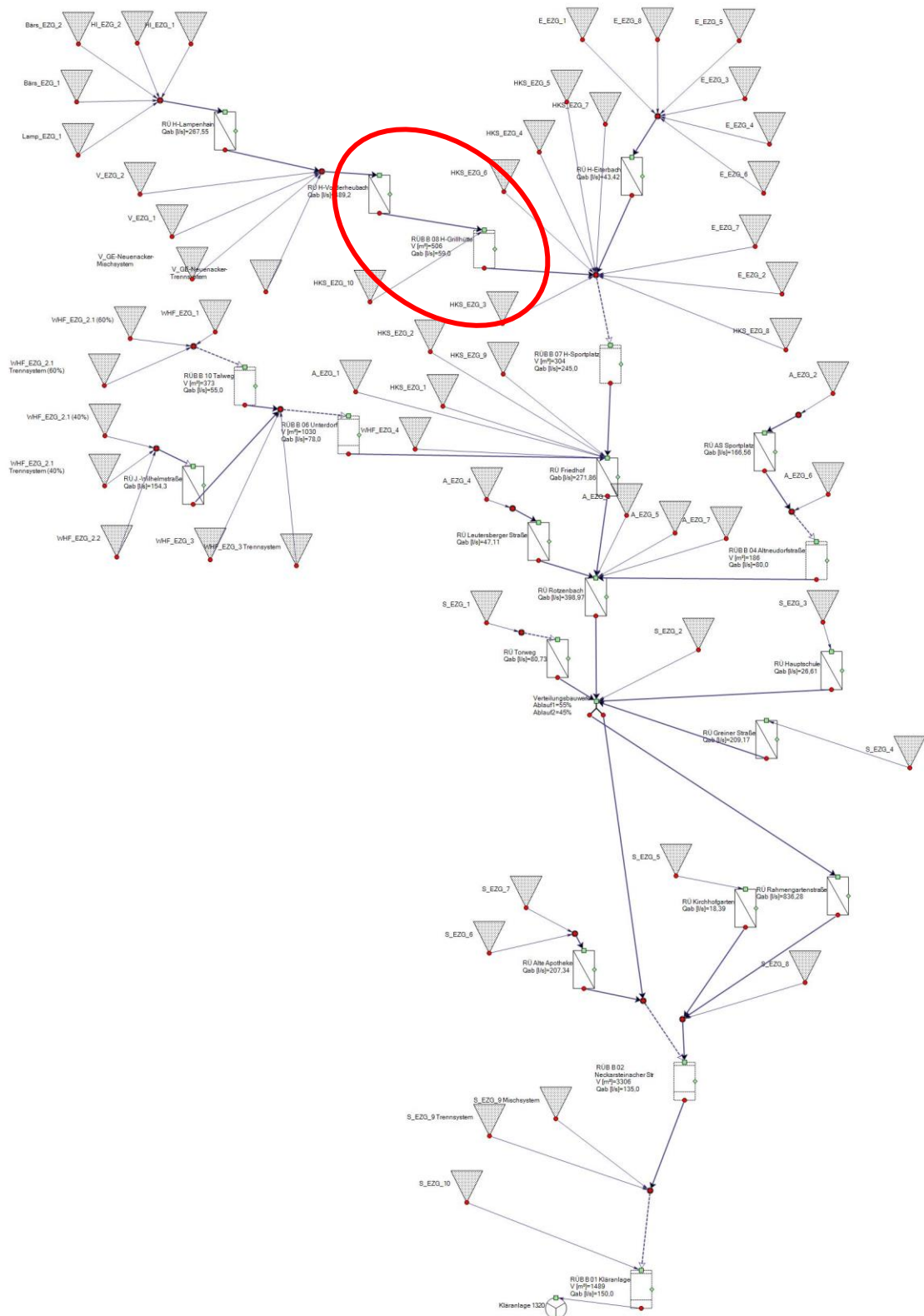


Abbildung 3-2: Netzplan AZV Steinachtal [14]

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Der Anschluss von Abtsteinach hat bei einer Erhöhung der Zulaufmenge zur Kläranlage keine weiteren Auswirkungen auf die vorhandenen Bauwerke im Netz.

Bereits in der Berechnung der Schmutzfracht, Kanalhauptentwurf der Gemeinden sowie beim Nachweis der Entlastungsbauwerke [12,13,14] wurde eine Anpassung aller Drosselabflüsse sowie der Umbau einzelner Regenüberlaufbecken von Fangbecken zu Durchlaufbecken durch die Nachrüstung eines Klärüberlaufs gefordert.

Im Zuge der weiteren Entwurfsplanung ist wahrscheinlich eine Fortführung der Schmutzfracht zu erstellen.

### 3.3 Trassenplanung

Der Verlauf von möglichen Kanaltrassen verläuft nur etwa 300 m auf Hessischer Gemarkung, der überwiegende Teil verläuft somit auf Baden-Württemberger Gemarkung.

Das Tal der Steinach verläuft zwischen Abtsteinach und Heiligkreuzsteinach in Nord-Südlicher Richtung, die Steinach verläuft hier in einer ausgeprägten Talaue, welche zu beiden Seiten von Wiesenflächen sowie Waldflächen eingfasst ist. Die Flächen werden teilweise zur Heuwirtschaft genutzt.

Im Bereich möglicher Trassen verläuft die Landstraße L535 entlang der östlichen Talflanke, im südlichen Drittel mündet die Helmut-Frey-Straße/K4122 aus Lampenhain und im Bereich der Grillhütte Heiligkreuzsteinach die Heubacher Straße in die L535.

Auf westlicher Seite der Talflanke verlaufen einzelne Feld- und Forstwege im Tal, welche aber keine durchgängige Nord-Süd-Verbindung ermöglichen.

Das Tal der Steinach sowie die umgebenden Flächen sind mit Ausnahme der Straßenfläche der L535 in diverse Naturschutzgebiete eingeteilt. Genauere Angaben hierzu können [15,16] entnommen werden.

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT



Abbildung 3-3: Tal der Steinach

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT



Abbildung 3-4: Tal der Steinach

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Aufgrund der Schutzflächen sowie des eingeschränkten Baufelds ist ein Anschluss als reiner Freispiegelkanal an den AZV Steinachtal nicht möglich, da die Trasse hier direkt im Bereich der Steinach gebaut werden müsste.

Somit muss zumindest ein Teil der Trasse als Druckleitung geplant werden.

Im Rahmen der Vorplanung wurden insgesamt drei Trassen entwickelt. Diese wurden im Rahmen einer Naturschutzrechtlichen Untersuchung auf ihre Verträglichkeit untersucht. Die genauen Ergebnisse können [15, 16] entnommen werden.

Die geplanten Kanäle werden teilweise als Freispiegelkanal DN/OD 250 sowie als Druckleitung da 180 geplant. In regelmäßigen Abständen sind Inspektionsschächte vorgesehen.

Die erste Trasse ist die planerisch favorisierte Variante und wird daher Variante 1 bezeichnet. Diese verläuft zwischen der Kläranlage Abtsteinach und der Grillhütte Heiligkreuzsteinach vollständig in der L535 und minimiert somit die Eingriffe in die naturschutzrechtlich relevanten Flächen, allerdings hat diese Trasse die längste zu verlegende Rohrlänge. Gemäß der vorliegenden Gutachten ist davon auszugehen, dass keine weiteren Prüfungen notwendig sind. Die L535 weist zwischen der Kläranlage Abtsteinach und der Grillhütte ein durchgängiges Gefälle auf, welches dem natürlichen Geländeverlauf folgt. Es muss somit nur ein Pumpwerk errichtet werden, um das Abwasser aus der Kläranlage auf Höhe der Straße zu fördern. Der Anschluss erfolgt im Bereich vor dem RÜB Grillhütte in Heiligkreuzsteinach im Bereich der Heubacher Straße an den Verbandskanal des AZV Steinachtal.

Die Alternativtrasse A verläuft für ungefähr die Hälfte der Trasse in einem Feld bzw. Forstweg an der westlichen Talflanke, quert die K4122 und schließt dann im Bereich des Wiesenwegs an den Verbandskanal an. Bei dieser Variante verläuft die Trasse die erste Hälfte der Strecke auf der L535 und kreuzt dann das Tal inkl. Unterquerung der Steinach, um weiter auf einem Forstweg zuverlaufen. Im Bereich der K4122 bei der Abzweigung in den Wiesenweg muss noch der Lenzenbach unter- oder überquert werden. Der Verbandskanal verläuft unterhalb des Wiesenwegs im Bereich der Talauen, hier muss

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

auch noch zusätzlich der Lenzenbach gekreuzt werden. Bei dieser Variante ist der Verlauf in der Straße sowie die allgemeine Trassenlänge minimiert, somit ist der bauliche Aufwand reduziert. Da sich durch die Unterquerung der Steinach ein Tiefpunkt bildet, muss die Trasse ca. zur Hälfte der Strecke als Druckleitung ausgeführt werden.

Alternativtrasse B ist eine Kombination der beiden vorherigen Varianten. Die Trasse verläuft komplett in der L535 bis zur K4122, quert dort die Steinach und schließt wieder im Bereich des Wiesenwegs an den Verbandskanal an. Die Trasse verläuft größtenteils als Freispiegelkanal, ähnlich zu Variante 1. Die Querung der Steinach kann im Straßenkoffer der K4122 erfolgen.

Tabelle 4: Übersicht der untersuchten Trassen

Trasse	Gesamtlänge	Druckleitung	Freispiegel	Baulicher Aufwand	Auswirkungen Naturschutz
Variante 1	3.500 m	50 m	3.450 m	hoch	gering
Alternativtrasse A	3.050 m	1500 m	1.550 m	gering	hoch
Alternativtrasse B	2.870 m	50 m	2.820 m	mittel	mittel

Die Planung der drei Varianten wurde unter dem Gesichtspunkt der Naturverträglichkeit sowie dem baulichen Aufwand, hier primär die Trassenlänge, ausgeführt. Eine Übersicht ist in Abbildung 3-5 und Abbildung 3-6 dargestellt.

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

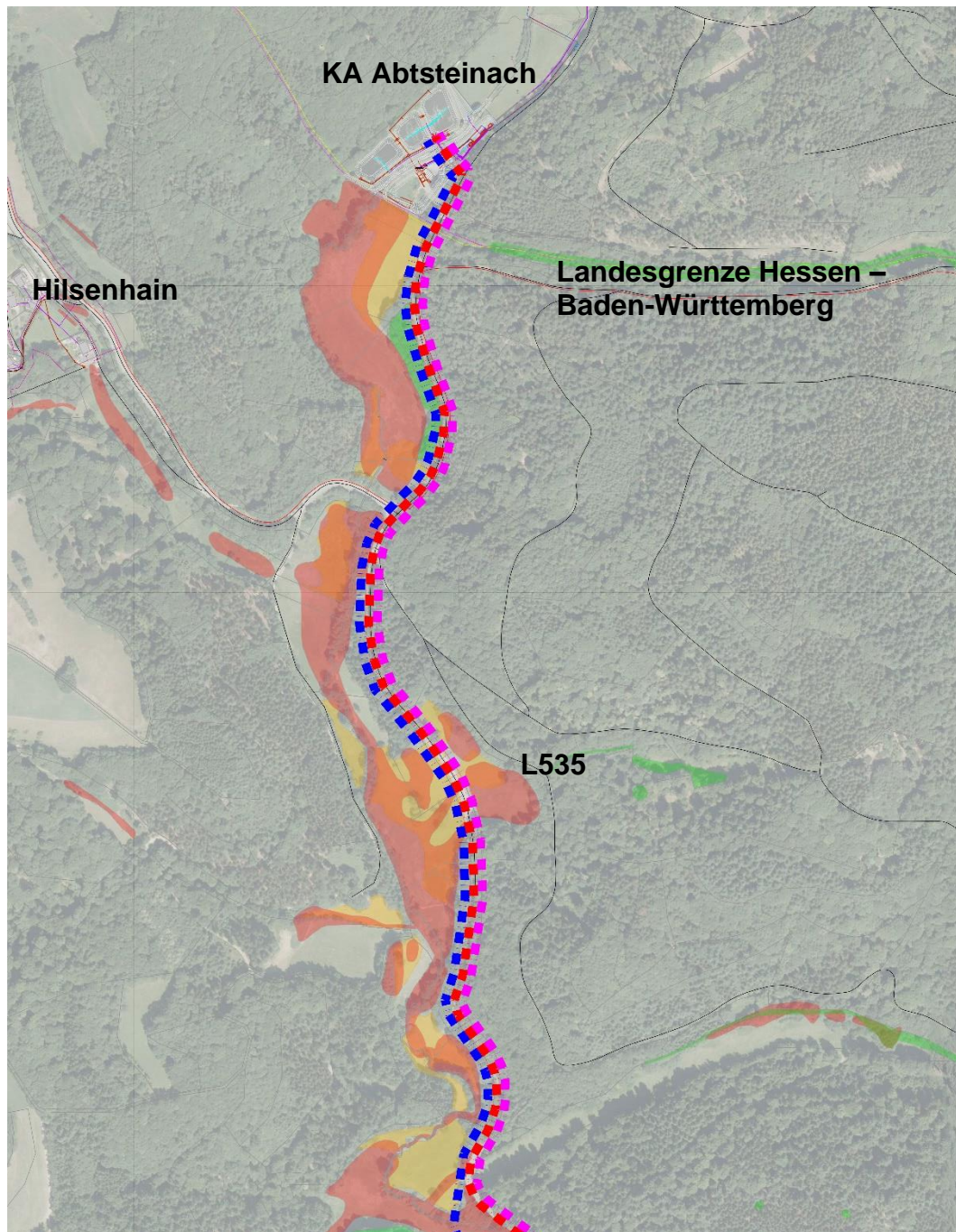


Abbildung 3-5: Tassenverlauf Variante 1 (rot), Alternativtrasse A (blau), Alternativtrasse B (magenta), Diverse Schutzgebiete (FFH-Gebiete, Landschaftsschutzgebiete, Waldschutzgebiete und Biotope) eingefärbt.

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

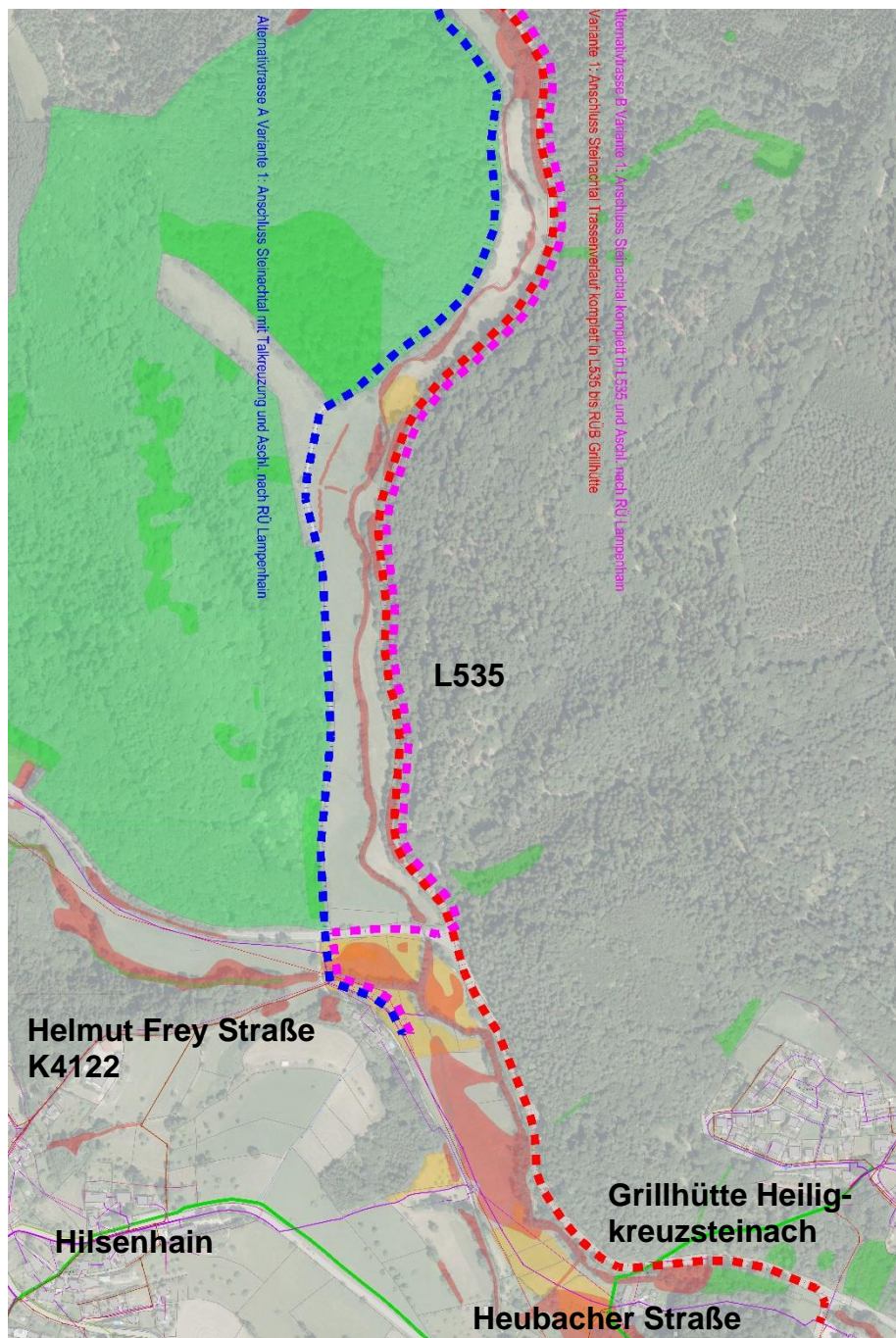


Abbildung 3-6: Tassenverlauf Variante 1 (rot), Alternativtrasse A (blau), Alternativtrasse B (magenta), Diverse Schutzgebiete (FFH-Gebiete, Landschaftsschutzgebiete, Waldschutzgebiete und Biotop) eingefärbt.

AG: Gemeinde Abtsteinach  
Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Wie in den Abbildungen erkennbar, zeigen vor allem die Alternativtrassen massive Konflikte mit dem Naturschutz. Dies geht auch aus den Untersuchungen des Büro Ostholthoff und Beck und Partner hervor.

Die Konflikte gehen sowohl aus dem eigentlichen Leitungsgraben, aber auch von notwendigen Baunebenflächen hervor. Auch die Nutzung des Feld- und Forstwegs auf der westlichen Talseite ist problematisch, da dieser wenig genutzt und teilweise verwildert ist. Im Rahmen der Untersuchungen wurden Zauneidechsen und Ringelnattern angetroffen. Weitere schutzbedürftige Flora und Fauna waren unter anderem die Wiesenknopf-Ameisenbläulinge, diverse Fledermäuse aber auch Reptilien, Vögel und Orchideen.

Kritisch hervorzuheben ist hier vor allem die Querung der Steinach bei Alternativtrasse 1, welche in Abbildung 3-7 dargestellt ist, da hier eine Beeinflussung des Gewässersystems nicht ausgeschlossen werden kann.

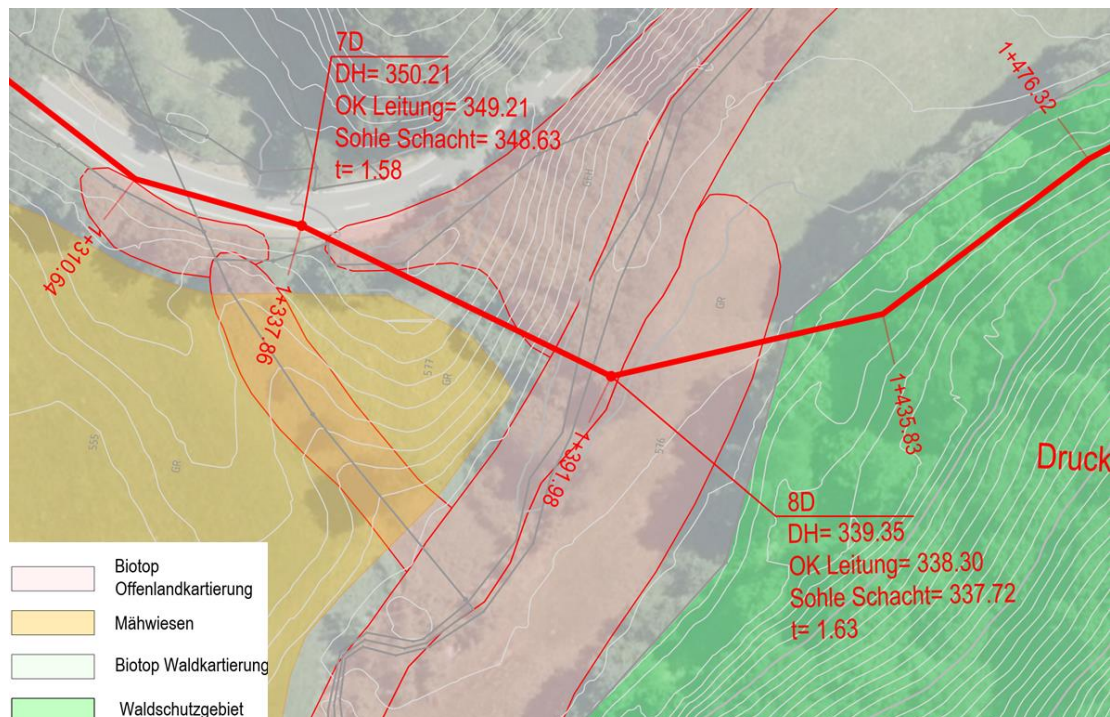


Abbildung 3-7: Talquerung bei Alternativtrasse A

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Auch der Anschluss an den Verbandskanal unterhalb des Wiesenwegs ist problematisch, da der Kanal hier in der schützenswerten Talaue verläuft.

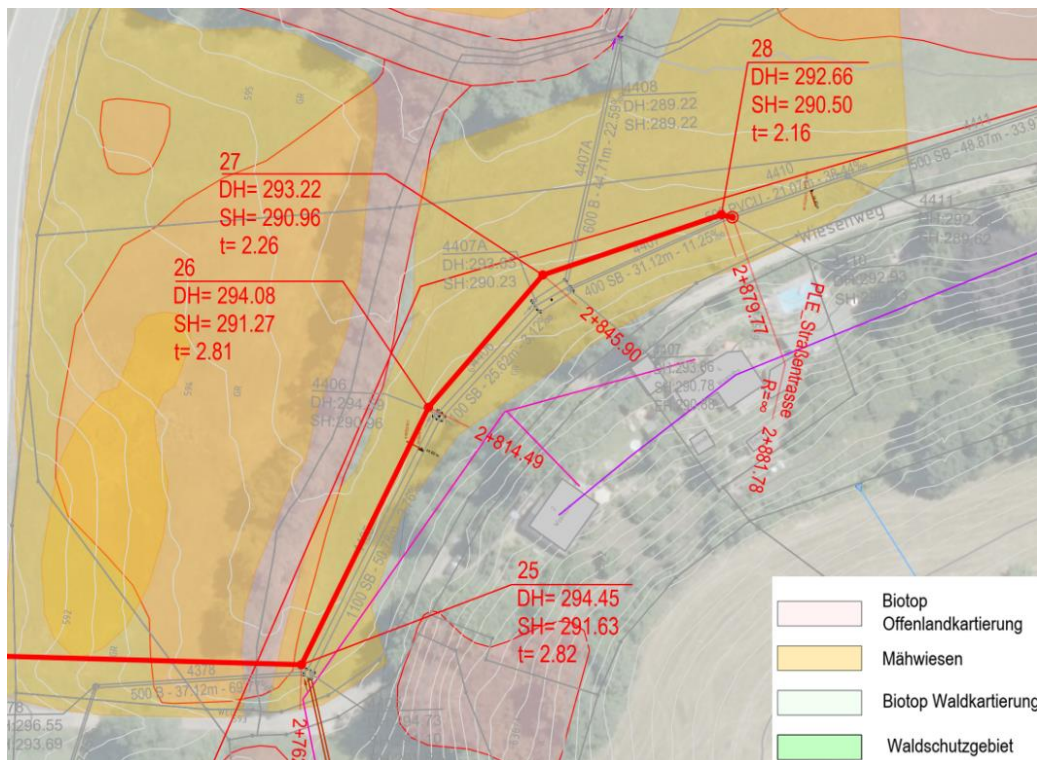


Abbildung 3-8: Anschluss an den Verbandskanal unterhalb des Wiesenwegs bei den Alternativtrassen A und B

Aufgrund dieser Einschränkungen wurde in Absprache mit der Gemeinde Abtsteinach entschieden, den Verlauf in der L535 als präferierte Variante für den Variantenvergleich weiterzuverfolgen. Die Alternativtrassen werden somit vorerst nicht weitergeplant, da hier mit erheblichen baulichen Einschränkungen zu rechnen ist, welche neben schwer kalkulierbaren Mehrkosten vor allem zu Einschränkungen bei der Bauzeit zur Folge haben werden.

Aufgrund der langen Verlegung in der L535, primär auf Baden-Württemberg Gemarkung, wurde der Rhein-Neckar-Kreis als Straßenbaulastträger bezüglich der Anforderungen für eine Verlegung in der L535 angefragt. Eine Verlegung in der Straße ist

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

grundsätzlich möglich, allerdings muss bei der Wiederherstellung der Straße auf einer Breite von ca. 3,5 m die Asphaltdecke erneuert werden, was zu höheren Kosten führt.

Im weiteren Verlauf der Planung wird zusätzlich noch Hessen Mobil angefragt.

Sollte sich nach Abschluss des Variantenvergleichs zeigen, dass eine der Alternativtrassen doch günstiger gebaut werden kann, wird die Planung hier entsprechend vertieft.

### 3.4 Umbauten auf der Kläranlage Abtsteinach

Auch bei Aufgabe der eigenen Kläranlage ist geplant, die mechanische Reinigung, bestehend aus Geröllfang, Sandfang und Grobrechen, weiter in Betrieb zu halten. Diese Grobstoffreinigung ist für das zu errichtende Pumpwerk eine erhebliche Entlastung und führt zu einer Verbesserung der Betriebssicherheit. Zusätzlich bleibt der MID-Schacht zur Durchflussmessung weiterhin in Betrieb. Des Weiteren bleibt auch die Regenwasserbewirtschaftung bestehend aus Regenüberlauf und Becken sowie die Entleerung weiterhin in Betrieb.

Alle weiteren Abwassertechnischen Bauwerke können nach Abschluss der Maßnahme außer Betrieb genommen werden und werden weitestgehend zurückgebaut bzw. stillgelegt. Während der Bauarbeiten am Pumpwerk kann die Abwasserreinigung der Kläranlage weiter in Betrieb gehalten werden, sodass hier keine Provisorien notwendig sind.

Gemäß [17] muss das Beckenvolumen zur Regenwasserbehandlung auf insgesamt 1.300 m<sup>3</sup> erweitert werden. Im Rahmen der weiteren Planung wird ermittelt, in wie weit die Teiche 1 bis 3 oder eine Erweiterung des Schönungsteiches für die Schaffung von Beckenvolumen genutzt werden kann. Sollte sich hier zeigen, dass eine Weiternutzung der Teiche eine wirtschaftliche Alternative darstellt, werden diese Teiche weiterhin genutzt und nicht verfüllt.

Das neue Pumpwerk, welches für die Ableitung in den AZV Steinachtal notwendig wird, wird hinter Schacht 3 errichtet. Im Bereich des Zulaufs bzw. der Zufahrt direkt nach dem Regenüberlaufbauwerk ist nicht ausreichend Platz für ein Pumpwerk vorhanden, sodass

AG: Gemeinde Abtsteinach  
Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

die Steinach überquert werden muss. Die Zuleitung von Strom und ggf. Messdaten erfolgt direkt aus dem Betriebsgebäude.

Die Steuerung des Pumpwerks selbst wird in einem Freiluftschrank neben dem Pumpwerk installiert. Die Steuerung des Pumpwerks soll weitestgehend autark von der vorhandenen E-Technik realisiert werden.

Die Lage des Pumpwerks ist in Abbildung 3-9 dargestellt.

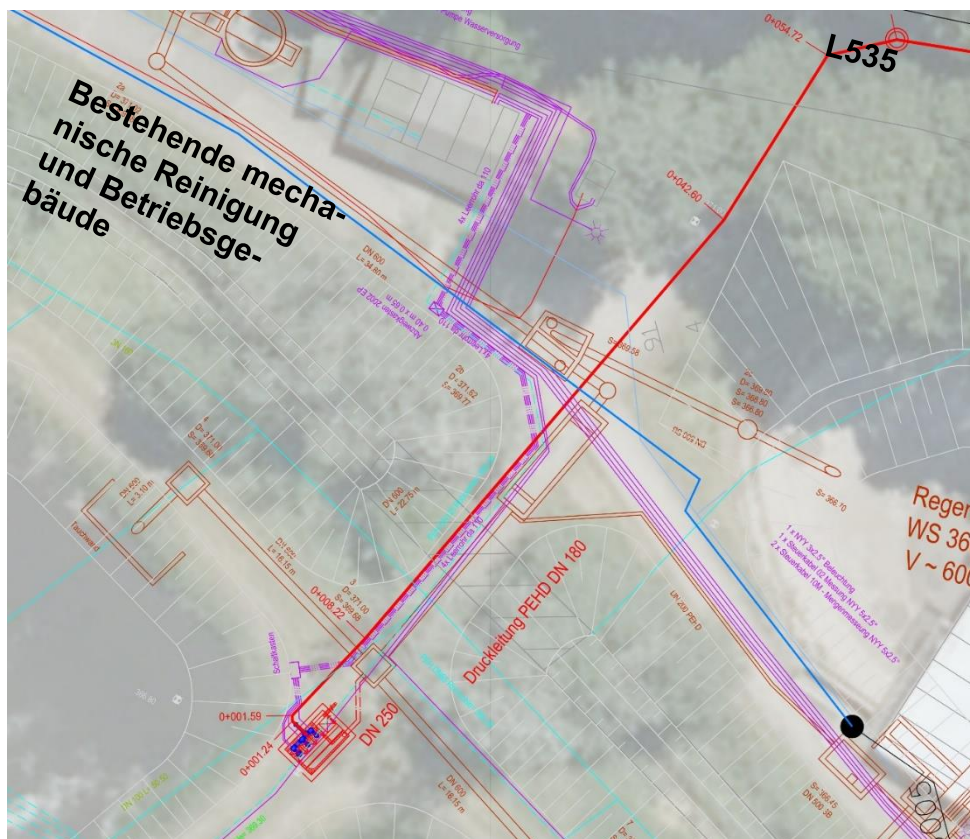


Abbildung 3-9: Lage des neuen Pumpwerks auf der Kläranlage, mit Ausschnitt der neuen Druckleitung bis auf die L535

Das Pumpwerk wird auf den aktuellen maximalen Mischwasserzufluss zur Kläranlage mit 21 l/s ausgelegt. Diese 21 l/s sind damit auch der vertraglich einzuhaltende maximale Abfluss in den AZV Steinachtal.

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Das Pumpwerk wird mit insgesamt drei Pumpen ausgerüstet, zwei kleinere Pumpen mit ca. 10,5 l/s sowie eine größere Pumpe mit 21 l/s. Somit ist auch im Störfall eine Redundanz möglich. Die Pumpen werden über Frequenzumrichter gesteuert.

Der Höheunterschied zwischen Pumpwerk und Straße beträgt ca. 5 m, die Rohrreibungsverluste und Armaturen ca. 3 m. Der vorhandene Pumpensumpf bietet ausreichend Volumen für eine Steuerung über den Füllstand, alternativ kann auch über das vorhandene MID eine Steuerung über den Zufluss erfolgen.

Die Sohle der geplanten Baugrube liegt ungefähr im Bereich des Grundwasserspiegels gemäß Bodengutachten [10] welches im Hochsommer erstellt wurde. Es ist davon auszugehen, dass aufgrund Jahreszeitlicher Schwankungen eine Grundwasserhaltung erforderlich wird. Der Verbau wird daher als Spundwandverbau im Schloss hergestellt. Es ist eine Restwasserhaltung in der Baugrube vorzusehen. Das Pumpwerk wird als Ortbetonbauwerk mit WU Beton gemäß der statischen Erfordernissen erstellt.



Abbildung 3-10: Potentielles Baufeld des Pumpwerks

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

### 3.5 Ermittlung der Investitions- und Betriebskosten der Variante 1

#### 3.5.1 Investitionskosten

Wie den bisherigen Ausführungen zu entnehmen ist, resultieren die Investitionskosten für die Umsetzung von Variante 1 zum einen aus den Maßnahmen auf dem Gelände der heutigen Teichkläranlage Abtsteinach, d.h. der Errichtung einer neuen Abwasserpumpstation im Bereich von Schacht 3 zwischen Teich 1 und Teich 2, und zum anderen aus den Kosten für den Bau der Abwasserleitung bis zum Anschluss an den Verbandskanal des AZV Steinachtal bei der Grillhütte in Heiligkreuzsteinach. Des Weiteren sind in geringem Maße Anpassungen im Zulaufbereich der Verbandskläranlage, wie z.B. Erhöhung des Zulaufgerinnes vor dem Rechengebäude und Erhöhung der Tauchwand im Sandfang, etc., notwendig, damit der um 21 l/s höhere Mischwasserfluss von dann 204 l/s bzw. 735 m³/h aufgenommen werden kann.

Die detaillierten Kostenschätzungen zu den einzelnen Maßnahmen und Gewerke finden sich in Anhang 4 und sind nachstehend nach den Kostengruppen Bautechnik, Maschinentechnische Ausrüstung sowie EMSR-Technik zusammengefasst:

• Bau-Technik:	3.471.000,00 €
• M-Technik:	30.500,00 €
• <u>EMSR-Technik:</u>	<u>35.000,00 €</u>
• Zwischensumme (netto ohne BNK):	3.537.000,00 €
• BNK (pauschal Bau 15%, M+E 20%):	533.825,21 €
• <u>Mehrwertsteuer (19%):</u>	<u>773.456,79 €</u>
• <b>Investitionskosten Variante 1 (brutto):</b>	<b>4.844.282,00 €</b>

Außer den zuvor genannten Investitionen in Höhe von rd. 4,844 Mio. EUR, die lediglich den Anschluss an den AZV Steinachtal ermöglichen, wird sich die Gemeinde Abtsteinach zukünftig auch an den Investitionen bzw. an den daraus resultierenden Abschreibungen der dann mitgenutzten Verbandskanäle und der Verbandskläranlage des AZV Steinachtal beteiligen müssen.

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Nach den bisher zu dieser Thematik geführten Gesprächen ist davon auszugehen, dass der bisher im Abwasserzweckverband angewendete einwohnerbezogene Kostenverteilerschlüssel beibehalten und auf Abtsteinach ausgedehnt werden soll.

Das heißt, die Abschreibungen von derzeit rd. 690.000,00 EUR/a werden zukünftig anteilmäßig auf die Verbandsgemeinden des AZV Steinachtal, also die Gemeinden Heiligkreuzsteinach (2.663 E), Wilhelmsfeld (3.181 E), Schönau (4.450 E), sowie zusätzlich Abtsteinach (2.410 E) aufgeteilt. Da sich die Kosten/Abschreibungen aus den bereits in der Vergangenheit vom AZV Steinachtal getätigten Investitionen in erster Näherung nicht verändern, führt die Beteiligung von Abtsteinach zu einer entsprechenden Entlastung bei den Zweckverbandsmitgliedern.

Der Anteil von Abtsteinach errechnet sich somit zu  $((2.410 / (10.294 + 2410)) \times 100\% =$

$$(2.410 / 12.704) \times 100\% = 18,97 \%$$

Für die weiteren Betrachtungen wird der Anteil von Abtsteinach gerundet mit 19% angesetzt. Mit Bezug auf die derzeitigen Abschreibungen von 690.000,00 EUR/a ergibt sich also ein von Abtsteinach zu entrichtender Anteil in Höhe von  $690.000 \times 0,19 = 131.100,-$  EUR/a, der zu einer entsprechenden Entlastung bei den Zweckverbandsmitgliedern führt.

Der Anteil von 131.100,- EUR/a ist jedoch nicht als „fester Beitrag“ zu werten, sondern wird aufgrund von Refinanzierung und Reinvestitionen Veränderungen unterliegen. Um die Voraussetzungen für einen fairen Vergleich der Wirtschaftlichkeit der beiden untersuchten Varianten zu schaffen, ist es daher angebracht den aus Abschreibungen resultierenden Betrag von 131.100,- EUR/a in entsprechende Investitionskosten umzurechnen und diese dann bei der dynamischen Kostenvergleichsrechnung bei Variante 1 zu berücksichtigen.

Mit Bezug auf die in Tabelle 5-1 zusammengestellten Basisdaten der dynamischen Kostenvergleichsrechnung (Nutzungsdauern 60, 15, 10a, Realzinssatz 2,45%) sowie geschätzten Anteilen der Bau-, Maschinen- und EMSR-Technik an der Gesamtinvestition von rd. 80% zu 12% zu 8%, ergeben sich folgende zusätzlichen Investitionen, die bei der dynamischen Kostenvergleichsrechnung bei Variante 1 zu berücksichtigen sind:

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

• Bautechnik:	2.500.000,00 EUR
• Maschinentechnische Ausrüstung:	400.000,00 EUR
• <u>EMSR-Technische Ausrüstung:</u>	<u>250.000,00 EUR</u>
Summe:	3.150.000,00 EUR

Die in die dynamische Kostenvergleichsrechnung nach LAWA eingehenden Investitionskosten erhöhen sich somit bei Variante 1 von 4,844 Mio. EUR um 3,15 Mio. EUR auf insgesamt 7,994 Mio. EUR.

### 3.5.2 Wartungs- und Instandhaltungskosten

Die jährlichen Aufwendungen für Wartung und Instandhaltung der neuen Pumpstation und der Anschlussleitung an den AZV Steinachtal werden pauschal mit 0,5% der Nettoinvestition der Bautechnik, 3,0% der Maschinentechnik und 5,0 % der EMSR-Technik angesetzt. Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass sich die Gemeinde Abtsteinach zukünftig auch anteilig an den Kosten für Wartung und Instandhaltung des Verbandskanals und der Verbandskläranlage zu beteiligen hat. Zur Ermittlung dieses Kostenanteils werden die o.g. pauschalen Ansätze und die oben ermittelten hypothetischen Investitionsanteile angesetzt.

Die Jahreskosten für Wartung und Instandhaltung ergeben sich damit zu:

• Bautechnik:	$(3.471.500 + 2.500.000/1,19) \text{ €} \times 0,005 \text{ 1/a}$	$= 27.861,70 \text{ €/a}$
• M-Technik:	$(30.500 + 400.000/1,19) \text{ €} \times 0,03 \text{ 1/a}$	$= 10.999,03 \text{ €/a}$
• <u>EMSR-Technik:</u>	<u><math>(35.000 + 250.000/1,19) \text{ €} \times 0,05 \text{ 1/a}</math></u>	<u><math>= 12.254,20 \text{ €/a}</math></u>
Summe Jahreskosten W + I:		51.114,93 €/a

Von den Jahreskosten für Wartung und Instandhaltung in Höhe von rd. 51.115,- EUR/a entfallen rd. 20.000,00 EUR/a auf die neue Pumpstation und Anschlussleitung an den Verbandskanal und rd. 31.000,- EUR/a sind als Anteil an den Wartungs- und Instandhaltungskosten des Verbandskanals und der Verbandskläranlage aufzufassen.

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

### 3.5.3 Laufende Betriebskosten

Die laufenden Betriebskosten der Variante 1 ergeben sich zum einen aus den Betriebskosten der Pumpstation und Anschlussleitung an des AZV Steinachtal und zum anderen aus den zusätzlichen Aufwendungen, die dem AZV Steinachtal durch die Mitbehandlung des Abwassers aus Abtsteinach entstehen. Dies sind in erster Linie Mehrkosten, die bei der Schlammbehandlung und Schlamm Entsorgung durch erhöhten Strom- und Chemikalienverbrauch, aber auch durch einen zusätzlichen Personaleinsatz, entstehen.

**Anmerkung:** Der Personalbedarf und Stromverbrauch zum Betrieb der Vorreinigungsstufen Rechen und Sandfang sowie des Betriebsgebäudes werden hier nicht erfasst, da die daraus resultierenden Kosten in erster Näherung für beide Varianten identisch sind.

**Personalkosten:** Der personelle Aufwand zum Betrieb der neuen Pumpstation und Abwasserleitung ist vergleichsweise gering und kann im Mittel mit ca. 1,0 Arbeitsstunden pro Arbeitstag, also mit rd. 250 Ah/a abgeschätzt werden.

Der zusätzliche Aufwand beim Betrieb des Verbandskanals und der Verbandskläranlage ist nur schwer zu fassen, da keine neuen Betriebspunkte entstehen. Trotz des auftretenden Synergieeffekts, ist von einem zusätzlichen Aufwand auszugehen. Dieser wird mit rd. 3 Arbeitsstunden pro Arbeitstag, also mit rd. 750 Arbeitsstunden pro Jahr abgeschätzt. Bei Ansatz von Bruttokosten je Arbeitsstunde von 50,00 €/Ah, ergeben sich die bei Variante 1 zu berücksichtigenden Personalkosten zu:

- Pumpwerk und Anschlussleitung:  $250 \text{ Ah/a} \times 50,- \text{ EUR/Ad} = 12.500,00 \text{ EUR/a}$
- Verbandskanal und Kläranlage:  $750 \text{ Ah/a} \times 50,- \text{ EUR/Ad} = 37.500,00 \text{ EUR/a}$

Summe Jahreskosten Personal: 50.000,00 EUR/a

**Chemikalien:** Durch die Mitbehandlung des Abwassers aus Abtsteinach erhöht sich der Chemikalienverbrauch der Kläranlage Steinachtal sowohl bei der Schlammbehandlung (Flockungshilfsmittel zur Überschussschlammeindickung und Faulschlamm entwässerung) als auch bei der Phosphatfällung (zusätzlicher Fällmittelbedarf).

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

**Schlammbehandlung:** Mit Bezug auf die derzeitige Situation auf der Kläranlage Steinachtal ist von einem einwohnerspezifischen Klärschlammanfall von durchschnittlich 42 gTS/(EW x d) und von einem Verbrauch an Flockungshilfsmittel (FHM) bei der Überschussschlammeindickung und der Schlammentwässerung von zusammen rd. 13 kg Wirksubstanz (WS) pro tTS auszugehen. Bezogen auf die zusätzlich an die Kläranlage Steinachtal angeschlossenen 2.410 Einwohner errechnet sich somit ein FHM-Mehrverbrauch von  $0,042 \times 365 \times 2.410 \times 0,001 \times 13 = 480 \text{ kg/a}$ . Unter Berücksichtigung des infolge des Ukraine-Kriegs stark gestiegenen Preisniveaus für Chemikalien, ist von spezifischen Kosten für den Bezug von Flockungshilfsmitteln von ca. 10,- EUR/kgWS (brutto) auszugehen. Die zu erwartenden Mehrkosten für den Mehrverbrauch an FHM belaufen sich somit auf insgesamt 4.800,- EUR/a.

**Phosphatfällung:** Hinsichtlich der Fällung der zusätzlich aus Abtsteinach in die Verbandskläranlage eingetragenen Fracht an Phosphor von maximal 5,4 kg/d, von der nach Sedimentation in der Vorklärung und Aufnahme in den Belebtschlamm noch rd. 3,5 kg/d verbleiben dürften, ist zu berücksichtigen, dass die Verbandskläranlage zurzeit mit den Einrichtungen für eine Zweipunktfällung ausgerüstet wird. Für die Fällung des zusätzlichen Phosphors von einer Ausgangskonzentration von ca. 5 mg/l auf eine  $\text{PO}_4\text{-P}$ -Restkonzentration von durchschnittlich 0,2 mg/l werden nach [9] bei der zweistufigen Fällung (1. Stufe: Rest- $\text{PO}_4\text{-P} = 0,8 \text{ mg/l}$ ;  $\beta\text{-Wert} = 1,2$ ; 2.-Stufe: Rest- $\text{PO}_4\text{-P} = 0,2 \text{ mg/l}$ ;  $\beta\text{-Wert} = 2,5$ ) bei Einsatz einer handelsüblichen 40%-igen  $\text{FeCl}_3$ -Lösung rd. 60 kg/d bzw. rd. 22 t/a benötigt. Bei Bezugskosten von derzeit rd. 600,- EUR/t ist deshalb auf der Verbandskläranlage Steinachtal bei Mitbehandlung des Abwassers aus Abtsteinach mit Mehrkosten von  $22 \text{ t/a} \times 600,- \text{ EUR/t} = 13.200,- \text{ EUR/a}$  zu rechnen.

Die gesamten Mehrkosten für Flockungshilfsmittel und Fällmittel ergeben sich somit zu:

• Mehrkosten Flockungshilfsmittel:	4.800,00 EUR/a
• <u>Mehrkosten Fällmittel:</u>	<u>13.200,00 EUR/a</u>
Summe Jahreskosten Chemikalien:	18.000,00 EUR/a

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

**Stromverbrauch:** Der bei Variante 1 zu berücksichtigende Stromverbrauch setzt sich zusammen aus dem Anteil zum Betrieb der Pumpstation am Standort der jetzigen Kläranlage Abtsteinach und aus dem zu erwartenden Mehrverbrauch an Strom auf der Verbandskläranlage Steinachtal.

**Pumpwerk:** Das neu zu errichtende Pumpwerk hat die Aufgabe das aus dem bestehenden Sandfang zufließende mechanisch vorgereinigte Abwasser in die neue Anschlussleitung an den Verbandskanal des AZV Steinachtal zu fördern. Von der neuen Anschlussleitung ist lediglich das kurze Teilstück vom Pumpenschacht bis zu der in der Landesstraße L 535 verlaufenden Hauptleitung als Druckleitung ausgeführt. Der Druckverlust dieses Teilstücks kann mit maximal 1,0 bar abgeschätzt werden.

Bei einem mittleren Gesamtwirkungsgrad der eingesetzten Tauchpumpen von 45% errechnet sich aus der anzusetzenden Jahresabwassermenge von maximal 300.000 m<sup>3</sup>/a (vgl. Abbildung 2-3) ein Stromverbrauch des Pumpwerks von maximal 18.000 kWh/a.

Mit Bezug auf die jüngsten aus dem Wegfall russischer Erdgaslieferungen resultierenden Strompreiserhöhungen, die aufgrund des gegenwärtigen Umbaus der Stromversorgung auch mittel- bis langfristig Bestand haben werden, werden die spezifischen Strombezugskosten mit 0,50 EUR/kWh (brutto) angesetzt. Aus dem Betrieb des Pumpwerks resultieren somit Stromkosten von 18.000 kWh/a x 0,5 EUR/kWh = 9.000,- EUR/a.

**Kläranlage:** Der derzeitige Stromverbrauch der Verbandskläranlage Steinachtal beträgt rd. 500.000 kWh/a. Davon werden durchschnittlich 120.000 kWh/a in dem zur Verfügung stehenden BHKW-Modul aus dem bei der anaeroben Stabilisierung des Klärschlammes anfallenden methanreichen Klärgas produziert. Demnach müssen rd. 380.000 kWh/a bzw. 37 kWh/(E x a) vom EVU bezogen werden.

Bei Anschluss von Abtsteinach an die Verbandskläranlage ist davon auszugehen, dass sich sowohl die Eigenstromproduktion als auch der gesamte Stromverbrauch in erster Näherung linear mit der Zunahme der Einwohnerwerte erhöht. Der Mehrbedarf an Strom vom EVU ergibt sich damit zu 37 kWh/(E x a) x 2.410 E ≈ 90.000 kWh/a. Daraus resultieren Mehrkosten in Höhe von 90.000 kWh/a x 0,5 EUR/kWh = 45.000,- EUR/a.

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

**ERLÄUTERUNGSBERICHT**

Die gesamten Mehrkosten für den Bezug von elektr. Strom ergeben sich somit zu:

• Betrieb Pumpwerk Abtsteinach:	9.000,00 EUR/a
• <u>Mehrkosten Kläranlage Steinachtal:</u>	<u>45.000,00 EUR/a</u>
Summe Jahreskosten Strombezug:	54.000,00 EUR/a

**Schlammmentsorgung:** Das Aufkommen an entwässertem Klärschlamm betrug auf der Kläranlage Steinachtal in den zurückliegenden Jahren durchschnittlich 565 t/a. Dies entspricht einem spezifischen Schlammanfall von rd. 55 kg/(E x a). Es ist davon auszugehen, dass das Klärschlammaufkommen linear mit der Zunahme an, an die Kläranlage angeschlossenen, Einwohnern ansteigt. Durch den Anschluss von Abtsteinach erhöht sich die zu entsorgende Klärschlammmenge somit um  $55 \text{ kg}/(\text{E} \times \text{a}) \times 2.410 \text{ E} \approx 133 \text{ t/a}$ .

Die Kosten für die Entsorgung/Verwertung des entwässerten Schlammes sind derzeit mit ca. 130,- EUR/t anzusetzen, wobei zukünftig aufgrund höherer Transportkosten mit einer weiteren Kostensteigerung auf ca. 150,- EUR/t zu rechnen ist. Insgesamt ergeben somit folgende Jahreskosten für die Entsorgung des zusätzlich anfallenden Klärschlammes:

• <u>Entsorgung:</u>	<u>133 t/a x 150,00 EUR/t</u>	<u>≈ 20.000,00 EUR/a</u>
Jahreskosten Schlammmentsorgung:		20.000,00 EUR/a

**Zusammenfassung „laufende Betriebskosten“:** Zusammenfassend ist somit bei Realisierung von Variante 1 mit folgenden Betriebskosten zu rechnen:

• Personal	50.000,00 EUR/a
• Chemikalien	18.000,00 EUR/a
• Strom	54.000,00 EUR/a
• <u>Schlammmentsorgung</u>	<u>20.000,00 EUR/a</u>
<b>Summe:</b>	<b>142.000,00 EUR/a</b>

Von dem Gesamtbetrag in Höhe von 142.000,00 EUR/a werden ca. 21.500,00 EUR/a zur Deckung der Betriebskosten des Pumpwerks und der Abwasserleitung am Standort

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Kläranlage Abtsteinach benötigt und rd. 120.500,00 EUR/a zur Deckung der auf der Verbandskläranlage anfallenden Mehrkosten.

Die vorgenannten laufenden Betriebskosten der Variante 1 in Höhe von rd. 142.000,- EUR/a gehen ebenso wie die Kosten für Wartung und Instandhaltung in Höhe von rd. 51.115,00 EUR/a in die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen bzw. in die in Kapitel 5 vorgestellte dynamische Kostenvergleichsrechnung nach LAWA ein.

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

### **4 Variante 2 – Erweiterung der Kläranlage**

#### **4.1 Vorbemerkung**

Alternativ zu der in Variante 1 dargestellten Ableitung des in Ober- und Unterabtsteinach anfallenden Abwassers zum AZV Steinachtal kommt, wie eingangs bereits kurz erläutert, eine Ertüchtigung der Abwasserreinigung am bisherigen Standort in Frage.

In Anbetracht der Defizite der bestehenden Anlage, d.h. einer insbesondere in der Übergangszeit Mitte April bis Mitte Juni, wenn die Abwassertemperatur von sehr niedrigen Werten um 7 °C schnell auf Werte über der Überwachungstemperatur von 12 °C ansteigt, nicht immer ausreichenden Nitrifikationsleistung und einer trotz Vorfällung nicht ausreichenden Phosphorelimination, ist eine Fortführung des derzeitigen Behandlungskonzeptes nicht zielführend.

Dies gilt vor allem auch vor dem Hintergrund, dass die bestehende Scheibentauchkörperanlage, wie oben bereits erwähnt, zwischenzeitlich bereits eine hohe Nutzungsdauer von mehr als 20 Jahren aufweist und deshalb vor einer weiteren längerfristigen Nutzung einer grundlegenden Sanierung unterzogen werden müsste. Diese gestaltet sich jedoch schwierig, da die in der Anlage installierten, aus einzelnen Segmenten bestehenden Scheiben mit einem Durchmesser von 3,5 m aufgrund von häufiger aufgetretenen Schäden zwischenzeitlich nur noch als kostenintensive Sonderanfertigungen hergestellt werden. Eine Sanierung der bestehenden Scheibentauchkörperanlage käme somit einem Neubau gleich, wobei nach der Bemessungsrichtlinie ATV-DVWK-A 281 [5] zur Sicherstellung einer weitestgehenden Nitrifikation eine Erweiterung der Scheibenfläche von bisher rd. 16.000 m<sup>2</sup> auf ca. 26.000 m<sup>2</sup> erforderlich wäre.

Des Weiteren wären zur Sicherstellung einer weitestgehenden Phosphorelimination die Einrichtung einer zweiten Fällmitteldosierstelle nach der STK-Anlage sowie der Bau einer Filtrationsstufe als letzte Behandlungsstufe vor der Einleitung vorzusehen.

Nach Vorstellung und Diskussion dieser Variante im Technischen Ausschuss der Gemeinde Abtsteinach im Sommer 2021 wurde einvernehmlich entschieden diese Variante

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

nicht weiter zu verfolgen, sondern den Ausbau der bestehenden Teichkläranlage zu einer Belebtschlammanlage mit simultaner aerober Schlammstabilisierung einer detaillierteren Untersuchung zu unterziehen und als Variante 2 der Ableitung des Abwassers zum AZV Steinachtal im Variantenvergleich gegenüberzustellen.

### 4.2 Vorstellung des CWSBR-Verfahrens zur Ertüchtigung der Teichkläranlage

Zur Sanierung von Teichkläranlagen, die lediglich einen Abbau der im Abwasser enthaltenen organischen Stoffe (CSB und BSB<sub>5</sub>) sicherstellen, aber verfahrensbedingt nur zu einer sehr begrenzten Stickstoff- und Phosphorelimination in der Lage sind, hat sich das im Folgenden näher vorgestellte CWSBR-Verfahren bewährt.

Beim dem in Abbildung 4-1 schematisch dargestellten CWSBR-Verfahren handelt es sich um eine Variante des zu den Belebtschlammverfahren zählenden SBR-Verfahrens.

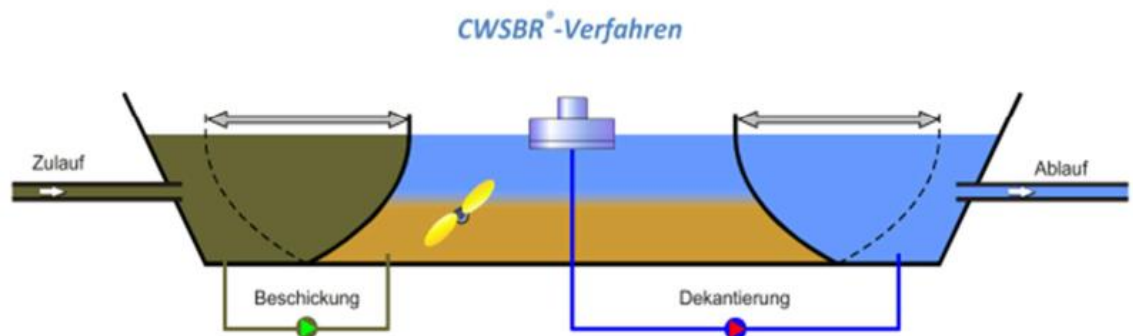


Abbildung 4-1: Schematische Darstellung der Funktionsweise des CWSBR-Verfahrens (aus Firmenbroschüre G.A.A.)

Das SBR-Verfahren (SBR = Sequencing Batch Reactor) zeichnet sich dadurch aus, dass die Teilschritte des Belebungsprozesses (biologischer Abbau der Schmutzstoffe durch den Belebtschlamm im Belebungsbecken und anschließende Abtrennung des Belebtschlammes vom gereinigten Abwasser im Nachklärbecken) nicht in räumlich getrennten, nacheinander durchflossenen Becken (Belebungsbecken und Nachklärbecken)

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

durchgeführt werden, sondern zeitlich nacheinander im selben Becken (siehe auch Abbildung 10-1 in Anhang 3).

Bei der Ertüchtigung bzw. Umgestaltung einer Teichkläranlage zur Belebungsanlage durch Anwendung des CWSBR-Verfahrens (CW = Constant Waterlevel) wird als kombiniertes Belebungs- und Nachklärbecken ein ausreichend großer Klärteich genutzt. Dessen Volumen wird, wie aus Abbildung 4-1 ersichtlich, durch Einbau von zwei sogenannten Hydrosegeln in drei Kompartimente bzw. Zonen geteilt. Das erste Kompartiment dient als Vorlage zur Zwischenspeicherung des mechanisch mittels Rechen und Sandfang vorgereinigten Abwassers. Das zweite Kompartiment stellt die als SBR-Anlage konzipierte Belebungsanlage dar und das dritte Kompartiment dient als Ablaufspeicher zur gleichmäßigen Einleitung des gereinigten Abwassers in das aufnehmende Gewässer.

Zum besseren Verständnis der Teilschritte bei der Abwasserreinigung mittels CWSBR-Verfahren sind die einzelnen Betriebsphasen in Abbildung 4-2 schematisch wiedergegeben und werden im Folgenden kurz erläutert.

- a) Füllen aus Vorlage: Zu Beginn eines Betriebszyklus wird das mechanisch mittels Rechen und Sandfang vorgereinigte Abwasser aus der Vorlagezone (1) in die SBR-Zone (2) gepumpt. Während des Pumpvorgangs bewegt sich das linke Hydrosegel (6) proportional zum gepumpten Volumen nach links, so dass sich das Volumen der SBR-Zone entsprechend vergrößert und das Volumen der Vorlagezone verkleinert.
- b) Rühren / Denitrifikation: Die biologische Reinigung des in die SBR-Zone gepumpten Abwassers wird i.d.R. durch eine Denitrifikationsphase eingeleitet. Das heißt, Belebtschlamm und Abwasser werden durch Betrieb des in der SBR-Zone befindlichen Rührwerks intensiv durchmischt. Da die Belüftung der SBR-Zone in dieser Phase ausgeschaltet bleibt, nutzen die zur Denitrifikation befähigten heterotrophen Belebtschlammorganismen das noch vorhandene Nitrat zum Abbau der im frisch zugeführten Abwasser enthaltenen biologisch leicht abbaubaren organischen Substanzen.

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Anmerkung: Durch das während der Phase b und allen folgenden Phasen kontinuierlich aus der Ortskanalisation zufließende Abwasser vergrößert sich die Vorlagezone sukzessive durch Verlagerung bzw. Verdrängung des Hydrosegels nach rechts. Da das Volumen der SBR-Zone jedoch während der Phasen b bis d konstant bleibt (keine Pumpvorgänge), bewegt sich auch das rechte Hydrosegel nach rechts und verdrängt eine dem Zufluss in die Vorlagezone entsprechende Menge an Klarwasser aus der Ausgleichszone (3) in den Ablauf. Der Zu- und Abfluss des CWSBR-Verfahrens entspricht somit dem einer konventionellen, kontinuierlich beschickten Belebungsanlage.

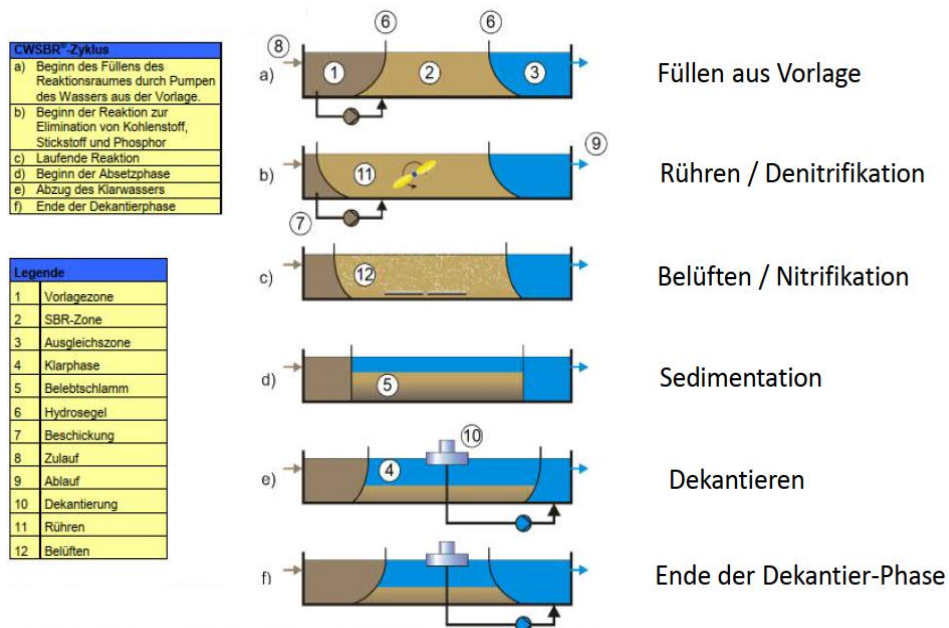


Abbildung 4-2: Schematische Darstellung der Betriebsphasen des CWSBR-Verfahrens

- c) Belüften / Nitrifikation: Nach Ablauf der Denitrifikationsphase, deren Dauer mittels einer Zeitschaltuhr an den Bedarf angepasst werden kann, wird die feinblasige Druckbelüftung eingeschaltet, so dass der im Abwasser enthaltene Ammoniumstickstoff ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) durch die ebenfalls im Belebtschlamm enthaltenen autotrophen Nitrifikanten über das Zwischenprodukt Nitrit ( $\text{NO}_2\text{-N}$ ) zu Nitrat ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) oxidiert wird.
- d) Sedimentation: Nach vollständiger Nitrifikation des Ammoniumstickstoffs und Abbau der organischen Substanz wird die belüftete Phase beendet und der Belebtschlamm

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

setzt sich ab. Das heißt, er trennt sich vom gereinigten Abwasser und über dem eingedickten Belebtschlamm bildet sich die Klarwasserphase.

- e) Dekantieren: Sobald sich eine ausreichend mächtige Klarphase ausgebildet hat, wird diese durch Öffnen eines Schiebers in der Abzugsleitung über den in der SBR-Zone installierten Dekanter (10) abgezogen und mittels der Klarwasserpumpe in die Ausgleichszone (3) gefördert. Dabei bewegt sich das rechte Hydrosegel proportional zum gepumpten Klarwasservolumen nach links. Das heißt, das Volumen der SBR-Zone nimmt entsprechend der Zunahme der Ausgleichszone ab bis der Dekantiervorgang beendet ist.

Nach Ende des Dekantiervorgangs (f) ist der SBR-Zyklus beendet und die Anlage ist bereit zum Start eines neuen Zyklus, der wieder mit dem Füllen der SBR-Zone mit frischem Abwasser aus der Vorlagezone (Phase a) beginnt.

Der Vollständigkeit halber ist zu erwähnen, dass Denitrifikation und Nitrifikation in mehreren aufeinander folgenden Teilzyklen durchgeführt werden können und dass der anfallende Überschussschlamm nach dem Dekantieren (e) und vor dem erneuten Befüllen (a) aus dem abgesetzten Schlammbett mittels einer Pumpe abgezogen und einem Schlammstapelbehälter zugeführt wird.

Des Weiteren ist anzumerken, dass zur Einstellung sehr niedriger  $P_{\text{ges}}$ - bzw.  $\text{PO}_4\text{-P}$ -Ablaufkonzentrationen, wie sie für die Einleitung des gereinigten Abwassers in die Steinach gefordert werden, eine Zugabe von Fällmittel erforderlich ist. Die Dosierung des Fällmittels hat in diesem Fall in der Phase c (Nitrifikation) kurz vor Beginn der Phase d (Sedimentation) direkt in die SBR-Zone zu erfolgen.

### 4.3 Bemessung der Belegung mit simultaner aerober Schlammstabilisierung

Kernstück der Variante 2 ist die Umrüstung eines der vorhandenen Klärteiche zu einer Belegungsanlage mit simultaner aerober Schlammstabilisierung. Für deren Bemessung sind die im DWA-Regelwerk enthaltenen Arbeitsblätter DWA-A 131 (Bemessung von einstufigen Belegungsanlagen, Ausgabe Juni 2016) [6] und DWA-A 226 (Grundsätze für die

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Abwasserbehandlung in Belebungsanlagen mit gemeinsamer aerober Schlammstabilisierung ab 1.000 Einwohnerwerten, Ausgabe Juni 2022) [7] heranzuziehen. Da die neue Belebungsanlage im Batchbetrieb arbeiten soll, sind des Weiteren – soweit zutreffend – auch die Vorgaben des Merkblatts DWA-M 210 (Belebungsanlagen mit Aufstaubetrieb – SBR, Ausgabe Juli 2009) [8] zu berücksichtigen.

Zentraler Parameter bei der Auslegung einer Belebtschlammanlage ist das zum Erreichen des Reinigungsziels mindestens erforderliche Schlammalter  $t_{TS}$ . Bei Anlagen mit simultaner aerober Schlammstabilisierung und gezielter Denitrifikation, wie im vorliegenden Fall, sollte nach DWA-A 226 [7]

$$t_{TS} \geq 25 \text{ Tage} \quad (\text{Gl. 1})$$

betragen. Mit Bezug auf die Belastung der Kläranlage mit maximal 3.000 Einwohnerwerten, bzw. den daraus resultierenden zu behandelnden Schmutzfrachten (siehe Tabelle 2-2), errechnet sich mit den Ansätzen des Arbeitsblatts DWA-A 131 [6] bei der Bemessungstemperatur von 12 °C unter Berücksichtigung einer Fällung des überschüssigen Phosphors bis zu einer Restkonzentration an  $P_{ges}$  von 0,5 mg/l eine

Überschussschlammproduktion  $\ddot{U}S_d$  von 178 kg/d.

Das mindestens erforderliche Belegungsvolumen errechnet sich damit unter Ansatz bzw. Vorgabe einer Belebtschlammkonzentration  $TS_{BB}$  von 4,2 kg/m<sup>3</sup> zu:

$$V_{BB,min} = (t_{TS,min} * \ddot{U}S_d) / TS_{BB} = 25 \text{ d} * 178 \text{ kg/d} / 4,2 \text{ kg/m}^3 = 1.060 \text{ m}^3 \text{ (Gl. 2).}$$

Bei SBR-Anlagen muss das Belegungsvolumen  $V_{SBR}$  aufgrund der pro Betriebszyklus erforderlichen Sedimentations- und Dekantierphasen in denen definitionsgemäß kein biologischer Abbau stattfindet, vergrößert werden. Der Faktor entspricht dem Quotienten aus der gesamten Zyklusdauer  $t_Z$  und Dauer der reinen Reaktionszeit  $t_R$  (entspricht Dauer des Zyklus  $t_Z$  abzüglich Dauer der Sedimentationsphase  $t_S$  und der Dekantierphasen  $t_D$ ). Somit ergibt sich das Volumen des SBR zu:

$$V_{SBR} = V_{BB,min} * t_Z / t_R = V_{BB,min} * t_Z / (t_Z - t_S - t_D) \quad (\text{Gl. 3})$$

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Nach den Vorgaben bzw. der Verfahrensauslegung des Verfahrensgebers wird unter Berücksichtigung des Einbaus des CWSBR-Verfahrens in Teich 1, der bei einer Wassertiefe von 2,5 m ein Volumen von 3.396 m<sup>3</sup> aufweist (siehe Tabelle 2-1), die Anlage auf 5 Zyklen pro Tag bei Trockenwetterzufluss und maximal 8 Zyklen pro Tag bei dem maximalen Mischwasserzufluss  $Q_M$  von 21 l/s bzw. 75,6 m<sup>3</sup>/h ausgelegt. Maßgebend für die Festlegung der erforderlichen Anzahl an Betriebszyklen pro Tag ist das durch die Hydrosegel vorgegebene Austauschvolumen, das unter den Randbedingungen von Teich 1 maximal 228 m<sup>3</sup> beträgt. Dies ist ausreichend, um den maximalen Mischwasserzufluss von 21 l/s bei der dann verkürzten Zyklusdauer von 3h zu behandeln. Der Trockenwetterzyklus von 4,8 h teilt sich in folgende Phasen bzw. Teilzyklen auf:

- Befüllzeit  $t_F$ : 1,8h (erfolgt in 3 Abschnitten während Deni- und Nitri-Betrieb)
- Mischen ohne Belüften  $t_M$ : 0,95 h (Denitrifikationsbetrieb)
- Belüftungszeit  $t_N$ : 2,65 h (Nitrifikationsbetrieb)
- Sedimentationszeit  $t_S$ : 0,70 h
- Dekantierzeit  $t_D$ : 0,50 h
- Zykluszeit  $t_Z = t_M + t_N + t_S + t_D$ : 0,95 + 2,65 + 0,70 + 0,50 = 4,80h
- Reaktionszeit  $t_R = t_M + t_N$ : 0,95 + 2,65 = 3,60 h

Nach der oben stehenden Gleichung Gl. 3 wird ein Volumen des SBR von:

$$V_{SBR} = V_{BB,min} * t_Z / t_R = 1.060 \text{ m}^3 * 4,80 / 3,60 = 1.060 + 1,333 = 1.413 \text{ m}^3$$

benötigt. Dieses Volumen wird in Teich 1 bei einer Wasserspiegelhöhe von 2,5 m durch einen durch die Hydrosegel begrenzten Bereich mit einer Länge von mindestens 19,60 m zur Verfügung gestellt (siehe Übersichtslageplan Variante 2 in Anlage 4.10). Gewählt wird eine Länge der Reaktionszone von 23,00 m entsprechend einem Volumen von 1.660 m<sup>3</sup> bzw. ein minimales Volumen  $V_{min}$  von 1.660 – 228 = 1.432 m<sup>3</sup> am Ende des Dekantiervorgangs (siehe Phase f in Abbildung 4-2) bzw. am Anfang der Befüllphase (Phase a in Abbildung 4-2), wenn sowohl die Vorlagezone als auch die Ausgleichszone ihr maximales Volumen aufweisen und die dadurch bedingte Stellung der Hydrosegel das Volumen der Reaktionszone verkleinert.

AG: Gemeinde Abtsteinach  
Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

SBR-Anlage mit Vorspeicher und dadurch möglicher stoßweiser Beschickung weisen i.d.R. sehr gute Absetzeigenschaften des Belebtschlamms auf, so dass der gewählte Schammvolumenindex ISV von 100 ml/l bei der Berechnung der Klarwasserhöhe zu Beginn der Dekantierphase angesetzt werden kann. Nach DWA-M 210 [8] muss die Klarwasserhöhe zu Beginn der Dekantierphase mindestens 15% der Wasserhöhe und mindestens 0,4 m betragen. Im vorliegenden Fall ergibt sich somit bei einer Wasserspiegelhöhe von 2,50 m eine erforderliche Klarwasserhöhe von 0,40 m zu Beginn des Dekantiervorgangs, damit kein Belebtschlamm beim Dekantieren mitgerissen wird.

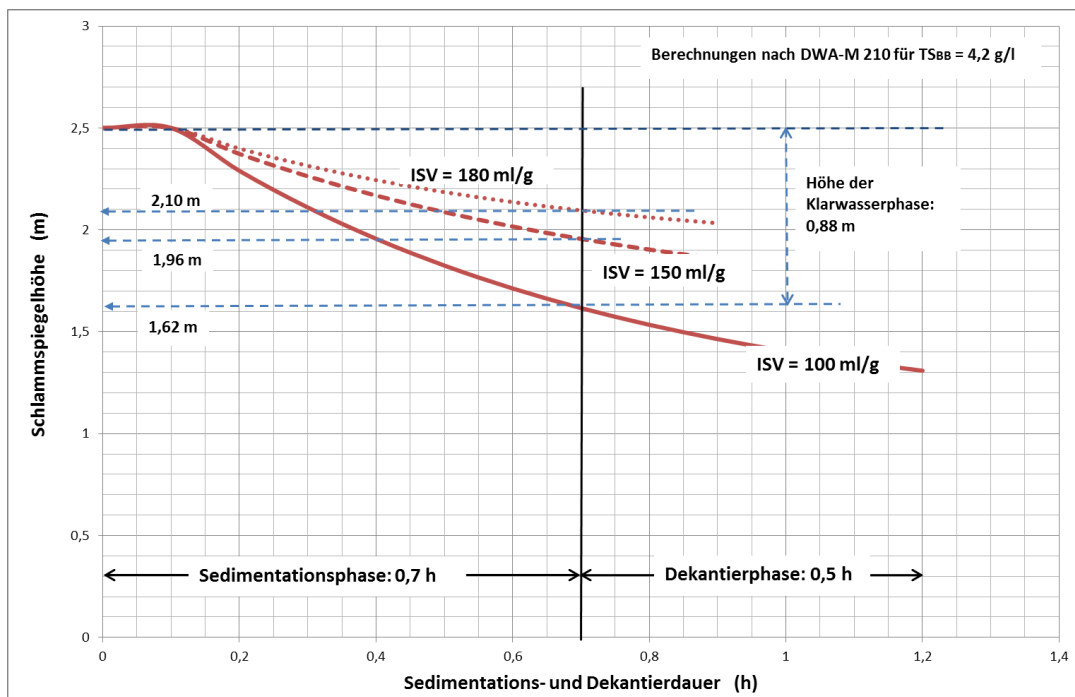


Abbildung 4-3: Abhängigkeit der Schlammspiegelhöhe von der Sedimentationszeit für eine Belebtschlammkonzentration von 4,2 g/l und Schammvolumenindizes von 100 ml/g, 150 ml/g und 180 ml/g

Die Klarwasserhöhe hängt zum einen von der Sedimentationsdauer zum anderen aber auch von den Schlammeigenschaften, d.h. von der Trockensubstanzkonzentration und insbesondere vom Schammvolumenindex ISV, ab. Der nach DWA-M 210 berechnete Verlauf der Schlammspiegelhöhe bzw. der korrespondierenden Klarwasserhöhe ist oben in Abbildung 4-3 für die hier gewählten Randbedingungen (Wasserhöhe = 2,5 m;  $TS_{BB} =$

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

4,2 g/l und  $ISV = 100 \text{ ml/g}$ ) sowie zusätzlich für Indizes von 150 ml/g und 180 ml/g über der Sedimentationszeit dargestellt. Es zeigt sich, dass bei der gewählten Dauer der Sedimentationsphase von 0,7 h unter den vorgenannten Randbedingungen  $TS_{BB} = 4,2 \text{ g/l}$  und  $ISV = 100 \text{ ml/g}$  zu Beginn der Dekantierphase eine Klarwasserhöhe von 0,88 m zu erwarten ist. Dies ist mehr als das 2-fache der geforderten Mindesthöhe von 0,4 m. Es ist somit von einem sehr sicheren Betrieb der CWSBR-Anlage auszugehen. Wie Abbildung 4-3 zu entnehmen ist, wird selbst bei einem sehr ungünstigen Schlammindeix von 180 ml/g die Mindestklarwasserhöhe von 0,40 m noch eingehalten.

### 4.4 Bemessung der erforderlichen Aggregate und Nebeneinrichtungen

#### 4.4.1 Belüftungseinrichtungen

Für die Dimensionierung der Belüftungseinrichtungen ist der Lastfall „Sauerstoffbedarf bei höchster Temperatur“ heranzuziehen.

Nach den Berechnungsergebnissen der auf dem DWA-Arbeitsblatt-A 131 basierenden Software Belebungs-Expert V3.00+ beträgt der tägliche Sauerstoffverbrauch  $OV_d = 295 \text{ kg/d}$  bei der als Stabilisierungsanlage mit intermittierender Denitrifikation und einer Belastung mit 3.000 Einwohnerwerten ausgelegten Anlage (Frachten siehe Tabelle 2-2 und Tabelle 10-1 in Anhang 3). Unter Berücksichtigung der Stoßfaktoren für den Sauerstoffverbrauch bei einem Schlammalter von 25 Tagen von  $f_C = 1,1$  und  $f_N = 1,5$  und einem Anteil der Reaktionszeit  $t_R$  an der gesamten Dauer eines Zyklus  $t_Z$  von 75%, errechnet sich ein maximaler stündlicher Sauerstoffverbrauch von  $OV_h = 26,6 \text{ kg/h}$ . Bei Ansatz eines  $\alpha$ -Wertes von 0,7 und einer Sauerstoffsättigung  $C_{SS,T}$  von 8,8 mg/l bei der Abwassertemperatur von 20 °C sowie einer Sauerstoffkonzentration in der Belebung  $C_x$  von 2,0 mg/l und einer Einblastiefe  $E_T$  von 2,35 m ist die Belüftung auf einen Sauerstoffeintrag in Reinwasser von

$$\alpha OC = (C_s / (C_s - C_x)) * OV_h / \alpha = (9,8 / (9,8 - 2)) * 26,6 / 0,7 = 47,74 \text{ kgO}_2/\text{h}$$

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

**ERLÄUTERUNGSBERICHT**

auszulegen. Bei Einsatz von Schlauch- bzw. Rohrbelüftern mit einem spezifischen Sauerstoffeintrag in Reinwasser von  $16,5 \text{ gO}_2/(\text{Nm}^3 \cdot \text{m}_{\text{ET}})$  errechnet sich ein maximaler Luftbedarf von:

$$Q_{\text{Luft}} = 47,74 / (0,0165 \cdot 2,35) = 1.231 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

Unter Berücksichtigung der maximal zulässigen Beaufschlagung der Belüfter von  $9 \text{ Nm}^3/(\text{m} \cdot \text{h})$  und einer effektiven Länge eines Belüfterrohrs von 2,0 m, werden zum Eintrag der maximalen Luftmenge  $1.231/(9 \cdot 2) = 68,4$  Belüftungselemente benötigt. Installiert werden 70 Elemente, die zu 10 Belüftungsgittern mit je 7 Elementen zusammengefasst werden. Die Belüftungsgitter werden als aushebbare Elemente an der Bedienbrücke montiert und über Fallleitungen DN 80 mit Druckluft versorgt.

Für die Bereitstellung der Druckluft wird ein redundant ausgeführtes Drehkolbengebläse mit einer über Frequenzumrichtung regelbaren Luftleistung von ca. 250 bis  $1.250 \text{ Nm}^3/\text{h}$  bei einer Druckdifferenz von 350 mbar und einer Nennleistung des Motors von 22 kW eingesetzt. Die Aufstellung erfolgt in einem neuerstellten, an den Schaltraum angrenzenden, Gebläseraum (siehe Lageplan Anlage 4.10).

**4.4.2 Beschickungspumpwerk**

Das Beschickungspumpwerk hat die Aufgabe, das in der Vorlagezone zwischengespeicherte Abwasser innerhalb der gewählten Befüllzeit  $t_F$  von maximal 1,8 h in die Reaktionszone zu fördern. Bei einem dem Volumen der Hydrosegelel entsprechenden maximalen Austauschvolumen von  $228 \text{ m}^3$  muss die Beschickungspumpe eine Förderleistung von

$$Q = 228 \text{ m}^3 / 1,8 \text{ h} = 127 \text{ m}^3/\text{h}$$

aufweisen. Gewählt wird eine redundant ausgeführte Tauchmotorpumpe mit einer Förderleistung von  $150 \text{ m}^3/\text{h}$  bei einer Gesamtförderhöhe von ca. 0,5 m (Leitungsquerschnitt: DN 200; Leitungslänge: maximal ca. 20 m). Die Tauchpumpen werden in einem Rohrschacht an der Bedienbrücke aufgestellt, der mittels der Rohrleitung DN 200 mit der Vorlagezone verbunden ist (siehe Lageplan Anlage 4.10).

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Um ein Absetzen der im Abwasser enthaltenen Feststoffe in der Vorlagezone zu vermeiden, wird diese durch zwei schnelllaufende Rührwerke mit einer Nennleistung von je 1,5 kW intermittierend durchmischt.

### 4.4.3 Dekantiereinrichtung und Klarwasserpumpwerk

Nach Ablauf der Sedimentationsphase und Ausbildung einer Klarwasserhöhe von i.d.R. deutlich größer als 50 cm beginnt die Dekantierphase.

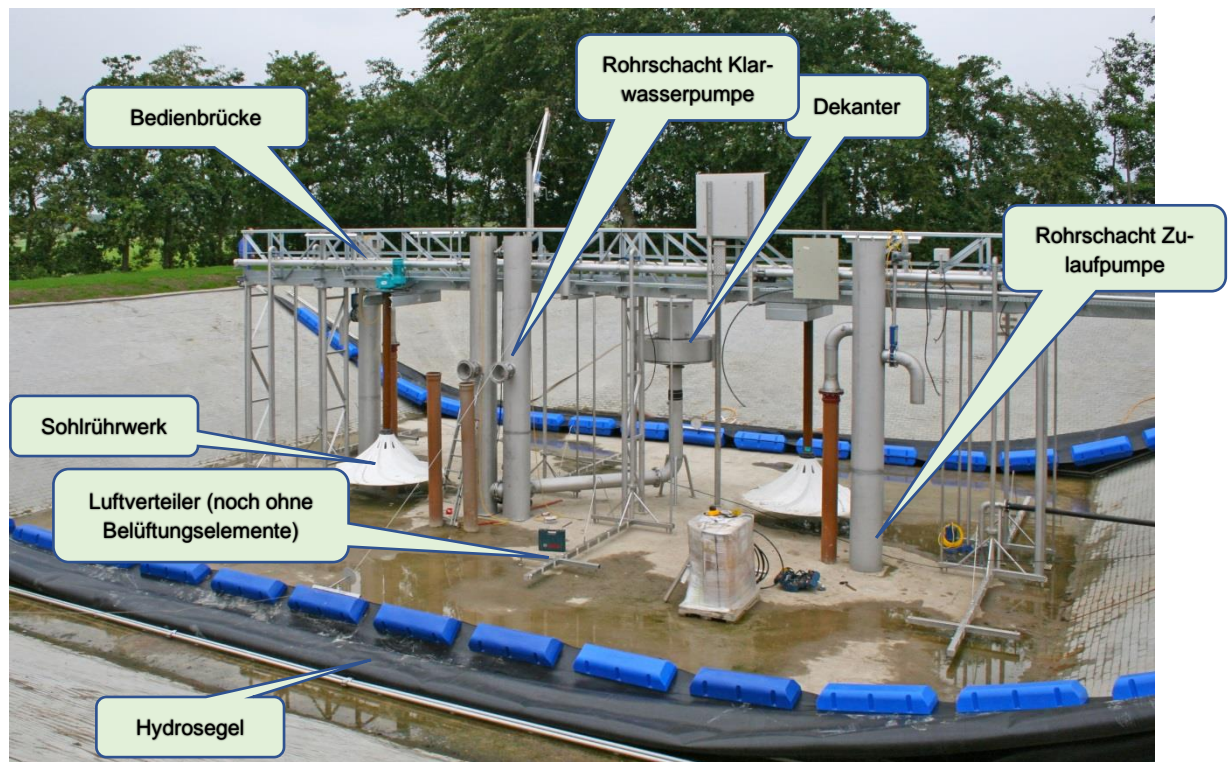


Abbildung 4-4: Blick in eine CWSBR-Anlage während der Montage der verfahrenstechnischen Komponenten (Archivbild G.A.A. verändert)

Mit Bezug auf die angesetzte Dauer der Dekantierphase von 0,5 h und einem maximal zu dekantierenden Volumen an Klarwasser von 228 m³ wird eine Dekanter mit einer Ablaufleistung von  $Q_D = 228 \text{ m}^3 / 0,5 \text{ h} = 456 \text{ m}^3/\text{h}$  benötigt. Zum Einsatz kommen soll ein runder Dekanter mit einem Durchmesser von 2,00 m und einer maximalen Ablaufleistung von 540 m³/h, wie er in dem oben stehenden Montagefoto (Abbildung 4-4) der Ausrüstung einer CWSBR-Anlage zu erkennen ist.

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Der Dekanter ist über eine Rohrleitung DN 250 mit den beiden an der Bedienbrücke befindlichen Rohrschächten zur Aufnahme der beiden als Tauchmotorpumpen ausgeführten Klarwasserpumpen (Förderleistung von je 380 m<sup>3</sup>/h) verbunden. Das Klarwasser wird in die nachgelagerte Ausgleichszone gefördert (siehe hierzu auch Phase e in Abbildung 4-2), deren Volumen sich durch die Bewegung des Hydrosegels entsprechend der geförderten Menge an Klarwasser vergrößert.

Um die Bildung einer Eisdecke auf der Ausgleichszone zu unterbinden wird diese in den Wintermonaten durch zwei schnelllaufende Rührwerke intermittierend durchmischt.

### 4.4.4 Einrichtungen zur Phosphatfällung

Wie der derzeitige praktische Betrieb der Kläranlage Abtsteinach als auch die Ergebnisse der Bemessung der Belebung nach DWA-A 131 (siehe Tabelle 10-1 in Anhang 3) belegen, muss zum Erreichen des zurzeit geltenden  $P_{\text{ges}}$ -Betriebsmittelwerts von 1,0 mg/l als auch des zukünftig einzuhaltenden  $P_{\text{ges}}$ -Überwachungswertes von 1,2 mg/l (Jahresmittelwert: 0,85 mg/l) eine Phosphatfällung durchgeführt werden.

Bei Ansatz einer  $P_{\text{ges}}$ -Fracht von 5,4 kg/d, entsprechend einer Belastung der Anlage mit 3.000 Einwohnerwerten, sind bei einer angestrebten  $P_{\text{ges}}$ -Konzentration an der Einleitstelle in die Steinach von  $\leq 0,5$  mg/l insgesamt 3,34 kg/d an Phosphor zu fällen. Um dieses Ziel zu erreichen ist bei einer einmaligen Fällmitteldosierung pro Zyklus und einem daraus resultierenden  $\beta$ -Wert von 1,8 (siehe Praxisleitfaden Phosphorelimination [9]) eine Fällmittelmenge von 194 mol/d erforderlich. Wird dagegen die Zweipunktfällung (Fällmittelzugabe zu Beginn des Zyklus, d.h. während der Beschickung und am Ende des Zyklus ca. 15 Minuten vor Beginn der Sedimentationsphase) angewendet, dann reduziert sich der Fällmittelbedarf auf weniger als 160 mol/d.

Zur Stützung der Säurekapazität soll zur Fällung basisches Aluminat mit einem Wirkstoffgehalt von 7% eingesetzt werden. Der Tagesbedarf an Aluminat  $M_{\text{FM,d}}$  ergibt sich somit zu:

$$M_{\text{FM,d}} = (160 \text{ mol} \cdot 27 \text{ g/mol}) / 0,07 = 61,7 \text{ kg/d.}$$

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Dies entspricht bei einer Dichte des Aluminats von 1,37 kg/l einer Dosiermenge von rd. 45 l/d bzw. rd. 1.350 l/Monat.

Zur Bevorratung des Fällmittels wird ein WHG-konformer doppelwandiger PP-Lagerbehälter mit einem Nutzvolumen von 10 bis 12 m<sup>3</sup> vorgesehen. Das Volumen ist ausreichend, um den Fällmittelbedarf von mindestens 6 Monaten zu bevorraten.

### 4.4.5 Schlammbehandlung

Bei der Reinigung des Abwassers sind einschließlich des Fällschlammes im Mittel rd. 150 kg/d (siehe Ergebnisse zu Sonderlastfall in Tabelle 10-1 in Anhang 3) an aerob stabilisiertem Überschussschlamm zu erwarten. Diese werden i.d.R. täglich während der Dekantierphase aus dem sedimentierten Schlammbett abgezogen und einem Schlamm-speicher zugeführt.

Ausgehend von einem Feststoffgehalt im Schlammbett von ca. 10 kg/m<sup>3</sup> werden täglich ca. 15 m<sup>3</sup> an Belebtschlamm in den Schlamm-speicher gepumpt. Der Schlamm-speicher wird mit einem Trübwasserabzug ausgestattet, so dass bei einer regelmäßigen Trübwasserentnahme von einer Eindickung des Schlammes auf ca. 4% TS ausgegangen werden kann. Von der durchschnittlichen täglichen Überschussschlamm-menge von 15 m<sup>3</sup>/d verbleiben somit nach dem Trübwasserabzug noch 25% bzw. 3,75 m<sup>3</sup>/d im Schlamm-speicher. Bei Auslegung des Schlamm-speichers auf eine maximale Stapelzeit von 8 Monaten errechnet sich ein minimales Speichervolumen von 900 m<sup>3</sup>. Gewählt wird ein geschraubter Edelstahlbehälter (V2A) mit einem Nutzvolumen von rd. 1.050 m<sup>3</sup>.

Der Behälter mit einem Durchmesser von rd. 16,20 m und einer Höhe von rd. 5,90 m (inklusive 0,7 m Freibord) erhält zur Frostsicherung eine Isolierung aus 100 mm Mineralwolle mit Trapezblechverkleidung sowie eine Abdeckung aus V2A-Blech.

Zur gelegentlichen Durchmischung des Behälterinhalts wird ein höhenverstellbares Tauchmotorrührwerk mit einer Leistung von 7,5 kW installiert, das über eine am Behälter angebrachte Manteltreppe mit Bedienpodest zugänglich ist.

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Die Entleerung des Schlammstapelbehälters erfolgt i.d.R. zweimal pro Jahr mittels einer mobilen Schlammentwässerungsanlage. Zur Entleerung des vollständig gefüllten Schlammspeichers werden bei einer Betriebszeit des eingesetzten Entwässerungsaggregats (Zentrifuge oder Kammerfilterpresse je nach Unternehmen) von 8 h/d ca. 4 bis 5 Tage benötigt. Da das Schlammwasser des aerob stabilisierten Schlammes nur gering belastet ist, kann es direkt in den Zulauf der Belebung eingeleitet werden.

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

### 4.5 Bauliche Realisierung der CWSBR-Anlage

Wie bereits in den vorherigen Kapiteln erläutert sind bei der Erweiterung der Kläranlage umfangreiche Tiefbauarbeiten notwendig. Die Arbeiten finden größtenteils im Bereich von Teich 1 für die CWSBR Anlage sowie im zu verfüllenden Teich 2 für den Schlammstapelbehälter sowie das neue Betriebsgebäude statt. Zusätzlich werden neue Leerrohre sowie Abwasser- und Luftleitungen verlegt.

Für die CWSBR Anlage sind in Teich 1 Einbauten sowie Leitungsverlegungen vorgesehen, welche auf entsprechenden Punkt- oder Streifenfundamenten zu gründen sind. Die Lasten durch diese Einbauten sind überschaubar, sodass eigentlich keine vollflächige Gründung notwendig ist. Für die Hydrosegel sind Streifenfundamente über die komplette Breite des Teichs vorzusehen.

Gemäß Bodengutachten [10] sowie den Planungsunterlagen der Kläranlage [1] wurde Teich 1 mit einer bis zu 50 cm starken Tonschicht abgedichtet, die anstehenden Böden sind nur begrenzt tragfähig. Die Untersuchungen zeigen, dass auch im Spätsommer ein gespannter Grundwasserleiter im Bereich um die Teiche ansteht. Es ist davon auszugehen, dass im Winter und Frühjahr deutlich höhere Grundwasserstände zu erwarten sind.

Um eine umfangreiche Grundwasserhaltung mit wasserdichtem Verbau und großflächigem Bodenaustausch zu vermeiden, wurde entschieden die Einbauten in Teich 1 mittels einer schwach bewehrten, großflächigen Bodenplatte zu gründen. Durch den möglichst vollflächigen Lastabtrag ist es möglich, die Bodenplatte mit einer Sauberkeitsschicht direkt auf der Tonabdichtung zu gründen und diese nicht zu durchstoßen. Wenn die kritischen Arbeiten im Sommer ausgeführt werden ist außerdem gewährleistet, dass keine Grundwasserabsenkung notwendig ist, da der Teich 1 mit einer betonierten Bodenplatte bis zu einem gewissen Maß auftriebssicher ist.

AG: Gemeinde Abtsteinach  
Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

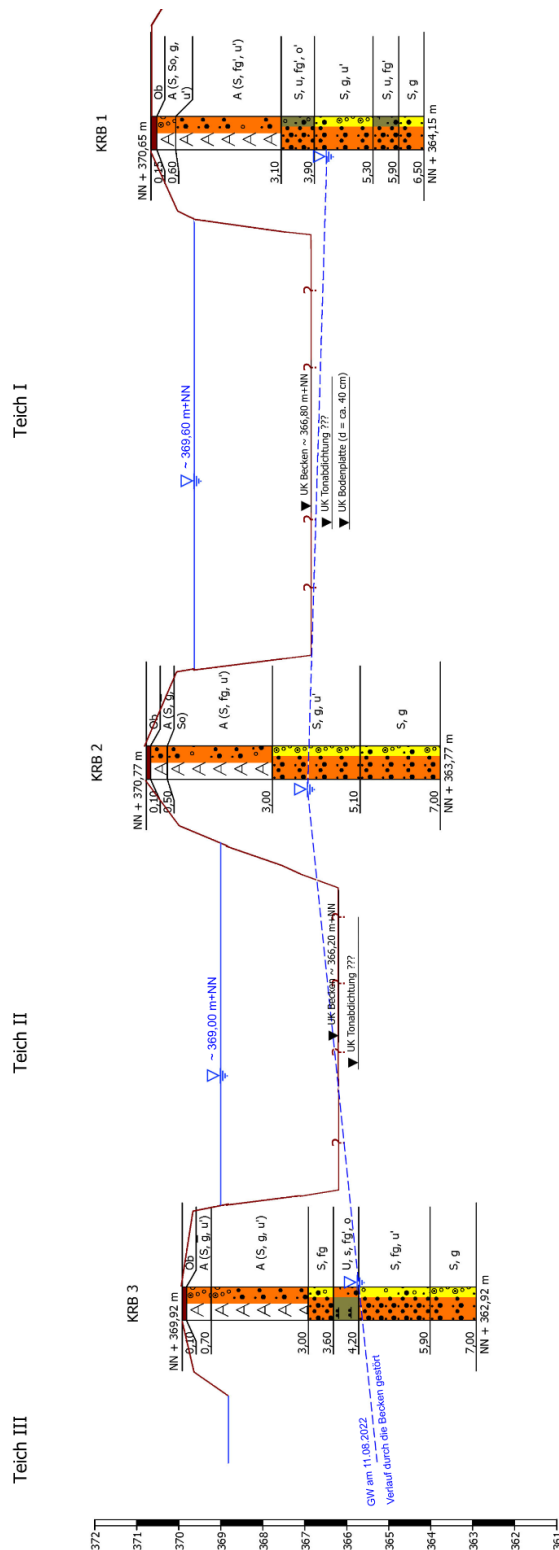


Abbildung 4-5: Auszug aus dem Bodengutachten, Querschnitt der Grundwasserstände um die Teiche [10]

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Der Schlammstapelbehälter mit 1.000 m<sup>3</sup> Volumen hat eine Grundfläche von ca. 230 m<sup>2</sup>, auf den Freiflächen der Kläranlage ist dafür kein Baufeld vorhanden. Aus diesem Grund wurde entschieden, den Teich 2 zu verfüllen und den Behälter sowie das Betriebsgebäude dort zu platzieren.

Die Tonabdichtung sowie die anstehenden Böden sind gemäß Bodengutachten weitestgehend konsolidiert, sodass hier eine Verfüllung und Verdichtung möglich ist. Der Schlammstapelbehälter wird auf einer 30 cm starken Betonbodenplatte gegründet. Das neue Betriebsgebäude für Elektrotechnik und Gebläse wird als Fertigteilstation ausgeführt und ebenso wie die neuen Fällmitteltanks auf einer kleinen Bodenplatte gegründet.

Da während der Umbauarbeiten sowohl Teich 1 als auch Teich 2 außer Betrieb genommen werden, ist die Reinigungsleistung der Kläranlage bis zu einer provisorischen Inbetriebnahme der gesamten CWSBR Anlage über Monate bis hin zu einem Jahr stark eingeschränkt. Es ist davon auszugehen, dass die Abwassergrenzwerte nicht eingehalten werden können. Aus diesem Grund wird während der Umbauarbeiten eine Unterstützung der Kläranlage über zusätzliche Containermodule notwendig, die Kosten dafür sind zu berücksichtigen.

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

### 4.6 Ermittlung der Investitions- und Betriebskosten der Variante 2

#### 4.6.1 Investitionskosten

Die Investitionskosten für die Umrüstung der Kläranlage Abtsteinach zu einer als CWSBR-Anlage ausgeführten Belebungsanlage mit Nitrifikation/Denitrifikation, aerober Schlammstabilisierung und insbesondere einer weitestgehenden Phosphorelimination durch simultane Fällung setzen sich zum einen zusammen aus den Baukosten für die Umgestaltung von Teich 1 zur Belebungsanlage (Entleeren und Reinigung des Teiches, Herstellen Bodenplatte, etc.), den Kosten für die Errichtung eines neuen Betriebsgebäudes zur Aufnahme der Gebläsestation und Schaltanlage sowie den Kosten für den Bau des ca. 1.000 m<sup>3</sup> fassenden Schlammstapelbehälters. Und zum anderen resultieren sie aus den Kosten für Anschaffung und Montage der maschinen- und elektrotechnischen Ausrüstung der Belebungs- und des Schlammspeichers.

Eine detaillierte Zusammenstellung der auf Basis von Richtpreisanfragen und aktuellen Ausschreibungsergebnissen vergleichbarer Leistungen abgeschätzten Kosten findet sich in Anhang 4, Abschnitt 11.2.

Zusammenfassend ergibt die Kostenermittlung aufgegliedert nach den maßgebenden Kostengruppen Bau-Technik, M-Technik und EMSR-Technik (netto ohne Baunebenkosten) das folgende Ergebnis:

• Bau-Technik:	1.715.000,00 EUR
• M-Technik:	790.000,00 EUR
• <u>EMSR-Technik:</u>	<u>240.000,00 EUR</u>
• Zwischensumme (netto o. BNK):	2.745.000,00 EUR
• BNK (pauschal 15% Bau, 20%M-EMSR):	463.250,00 EUR
• <u>Mehrwertsteuer (19%)</u>	<u>609.587,50 EUR</u>
• <b>Investitionskosten Variante 2 (brutto):</b>	<b>3.817.817,50 EUR</b>

Im Vergleich zu der dem Bau- und Umweltausschuss der Gemeinde am 29.06.2021 vorgestellten, auf dem Preisniveau von 2020 basierenden Schätzung der Kosten dieser

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Variante von rd. 1,7 Mio. EUR (brutto), entsprechen die hier ermittelten Kosten von rd. 3,8 Mio. EUR (brutto) mehr als einer Verdopplung. Die höheren Kosten sind zum einen darauf zurückzuführen, dass bei der ersten Schätzung in 2020 Positionen wie z.B. die Entleerung und Reinigung der Teiche oder ein neues Betriebsgebäude noch nicht enthalten waren und zum anderen ist nach dem im Sommer 2022 erstellten Bodengutachten [10] von einem schwierigen Baugrund mit gespanntem Grundwasser sowie Aufschüttungen aus kontaminiertem Material auszugehen. Aufgrund der dadurch erforderlichen aufwändigeren Bauweise (durchgehende massive Bodenplatte, etc.), entstehen erhebliche Mehrkosten. Und nicht zuletzt hat die durch den Ukrainekrieg in 2022 verursachte allgemeine Kostensteigerung, die je nach Gewerk mit 20% bis 35% anzusetzen ist, eine erhebliche Zunahme der Kosten bewirkt.

### 4.6.2 Wartungs- und Instandhaltungskosten

Die jährlichen Aufwendungen für Wartung und Instandhaltung der Kläranlagenertüchtigung werden pauschal mit 0,5% der Nettoinvestition der Bautechnik, 3,0% der Maschinenteknik und 5,0 % der EMSR-Technik angesetzt. Die Jahreskosten für Wartung und Instandhaltung ergeben sich damit zu:

• Bautechnik:	1.715.000,00 € x 0,005 1/a =	8.575,00 €/a
• M-Technik:	790.000,00 € x 0,03 1/a =	23.700,00 €/a
• <u>EMSR-Technik:</u>	<u>240.000,00 € x 0,05 1/a =</u>	<u>12.000,00 €/a</u>
• <b>Summe Jahreskosten W + I:</b>		<b>44.275,00 €/a</b>

### 4.6.3 Laufende Betriebskosten

Die laufenden Betriebskosten der durch Umgestaltung zur Belegung nach dem CWSBR-Verfahren zur weitergehenden Stickstoff- und Phosphorelimination ertüchtigten Kläranlage ergeben sich aus den erforderlichen Aufwendungen für das Betriebspersonal der Anlage, den eingesetzten Chemikalien (Fällmittel Aluminat), den Kosten für den Strombezug zum Antrieb der Pumpen, Rührwerke, Gebläse und der Dosiereinrichtungen und nicht zuletzt aus den Kosten der i.d.R. zweimal pro Jahr erforderlichen Entwässerung und Entsorgung des im Schlamm Speicher befindlichen aerob stabilisierten Überschussschlamms.

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

**Anmerkung:** Der Personalbedarf und Stromverbrauch zum Betrieb der Vorreinigungsstufen Rechen und Sandfang sowie des Betriebsgebäudes werden hier nicht erfasst, da die daraus resultierenden Kosten in erster Näherung für beide Varianten identisch sind.

**Personalkosten:** Der bisherige personelle Aufwand zum Betrieb der Kläranlage der Gemeinde Abtsteinach kann nach den Aufzeichnungen der zurückliegenden Jahre mit ca. 1,5 bis 2,5 Ah/Ad bzw. mit rd. 500 Ah/a abgeschätzt werden. Aufgrund der Zunahme an Betriebspunkten ist mit einem erheblichen Mehraufwand, d.h. mit rd. 1.500 Ah/a zu rechnen, wobei ca. 250 Ah/a für den Betrieb der Mechanischen Reinigung (Geröllfang, Rechen, Sandfang) anzusetzen sind. Für den Betrieb der Belebung (einschließlich Schlammmanagement und Analytik/Eigenkontrolluntersuchungen) verbleiben somit rd. 1.250 Ah/a. Die Bruttokosten je Arbeitsstunde werden mit 50,00 €/Ah angesetzt. Damit ergeben sich die zusätzlichen Personalkosten für die ertüchtigte Kläranlage zu:

- **Jahreskosten Personal:**  $1.250 \text{ Ah/a} \times 50,00 \text{ €/Ah} = 62.500,00 \text{ €/a}$

**Chemikalien:** Zur weitestgehenden Fällung des im Abwasser nach der biologischen Reinigung noch enthaltenen ortho-Phosphats sowie zur Stabilisierung der Nitrifikation durch Erhöhung der Säurekapazität soll, wie in Abschnitt 4.4.4 bereits ausgeführt, eine handelsübliche Aluminat-Lösung mit einem Aluminium-Gehalt von 7 Gew.% eingesetzt werden. Der Jahresverbrauch an Aluminat-Lösung, die in einem WHG-konformen PP-Behälter gelagert werden soll, kann mit rd. 25 t/a abgeschätzt werden (vgl. Abschnitt 4.4.4). Unter Berücksichtigung des infolge des Ukraine-Kriegs stark gestiegenen Preisniveaus für Chemikalien, ist von spezifischen Kosten für den Bezug des Fällmittels Aluminat von ca. 600,- €/t (brutto) auszugehen. Für die Bereitstellung des Fällmittels ergeben sich somit Kosten in Höhe von:

- **Jahreskosten Chemikalien:**  $25 \text{ t/a} \times 600,- \text{ €/t} = 15.000 \text{ €/a}$

**Stromverbrauch:** Der derzeitige Stromverbrauch der Kläranlage Abtsteinach von durchschnittlich rd. 180.000 kWh/a resultiert nur zu einem geringen Teil aus dem Verbrauch der mechanischen Reinigungsstufen (Geröllfang, Rechen und Sandfang) sowie dem

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Verbrauch des Betriebsgebäudes (Licht, Heizung, Schaltanlage), sondern wird hauptsächlich durch die energieintensive und i.d.R. permanente Belüftung der Teiche mittels Druckluft und den Betrieb der Rezirkulationspumpe verursacht.

Zukünftig, d.h. nach Ertüchtigung der Teichkläranlage durch Umrüstung zur Belebung nach dem CWSBR-Verfahren, wird sich die energetische Situation verändern, da die Belüftung der Belebungsstufe zum einen effizienter gestaltet werden kann und zum anderen nicht dauerhaft, sondern nur in den belüfteten Phasen, erfolgt.

Der Stromverbrauch der mechanischen Reinigungsstufen und des Betriebsgebäudes ist bei beiden Varianten identisch und wird deshalb im Folgenden nicht berücksichtigt.

Zu berücksichtigen sind folgende Stromverbräuche:

- |                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| • Rührwerke Vorlagezone:          | 12 h/d x 3,0 kW x 365 d/a = 13.140 kWh/a  |
| • Rührwerke Nachlagezone:         | 6 h/d x 3,0 kW x 180 d/a = 3.240 kWh/a    |
| • Beschickungspumpen Belebung:    | 3,0 kW x 800 h/a = 2.400 kWh/a            |
| • Klarwasserpumpen:               | 3,0 kW x 800 h/a = 2.400 kWh/a            |
| • Sohlrührwerke Belebung:         | 18 h/d x 6,0 kW x 365 d/a = 39.420 kWh/a  |
| • Gebläse Belüftung Belebung:     | 13,3 h/d x 15 kW x 365 d/a = 72.818 kWh/a |
| • Rührwerk Schlammstapelbehälter: | 1 h/d x 7,5 kW x 365 d/a = 2.738 kWh/a    |
| • <u>Sonstiges / Rundung:</u>     | <u>= 3.846 kWh/a</u>                      |

**Summe:**

**140.000 kWh/a**

Aktuell unterliegen die Strompreise an der Leipziger Börse erheblichen Schwankungen, so dass eine Prognose der zukünftigen Preisentwicklung mit erheblichen Unsicherheiten behaftet ist. Den weiteren Betrachtungen werden spezifische Strombezugskosten von 0,50 €/kWh zu Grunde gelegt.

Bei den Betriebskosten der Variante 2 sind somit

- **Jahreskosten Strombezug i.H.v. 140.000 kWh/a x 0,50 €/kWh = 70.000,00 €/a**

zu berücksichtigen.

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

**Schlamm entwässerung und Entsorgung:** Wie in Abschnitt 4.4.5 bereits erläutert, ist bezogen auf eine Belastung der Kläranlage mit 3.000 EW im Mittel mit einem Anfall an aerob stabilisiertem Überschussschlamm von 150 kgTS/d zu rechnen, der im Schlammstapelbehälter auf rd. 4% eingedickt wird. Pro Jahr sind somit rd. 1.400 m<sup>3</sup> an statisch eingedicktem Überschussschlamm mittels einer mobilen Anlage zu entwässern und anschließend zu entsorgen. Unter Berücksichtigung des nur mäßigen Entwässerungsverhaltens von aerob stabilisiertem Schlamm wird ein erreichbarer TR-Gehalt im entwässerten Schlamm von ca. 23% angesetzt. Es verbleibt somit nach erfolgter Entwässerung eine zu entsorgende Schlammmenge von rd. 240 t/a.

Für die Entwässerung des eingedickten Überschussschlammes ist mit Kosten von rd. 20,- €/m<sup>3</sup> und für die Entsorgung/Verwertung des entwässerten Schlammes mit ca. 150,- €/t zu rechnen. Insgesamt ergeben sich somit folgende Jahreskosten aus Entwässerung und Entsorgung des anfallenden Klärschlammes:

- Entwässerung: 1.400 m<sup>3</sup>/a x 20,00 €/m<sup>3</sup> = 28.000,00 €/a
- Entsorgung: 240 t/a x 150,00 €/t = 36.000,00 €/a
- **Jahreskosten Schlammbehandlung: 64.000,00 €/a**

**Zusammenfassung „laufende Betriebskosten“:** Insgesamt ergeben sich somit für Variante 2 die nachstehend zusammengestellten Betriebskosten:

- |                             |                       |
|-----------------------------|-----------------------|
| • Personal                  | 62.500,00 €/a         |
| • Chemikalien               | 15.000,00 €/a         |
| • Strom                     | 70.000,00 €/a         |
| • <u>Schlamm entsorgung</u> | 64.000,00 €/a         |
| <b>Summe:</b>               | <b>211.500,00 €/a</b> |

Die vorgenannten laufenden Betriebskosten in Höhe von rd. 211.500 €/a gehen ebenso wie die Kosten für Wartung und Instandhaltung in Höhe von rd. 44.275,00 €/a in die

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen bzw. in die im folgenden Kapitel 5 vorgestellte dynamische Kostenvergleichsrechnung nach LAWA ein.

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

### **5 Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen / Dynamische Kostenvergleichsrechnung**

#### **5.1 Vorbemerkung**

Die dynamische Kostenvergleichsrechnung wird in Anlehnung an die Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnung (KVR-Leitlinien) der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), die zwischenzeitlich von der DWA verlegt werden, durchgeführt [3].

Es wird darauf hingewiesen, dass bei gleichem Nutzen der betrachteten Alternativen „die Kostenvergleichsrechnung nur eine Aussage über die relative Vorteilhaftigkeit zulässt, d.h. darüber informiert, in welchem Grad die eine Alternative kostengünstiger ist als die andere.“ [3]. „Eine zweite generelle Abgrenzung der Kostenvergleichsrechnung ist von grundsätzlicher instrumenteller Art, und zwar gegenüber Haushalts- und Finanzplanungen: Das in diesen Leitlinien dargelegte Instrumentarium ist abgestellt auf die kostenmäßige Bewertung wasserwirtschaftlicher Maßnahmen im Rahmen von Investitionsentscheidungen. Es liefert damit allein eine Aussage über die kostenmäßige Vorteilhaftigkeit einer Alternative beim Vergleich unterschiedlicher Möglichkeiten zur Erbringung einer bestimmten Leistung. Hierauf muss mit besonderem Nachdruck hingewiesen werden. Es existieren nämlich auch Versuche, die Kostenvergleichsrechnung so aufzubauen, dass die daraus gewonnenen Daten unmittelbar für Finanzplanungen, Vermögensbewertungen, Gebühren- oder Beitragsrechnungen verwendet werden können. Zur Vermeidung grundlegender Fehler ist deshalb in jedem Fall eine getrennte Behandlung dieser Fragenkomplexe angezeigt“ [3].

Die dynamische Kostenvergleichsrechnung wird auf einem Grundzustand aufgebaut, für den in der folgenden Tabelle 5 -1 unterschiedliche Parameter festgelegt werden. Im Rahmen von Empfindlichkeitsprüfungen werden die besonders kostenrelevanten Parameter, wie die laufenden Betriebskosten als Ganzes oder die Stromkosten, einzeln variiert und deren Einfluss auf die Ergebnisse untersucht.

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

### 5.2 Definition des Grundzustands

In Anlehnung an übliche Nutzungsdauern für bauliche Einrichtungen sowie maschinen- und elektrotechnische Ausrüstung sind in der nachstehenden Tabelle 5-1 die gewählten Ansätze zur Festlegung des Grundzustandes für die folgende Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zusammengestellt.

Tabelle 5-1: Basisdaten der Kostenvergleichsrechnung

Finanzmathematische Faktoren (Grundzustand)	
Untersuchungszeitraum / Planungshorizont	60 a
Nutzungsdauer Ingenieurbauwerke	45 a
Nutzungsdauer Technische Ausrüstung Maschinen	15 a
Nutzungsdauer Technische Ausrüstung EMSR	10 a
Nominalzinssatz $i_n$	4,50%
Inflationsrate $i_i$	2,00%
Realzinssatz $i_r$	2,45%
Reale jährliche Preissteigerungsrate für laufende Kosten $r$	2,00%
Reale jährliche Preissteigerungsrate für Entsorgung $r$	2,00%
Reale jährliche Preissteigerungsrate für Stromkosten $r$	2,00%

Die Ansätze in Tabelle 5-1 werden als „Grundzustand“ definiert. Ausgehend von diesem Grundzustand werden die einzelnen Ansätze, wie Nominalzinssatz, Inflationsrate und Preissteigerungsraten für Energie und laufende Betriebskosten variiert und durch Gegenüberstellung der jeweiligen Jahreskosten die Auswirkungen auf die beiden Varianten ermittelt.

Wo sinnvoll, werden Schwellenwerte angegeben, bei denen eine Über- oder Unterschreitung das Ergebnis der Wirtschaftlichkeitsbewertung zu Gunsten der anderen Variante „kippt“.

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

**ERLÄUTERUNGSBERICHT****5.3 Finanzmathematische Aufbereitung der Kosten**

Um eine Vergleichbarkeit der Kosten für die zu untersuchenden Varianten herzustellen, werden alle während eines Betrachtungszeitraums anfallenden Kosten, d.h. im vorliegenden Fall über einen Zeitraum von 60 Jahren (vgl. Tabelle 5-1), ermittelt. Diese Kosten für den Betrachtungszeitraum setzen sich zusammen aus den Investitionskosten (IK), den Reinvestitionskosten (IKR) und den „Laufenden Kosten“ (LK).

**5.3.1 Projektkostenbarwert PKBW**

Für die Kostenvergleichsrechnung werden nicht die während des Betrachtungszeitraums anfallenden Summen der einzelnen Kosten herangezogen. Es wird vielmehr auch berücksichtigt, dass die Reinvestitionskosten (IKR) und die laufenden Kosten (LK) nicht sofort, sondern erst in Zukunft getätigt werden. In der Zwischenzeit kann dieses in Zukunft zu investierende Kapital zinsbringend angelegt werden, so dass diese Kosten abgemindert über entsprechende Diskontierungsfaktoren (Abzinsungsfaktoren) in Ansatz gebracht werden.

Diese Diskontierung wird bei der Ermittlung des sogenannten Projektkostenbarwertes (PKBW) berücksichtigt. Der Projektkostenbarwert (PKBW) einer Maßnahme ist definiert als das Kapital, das heute benötigt wird, um diese Maßnahme zu bauen und während der Nutzungsdauer zu unterhalten.

Die Projektkostenbarwerte (PKBW) der beiden Varianten setzen sich zusammen aus den Investitionskosten (IK), den mit dem Diskontierungsfaktor für Einzelkosten (DFAKE) abgeminderten Reinvestitionskosten (IKR) und den mit dem Diskontierungsfaktor für gleichförmige Kostenreihen (DFAKR) abgeminderten laufenden Kosten (LK).

$$\text{PKBW} = \text{IK} + \text{DFAKE} * \text{IKR} + \text{DFAKR} * \text{LK}$$

**5.3.2 Diskontierungsfaktor (Abzinsungsfaktor) für Einzelkosten DFAKE**

Der Diskontierungsfaktor berücksichtigt, dass die für eine zukünftige einmalige Investition erforderlichen Kosten zwischenzeitlich zinsbringend angelegt werden können.

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Die in Zukunft anfallenden Einzelkosten, die Reinvestitionskosten (IKR), werden durch den Diskontierungsfaktor für Einzelkosten DFAKE über folgende Gleichung abgemindert angesetzt:

$$DFAKE(i_r; n) = \frac{1}{(1 + i_r)^n}$$

wobei

$i_r$  = reale Zinssatz

$n$  = Anzahl der Jahre des Betrachtungszeitraums

Beispiel: Die im Grundzustand (Daten siehe Tabelle 5-1) definierte Nutzungsdauer für maschinentechnische Anlagen beträgt 15 Jahre. Der gesamte Betrachtungszeitraum beträgt im vorliegenden Fall 60 Jahre. Es wird also eine Reinvestition nach 15, 30, 45 und 60 Jahren für die maschinentechnischen Anlagen erforderlich. Für die Ermittlung der Projektkostenbarwerte können diese Reinvestitionskosten über den Diskontierungsfaktor für Einzelkosten DFAKE abgemindert werden. Bei einem realen Zinssatz von  $i_r = 2,45\%$  weist der Diskontierungsfaktor für dieses Beispiel folgende Größe auf:

$$DFAKE(i_r; n) = \frac{1}{(1 + i_r)^n} = \frac{1}{(1 + 0,0245)^{15}} = 0,6955$$

wobei:  $i_r = 2,45\% = 0,0245$  und  $n = 15$  Jahre

### 5.3.3 Diskontierungsfaktor für gleichförmige Kostenreihen DFAKR

Der Diskontierungsfaktor für gleichförmige Kostenreihen (Laufende Kosten LK) berücksichtigt, dass die zukünftigen laufenden Kosten (LK) zwischenzeitlich Zins bringend angelegt werden können.

Die zukünftig jährlich anfallenden laufenden Kosten (LK) werden über den Diskontierungsfaktor für gleichförmige Kostenreihen DFAKR abgemindert.

$$DFAKR(i_r; n) = \frac{(1 + i_r)^n - 1}{i_r \cdot (1 + i_r)^n}$$

wobei:  $i_r$  = realer Zinssatz und  $n$  = Anzahl der Jahre des Betrachtungszeitraum

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

**E R L Ä U T E R U N G S B E R I C H T**

Beispiel: Über den im Grundzustand definierten Betrachtungszeitraum von 60 Jahren fallen Laufende Kosten (LK) an. Diese „Laufenden Kosten“ (LK) fallen nicht sofort, sondern in den jeweiligen künftigen Jahren an. Für die Ermittlung des Projektkostenbarwerts können diese „Laufenden Kosten“ (LK) über den Diskontierungsfaktor für Kostenreihen DFAKR abgemindert werden. Bei einem realen Zinssatz von 2,45 % weist der Diskontierungsfaktor für dieses Beispiel folgende Größe auf:

$$DFAKR(i_r; n) = \frac{(1 + i_r)^n - 1}{i_r \cdot (1 + i_r)^n} = \frac{(1 + 0,0245)^{60} - 1}{0,0245 \cdot (1 + 0,0245)^{60}} = 31,264$$

wobei  $i_r = 2,45 \% = 0,0245$  und  $n = 60$  Jahre

So werden also die laufenden Kosten (LK) für einen Zeitraum von 60 Jahren mit dem abgeminderten Faktor 31,264 statt mit dem Faktor 60 multipliziert.

**5.3.4 Zinssatz**

Bei dem in den vorgestellten Betrachtungen angegebenen Zinssatz handelt es sich um den realen Zinssatz, der den Einfluss der Inflationsrate auf den nominalen Zinssatz berücksichtigt. Der inflationsbereinigte Zinssatz, d.h. der reale Zinssatz, ermittelt sich nach folgender Formel:

$$i_r = \frac{1 + i_n}{1 + i_i} - 1$$

wobei  $i_r$  = reale Zinssatz;  $i_n$  = nominale Zinssatz und  $i_i$  = Inflationsrate

In der vorliegenden Kostenvergleichsrechnung wird ein realer Zinssatz  $i_r$  von 2,45 % für den Grundzustand angesetzt. Ein realer Zinssatz  $i_r$  von 2,45 % ergibt sich beispielsweise dann, wenn die Inflationsrate  $i_i$ , wie von der EZB aus Stabilitätsgründen angestrebt, mit 2,0 % und der nominale Zinssatz  $i_n$  mit 4,5 % angenommen werden.

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

### 5.3.5 Jahreskosten

Die Umrechnung des Projektkostenbarwerts PKBW in gleichförmige Kostenreihen, den Jahreskosten (JK), erfolgt über den Kapitalwiedergewinnungsfaktor KFAKR.

$$JK = KFAKR * PKBW$$

Der Kapitalwiedergewinnungsfaktor ist der Kehrwert des Diskontierungsfaktors für gleichförmige Kostenreihen DFAKR

$$KFAKR(i_r, n) = \frac{i_r \cdot (1 + i_r)^n}{(1 + i_r)^n - 1}$$

wobei  $i_r$  = reale Zinssatz und  $n$  = Anzahl der Jahre des Betrachtungszeitraums

Die Jahreskosten (JK) sind also die auf ein Jahr bezogenen Kosten der Anlage während ihrer Nutzungsdauer.

Die Beurteilung der beiden zur Disposition stehenden Varianten erfolgt über den Vergleich der Projektkostenbarwerte (PKBW) bzw. über die entsprechenden Jahreskosten.

## 5.4 Ergebnisse der dynamischen Kostenvergleichsrechnung

### 5.4.1 Grundzustand

Die Tabelle 12-1 in Anhang 5 zeigt in übersichtlicher Form am Beispiel der Grundvarianten (Grundzustand nach Tabelle 5-1) die Berechnung der Projektkostenbarwerte (PKBW) und der Jahreskosten (JK) für die Varianten V1 und V2. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle 5-2 zusammengefasst.

Der Zusammenfassung ist zu entnehmen, dass zur Realisierung von Variante 1, d.h. für den Anschluss der Gemeinde Abtsteinach an den AZV Steinachtal einschließlich der fiktiven Investitionen (siehe Kapitalkostenanteil an der Verbandsumlage) ein Investitionsbedarf von insgesamt 7,994 Mio. EUR besteht. Dieser ist mehr als der doppelt so hoch wie das zur Realisierung von Variante 2 erforderliche Investitionsvolumen von rd. 3,797 Mio. EUR. Bereits bei den erforderlichen Reinvestitionen ist jedoch schon festzustellen, dass

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

diese über den gesamten Untersuchungszeitraum bei Variante 1 mit rd. 2,428 Mio. deutlich geringer ausfallen als bei Variante 2 mit insgesamt 3,728 Mio. EUR. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Bautechnik mit einer hohen Nutzungsdauer von 60 Jahren bei Variante 1 mit rd. 6,6 Mio. EUR einen sehr hohen Anteil von über 80% an den Gesamtinvestitionskosten hat und die Anteile an Maschinen- und Elektrotechnik, die über den Untersuchungszeitraum von 60 Jahren insgesamt drei- bzw. sogar fünfmal reinvestiert werden müssen, relativ gering sind.

Tabelle 5-2: Ergebnisse der dynamischen Kostenvergleichsrechnung für die beiden untersuchten Varianten im Grundzustand

Finanzmathematische Faktoren (Grundzustand)				
Untersuchungszeitraum / Planungshorizont		60 a		
Nutzungsdauer Ingenieurbauwerke		60 a		
Nutzungsdauer Technische Ausrüstung Maschinen		15 a		
Nutzungsdauer Technische Ausrüstung EMSR		10 a		
Nominalzinssatz $i_n$		4,50%		
Inflationsrate $i_i$		2,00%		
Realzinssatz $i_r$		2,45%		
Reale jährliche Preissteigerungsrate für laufende Kosten r		2,00%		
Reale jährliche Preissteigerungsrate für Entsorgung r		2,00%		
Reale jährliche Preissteigerungsrate für Stromkosten r		2,00%		
Ergebnisse dyn. KVR	Einheit	Variante 1	Variante 2	Differenz
Summe Investitionen IK	EUR	7.994.282,00	3.797.409,00	-4.196.873,00
Summe Reinvestitionen RIK	EUR	2.428.270,00	3.727.704,00	1.299.434,00
Summe Laufende Kosten LK	EUR	10.157.750,00	13.633.936,00	3.476.186,00
Projektkostenbarwert PKBW (= Summe IK + RIK + LK)	EUR	<b>20.580.302,00</b>	<b>21.159.049,00</b>	578.747,00
Jahreskosten JK	EUR/a	<b>658.426,00</b>	<b>676.942,00</b>	18.516,00

Ein weiterer Vorteil von Variante 1, also dem Anschluss an die Kläranlage des AZV Steinachtal, im Vergleich zu Variante 2, d.h. dem Ausbau der eigenen Kläranlage, sind die geringeren laufenden Betriebskosten der Anschlusslösung. Der nicht unbeträchtliche

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

**E R L Ä U T E R U N G S B E R I C H T**

Kostenvorteil von rd. 66.000,- EUR/a (siehe Tabelle 12-1 in Anhang 5) summiert sich über den Betrachtungszeitraum von 60 Jahren zu insgesamt rd. 3,5 Mio. EUR (siehe Tabelle 5-2). Der Vorteil von Variante 1 bei den laufenden Kosten führt zusammen mit den geringeren Reinvestitionen dazu, dass der über den gesamten Betrachtungszeitraum von 60 Jahren errechnete Projektkostenbarwert von Variante 1 mit rd. 20,6 Mio. EUR um rd. 580.000,- EUR rd. 2,7% niedriger ist als der Projektkostenbarwert von Variante 2 mit rd. 21,16 Mio. EUR (siehe Tabelle 5-2).

Aus dem Projektkostenbarwert ergeben sich für Variante 1 Jahreskosten in Höhe von 658.426,00 EUR/a und für Variante 2 von 676.942,00 EUR/a. Der Vorteil von Variante 1 beträgt bei den Jahreskosten 18.516,00 EUR/a bzw. ebenfalls 2,7%.

Insgesamt ist somit festzustellen, dass Variante 1, d.h. der Anschluss an den AZV Steinachtal, unter den Randbedingungen des Grundzustandes (Tabelle 5-1) im Vergleich zum Ausbau der eigenen Kläranlage (Variante 2), geringe wirtschaftliche Vorteile aufweist.

Ob diese Vorteilhaftigkeit von Variante 1, die vorerst nur unter den Randbedingungen bzw. Annahmen des Grundzustandes (Tabelle 5-1) gegeben ist, auch unter veränderten Randbedingungen erhalten bleibt, wird im Folgenden anhand einer Sensitivitätsanalyse überprüft.

**5.4.2 Sensitivitätsanalyse****5.4.2.1 Variation des Realzinssatzes**

Um die Auswirkungen veränderter Kapitalkosten auf die Vorteilhaftigkeit der beiden Varianten zu überprüfen, wird im Folgenden der Realzinssatz – dieser entspricht dem um die Inflationsrate bereinigten Nominalzinssatz (vgl. Abschnitt 5.3.4) – im Bereich von ca. -1% bis ca. 8% variiert. Die Ergebnisse sind Tabelle 12-2 bis Tabelle 12-5 in Anhang 5 zu entnehmen und sind als Auswirkung auf die Jahreskosten in der folgenden Abbildung 5-1 grafisch dargestellt. Wie aus Abbildung 5-1 ersichtlich, steigen die Jahreskosten von Variante 1 über den gesamten untersuchten Realzinsbereich stetig von ca. 582.000 EUR/a bei einem Realzinssatz von -0,95%/a auf rd. 945.000 EUR/a bei einem Realzinssatz von

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

7,84%/a an. Die Jahreskosten von Variante 2 fallen dagegen anfangs leicht von ca. 712.000,00 EUR/a auf ca. 676.000,00 EUR/a bei einem Realzinssatz von 3%/a, um dann wieder leicht auf ca. 728.000,00 EUR/a bei einem Realzinssatz von knapp 8%/a anzuheben. Insgesamt gesehen, weisen die Jahreskosten von Variante 2 damit nur eine sehr geringe Abhängigkeit von der Höhe des Realzinssatzes auf.

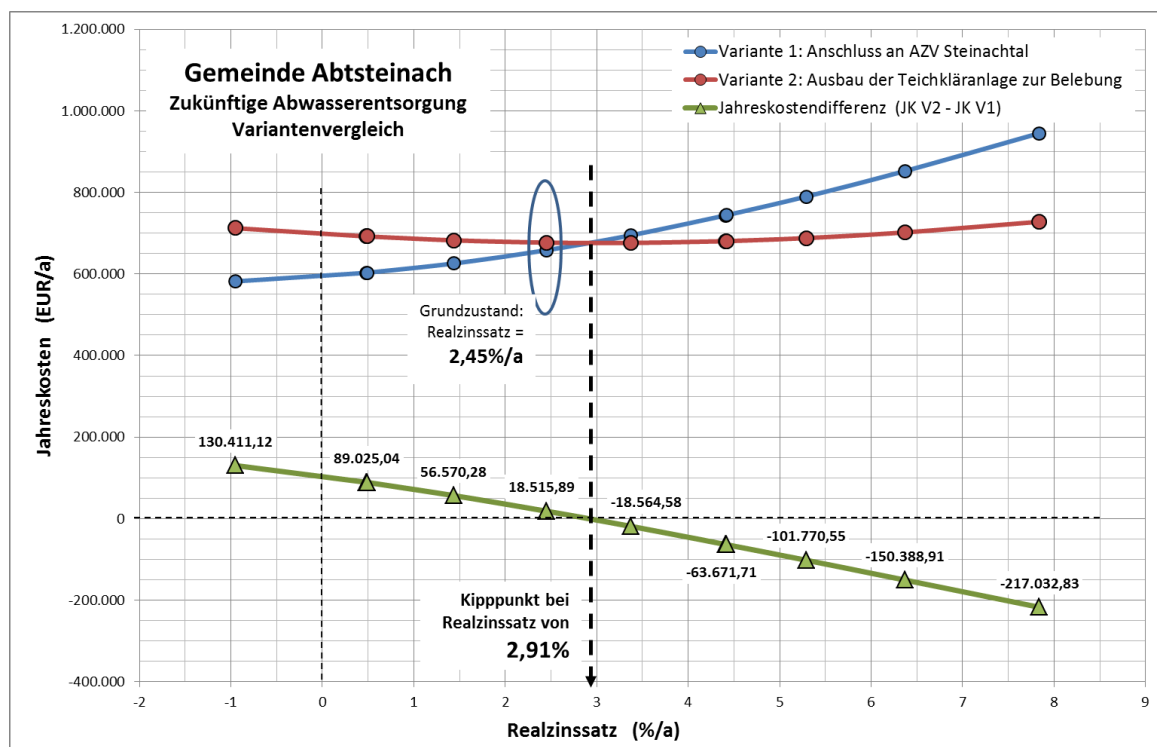


Abbildung 5-1: Auswirkung einer Änderung des Nominalzinssatzes im Bereich von 2 bis 10% auf die Jahreskosten der beiden Varianten

Das unterschiedliche Verhalten der Jahreskosten der beiden Varianten gegenüber einem steigenden Realzinssatz hat zur Folge, dass der anfängliche Kostenvorteil von Variante 1 ab einem Realzinssatz von mehr als 2,91%/a in einen Kostenvorteil für Variante 2 umschlägt. Ein Realzinssatz von 2,91%/a, der sich sowohl bei einem Nominalzinssatz von 3%/a und einer Inflationsrate von 0,087%/a als auch bei einem Nominalzinssatz von 10% und einer Inflationsrate von 6,89%/a ergibt, ist also als Kippunkt anzusehen.

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Zur Beurteilung bzw. Abschätzung, ob die Lage des Kipppunktes eher für eine Vorteilhaftigkeit von Variante 1 oder für Variante 2 spricht, wird im Folgenden beispielhaft die Entwicklung der Realzinsen in der Bundesrepublik Deutschland im Zeitraum 1967 bis 2022 herangezogen (siehe Abbildung 12-1 in Anhang 5, [11]). Der Abbildung ist zu entnehmen, dass der Realzinssatz in den letzten 50 Jahren nur in 1987 die 3%-Marke leicht überschritten hat und sich ansonsten meist in einem Bereich von -2%/a bis +2%/a bewegte und in 2022 bei einer hohen Inflationsrate von bis zu 10% und nicht angepassten Nominalzinsen von zeitweise weniger 3,5%/a einen Tiefpunkt von - 5,9%/a erreicht bzw. bereits durchschritten haben.

Zusammenfassend kann also festgestellt werden, dass mit Blick auf die zurückliegenden 50 Jahre auch in Zukunft überwiegend mit Realzinssätzen von deutlich weniger als 3%/a zu rechnen ist. Demnach ist aus finanztechnischer Sicht Variante 1, d.h. der Anschluss an den AZV Steinachtal, als die vorteilhaftere Variante einzustufen.

### 5.4.2.2 Variation der laufenden Kosten

Des Weiteren haben die laufenden Kosten, d.h. die Ausgaben für Personal, Energie, Chemikalien, Wartung und Instandhaltung sowie der Entsorgung der anfallenden Reststoffe, einen nicht zu unterschätzende Einfluss auf den Projektkostenbarwert bzw. auf die Jahreskosten der beiden untersuchten Varianten.

Im Folgenden wird überprüft, welche Auswirkung ein Anstieg der jährlichen Steigerungsrate der laufenden Kosten von bis zu 6%-Punkte über der im Grundzustand angesetzten Inflationsrate von 2% hat. Das Ergebnis ist in der folgenden Abbildung 5-2 dargestellt.

Wie der grafischen Darstellung der Jahreskostenentwicklung zu entnehmen ist, wirkt sich eine Preissteigerung bei den laufenden Kosten über die Inflationsrate hinaus bei beiden Varianten in einer exponentiellen Zunahme der Jahreskosten aus. Die Zunahme ist jedoch bei Variante 2 deutlich stärker ausgeprägt, da die laufenden Betriebskosten bei dieser Variante bereits im Grundzustand mit 436.191,- EUR/a einen höheren Anteil von rd. 64% an den gesamten Jahreskosten von 676.942,- EUR/a haben als bei Variante 1 mit

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

324.977,- EUR/a bzw. einem Anteil von rd. 49% an den gesamten Jahreskosten von 658.426,- EUR/a (vgl. Tabelle 12-6 bis Tabelle 12-10 in Anhang 5).

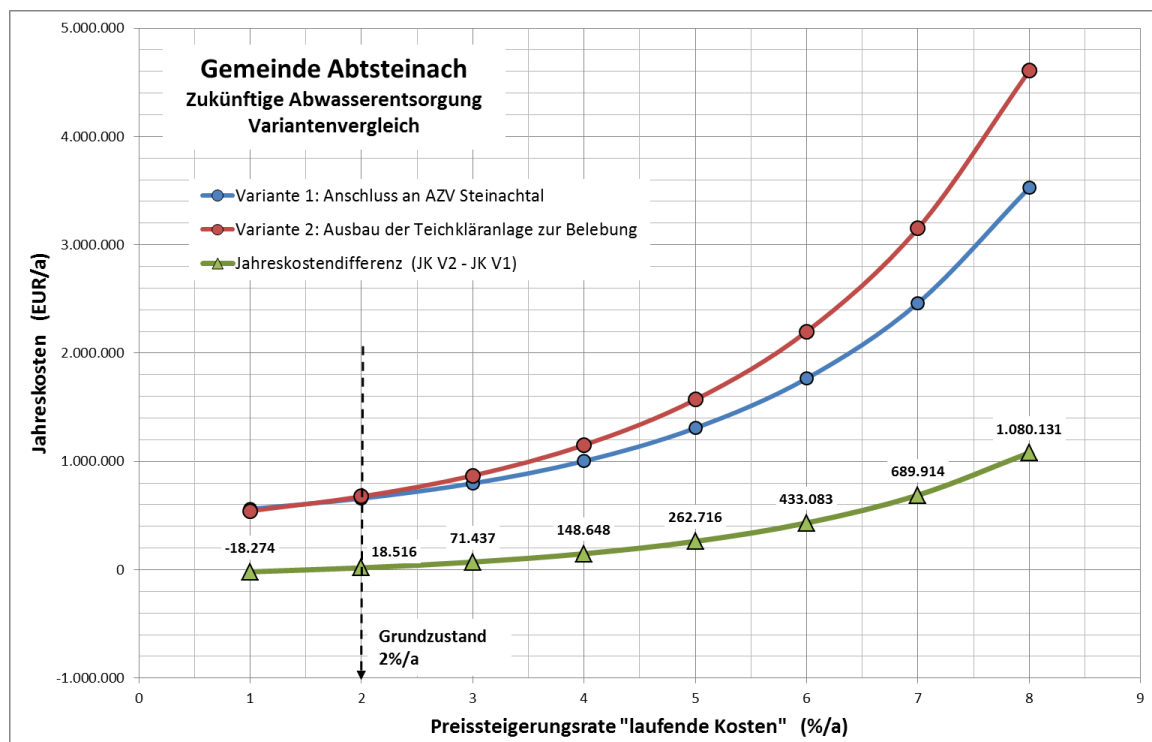


Abbildung 5-2: Einfluss der realen jährlichen Steigerung der laufenden Kosten der Abwasserbeseitigung auf die Jahreskosten der untersuchten Varianten

Der Kostenvorteil von Variante 1 bei den Jahreskosten nimmt mit zunehmender Teuerungsrate über die allgemeine Inflationsrate weiter zu und erreicht bei Rate von 5%/a, also von 3%-Punkten über der angesetzten allgemeinen Inflationsrate von 2%/a bereits eine Höhe von 292.716,- EUR/a.

Anzumerken ist jedoch, dass eine jährliche Steigerungsrate der gesamten laufenden Kosten um mehr als 2%-Punkte über der Inflationsrate als unrealistisch erscheint, da die einzelnen Bestandteile der laufenden Kosten, wie Personalkosten bzw. Kosten für Dienstleistungen, Energie und Chemikalien bzw. Verbrauchsmittel, auch in die Berechnung der Inflationsrate eingehen. Realistischer ist dagegen, dass einzelne Bestandteile der

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

laufenden Kosten, wie z.B. den Bezug von Strom, stärker steigen als die allgemeine Inflationsrate. Dies ist beispielhaft in Abbildung 5-3 dargestellt.

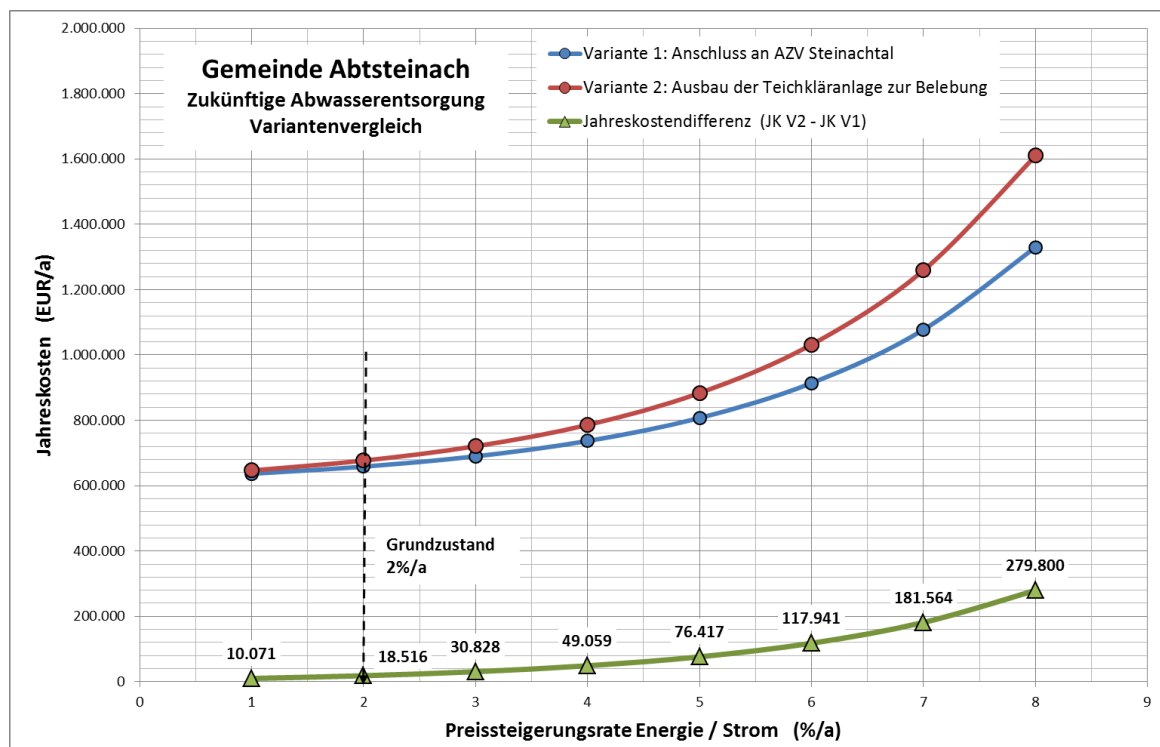


Abbildung 5-3: Einfluss der realen jährlichen Steigerung des Strombezugs auf die Jahreskosten der untersuchten Varianten

Die prognostizierten Stromverbräuche der beiden Varianten von 108.000 kWh/a (Variante 1) bzw. 140.000 kWh/a bei Variante 2 unterscheiden sich nur gering, da bei beiden Varianten der Betrieb der Belebungsstufe den Stromverbrauch maßgeblich bestimmt.

Aber auch der anfangs nur geringe Kostenvorteil von Variante 1 aufgrund des geringeren Stromverbrauchs führt bei einer überproportionalen Steigerung der Strombezugskosten zu einem merklichen Unterschied in den Jahreskosten, d.h. die Vorteilhaftigkeit von Variante 1 im Vergleich zu Variante 2 nimmt mit steigenden Strompreisen zu.

Genauso wie beim Strom verhält es sich, wenn eine überproportionale Steigerung der Schlammmentsorgungskosten betrachtet wird (siehe Tabelle 12-15 bis Tabelle 12-18 in Anhang 5). Die Schlammmentsorgungskosten von Variante 1, also der Reinigung der

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Abwässer aus Abtsteinach in der Verbandskläranlage des AZV Steinachtal, sind aufgrund der dort durchgeführten anaeroben Stabilisierung, die eine Verringerung der Schlamm-masse und eine Verbesserung der Entwässerbarkeit bewirkt, bereits im Grundzustand mit prognostizierten 33.656,- EUR/a bzw. einem Anteil von rd. 5,1% an den gesamten Jahreskosten, deutlich um den Faktor 3 geringer als bei Variante 2 mit prognostizierten 110.224,- EUR/a bzw. einem Anteil von 16,3% an den gesamten Jahreskosten. Dieser Vorteil von Variante 1 erhöht sich überproportional mit einem Anstieg der Entsorgungskosten über die allgemeine Inflationsrate. Demnach ist Variante 1 hinsichtlich der Schlamm-entsorgungskosten, wie schon zuvor für die Stromkosten und die laufenden Betriebskosten im Allgemeinen gezeigt, immer die günstigere Variante.

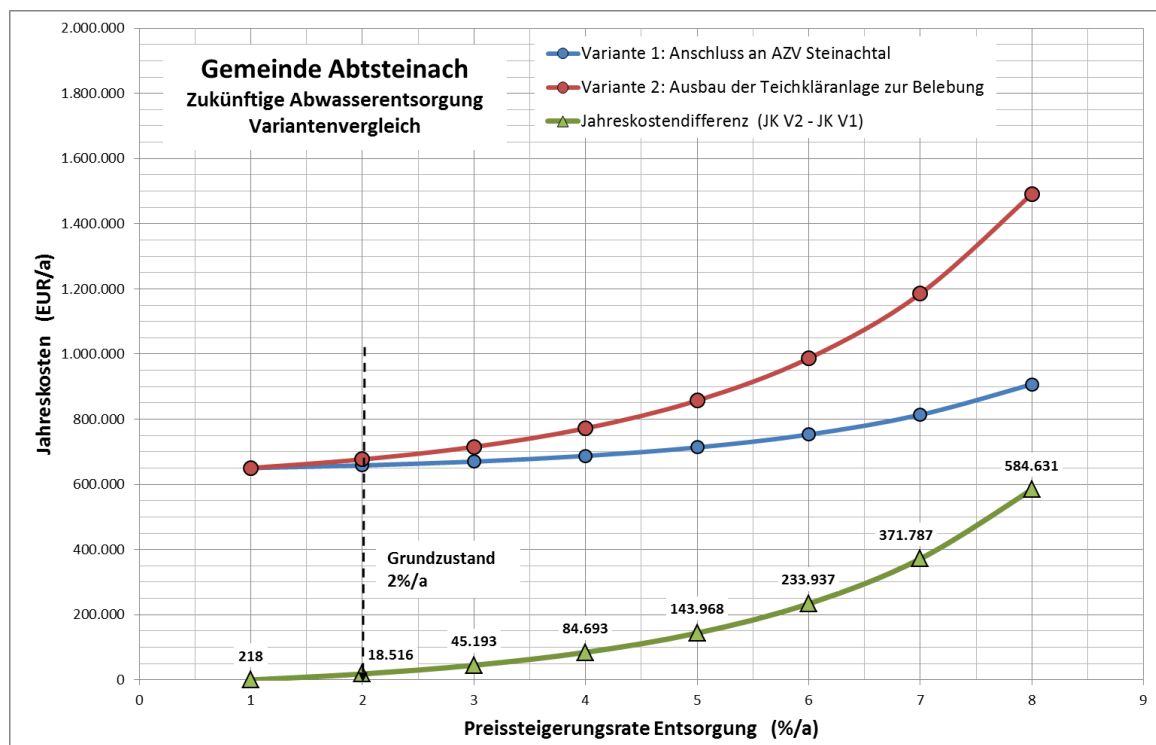


Abbildung 5-4: Einfluss der realen jährlichen Steigerung der Schlamm-entsorgungskosten auf die Jahreskosten der untersuchten Varianten

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Das Ergebnis der Sensitivitätsanalyse kann somit folgendermaßen zusammengefasst werden:

- Die unter den Randbedingungen des Grundzustandes (Realzinssatz 2,45%) gegebene geringfügig höhere Vorteilhaftigkeit von Variante 1 gegenüber Variante 2 bleibt auch unter veränderten Zinsbedingungen bis zu einem Realzinssatz von 2,91%/a erhalten. Erst bei Anstieg des Realzinssatzes auf über 3%/a ergeben sich aufgrund der geringeren Investitionskosten von Variante 2 klare Vorteile für diese Variante. Realzinssätze von mehr als 3%/a traten in der Vergangenheit jedoch nur äußerst selten auf und waren dann i.d.R. nur von kurzer Dauer.
- Der bereits zu Beginn des Betrachtungszeitraums gegebene Betriebskostenvorteil von Variante 1 (laufende Betriebskosten 193.115,- EUR/a) im Vergleich zu Variante 2 (laufende Betriebskosten 259.203,- EUR/a) ist ausreichend, um auch unter veränderten Randbedingungen (überproportionale Steigerungen im Vergleich zur allgemeinen Inflationsrate) die Vorteilhaftigkeit von Variante 1 zu wahren.

Die bereits im Grundzustand gegebene geringe Vorteilhaftigkeit von Variante 1, d.h. der Überleitung des Abwassers der Gemeinde Abtsteinach zum AZV Steinachtal, wird auch unter veränderten Randbedingungen der dynamischen Kostenvergleichsrechnung, wie sie der Sensitivitätsanalyse zugrunde gelegt wurden, bestätigt.

Variante 1 ist daher als die klar vorteilhaftere Variante zu bezeichnen und deshalb uneingeschränkt zur Umsetzung zu empfehlen.

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

### **6 Diskussion, Zusammenfassung und Empfehlung**

Um den nach der EU-WRRL anzustrebenden „guten ökologischen Zustand“ auch in der Steinach zu erreichen, ist eine weitere deutliche Verbesserung der Qualität des aus der Kläranlage Abtsteinach eingeleiteten Abwassers erforderlich.

Als Alternative zur Ertüchtigung bzw. Umgestaltung der Teichkläranlage zu einer Belebungsanlage nach dem CWSBR-Verfahren mit weitergehender Stickstoff- und Phosphorelimination (Variante 2), wurde auch die Ableitung des lediglich mechanisch vorgereinigten Abwassers zu der unterhalb im Steinachtal gelegenen Kläranlage des AZV Steinachtal (Variante 1) hinsichtlich ihrer technischen Durchführbarkeit untersucht und aufbauend auf dem ermittelten Investitionsbedarf und der zu erwartenden Betriebskosten eine dynamische Kostenvergleichsrechnung nach den KVR-Leitlinien der LAWA durchgeführt.

Die Untersuchungen erbrachten folgende wesentliche Ergebnisse:

- Der Anschluss an die ca. 11 km entfernte Verbandskläranlage Steinachtal kann durch Bau einer ca. 3.500 m langen Leitung, die bis zum Anschlusspunkt an den Verbandskanal an der Grillhütte der Gemeinde Heiligkreuzsteinach führt, erreicht werden. Die Realisierung der Pumpstation sowie der weitgehend in der L535 verlegten Anschlussleitung erfordern Investitionen in Höhe von rd. 4,844 Mio. EUR (brutto inkl. BNK). In diesem Betrag sind die Kosten für erforderliche Anpassungen auf der Verbandskläranlage Steinachtal enthalten. Des Weiteren ist einem Anschluss von einer Beteiligung an den Kosten des Verbandskanals und der Verbandskläranlage auszugehen. Diese wurden bei der dynamischen Kostenvergleichsrechnung durch zusätzliche „fiktive Investitionskosten“ in Höhe von 3,15 Mio. EUR berücksichtigt.
- Die Umgestaltung der bestehenden Teichkläranlage zur Belebungsanlage kann nach der Kostenermittlung mit einem Investitionsaufwand von rd. 3,8 Mio. EUR (brutto inkl. BNK) realisiert werden. Die im Vergleich zu den Voruntersuchungen deutlich höheren Kosten dieser Variante sind vor allem auf den ungünstigen Baugrund zurückzuführen.

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

- Dem im Vergleich zu Variante 2 deutlich höheren Investitionsbedarf von Variante 1 stehen jedoch deutlich günstigere laufende Betriebskosten gegenüber. Aus dem Betrieb der Pumpstation und der Anschlussleitung sind bei Anschluss an den AZV Steinachtal einschließlich der anteiligen Betriebskosten der Verbandskläranlage „laufende Betriebskosten“ in Höhe von rd. 193.000,- EUR/a zu erwarten. Diesen stehen für den Betrieb der eigenen Kläranlage laufende Kosten in Höhe von rd. 259.000,- EUR/a gegenüber. Die geringeren laufenden Betriebskosten bei Mitbehandlung der Abwässer in der Verbandskläranlage Steinachtal sind in erster Linie auf Synergieeffekte und das energieeffizientere Behandlungsverfahren (Minimierung der Klärschlammmasse und Stromproduktion aus dem anfallenden Klärgas mittels BHKW-Anlage) zurückzuführen.
- Bei der dynamischen Kostenvergleichsrechnung ergeben sich im Grundzustand (Realzinssatz 2,45%/a) über den Betrachtungszeitraum von 60 Jahren geringe Vorteile für Variante 1 von knapp 600.000,- EUR bzw. 2,7% beim Projektkostenbarwert und von rd. 18.500,- EUR/a bei den Jahreskosten. Mit steigendem Realzinssatz nimmt die Vorteilhaftigkeit von Variante 1 ab und kehrt sich ab einem Realzinssatz von 2,91%/a in eine Vorteilhaftigkeit von Variante 2 um. Mit Blick auf die vorherrschende Situation in den zurückliegenden Jahrzehnten, ist auch in Zukunft im Allgemeinen mit einem Realzinssatz von deutlich weniger als 3% zu rechnen, so dass Variante 1 als die günstigere Variante einzustufen ist.
- Eine Prüfung der Sensitivität der beiden Varianten gegenüber Änderungen der Kostensteigerungsrate beim Strombezug und der Klärschlammentsorgung im Speziellen, sowie bei den laufenden Betriebskosten im Allgemeinen, ergab ebenso jeweils deutliche Vorteile für Variante 1, so dass sich Variante 1 - trotz der deutlich höheren Investitionskosten - insgesamt als die wirtschaftlichere Variante darstellt.
- Die Wirtschaftlichkeit von Variante 1 könnte sich noch weiter verbessern, wenn es gelingt, einen Teil des Teichvolumens als zusätzliches Regenrückhaltevolumen zu nutzen. Dies sollte möglich sein, da die Teiche vor Bau der

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Scheibentauchkörperanlage als Nitrifikationsstufe durch Vorhalten eines gewissen Aufstauvolumens zur Regenrückhaltung genutzt wurden.

- Ebenso sprechen weitere nicht monetäre Kriterien für die Umsetzung von Variante 1, bzw. den Anschluss an den AZV Steinachtal. So ist eine Fertigstellung des Anschlusses ohne wesentlichen Eingriff in die bestehende Kläranlage möglich. Das heißt, es wird während der Umsetzungsphase nicht zu einer verminderten Abwasserreinigung bzw. zum Betrieb teurer Provisorien zur Stützung der Reinigungsleistung kommen. Des Weiteren wird die Steinach durch die Verlegung der Einleitung sowie die effektivere Mitbehandlung des Abwassers aus Abtsteinach in einer größeren maximal entlastet. Zudem lassen sich zukünftige Anforderungen, wie z.B. eine Spurenstoffelimination, in einer größeren Kläranlage, wie der Kläranlage Steinachtal, kostengünstiger umsetzen.

Zusammenfassend ist daher der Gemeinde Abtsteinach sowohl unter wirtschaftlichen Aspekten als auch aus gewässerökologischer Sicht die Umsetzung von Variante 1, d.h. der Anschluss an die Kläranlage des AZV Steinachtal, zu empfehlen.

aufgestellt: Hirschberg und Karlsruhe, im April 2023

Herr Feike

Herr Dr.-Ing. H.-J. Thiel

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

**ERLÄUTERUNGSBERICHT****7 Literaturverzeichnis**

- [1] GKW INGENIEURE, Büro Mannheim (Juli 1997); Erweiterung der Teichkläranlage zur Nitrifikation; Entwurfsplanung im Auftrag der Gemeinde Abtsteinach
- [2] Biegert + Thiel, Beratende Ingenieure PartGmbH (Februar 2019); Überprüfung der Kapazität der Verbandskläranlage Steinachtal hinsichtlich einer Mitbehandlung der Abwässer aus Ober- und Unterabtsteinach; Studie im Auftrag des AZV Steinachtal und der Gemeinde Abtsteinach
- [3] DWA (Juli 2012); KVR-Leitlinien 2012; Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen; 8. Überarbeitete Auflage; ISBN: 978-3-941897-55-7
- [4] DWA-Regelwerk; Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 198 (April 2003): „Vereinheitlichung und Herleitung von Bemessungswerten für Abwasseranlagen“; Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e.V. (GFA) St. Augustin
- [5] DWA-Regelwert; Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 281 (September 2001): „Bemessung von Tropfkörpern und Rotationstauchkörpern“; ISBN 3-935669-29-1
- [6] DWA-Regelwerk; Arbeitsblatt DWA-A 131 (Juni 2016): „Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen“; ISBN 978-3-88721-331-2
- [7] DWA-Regelwerk; Arbeitsblatt DWA-A 226 (Juni 2022): „Grundsätze für die Abwasserbehandlung in Belebungsanlagen mit gemeinsamer aerober Schlammstabilisierung ab 1.000 Einwohnerwerten“; ISBN 978-3-96862-232-3
- [8] DWA-Regelwerk; Merkblatt DWA-M 210 (Juli 2009): „Belebungsanlagen mit Aufstaubetrieb (SBR)“; ISBN 978-3-941089-72-3
- [9] DWA-Landesverband Baden-Württemberg; Praxisleitfaden für den Betrieb von Kläranlagen; Heft 14: Phosphorelimination – Optimierung auf Kläranlagen; ISBN: 978-3-88721-815-7
- [10] Büro AninA; Darmstadt (2022); Erweiterung der Kläranlage an der L535 - Einbau einer CWSBR-Stufe in einen Klärteich - Erkundung der Boden- und Grundwasserhältnisse
- [11] Internetseite aufgerufen am 19.04.2323; <https://www.cash-online.de/a/inflation-drueckt-realzinsen-auf-historisches-tief-568256/>

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

- [12] Ing.-Büro E. Willaredt; Sinsheim (September 2007); Kanal-Hauptentwurf für Stadt Schönau, Stadtteil Altneudorf, Gemeinde Wilhelmsfeld und Heiligkreuzsteinach
- [13] GKW Ingenieure; Mannheim (November 2002); Abwasserverband Steinachtal: Regenwasserbehandlung im Verbandsgebiet, Nachweis der Regenwasserentlastungsanlagen
- [14] Ing.-Büro E. Schulz GmbH (Hirschberg 2009); Abwasserverband Steinachtal; Schmutzfrachtnachweis Entlastungs- und Mischwasserbehandlungsanlagen
- [15] Planungsbüro für Gartengestaltung und Landschaftsplanung Ostholthoff; Rauenberg(2021); Gemeinde Abtsteinach Anschluss der Abwasserreinigungsanlage Ober- und Unterabtsteinach an den AZV Steinachtal – Erläuterungen zur FFH-Vorprüfung
- [16] Planungsbüro Beck und Partner; Karlsruhe (2021); Gemeinde Abtsteinach Anschluss der Abwasserreinigungsanlage Ober- und Unterabtsteinach an den AZV Steinachtal – Artenschutzrechtliche Einschätzung
- [17] Golükes Ingenieure, Mühlthal (2020); Gemeinde Abtsteinach – Aktualisierung der Schmutzfrachtsimulation

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

ERLÄUTERUNGSBERICHT

## **8 Anhang 1: Zusätzliche Abbildungen zur Betriebsdatenauswertung**

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

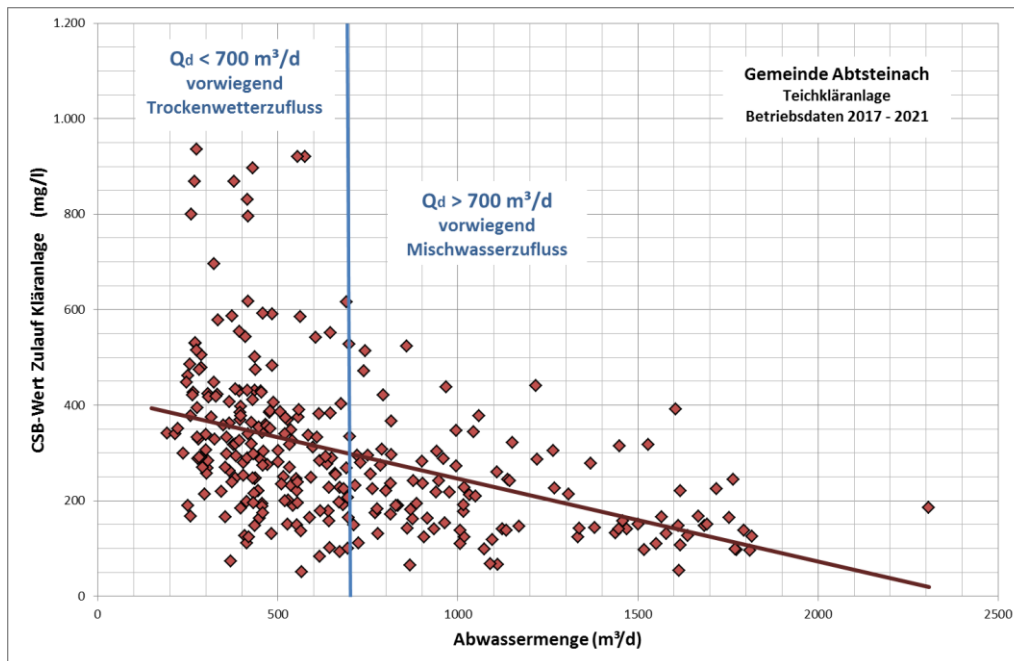


Abbildung 8-1: Der CSB-Wert im Zulauf der Kläranlage (Stichproben) als Funktion von der Abwassermenge

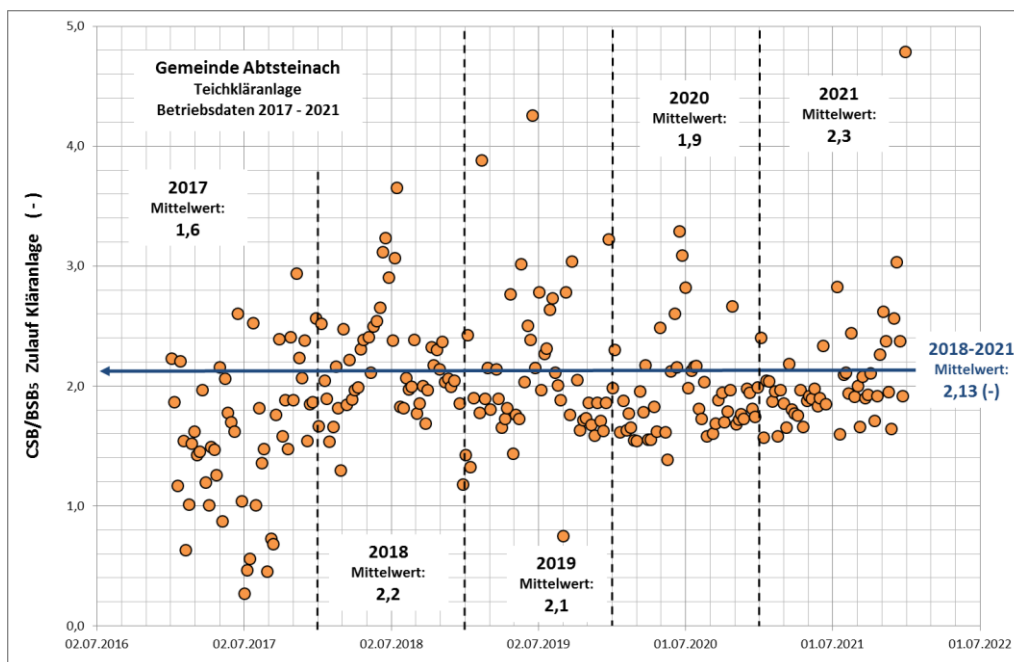


Abbildung 8-2: Das CSB/BSB<sub>5</sub>-Verhältnis im Zulauf der Kläranlage Abtsteinach (Basis: Abwasserstichproben)

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

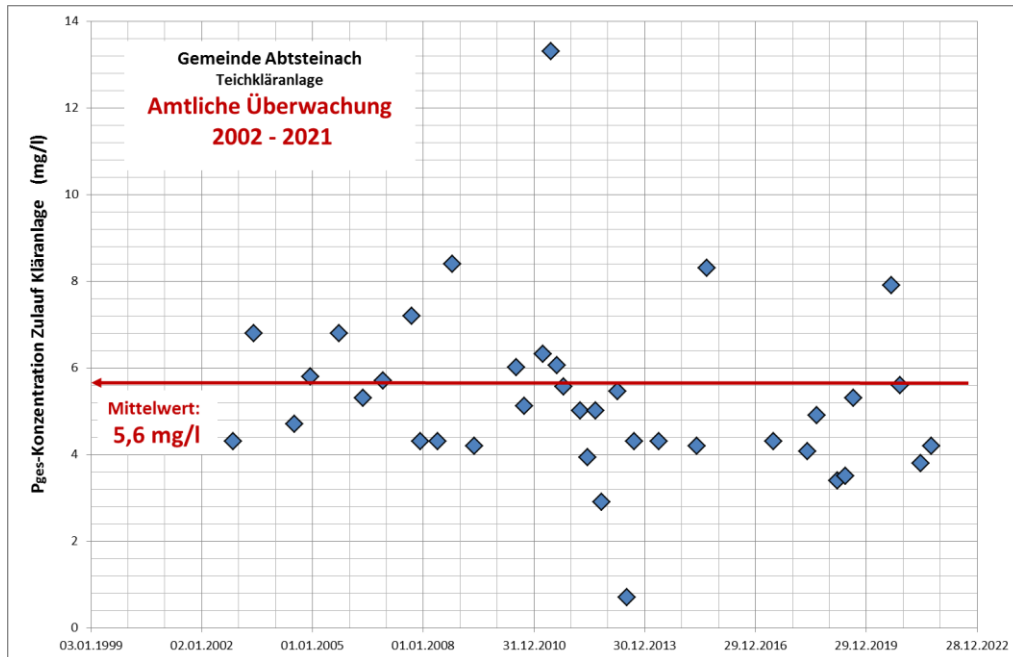


Abbildung 8-3: Ergebnisse der im Zeitraum 2002 – 2021 durchgeführten amtlichen Kontrolluntersuchungen für den Parameter  $P_{ges}$  (Basis: Abwasserstichproben)

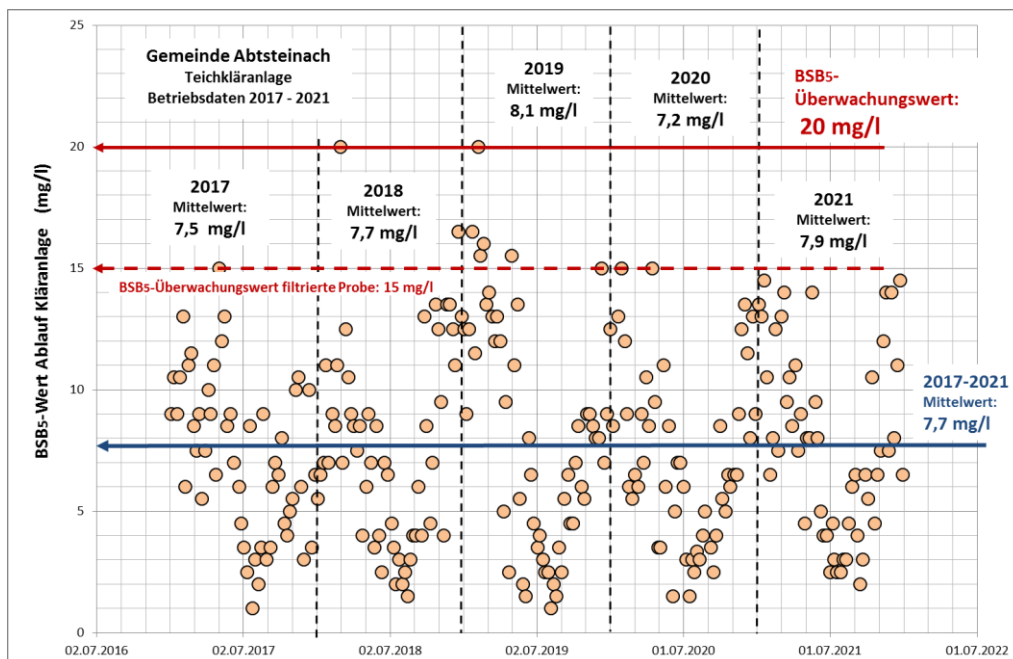


Abbildung 8-4: BSB5-Werte im Ablauf der Kläranlage Abtsteinach (Abwasserstichproben; ab Mitte 2019 faltenfiltriert bzw. algenfrei)

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

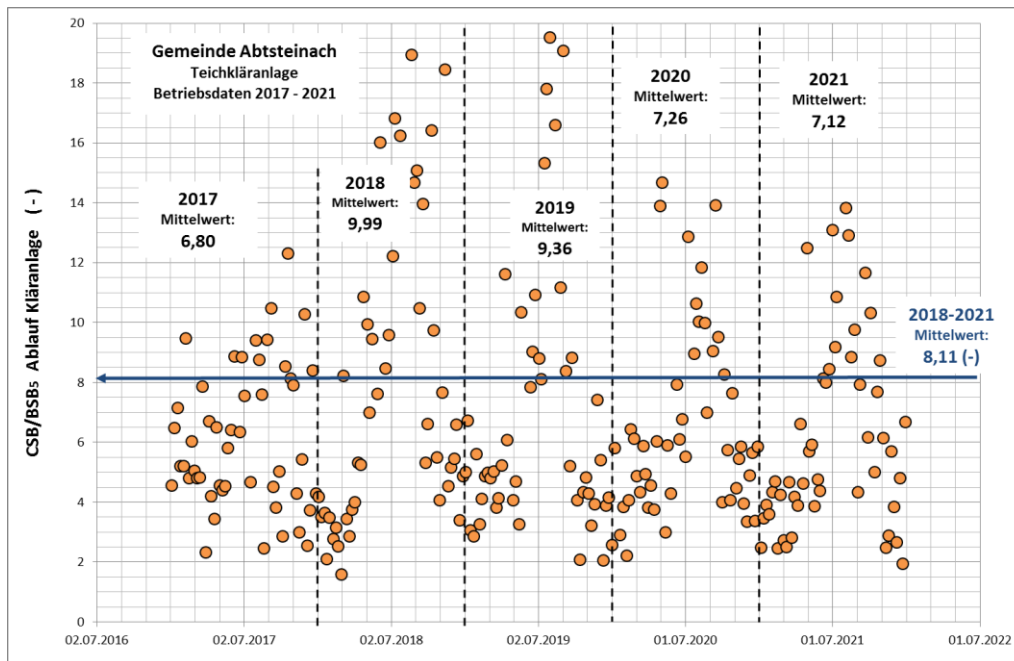


Abbildung 8-5: CSB/BSB<sub>5</sub>-Verhältnis der organischen Stoffe im Ablauf der Kläranlage Abtsteinach (Abwasserstichproben; ab Mitte 2019 faltenfiltriert bzw. algenfrei)

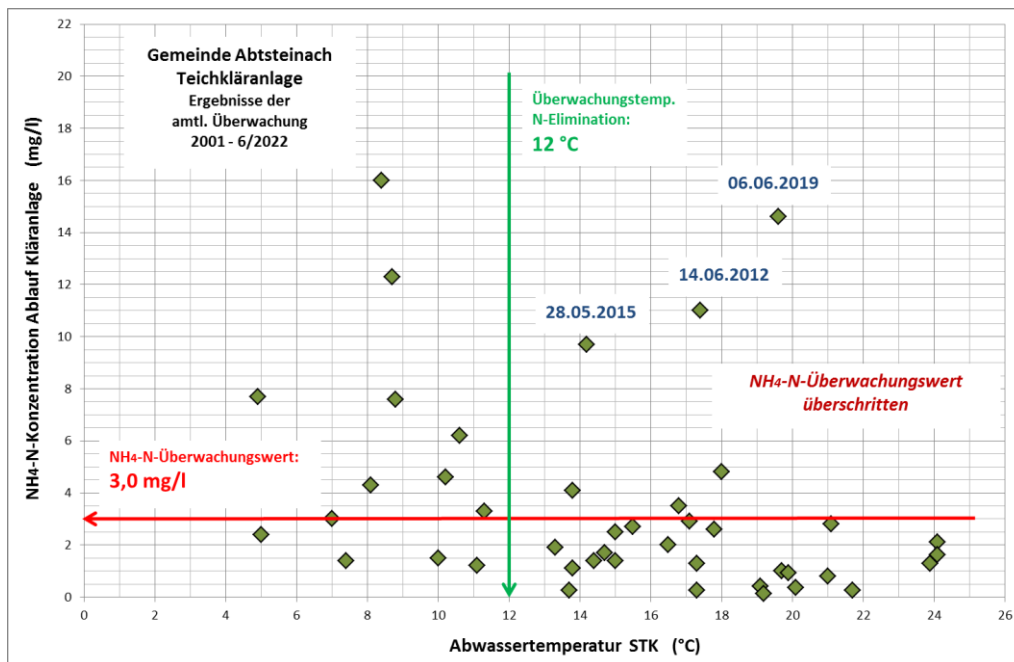


Abbildung 8-6: Ergebnisse der amtlichen Überwachung des Parameters NH<sub>4</sub>-N im Zeitraum 2001 – 6/2022

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

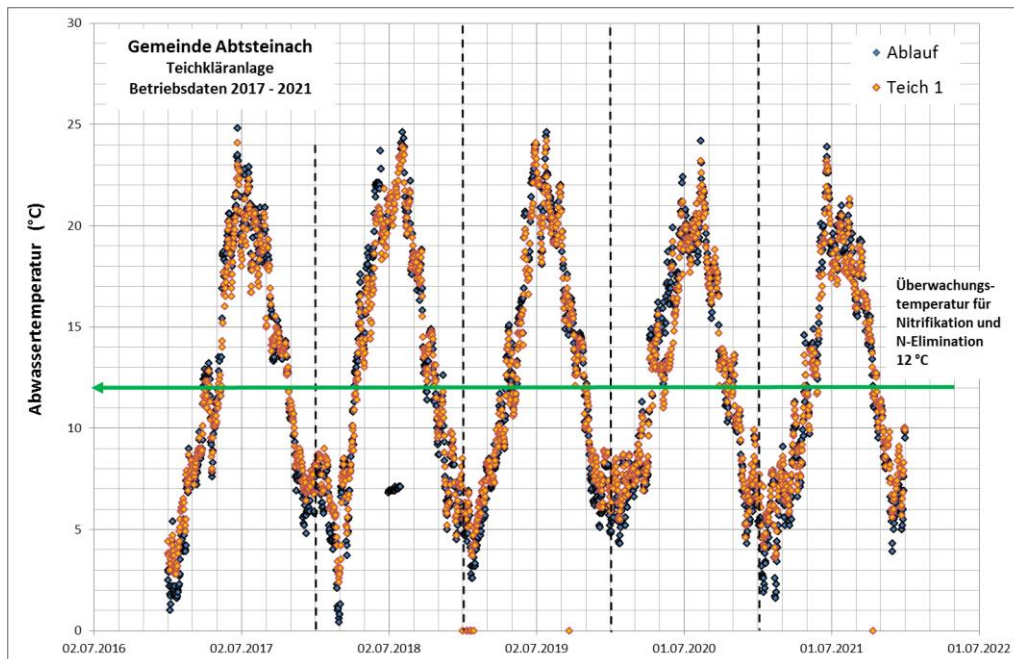


Abbildung 8-7: Jahresgang der Abwassertemperatur in der Teichkläranlage Abtsteinach

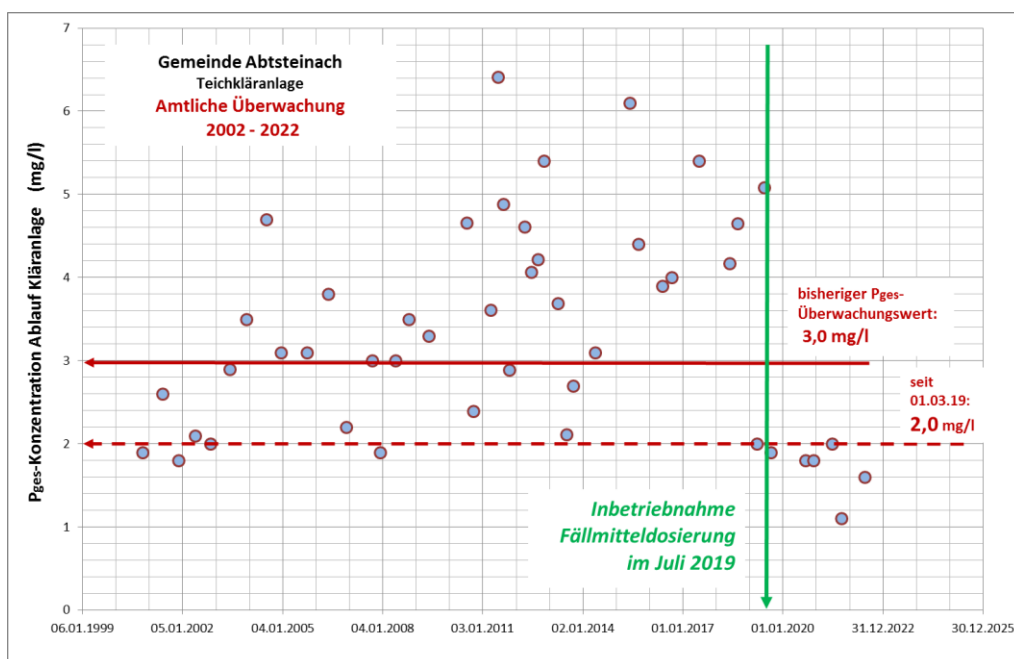


Abbildung 8-8: Ergebnisse der amtlichen Überwachung für den Parameter  $P_{ges}$

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

ERLÄUTERUNGSBERICHT

## **9 Anhang 2: Zusätzliche Abbildungen und Tabellen zu Variante 1**

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

### 10 Anhang 3: Zusätzliche Abbildungen und Tabellen zu Variante 2

Funktionsprinzip: Vergleich SBR und CWSBR

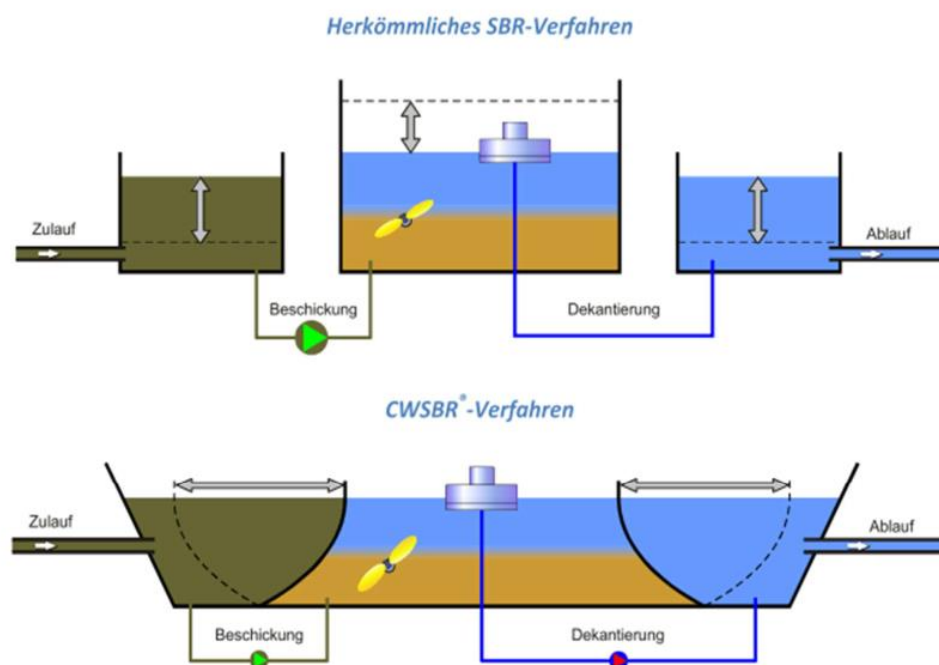


Abbildung 10-1: Schematische Darstellung und Vergleich des konventionellen SBR-Verfahrens mit dem CLSBR-Verfahren

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Tabelle 10-1: Ergebnis der Bemessung der Belebung mit simultaner aerober Schlammstabilisierung nach DWA-A 131

- 1 -

### DWA-Regelwerk

Belebungs-Expert  
Berechnung von einstufigen Belebungsanlagen  
nach dem DWA-Arbeitsblatt A131(2016)

#### Projekt: Abtsteinach Variante 2

bearbeitet von: Dr.-Ing. H.-J. Thiel

berechnet am: 07.12.2022

#### Anlagenkonfiguration:

- Belebungsbecken
- Nachklärung

#### Reinigungsziele:

- Abbau des org. Kohlenstoffs
- Nitrifikation
- Denitrifikation
- Simultane aerobe Schlammstabilisierung
- Phosphor-Simultanfällung

Denitrifikationsverfahren: intermittierende Denitrifikation

Fällmittel: Aluminium

Nachklärung: Beckentyp Rundbecken, Strömung vertikal, Räumertyp Schildräumer

#### Lastannahmen:

Größenklasse: 360 kg CSB/d

#### Berechnete Lastfälle:

- Lastfall 1: Bemessung
- Lastfall 3: Ermittlung des Sauerstoffbedarfs bei höchster Temperatur
- Lastfall 4: Sonderlastfall

	Lastfall	1	2	3
<b>Zulaufmenge:</b>				
Abwassermenge	Q <sub>d</sub>	585	585	585 m <sup>3</sup> /d
	Q <sub>t</sub>	55	55	55 m <sup>3</sup> /h
<b>Zulaufkonzentrationen:</b>				
CSB	C <sub>CSB,ZB</sub>	615	615	492 mg/l
Gelöster CSB	S <sub>SCSB,ZB</sub>	274	274	219 mg/l
Abfiltrierbare Stoffe	X <sub>TS,ZB</sub>	359	359	359 mg/l
Kjeldahl-Stickstoff	C <sub>KN,ZB</sub>	56,4	56,4	45,1 mg/l
Ammoniumstickstoff	S <sub>NH4,ZB</sub>	34,2	34,2	34,2 mg/l
Nitratstickstoff	S <sub>NO3,ZB</sub>	1,7	1,7	1,7 mg/l
Phosphor	C <sub>P,ZB</sub>	9,2	9,2	7,4 mg/l
Säurekapazität	S <sub>KS,ZB</sub>	6,00	6,00	6,00 mmol/l
<b>Zulaufmengen:</b>				
CSB	B <sub>d,CSB</sub>	360	360	288 kg/d
Gelöster CSB	B <sub>d,SCSB</sub>	160	160	128 kg/d
Abfiltrierbare Stoffe	B <sub>d,XTS</sub>	210	210	210 kg/d
Kjeldahl-Stickstoff	B <sub>d,KN</sub>	33,0	33,0	26,4 kg/d
Ammoniumstickstoff	B <sub>d,NH4</sub>	20,0	20,0	20,0 kg/d
Nitratstickstoff	B <sub>d,NO3</sub>	1,0	1,0	1,0 kg/d
Phosphor	B <sub>d,P</sub>	5,4	5,4	4,3 kg/d

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

- 2 -

<b>Belebungsbecken, Bemessungs-Lastfall:</b>		
Temperatur im Belebungsbecken	T	12,0 Grad C
<b>Stickstoffbilanz:</b>		
Zulauf: C <sub>KN</sub> + S <sub>NO3</sub>	C <sub>N</sub>	58,1 mg/l
im Schlamm gebunden	X <sub>orgN,BM</sub>	5,0 mg/l
Ammonium im Ablauf	S <sub>NH4,AN</sub>	1,0 mg/l
organischer Stickstoff im Ablauf	S <sub>orgN,AN</sub>	2,0 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	S <sub>NO3,N</sub>	43,8 mg/l
Nitrat im Ablauf (Sollwert)	S <sub>NO3,AN</sub>	20,0 mg/l
zu denitrifizierendes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	25,5 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V <sub>D/VBB</sub>	0,26 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	S <sub>NO3,D</sub>	24,6 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	24,6 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	S <sub>NO3,AN</sub>	21,0 mg/l
Maximale Taktzeit	t <sub>T</sub>	9,57 h
<b>Phosphorelimination:</b>		
Phosphor im Zulauf	C <sub>P,ZB</sub>	9,2 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X <sub>P,BM</sub>	3,1 mg/l
Im Schlamm gebunden (erhöhte Aufnahme)	X <sub>P,BioP</sub>	0,0 mg/l
Phosphor im Ablauf (vorhanden)	S <sub>PO4,AN</sub>	0,5 mg/l
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	S <sub>PO4,AN</sub>	0,5 mg/l
gefällter Phosphor	X <sub>P,Fäll</sub>	5,7 mg/l
Fällmittel: Aluminium		
Fällmittelbedarf	FM	4,3 kg Me/d
<b>Schlamm Trockensubstanz im Belebungsbecken:</b>		
Zulässige Schlamm Trockensubstanz im Ablauf BB	T <sub>SAB</sub>	4,20 kg/m <sup>3</sup>
Gewählte Schlamm Trockensubstanz im Ablauf BB	T <sub>SAB</sub>	4,20 kg/m <sup>3</sup>
<b>Schlammalter und Belastungskennwerte:</b>		
Erforderliches Schlammalter	erf.t <sub>TTS</sub>	25,0 d
Erforderliches Volumen	V <sub>BB</sub>	1073 m <sup>3</sup>
Gewähltes Volumen	V <sub>BB</sub>	1100 m <sup>3</sup>
Vorhandenes Schlammalter	t <sub>TTS</sub>	25,7 d
<b>Schlammproduktion:</b>		
Schlamm aus Kohlenstoffelimination	Ü <sub>Sd,C</sub>	162 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	Ü <sub>Sd,BioP</sub>	0 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	Ü <sub>Sd,F</sub>	17 kg/d
Schlammproduktion gesamt	Ü <sub>Sd</sub>	179 kg/d
<b>Sauerstoffverbrauch:</b>		
aus Kohlenstoffelimination	O <sub>Vd,C</sub>	211 kg/d
aus Nitrifikation	O <sub>Vd,N</sub>	110 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	O <sub>Vd,D</sub>	-42 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	O <sub>Vd</sub>	279 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f <sub>C</sub>	1,10 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f <sub>N</sub>	1,50 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	O <sub>Vh</sub>	18,8 kg/h
<b>Säurekapazität:</b>		

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

- 4 -

<b>Belebungsbecken, Lastfall maximaler Sauerstoffbedarf:</b>		
Temperatur im Belebungsbecken	T	20,0 Grad C
<b>Stickstoffbilanz:</b>		
Zulauf: CKN + SNO <sub>3</sub>	CN	58,1 mg/l
im Schlamm gebunden	X <sub>orgN,BM</sub>	3,0 mg/l
Ammonium im Ablauf	SNH <sub>4,AN</sub>	1,0 mg/l
organischer Stickstoff im Ablauf	S <sub>orgN,AN</sub>	2,0 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	SNO <sub>3,N</sub>	45,6 mg/l
Nitrat im Ablauf (Sollwert)	SNO <sub>3,AN</sub>	20,0 mg/l
zu denitrifizierendes Nitrat	SNO <sub>3,D</sub>	27,4 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	VD/VBB	0,26 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	SNO <sub>3,D</sub>	26,1 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	SNO <sub>3,D</sub>	26,1 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	SNO <sub>3,AN</sub>	21,2 mg/l
Maximale Taktzeit	tt	9,30 h
<b>Phosphorelimination:</b>		
Phosphor im Zulauf	CP,ZB	9,2 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	XP,BM	3,1 mg/l
Im Schlamm gebunden (erhöhte Aufnahme)	XP,BioP	0,0 mg/l
Phosphor im Ablauf (vorhanden)	SPO <sub>4,AN</sub>	0,5 mg/l
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	SPO <sub>4,AN</sub>	0,5 mg/l
gefällter Phosphor	XP,Fäll	5,7 mg/l
Fällmittel: Aluminium		
Fällmittelbedarf	FM	4,3 kg Me/d
<b>Schlamm Trockensubstanz im Belebungsbecken:</b>		
Zulässige Schlamm Trockensubstanz im Ablauf BB	TSAB	4,20 kg/m <sup>3</sup>
Gewählte Schlamm Trockensubstanz im Ablauf BB	TSAB	4,20 kg/m <sup>3</sup>
<b>Schlammlager und Belastungskennwerte:</b>		
Vorhandenes Schlammlager	tts	27,2 d
<b>Schlammproduktion:</b>		
Schlamm aus Kohlenstoffelimination	ÜS <sub>d,C</sub>	151 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	ÜS <sub>d,BioP</sub>	0 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	ÜS <sub>d,F</sub>	17 kg/d
Schlammproduktion gesamt	ÜS <sub>d</sub>	169 kg/d
<b>Sauerstoffverbrauch:</b>		
aus Kohlenstoffelimination	OV <sub>d,C</sub>	224 kg/d
aus Nitrifikation	OV <sub>d,N</sub>	115 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	OV <sub>d,D</sub>	-44 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV <sub>d</sub>	295 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f <sub>C</sub>	1,10 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f <sub>N</sub>	1,50 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV <sub>h</sub>	19,8 kg/h
<b>Säurekapazität:</b>		
Säurekapazität im Ablauf	SKSAN	1,67 mmol/l

AG: Gemeinde Abtsteinach  
Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

- 5 -

<b>Belebungsbecken, Sonderlastfall Prozess:</b>		
Temperatur im Belebungsbecken	T	12,0 Grad C
<b>Stickstoffbilanz:</b>		
Zulauf: C <sub>KN</sub> + S <sub>NO3</sub>	C <sub>N</sub>	46,8 mg/l
im Schlamm gebunden	X <sub>orgN,BM</sub>	3,5 mg/l
Ammonium im Ablauf	S <sub>NH4,AN</sub>	1,0 mg/l
organischer Stickstoff im Ablauf	S <sub>orgN,AN</sub>	2,0 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	S <sub>NO3,N</sub>	34,9 mg/l
Nitrat im Ablauf (Sollwert)	S <sub>NO3,AN</sub>	20,0 mg/l
zu denitrifizierendes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	16,6 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V <sub>D/VBB</sub>	0,26 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	S <sub>NO3,D</sub>	20,0 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	20,0 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	S <sub>NO3,AN</sub>	16,6 mg/l
Maximale Taktzeit	t <sub>T</sub>	9,50 h
<b>Phosphorelimination:</b>		
Phosphor im Zulauf	C <sub>P,ZB</sub>	7,4 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X <sub>P,BM</sub>	2,5 mg/l
Im Schlamm gebunden (erhöhte Aufnahme)	X <sub>P,BioP</sub>	0,0 mg/l
Phosphor im Ablauf (vorhanden)	S <sub>PO4,AN</sub>	0,5 mg/l
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	S <sub>PO4,AN</sub>	0,5 mg/l
gefällter Phosphor	X <sub>P,Fäll</sub>	4,4 mg/l
Fällmittel: Aluminium		
Fällmittelbedarf	FM	3,4 kg Me/d
<b>Schlammrockensubstanz im Belebungsbecken:</b>		
Zulässige Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	T <sub>SAB</sub>	4,20 kg/m <sup>3</sup>
Gewählte Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	T <sub>SAB</sub>	4,20 kg/m <sup>3</sup>
<b>Schlammalter und Belastungskennwerte:</b>		
Vorhandenes Schlammalter	t <sub>TS</sub>	30,1 d
<b>Schlammproduktion:</b>		
Schlamm aus Kohlenstoffelimination	Ü <sub>Sd,C</sub>	140 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	Ü <sub>Sd,BioP</sub>	0 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	Ü <sub>Sd,F</sub>	13 kg/d
Schlammproduktion gesamt	Ü <sub>Sd</sub>	153 kg/d
<b>Sauerstoffverbrauch:</b>		
aus Kohlenstoffelimination	O <sub>Vd,C</sub>	172 kg/d
aus Nitrifikation	O <sub>Vd,N</sub>	88 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	O <sub>Vd,D</sub>	-34 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	O <sub>Vd</sub>	226 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f <sub>C</sub>	1,10 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f <sub>N</sub>	1,50 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	O <sub>Vh</sub>	15,2 kg/h
<b>Säurekapazität:</b>		
Säurekapazität im Ablauf	SK <sub>SAN</sub>	2,14 mmol/l

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

- 6 -

### Nachklärung

Beckentyp: Rundbecken

Art der Durchströmung: vertikal

Räumertyp: Schildräumer

Maßgebende Wassermenge	Q <sub>m</sub>	76 m <sup>3</sup> /h
------------------------	----------------	----------------------

#### Schlammindex, Eindickzeit, Rücklaufverhältnis:

Schlammindex, gewählt	ISV	90 l/kg
Eindickzeit des Schlammes, gewählt	t <sub>E</sub>	2,0 h
Schlammrockensubstanz an der Beckensohle	TSBS	14,0 kg/m <sup>3</sup>
Gewähltes Verhältnis TSRS/TSBS		0,70 -
Schlammrockensubstanz im Rücklaufschlamm	TSRS	9,8 kg/m <sup>3</sup>
Rücklaufverhältnis bei RW, gewählt	RV	0,75 -
Zulässige Schlammrockensubstanz im Zulauf	TSAB	4,20 kg/m <sup>3</sup>
Gewählte Schlammrockensubstanz im Zulauf	TSAB	4,20 kg/m <sup>3</sup>

#### Beckenoberfläche, Anzahl und Abmessungen:

Zulässige Schlammvolumenbeschickung	q <sub>SV</sub>	650 l/(m <sup>2</sup> ·h)
Zulässige Flächenbeschickung	q <sub>A</sub>	2,00 m/h
Erf. Gesamt-Beckenoberfläche	ANB	44 m <sup>2</sup>
Anzahl der Becken	a	1
Erforderlicher Durchmesser	D <sub>NB</sub>	8,08 m
Gewählter Durchmesser	D <sub>NB</sub>	10,00 m
Durchmesser des Mittelbauwerks	D <sub>MB</sub>	3,00 m
Vorhandene Beckenoberfläche	ANB	71 m <sup>2</sup>
Vorhandene Schlammvolumenbeschickung	q <sub>SV</sub>	402 l/(m <sup>2</sup> ·h)
Vorhandene Flächenbeschickung	q <sub>A</sub>	1,06 m/h

#### Beckentiefe:

Klarwasserzone	h <sub>1</sub>	0,75 m
Übergangs- und Pufferzone	h <sub>23</sub>	2,14 m
Eindick- und Räumzone	h <sub>4</sub>	1,12 m
Maßgebende Beckentiefe	h <sub>ges</sub>	4,00 m

#### Einlaufbauwerk:

Tiefe des Einlaufs unter WSP	h <sub>e</sub>	2,62 m
Volumen der Einlaufkammer	V <sub>E</sub>	4,4 m <sup>3</sup>
Höhe des Einlaufschlitzes	h <sub>SE</sub>	0,50 m
Querschnittsfläche des Zulauf(düker)s	A <sub>ZD</sub>	1,50 m <sup>2</sup>
Eintrittsgeschwindigkeit in die Zulaufkammer	v <sub>ZD</sub>	0,02 m/s
In die Zulaufkammer eingetragene Leistung	P <sub>E</sub>	0 Nm/s
Turbulente Scherbeanspruchung	G	1,4 1/s
Densimetrische Froude-Zahl	Fr <sub>D</sub>	0,118 -

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

ERLÄUTERUNGSBERICHT

## **11 Anhang 4: Kostenschätzung**

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

### 11.1 Variante 1

Ing.-Büro E. Schulz GmbH

Seite 1 von 8

AG: Gemeinde Abtsteinach

Projekt: Anschluss an Abwasserverband Steinachtal

bis RÜB Grillhütte

Verlauf komplett in Straße, Bautechnik und Maschinentechnik

Proj. Nr. 012.002

#### Kostenschätzung

##### 1.0 Baustelleneinrichtung

1.1	Baustelleneinrichtung 1 psch	EP	260.000,00	GP	260.000,00 €
1.2	Kennzeichnen der Baustelle (Verkehrsregelung) 1 psch	EP	30.000,00	GP	30.000,00 €
1.3	Kranstellung 1 psch	EP	2.500,00	GP	2.500,00 €
1.4	Baufeld räumen, Fällarbeiten und Grünschnitt 1 psch	EP	2.500,00	GP	2.500,00 €
1.5	Herstellen, Vorhalten und ggf. Rückbauen von Baustraßen, 300 m²	EP	35,00	GP	10.500,00 €
1.6	Oberflächenaufbruch einschl. Wiederherstellung, Landstraße 4.500 m²	EP	130,00	GP	585.000,00 €
1.7	Asphaltdecke Fräsen und Neue Decke einbauen 7.700 m²	EP	40,00	GP	308.000,00 €

##### 2.0 Aushubarbeiten und Verbau

2.1	Oberbodenabtrag mit seidl. Lagerung 100 m³	EP	25,00	GP	2.500,00 €
2.2	Oberboden Wiederandeckung 100 m³	EP	25,00	GP	2.500,00 €
2.3	Rohrgrabenaushub einschl. Abfuhr 2.300 m³	EP	80,00	GP	184.000,00 €

Übertrag: 1.387.500,00 €

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Ing.-Büro E. Schulz GmbH

Seite 2 von 6

Übertrag: 1.387.500,00 €

2.4	Zulage für Entsorgung von kontaminiertem Aushubmaterial, inkl. Abfuhr und Deponiekosten 2.300 m³	EP	70,00	GP	161.000,00 €
2.5	Rohrgrabenaushub einschl. Wiederverfüllung 1.000 m³	EP	60,00	GP	60.000,00 €
2.6	Zulage zu den Erdarbeiten für Sicherung Kabel 900 m	EP	15,00	GP	13.500,00 €
2.7	Zulage zu den Erdarbeiten für Sicherung Wasser- u. Gasleitung 900 m	EP	20,00	GP	18.000,00 €
2.8	Zulage zu den Erdarbeiten für Sicherung 20 KV-Kabel 900 m	EP	25,00	GP	22.500,00 €
2.9	Ausbau alter bzw. stillgelegter SB- u. STZ-Kanäle einschl. Entsorgung 10 m	EP	45,00	GP	450,00 €
2.10	Zulage zu den Erdarbeiten für Fels bzw. Betonteile 250 m³	EP	80,00	GP	20.000,00 €
2.11	Zulage zu den Erdarbeiten für Handschachtung 75 m³	EP	75,00	GP	5.625,00 €
2.12	Suchschlitze 75 m³	EP	75,00	GP	5.625,00 €
2.13	Grabenverbau mit Verbauplatten 9.150 m²	EP	16,00	GP	146.400,00 €
2.14	Grabenverbau mit Kanaldielen/Gleitschienen 750 m²	EP	60,00	GP	45.000,00 €
2.15	Grabenverbau mit Spundwände 100 m²	EP	100,00	GP	10.000,00 €
2.16	Liefern und Einbauen von Kies zur Grabenverfüllung 650 m³	EP	45,00	GP	29.250,00 €

Übertrag: 1.924.850,00 €

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Ing.-Büro E. Schulz GmbH

Seite 3 von 6

Übertrag: 1.924.850,00 €

2.17	Bodenverbesserung im Bereich der Kanalsohle 250 m³	EP	90,00	GP	22.500,00 €
2.18	Boden kalken 500 m³	EP	18,00	GP	9.000,00 €
2.19	Rohrlager aus Sand bis DN 250 3.500 m	EP	20,00	GP	70.000,00 €
<b>3.0</b>	<b>Rohrverlegearbeiten</b>				
3.1	Liefern und Verlegen von PEHD Druckrohren DN/OD 180 mm 250 m	EP	115,00	GP	28.750,00 €
3.2	Liefern und Verlegen von PVC-U Kanalrohren DN/OD 250 mm 3.250 m	EP	115,00	GP	373.750,00 €
3.3	Liefern und Verlegen von Kabelschutzrohren da 110 3.750 m	EP	25,00	GP	93.750,00 €
3.4	Liefern und Einbauen von Kabelschächten bis 70/70 2 Stk	EP	1.500,00	GP	3.000,00 €
3.5	Herstellen von Revisionsschächten DN 1000 mm 37 St	EP	3.250,00	GP	120.250,00 €
3.6	Anschlüsse an vorhandene Kanäle 2 St	EP	4.500,00	GP	9.000,00 €
3.7	Druckprüfung und TV-Befahrung 3.500 m	EP	16,00	GP	56.000,00 €
<b>4.0</b>	<b>Betonarbeiten und Pumpwerk</b>				
4.1	Liefern und Einbauen einer Schottertragschicht d = 50 cm als Unterbau 100 m²	EP	40,00	GP	4.000,00 €
4.2	Sauberkeitsschicht C 12/15 X0 5 m³	EP	300,00	GP	1.500,00 €

Übertrag: 2.716.350,00 €

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Ing.-Büro E. Schulz GmbH

Seite 4 von 6

Übertrag: 2.716.350,00 €

4.3	Sohlenbeton C 30/37 WU, XC4, XF3, XA1 6 m³	EP	750,00	GP	4.500,00 €
4.4	Wandbeton C 30/37 WU, XC4, XF3, XA1 10 m³	EP	950,00	GP	9.500,00 €
4.5	Deckenbeton C 30/37 WU, XC4, XF3, XA1 8 m³	EP	1.050,00	GP	8.400,00 €
4.6	Füllbeton C 25/30 3 m³	EP	550,00	GP	1.650,00 €
4.7	Betonstahl B 500 S (A) bzw M (A) 4 t	EP	2.500,00	GP	10.000,00 €
4.8	Einstiegsleitern, Fugenbänder, Erdung etc. 1 psch	EP	11.000,00	GP	11.000,00 €
4.9	Schachtabdeckungen Edelstahl 80 cm x 80 cm 4 St	EP	4.500,00	GP	18.000,00 €
4.10	Rohrinstallationen im Schachtbauwerk 1 psch	EP	12.500,00	GP	12.500,00 €
4.11	Tauchmotorpumpe KSB, KRTF 80-215/72XEG-S 2 St	EP	9.500,00	GP	19.000,00 €
4.12	Tauchmotorpumpe KSB, KRTE 80-216/152XEG-S 1 St	EP	11.500,00	GP	11.500,00 €
4.13	Elektroinstallationen zum Betrieb des Pumpwerks inkl. Freiluftschrank Kabelverlegung etc. 1 psch	EP	35.000,00	GP	35.000,00 €
4.14	Herstellen Betonsteinpflasterflächen einschl. Unterbau (Frostschuttschicht d = 26 cm, Schotterstragschicht d = 20 cm, Betonsteinpflaster d = 8 cm, Splitt d = 4 cm) 50 m²	EP	70,00	GP	3.500,00 €

Übertrag: 2.860.900,00 €

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Ing.-Büro E. Schulz GmbH

Seite 5 von 6

Übertrag: 2.860.900,00 €

4.15	Liefen und Versetzen von Tiefbordsteinen 10/30 cm ohne Rinnenplatten 25 m	EP	40,00	GP	1.000,00 €
------	---	----	-------	----	------------

### 5.0 Wasserhaltung, Provisorien und Sonstiges

5.1	Abpumpen eines Abwasserteichs 1 einschließlich Reinigung, Schlammentsorgung sowie Abriss bestehender Anlagentechnik 1 St	EP	130.000,00	GP	130.000,00 €
5.2	Abpumpen eines Abwasserteichs einschließlich Reinigung und Entsorgung sowie Abriss bestehender Anlagentechnik 2 St	EP	55.000,00	GP	110.000,00 €
5.3	Liefen und Einbauen von verdichtungsfähigem Fremdmaterial Z0, Verfüllung von Teich 1,2 und 3 8.791 m³	EP	15,00	GP	131.865,00 €
5.4	Herstellen von Bachkreuzungen in offener Bauweise 1 St	EP	10.000,00	GP	10.000,00 €
5.5	Grundwasserhaltung 1 psch	EP	15.000,00	GP	15.000,00 €
5.6	Umbau hydraulischer Engpässe auf der KA Steinachtal 1 psch	EP	275.000,00	GP	275.000,00 €
5.7	Kleinleistungen 1 psch	EP	3.235,00	GP	3.235,00 €

reine Nettobaukosten / Übertrag: 3.537.000,00 €

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Ing.-Büro E. Schulz GmbH

Seite 6 von 6

reine Nettobaukosten / Übertrag: 3.537.000,00 €

Ing.-Honorar für Planung, Bauleitung, Leitungskataster,  
Ing.-Vermessung usw.

1 psch	EP	534.450,00	GP	<u>534.450,00 €</u>
			Summe netto	4.071.450,00 €
			19 % MwSt.	773.575,50 €
			Summe brutto	<u><u>4.845.025,50 €</u></u>

**Kostenschätzung vorbehaltlich Bodengutachten, Vermessung und  
sowie eventueller Beitrittskosten**

aufgestellt: Hirschberg, den 22.02.2023, aktualisiert 18.04.2023

Herr Feike

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

### 11.2 Variante 2

#### 11.2.1 Bautechnik

Ing.-Büro E. Schulz GmbH

Seite 1 von 6

AG: Gemeinde Abtsteinach

Projekt: Erweiterung der Kläranlage  
Bautechnik

Proj. Nr. 012.002

#### Kostenschätzung

##### 1.0 Baustelleneinrichtung

1.1	Baustelleneinrichtung 1 psch	EP	140.000,00	GP	140.000,00 €
1.2	Kennzeichnen der Baustelle (Verkehrsregelung) 1 psch	EP	1.000,00	GP	1.000,00 €
1.3	Kranstellung 1 psch	EP	2.500,00	GP	2.500,00 €
1.4	Baufeld räumen, Fällarbeiten und Grünschnitt 1 psch	EP	5.000,00	GP	5.000,00 €
1.5	Herstellen, Vorhalten und ggf. Rückbauen von Baustraßen, Baustraße auf den Deichen um die Teiche 600 m²	EP	35,00	GP	21.000,00 €
1.6	Abbau und Wiederherstellung Zaunanlage während der Baumaßnahme 100 m	EP	90,00	GP	9.000,00 €

##### 2.0 Aushubarbeiten und Verbau

2.1	Oberbodenabtrag mit seidl. Lagerung 100 m³	EP	25,00	GP	2.500,00 €
2.2	Oberboden Wiederandeckung 100 m³	EP	25,00	GP	2.500,00 €
2.3	Rohrgrabenaushub einschl. Abfuhr 850 m³	EP	80,00	GP	68.000,00 €

Übertrag: 251.500,00 €

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Ing.-Büro E. Schulz GmbH

Seite 2 von 6

Übertrag: 251.500,00 €

2.4	Zulage für Entsorgung von kontaminiertem Aushubmaterial, inkl. Abfuhr und Deponiekosten				
	850 m³	EP	70,00	GP	59.500,00 €
2.5	Rohrgrabenaushub einschl. Wiederverfüllung				
	100 m³	EP	60,00	GP	6.000,00 €
2.6	Zulage zu den Erdarbeiten für Sicherung Kabel				
	400 m	EP	15,00	GP	6.000,00 €
2.7	Zulage zu den Erdarbeiten für Sicherung Wasser- u. Gasleitung				
	400 m	EP	20,00	GP	8.000,00 €
2.8	Zulage zu den Erdarbeiten für Sicherung 20 KV-Kabel				
	10 m	EP	25,00	GP	250,00 €
2.9	Ausbau alter bzw. stillgelegter SB- u. STZ-Kanäle einschl. Entsorgung				
	100 m	EP	45,00	GP	4.500,00 €
2.10	Zulage zu den Erdarbeiten für Fels bzw. Betonteile				
	50 m³	EP	80,00	GP	4.000,00 €
2.11	Zulage zu den Erdarbeiten für Handschachtung				
	75 m³	EP	75,00	GP	5.625,00 €
2.12	Suchschlitze				
	75 m³	EP	75,00	GP	5.625,00 €
2.13	Grabenverbau mit Verbauplatten				
	500 m²	EP	16,00	GP	8.000,00 €
2.14	Grabenverbau mit Kammerdielen, Spundwände				
	250 m²	EP	100,00	GP	25.000,00 €
2.15	Liefern und Einbauen von Kies zur Grabenverfüllung				
	550 m³	EP	45,00	GP	24.750,00 €
2.16	Bodenverbesserung im Bereich der Kanalsole				
	50 m³	EP	90,00	GP	4.500,00 €

Übertrag: 413.250,00 €

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Ing.-Büro E. Schulz GmbH

Seite 3 von 6

Übertrag: 413.250,00 €

2.17	Rohrlager aus Sand bis DN 250 1.280 m	EP	20,00	GP	25.600,00 €
2.18	Liefern und Einbauen von Ton zur Teichabdichtung Teich 1, Ergänzung 150 m³	EP	80,00	GP	12.000,00 €

### 3.0 Rohrverlegearbeiten

3.1	Liefern und Verlegen von PVC-U Kanalrohren DN/OD 160 mm -> Trübwasser 60 m	EP	90,00	GP	5.400,00 €
3.2	Liefern und Verlegen von PVC-U Kanalrohren DN/OD 250 mm -> Anpassung Teich 1 30 m	EP	125,00	GP	3.750,00 €
3.2	Liefern und Verlegen von PVC-U Kanalrohren DN/OD 400 mm -> CWSBR Rohre 80 m	EP	200,00	GP	16.000,00 €
3.3	Liefern und Verlegen von PE-HD Rohren da 110 mm einschl. Formstücke -> ÜSS und Fällmittel 110 m	EP	115,00	GP	12.650,00 €
3.4	Liefern und Verlegen von PE-HD bzw. Edelstahl V4A Rohren da 180 mm einschl. Formstücke -> Druckluft 60 m	EP	350,00	GP	21.000,00 €
3.5	Zulage zu den Leitungen für Einbauarmaturen 10 St	EP	1.250,00	GP	12.500,00 €
3.6	Liefern und Verlegen von Kabelschutzrohren da 110 1.000 m	EP	20,00	GP	20.000,00 €
3.7	Liefern und Einbauen von Kabelschächten bis 70/70 5 Stk	EP	1.500,00	GP	7.500,00 €
3.8	Druckprüfung und TV-Befahrung 400 m	EP	18,00	GP	7.200,00 €

Übertrag: 556.850,00 €

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Ing.-Büro E. Schulz GmbH

Seite 4 von 6

Übertrag: 556.850,00 €

### 4.0 Betonarbeiten

4.1	Liefen und Einbauen einer Schottertragschicht d = 50 cm als Unterbau 300 m²	EP	35,00	GP	10.500,00 €
4.2	Sauberkeitsschicht C 12/15 X0 80 m³	EP	300,00	GP	24.000,00 €
4.3	Sohlenbeton C 35/45 - Bodenplatte Teich 1 + Streifenfundamente Hydrosege 220 m³	EP	400,00	GP	88.000,00 €
4.4	Sohlenbeton C 25/30 - Fundamente Betr. Geb, Stapl. Beh, Phos. Fällung 90 m³	EP	500,00	GP	44.750,00 €
4.5	Füllbeton C 25/30 5 m³	EP	250,00	GP	1.250,00 €
4.6	Betonstahl B 500 S (A) bzw M (A) 30 t	EP	2.500,00	GP	75.000,00 €
4.7	Liefen und Einbauen von Gefällebeton im Stapelbehälter 235 m²	EP	50,00	GP	11.750,00 €
4.8	Erdung der Anlagenteile 1 St	EP	9.500,00	GP	9.500,00 €

### 5.0 Betriebsgebäude und Schlammstapelbehälter

5.1	Liefen und Einbauen von verdichtungsfähigem Fremdmaterial Z0, Verfüllung von Teich 2 2.445 m³	EP	15,00	GP	36.675,00 €
5.2	Liefen und aufstellen eines Fertigteilgebäudes als Betriebsgebäude 1 St	EP	85.000,00	GP	85.000,00 €
5.3	Liefen und aufstellen eines Schlammstapelbehälters V2A d = 12,81 m, h = 8,77 m, V = 1040 m³ Isoliertes Dach + Wand, Treppe und Podest 1 St	EP	325.000,00	GP	325.000,00 €

Übertrag: 1.268.275,00 €

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Ing.-Büro E. Schulz GmbH

Seite 5 von 6

Übertrag: 1.268.275,00 €

5.4	Herstellen Betonsteinpflasterflächen einschl. Unterbau (Frostschuttschicht d = 26 cm, Schotterstragschicht d = 20 cm, Betonsteinpflaster d = 8 cm, Splitt d = 4 cm)				
	500 m²	EP	70,00	GP	35.000,00 €
5.5	Liefern und Versetzen von Tiefbordsteinen 10/30 cm ohne Rinnenplatten				
	120 m	EP	40,00	GP	4.800,00 €
<b>6.0</b>	<b>Wasserhaltung, Provisorien und Sonstiges</b>				
6.1	Abpumpen eines Abwasserteichs 1 einschließlich Reinigung, Schlamm Entsorgung sowie Abriss bestehender Anlagentechnik				
	1 St	EP	130.000,00	GP	130.000,00 €
6.2	Abpumpen eines Abwasserteichs einschließlich Reinigung und Entsorgung sowie Abriss bestehender Anlagentechnik				
	1 St	EP	55.000,00	GP	55.000,00 €
6.3	Restwasserhaltung Teich 1 während der Tiefbauarbeiten				
	1 psch	EP	10.000,00	GP	10.000,00 €
6.4	Herstellen eines Provisoriums zum Weiterbetrieb der Abwasserreinigung während des Umbaus, Containeranlage mit Festbettreaktor				
	12 Monate	EP	15.000,00	GP	180.000,00 €
6.5	Brauchwasseranschluss Betriebsgebäude da 50				
	1 psch	EP	12.500,00	GP	12.500,00 €
6.6	Herstellen eines neuen Auslaufs in den Vorfluter aus Wasserbausteinen				
	1 psch	EP	15.000,00	GP	15.000,00 €
6.7	Kleinleistungen				
	1 psch	EP	4.425,00	GP	4.425,00 €
reine Nettobaukosten / Übertrag:					1.715.000,00 €

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Ing.-Büro E. Schulz GmbH

Seite 6 von 6

reine Nettobaukosten / Übertrag: 1.715.000,00 €

Ing.-Honorar für Planung, Bauleitung, Leitungskataster,  
Ing.-Vermessung usw.

1 psch	EP	257.250,00	GP	<u>257.250,00 €</u>
			Summe netto	1.972.250,00 €
			19 % MwSt.	374.727,50 €
			Summe brutto	<u><u>2.347.000,00 €</u></u>

**Kostenschätzung vorbehaltlich Vermessung und**

**Wasserrechtlicher Genehmigung**

aufgestellt: Hirschberg, den 22.02.2023, aktualisiert 18.04.2023

Herr Feike

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

### 11.2.2 Maschinentechnische und Elektrotechnische Ausrüstung

Zusammenstellung Investitionskosten M+E Variante 1 (CWSBR-Verfahren)					
<b>Maschinentechnik</b>					
Position	Spezifikation	Einheit	Menge	EP	Gesamtpreis
	<b>Umrüstung Teich 1 zu CWSBR</b>				
1	Rührwerke (1,5 kW; 1.385 Upm) Vorlagezone u. Nachlagezone inkl. Absenk- und Hebevorrichtungen, Montage	Stk.	4	9.500,00 €	38.000,00 €
2	Sohlrührwerk (Hyperboloid) mit trocken aufgestelltem Motor (3,0 kW; ca. 26 Upm); Montage	Stk.	2	18.200,00 €	36.400,00 €
3	Beschickungspumpwerk bestehend aus Rohrschacht zur Aufnahme der Pumpe und Tauchmotorpumpe (4,0 kW; Q ca. 380 m³/h); Montage	Stk.	2	18.400,00 €	36.800,00 €
4	Klarwasserabzug bestehend aus Lineardekanter (D: 2,0 m; Abflaufleistung: max 540 m³/h; Ablauf DN 250) und Verbindungsleitung zum Klarwasserpumpwerk (DN 250); Montage	Stk.	1	35.500,00 €	35.500,00 €
5	Klarwasserpumpwerk bestehend aus Rohrschacht zur Aufnahme der Pumpe und Tauchmotorpumpe (4,0 kW; Q ca. 380 m³/h); Hebezeug (1 x), Montage	Stk.	2	21.500,00 €	43.000,00 €
6	Überschussschlammpumpe (Tauchpumpe; Q = 30 m³/h; 3,0 kW) inkl. Verrohrung (PP, DN 80) und Montage	Stk.	1	15.000,00 €	15.000,00 €
7	Drehkolbengebläse; $Q_{Luf\ t} = 250 - 1.250 \text{ Nm}^3/\text{h}$ ; $\Delta P = 400 \text{ mbar}$ ; $P_{\text{mot}} = 22,0 \text{ kW}$ ; einschließlich Verrohrung, Armaturen und Montage	Stk.	2	23.500,00 €	47.000,00 €
8	Belüftung bestehend aus 10 heraushebbaren Belüftungsgittern mit je 7 Membran-Rohrbelüftern (2,0 m) mit Silikon-Membranen, inkl. Verrohrung, Fallleitungen Absperrarmaturen, etc. und Montage	Stk.	1	93.000,00 €	93.000,00 €
9	Hydrosegel Vorlagezone und Nachlagezone inkl. Schwimmkörper, Befestigungsschienen und Montage	Stk.	2	101.500,00 €	203.000,00 €
10	Bedienbrücke St 37 feuerverzinkt; L: 32 m, B: 0,8 m, Verkehrslast: 3,5 kN/m²; inkl. Gitterrost, Geländer und statisch erforderlichen Stützen (Werkstoff V4A) und Montage sowie Statik	Stk.	1	76.500,00 €	76.500,00 €
11	Tauchmotorrührwerk Schlammstapelbehälter (7,5 kW) inkl. Ständer, Hebezeug und Montage	Stk.	1	26.500,00 €	26.500,00 €
12	Trübwasserabzug aus Schlammstapelbehälter ausgebildet als Rohrsieb mit automatischer Reinigung (0,25 kW); Montage	Stk.	1	22.600,00 €	22.600,00 €
13	Fällmittel Lager- und Dosierstation ( $V = 1 \times 12 \text{ m}^3$ )	Stk.	1	92.000,00 €	92.000,00 €
13	Sonstiges / Rundung				24.700,00 €
<b>Summe (netto)</b>					<b>790.000,00 €</b>

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

<b>EMSR-Technik</b>					
<b>Position</b>	<b>Spezifikation</b>	<b>Einheit</b>	<b>Menge</b>	<b>EP</b>	<b>Gesamtpreis</b>
1	Niederspannungsschaltanlage für Antriebe inkl. FU für DKG und Sanftanlauf für Rührwerke	pauschal	1	64.000,00 €	64.000,00 €
2	Messtechnik (Sauerstoff, Niveau, Temp., Leitfähigkeit, PO4-P, etc.) inkl. Datenregistrierung	pauschal	1	45.000,00 €	45.000,00 €
3	MSR-Schaltanlage (SPS Siemens S7-300)	pauschal	1	27.500,00 €	27.500,00 €
4	Verkabelung Anlagen- u. Steuerungstechnik	pauschal	1	54.500,00 €	54.500,00 €
5	Installationsgeräte, Beleuchtung innen u. außen; Potenzialausgleich, Blitzschutz	pauschal	1	22.000,00 €	22.000,00 €
6	Inbetriebnahme, Sonstiges	pauschal	1	27.000,00 €	27.000,00 €
	<b>Summe (netto)</b>				<b>240.000,00 €</b>
<b>Summe CWSBR-Anlage (netto) ohne Baunebenkosten</b>					<b>1.030.000,00 €</b>

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

### 12 Anhang 5: Ergänzende Tabellen zur dyn. Kostenvergleichsrechnung

#### 12.1 Grundzustand

Tabelle 12-1: Vergleich der beiden Varianten im Grundzustand

Gemeinde Abtsteinach / Variantenvergleich "zukünftige Abwasserentsorgung"				(Grundzustand)	
Durchschnittliche Nutzungsdauern in Anlehnung an LAWA-Leitlinien zur Durchführung von Kostenvergleichsrechnungen (2012):					
Inbetriebnahme Anlagenenergieerweiterung:		2025			
Untersuchungszeitraum / Planungshorizont :		60 Jahre			
Nutzungsdauer Bautechnik / Kanal		60 Jahre			
Nutzungsdauer M-Technik		15 Jahre			
Nutzungsdauer E-Technik		10 Jahre			
Nominalzinssatz $i_n$		4,50 % p.a.			
Inflationsrate $i_i$		2,00 % p.a.			
Realzinssatz $i_r$		2,45 % p.a.			
Reale jährliche Preissteigerungsraten für die laufenden Energiekosten $r$ :		2,0 % p.a.			
Reale jährliche Preissteigerungsraten für die laufenden Kosten $r$ :		2,0 % p.a.			
Reale jährliche Preissteigerungsraten für Entsorgung $r$ :		2,0 % p.a.			
Die Investitionskosten werden zum Bezugszeitpunkt betrachtet.		alle Kosten brutto			
Untersuchte Variante		Variante 1		Variante 2	
		"Anschluss an Abwasserverband Straßlach"		"Erweiterung der Kläranlage zur Befähigung (DWBB-Verfahren)"	
<b>Kosten Anlagenenergieerweiterung</b>					
<b>A) Investitionskosten IK</b>		Beteiligung an Kläranlage u. Kanal			
1) Bautechnik		4.131.085 €		2.040.850 €	
2) M-Technik		36.295 €		940.100 €	
3) EMSR-Technik		41.650 €		285.600 €	
4) Sonstiges (Gebühren, Honorare, Gutachten)		635.252 €		530.859 €	
5) abzüglich Verrechnung Abwasserabgabe (3 Jahre)		0 €		0 €	
6) abzüglich Förderung		0 €		0 €	
<b>Summe Investitionskosten:</b>		<b>7.994.282 €</b>		<b>3.797.409 €</b>	
<b>B) Laufende Kosten LK</b>					
1) Chemikalien (Fällmittel, FHM)		18.000 €		12.500 €	
2) Energiekosten (Strom)		54.000 €		75.000 €	
3) Personalkosten		50.000 €		62.500 €	
4) Wartung, Ersatzteile, Verschleiß / Analytik		51.115 €		43.703 €	
5) Entsorgungskosten		20.000 €		65.500 €	
<b>Summe Laufende Kosten:</b>		<b>193.115 €</b>		<b>259.203 €</b>	
		Variante 1		Variante 2	
		"Anschluss an Abwasserverband Straßlach"		"Erweiterung der Kläranlage zur Befähigung (DWBB-Verfahren)"	
Aufbaustruktur der Kosten		Umrechnungs-faktor $\gamma$		nominale Kosten	
		[€]		[€]	
<b>Investitionskosten:</b>					
1) Investition Bautechnik		DFAKE(2,45098039215685,0)	1,0000	6.631.085,-	6.631.085,-
2) Investition M-Technik		DFAKE(2,45098039215685,0)	1,0000	436.295,-	436.295,-
3) Investition E-MSR-Technik		DFAKE(2,45098039215685,0)	1,0000	291.650,-	291.650,-
4) Sonstiges		DFAKE(2,45098039215685,0)	1,0000	635.252,-	635.252,-
5) abzüglich Förderung u. Verrechnung		DFAKE(2,45098039215685,0)	1,0000	0,-	0,-
<b>SUMME Investitionskosten</b>				<b>7.994.282,-</b>	<b>3.797.409,-</b>
<b>Reinvestitionskosten:</b>					
1) 1. Reinvestition M-Technik (15a)		FAWEZ(15;0FAWE(2,45098039215685,15))	0,8360	436.295,-	436.358,-
2) 2. Reinvestition M-Technik (30a)		FAWEZ(15;0FAWE(2,45098039215685,30))	0,6790	436.295,-	382.210,-
3) 3. Reinvestition M-Technik (45a)		FAWEZ(15;0FAWE(2,45098039215685,45))	0,5199	436.295,-	357.736,-
4) 1. Reinvestition E-MSR-Technik (10a)		FAWEZ(10;0FAWE(2,45098039215685,10))	0,9568	291.650,-	279.063,-
5) 2. Reinvestition E-MSR-Technik (20a)		FAWEZ(20;0FAWE(2,45098039215685,20))	0,9156	291.650,-	267.020,-
6) 3. Reinvestition E-MSR-Technik (30a)		FAWEZ(30;0FAWE(2,45098039215685,30))	0,8760	291.650,-	255.496,-
7) 4. Reinvestition E-MSR-Technik (40a)		FAWEZ(40;0FAWE(2,45098039215685,40))	0,8382	291.650,-	244.469,-
8) 5. Reinvestition E-MSR-Technik (50a)		FAWEZ(50;0FAWE(2,45098039215685,50))	0,8021	291.650,-	233.919,-
<b>SUMME Reinvestitionskosten</b>				<b>2.428.270,-</b>	<b>3.727.704,-</b>
<b>Laufende Kosten:</b>					
1) Chemikalien (Fällmittel, FHM)		DFAKRP(2,2,45098039215685,60)	52,5995	18.000,-	946.791,-
2) Energiekosten (Strom)		DFAKRP(2,2,45098039215685,60)	52,5995	54.000,-	2.840.373,-
3) Personalkosten		DFAKRP(2,2,45098039215685,60)	52,5995	50.000,-	2.820.975,-
4) Wartung, Ersatzteile, Verschleiß / Analytik		DFAKRP(2,2,45098039215685,60)	52,5995	51.115,-	2.688.620,-
5) Entsorgungskosten		DFAKRP(2,2,45098039215685,60)	52,5995	20.000,-	1.051.990,-
<b>SUMME Laufende Kosten</b>				<b>10.157.750,-</b>	<b>13.633.936,-</b>
<b>Projektkostenbarwert PKBW</b>				<b>20.580.301,-</b>	<b>21.159.049,-</b>
<b>Jahreskosten JK</b>		KFAKR(2,45098039215685,60)	0,0020	<b>658.426,-</b>	<b>676.942,-</b>
* $\gamma$ ) Investitionskosten : Diskontierungsfaktor					
* Laufende Kosten : Diskontierungsfaktor progressiv					
* Realzinssatz $i_r$ = Zinsen + Inflation					
* Reale Preissteigerungsraten $r$ = Zukünftige Preissteigerungsraten steigen stärker als Inflation					
* Projektkostenbarwert PKBW = Kosten, die zum Bezugszeitpunkt aufgeschoben werden müssten, um sämtliche anfallenden Kosten des Projektes während des Untersuchungszeitraumes unter Berücksichtigung des Realzinssatzes und der realen Preissteigerungsraten zu decken					

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

### 12.2 Variation Realzinssatz

Tabelle 12-2: Berechnung der Projektkostenbarwerte bei einem Realzinssatz von 2,45%/a (Grundzustand)

Gemeinde Abtsteinach / Variantenvergleich "zukünftige Abwasserentsorgung" <span style="float: right;">(1)</span>					
Durchschnittliche Nutzungsdauern in Anlehnung an LAWA-Leitlinien zur Durchführung von Kostenvergleichsrechnungen (2012):					
Inbetriebnahme Anlagenenerweiterung:	2025				
Untersuchungszeitraum / Planungshorizont :	60 Jahre				
Nutzungsdauer Bautechnik / Kanal	60 Jahre				
Nutzungsdauer M-Technik	15 Jahre				
Nutzungsdauer E-Technik	10 Jahre				
Nominalzinssatz $i_n$	4,50 % p.a.				
Inflationsrate $i_i$	2,00 % p.a.				
Realzinssatz $i_r$	2,45 % p.a.				
Reale jährliche Preissteigerungsraten für die laufenden Energiekosten $r_e$	2,0 % p.a.				
Reale jährliche Preissteigerungsraten für die laufenden Kosten $r_k$	2,0 % p.a.				
Reale jährliche Preissteigerungsraten für Entsorgung $r_s$	2,0 % p.a.				
Die Investitionskosten werden zum Bezugszeitpunkt betrachtet.	alle Kosten brutto				
Eingangsdaten		Variante 1 "Anschluss an Abwasserverband Steinachtal"		Variante 2 "Erweiterung der Kläranlage zur Belebung (CWSBR-Verfahren)"	
Untersuchte Variante					
<b>Kosten Anlagenenerweiterung</b>					
<b>A) Investitionen IK</b>		Beteiligung an Kläranlage u. Kanal			
1) Bautechnik	2.500.000,00	4.131.085 €		2.040.850 €	
2) M-Technik	400.000,00	36.295 €		940.100 €	
3) EMSR-Technik	250.000,00	41.650 €		285.600 €	
4) Sonstiges (Gebühren, Honorare, Gutachten)		635.252 €		530.859 €	
5) abzüglich Verrechnung Abwasserabgabe (3 Jahre)		0 €		0 €	
6) abzüglich Förderung		0 €		0 €	
<b>Summe Investitionskosten:</b>		<b>7.994.282 €</b>		<b>3.797.409 €</b>	
<b>B) Laufende Kosten LK</b>					
1) Chemikalien (Fällmittel, FHM)		18.000 €		12.500 €	
2) Energiekosten (Strom)		54.000 €		75.000 €	
3) Personalkosten		50.000 €		62.500 €	
4) Wartung, Ersatzteile, Verschleiss / Analytik		51.115 €		43.703 €	
5) Entsorgungskosten		20.000 €		65.500 €	
<b>Summe Laufende Kosten:</b>		<b>193.115 €</b>		<b>259.203 €</b>	
Aufbereitung der Kosten		Variante 1 "Anschluss an Abwasserverband Steinachtal"		Variante 2 "Erweiterung der Kläranlage zur Belebung (CWSBR-Verfahren)"	
Umrechnungs- faktor *)		nominale Kosten [€]	Barwert [€]	nominale Kosten [€]	Barwert [€]
<b>Investitionskosten:</b>					
<b>SUMME Investitionskosten</b>		<b>7.994.282,--</b>		<b>3.797.409,--</b>	
<b>Reinvestitionskosten:</b>					
<b>SUMME Reinvestitionskosten</b>		<b>2.428.270,--</b>		<b>3.727.704,--</b>	
<b>Laufende Kosten:</b>					
<b>SUMME Laufende Kosten</b>		<b>10.157.750,--</b>		<b>13.633.936,--</b>	
<b>Projektkostenbarwert PKBW</b>		<b>20.580.301,--</b>		<b>21.159.049,--</b>	
Jahreskosten JK	KFAKR (2,45098039215685;60)	0,0320	<b>658.426,--</b>		<b>676.942,--</b>

AG: Gemeinde Abtsteinach  
Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Tabelle 12-3: Berechnung der Projektkostenbarwerte bei einem Realzinssatz von -098%/a

Gemeinde Abtsteinach / Variantenvergleich "zukünftige Abwasserentsorgung"					(2)
Durchschnittliche Nutzungsdauern in Anlehnung an LAWA-Leitlinien zur Durchführung von Kostenvergleichsrechnungen (2012):					
Inbetriebnahme Anlagenerweiterung:	2025				
Untersuchungszeitraum / Planungshorizont :	60 Jahre				
Nutzungsdauer Bautechnik / Kanal	60 Jahre				
Nutzungsdauer M-Technik	15 Jahre				
Nutzungsdauer E-Technik	10 Jahre				
Nominalzinssatz $i_n$	1,00 % p.a.				
Inflationsrate $i_i$	2,00 % p.a.				
Realzinssatz $i_r$	-0,98 % p.a.				
Reale jährliche Preissteigerungsraten für die laufenden Energiekosten $r$ :	2,0 % p.a.				
Reale jährliche Preissteigerungsraten für die laufenden Kosten $r$ :	2,0 % p.a.				
Reale jährliche Preissteigerungsraten für Entsorgung $r$ :	2,0 % p.a.				
Die Investitionskosten werden zum Bezugszeitpunkt betrachtet.	alle Kosten brutto				
Eingangsdaten					
Untersuchte Variante		Variante 1 "Anschluss an Abwasserverband Steinachtal"		Variante 2 "Erweiterung der Kläranlage zur Belebung (CWSBR-Verfahren)"	
Kosten Anlagenerweiterung	Beteiligung an Kläranlage u. Kanal				
A) Investitionen IK					
1) Bautechnik	2.500.000,00	4.131.085 €		2.040.850 €	
2) M-Technik	400.000,00	36.295 €		940.100 €	
3) EMSR-Technik	250.000,00	41.650 €		285.600 €	
4) Sonstiges (Gebühren, Honorare, Gutachten)		635.252 €		530.859 €	
5) abzüglich Verrechnung Abwasserabgabe (3 Jahre)		0 €		0 €	
6) abzüglich Förderung		0 €		0 €	
Summe Investitionskosten:		7.994.282 €		3.797.409 €	
B) Laufende Kosten LK					
1) Chemikalien (Fällmittel, FHM)		18.000 €		12.500 €	
2) Energiekosten (Strom)		54.000 €		75.000 €	
3) Personalkosten		50.000 €		62.500 €	
4) Wartung, Ersatzteile, Verschleiss / Analytik		51.115 €		43.703 €	
5) Entsorgungskosten		20.000 €		65.500 €	
Summe Laufende Kosten:		193.115 €		259.203 €	
		Variante 1 "Anschluss an Abwasserverband Steinachtal"		Variante 2 "Erweiterung der Kläranlage zur Belebung (CWSBR-Verfahren)"	
Aufbereitung der Kosten	Umrechnungs- faktor *)	nominale Kosten [€]	Barwert [€]	nominale Kosten [€]	Barwert [€]
Investitionskosten:					
SUMME Investitionskosten			7.994.282,--		3.797.409,--
Reinvestitionskosten:					
SUMME Reinvestitionskosten			7.269.634,--		11.115.246,--
Laufende Kosten:					
SUMME Laufende Kosten			32.554.334,--		43.695.081,--
Projektkostenbarwert PKBW			47.818.249,--		58.607.736,--
Jahreskosten JK	KFAKR (-0,980392156862742;60)	0,0122	581.615,--		712.848,--

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Tabelle 12-4: Berechnung der Projektkostenbarwerte bei einem Realzinssatz von 3,92%/a

Gemeinde Abtsteinach / Variantenvergleich "zukünftige Abwasserentsorgung" (3)					
Durchschnittliche Nutzungsdauern in Anlehnung an LAWA-Leitlinien zur Durchführung von Kostenvergleichsrechnungen (2012):					
Inbetriebnahme Anlagenenerweiterung:	2025				
Untersuchungszeitraum / Planungshorizont :	60 Jahre				
Nutzungsdauer Bautechnik / Kanal	60 Jahre				
Nutzungsdauer M-Technik	15 Jahre				
Nutzungsdauer E-Technik	10 Jahre				
Nominalzinssatz $i_n$	6,00 % p.a.				
Inflationsrate $i_i$	2,00 % p.a.				
Realzinssatz $i_r$	3,92 % p.a.				
Reale jährliche Preissteigerungsraten für die laufenden Energiekosten $r$ :	2,0 % p.a.				
Reale jährliche Preissteigerungsraten für die laufenden Kosten $r$ :	2,0 % p.a.				
Reale jährliche Preissteigerungsraten für Entsorgung $r$ :	2,0 % p.a.				
Die Investitionskosten werden zum Bezugszeitpunkt betrachtet.	alle Kosten brutto				
Eingangsdaten		Variante 1 "Anschluss an Abwasserverband Steinachtal"		Variante 2 "Erweiterung der Kläranlage zur Belebung (CWSBR-Verfahren)"	
Untersuchte Variante					
<b>Kosten Anlagenenerweiterung</b>					
<b>A) Investitionen IK</b>					
1) Bautechnik	Beteiligung an Kläranlage u. Kanal 2.500.000,00	4.131.085 €		2.040.850 €	
2) M-Technik	400.000,00	36.295 €		940.100 €	
3) EMSR-Technik	250.000,00	41.650 €		285.600 €	
4) Sonstiges (Gebühren, Honorare, Gutachten)		635.252 €		530.859 €	
5) abzüglich Verrechnung Abwasserabgabe (3 Jahre)		0 €		0 €	
6) abzüglich Förderung		0 €		0 €	
<b>Summe Investitionskosten:</b>		<b>7.994.282 €</b>		<b>3.797.409 €</b>	
<b>B) Laufende Kosten LK</b>					
1) Chemikalien (Fällmittel, FHM)		18.000 €		12.500 €	
2) Energiekosten (Strom)		54.000 €		75.000 €	
3) Personalkosten		50.000 €		62.500 €	
4) Wartung, Ersatzteile, Verschleiss / Analytik		51.115 €		43.703 €	
5) Entsorgungskosten		20.000 €		65.500 €	
<b>Summe Laufende Kosten:</b>		<b>193.115 €</b>		<b>259.203 €</b>	
		Variante 1 "Anschluss an Abwasserverband Steinachtal"		Variante 2 "Erweiterung der Kläranlage zur Belebung (CWSBR-Verfahren)"	
Aufbereitung der Kosten	Umrechnungs- faktor *)	nominale Kosten [€]	Barwert [€]	nominale Kosten [€]	Barwert [€]
<b>Investitionskosten:</b>					
<b>SUMME Investitionskosten</b>			7.994.282,--		3.797.409,--
<b>Reinvestitionskosten:</b>					
<b>SUMME Reinvestitionskosten</b>			1.629.722,--		2.497.950,--
<b>Laufende Kosten:</b>					
<b>SUMME Laufende Kosten</b>			6.905.604,--		9.268.841,--
<b>Projektkostenbarwert PKBW</b>			<b>16.529.608,--</b>		<b>15.564.200,--</b>
<b>Jahreskosten JK</b>	KFAKR (3,92156862745099;60)	0,0435	<b>719.814,--</b>		<b>677.774,--</b>

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Tabelle 12-5: Berechnung der Projektkostenbarwerte bei einem Realzinssatz von 7,84%/a

Gemeinde Abtsteinach / Variantenvergleich "zukünftige Abwasserentsorgung" (4)					
Durchschnittliche Nutzungsdauern in Anlehnung an LAWA-Leitlinien zur Durchführung von Kostenvergleichsrechnungen (2012):					
Inbetriebnahme Anlagenenerweiterung:	2025				
Untersuchungszeitraum / Planungshorizont :	60 Jahre				
Nutzungsdauer Bautechnik / Kanal	60 Jahre				
Nutzungsdauer M-Technik	15 Jahre				
Nutzungsdauer E-Technik	10 Jahre				
Nominalzinssatz $i_n$	10,00 % p.a.				
Inflationsrate $i_i$	2,00 % p.a.				
Realzinssatz $i_r$	7,84 % p.a.				
Reale jährliche Preissteigerungsraten für die laufenden Energiekosten $r$ :	2,0 % p.a.				
Reale jährliche Preissteigerungsraten für die laufenden Kosten $r$ :	2,0 % p.a.				
Reale jährliche Preissteigerungsraten für Entsorgung $r$ :	2,0 % p.a.				
Die Investitionskosten werden zum Bezugszeitpunkt betrachtet.	alle Kosten brutto				
Eingangsdaten		Variante 1 "Anschluss an Abwasserverband Steinachtal"		Variante 2 "Erweiterung der Kläranlage zur Belebung (CWSBR-Verfahren)"	
Untersuchte Variante					
<b>Kosten Anlagenenerweiterung</b>		Beteiligung an Kläranlage u. Kanal			
<b>A) Investitionen IK</b>					
1) Bautechnik	2.500.000,00	4.131.085 €		2.040.850 €	
2) M-Technik	400.000,00	36.295 €		940.100 €	
3) EMSR-Technik	250.000,00	41.650 €		285.600 €	
4) Sonstiges (Gebühren, Honorare, Gutachten)		635.252 €		530.859 €	
5) abzüglich Verrechnung Abwasserabgabe (3 Jahre)		0 €		0 €	
6) abzüglich Förderung		0 €		0 €	
<b>Summe Investitionskosten:</b>		<b>7.994.282 €</b>		<b>3.797.409 €</b>	
<b>B) Laufende Kosten LK</b>					
1) Chemikalien (Fällmittel, FHM)		18.000 €		12.500 €	
2) Energiekosten (Strom)		54.000 €		75.000 €	
3) Personalkosten		50.000 €		62.500 €	
4) Wartung, Ersatzteile, Verschleiss / Analytik		51.115 €		43.703 €	
5) Entsorgungskosten		20.000 €		65.500 €	
<b>Summe Laufende Kosten:</b>		<b>193.115 €</b>		<b>259.203 €</b>	
		Variante 1 "Anschluss an Abwasserverband Steinachtal"		Variante 2 "Erweiterung der Kläranlage zur Belebung (CWSBR-Verfahren)"	
Aufbereitung der Kosten	Umrechnungs- faktor *)	nominale Kosten [€]	Barwert [€]	nominale Kosten [€]	Barwert [€]
<b>Investitionskosten:</b>					
<b>SUMME Investitionskosten</b>			<b>7.994.282,--</b>		<b>3.797.409,--</b>
<b>Reinvestitionskosten:</b>					
<b>SUMME Reinvestitionskosten</b>			<b>673.863,--</b>		<b>1.020.520,--</b>
<b>Laufende Kosten:</b>					
<b>SUMME Laufende Kosten</b>			<b>3.251.900,--</b>		<b>4.364.765,--</b>
<b>Projektkostenbarwert PKBW</b>			<b>11.920.044,--</b>		<b>9.182.694,--</b>
Jahreskosten JK	KFAKR (7,84313725490198;60)	0,0793	<b>945.090,--</b>		<b>728.057,--</b>

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Abbildung 12-1: Entwicklung der Realzinsen in der Bundesrepublik Deutschland im Zeitraum 1967 bis 2022 [11]



AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

### 12.3 Variation „laufende Kosten“

Tabelle 12-6: Berechnung der Projektkostenbarwerte bei einer Steigerungsrate der laufenden Kosten von 1%/a

Gemeinde Abtsteinach / Variantenvergleich "zukünftige Abwasserentsorgung" <span style="float: right;">(1)</span>					
Durchschnittliche Nutzungsdauern in Anlehnung an LAWA-Leitlinien zur Durchführung von Kostenvergleichsrechnungen (2012):					
Inbetriebnahme Anlagenenerweiterung:	2025				
Untersuchungszeitraum / Planungshorizont :	60 Jahre				
Nutzungsdauer Bautechnik / Kanal	60 Jahre				
Nutzungsdauer M-Technik	15 Jahre				
Nutzungsdauer E-Technik	10 Jahre				
Nominalzinssatz $i_n$	4,50 % p.a.				
Inflationsrate $i_i$	2,00 % p.a.				
Realzinssatz $i_r$	2,45 % p.a.				
Reale jährliche Preissteigerungsrate für die laufenden Energiekosten $r$ :	1,0 % p.a.				
Reale jährliche Preissteigerungsrate für die laufenden Kosten $r$ :	1,0 % p.a.				
Reale jährliche Preissteigerungsrate für Entsorgung $r$ :	1,0 % p.a.				
Die Investitionskosten werden zum Bezugszeitpunkt betrachtet.	alle Kosten brutto				
Eingangsdaten		Variante 1 "Anschluss an Abwasserverband Steinachtal"		Variante 2 "Erweiterung der Kläranlage zur Belebung (CWSBR-Verfahren)"	
Untersuchte Variante					
<b>Kosten Anlagenenerweiterung</b>		Beteiligung an Kläranlage u. Kanal			
<b>A) Investitionen IK</b>					
1) Bautechnik		2.500.000,00	4.131.085 €	2.040.850 €	
2) M-Technik		400.000,00	36.295 €	940.100 €	
3) EMSR-Technik		250.000,00	41.650 €	285.600 €	
4) Sonstiges (Gebühren, Honorare, Gutachten)			635.252 €	530.859 €	
5) abzüglich Verrechnung Abwasserabgabe (3 Jahre)			0 €	0 €	
6) abzüglich Förderung			0 €	0 €	
<b>Summe Investitionskosten:</b>			<b>7.994.282 €</b>	<b>3.797.409 €</b>	
<b>B) Laufende Kosten LK</b>					
1) Chemikalien (Fällmittel, FHM)			18.000 €	12.500 €	
2) Energiekosten (Strom)			54.000 €	75.000 €	
3) Personalkosten			50.000 €	62.500 €	
4) Wartung, Ersatzteile, Verschleiss / Analytik			51.115 €	43.703 €	
5) Entsorgungskosten			20.000 €	65.500 €	
<b>Summe Laufende Kosten:</b>			<b>193.115 €</b>	<b>259.203 €</b>	
		Variante 1 "Anschluss an Abwasserverband Steinachtal"		Variante 2 "Erweiterung der Kläranlage zur Belebung (CWSBR-Verfahren)"	
Aufbereitung der Kosten	Umrechnungs- faktor *)	nominale Kosten [€]	Barwert [€]	nominale Kosten [€]	Barwert [€]
<b>Investitionskosten:</b>					
<b>SUMME Investitionskosten</b>			<b>7.994.282,--</b>		<b>3.797.409,--</b>
<b>Reinvestitionskosten:</b>					
<b>SUMME Reinvestitionskosten</b>			<b>1.836.320,--</b>		<b>2.816.528,--</b>
<b>Laufende Kosten:</b>					
<b>SUMME Laufende Kosten</b>			<b>7.730.329,--</b>		<b>10.375.802,--</b>
Projektkostenbarwert PKBW			<b>17.560.930,--</b>		<b>16.989.739,--</b>
Jahreskosten JK	KFAKR (2,45098039215685;60)	0,0320	<b>561.827,--</b>		<b>543.553,--</b>

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Tabelle 12-7: Berechnung der Projektkostenbarwerte bei einer Steigerungsrate der laufenden Kosten von 2%/a

Gemeinde Abtsteinach / Variantenvergleich "zukünftige Abwasserentsorgung"					(2)
Durchschnittliche Nutzungsdauern in Anlehnung an LAWA-Leitlinien zur Durchführung von Kostenvergleichsrechnungen (2012):					
Inbetriebnahme Anlagenerweiterung:		2025			
Untersuchungszeitraum / Planungshorizont :		60 Jahre			
Nutzungsdauer Bautechnik / Kanal		60 Jahre			
Nutzungsdauer M-Technik		15 Jahre			
Nutzungsdauer E-Technik		10 Jahre			
Nominalzinssatz $i_n$		4,50 % p.a.			
Inflationsrate $i_i$		2,00 % p.a.			
Realzinssatz $i_r$		2,45 % p.a.			
Reale jährliche Preissteigerungsraten für die laufenden Energiekosten $r$ :		2,0 % p.a.			
Reale jährliche Preissteigerungsraten für die laufenden Kosten $r$ :		2,0 % p.a.			
Reale jährliche Preissteigerungsraten für Entsorgung $r$ :		2,0 % p.a.			
Die Investitionskosten werden zum Bezugszeitpunkt betrachtet.		alle Kosten brutto			
Eingangsdaten					
Untersuchte Variante			Variante 1 "Anschluss an Abwasserverband Steinachtal"		Variante 2 "Erweiterung der Kläranlage zur Belebung (CWSBR-Verfahren)"
Kosten Anlagenerweiterung		Beteiligung an Kläranlage u. Kanal  2.500.000,00 400.000,00 250.000,00			
A) Investitionen IK					
1) Bautechnik			4.131.085 €		2.040.850 €
2) M-Technik			36.295 €		940.100 €
3) EMSR-Technik			41.650 €		285.600 €
4) Sonstiges (Gebühren, Honorare, Gutachten)			635.252 €		530.859 €
5) abzüglich Verrechnung Abwasserabgabe (3 Jahre)			0 €		0 €
6) abzüglich Förderung			0 €		0 €
Summe Investitionskosten:			7.994.282 €		3.797.409 €
B) Laufende Kosten LK					
1) Chemikalien (Fällmittel, FHM)			18.000 €		12.500 €
2) Energiekosten (Strom)			54.000 €		75.000 €
3) Personalkosten			50.000 €		62.500 €
4) Wartung, Ersatzteile, Verschleiss / Analytik			51.115 €		43.703 €
5) Entsorgungskosten			20.000 €		65.500 €
Summe Laufende Kosten:		193.115 €		259.203 €	
			Variante 1 "Anschluss an Abwasserverband Steinachtal"		Variante 2 "Erweiterung der Kläranlage zur Belebung (CWSBR-Verfahren)"
Aufbereitung der Kosten		Umrrechnungs- faktor *)		nominale Kosten [€]	Barwert [€]
				nominale Kosten [€]	Barwert [€]
Investitionskosten:					
SUMME Investitionskosten				7.994.282,--	3.797.409,--
Reinvestitionskosten:					
SUMME Reinvestitionskosten				2.428.270,--	3.727.704,--
Laufende Kosten:					
SUMME Laufende Kosten				10.157.750,--	13.633.936,--
Projektkostenbarwert PKBW				20.580.301,--	21.159.049,--
Jahreskosten JK		KFAKR (2,45098039215685;60)	0,0320	658.426,--	676.942,--

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Tabelle 12-8: Berechnung der Projektkostenbarwerte bei einer Steigerungsrate der laufenden Kosten von 4%/a

Gemeinde Abtsteinach / Variantenvergleich "zukünftige Abwasserentsorgung"					(3)
Durchschnittliche Nutzungsdauern in Anlehnung an LAWA-Leitlinien zur Durchführung von Kostenvergleichsrechnungen (2012):					
Inbetriebnahme Anlagenerweiterung:		2025			
Untersuchungszeitraum / Planungshorizont :		60 Jahre			
Nutzungsdauer Bautechnik / Kanal		60 Jahre			
Nutzungsdauer M-Technik		15 Jahre			
Nutzungsdauer E-Technik		10 Jahre			
Nominalzinssatz $i_n$		4,50 % p.a.			
Inflationsrate $i_i$		2,00 % p.a.			
Realzinssatz $i_r$		2,45 % p.a.			
Reale jährliche Preissteigerungsraten für die laufenden Energiekosten $r$ :		4,0 % p.a.			
Reale jährliche Preissteigerungsraten für die laufenden Kosten $r$ :		4,0 % p.a.			
Reale jährliche Preissteigerungsraten für Entsorgung $r$ :		4,0 % p.a.			
Die Investitionskosten werden zum Bezugszeitpunkt betrachtet.		alle Kosten brutto			
Eingangsdaten					
Untersuchte Variante		Variante 1 "Anschluss an Abwasserverband Steinachtal"		Variante 2 "Erweiterung der Kläranlage zur Belebung (CWSBR-Verfahren)"	
<b>Kosten Anlagenerweiterung</b>					
<b>A) Investitionen IK</b>					
1) Bautechnik		4.131.085 €		2.040.850 €	
2) M-Technik		36.295 €		940.100 €	
3) EMSR-Technik		41.650 €		285.600 €	
4) Sonstiges (Gebühren, Honorare, Gutachten)		635.252 €		530.859 €	
5) abzüglich Verrechnung Abwasserabgabe (3 Jahre)		0 €		0 €	
6) abzüglich Förderung		0 €		0 €	
<b>Summe Investitionskosten:</b>		<b>7.994.282 €</b>		<b>3.797.409 €</b>	
<b>B) Laufende Kosten LK</b>					
1) Chemikalien (Fällmittel, FHM)		18.000 €		12.500 €	
2) Energiekosten (Strom)		54.000 €		75.000 €	
3) Personalkosten		50.000 €		62.500 €	
4) Wartung, Ersatzteile, Verschleiss / Analytik		51.115 €		43.703 €	
5) Entsorgungskosten		20.000 €		65.500 €	
<b>Summe Laufende Kosten:</b>		<b>193.115 €</b>		<b>259.203 €</b>	
		Variante 1 "Anschluss an Abwasserverband Steinachtal"		Variante 2 "Erweiterung der Kläranlage zur Belebung (CWSBR-Verfahren)"	
Aufbereitung der Kosten		Umrrechnungs- faktor *)		Umrrechnungs- faktor *)	
		nominale Kosten [€]		Barwert [€]	
Investitionskosten:					
SUMME Investitionskosten		7.994.282,--		3.797.409,--	
Reinvestitionskosten:					
SUMME Reinvestitionskosten		4.427.236,--		6.789.752,--	
Laufende Kosten:					
SUMME Laufende Kosten		18.936.969,--		25.417.581,--	
Projektkostenbarwert PKBW		31.358.487,--		36.004.741,--	
Jahreskosten JK		1.003.253,--		1.151.900,--	
KFAKR (2,45098039215685;60)		0,0320			

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Tabelle 12-9: Berechnung der Projektkostenbarwerte bei einer Steigerungsrate der laufenden Kosten von 6%/a

Gemeinde Abtsteinach / Variantenvergleich "zukünftige Abwasserentsorgung"					(4)
Durchschnittliche Nutzungsdauern in Anlehnung an LAWA-Leitlinien zur Durchführung von Kostenvergleichsrechnungen (2012):					
Inbetriebnahme Anlagenerweiterung:		2025			
Untersuchungszeitraum / Planungshorizont :		60 Jahre			
Nutzungsdauer Bautechnik / Kanal		60 Jahre			
Nutzungsdauer M-Technik		15 Jahre			
Nutzungsdauer E-Technik		10 Jahre			
Nominalzinssatz $i_n$		4,50 % p.a.			
Inflationsrate $i_i$		2,00 % p.a.			
Realzinssatz $i_r$		2,45 % p.a.			
Reale jährliche Preissteigerungsraten für die laufenden Energiekosten $r$ :		6,0 % p.a.			
Reale jährliche Preissteigerungsraten für die laufenden Kosten $r$ :		6,0 % p.a.			
Reale jährliche Preissteigerungsraten für Entsorgung $r$ :		6,0 % p.a.			
Die Investitionskosten werden zum Bezugszeitpunkt betrachtet.		alle Kosten brutto			
Eingangsdaten					
Untersuchte Variante		Variante 1 "Anschluss an Abwasserverband Steinachtal"		Variante 2 "Erweiterung der Kläranlage zur Belebung (CWSBR-Verfahren)"	
Kosten Anlagenerweiterung					
A) Investitionen IK					
1) Bautechnik		4.131.085 €		2.040.850 €	
2) M-Technik		36.295 €		940.100 €	
3) EMSR-Technik		41.650 €		285.600 €	
4) Sonstiges (Gebühren, Honorare, Gutachten)		635.252 €		530.859 €	
5) abzüglich Verrechnung Abwasserabgabe (3 Jahre)		0 €		0 €	
6) abzüglich Förderung		0 €		0 €	
Summe Investitionskosten:		7.994.282 €		3.797.409 €	
B) Laufende Kosten LK					
1) Chemikalien (Fällmittel, FHM)		18.000 €		12.500 €	
2) Energiekosten (Strom)		54.000 €		75.000 €	
3) Personalkosten		50.000 €		62.500 €	
4) Wartung, Ersatzteile, Verschleiss / Analytik		51.115 €		43.703 €	
5) Entsorgungskosten		20.000 €		65.500 €	
Summe Laufende Kosten:		193.115 €		259.203 €	
		Variante 1 "Anschluss an Abwasserverband Steinachtal"		Variante 2 "Erweiterung der Kläranlage zur Belebung (CWSBR-Verfahren)"	
Aufbereitung der Kosten		Umrrechnungs- faktor *)		Umrrechnungs- faktor *)	
		nominale Kosten [€]		Barwert [€]	
Investitionskosten:					
SUMME Investitionskosten		7.994.282,--		3.797.409,--	
Reinvestitionskosten:					
SUMME Reinvestitionskosten		8.494.993,--		12.972.398,--	
Laufende Kosten:					
SUMME Laufende Kosten		38.736.064,--		51.992.324,--	
Projektkostenbarwert PKBW		55.225.339,--		68.762.131,--	
Jahreskosten JK		1.766.825,--		2.199.908,--	
KFAKR (2,45098039215685;60)		0,0320			

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Tabelle 12-10: Berechnung der Projektkostenbarwerte bei einer Steigerungsrate der laufenden Kosten von 8%/a

Gemeinde Abtsteinach / Variantenvergleich "zukünftige Abwasserentsorgung"					(5)
Durchschnittliche Nutzungsdauern in Anlehnung an LAWA-Leitlinien zur Durchführung von Kostenvergleichsrechnungen (2012):					
Inbetriebnahme Anlagenerweiterung:		2025			
Untersuchungszeitraum / Planungshorizont :		60 Jahre			
Nutzungsdauer Bautechnik / Kanal		60 Jahre			
Nutzungsdauer M-Technik		15 Jahre			
Nutzungsdauer E-Technik		10 Jahre			
Nominalzinssatz $i_n$		4,50 % p.a.			
Inflationsrate $i_i$		2,00 % p.a.			
Realzinssatz $i_r$		2,45 % p.a.			
Reale jährliche Preissteigerungsraten für die laufenden Energiekosten $r$ :		8,0 % p.a.			
Reale jährliche Preissteigerungsraten für die laufenden Kosten $r$ :		8,0 % p.a.			
Reale jährliche Preissteigerungsraten für Entsorgung $r$ :		8,0 % p.a.			
Die Investitionskosten werden zum Bezugszeitpunkt betrachtet.		alle Kosten brutto			
Eingangsdaten					
Untersuchte Variante		Variante 1 "Anschluss an Abwasserverband Steinachtal"		Variante 2 "Erweiterung der Kläranlage zur Belebung (CWSBR-Verfahren)"	
<b>Kosten Anlagenerweiterung</b>					
<b>A) Investitionen IK</b>					
1) Bautechnik		4.131.085 €		2.040.850 €	
2) M-Technik		36.295 €		940.100 €	
3) EMSR-Technik		41.650 €		285.600 €	
4) Sonstiges (Gebühren, Honorare, Gutachten)		635.252 €		530.859 €	
5) abzüglich Verrechnung Abwasserabgabe (3 Jahre)		0 €		0 €	
6) abzüglich Förderung		0 €		0 €	
<b>Summe Investitionskosten:</b>		<b>7.994.282 €</b>		<b>3.797.409 €</b>	
<b>B) Laufende Kosten LK</b>					
1) Chemikalien (Fällmittel, FHM)		18.000 €		12.500 €	
2) Energiekosten (Strom)		54.000 €		75.000 €	
3) Personalkosten		50.000 €		62.500 €	
4) Wartung, Ersatzteile, Verschleiss / Analytik		51.115 €		43.703 €	
5) Entsorgungskosten		20.000 €		65.500 €	
<b>Summe Laufende Kosten:</b>		<b>193.115 €</b>		<b>259.203 €</b>	
		Variante 1 "Anschluss an Abwasserverband Steinachtal"		Variante 2 "Erweiterung der Kläranlage zur Belebung (CWSBR-Verfahren)"	
Aufbereitung der Kosten		Umrrechnungs- faktor *)		Umrrechnungs- faktor *)	
		[€]		[€]	
<b>Investitionskosten:</b>					
<b>SUMME Investitionskosten</b>		<b>7.994.282,--</b>		<b>3.797.409,--</b>	
<b>Reinvestitionskosten:</b>					
<b>SUMME Reinvestitionskosten</b>		<b>17.002.386,--</b>		<b>25.782.985,--</b>	
<b>Laufende Kosten:</b>					
<b>SUMME Laufende Kosten</b>		<b>85.260.190,--</b>		<b>114.437.941,--</b>	
<b>Projektkostenbarwert PKBW</b>		<b>110.256.858,--</b>		<b>144.018.335,--</b>	
<b>Jahreskosten JK</b>		<b>3.527.449,--</b>		<b>4.607.581,--</b>	
KFAKR (2,45098039215685;60)		0,0320			

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

### 12.3.1 Variation Preissteigerungsrate „Strombezug“

Tabelle 12-11: Berechnung der Projektkostenbarwerte bei einer Steigerungsrate der Strombezugskosten von 1%/a

Gemeinde Abtsteinach / Variantenvergleich "zukünftige Abwasserentsorgung"					(1)
Durchschnittliche Nutzungsdauern in Anlehnung an LAWA-Leitlinien zur Durchführung von Kostenvergleichsrechnungen (2012):					
Inbetriebnahme Anlagenenerweiterung:		2025			
Untersuchungszeitraum / Planungshorizont :		60 Jahre			
Nutzungsdauer Bautechnik / Kanal		60 Jahre			
Nutzungsdauer M-Technik		15 Jahre			
Nutzungsdauer E-Technik		10 Jahre			
Nominalzinssatz $i_n$		4,50 % p.a.			
Inflationsrate $i_i$		2,00 % p.a.			
Realzinssatz $i_r$		2,45 % p.a.			
Reale jährliche Preissteigerungsraten für die laufenden Energiekosten $r$ :		1,0 % p.a.			
Reale jährliche Preissteigerungsraten für die laufenden Kosten $r$ :		2,0 % p.a.			
Reale jährliche Preissteigerungsraten für Entsorgung $r$ :		2,0 % p.a.			
Die Investitionskosten werden zum Bezugszeitpunkt betrachtet.		alle Kosten brutto			
Eingangsdaten					
Untersuchte Variante		Variante 1 "Anschluss an Abwasserverband Steinachtal"		Variante 2 "Erweiterung der Kläranlage zur Belegung (CWSBR-Verfahren)"	
Kosten Anlagenenerweiterung					
A) Investitionen IK					
1) Bautechnik		2.500.000,00		4.131.085 €	
2) M-Technik		400.000,00		36.295 €	
3) EMSR-Technik		250.000,00		41.650 €	
4) Sonstiges (Gebühren, Honorare, Gutachten)				635.252 €	
5) abzüglich Verrechnung Abwasserabgabe (3 Jahre)				0 €	
6) abzüglich Förderung				0 €	
Summe Investitionskosten:				7.994.282 €	
B) Laufende Kosten LK					
1) Chemikalien (Fällmittel, FHM)				18.000 €	
2) Energiekosten (Strom)				54.000 €	
3) Personalkosten				50.000 €	
4) Wartung, Ersatzteile, Verschleiss / Analytik				51.115 €	
5) Entsorgungskosten				20.000 €	
Summe Laufende Kosten:				193.115 €	
		Variante 1 "Anschluss an Abwasserverband Steinachtal"		Variante 2 "Erweiterung der Kläranlage zur Belegung (CWSBR-Verfahren)"	
Aufbereitung der Kosten		Umrechnungs- faktor *)		nominale Kosten	
				Barwert	
				nominale Kosten	
				Barwert	
Investitionskosten:					
SUMME Investitionskosten				7.994.282,--	
Reinvestitionskosten:					
SUMME Reinvestitionskosten				2.428.270,--	
Laufende Kosten:					
SUMME Laufende Kosten				9.478.979,--	
Projektkostenbarwert PKBW				19.901.531,--	
Jahreskosten JK		KFAKR (2,45098039215685;60)		0,0320	
				636.710,--	
				646.781,--	

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Tabelle 12-12: Berechnung der Projektkostenbarwerte bei einer Steigerungsrate der Strombezugskosten von 2%/a

Gemeinde Abtsteinach / Variantenvergleich "zukünftige Abwasserentsorgung" <span style="float: right;">(2)</span>					
Durchschnittliche Nutzungsdauern in Anlehnung an LAWA-Leitlinien zur Durchführung von Kostenvergleichsrechnungen (2012):					
Inbetriebnahme Anlagenenerweiterung:	2025				
Untersuchungszeitraum / Planungshorizont :	60 Jahre				
Nutzungsdauer Bautechnik / Kanal	60 Jahre				
Nutzungsdauer M-Technik	15 Jahre				
Nutzungsdauer E-Technik	10 Jahre				
Nominalzinssatz $i_n$	4,50 % p.a.				
Inflationsrate $i_i$	2,00 % p.a.				
Realzinssatz $i_r$	2,45 % p.a.				
Reale jährliche Preissteigerungsrate für die laufenden Energiekosten $r$ :	2,0 % p.a.				
Reale jährliche Preissteigerungsrate für die laufenden Kosten $r$ :	2,0 % p.a.				
Reale jährliche Preissteigerungsrate für Entsorgung $r$ :	2,0 % p.a.				
Die Investitionskosten werden zum Bezugszeitpunkt betrachtet.	alle Kosten brutto				
Eingangsdaten		Variante 1 "Anschluss an Abwasserverband Steinachtal"		Variante 2 "Erweiterung der Kläranlage zur Belegung (CWSBR-Verfahren)"	
Untersuchte Variante					
<b>Kosten Anlagenenerweiterung</b>					
<b>A) Investitionen IK</b>					
1) Bautechnik	Beteiligung an Kläranlage u. Kanal 2.500.000,00	4.131.085 €		2.040.850 €	
2) M-Technik	400.000,00	36.295 €		940.100 €	
3) EMSR-Technik	250.000,00	41.650 €		285.600 €	
4) Sonstiges (Gebühren, Honorare, Gutachten)		635.252 €		530.859 €	
5) abzüglich Verrechnung Abwasserabgabe (3 Jahre)		0 €		0 €	
6) abzüglich Förderung		0 €		0 €	
<b>Summe Investitionskosten:</b>		<b>7.994.282 €</b>		<b>3.797.409 €</b>	
<b>B) Laufende Kosten LK</b>					
1) Chemikalien (Fällmittel, FHM)		18.000 €		12.500 €	
2) Energiekosten (Strom)		54.000 €		75.000 €	
3) Personalkosten		50.000 €		62.500 €	
4) Wartung, Ersatzteile, Verschleiss / Analytik		51.115 €		43.703 €	
5) Entsorgungskosten		20.000 €		65.500 €	
<b>Summe Laufende Kosten:</b>		<b>193.115 €</b>		<b>259.203 €</b>	
		Variante 1 "Anschluss an Abwasserverband Steinachtal"		Variante 2 "Erweiterung der Kläranlage zur Belegung (CWSBR-Verfahren)"	
Aufbereitung der Kosten	Umrechnungs-faktor *)	nominale Kosten [€]	Barwert [€]	nominale Kosten [€]	Barwert [€]
<b>Investitionskosten:</b>					
<b>SUMME Investitionskosten</b>			<b>7.994.282,--</b>		<b>3.797.409,--</b>
<b>Reinvestitionskosten:</b>					
<b>SUMME Reinvestitionskosten</b>			<b>2.428.270,--</b>		<b>3.727.704,--</b>
<b>Laufende Kosten:</b>					
<b>SUMME Laufende Kosten</b>			<b>10.157.750,--</b>		<b>13.633.936,--</b>
Projektkostenbarwert PKBW			<b>20.580.301,--</b>		<b>21.159.049,--</b>
Jahreskosten JK	KFAKR (2,45098039215685;60)	0,0320	<b>658.426,--</b>		<b>676.942,--</b>

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Tabelle 12-13 Berechnung der Projektkostenbarwerte bei einer Steigerungsrate der Strombezugskosten von 4%/a

Gemeinde Abtsteinach / Variantenvergleich "zukünftige Abwasserentsorgung"					(3)
Durchschnittliche Nutzungsdauern in Anlehnung an LAWA-Leitlinien zur Durchführung von Kostenvergleichsrechnungen (2012):					
Inbetriebnahme Anlagenerweiterung:		2025			
Untersuchungszeitraum / Planungshorizont :		60 Jahre			
Nutzungsdauer Bautechnik / Kanal		60 Jahre			
Nutzungsdauer M-Technik		15 Jahre			
Nutzungsdauer E-Technik		10 Jahre			
Nominalzinssatz $i_n$		4,50 % p.a.			
Inflationsrate $i_i$		2,00 % p.a.			
Realzinssatz $i_r$		2,45 % p.a.			
Reale jährliche Preissteigerungsraten für die laufenden Energiekosten $r$ :		4,0 % p.a.			
Reale jährliche Preissteigerungsraten für die laufenden Kosten $r$ :		2,0 % p.a.			
Reale jährliche Preissteigerungsraten für Entsorgung $r$ :		2,0 % p.a.			
Die Investitionskosten werden zum Bezugszeitpunkt betrachtet.		alle Kosten brutto			
Eingangsdaten					
Untersuchte Variante		Variante 1 "Anschluss an Abwasserverband Steinachtal"		Variante 2 "Erweiterung der Kläranlage zur Belebung (CWSBR-Verfahren)"	
<b>Kosten Anlagenerweiterung</b>					
<b>A) Investitionen IK</b>					
1) Bautechnik		4.131.085 €		2.040.850 €	
2) M-Technik		36.295 €		940.100 €	
3) EMSR-Technik		41.650 €		285.600 €	
4) Sonstiges (Gebühren, Honorare, Gutachten)		635.252 €		530.859 €	
5) abzüglich Verrechnung Abwasserabgabe (3 Jahre)		0 €		0 €	
6) abzüglich Förderung		0 €		0 €	
<b>Summe Investitionskosten:</b>		<b>7.994.282 €</b>		<b>3.797.409 €</b>	
<b>B) Laufende Kosten LK</b>					
1) Chemikalien (Fällmittel, FHM)		18.000 €		12.500 €	
2) Energiekosten (Strom)		54.000 €		75.000 €	
3) Personalkosten		50.000 €		62.500 €	
4) Wartung, Ersatzteile, Verschleiss / Analytik		51.115 €		43.703 €	
5) Entsorgungskosten		20.000 €		65.500 €	
<b>Summe Laufende Kosten:</b>		<b>193.115 €</b>		<b>259.203 €</b>	
		Variante 1 "Anschluss an Abwasserverband Steinachtal"		Variante 2 "Erweiterung der Kläranlage zur Belebung (CWSBR-Verfahren)"	
Aufbereitung der Kosten		Umrrechnungs- faktor *)		nominale Kosten	
				Barwert	
		[€]		[€]	
Investitionskosten:					
SUMME Investitionskosten		7.994.282,--		3.797.409,--	
Reinvestitionskosten:					
SUMME Reinvestitionskosten		2.428.270,--		3.727.704,--	
Laufende Kosten:					
SUMME Laufende Kosten		12.612.650,--		17.043.519,--	
Projektkostenbarwert PKBW		23.035.201,--		24.568.633,--	
Jahreskosten JK		KFAKR (2,45098039215685;60)		0,0320	
		736.966,--		786.025,--	

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Tabelle 12-14: Berechnung der Projektkostenbarwerte bei einer Steigerungsrate der Strombezugskosten von 8%/a

Gemeinde Abtsteinach / Variantenvergleich "zukünftige Abwasserentsorgung" (4)					
Durchschnittliche Nutzungsdauern in Anlehnung an LAWA-Leitlinien zur Durchführung von Kostenvergleichsrechnungen (2012):					
Inbetriebnahme Anlagenerweiterung:		2025			
Untersuchungszeitraum / Planungshorizont :		60 Jahre			
Nutzungsdauer Bautechnik / Kanal		60 Jahre			
Nutzungsdauer M-Technik		15 Jahre			
Nutzungsdauer E-Technik		10 Jahre			
Nominalzinssatz $i_n$		4,50 % p.a.			
Inflationsrate $i_i$		2,00 % p.a.			
Realzinssatz $i_r$		2,45 % p.a.			
Reale jährliche Preissteigerungsraten für die laufenden Energiekosten $r$ :		8,0 % p.a.			
Reale jährliche Preissteigerungsraten für die laufenden Kosten $r$ :		2,0 % p.a.			
Reale jährliche Preissteigerungsraten für Entsorgung $r$ :		2,0 % p.a.			
Die Investitionskosten werden zum Bezugszeitpunkt betrachtet.		alle Kosten brutto			
Eingangsdaten					
Untersuchte Variante		Variante 1 "Anschluss an Abwasserverband Steinachtal"		Variante 2 "Erweiterung der Kläranlage zur Belebung (CWSBR-Verfahren)"	
Kosten Anlagenerweiterung					
A) Investitionen IK					
1) Bautechnik		4.131.085 €		2.040.850 €	
2) M-Technik		36.295 €		940.100 €	
3) EMSR-Technik		41.650 €		285.600 €	
4) Sonstiges (Gebühren, Honorare, Gutachten)		635.252 €		530.859 €	
5) abzüglich Verrechnung Abwasserabgabe (3 Jahre)		0 €		0 €	
6) abzüglich Förderung		0 €		0 €	
Summe Investitionskosten:		7.994.282 €		3.797.409 €	
B) Laufende Kosten LK					
1) Chemikalien (Fällmittel, FHM)		18.000 €		12.500 €	
2) Energiekosten (Strom)		54.000 €		75.000 €	
3) Personalkosten		50.000 €		62.500 €	
4) Wartung, Ersatzteile, Verschleiss / Analytik		51.115 €		43.703 €	
5) Entsorgungskosten		20.000 €		65.500 €	
Summe Laufende Kosten:		193.115 €		259.203 €	
		Variante 1 "Anschluss an Abwasserverband Steinachtal"		Variante 2 "Erweiterung der Kläranlage zur Belebung (CWSBR-Verfahren)"	
Aufbereitung der Kosten		Barwert		Barwert	
Umrechnungs- faktor "r")		[€]		[€]	
Investitionskosten:					
SUMME Investitionskosten		7.994.282,--		3.797.409,--	
Reinvestitionskosten:					
SUMME Reinvestitionskosten		2.428.270,--		3.727.704,--	
Laufende Kosten:					
SUMME Laufende Kosten		31.158.361,--		42.801.452,--	
Projektkostenbarwert PKBW		41.580.913,--		50.326.565,--	
Jahreskosten JK		1.330.299,--		1.610.099,--	
KFAKR (2,45098039215685;60)		0,0320			

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

### 12.3.2 Variation Preissteigerungsrate „Schlammmentsorgung“

Tabelle 12-15: Berechnung der Projektkostenbarwerte bei einer Steigerungsrate der Schlammmentsorgungskosten von 1%/a

Gemeinde Abtsteinach / Variantenvergleich "zukünftige Abwasserentsorgung"					(1)
Durchschnittliche Nutzungsdauern in Anlehnung an LAWA-Leitlinien zur Durchführung von Kostenvergleichsrechnungen (2012):					
Inbetriebnahme Anlagenerweiterung:		2025			
Untersuchungszeitraum / Planungshorizont :		60 Jahre			
Nutzungsdauer Bautechnik / Kanal		60 Jahre			
Nutzungsdauer M-Technik		15 Jahre			
Nutzungsdauer E-Technik		10 Jahre			
Nominalzinssatz $i_n$		4,50 % p.a.			
Inflationsrate $i_i$		2,00 % p.a.			
Realzinssatz $i_r$		2,45 % p.a.			
Reale jährliche Preissteigerungsraten für die laufenden Energiekosten $r$ :		2,0 % p.a.			
Reale jährliche Preissteigerungsraten für die laufenden Kosten $r$ :		2,0 % p.a.			
Reale jährliche Preissteigerungsraten für Entsorgung $r$ :		1,0 % p.a.			
Die Investitionskosten werden zum Bezugszeitpunkt betrachtet.		alle Kosten brutto			
Eingangsdaten					
Untersuchte Variante				Variante 1 "Anschluss an Abwasserverband Steinachtal"	
				Variante 2 "Erweiterung der Kläranlage zur Belebung (CWSBR-Verfahren)"	
<b>Kosten Anlagenerweiterung</b>					
<b>A) Investitionen IK</b>					
1) Bautechnik		4.131.085 €		2.040.850 €	
2) M-Technik		36.295 €		940.100 €	
3) EMSR-Technik		41.650 €		285.600 €	
4) Sonstiges (Gebühren, Honorare, Gutachten)		635.252 €		530.859 €	
5) abzüglich Verrechnung Abwasserabgabe (3 Jahre)		0 €		0 €	
6) abzüglich Förderung		0 €		0 €	
<b>Summe Investitionskosten:</b>		<b>7.994.282 €</b>		<b>3.797.409 €</b>	
<b>B) Laufende Kosten LK</b>					
1) Chemikalien (Fällmittel, FHM)		18.000 €		12.500 €	
2) Energiekosten (Strom)		54.000 €		75.000 €	
3) Personalkosten		50.000 €		62.500 €	
4) Wartung, Ersatzteile, Verschleiss / Analytik		51.115 €		43.703 €	
5) Entsorgungskosten		20.000 €		65.500 €	
<b>Summe Laufende Kosten:</b>		<b>193.115 €</b>		<b>259.203 €</b>	
		Variante 1 "Anschluss an Abwasserverband Steinachtal"		Variante 2 "Erweiterung der Kläranlage zur Belebung (CWSBR-Verfahren)"	
Aufbereitung der Kosten		Umrrechnungs-faktor *)		Umrrechnungs-faktor *)	
		[€]		[€]	
Investitionskosten:					
SUMME Investitionskosten		7.994.282,--		3.797.409,--	
Reinvestitionskosten:					
SUMME Reinvestitionskosten		2.428.270,--		3.727.704,--	
Laufende Kosten:					
SUMME Laufende Kosten		9.906.353,--		12.810.612,--	
Projektkostenbarwert PKBW		20.328.905,--		20.335.726,--	
Jahreskosten JK		650.383,--		650.601,--	
KFAKR (2,45098039215685;60)		0,0320			

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Tabelle 12-16: Berechnung der Projektkostenbarwerte bei einer Steigerungsrate der Schlammentsorgungskosten von 2%/a (Grundzustand)

Gemeinde Abtsteinach / Variantenvergleich "zukünftige Abwasserentsorgung"					(2)
Durchschnittliche Nutzungsdauern in Anlehnung an LAWA-Leitlinien zur Durchführung von Kostenvergleichsrechnungen (2012):					
Inbetriebnahme Anlagenerweiterung:		2025			
Untersuchungszeitraum / Planungshorizont :		60 Jahre			
Nutzungsdauer Bautechnik / Kanal		60 Jahre			
Nutzungsdauer M-Technik		15 Jahre			
Nutzungsdauer E-Technik		10 Jahre			
Nominalzinssatz $i_n$		4,50 % p.a.			
Inflationsrate $i_i$		2,00 % p.a.			
Realzinssatz $i_r$		2,45 % p.a.			
Reale jährliche Preissteigerungsraten für die laufenden Energiekosten $r$ :		2,0 % p.a.			
Reale jährliche Preissteigerungsraten für die laufenden Kosten $r$ :		2,0 % p.a.			
Reale jährliche Preissteigerungsraten für Entsorgung $r$ :		2,0 % p.a.			
Die Investitionskosten werden zum Bezugszeitpunkt betrachtet.		alle Kosten brutto			
Eingangsdaten					
Untersuchte Variante		Variante 1 "Anschluss an Abwasserverband Steinachtal"		Variante 2 "Erweiterung der Kläranlage zur Belebung (CWSBR-Verfahren)"	
Kosten Anlagenerweiterung		Beteiligung an Kläranlage u. Kanal			
A) Investitionen IK					
1) Bautechnik		2.500.000,00	4.131.085 €	2.040.850 €	
2) M-Technik		400.000,00	36.295 €	940.100 €	
3) EMSR-Technik		250.000,00	41.650 €	285.600 €	
4) Sonstiges (Gebühren, Honorare, Gutachten)			635.252 €	530.859 €	
5) abzüglich Verrechnung Abwasserabgabe (3 Jahre)			0 €	0 €	
6) abzüglich Förderung			0 €	0 €	
Summe Investitionskosten:			7.994.282 €	3.797.409 €	
B) Laufende Kosten LK					
1) Chemikalien (Fällmittel, FHM)			18.000 €	12.500 €	
2) Energiekosten (Strom)			54.000 €	75.000 €	
3) Personalkosten			50.000 €	62.500 €	
4) Wartung, Ersatzteile, Verschleiss / Analytik			51.115 €	43.703 €	
5) Entsorgungskosten			20.000 €	65.500 €	
Summe Laufende Kosten:			193.115 €	259.203 €	
		Variante 1 "Anschluss an Abwasserverband Steinachtal"		Variante 2 "Erweiterung der Kläranlage zur Belebung (CWSBR-Verfahren)"	
Aufbereitung der Kosten		Umrechnungs- faktor *)	nominale Kosten [€]	Barwert [€]	nominale Kosten [€]
Investitionskosten:					
SUMME Investitionskosten				7.994.282,--	3.797.409,--
Reinvestitionskosten:					
SUMME Reinvestitionskosten				2.428.270,--	3.727.704,--
Laufende Kosten:					
SUMME Laufende Kosten				10.157.750,--	13.633.936,--
Projektkostenbarwert PKBW				20.580.301,--	21.159.049,--
Jahreskosten JK		KFAKR (2,45098039215685;60)	0,0320	658.426,--	676.942,--

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Tabelle 12-17: Berechnung der Projektkostenbarwerte bei einer Steigerungsrate der Schlammentsorgungskosten von 4%/a

Gemeinde Abtsteinach / Variantenvergleich "zukünftige Abwasserentsorgung" (3)					
Durchschnittliche Nutzungsdauern in Anlehnung an LAWA-Leitlinien zur Durchführung von Kostenvergleichsrechnungen (2012):					
Inbetriebnahme Anlagenenerweiterung:	2025				
Untersuchungszeitraum / Planungshorizont :	60 Jahre				
Nutzungsdauer Bautechnik / Kanal	60 Jahre				
Nutzungsdauer M-Technik	15 Jahre				
Nutzungsdauer E-Technik	10 Jahre				
Nominalzinssatz $i_n$	4,50 % p.a.				
Inflationsrate $i_i$	2,00 % p.a.				
Realzinssatz $i_r$	2,45 % p.a.				
Reale jährliche Preissteigerungsraten für die laufenden Energiekosten $r$ :	2,0 % p.a.				
Reale jährliche Preissteigerungsraten für die laufenden Kosten $r$ :	2,0 % p.a.				
Reale jährliche Preissteigerungsraten für Entsorgung $r$ :	4,0 % p.a.				
Die Investitionskosten werden zum Bezugszeitpunkt betrachtet.	alle Kosten brutto				
Eingangsdaten		Variante 1 "Anschluss an Abwasserverband Steinachtal"		Variante 2 "Erweiterung der Kläranlage zur Belegung (CWSBR-Verfahren)"	
Untersuchte Variante					
<b>Kosten Anlagenenerweiterung</b>		Beteiligung an Kläranlage u. Kanal			
<b>A) Investitionen IK</b>					
1) Bautechnik	2.500.000,00	4.131.085 €		2.040.850 €	
2) M-Technik	400.000,00	36.295 €		940.100 €	
3) EMSR-Technik	250.000,00	41.650 €		285.600 €	
4) Sonstiges (Gebühren, Honorare, Gutachten)		635.252 €		530.859 €	
5) abzüglich Verrechnung Abwasserabgabe (3 Jahre)		0 €		0 €	
6) abzüglich Förderung		0 €		0 €	
<b>Summe Investitionskosten:</b>		<b>7.994.282 €</b>		<b>3.797.409 €</b>	
<b>B) Laufende Kosten LK</b>					
1) Chemikalien (Fällmittel, FHM)		18.000 €		12.500 €	
2) Energiekosten (Strom)		54.000 €		75.000 €	
3) Personalkosten		50.000 €		62.500 €	
4) Wartung, Ersatzteile, Verschleiss / Analytik		51.115 €		43.703 €	
5) Entsorgungskosten		20.000 €		65.500 €	
<b>Summe Laufende Kosten:</b>		<b>193.115 €</b>		<b>259.203 €</b>	
		Variante 1 "Anschluss an Abwasserverband Steinachtal"		Variante 2 "Erweiterung der Kläranlage zur Belegung (CWSBR-Verfahren)"	
Aufbereitung der Kosten	Umrechnungs- faktor *)	nominale Kosten [€]	Barwert [€]	nominale Kosten [€]	Barwert [€]
<b>Investitionskosten:</b>					
<b>SUMME Investitionskosten</b>			7.994.282,--		3.797.409,--
<b>Reinvestitionskosten:</b>					
<b>SUMME Reinvestitionskosten</b>			2.428.270,--		3.727.704,--
<b>Laufende Kosten:</b>					
<b>SUMME Laufende Kosten</b>			11.066.972,--		16.611.639,--
<b>Projektkostenbarwert PKBW</b>			<b>21.489.524,--</b>		<b>24.136.752,--</b>
Jahreskosten JK	KFAKR (2,45098039215685;60)	0,0320	687.515,--		772.208,--

AG: Gemeinde Abtsteinach

Proj.: Zukünftige Abwasserentsorgung  
Variantenvergleich

Pr. 012.002

## ERLÄUTERUNGSBERICHT

Tabelle 12-18: Berechnung der Projektkostenbarwerte bei einer Steigerungsrate der Schlammentsorgungskosten von 8%/a

Gemeinde Abtsteinach / Variantenvergleich "zukünftige Abwasserentsorgung" <span style="float: right;">(4)</span>			
Durchschnittliche Nutzungsdauern in Anlehnung an LAWA-Leitlinien zur Durchführung von Kostenvergleichsrechnungen (2012):			
Inbetriebnahme Anlagenerweiterung:	2025		
Untersuchungszeitraum / Planungshorizont :	60 Jahre		
Nutzungsdauer Bautechnik / Kanal	60 Jahre		
Nutzungsdauer M-Technik	15 Jahre		
Nutzungsdauer E-Technik	10 Jahre		
Nominalzinssatz $i_n$	4,50 % p.a.		
Inflationsrate $i_i$	2,00 % p.a.		
Realzinssatz $i_r$	2,45 % p.a.		
Reale jährliche Preissteigerungsraten für die laufenden Energiekosten $r$ :	2,0 % p.a.		
Reale jährliche Preissteigerungsraten für die laufenden Kosten $r$ :	2,0 % p.a.		
Reale jährliche Preissteigerungsraten für Entsorgung $r$ :	8,0 % p.a.		
Die Investitionskosten werden zum Bezugszeitpunkt betrachtet.	alle Kosten brutto		
Eingangsdaten		Variantenvergleich	
Untersuchte Variante		Variante 1 "Anschluss an Abwasserverband Steinachtal"	Variante 2 "Erweiterung der Kläranlage zur Belebung (CWSBR-Verfahren)"
<b>Kosten Anlagenerweiterung</b>			
<b>A) Investitionen IK</b>	Beteiligung an Kläranlage u. Kanal		
1) Bautechnik	2.500.000,00	4.131.085 €	2.040.850 €
2) M-Technik	400.000,00	36.295 €	940.100 €
3) EMSR-Technik	250.000,00	41.650 €	285.600 €
4) Sonstiges (Gebühren, Honorare, Gutachten)		635.252 €	530.859 €
5) abzüglich Verrechnung Abwasserabgabe (3 Jahre)		0 €	0 €
6) abzüglich Förderung		0 €	0 €
<b>Summe Investitionskosten:</b>		<b>7.994.282 €</b>	<b>3.797.409 €</b>
<b>B) Laufende Kosten LK</b>			
1) Chemikalien (Fällmittel, FHM)		18.000 €	12.500 €
2) Energiekosten (Strom)		54.000 €	75.000 €
3) Personalkosten		50.000 €	62.500 €
4) Wartung, Ersatzteile, Verschleiss / Analytik		51.115 €	43.703 €
5) Entsorgungskosten		20.000 €	65.500 €
<b>Summe Laufende Kosten:</b>		<b>193.115 €</b>	<b>259.203 €</b>
		Variante 1 "Anschluss an Abwasserverband Steinachtal"	Variante 2 "Erweiterung der Kläranlage zur Belebung (CWSBR-Verfahren)"
Aufbereitung der Kosten	Umrechnungs- faktor *)	nominale Kosten [€]	Barwert [€]
<b>Investitionskosten:</b>			
<b>SUMME Investitionskosten</b>		<b>7.994.282,--</b>	<b>3.797.409,--</b>
<b>Reinvestitionskosten:</b>			
<b>SUMME Reinvestitionskosten</b>		<b>2.428.270,--</b>	<b>3.727.704,--</b>
<b>Laufende Kosten:</b>			
<b>SUMME Laufende Kosten</b>		<b>17.935.754,--</b>	<b>39.106.900,--</b>
<b>Projektkostenbarwert PKBW</b>		<b>28.358.306,--</b>	<b>46.632.013,--</b>
<b>Jahreskosten JK</b>	KFAKR (2,45098039215685; 60)	<b>907.268,--</b>	<b>1.491.899,--</b>