



Merkblatt Nr. 4.4/23

Stand: 15. Dezember 2015

alte Nummer: -

Ansprechpartner: Referat 67

Ertüchtigung und Sanierung von Abwasserteichanlagen im ländlichen Raum

Inhaltsverzeichnis

1	Abwasserteiche in Bayern	2
2	Erfordernis und Möglichkeiten der Ertüchtigung von Abwasserteichanlagen	2
3	Grundsätzliches zur Vorgehensweise bei der Neukonzeption der Abwasserbeseitigung	3
3.1	Grundlagenermittlung	4
3.2	Erarbeitung unterschiedlicher Konzepte und Variantenprüfung	5
4	Möglichkeiten der Ertüchtigung und Sanierung	7
4.1	Optimierung von Abwasserteichanlagen	7
4.2	Ertüchtigungsmöglichkeiten gemäß Arbeitsblatt DWA-A 201	8
4.2.1	Tropfkörper	8
4.2.2	Rotationstauchkörper	9
4.2.3	Getauchte belüftete Festbetten	11
4.2.4	Bepflanzte Bodenfilter	12
4.3	Weitere Ertüchtigungsvarianten	14
4.3.1	Anlagen mit frei beweglichen Aufwuchskörpern	14
4.3.2	Teich-SBR-Anlagen	15
5	Bewertung der Verfahren und Hinweise zur praktischen Umsetzung	17
6	Fazit	20
7	Literaturverzeichnis	20
	Anhang Mischwasserbehandlung bei Abwasserteichen	23

1 Abwasserteiche in Bayern

Abwasserteiche haben bei der kommunalen Abwasserbehandlung im ländlichen Raum eine weite Verbreitung gefunden. Mit etwa 800 Anlagen sind nahezu ein Drittel aller kommunalen Kläranlagen in Bayern als belüftete oder unbelüftete Abwasserteiche ausgebildet [7]. Insbesondere im Größenbereich bis 5.000 E sind diese häufig vertreten (siehe auch Tabelle 1). Viele dieser Anlagen sind in die Jahre gekommen und müssen saniert, ertüchtigt oder erneuert werden. Hinzu kommt, dass aus Gründen des Gewässerschutzes im Rahmen der Maßnahmenprogramme nach Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) oder nach LfU-Merkblatt 4.4/22 [6] nicht selten weitergehende Anforderungen zu stellen sind, insbesondere an die Nährstoffelimination.

Tab. 1: Anzahl der Abwasserteiche und anderer Verfahren in Bayern aus dem Lagebericht 2014 [7]

Anlagensystem	GK 1 50 – 999 E	GK 2 1.000 - 5.000 E	GK 3 5.001 – 10.000 E	GK 4 10.001 – 100.000 E	GK 5 > 100.000 E
Abwasserteiche, unbelüftet	597	25	2		
Abwasserteiche, belüftet	61	78	2		
Abwasserteichanlagen mit technischer Zwischenstufe	158	139	5	2	
Andere Verfahren	411	525	214	342	36
gesamt	1.227	767	223	344	36

Nach den vorliegenden Erfahrungen können Abwasserteiche die Mindestanforderungen nach Anhang 1 der Abwasserverordnung (AbwV) [2] für die Größenklasse (GK) 1 und 2 in der Regel einhalten. Sind weitergehende Anforderungen zu stellen, stoßen diese Anlagen an ihre Grenzen. Diese Gesichtspunkte müssen bei den anstehenden Planungen zur Sanierung, Erneuerung oder Ertüchtigung von Abwasserteichanlagen hinreichend berücksichtigt werden.

2 Erfordernis und Möglichkeiten der Ertüchtigung von Abwasserteichanlagen

Wann ist der Umbau einer Abwasserteichanlage notwendig?

Grundsätzlich können Abwasserteiche, die den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen und bezüglich deren Einleitung in ein Gewässer keine weitergehenden Anforderungen erforderlich sind, auch weiterhin für die Behandlung von kommunalem Abwasser aus kleinen Orten oder Ortsteilen dienen.

Eine Überprüfung dieser Rahmenbedingungen findet bei der Neubegutachtung, meist im Rahmen der Neuerteilung der wasserrechtlichen Einleiterlaubnis gemäß § 8 WHG (Wasserhaushaltsgesetz) [23] statt. Stellt sich aufgrund der Beurteilung der Einleitung anhand des LfU Merkblattes 4.4/22 [6] heraus, dass hier strengere Anforderungen erfüllt werden müssen, die über die Mindestanforderungen der Abwasserverordnung (AbwV) [2] hinausgehen, so können sie in der Regel von Abwasserteichen nicht eingehalten werden (siehe auch Kapitel 3). Eine Ergänzung durch eine technische Zwischenstufe oder eine umfassende Umrüstung wird in diesen Fällen erforderlich sein. Bei der letzten Novellierung des LfU-Merkblattes 4.4/22 [6] 2013 wurden auch Anforderungen berücksichtigt, die sich aus der Wasserrahmenrichtlinie ergeben. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass die Einhaltung der Bewirtschaftungsziele für oberirdische Gewässer (§ 27 WHG [23], Art. 51 BayWG (Bayerisches Wassergesetz) [9]) nicht gefährdet ist, wenn die Anforderungen an eine Kläranlage gemäß LfU-Merkblatt 4.4/22 [6] festgelegt wurden.

Eine Sanierung oder Umrüstung ist auch dann erforderlich, wenn die bauliche Beschaffenheit der Anlage einer Weiternutzung entgegensteht oder diese nicht (mehr) den allgemein anerkannten Regeln der Technik entspricht (z. B. bei technischen Zwischenstufen, die nicht mehr dem Regelwerk entsprechen).

Folgende Möglichkeiten, die im Weiteren erläutert werden, kommen für die Sanierung, Ertüchtigung oder Erneuerung von Abwasserteichanlagen in Frage:

- Optimierung der Abwasserteichanlage
- Erweiterung oder Ergänzung durch eine Zwischenstufe
- Anlagenneubau unter Verwendung bestehender Anlagenteile

3 Grundsätzliches zur Vorgehensweise bei der Neukonzeption der Abwasserbeseitigung

Rechtzeitig vor Ablauf der bestehenden wasserrechtlichen Einleiterlaubnis oder aus anderen Gründen nimmt der Betreiber Kontakt mit den zuständigen Behörden auf, um das weitere Vorgehen abzustimmen. Eine automatische Verlängerung der wasserrechtlichen Erlaubnis ist im Wasserrecht nicht vorgesehen. Ein Vorlauf von mindestens ein bis zwei Jahren vor Auslaufen der gehobenen Erlaubnis zur Einleitung von Abwasser erscheint angemessen, bei aufwendigen Verfahren auch mehr. In einem ersten Schritt werden die zukünftigen Anforderungen an den Ablauf der Kläranlage und der Umfang der gegebenenfalls durchzuführenden Untersuchungen, Überrechnungen und Messprogramme festgelegt. In der Regel ist die Beauftragung eines Ingenieurbüros durch den Betreiber erforderlich, welches mit der Grundlagenermittlung beginnt.

Im Folgenden wird dargelegt, inwieweit die gestellten Anforderungen durch Abwasserteiche und Sanierungs- und Ertüchtigungsvarianten eingehalten werden können:

Kohlenstoffabbau

Eine Einhaltung der Mindestanforderungen nach Anhang 1 AbwV [2] der Größenklassen 1 und 2, welche nur Anforderungen an den Kohlenstoffabbau beinhalten, kann in der Regel auch von unbelüfteten und belüfteten Abwasserteichen geleistet werden, eine Bemessung gemäß der allgemein anerkannten Regeln der Technik vorausgesetzt.

Nitrifikation

Ergibt sich aus der Bewertung gemäß LfU-Merkblatt 4.4/22 [6], dass an den Ablauf einer Kläranlage aufgrund der Einleitung in ein empfindliches Gewässer höhere Anforderungen bezüglich Nitrifikation gestellt werden müssen, so ist eine vorhandene Abwasserteichanlage in der Regel nicht ausreichend. Die Bemessung von belüfteten Abwasserteichen nach DWA-A 201 [14] umfasst keine ausreichende Nitrifikation. Die Ergänzung einer technischen Zwischenstufe mit entsprechender Bemessung und angepasstem Betrieb ist meist erforderlich. Lediglich im unteren Größenbereich der Größenklasse 1 ist auch eine teilweise Nitrifikation, wie sie von unbelüfteten Abwasserteichen mit einer spezifischen Fläche größer 15 m²/E geleistet werden kann, eine pragmatische Lösung und hinsichtlich der wasserwirtschaftlichen Bedeutung angemessen. Die Einhaltung bestimmter Ablaufwerte für Ammonium-Stickstoff wird bei Anlagen der Größenklasse 1 und 2 nicht verlangt.

Denitrifikation

Eine gezielte Denitrifikation kann grundsätzlich nur von Belebungsanlagen (auch SBR-Anlagen) oder mehrstufigen Anlagen mit Belebungsbecken erreicht werden. Ist jedoch gemäß LfU-Merkblatt 4.4/22 [6] bei Anlagen der Größenklasse 1 und 2 Denitrifikation gefordert (Anforderungsstufe 3 bei GK 2 und Anlagen mit Versickerung bis 1.000 E bei GK 1), kann auf die Nutzung konstruktiver und betrieblicher Möglichkeiten für eine teilweise Denitrifikation zurückgegriffen werden. Die Einhaltung bestimmter Ablaufwer-

te wird nicht verlangt. Dies führt dazu, dass auch Biofilmanlagen oder bepflanzte Bodenfilter, bei denen der gereinigte Abwasserstrom in den Vorklärteich zurückgeführt wird, verwendet werden können, auch wenn durch diese Rückführung lediglich eine teilweise Denitrifikation erzielt wird.

Folgende Kriterien müssen hierbei jedoch beachtet werden:

- Ausbau und Betrieb der biologischen Zwischenstufe mit Nitrifikation
- Ausreichend anoxisches Volumen zur Denitrifikation (z. B. Vorklärteich)
- Geeignetes Rückführverhältnis (etwa $2 - 3 \cdot Q_t$)
- Nach Möglichkeit Regelbarkeit der Rückführung, speziell bei Regenwetter
- Berücksichtigung der zusätzlichen hydraulischen Beaufschlagung bei der Bemessung

Phosphorfällung

Grundsätzlich ist eine Phosphor(P)-Fällung auch bei Teichkläranlagen möglich, wird aber für Anlagen der Größenklasse 1 derzeit nicht gefordert. Einzelheiten zu den verschiedenen Verfahren sind unter Kapitel 4.2 und 4.3 genannt. Generell ist jedoch bei der Planung einer Phosphorfällung an kleinen Kläranlagen, insbesondere an Abwasserteichanlagen, Folgendes zu beachten:

- Überlegte Wahl der Zugabestelle
 - Ausreichende Turbulenz zur Einmischung des Fällmittels ist erforderlich (muss gegebenenfalls baulich geschaffen werden).
 - Eine Verschlämzung der biologischen Stufe ist zu vermeiden, was besonders bei Biofilmanlagen wie Tropfkörpern, getauchten Festbetten, Rotationstauchkörpern, aber auch Pflanzenbeeten relevant ist. Daher ist entweder eine Vorfällung mit Abtrennung des Fällschlammes im Absetzteich oder eine Simultanfällung in den Ablauf der biologischen Stufe mit Abtrennung des Schlammes in der Grobentschlammung zu wählen.
 - Bei unbelüfteten Abwasserteichen ist eine Dosierung in die biologische Stufe aufgrund der aufwändigen Schlammmentnahme unbedingt zu vermeiden. Hier kommt nur eine Vorfällung in den Absetzteich in Frage. Eine Phosphorfällung an unbelüfteten Abwasserteichen ist grundsätzlich möglich, jedoch mit nicht unerheblichen Nachteilen, Schwierigkeiten und Kosten verbunden. Daher sollte hier nur in zwingenden Fällen eine Phosphorelimination in Betracht gezogen werden.
- Die spezifischen Kosten für eine Phosphorfällung sind an kleinen Kläranlagen in der Regel vergleichsweise hoch [5].
- In Abwasserteichen sind Phosphorrücklösungen aus dem Sediment möglich, welche die Effekte der Phosphorfällung überlagern können. Eine Schlammräumung aller Teiche (auch Schönungsteiche) ist vor Beginn der Phosphorfällung dringend zu empfehlen.
- Ein höherer Schlammanfall aufgrund des zusätzlichen Fällschlammes ist einzuplanen. Es ist darauf zu achten, dass der Fällschlamm in einem Bauteil (Absetzteich, Grobentschlammung) anfällt, aus dem er gut entnommen werden kann.

3.1 Grundlagenermittlung

- Für die **Überrechnung der Ausbaugröße** ist das DWA-A 198 [13] heranzuziehen. Für den Fall, dass aufgrund der Anlagengröße ein umfassendes Messprogramm nicht vertretbar ist, können die maßgebenden Frachten zur Ermittlung der Ausbaugröße mithilfe von Erfahrungswerten abgeschätzt werden. Jedoch sollten diese Erfahrungswerte anhand der bisherigen Eigenüberwachung und durch ein verkürztes Messprogramm plausibilisiert werden. Dieses verkürzte Messprogramm ist mit dem zuständigen Wasserwirtschaftsamt (WWA) abzustimmen. Ansonsten ist ein umfassendes Messprogramm gemäß DWA-A 198 [13] Bestandteil der Ermittlung der Ausbaugröße, auf Basis dessen der

für die Bemessung maßgebliche 85-Perzentilwert ermittelt wird (Wert, der an 85 % der berücksichtigten Tagesfrachten unterschritten oder erreicht wird).

Eine Erfassung der angeschlossenen Einwohner und Einwohnergleichwerte aus industriellem Abwasser ist hierfür erforderlich. Dabei ist auch für die kommenden rund 25 Jahre sowohl die Bevölkerungsentwicklung (gegebenenfalls auch Stagnation oder Bevölkerungsrückgang) als auch die zu erwartende Entwicklung des Gewerbes zu berücksichtigen. Hieraus sind auch die erforderlichen angemessenen Kapazitätsreserven abzuleiten. Dieser Schritt sollte wohl überlegt und bezüglich der Indirekteinleitungen mittels vertraglicher Vereinbarungen abgesichert sein, da die geplante Ausbaugröße maßgeblich ist für die Größe der zu errichtenden Kläranlage und somit auch für die Kosten des Projektes.

- Auf Basis der ermittelten Belastung, Ausbaugröße und Hydraulik sind die Anlagenteile der vorhandenen Kläranlage zu überrechnen. Dies geschieht anhand der allgemein anerkannten Regeln der Technik nach den einschlägigen Arbeits- und Merkblättern der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA). Diese sind für die hier berücksichtigten Anlagensysteme unter Kapitel 4.2 und 4.3 genannt.
- Wird eine Kläranlage überrechnet, so ist in diesem Zuge auch immer das **Kanalsystem** mit zu betrachten, da dieses zusammen mit der Kläranlage eine nicht zu trennende funktionelle Einheit darstellt. Eine Abstimmung hinsichtlich der Hydraulik an der Übergabestelle ist somit unerlässlich. Gerade bei Mischsystemen ist darauf zu achten, dass der zur Kläranlage gelangende Mischwasserabfluss dort tatsächlich aufgenommen werden kann. Dieser Punkt ist bei der Ertüchtigung oder dem Umbau von Abwasserteichen besonders relevant, da an Abwasserteichen häufig eine Mitbehandlung des Mischwassers durchgeführt wird. Dies ist nach Umbau in eine rein technische Anlage nicht mehr möglich, so dass eine Mischwasserbehandlung im Kanalsystem vorzusehen wäre. Details zu Möglichkeiten der Mischwasserbehandlung bei Abwasserteichen und bei Abwasserteichen mit technischer Zwischenstufe befinden sich im Anhang Mischwasserbehandlung bei Abwasserteichen. Maßgeblich für die hydraulische Belastung des gesamten Systems, insbesondere auch der Pumpen im Kanalsystem, ist mitunter die Höhe des **Fremdwasseranteils**. Aus diesem Grund ist vor Beginn der Planungen eine realistische Fremdwasserbestimmung durchzuführen. Gegebenenfalls ist eine Reduzierung des Fremdwassers notwendig.

3.2 Erarbeitung unterschiedlicher Konzepte und Variantenprüfung

Eine anstehende Sanierung oder Ertüchtigung einer Kläranlage sollte gerade im ländlichen Raum für die Gemeinde als Anlass genommen werden, ihr **Abwasserbeseitigungskonzept** grundsätzlich zu hinterfragen. Ziel sollte immer sein, eine umweltgerechte und unter Einbeziehung der Investitions- und Betriebskosten wirtschaftliche Lösung zu finden. Neben dem Umbau der Altanlage oder der Neuerrichtung einer Kläranlage kann oft auch der Anschluss an eine Nachbarkläranlage ein ökonomisch und ökologisch sinnvoller Weg sein, vor allem dann, wenn die Bausubstanz der Altanlage einen Weiterbetrieb unwirtschaftlich macht. Dabei kommen nicht nur Anlagen im Gemeindegebiet in Frage, auch eine interkommunale Zusammenarbeit mit Nachbargemeinden sollte auf ihre Vorteile hin überprüft werden. Dabei sind auch die Folgekosten, insbesondere die Betriebskosten, mit in die Berechnung einzubeziehen.

Für den **Variantenvergleich** sollten immer mehrere Systemmöglichkeiten einschließlich des Anschlusses an eine leistungsfähige Kläranlage bezüglich ihrer Umsetzbarkeit betrachtet werden. Bestandteil dieser Prüfung muss auch das Erfüllen der an die Ablaufqualität gestellten Anforderungen sein. Zudem ist es sinnvoll bei der Variantenuntersuchung das bestehende Kanalnetz mit zu betrachten. Auch die Möglichkeit einer Umnutzung der bestehenden Teiche, beispielsweise als Regenbecken oder Speicherbecken für Klärschlamm oder Filtratwasser, ist zu überprüfen.

Die Entsorgung des anfallenden Klärschlammes ist in diese Betrachtung miteinzubeziehen. Das Ziel der Bayerischen Staatsregierung die landwirtschaftliche Klärschlammverwertung, die gerade im ländlichen Raum bisher eine große Rolle spielt, zu beenden ist zu berücksichtigen (siehe auch Leitfaden „Klärschlamm Entsorgung in Bayern – Planungshilfe für Kommunen“ [4]). Zudem dürfen ab 01.01.2015 keine Klärschlämme ausgebracht werden, die die Schadstoffgehalte der Düngemittelverordnung (DüMV) [19] überschreiten, welche teilweise deutlich strenger sind, als die der Klärschlammverordnung. Ein Konzept zur Klärschlamm Entsorgung sollte bereits im Vorfeld der Planungen erstellt werden, um die Kläranlage entsprechend konstruktiv anpassen zu können (Schlammabnahme, Schlammspeicherung, Schlammabtrennung, Filtratwasserspeicherung und endgültige Entsorgung).

Die einzelnen Varianten sind durch ein qualifiziertes Ingenieurbüro zu bewerten und zu vergleichen. Für die Beurteilung der Kosten ist eine **Kostenvergleichsrechnung** nach DWA [18] durchzuführen. Zu berücksichtigen sind dabei auch die Kosten für die Zeit des Umbaus, die Schlammräumung und die Entsorgung des Klärschlammes (auch der unbelüfteten und belüfteten Teiche). Diese sind bei Abwasserteichen häufig sehr kostenintensiv.

Auf Basis dieses Vergleiches entscheidet sich der Betreiber für eine Variante, die sodann durch das beauftragte Ingenieurbüro ausgearbeitet wird. Die Entwurfsplanung für die beschlossene Variante ist über die Kreisverwaltungsbehörde (KVB) dem Wasserwirtschaftsamt vorzulegen und dort im wasserrechtlichen Verfahren zu begutachten.

Im Zuge des folgenden Abwicklungsverfahrens sind unter anderem die einschlägigen Vorgaben des Vergaberechts, insbesondere die Wertgrenzen für freihändige Vergaben, zu beachten. Es ist zu empfehlen, im Rahmen der Ausschreibung Festlegungen zu Garantiewerten zu fordern, spezifisch festgelegt für die tatsächlich vorliegenden Gegebenheiten wie Abwasserbeschaffenheit oder Kanalsystem. Um auch Sonder- und Firmenverfahren zu ermöglichen, sollten zudem Sondervorschläge bzw. Nebenangebote explizit zugelassen werden. Im Folgenden sind die einzelnen Schritte bis zur Vergabe der Bauleistung mit den entsprechenden Beteiligten aufgeführt.

Tab. 2: Schritt für Schritt zur optimalen Abwasserreinigung

Schritt		Beteiligte			
		Betreiber	Planer	WWA	KVB
1	Anforderungen erarbeiten / festlegen	X	(X)	X	
2	Umfang Untersuchungen / Überrechnung / Messprogramm festlegen	X	(X)	X	
3	Auswertung Betriebsdaten / Untersuchungen / Überrechnung / Messprogramm durchführen	X	X		
4	Überprüfung vorhandener Technik / Anlagenteile	X	X		
5	Festlegung der zu untersuchenden Varianten (einschließl. interkommunaler Lösungen)	X	X	(X)	
6	Variantenvergleich mit Kostenvergleichsrechnung erstellen	X	X		
7	Entscheidung über Variante	X	X	(X)*	
8	Entwurfsplanung / Genehmigungsplanung	X	X		
9	Wasserrechtliches Verfahren (einschließl. Anhörungsverfahren)	X	X	X	X
10	Ausschreibung	X	X		
11	Vergabe der Leistungen	X	X		

Schritt		Beteiligte			
		Betreiber	Planer	WWA	KVB
12	Umsetzung der Maßnahme (einschließl. VOB/VOL-Abnahme)	X	X		
13	Wasserrechtliche Bauabnahme	X	X	PSW**	X

X: erforderlich; (X): sinnvoll, aber nicht zwingend erforderlich

* i.d.R. bei Anlagen mit Förderverfahren

** Private Sachverständige Wasserwirtschaft

4 Möglichkeiten der Ertüchtigung und Sanierung

Belebungsanlagen sind in diesem Kapitel nicht explizit aufgeführt, da diese in der Regel nicht für eine Ertüchtigung oder Sanierung von Abwasserteichen sondern lediglich für Neubauten in Frage kommen. Ist jedoch ein Anlagenneubau (gegebenenfalls unter Weiterverwendung bestehender Anlagenteile) erforderlich, so sollte auch diese Systemvariante geprüft werden. Gerade im oberen Größenbereich der Größenklasse 2 und bei schwachen Vorflutern bietet sich das Belebungsverfahren aufgrund seiner Steuerbarkeit, der guten Abbauleistung und Betriebsstabilität als Variante an. Biofilmanlagen erreichen u. a. aufgrund der eingeschränkten Steuerungsmöglichkeiten häufig nicht die von Belebungsanlagen erzielbaren Ablaufwerte.

Im Folgenden werden die Möglichkeiten der Ertüchtigung und Sanierung von Abwasserteichanlagen aufgeführt.

4.1 Optimierung von Abwasserteichanlagen

Führt die wasserwirtschaftliche Überprüfung zum Ergebnis, dass weiterhin ein unbelüfteter oder belüfteter Abwasserteich bestehen bleiben kann, so können hier Maßnahmen zu dessen Optimierung in Frage kommen.

- Gestalterische und konstruktive Maßnahmen
 - Bei Anforderung Nitrifikation an unbelüftete Abwasserteiche ist eine Fläche von $\geq 15 \text{ m}^2/\text{E}$ entsprechend DWA-A 201 [14] nachzuweisen.
 - Zum Rückhalt der Sekundärbelastungen durch Algen und Wasserlinsen im Gewässer können Abwasserteiche mit einem bepflanzten Ablauffilter ausgestattet werden. Der Filter soll als ein mit Schilf- und Röhrichtpflanzen bepflanzter Sand-/Kieskörper angelegt werden, der am Ablaufbereich des letzten Teiches eingebaut wird. Erfahrungsgemäß büßt der bepflanzte Ablauffilter infolge Kolmation im Laufe der Zeit seine Leistungsfähigkeit ein. Es wird daher empfohlen, den Teich im Bereich des Ablauffilters so auszubilden, dass ein einfacher Austausch bzw. eine Reinigung des Filtermaterials möglich ist.
 - Zur Verminderung des Wachstums von Wasserlinsen können Oberflächenrührwerke eingesetzt werden. Damit kann auch das Zufrieren der Teichoberfläche örtlich verhindert und zeitlich hinausgezögert werden, womit einer Verminderung der Ablaufqualität im Winter entgegengewirkt wird.
 - Findet ein übermäßiger Schlammaustrag aus der technischen Zwischenstufe in den Nachklärteich statt, so kann eine gelochte Tauchwand im Zulaufbereich des Nachklärteiches helfen, den Schlamm dort zu sammeln und eine häufigere, gezielte Schlammentnahme zu unterstützen.

- Betriebliche Maßnahmen
 - Regelmäßige Schlammräumungen sind notwendig. Bei Absetzteichen ist die Räumung in der Regel einmal pro Jahr erforderlich, bei unbelüfteten und belüfteten Abwasserteichen muss mit Räumungsintervallen von etwa 5 bis 10 Jahren gerechnet werden. Der Zeitpunkt der Räumung ist mittels regelmäßiger Schlammspiegelmessungen zu ermitteln (siehe auch Verordnung zur Eigenüberwachung von Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen – EÜV [21]). Durch Verlagerungen von Schlamm (insbesondere bei Mischwasserbehandlung) und Rücklösungen aus dem Schlamm kann ansonsten die Reinigung erheblich beeinträchtigt werden.
 - Durch regelmäßiges Mähen der Böschungen und Entfernen von Verlandungen wird sichergestellt, dass das erforderliche Volumen und die erforderliche Fläche im Teich erhalten bleiben.

4.2 Ertüchtigungsmöglichkeiten gemäß Arbeitsblatt DWA-A 201

Wird bei Abwasserteichanlagen Nitrifikation gefordert, so kann nach Arbeitsblatt DWA-A 201 [14] eine Kombination mit Biofilmreaktoren oder bepflanzten Bodenfiltern gewählt werden. Die bestehenden Teiche können hierbei häufig als Absetz- bzw. Nachklärteiche weiter verwendet werden. Durch eine Rückführung des gereinigten Abwasserstroms kann bei diesen Anlagen auch eine teilweise Denitrifikation erzielt werden. Diese Möglichkeiten können nur bei einer entsprechenden Bemessung umgesetzt werden.

Folgende Zwischenstufen werden vorgeschlagen:

4.2.1 Tropfkörper

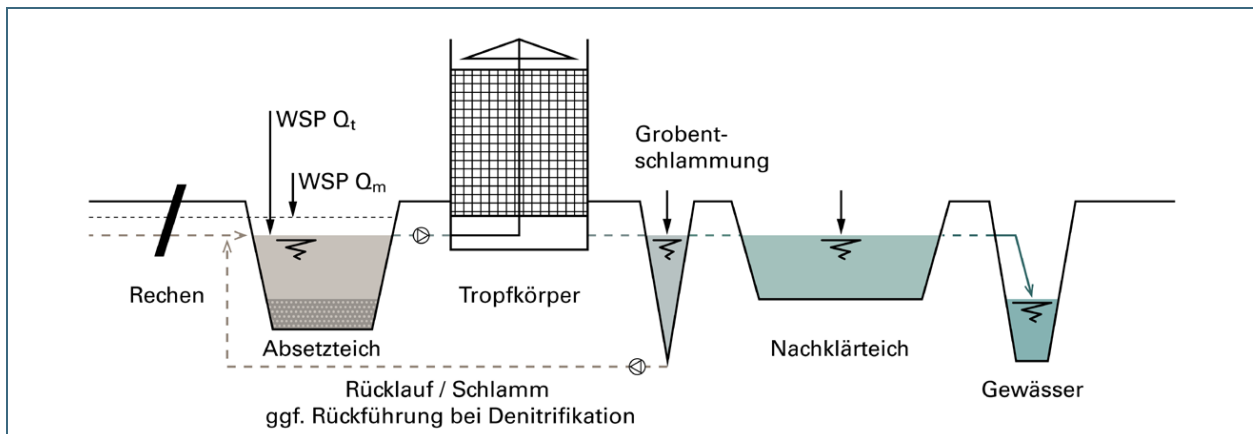


Abb. 1: Abwasserteichanlage mit zwischengeschaltetem Tropfkörper

Funktionsweise

Die zylindrischen, meist in Betonbauweise errichteten, Reaktoren enthalten Lavabrocken oder Kunststoffelemente als Aufwuchsmaterial für Biofilme.

Das mechanisch vorgereinigte Abwasser wird mittels Pumpen auf den Tropfkörper befördert und dort möglichst gleichmäßig durch einen Drehsprenger über der Oberfläche des Füllmaterials verteilt. Der auf der Füllung aufwachsende Biofilm reinigt das herunter rieselnde Abwasser. Eine Rückführung des gereinigten Abwassers ist notwendig, da es den Tropfkörper mehrmals passieren muss. Durch den Kamineffekt wird der Tropfkörper im Gegenstrom ständig mit Luft durchströmt, es liegen also aerobe Verhältnisse vor.

erreichbare Reinigungsziele

Kohlenstoffabbau, Nitrifikation

Teilweise Denitrifikation (Erläuterung siehe Kap. 3)

Abgedeckte (anaerob betriebene) Tropfkörper wären in der Lage eine gezielte Denitrifikation zu erreichen. Dies ist jedoch in diesem Größenbereich nicht

erforderlich und aufgrund des aufwändigen Betriebes nicht sinnvoll.

P-Fällung grundsätzlich möglich (siehe Kap. 3)

Bemessungsansätze	Bemessungsgrundsätze für Tropfkörper auch als technische Zwischenstufe bei Abwasserteichanlagen sind im ATV-DVWK-A 281 [12] festgelegt, für Kläranlagen bis zu einer Ausbaugröße von 1.000 E gilt auch das Arbeitsblatt DWA-A 222 [17].
Größenbereich	Das DWA-A 201 [14] gibt für Abwasserteichanlagen mit technischer Zwischenstufe einen Größenbereich bis circa 3.000 E an. In Bayern gibt es diese Anlagen mit Tropfkörpern vereinzelt bis 10.000 E. Die erforderlichen Flächen für Vor- und Nachklärteich geben eine Eingrenzung bezüglich des Anwendungsbereichs. Eine Anwendung über GK 1 und 2 hinaus wird nicht als zweckmäßig erachtet.
Betrieb und Besonderheiten	Rückführung steuerbar Eine ausreichend große Vorklärung ist wichtig (Verweilzeit $\geq 1,5$ h), ansonsten droht Verstopfungsgefahr aufgrund von Suspensaabtrieb.
Vor- und Nachteile	+ robuster Betrieb + wartungsarme, bewährte Technologie + geringer Energiebedarf - Vereisung im Winter möglich - unflexibel in Bezug auf veränderte Abwassermengen und veränderte Schmutzfrachten
Anzahl der bereits bestehenden Anlagen	Etwa 140 Tropfkörperanlagen und 60 Abwasserteiche mit Tropfkörpern als technische Zwischenstufe in GK 1 und 2

4.2.2 Rotationstauchkörper

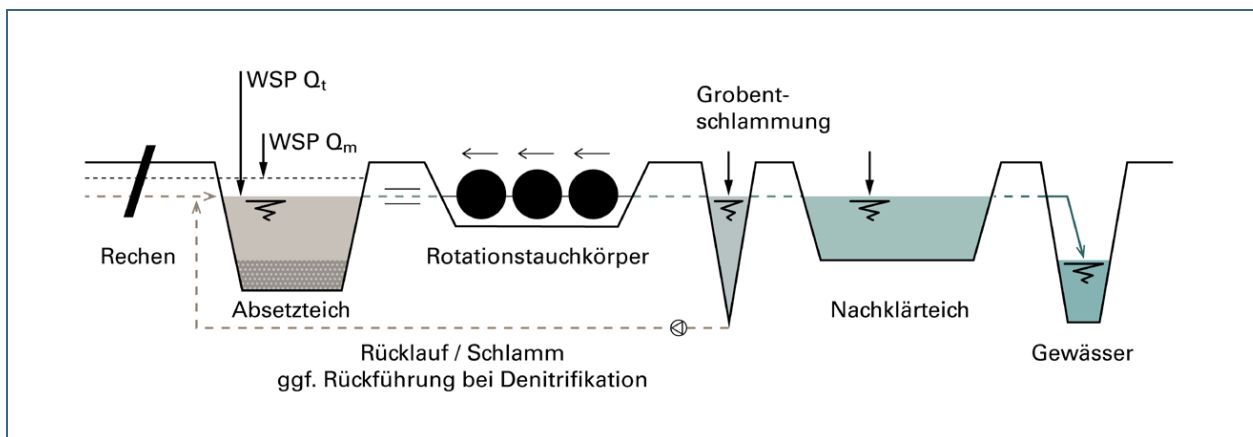


Abb. 2: Abwasserteichanlage mit zwischengeschaltetem Rotationstauchkörper

Funktionsweise Rotationstauchkörperanlagen (RTK) bestehen aus mehreren, meist hintereinander angeordneten walzenförmigen Aufwuchskörpern z. B. aus Kunststoff-Scheiben (Scheibentauchkörper-STK) oder Kunststoff-Gittermaterialien (Walzentauchkörper-WTK), welche auf freitragenden, angetriebenen Achsen angebracht sind. Die einzelnen Tauchkörper sind zu 1/3 bis 1/2 in Wannen eingetaucht, die von mechanisch vorgereinigtem Abwasser durchflossen werden. Sie drehen sich langsam und beständig, so dass der anwachsende Biofilm

	<p>abwechselnd mit Luft und Abwasser in Berührung kommt. Durch die Drehung sollen Schlammablagerungen auf dem RTK verhindert werden. Bei ungünstigen geometrischen Strukturen, gerade bei WTK, funktionierte dies in der Vergangenheit jedoch nicht in ausreichendem Maße. Die durch die Bewegung erzeugte Turbulenz sorgt dafür, dass sich der überschüssige Schlamm, der sich kontinuierlich vom Aufwuchsmaterial löst, nicht an der Sohle der Wanne ablagert. Der anfallende Überschussschlamm wird in einem Nachklärbecken vom gereinigten Abwasser abgetrennt. Bewährt haben sich insbesondere Scheibentauchkörper, da es hier in der Regel keine Probleme bezüglich der Verschlämmung gibt.</p>
erreichbare Reinigungsziele	<p>Kohlenstoff; Nitrifikation</p> <p>Teilweise Denitrifikation (Erläuterung siehe Kap. 3)</p> <p>P-Fällung grundsätzlich möglich (siehe Kap. 3)</p>
Bemessungsansätze	<p>Bemessungsgrundsätze für RTK auch als technische Zwischenstufe bei Abwasserteichanlagen sind im ATV-DVWK-A 281 [12] festgelegt, für Kläranlagen bis zu einer Ausbaugröße von 1.000 E gilt auch das Arbeitsblatt DWA-A 222 [17].</p>
Größenbereich	<p>Das DWA-A 201 [14] gibt für Abwasserteichanlagen mit technischer Zwischenstufe einen Größenbereich bis circa 3.000 E an. In Bayern gibt es diese Anlagen mit Rotationstauchkörpern vereinzelt bis 10.000 E. Die erforderlichen Flächen für Vorklär- und Nachklärteich geben eine Eingrenzung bezüglich des Anwendungsbereichs.</p> <p>Eine Anwendung über GK 1 und 2 hinaus wird nicht als zweckmäßig erachtet.</p>
Betrieb und Besonderheiten	<p>Rückführung steuerbar</p> <p>Je nach Geometrie der Aufwuchsflächen kann der Austrag von abgestorbenem Biofilm behindert werden – es kommt zu Verschlämmungen. Aufwuchskörper mit engen Strukturen sollten, wenn überhaupt nur zur Instandhaltung verwendet werden. Scheibentauchkörper sind hiervon in der Regel nicht betroffen.</p> <p>Längere Standzeiten der Rotationstauchkörper bedingen einen einseitigen Bewuchs der Scheiben/Walzen. Bei erneutem Anfahren kann es daher zu Unwuchten und demzufolge zu Wellenbrüchen kommen. Um dies zu umgehen, sollten längere Standzeiten vermieden oder vor Wiederinbetriebnahme eine Reinigung durchgeführt werden.</p>
Vor- und Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> + robuster Betrieb + wartungsarme, bewährte Technologie + geringer Energiebedarf - unflexibel in Bezug auf veränderte Abwassermengen und veränderte Schmutzfrachten - Verstopfungsgefahr bei WTK durch Verschlämmung (siehe Betrieb)
Anzahl der bereits bestehenden Anlagen	<p>Knapp 150 Rotationstauchkörperanlagen (davon etwa 100 STK und über 40 andere) und rund 210 Abwasserteiche mit Rotationstauchkörpern als technische Zwischenstufe (davon etwa 60 STK und 150 andere) in GK 1, 2 und 3</p>

4.2.3 Getauchte belüftete Festbetten

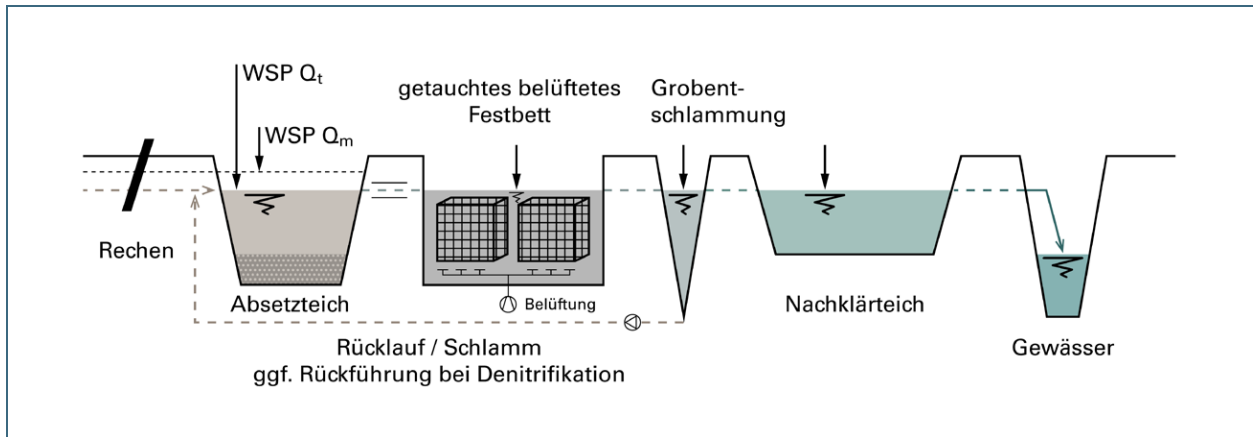


Abb. 3: Abwasserteichanlage mit zwischengeschaltetem getauchtem, belüfteten Festbett

Funktionsweise	Bei getauchten und belüfteten Festbettreaktoren werden in eine separate Stufe fest fixierte Trägermaterialien eingebracht. Meist sind dies Blöcke aus durchbrochenen Kunststoffröhren. Hierauf kann Biofilm aufwachsen, der die für die Abwasserreinigung erforderliche Biomasse bietet. Der auf den Trägermaterialien aufgewachsene Biofilm verbleibt im Reaktionsbecken, weshalb bei diesem Anlagentyp eine Schlammrückführung nicht erforderlich ist. Damit die Mikroorganismen ausreichend mit Sauerstoff versorgt werden, sind unter dem Festbett Belüfter angeordnet. Die nach oben strömende Luft sorgt zudem dafür, dass die Röhren freigespült werden und nicht durch zu dick wachsenden Biofilm verblocken. Der sich ablösende Schlamm wird kontinuierlich ausgetragen und in einem Nachklärbecken abgetrennt.
erreichbare Reinigungsziele	Kohlenstoff, Nitrifikation Teilweise Denitrifikation (Erläuterung siehe Kap. 3) P-Fällung grundsätzlich möglich (siehe Kap. 3)
Bemessungsansätze	Bemessungsgrundsätze für getauchte Festbetten bis zu einer Ausbaugröße von 1.000 E sind im Arbeitsblatt DWA-A 222 [17] festgelegt. Bisherige Erfahrungen zeigen, dass Anlagen, die mit diesen Ansätzen bemessen wurden, i. d. R. die Anforderungen einhalten. Im Vergleich mit anderen Verfahren kann die Reinigungsleistung jedoch geringer sein.
Größenbereich	Es liegen lediglich Bemessungsvorgaben für die GK 1 vor.
Betrieb und Besonderheiten	Getauchte Festbetten bieten sich insbesondere für die Sanierung beispielsweise von Rotationstauchkörpern an, da sie auch in bestehende Bauwerke eingebaut werden können. Aufgrund der Neigung zu Verblockungen sollen nur Aufwuchskörper verwendet werden, bei denen aufgrund der vertikalen Durchgängigkeit der Schlammaustrag sichergestellt ist. Um dies zu gewährleisten, ist auch die regelmäßige Spülung mit Druckluft durchzuführen [20]. Zudem ist eine freie Durchgängigkeit über die gesamte Festbetthöhe zu gewährleisten. Probleme bezüglich der Leistungsfähigkeit ergaben sich bei einer Anlage, die mit konzentriertem Abwasser (z. B. Vakuumsystem) beaufschlagt wurde. Lediglich die Belüftung ist steuerbar. Eine gute Durchströmung muss konstruktiv vorgesehen werden (z. B. Walzenströmung).

- Vor- und Nachteile**
- + Sanierungsmöglichkeit unter Nutzung von Bestandsbauwerken
 - Neigung zu Verstopfung durch Verschlämzung
 - hoher Energiebedarf (Sicherstellung der erforderlichen Sauerstoffzufuhr, Abtransport der überschüssigen Biomasse)
 - vor allem im Einfahrbetrieb häufig Auftreten von Schaum
- Anzahl der bereits bestehenden Anlagen** Rund 30 Anlagen, meist als technische Zwischenstufe in GK 1 und 2

4.2.4 Bepflanzte Bodenfilter

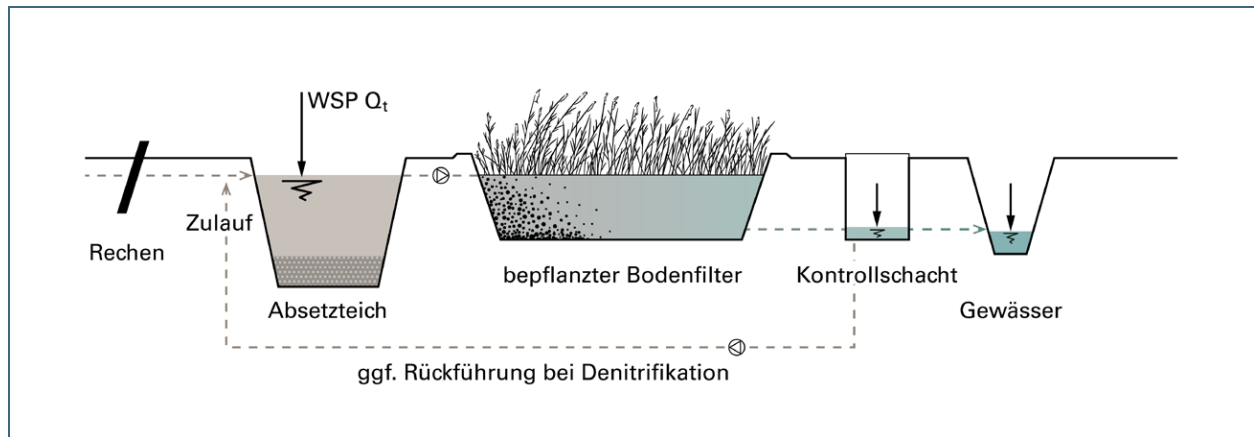


Abb. 4: Umbau der Abwasserteichanlage in einen bepflanzten Bodenfilter

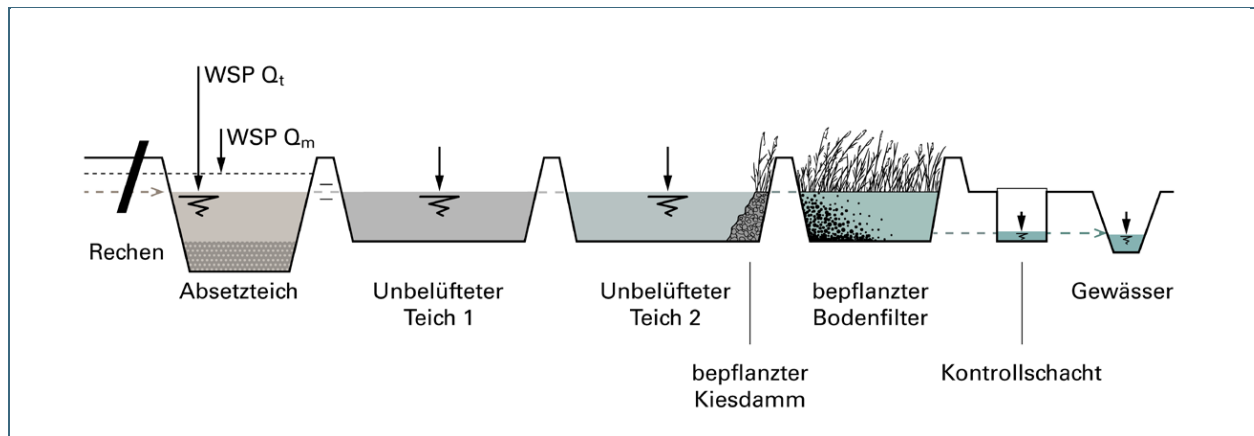


Abb. 5: Abwasserteichanlage mit nachgeschaltetem bepflanztem Bodenfilter

Funktionsweise

Bei bepflanzten Bodenfiltern handelt es sich um sandig-kiesige Bodenkörper, die mit geeigneten Pflanzen (meist Röhrichtpflanzen) bewachsen sind und von mechanisch vorbehandeltem Abwasser gezielt vertikal (oder horizontal) durchströmt werden. Bei Kombinationsanlagen werden beispielsweise Teichen Pflanzenbeete als zusätzliche biologische Reinigungsstufe nachgeschaltet. Die einzelnen Teilflächen werden bei den Vertikalfiltern schwallweise beschickt, damit sich zwischen den einzelnen Beschickungsphasen aerobe Verhältnisse einstellen können. Dabei werden die Beschickungseinrichtungen so angelegt, dass die Filteroberfläche gleichmäßig beschickt wird. Horizontalfilter werden dagegen dauerhaft eingestaut betrieben, wodurch es zu einer gleichmäßigen Verteilung des Abwassers im Bodenfilter kommt.

	<p>Bepflanzte Bodenfilter können entweder hinter eine bestehende Teichkläranlage nachgeschaltet oder anstelle der Teiche in die vorhandenen Becken eingebaut werden (Flächenbedarf nach Regelwerk beachten).</p>
erreichbare Reinigungsziele	<p>Kohlenstoff; Nitrifikation</p> <p>Teilweise Denitrifikation (Erläuterung siehe Kap. 3)</p> <p>P-Fällung grundsätzlich möglich (siehe Kap. 3)</p>
Bemessungsansätze	<p>Bemessungsansätze für bepflanzte Bodenfilter sind im Arbeitsblatt DWA-A 262 [15] festgelegt (bis 1.000 E). Grundsätzlich erfolgt die Auslegung der bepflanzten Bodenfilter für Kohlenstoffabbau. Der Einsatz von bepflanzten Bodenfiltern setzt nach derzeit gültigem Regelwerk ein Trennsystem voraus.</p>
Größenbereich	<p>In Bayern bisher bis knapp über 500 E eingesetzt.</p>
Betrieb und Besonderheiten	<p>Wichtig ist die gleichmäßige Beschickung des Bodenfilters, um eine ausreichende Reinigungsleistung zu erzielen und einem Verblocken des Filtermaterials vorzubeugen. Um einen guten Reinigungserfolg zu gewährleisten, sind Pflegemaßnahmen gemäß DWA-A 262 [15] durchzuführen, wie unter anderem das Entfernen des Fremdbewuchses sowie des abgestorbenen Materials. Dabei ist darauf zu achten, dass hierbei keine Verdichtung des Bodenkörpers verursacht wird.</p> <p>Bei einem dem Abwasserteich nachgeschalteten Pflanzenbeet ist gegebenenfalls ein Kiesfilter vorzuschalten, um die vorhandenen abfiltrierbaren Stoffe zu entfernen und einer Kolmation entgegenzuwirken.</p> <p>Werden als Filtermaterial Lavasande verwendet, ist von einer teilweisen P-Elimination auszugehen, da über mehrere Jahre Phosphor adsorptiv gebunden wird.</p> <p>Einstufige bepflanzte Bodenfilter erreichen in der Regel Eliminationsraten von 1,5 bis 2,5 Zehnerpotenzen bezüglich Hygieneparameter; mehrstufige Anlagen weisen deutlich bessere Leistungen auf. Hinweise zur Hygienisierung im Karst gibt das LfU-Merkblatt 4.4/22 [6].</p>
Vor- und Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> + einfacher und robuster Betrieb + wartungsarme Technologie + geringer Energiebedarf – nicht steuerbar – Verstopfungsgefahr (siehe Betrieb) – hoher Flächenbedarf (im Vergleich zu technischen Anlagen)
Anzahl der bereits bestehenden Anlagen	<p>Rund 60 kommunale in GK 1</p> <p>Bei einzelnen Teichkläranlagen wurde ein Pflanzenbeet zur Hygienisierung nachgeschaltet. Es liegen derzeit noch keine Erfahrungen zur Verbesserung der Reinigungsleistung bei Teichkläranlagen durch ein nachgeschaltetes Pflanzenbeet vor. Im DWA-A 201 [14] wird diese Verfahrenskombination jedoch genannt. Die Variante, eine Teichkläranlage in eine Pflanzenkläranlage umzubauen, wurde in Bayern bereits umgesetzt.</p>

4.3 Weitere Ertüchtigungsvarianten

4.3.1 Anlagen mit frei beweglichen Aufwuchskörpern

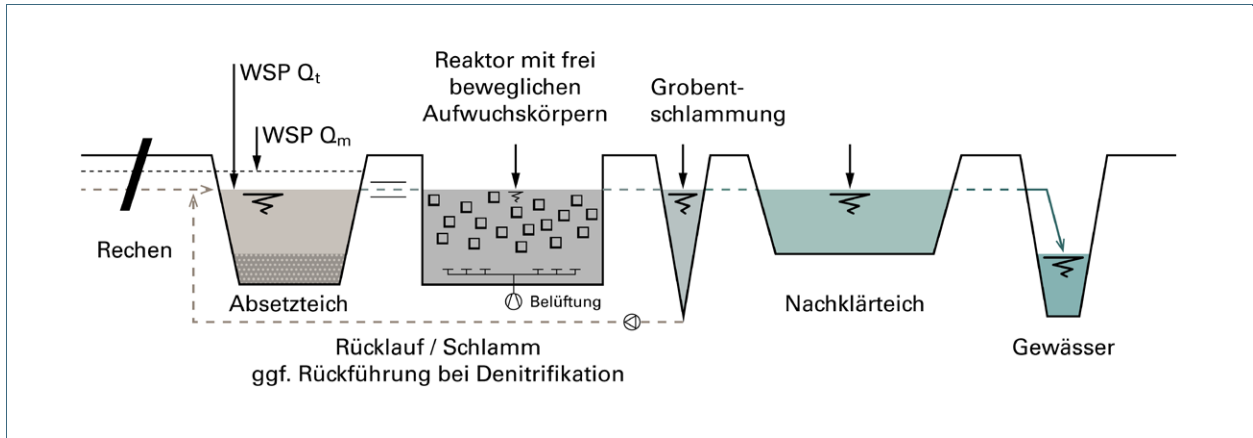


Abb. 6: Abwasserteichanlage mit zwischengeschaltetem Reaktor mit frei beweglichen Aufwuchskörpern

Funktionsweise

Bei Anlagen mit frei beweglichen Aufwuchskörpern befindet sich der Biofilm auf wenigen Zentimeter großen frei schwimmenden Kunststoff-Aufwuchskörpern. Diese werden durch Belüftung oder Rühren durchmischt. Folglich ist eine entsprechende Auslegung und Anordnung der Belüftungseinrichtung bzw. eine separate Umwälzeinrichtung erforderlich. Bisher eingesetzt wurden im relevanten Größenbereich Trägermaterialien aus Polyethylen und Polyvinylacetat. Die bisher umgesetzten Anlagen bis GK 3 sind als Schwebbettverfahren gestaltet. Dabei ist die Dichte der Aufwuchskörper (mit Biofilm) geringer als die Dichte von Wasser – dem entsprechend schwimmen diese auf.

Der gegenseitige Kontakt der Aufwuchskörper bewirkt ein Ablösen überschüssiger Biomasse, die aus dem Reaktor ausgetragen und als Überschussschlamm in der Nachklärung abgeschieden wird. Analog zu anderen Festbettverfahren ist keine Schlammrückführung aus der Nachklärung in den Reaktor mit frei beweglichen Aufwuchskörpern erforderlich.

erreichbare Reinigungsziele

Kohlenstoff, Nitrifikation

Denitrifikation (durch vorgeschaltete anoxische Stufe) grundsätzlich möglich, es liegen hierzu kaum Erfahrungen und keine Bemessungshinweise vor. Teilweise Denitrifikation (Erläuterung siehe Kap. 3) möglich

P-Fällung grundsätzlich möglich (siehe Kap. 3)

Bemessungsansätze

Aufgrund der Neuartigkeit dieses Verfahrens existieren derzeit noch keine gesicherten Bemessungswerte, so dass bei der Auslegung der Anlagen mit Bedacht gehandelt werden sollte. Im Arbeitsblatt DWA-A 222 [17] (gültig für Ausbaugrößen bis 1.000 E) werden Anhaltswerte für die Flächenbelastung vorgegeben. Bei einer angesetzten spezifischen Oberfläche bis zu $700 \text{ m}^2/\text{m}^3$ wurden bisher gute Erfahrungen gemacht. Von höheren spezifischen Oberflächenansätzen wird abgeraten. Das Schüttvolumen der Aufwuchskörper sollte nur maximal 50 % des Reaktorvolumens einnehmen [17].

Eine Bestandaufnahme von Anlagen mit frei beweglichen Aufwuchskörpern zeigt, dass die bisher in Bayern gebauten Anlagen zum Teil deutlich geringere Flächenbelastungen aufweisen, als die im DWA-A 222 [17] genannten Bemessungshinweise. Bei diesen bestehenden Anlagen mit geringerer Flächenbelastung sind die Erfahrungen positiv.

	Bei vielen der bisher umgesetzten Anlagen findet lediglich eine Teilreinigung im Reaktor mit frei beweglichen Aufwuchskörpern statt, sie dienen – meist vorgeschaltet – als Entlastung von Tropfkörpern oder Rotationstauchkörpern.
Größenbereich	Bisher eingesetzt bei Anlagen der GK 1, 2 und 3.
Betrieb und Besonderheiten	<p>Die Belüftung ist steuerbar, eine Schlammrückführung nicht erforderlich.</p> <p>Die oben beschriebenen Aufwuchskörper sind mechanischer Beanspruchung ausgesetzt (z. B. Abrieb an Beckenwänden, gegenseitiger Abrieb) und müssen gegebenenfalls langfristig erneuert werden. Es ist auf konstruktive Einrichtungen (Ablaufsiebe, Lochbleche) zu achten, die ein Austragen der Aufwuchskörper aus den Reaktor verhindern. Dies gilt auch für aufeinanderfolgende Becken.</p> <p>Bezüglich der Absetzeigenschaften des Schlammes wurde beobachtet, dass dieser aufgrund seiner feinen Struktur teilweise schlechtere Absetzeigenschaften als Schlamm von Rotationstauchkörpern oder Tropfkörpern besitzt. Entsprechend ist auf eine ausreichende Auslegung der Nachklärung zu achten.</p> <p>Geeignet ist dieses Verfahren insbesondere für den Sanierungsfall, unter Verwendung bestehender Bauwerke.</p>
Vor- und Nachteile	<p>+ geringe Verstopfungsgefahr</p> <p>+ ggf. Sanierung unter Beibehaltung vorhandener Bauwerke möglich</p> <p>+ keine Rückspülung nötig</p> <p>– Abnutzung der Aufwuchskörper durch mechanische Beanspruchung möglich</p>
Anzahl der bereits bestehenden Anlagen	Etwas mehr als 20 Anlagen in den GK 1, 2 und 3
Sonderform	Eine Sonderform dieses Verfahrens stellt eine Anlage dar, bei der die Aufwuchskörper nicht in ein separates Betonbauwerk eingebracht wurden, sondern in ein schwimmendes Edelstahlkonstrukt, welches im Abwasserteich schwimmt. Integriert sind eine feinblasige Belüftung und eine Zwangsdurchströmung des Edelstahlkörpers. Dies wurde aufgrund schwieriger örtlicher Gegebenheiten gewählt.

4.3.2 Teich-SBR-Anlagen

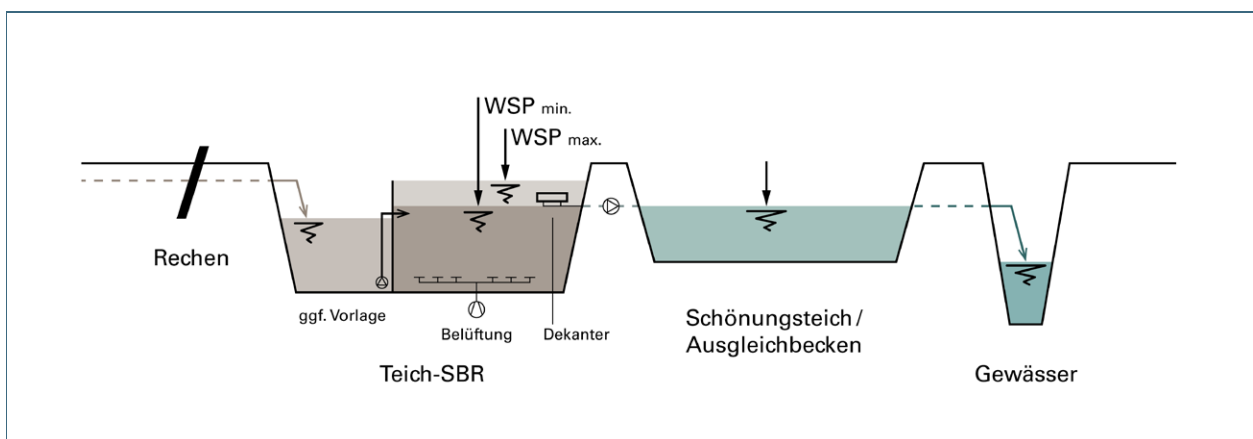


Abb. 7: Teich-SBR-Anlage

Funktionsweise	<p>Bei Kläranlagen nach dem SBR-Verfahren (Sequencing Batch Reaktor) verlaufen die Stufen der Reinigung nicht kontinuierlich in nacheinander durchflossenen Behältern, sondern im Aufstaubetrieb und in einzelnen Betriebschritten zeitlich hintereinander im selben Reaktor.</p> <p>Das Zeitintervall von Beginn des Füllvorganges bis zum Abschluss des Klarwasserabzuges wird als Zyklus bezeichnet. Ein SBR-Zyklus setzt sich aus verschiedenen Phasen (Füll-, Misch-, Belüftungs-, Absetz-, Abzugs-, Stillstandsphase) zusammen. Die Dauer der einzelnen Phasen ist, abhängig vom Reinigungsziel, variabel gestaltbar.</p> <p>Abwasserteiche können durch geeignete Umbauten und der Ergänzung von Belüftern, Abzugseinrichtungen und einer Steuerung nach dem SBR-Prinzip betrieben werden. Da aufgrund der notwendigen Belüftung, der Dekantierung und des erforderlichen Aufstauvolumens hierfür eine gewisse Mindestdiefe erforderlich ist, kommt diese Sanierungsvariante insbesondere für belüftete Abwasserteiche in Frage. Aber auch der Umbau von Absetzteichen zu Teich-SBR-Anlagen ist grundsätzlich möglich und wurde in Bayern bisher zweimal umgesetzt.</p>
erreichbare Reinigungsziele	<p>Kohlenstoff; Nitrifikation; Denitrifikation</p> <p>P-Fällung möglich</p>
Bemessungsansätze	<p>Hinweise zur Bemessung und Konstruktion von Belebungsanlagen im Aufstaubetrieb können DWA-M 210 [16] beziehungsweise ATV-DVWK-A 131 [11] entnommen werden.</p>
Größenbereich	<p>Bisher eingesetzt bei Anlagen der GK 1, 2 und 3.</p>
Betrieb und Besonderheiten	<p>In SBR-Anlagen stellt das Entleerungsaggregat einen Schlüsselbaustein für den Betrieb dar. Bei den bestehenden Anlagen werden sowohl Dekanter als auch Schieber eingesetzt. Ihre störungsfreie Steuerung und Funktion muss dauerhaft gewährleistet werden, um den Austrag von Biomasse zu vermeiden.</p> <p>Das Nachschalten eines Ausgleichsbeckens oder eines Schönungsteiches im Ablauf wird empfohlen; zum einen zur Vergleichmäßigung des stoßweise anfallenden gereinigten Abwassers, zum anderen als Sicherheit bei auftretendem Schlammabtrieb.</p> <p>Zur Steuerung eines SBR-Reaktors ist in der Regel ein deutliches Maß an Mess- und Regeltechnik erforderlich. Der Unterhalt dieser Technik, insbesondere der Sonden, ist zu gewährleisten.</p> <p>Die Böschungsbefestigung und Dichtung ist auf die Belüftung abzustimmen (Walkbeanspruchung).</p>
Vor- und Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> + sehr gute Steuerbarkeit durch freie Zyklusgestaltung + in gewissem Rahmen an Belastungsschwankungen anpassbar (Belüftung, TS-Gehalt) – anspruchsvolle Technik und Steuerung, daher geschultes Personal erforderlich – relativ hoher Aufwand für Regel- und Messtechnik – erhöhter Betriebsaufwand
Anzahl der bereits bestehenden Anlagen	<p>Über 10 Anlagen bis 5.500 E</p>

Sonderverfahren

Eine Variante des SBR-Verfahrens ist das CWSBR[®]-Verfahren (Constant Waterlevel Sequencing Batch Reaktor). Durch den Einbau von Hydrosegeln erfolgt hierbei eine Unterteilung von Teichkläranlagen in drei separate Reaktionsräume (Vorlage, Reaktorzone, Nachlage). Im Gegensatz zum herkömmlichen SBR-Verfahren entstehen durch die Hydrosegel flexible Volumina. Der Ausgleich der unterschiedlichen Füllvolumina findet durch seitliche Verschiebung der Hydrosegel statt. Die verfahrensbedingten Volumenänderungen zwischen den Zonen werden durch Weiterpumpen des zu reinigenden Abwassers zwischen den einzelnen Reaktionsräumen vorgenommen. Die Hydrosegel passen sich flexibel den Volumenänderungen an, wodurch sich stets ein konstanter Wasserstand ergibt [10]. In Bayern gibt es derzeit zwei dieser Anlagen, wobei es sich hierbei um ein Firmenverfahren handelt.

5 Bewertung der Verfahren und Hinweise zur praktischen Umsetzung

- Reinigungsleistung

In Tabelle 3 sind die mit dem jeweiligen Verfahren erreichbaren Reinigungsziele dargestellt.

Tabelle 3: erreichbare Reinigungsziele

Verfahren	C	N	D	P
Unbelüfteter Abwasserteich	+	(✓)*	-	grundsätzlich möglich bei Ergänzen einer Phosphorfällung
Belüfteter Abwasserteich	++	-	-	
Tropfkörper	++	✓	(✓)****	
Rotationstauchkörper	++	✓	(✓)****	
Getauchte belüftete Festbetten *****	++	✓	(✓)****	
Bepflanzte Bodenfilter *****	++	✓**	(✓)****	
Anlagen mit frei beweglichen Aufwuchskörpern	++	✓	(✓)****	
Teich-SBR-Anlagen	+++	✓***	✓	

+ / ++ / +++

zufriedenstellende/gute/sehr gute Abbauleistung zu erwarten

✓ / -

Auslegung möglich / nicht möglich

(✓)*

nur im unteren Größenbereich der Größenklasse 1 sinnvoll

**

nur Vertikalfilter

Einstellungen optimierbar

(✓)****

teilweise Denitrifikation möglich (Voraussetzungen: vgl. Kap. 3 „Denitrifikation“)

bisher keine ausreichenden Erfahrungswerte

keine Erfahrungen als nachgeschaltete Stufe

- Betriebsstabilität

Im Vergleich zu größeren Einzugsgebieten unterliegen kleine Einzugsgebiete stärkeren Schwankungen bezüglich der Schmutzfracht. Es treten höhere Schmutzfrachtstöße und höhere hydraulische Spitzen auf. Dies wirkt sich häufig negativ auf die Betriebsstabilität aus. Um diese trotzdem gewährleisten zu

können, sind konstruktive Lösungen zum Ausgleich der Stöße (insbesondere auf den biologischen Teil der Kläranlage) zu schaffen. Grundsätzlich sind großflächige oder großvolumige Anlagensysteme (z. B. Abwasserteiche) besser in der Lage Spitzen abzufressen. Dieser Ausgleich ist bei Biofilmanlagen wie Tropfkörpern oder Systemen, bei denen das Reaktorvolumen durch Einbringen von Aufwuchskörpern (getauchte Festbetтанlagen, Anlagen mit frei beweglichen Aufwuchskörpern) reduziert wird, schwieriger.

- Komplexität und Betriebsaufwand

Gerade kleine Kläranlagen sollten sich durch einen einfachen und robusten Betrieb auszeichnen. Grundsätzlich steigt die Komplexität der Anlage und entsprechend das vom Klärwerkspersonal vorzuhaltende Fachwissen mit dem Technisierungsgrad der Anlage. Insbesondere die Betreuung umfassender Mess- und Regeltechnik, wie sie z. B. bei SBR-Anlagen erforderlich ist, bedarf eines erhöhten Hintergrundwissens. Um dem Betriebspersonal kleiner Anlagen den Betrieb zu erleichtern, sollten technisch einfache Systeme verwendet werden. In Tabelle 4 werden die Anforderungen an Fachwissen und Komplexität des Anlagenbetriebes der jeweiligen Verfahren dargestellt.

Verfahren	Fachwissen/Komplexität
Unbelüfteter Abwasserteich	x
Belüfteter Abwasserteich	xx
Tropfkörper	xx
Rotationstauchkörper	xx
Getauchte belüftete Festbetten	xxx
Bepflanzte Bodenfilter	xx
Anlagen mit frei beweglichen Aufwuchskörpern	xxx
Teich-SBR-Anlagen	xxxx

Tab. 4:
Komplexität der einzelnen Anlagensysteme

x Fachwissen / Komplexität gering
 xxxx Fachwissen / Komplexität sehr hoch

Bei der Bewertung des Arbeitsaufwandes ist grundsätzlich zwischen täglich anfallenden und außergewöhnlichen Arbeiten zu unterscheiden. Wobei die außergewöhnlichen Tätigkeiten (z. B. Schlammräumung / Mäharbeiten) bei großflächigen Anlagen wie unbelüfteten und belüfteten Abwasserteichen oder bepflanzten Bodenfiltern im Vergleich zu den regelmäßig anfallenden Tätigkeiten deutlich ins Gewicht fallen. Dagegen sind bei technischen Anlagen umfangreichere tägliche Arbeiten (z. B. Funktionskontrollen Mess- und Regeltechnik) durchzuführen.

Der Arbeitsaufwand kann jedoch auch innerhalb der Anlagensysteme deutlich variieren, da eine praxisorientierte Konstruktion und dahingehende Überlegungen bei der Planung Einfluss auf den reibungslosen Arbeitsablauf (z. B. bei der Schlammentnahme) haben.

- Stromverbrauch

In der Regel steigt der spezifische Stromverbrauch mit kleiner werdender Ausbaugröße der Anlage an, da der anfallende Stromverbrauch, insbesondere von Stromverbrauchern, die unabhängig von der Ausbaugröße an jeder Kläranlage benötigt werden, auf weniger Einwohner umgelegt wird. Zudem ist der Technisierungsgrad ausschlaggebend für die Höhe der anfallenden Energiekosten. Naturnahe Anlagen wie unbelüftete Abwasserteiche oder bepflanzte Bodenfilter, bei denen es kaum eines Einsatzes von Maschinenteknik bedarf, verbrauchen in der Regel sehr wenig Strom. Bei Anlagen mit technischer Belüftung wie belüfteten Abwasserteichen, getauchten belüfteten Festbetten, Anlagen mit frei beweglichen Aufwuchskörpern und Teich-SBR-Anlagen liegt der Verbrauch meist deutlich höher.

- Hinweise zur praktischen Umsetzung

Bei der Planung und Konstruktion von kleinen Kläranlagen und entsprechend auch bei der Umrüstung von Abwasserteichen sollten die Eigenheiten, die sich aufgrund der hier vorliegenden Randbedingungen ergeben, berücksichtigt werden. Im Folgenden sind Hinweise hierzu gegeben:

- Abwasserteiche stoßen bei Ortsteilen, die im Trennsystem entwässert werden, aufgrund des daraus resultierenden konzentrierteren Abwassers bezüglich ihrer Reinigungsleistung häufig an ihre Grenzen. Hier bieten sich technische Lösungen oder ein Anschluss an eine leistungsfähige Kläranlage auch deswegen an, da die bei sehr kleinen Anlagen konstruktiv oft schwierig umzusetzende Mischwasserbehandlung im Ortsnetz entfällt.
- Häufig ist der Wasserverbrauch in kleinen Gemeinden gering, das anfallende Abwasser tendenziell höher belastet. Für kleine Anlagen, insbesondere Anlagensysteme, die nicht regelbar sind, ist dies teilweise schwierig zu bewerkstelligen. Gerade bei Kanalsystemen mit Pump- und Vakuumsystemen ist dies besonders zu beachten. Das hier anfallende hochkonzentrierte und teils angefaulte Abwasser kann zu betrieblichen Problemen führen.
- Im ländlichen Raum fallen häufig Milchammerabwässer an, die entsorgt werden müssen. Ist eine Anschlussmöglichkeit an eine ausreichend dimensionierte kommunale Kläranlage gegeben, sollte diese genutzt werden. Bei sehr kleinen kommunalen Kläranlagen, kann dies aufgrund der Abwasserzusammensetzung (z. B. Desinfektionsmittel, Säuren, Laugen, hohe Temperaturen bei Kochendwasserreinigung, hohe Frachten) teilweise zu Beeinträchtigungen der Reinigungsleistung führen. Entsprechend sind die Milchammerabwässer bei der Bemessung zu berücksichtigen. Bei sehr kleinen Anlagen wird empfohlen auf eine Einleitung zu verzichten und die Entsorgung in Güllegruben vorzuziehen oder unter Beachtung der gemeindlichen Abwassersatzung das Milchammerabwasser gedrosselt zuzugeben. Zur Vermeidung von Geruchsproblemen im Bereich der Abwasserableitung ist darauf zu achten, dass zu lange Aufenthaltszeiten in den Leitungen in Folge von fehlerhaften Komponentenauslegungen (Überdimensionierung von Druckleitungen, falsche Pumpenauslegung, Übergang von Druck- in Freispiegelleitungen) vermieden werden. Des Weiteren wird auch auf das LfU-Merkblatt 4.5/10 [3] hingewiesen.
- Bei sämtlichen Biofilmanlagen und bei bepflanzten Bodenfiltern ist darauf zu achten, dass der anfallende Vorklärschlamm grundsätzlich nicht stabilisiert ist. Hält man für die Vorklämung jedoch ein Volumen vor, welches mindestens dem eines Absetzteiches gemäß DWA-A 201 [14] entspricht, so ist von einer Aufenthaltszeit auszugehen, die über der einer Kaltfaulung liegt. Eine landwirtschaftliche Verwertung ist somit vorerst grundsätzlich möglich.
- Bei einer Neubegutachtung oder auch bei einem Umbau ist die Frage der Dichtheit der Teiche zu prüfen. Dichtheitsnachweise, die bei der Errichtung des Teiches geführt wurden, können anerkannt werden. Zusätzlich sollten die Zu- und Ablaufmengen unter Berücksichtigung der Verdunstung plausibilisiert werden. Besteht der Verdacht der Undichtheit, so kann beispielsweise bei einstweiligem Umgehen eines Teiches (bei Anordnung mehrerer Teiche hintereinander) die Absenkung gemessen werden. Vor allem bei Umnutzungen muss über eine künstliche Dichtung nachgedacht werden. Dies ist z. B. bei Teich-SBR-Anlagen aufgrund der höheren organischen Belastung im Belebungsbecken und bei bepflanzten Bodenfiltern erforderlich. Zu beachten ist, dass lehmgedichtete Becken nicht für Anwendungen mit stark schwankendem Wasserspiegel geeignet sind, da Lehm bei Trockenfallen zu Rissbildung neigt und in Folge dessen Undichtheiten auftreten können.
- Vor Umbaumaßnahmen ist eine Räumung aller Teiche zu veranlassen. Grundsätzlich ist die Art der Teichräumung auf die Teichdichtung abzustimmen.
- Bei belüfteten Abwasserteichen und Abwasserteichen in Kombination mit Biofilmreaktoren ist der Einbau eines automatisch betriebenen Rechens grundsätzlich erforderlich. Bei unbelüfteten Ab-

wasserteichen sollte wegen der aufschwimmenden Grobstoffe (Hygieneartikel) aus betrieblichen sowie ästhetischen und hygienischen Gründen zumindest ein handbetriebener Rechen eingebaut werden. Ein automatisch betriebener Rechen wird empfohlen.

- An Teichanlagen, die für eine Aufenthaltszeit von 24 Stunden und mehr bemessen werden, sind gemäß Anhang 1 Abschnitt C der Abwasserverordnung [2] bei durch Algen deutlich gefärbten Proben, der CSB und der BSB₅ aus der algenfreien Probe zu bestimmen. Zur Vermeidung subjektiver Einschätzung bezüglich der Färbung wird dies gemäß LfU Merkblatt 4.4/22 [6] in Bayern wie folgt umgesetzt:

Für Abwasserteichanlagen, die dem Stand der Technik entsprechen, gilt die algenfreie, glasfaserfiltrierte Probe. Hierunter fallen unbelüftete und belüftete Abwasserteichanlagen sowie Abwasserteichanlagen mit biologischer Zwischenstufe. Behelfsanlagen, aber auch technische Kläranlagen mit nachgeschalteten Schönungsteichen zählen nicht zu den Teichanlagen. Dies gilt auch für in Erdbauweise errichtete Belebungsanlagen oder SBR-Anlagen. Für solche Anlagen sind in jedem Fall die Anforderungen für die nicht abgesetzte, homogenisierte Stichprobe (ohne Filtration) festzusetzen.

- Bei Kläranlagen, die mit Grobabscheidern wie hochbelasteten Trichterbecken, Schrägklärern oder Gewebefiltern statt mit Nachklärbecken ausgestattet werden, sind grundsätzlich Nachklärteiche vorzusehen. Grobabscheider werden häufig bei Rotationstauchkörper-Systemanlagen eingesetzt. Auf nachgeschaltete Teiche kann nur in Ausnahmefällen bei günstigen Gewässerhältnissen und gleichzeitig beengten Platzverhältnissen verzichtet werden.

Nachgeschaltete Teiche sind erforderlich

- zur Pufferung von Schmutzstößen, da im biologischen Teil nur kurze Aufenthaltszeiten herrschen,
- zur Sicherheit gegen Überlastung und Ausfall der Grobabscheider,
- zum Ausgleich gegen Leistungsabfall bei Wartungsmängeln.

6 Fazit

Im vorliegenden Merkblatt sind wichtige Hinweise zum Vorgehen bei der Planung von Sanierungen und Ertüchtigungen von Abwasserteichen gegeben. Es werden unterschiedliche Systeme dargestellt, die für einen derartigen Umbau in Frage kommen. Die Wahl welches der Systeme für die einzelne Gemeinde, den einzelnen Ortsteil in Frage kommt, hängt von den dortigen Randbedingungen ab. Grundsätzlich können Sanierungen und Ertüchtigungen von kleinen Kläranlagen, insbesondere Teichen nicht als Pauschallösungen umgesetzt werden. Daher kann dieses Merkblatt lediglich als Hilfestellung bei den einzelnen Überlegungsschritten dienen. Es sind immer eine intensive Auseinandersetzung mit den örtlichen Rahmenbedingungen und Ingenieurwissen gefragt. Nur unter Berücksichtigung der zugrunde liegenden Umstände an der jeweiligen Kläranlage und im zugehörigen Ortsnetz kann ein geeignetes Anlagensystem oder ein geeigneter Umbau entwickelt werden. Daher sind diese Gegebenheiten bei der Grundlagenermittlung mit Sorgfalt zu erheben und zu bewerten.

7 Literaturverzeichnis

- [1] ABWASSERTECHNISCHE VEREINIGUNG [Hrsg.] (1992): ATV-A 128 – Richtlinien für die Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen., Hennef.
- [2] ABWV (2014): Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer (Abwasserverordnung) vom 17.06.2004, zuletzt geändert am 02.09.2014.

- [3] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT [Hrsg.] (2005): Merkblatt 4.5/10 - Beseitigung von Abwasser aus Milchkammern im ländlichen Raum., Augsburg.
- [4] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT [Hrsg.] (2011): Klärschlamm Entsorgung in Bayern – Planungshilfe für Kommunen – Publikationsshop der Bayerischen Staatsregierung: http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_abfall_00184.htm (Abruf am 08.10.2015).
- [5] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT [Hrsg.] (2013): Durchführbarkeit, Auswirkungen und Effizienz der Phosphorelimination an kleinen Kläranlagen., Augsburg
- [6] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT [Hrsg.] (2013): Merkblatt 4.4/22 - Anforderungen an Einleitungen von häuslichem und kommunalem Abwasser sowie an Einleitungen aus Kanalisationen, Augsburg.
- [7] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT [Hrsg.] (2015): Umsetzung der EG-Kommunalabwasserrichtlinie in Bayern – Lagebericht 2014., Augsburg.
- [8] BAYERISCHE STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND GESUNDHEIT (2013): Richtlinien für Zuwendungen zu wasserwirtschaftlichen Vorhaben (RZWAs 2013)., München.
- [9] BayWG (2012): Bayerisches Wassergesetz vom 25.02.2010 zuletzt geändert am 12.02.2012.
- [10] DEDERICHS, A. ET AL. (2003): SBR-Technologie für Teichkläranlagen, Das CWSBR-Verfahren. – In: KA – Abwasser, Abfall, 5/2003 – S. 607-611, Hennef.
- [11] DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL [Hrsg.] (2000): ATV-DVWK-A 131 - Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen., Hennef.
- [12] DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL [Hrsg.] (2001): ATV-DVWK-A 281 - Bemessung von Tropfkörpern und Rotationstauchkörpern., Hennef.
- [13] DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL [Hrsg.] (2003): ATV-DVWK-A 198 - Vereinheitlichung und Herleitung von Bemessungswerten für Abwasseranlagen., Hennef.
- [14] DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL [Hrsg.] (2005): DWA-A 201 - Grundsätze für Bemessung, Bau und Betrieb von Abwasserteichanlagen., Hennef.
- [15] DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL [Hrsg.] (2006): DWA- A 262 - Grundsätze für Bemessung, Bau und Betrieb von Pflanzenkläranlagen mit bepflanzten Bodenfiltern zur biologischen Reinigung kommunalen Abwassers.; Hennef.
- [16] DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL [Hrsg.] (2009): DWA-M 210 - Belebungsanlagen mit Aufstaubetrieb (SBR)., Hennef.
- [17] DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL [Hrsg.] (2011): DWA-A 222 - Grundsätze für Bemessung, Bau und Betrieb von kleinen Kläranlagen mit aerober biologischer Reinigungsstufe bis 1.000 Einwohnerwerte., Hennef.
- [18] DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL [Hrsg.] (2012): Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen (KVR-Leitlinien)., 8. Aufl., Hennef.
- [19] DüMV (2015): Verordnung über das Inverkehrbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln (Düngemittelverordnung) vom 05.12.2012.

- [20] DWA-ARBEITSGRUPPE KA 6.3 „TROPFKÖRPER- UND TAUCHKÖRPER“ (2007): Leitfaden zur Erkennung und Behebung von Betriebsproblemen bei Tropfkörpern, Rotationstauchkörpern und getauchten Festbetten. - 25 S., Hennef.
- [21] EÜV (2010): Verordnung zur Eigenüberwachung von Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen (Eigenüberwachungsverordnung) vom 20.09.1995 zuletzt geändert am 25.02.2010.
- [22] NOWAK, J., HEISE, B. (2007): DWA-Kommentar zum Regelwerk Naturnahe Abwasserbehandlung in Pflanzenkläranlagen und Teichkläranlagen., Hennef.
- [23] WHG (2014): Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz) vom 31.07.2009 zuletzt geändert am 15.11.2014.

Anhang Mischwasserbehandlung bei Abwasserteichen

Bei kleinen Orten oder Ortsteilen gibt es häufig keine separate Mischwasserbehandlung innerhalb des Entwässerungsnetzes. Das Mischwasser wird in diesen Fällen in den Abwasserteichanlagen mitbehandelt. Für größere Abwasserteichanlagen und Abwasserteiche mit technischer Zwischenstufe wird eine separate Mischwasserbehandlung innerhalb des Kanalnetzes empfohlen. Für die Mitbehandlung des Mischwassers an Abwasserteichen eröffnet das DWA-A 201 [3] „Grundsätze für Bemessung, Bau und Betrieb von Abwasserteichen“ die Möglichkeit, das zur Kläranlage gelangende Mischwasser durch Aufstau eines oder mehrerer Teiche in der Kläranlage aufzunehmen. Dabei ist die Einhaltung der Vorgaben aus dem ATV-A 128 [1] „Richtlinien für die Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen“ in Verbindung mit dem LfU-Merkblatt 4.4/22 [2] entsprechend nachzuweisen. Gemäß DWA-A 201 [3][1] sind hierbei mehrere Varianten möglich. Diese sind im Folgenden dargestellt. Der Regelwerkstext ist jeweils grau hinterlegt.

Fall 1 (gemäß DWA-A 201 [3] Ziffer 6):

Ausgangssituation:

Nach dem Einzugsgebiet besteht eine Entlastungsmöglichkeit am Ortsende. In diesem Fall ist die Teichanlage so auszubilden, dass der nach Arbeitsblatt ATV-A 128 erforderliche Mischwasserabfluss (Q_{krit}) behandelt wird. (analog DWA-A 201)

Fall 1.1: Unbelüftete Abwasserteiche

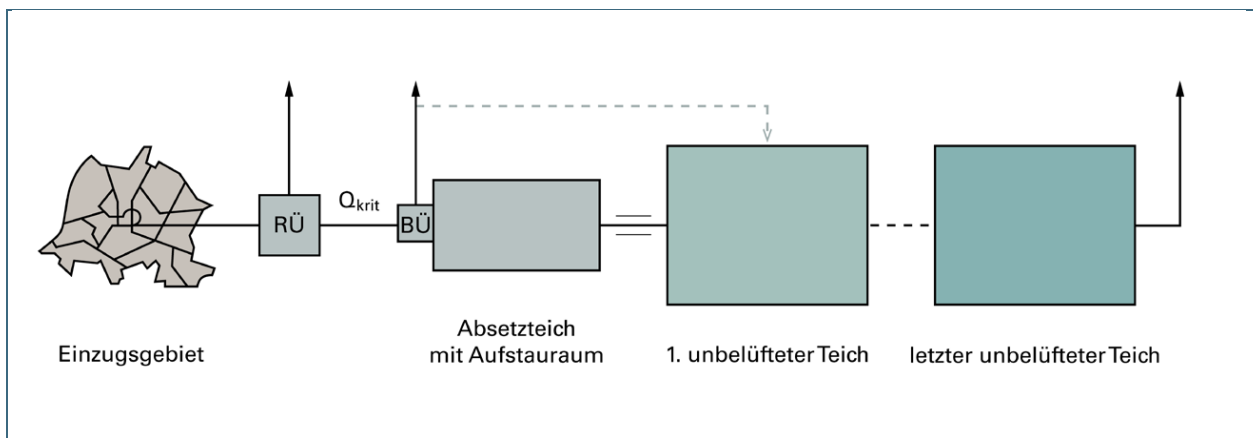


Abb. 8: Unbelüfteter Abwasserteich bei Entlastungsmöglichkeit am Ortsende

In der Regel ist der erste Teich ein Absetzteich. Der Ablauf zum ersten unbelüfteten Teich wird gedrosselt und das nach ATV-A 128 [1] erforderliche Volumen ist als Aufstauraum im Absetzteich vorzusehen.

Eine Zuführung des über das Trennbauwerk (TB) abgeschlagenen Wassers in die nachfolgenden Teiche, wie im DWA-A 201 [3] beschrieben, ist kritisch zu sehen, der abgeschlagene Teil kann direkt über einen Beckenüberlauf (BÜ) dem Gewässer zugeführt werden. Ansonsten kann ein erheblicher Schlamm- austrag bzw. ein schwallartiger Austrag einer erhöhten Fracht aus den Teichen in das Gewässer nicht ausgeschlossen werden.

Fall 1.2: Belüftete Abwasserteiche

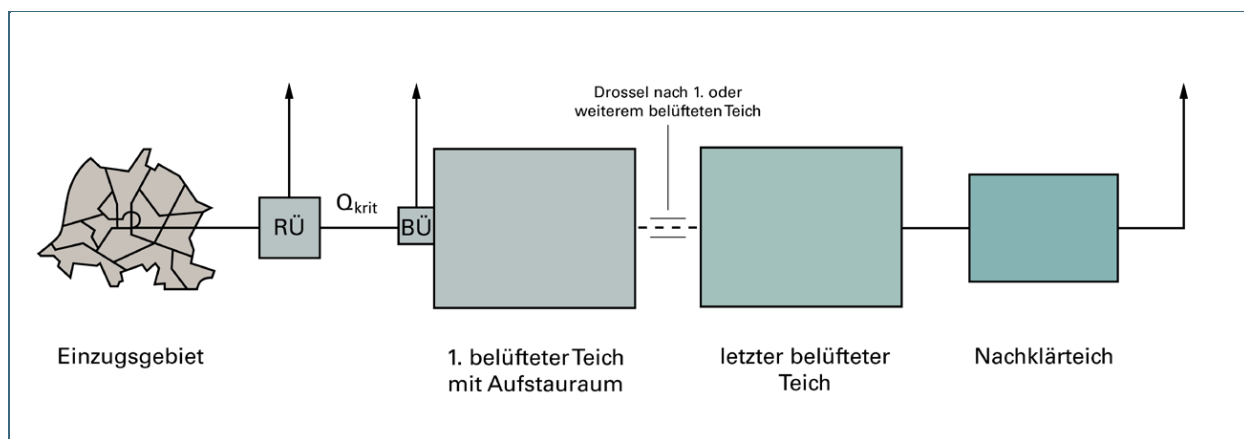


Abb. 9: Belüfteter Abwasserteiche bei Entlastungsmöglichkeit am Ortsende

Im DWA-A 201 [3] wird die Möglichkeit, belüftete Abwasserteiche zur Mischwasserbehandlung aufzustauen und den Ablauf zum Nachklärteich auf den Mischwasserzufluss (Q_m) zu drosseln, nicht beschrieben. Gemäß DWA-A 201 [3] wäre z. B. im Fall 1 die Teichanlage so auszubilden, dass der nach Arbeitsblatt ATV-A 128 [1] erforderliche Mischwasserabfluss (Q_{krit}) darin zur Gänze behandelt werden kann. Dies hätte zur Folge, dass auch der Nachklärteich auf den maximalen Durchfluss der Teichanlage zu bemessen wäre und entsprechend sehr große Dimensionen annehmen müsste.

Aus diesem Grund wird es als zweckmäßig erachtet, das nach ATV-A 128 [1] erforderliche Volumen durch Aufstau in den belüfteten Abwasserteichen (vorzugsweise nur 1. Teich ggf. auch weitere Teiche) vorzuhalten und den Abfluss zum Nachklärteich auf Q_m zu begrenzen. Analog zu den unbelüfteten Abwasserteichen wäre der direkte Abschlag aus dem Beckenüberlauf (BÜ) in das Gewässer zu bevorzugen. Beim Durchleiten von Q_{krit} durch den belüfteten Teich ist aufgrund des Austrages der Biomasse mit erheblichen Störungen der Reinigungsleistung zu rechnen.

Ergänzende Hinweise zum Betrieb:

Eine Tauchwand, strömungsberuhigte Zone oder Schlammtasche im Zulaufbereich des ersten belüfteten Teiches, bewirkt eine Sedimentation verstärkt in diesem Bereich. Eine häufigere Schlammräumung in diesem Teilbereich, z. B. per Saugwagen, schützt die folgenden Teichflächen vor Verschlammung.

Das Belüftungssystem sollte auf die tatsächliche Situation (mit Aufstau Q_{krit}) abgestimmt sein.

Es ist darauf zu achten, dass der Beckenüberlauf nicht als Überlaufschacht, sondern als möglichst senkrecht angeströmte Überlaufschwelle mit Tauchwand ausgeführt wird, damit kein erhöhter Feststoff- bzw. Biomassenaustrag zu besorgen ist.

Fall 1.3: Abwasserteichanlage mit technischer Zwischenstufe

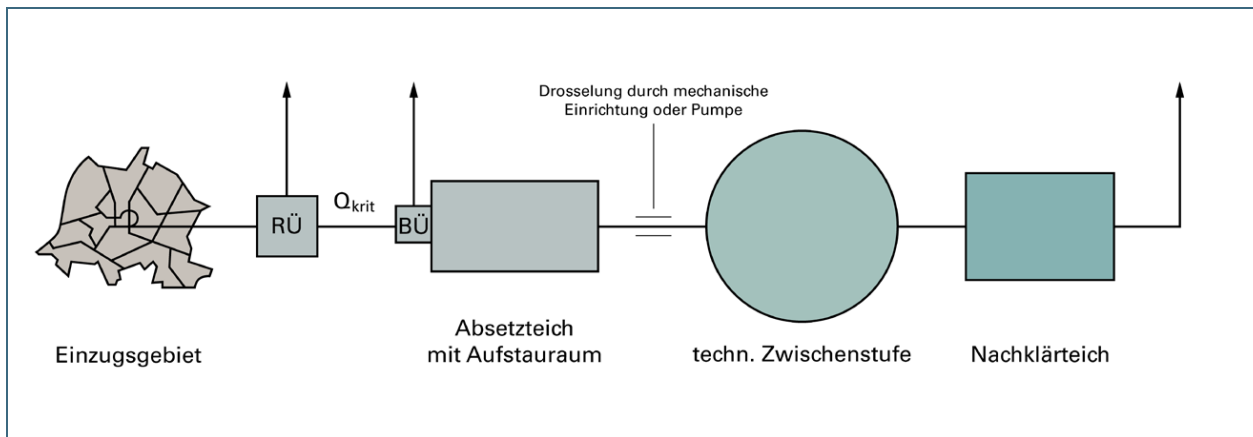


Abb. 10: Abwasserteichanlage mit technischer Zwischenstufe bei Entlastungsmöglichkeit am Ortsende

Zur technischen Zwischenstufe darf nur Q_m , also meist etwa $2 \cdot Q_s + Q_f$ gelangen. Der Zufluss ist somit vor der technischen Stufe zu drosseln. Es sind konstruktive Vorkehrungen zu treffen, die eine hydraulische Überlastung der technischen Zwischenstufe verhindern. Nach ATV-A 128 [1] erforderliche Aufstauräume müssen im Absetzteich nachgewiesen werden.

Ergänzende Hinweise zum Fall 1:

- Problematisch ist die Drosselung am Ablauf des Absetzteiches, da hier in der Regel lediglich eine Drosselung durch ein Rohr DN 100 erfolgt, eine Drosselung auf $Q_m = 2Q_s + Q_f$ ist daher mit verhältnismäßigen Mitteln nicht möglich.
- Durch die höhere hydraulische Belastung im Falle der Mischwasserbehandlung besteht die Gefahr des Schlammaustrages aus den Abwasserteichen. Eine regelmäßige, sorgfältige Schlammräumung ist daher umso wichtiger. Auch unter dem Aspekt, dass das Aufstauvolumen im Absetzteich / ersten belüfteten Abwasserteich für den Fall des Mischwasserzuflusses aktivierbar sein muss, ist eine regelmäßige Schlammräumung unerlässlich. Daneben muss auf eine ausreichende Befestigung der Randzonen geachtet werden.
- Häufig entsprechen ältere RÜ (Regenüberläufe) nicht den allgemein anerkannten Regeln der Technik, die Wehrschwellen sind zu niedrig und die Drosselabflüsse (Q_{krit}) sind falsch (zu hoch) eingestellt. Damit an der Einleitungsstelle eine Gewässerbelastung vermieden und die hydraulische Überlastung der Teiche verhindert wird, ist darauf zu achten, dass die RÜ nach ATV-A 128 [1] bemessen und entsprechend umgebaut werden. Die Drosseleinstellungen sind bei der Bauabnahme und danach wiederkehrend, mindestens im erforderlichen Rahmen der EÜV [4] zu überprüfen und ggf. nachzustufen. Bei einer Neu-Verbescheidung wäre dies vom Betreiber bzw. Planer nachzuweisen.

Fall 2 (gemäß DWA-A 201 [3] Ziffer 6):

Ausgangssituation:

„Der Ablauf (Q_{Dr}) aus dem RÜB¹ durchfließt im Fall 2 sämtliche Teiche hintereinander.“ (DWA-A 201).

Dieser Fall stellt hydraulisch gesehen für keine der oben genannten Varianten (unbelüftete Abwasserteiche, belüftete Abwasserteiche, Abwasserteichanlagen mit technischer Zwischenstufe) ein Problem dar, da hier im Mittel nur $Q_m = 2 \cdot Q_s + Q_f$ die Teichanlage erreicht.

¹ Regenüberlaufbecken

Fall 3 (gemäß DWA-A 201 [3] Ziffer 6):

Ausgangssituation:

„Sämtliches gesammeltes Mischwasser wird im Fall 3 unvermindert der Teichanlage zugeführt.“ (DWA-A 201)

„a) Der gesamte Mischwasserabfluss (Q_{max}) durchfließt sämtliche Teiche hintereinander, wobei die Verbindungen zwischen den Teichen drosselnd wirken und einen Aufstau verursachen. Diese Betriebsweise ist nur bei unbelüfteten Teichanlagen möglich. Dabei ist die erforderliche Teichfläche A_{EW} um $A_{EW, Mi}$ (Anm.: $A_{EW, Mi} = 5 \text{ m}^2/EW$) zu erhöhen.“ (DWA-A 201)

„Erfolgt die Vorbehandlung in Absetzteichen, so ist eine der folgenden Betriebsweisen zu wählen:

Nur der nach ATV-A 128 erforderliche Mischwasserabfluss (Q_{krit}) wird behandelt und den Teichen zugeführt; das vorgeschaltete Entlastungsbauwerk wirkt in diesem Falle als Regenüberlauf (RÜ). Das abgeschlagene Mischwasser kann

b) in das Gewässer eingeleitet oder

c) den nachfolgenden Teichen zugeführt werden.“ (DWA-A 201)

Fall 3.1: Unbelüftete Abwasserteiche

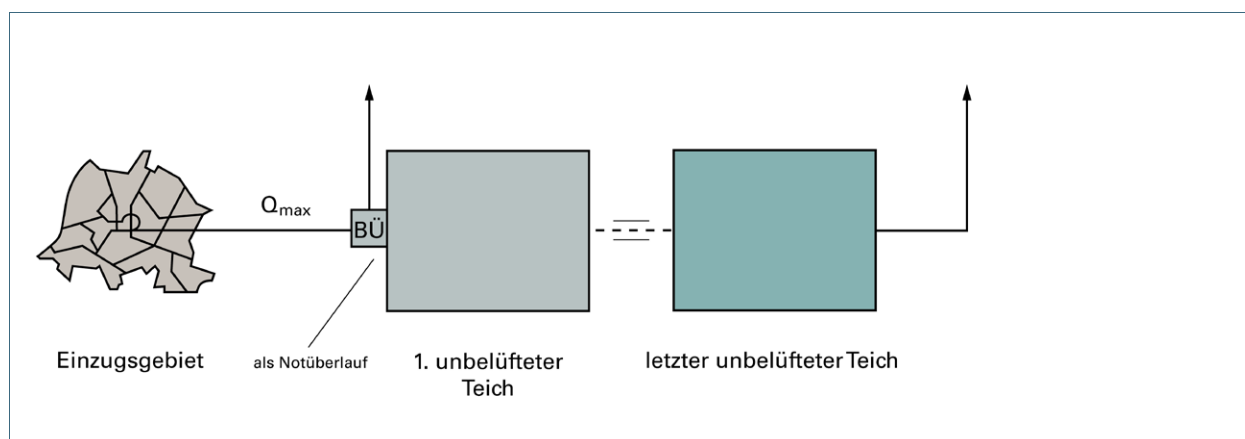


Abb. 11: Unbelüfteter Abwasserteich bei Zufluss des gesamten Mischwassers

Hierfür sind nur unbelüftete Abwasserteiche ohne Absetzteich zulässig. Dieser Fall ist in der Praxis kaum gegeben, da unbelüfteten Abwasserteichen in der Regel Absetzteiche vorgeschaltet sind.

b)/c) Nachdem in Bayern den unbelüfteten Abwasserteichen in der Regel Absetzteiche vorgeschaltet sind, sollte entsprechend Fall 1.1 die Möglichkeit genutzt werden, hier aufzustauen und das nach ATV-A 128 [1] nötige Volumen vorzusehen. Der Abschlag sollte möglichst in das Gewässer und nicht in die nachfolgenden Teiche erfolgen.

Q_{max} darf aufgrund der Gefahr des Feststoffaustrages nicht über Absetzteiche geleitet werden (siehe Kommentar zu DWA-A 201 [3]).

Fall 3.2: Belüftete Abwasserteiche

a) Dieser Fall kann gemäß DWA-A 201 [3] für belüftete Abwasserteiche nicht angewendet werden.

b)/c) Es gibt kaum belüftete Abwasserteiche mit Absetzteichen. Möglich wäre das Vorschalten eines RÜ und weiteres Vorgehen wie in Fall 1.2 dargelegt (Aufstau im/in den belüfteten Abwasserteich(en)).

Fall 3.3: Abwasserteiche mit technischer Zwischenstufe

Siehe Fall 1.3: Die technische Stufe kann hydraulisch nur mit Q_m beaufschlagt werden. Das nach ATV-A 128 [1] erforderliche Volumen kann im Absetzteich nachgewiesen werden.

Allgemeine Hinweise:

Insgesamt ist bei den oben dargestellten Möglichkeiten der Mischwasserbehandlung darauf zu achten, dass der Aufstauraum im Abwasserteich mit vorgelagertem BÜ einem Fangbecken entspricht und nur angewendet werden kann, wenn dies gemäß ATV-A 128 [1] möglich ist.

- Da die Anlagen in der Regel im Bestand vorliegen, sollte eine gründliche Betrachtung des Gewässers auf Schädigungen durch die bisherige Einleitpraxis durchgeführt werden.
- Bei der Zuleitung von Fremdwasser und Mischwasser zu Teichen kann ein sehr langer Nachlauf entstehen, was bei der Messung der Trockenwetter-Tage zu beachten ist.
- Die Umnutzung von Abwasserteichen zu Regenbecken ist eine Einzelfallentscheidung, die nicht zuletzt den Zustand des Beckens berücksichtigen muss (Befestigung, Auftriebssicherheit, Möglichkeiten der Leerung und Reinigung).

- [1] ABWASSERTECHNISCHEN VEREINIGUNG [HRSG.] (1992): ATV-A 128 – Richtlinien für die Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen., Hennef.
- [2] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT [Hrsg.] (2013): Merkblatt 4.4/22 - Anforderungen an Einleitungen von häuslichem und kommunalem Abwasser sowie an Einleitungen aus Kanalisationen, Augsburg.
- [3] DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL [HRSG.] (2005): DWA-A 201 - Grundsätze für Bemessung, Bau und Betrieb von Abwasserteichanlagen., Hennef.
- [4] EÜV (2010): Verordnung zur Eigenüberwachung von Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen (Eigenüberwachungsverordnung) vom 20.09.1995 zuletzt geändert am 25.02.2010.
- [5] NOWAK, J., HEISE, B. (2007): DWA-Kommentar zum Regelwerk Naturnahe Abwasserbehandlung in Pflanzenkläranlagen und Teichkläranlagen., Hennef.

Impressum:

Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg

Telefon: 0821 9071-0

Telefax: 0821 9071-5556

E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de

Internet: <http://www.lfu.bayern.de>

Postanschrift:

Bayerisches Landesamt für Umwelt
86177 Augsburg

Bearbeitung:

Ref. 67 / Johanna Rameseder, Martina Stockbauer
AG: Michael Kirschbaum (WWA AN), Rudolf Kormann (WWA R)

Bildnachweis:

LfU

Druck:

Druckerei Menacher
Stadthägerstraße 10, 86152 Augsburg

Stand:

Dezember 2015

Diese Publikation wird kostenlos im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Sie darf weder von den Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zweck der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Publikation nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Publikation zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden. Bei publizistischer Verwertung – auch von Teilen – wird um Angabe der Quelle und Übersendung eines Belegexemplars gebeten.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Die Broschüre wird kostenlos abgegeben, jede entgeltliche Weitergabe ist untersagt. Diese Broschüre wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Für die Inhalte fremder Internetangebote sind wir nicht verantwortlich.



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Tel. 089 122220 oder per E-Mail unter direkt@bayern.de erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.